(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) **1-0052260**

(51)[2020.01] **G06T 9/00**

(13) **B**

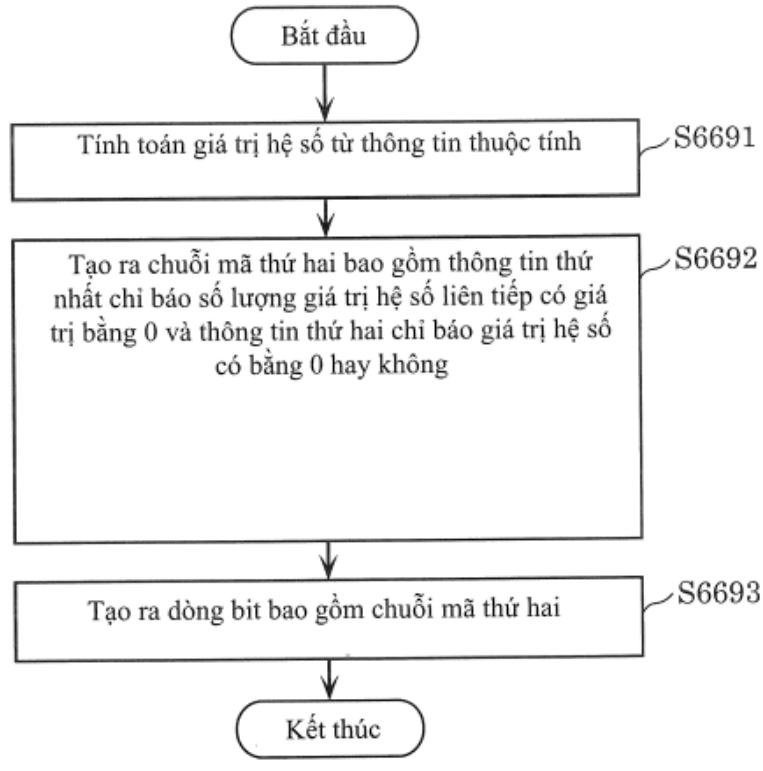
(21) 1-2021-03738
(22) 26/12/2019
(86) PCT/JP2019/051275 26/12/2019
(87) WO 2020/138352 02/07/2020
(30) 62/785,002 26/12/2018 US
(45) 27/10/2025 451
(43) 27/09/2021 402A
(73) Panasonic Intellectual Property Corporation of America (US)
2050 W 190th Street Suite 450, Torrance, California 90504 United States of America
(72) SUGIO, Toshiyasu (JP); IGUCHI, Noritaka (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA DỮ LIỆU ĐÁM MÂY ĐIỂM BA CHIỀU, PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ DỮ LIỆU ĐÁM MÂY ĐIỂM BA CHIỀU, THIẾT BỊ MÃ HÓA DỮ LIỆU ĐÁM MÂY ĐIỂM BA CHIỀU VÀ THIẾT BỊ GIẢI MÃ DỮ LIỆU ĐÁM MÂY ĐIỂM BA CHIỀU

(21) 1-2021-03738

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều bao gồm: tính toán các giá trị hệ số từ các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm (S6691); tạo ra chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số giá hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị hệ số được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ báo rằng mỗi giá trị hệ số có bằng 0 hay không, các giá trị 0 được chứa trong các giá trị hệ số và có giá trị bằng 0 (S6692); và tạo ra dòng bit bao gồm chuỗi mã thứ hai (S6693). Ví dụ, mỗi đoạn thông tin thuộc tính có thể bao gồm các thành phần, mỗi giá trị hệ số có thể bao gồm các thành phần hệ số tương ứng với các thành phần này, thông tin thứ nhất có thể chỉ báo tổng số lượng giá trị hệ số liên tiếp bao gồm các thành phần hệ số mà tất cả thành phần là 0 và thông tin thứ hai có thể chỉ báo rằng mỗi thành phần hệ số có bằng 0 hay không.

FIG. 135



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều, phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều và thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thiết bị hoặc các dịch vụ sử dụng dữ liệu ba chiều được kỳ vọng để sử dụng rộng rãi trong phạm vi lĩnh vực rộng, như tầm nhìn máy tính mà cho phép các vận hành tự động của các xe ô tô hoặc các rôbốt, thông tin bản đồ, giám sát, kiểm tra cơ sở hạ tầng và phân phối viđeo. Dữ liệu ba chiều thu được thông qua phương tiện khác nhau bao gồm bộ cảm biến khoảng cách như bộ định tầm, cũng như camera lập thể và kết hợp của các camera đơn mắt.

Các phương pháp biểu diễn dữ liệu ba chiều bao gồm phương pháp đã biết như phương pháp đám mây điểm mà biểu diễn dạng của cấu trúc ba chiều bởi nhóm điểm trong không gian ba chiều. Trong phương pháp đám mây điểm, các vị trí và các màu của nhóm điểm được lưu trữ. Trong khi đám mây điểm được kỳ vọng là phương pháp dòng chính để biểu diễn dữ liệu ba chiều, lượng lớn dữ liệu nhóm điểm cần phải nén lượng dữ liệu ba chiều bằng cách mã hóa để tích lũy và truyền, như trong trường hợp ảnh động hai chiều (các ví dụ bao gồm MPEG-4 AVC và HEVC được chuẩn hóa bởi MPEG).

Trong khi đó, việc nén đám mây điểm được hỗ trợ một phần bởi, ví dụ, thư viện nguồn mở (thư viện đám mây điểm) để xử lý liên quan đám mây điểm.

Ngoài ra, kỹ thuật tìm kiếm và hiển thị phương tiện nằm trong phần xung quanh của phương tiện giao thông đã được biến đến (ví dụ, xem tài liệu sáng chế (PTL) 1).

Danh sách trích dẫn:

Tài liệu sáng chế:

PTL 1: Công bố quốc tế WO 2014/020663

Vấn đề kỹ thuật:

Có nhu cầu cải thiện hiệu quả mã hóa trong xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều, phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, hoặc thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều mà có khả năng cải thiện hiệu quả mã hóa.

Giải quyết vấn đề:

Phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm: tính toán các giá trị hệ số từ các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm; tạo ra chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số các giá trị hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị hệ số được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ báo mỗi giá trị hệ số có bằng 0 hay không, các giá trị hệ số 0 (zero) được chứa trong các giá trị hệ số và có giá trị bằng 0; và tạo ra dòng bit bao gồm chuỗi mã thứ hai.

Phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm: tính toán các giá trị hệ số từ các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm; tạo ra chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số các giá trị hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị hệ số được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ báo mỗi giá trị hệ số có bằng 0 hay không, các giá trị hệ số 0 (zero) được chứa trong các giá trị hệ số và có giá trị bằng 0; và tạo ra dòng bit bao gồm chuỗi mã thứ hai.

Hiệu quả sáng chế:

Sáng chế đề xuất phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều, phương pháp

giải mã dữ liệu ba chiều, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, hoặc thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều mà có khả năng cải thiện hiệu quả mã hóa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là sơ đồ thể hiện cấu trúc của dữ liệu ba chiều được mã hóa theo phương án 1.

FIG.2 là sơ đồ thể hiện ví dụ của các cấu trúc dự đoán trong số các SPC mà thuộc về lớp thấp nhất trong GOS theo phương án 1.

FIG.3 là sơ đồ thể hiện ví dụ của các cấu trúc dự đoán trong số các lớp theo phương án 1.

FIG.4 là sơ đồ thể hiện thứ tự ví dụ để mã hóa các GOS theo phương án 1.

FIG.5 là sơ đồ thể hiện thứ tự ví dụ để mã hóa các GOS theo phương án 1.

FIG.6 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 1.

FIG.7 là lưu đồ của các xử lý mã hóa theo phương án 1.

FIG.8 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 1.

FIG.9 là lưu đồ các các xử lý giải mã theo phương án 1.

FIG.10 là sơ đồ thể hiện ví dụ của siêu thông tin theo phương án 1.

FIG.11 là sơ đồ thể hiện cấu trúc ví dụ của SWLD theo phương án 2.

FIG.12 là sơ đồ thể hiện các hoạt động ví dụ được thực hiện bởi máy chủ và máy khách theo phương án 2.

FIG.13 là sơ đồ thể hiện các hoạt động ví dụ được thực hiện bởi máy chủ và máy khách theo phương án 2.

FIG.14 là sơ đồ thể hiện các hoạt động ví dụ được thực hiện bởi máy chủ và các máy khách theo phương án 2.

FIG.15 là sơ đồ thể hiện các hoạt động ví dụ được thực hiện bởi máy chủ và các máy khách theo phương án 2.

FIG.16 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 2.

FIG.17 là lưu đồ của các xử lý mã hóa theo phương án 2.

FIG.18 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 2.

FIG.19 là lưu đồ các các xử lý giải mã theo phương án 2.

FIG.20 là sơ đồ thể hiện cấu trúc ví dụ của WLD theo phương án 2.

FIG.21 là sơ đồ thể hiện cấu trúc cây bát phân ví dụ của WLD theo phương án 2.

FIG.22 là sơ đồ thể hiện cấu trúc ví dụ của SWLD theo phương án 2.

FIG.23 là sơ đồ thể hiện cấu trúc cây bát phân ví dụ của SWLD theo phương án 2.

FIG.24 là sơ đồ khối của thiết bị tạo dữ liệu ba chiều theo phương án 3.

FIG.25 là sơ đồ khối của thiết bị truyền dữ liệu ba chiều theo phương án 3.

FIG.26 là sơ đồ khối của thiết bị xử lý thông tin ba chiều theo phương án 4.

FIG.27 là sơ đồ khối của thiết bị tạo dữ liệu ba chiều theo phương án 5.

FIG.28 là sơ đồ thể hiện cấu trúc hệ thống theo phương án 6.

FIG.29 là sơ đồ khối của thiết bị máy khách theo phương án 6.

FIG.30 là sơ đồ khối của máy chủ theo phương án 6.

FIG.31 là lưu đồ của xử lý tạo dữ liệu ba chiều được thực hiện bởi thiết bị máy khách theo phương án 6.

FIG.32 là lưu đồ của xử lý truyền thông tin cảm biến được thực hiện bởi thiết bị máy khách theo phương án 6.

FIG.33 là lưu đồ của xử lý tạo dữ liệu ba chiều được thực hiện bởi máy chủ theo phương án 6.

FIG.34 là lưu đồ của xử lý truyền bản đồ ba chiều được thực hiện bởi máy chủ theo phương án 6.

FIG.35 là sơ đồ thể hiện cấu trúc biến thể của hệ thống theo phương án 6.

FIG.36 là sơ đồ thể hiện cấu trúc của máy chủ và các thiết bị máy khách theo phương án 6.

FIG.37 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 7.

FIG.38 là sơ đồ thể hiện ví dụ của phần dư dự đoán theo phương án 7.

FIG.39 là sơ đồ thể hiện ví dụ của khối theo phương án 7.

FIG.40 là sơ đồ thể hiện ví dụ của biểu diễn cây bát phân của khối theo phương án 7.

FIG.41 là sơ đồ thể hiện ví dụ của các chuỗi bit của khối theo phương án 7.

FIG.42 là sơ đồ thể hiện ví dụ của biểu diễn cây bát phân của khối theo phương án 7.

FIG.43 là sơ đồ thể hiện ví dụ của khối theo phương án 7.

FIG.44 là sơ đồ mô tả xử lý dự đoán trong theo phương án 7.

FIG.45 là sơ đồ mô tả xử lý dịch và quay theo phương án 7.

FIG.46 là sơ đồ thể hiện cú pháp ví dụ của cờ RT và thông tin RT theo phương án 7.

FIG.47 là sơ đồ mô tả xử lý dự đoán liên đới theo phương án 7.

FIG.48 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 7.

FIG.49 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 7.

FIG.50 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều được thực hiện bởi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 7.

FIG.51 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong cấu trúc cây bát phân theo phương án 8.

FIG.52 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong vùng không gian

theo phương án 8.

FIG.53 là sơ đồ minh họa ví dụ của các nút tham chiếu lân cận theo phương án 8.

FIG.54 là sơ đồ minh họa quan hệ giữa nút gốc và các nút theo phương án 8.

FIG.55 là sơ đồ minh họa ví dụ của mã chiếm giữ của nút gốc theo phương án 8.

FIG.56 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 8.

FIG.57 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 8.

FIG.58 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 8.

FIG.59 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 8.

FIG.60 là sơ đồ minh họa ví dụ của việc lựa chọn Bảng mã hóa theo phương án 8.

FIG.61 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong vùng không gian theo Biến thể 1 của phương án 8.

FIG.62 là sơ đồ minh họa ví dụ của cú pháp của thông tin tiêu đề theo Biến thể 1 của phương án 8.

FIG.63 là sơ đồ minh họa ví dụ của cú pháp của thông tin tiêu đề theo Biến thể 1 của phương án 8.

FIG.64 là sơ đồ minh họa ví dụ của các nút tham chiếu lân cận theo Biến thể 2 của phương án 8.

FIG.65 là sơ đồ minh họa ví dụ của nút hiện tại và các nút lân cận theo Biến thể 2 của phương án 8.

FIG.66 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong cấu trúc cây bát phân theo Biến thể 3 của phương án 8.

FIG.67 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong vùng không gian theo Biến thể 3 của phương án 8.

FIG.68 là sơ đồ minh họa ví dụ của các điểm ba chiều theo phương án 9.

FIG.69 là sơ đồ minh họa ví dụ của thiết lập các LoD theo phương án 9.

FIG.70 là sơ đồ minh họa ví dụ của thiết lập các LoD theo phương án 9.

FIG.71 là sơ đồ minh họa ví dụ của thông tin thuộc tính cần được sử dụng đối với các giá trị được dự đoán theo phương án 9.

FIG.72 là sơ đồ minh họa các ví dụ của các mã Golomb theo số mũ theo phương án 9.

FIG.73 là sơ đồ chỉ báo xử lý trên các mã Golomb theo số mũ theo phương án 9.

FIG.74 là sơ đồ chỉ báo ví dụ của cú pháp trong thông tin tiêu đề thuộc tính theo phương án 9.

FIG.75 là sơ đồ chỉ báo ví dụ của cú pháp trong dữ liệu thuộc tính theo phương án 9.

FIG.76 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 9.

FIG.77 là lưu đồ của xử lý mã hóa thông tin thuộc tính theo phương án 9.

FIG.78 là sơ đồ chỉ báo xử lý trên các mã Golomb theo số mũ theo phương án 9.

FIG.79 là sơ đồ chỉ báo ví dụ của Bảng tra cứu ngược mà chỉ báo các quan hệ giữa các mã còn lại và các giá trị của mã này theo phương án 9.

FIG.80 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 9.

FIG.81 là lưu đồ của xử lý giải mã thông tin thuộc tính theo phương án 9.

FIG.82 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 9.

FIG.83 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 9.

FIG.84 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 9.

FIG.85 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 9.

FIG.86 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ nhất của Bảng biểu diễn các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán theo phương án 10.

FIG.87 là sơ đồ thể hiện các ví dụ của các mục thông tin thuộc tính (các đoạn thông tin thuộc tính) được sử dụng như là các giá trị được dự đoán theo phương án 10.

FIG.88 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ hai của Bảng mà biểu diễn các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán theo phương án 10.

FIG.89 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ ba của Bảng biểu diễn các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán theo phương án 10.

FIG.90 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ tư của Bảng biểu diễn các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán theo phương án 10.

FIG.91 là sơ đồ thể hiện ví dụ của quan hệ tham chiếu theo phương án 11.

FIG.92 là sơ đồ thể hiện ví dụ tính toán của QW theo phương án 11.

FIG.93 là sơ đồ thể hiện ví dụ tính toán của phần dư được dự đoán theo phương án 11.

FIG.94 là sơ đồ thể hiện ví dụ của xử lý mã hóa theo phương án 11.

FIG.95 là sơ đồ thể hiện ví dụ của mã đơn phân cụt theo phương án 11.

FIG.96 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính theo phương án 11.

FIG.97 là sơ đồ thể hiện ví dụ của phần dư được dự đoán và ZeroCnt theo phương án 11.

FIG.98 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính theo phương án 11.

FIG.99 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 11.

FIG.100 là lưu đồ của xử lý mã hóa thông tin thuộc tính theo phương án 11.

FIG.101 là lưu đồ của xử lý mã hóa phần dư được dự đoán theo phương án 11.

FIG.102 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 11.

FIG.103 là lưu đồ của xử lý giải mã thông tin thuộc tính theo phương án 11.

FIG.104 là lưu đồ của xử lý giải mã phần dư được dự đoán theo phương án 11.

FIG.105 là sơ đồ khối của bộ mã hóa thông tin thuộc tính theo phương án 11.

FIG.106 là sơ đồ khối của bộ giải mã thông tin thuộc tính theo phương án 11.

FIG.107 là sơ đồ thể hiện ví dụ của xử lý mã hóa theo cải biến của phương án 11.

FIG.108 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính theo cải biến của phương án 11.

FIG.109 là sơ đồ thể hiện ví dụ của phần dư được dự đoán, ZeroCnt và TotalZeroCnt theo cải biến của của phương án 11.

FIG.110 là lưu đồ của xử lý mã hóa phần dư được dự đoán theo cải biến của của phương án 11.

FIG.111 là lưu đồ của xử lý giải mã phần dư được dự đoán theo cải biến của của phương án 11.

FIG.112 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 11.

FIG.113 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 11.

FIG.114 là sơ đồ để mô tả việc mã hóa thông tin thuộc tính bằng cách sử dụng RAHT theo phương án 12.

FIG.115 là sơ đồ thể hiện ví dụ của việc thiết lập hệ số tỷ lệ lượng tử hóa đối với mỗi phân cấp theo phương án 12.

FIG.116 là sơ đồ thể hiện ví dụ của chuỗi mã thứ nhất và chuỗi mã thứ hai theo phương án 12.

FIG.117 là sơ đồ thể hiện ví dụ của mã đơn phân cụt theo phương án 12.

FIG.118 là sơ đồ để mô tả việc chuyển đổi Haar ngược theo phương án

12.

FIG.119 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính theo phương án 12.

FIG.120 là sơ đồ thể hiện ví dụ của hệ số mã hóa và ZeroCnt theo phương án 12.

FIG.121 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 12.

FIG.122 là lưu đồ của xử lý mã hóa thông tin thuộc tính theo phương án 12.

FIG.123 là lưu đồ của xử lý mã hóa hệ số mã hóa theo phương án 12.

FIG.124 là lưu đồ của xử giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 12.

FIG.125 là lưu đồ của xử lý giải mã thông tin thuộc tính theo phương án 12.

FIG.126 là lưu đồ xử lý giải mã hệ số mã hóa theo phương án 12.

FIG.127 là sơ đồ khối của bộ mã hóa thông tin thuộc tính theo phương án 12.

FIG.128 là sơ đồ khối của bộ giải mã thông tin thuộc tính theo phương án 12.

FIG.129 là sơ đồ thể hiện ví dụ của chuỗi mã thứ nhất và chuỗi mã thứ hai theo cải biến của phương án 12.

FIG.130 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính theo cải biến của phương án 12.

FIG.131 là sơ đồ thể hiện ví dụ của hệ số mã hóa, ZeroCnt và TotalZeroCnt theo cải biến của phương án 12.

FIG.132 là lưu đồ của xử lý mã hóa hệ số mã hóa theo cải biến của phương án 12.

FIG.133 là lưu đồ của xử lý giải mã hệ số mã hóa theo cải biến của phương án 12.

FIG.134 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính theo cải biến của phương án 12.

FIG.135 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án 12.

FIG.136 là lưu đồ của xử giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án 12.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm: thu nhận chuỗi mã thứ hai từ dòng bit, chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số các giá trị hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị hệ số được tạo ra từ các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ báo rằng mỗi giá trị hệ số có bằng 0 hay không, các giá trị hệ số 0 (zero) được chứa trong các giá trị hệ số và có giá trị bằng 0; thu nhận các giá trị hệ số bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất từ chuỗi mã thứ hai; và tính toán các đoạn thông tin thuộc tính từ các giá trị hệ số.

Theo điều này, do phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã trong trường hợp của các giá trị hệ số liên tiếp mà có giá trị bằng 0 (zero) bằng cách sử dụng thông tin thứ nhất, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Ngoài ra, phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị 0 (zero) xuất hiện bằng cách sử dụng thông tin thứ hai.

Ví dụ, mỗi đoạn thông tin thuộc tính có thể bao gồm các thành phần, mỗi giá trị hệ số có thể bao gồm các thành phần hệ số tương ứng với các thành phần này, thông tin thứ nhất có thể chỉ báo tổng số lượng giá trị hệ số liên tiếp bao gồm các thành phần hệ số mà tất cả thành phần là 0 và thông tin thứ hai có thể chỉ báo rằng mỗi thành phần hệ số có bằng 0 hay không.

Theo điều này, do phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã so với trường hợp trong đó thông tin thứ nhất được cấp cho mỗi thành phần, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, chuỗi mã thứ hai có thể còn bao gồm thông tin thứ ba và thông tin thứ tư, thông tin thứ ba mà chỉ báo rằng mỗi thành phần hệ số có bằng 1 hay

không, thông tin thứ tư mà chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ 2 từ mỗi thành phần hệ số.

Theo điều này, phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị bằng 0 hoặc giá trị bằng 1 xuất hiện, bằng cách sử dụng thông tin thứ hai, thông tin thứ ba và thông tin thứ tư.

Ví dụ, các giá trị hệ số có thể được tạo ra bằng cách tách biệt, bằng cách phân cấp, mỗi đoạn thông tin thuộc tính thành thành phần tần số cao và thành phần tần số thấp.

Ví dụ, phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều có thể còn bao gồm lượng tử hóa mỗi giá trị hệ số và các giá trị hệ số được lượng tử hóa có thể được sắp xếp trong chuỗi mã thứ nhất.

Phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm: thu nhận chuỗi mã thứ hai từ dòng bit, chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số các giá trị hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị hệ số được tạo ra từ các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ báo rằng mỗi giá trị hệ số có bằng 0 hay không, các giá trị hệ số 0 (zero) được chứa trong các giá trị hệ số và có giá trị bằng 0; thu nhận các giá trị hệ số bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất từ chuỗi mã thứ hai; và tính toán các đoạn thông tin thuộc tính từ các giá trị hệ số.

Theo điều này, do phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã trong trường hợp của các giá trị hệ số liên tiếp mà có giá trị bằng 0 (zero) bằng cách sử dụng thông tin thứ nhất, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Ngoài ra, phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị 0 (zero) xuất hiện bằng cách sử dụng thông tin thứ hai.

Ví dụ, mỗi đoạn thông tin thuộc tính có thể bao gồm các thành phần, mỗi

giá trị hệ số có thể bao gồm các thành phần hệ số tương ứng với các thành phần này, thông tin thứ nhất có thể chỉ báo tổng số lượng giá trị hệ số liên tiếp bao gồm các thành phần hệ số mà tất cả thành phần là 0 và thông tin thứ hai có thể chỉ báo rằng mỗi thành phần hệ số có bằng 0 hay không.

Theo điều này, do phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã so với trường hợp trong đó thông tin thứ nhất được cấp cho mỗi thành phần, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, chuỗi mã thứ hai có thể còn bao gồm thông tin thứ ba và thông tin thứ tư, thông tin thứ ba mà chỉ báo rằng mỗi thành phần hệ số có bằng 1 hay không, thông tin thứ tư mà chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ 2 từ mỗi thành phần hệ số.

Theo điều này, phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị bằng 0 hoặc giá trị bằng 1 xuất hiện, bằng cách sử dụng thông tin thứ hai, thông tin thứ ba và thông tin thứ tư.

Ví dụ, các giá trị hệ số có thể được tạo ra bằng cách tách biệt, bằng cách phân cấp, mỗi đoạn thông tin thuộc tính thành thành phần tần số cao và thành phần tần số thấp.

Ví dụ, các giá trị hệ số được lượng tử hóa có thể được sắp xếp trong chuỗi mã thứ nhất, các giá trị hệ số được lượng tử hóa có thể được thu nhận bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất và mỗi giá trị hệ số có thể thu được bằng cách lượng tử hóa ngược một trong số các giá trị hệ số được lượng tử hóa tương ứng.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Nhờ sử dụng bộ nhớ, bộ xử lý: tính toán các giá trị hệ số từ các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm; tạo ra chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số các giá trị hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị hệ số được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ

báo mỗi giá trị hệ số có bằng 0 hay không, các giá trị hệ số 0 (zero) được chứa trong các giá trị hệ số và có giá trị bằng 0; và tạo ra dòng bit bao gồm chuỗi mã thứ hai.

Theo điều này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã trong trường hợp của các giá trị hệ số liên tiếp mà có giá trị bằng 0 (zero) bằng cách sử dụng thông tin thứ nhất, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị 0 (zero) xuất hiện bằng cách sử dụng thông tin thứ hai.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Nhờ sử dụng bộ nhớ, bộ xử lý: thu nhận chuỗi mã thứ hai từ dòng bit, chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số các giá trị hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị hệ số được tạo ra từ các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ báo rằng mỗi giá trị hệ số có bằng 0 hay không, các giá trị hệ số 0 (zero) được chứa trong các giá trị hệ số và có giá trị bằng 0; thu nhận các giá trị hệ số bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất từ chuỗi mã thứ hai; và tính toán các đoạn thông tin thuộc tính từ các giá trị hệ số.

Theo điều này, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã trong trường hợp của các giá trị hệ số liên tiếp mà có giá trị bằng 0 (zero) bằng cách sử dụng thông tin thứ nhất, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị 0 (zero) xuất hiện bằng cách sử dụng thông tin thứ hai.

Cần được lưu ý rằng các khía cạnh chung hoặc riêng có thể được thực hiện như là hệ thống, phương pháp, mạch tích hợp, chương trình máy tính, hoặc vật ghi đọc được bằng máy tính như CD-ROM, hoặc có thể được thực hiện như là kết hợp bất kỳ của hệ thống, phương pháp, mạch tích hợp, chương trình máy

tính và vật ghi.

Phần sau đây mô tả các phương án có viện dẫn tới các hình vẽ. Cần được lưu ý rằng các phương án sau đây thể hiện các phương án ví dụ của sáng chế. Các giá trị số, các dạng, nguyên liệu, các thành phần cấu thành, sự sắp xếp và kết nối của các thành phần cấu thành, các bước, thứ tự xử lý của các bước, v.v được thể hiện trong các phương án sau đây chỉ là các ví dụ và do đó không nhằm mục đích làm giới hạn sáng chế. Trong số các thành phần cấu thành được mô tả trong các phương án sau đây, các thành phần cấu thành không được trích dẫn trong bất kỳ một trong số các điểm độc lập mà thể hiện các khái niệm rộng nhất sẽ được mô tả như là các thành phần cấu thành tùy chọn.

Phương án 1

Đầu tiên, cấu trúc dữ liệu của dữ liệu ba chiều được mã hóa (sau đây cũng được gọi là dữ liệu được mã hóa) theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. FIG.1 là sơ đồ thể hiện cấu trúc của dữ liệu ba chiều được mã hóa theo phương án của sáng chế.

Trong phương án của sáng chế, không gian ba chiều được chia thành các không gian (SPC), mà tương ứng với các ảnh trong mã hóa ảnh động và dữ liệu ba chiều được mã hóa trên cơ sở lần lượt từng SPC. Mỗi SPC được chia tiếp thành các khối (VLM), mà tương ứng với các khối cỡ lớn (macro), v.v trong mã hóa ảnh động và các việc dự đoán và biến đổi được thực hiện trên cơ sở lần lượt từng VLM. Mỗi khối bao gồm nhiều điểm ảnh ba chiều (VXL), mỗi chúng là đơn vị nhỏ nhất trong đó các tọa độ vị trí được kết hợp. Lưu ý rằng việc dự đoán là xử lý để tạo ra dữ liệu ba chiều dự đoán tương tự với đơn vị xử lý hiện tại bằng cách viện dẫn tới đơn vị xử lý khác và mã hóa độ chênh lệch giữa dữ liệu ba chiều dự đoán và đơn vị xử lý hiện tại, như trong trước hợp mà các việc dự đoán được thực hiện trên các ảnh hai chiều. Việc dự đoán này bao gồm không chỉ dự đoán không gian trong đó đơn vị dự đoán khác tương ứng với cùng thời gian được viện dẫn tới, mà còn dự đoán thời gian trong đó đơn vị dự đoán tương ứng với thời gian khác nhau được viện dẫn tới.

Khi việc mã hóa không gian ba chiều được biểu diễn bởi dữ liệu nhóm điểm như đám mây điểm, ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều (sau đây cũng được gọi là thiết bị mã hóa) mã hóa các điểm trong nhóm điểm hoặc các điểm được chứa trong các điểm ảnh ba chiều tương ứng theo cách thức thu thập, theo kích cỡ điểm ảnh ba chiều. Các điểm ảnh ba chiều tinh hơn cho phép biểu diễn độ chính xác cao dạng ba chiều của nhóm điểm, trong khi các điểm ảnh ba chiều lớn hơn cho phép biểu diễn thô dạng ba chiều của nhóm điểm.

Lưu ý rằng phần sau đây mô tả trường hợp trong đó dữ liệu ba chiều là đám mây điểm, nhưng dữ liệu ba chiều không bị giới hạn ở đám mây điểm và do đó dữ liệu ba chiều có khuôn dạng bất kỳ có thể được sử dụng.

Ngoài ra lưu ý rằng các điểm ảnh ba chiều với cấu trúc phân cấp có thể được sử dụng. Trong trường hợp này, khi phân cấp bao gồm n mức, việc điểm mẫu được chứa trong mức thứ n-1 hay các mức thấp hơn (các mức dưới mức thứ n) có thể được chỉ báo tuần tự. Ví dụ, khi chỉ mức thứ n được giải mã và mức thứ n-1 hoặc các mức thấp hơn bao gồm điểm mẫu, mức thứ n có thể được giải mã trên giả thiết rằng điểm mẫu được chứa tại trung tâm của điểm ảnh ba chiều trong mức thứ n.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa thu nhận dữ liệu nhóm điểm, nhờ sử dụng, ví dụ, bộ cảm biến khoảng cách, camera lập thể, camera một mắt, bộ cảm biến con quay hồi chuyển, hoặc bộ cảm biến quán tính.

Như trong trường hợp của mã hóa ảnh động, mỗi SPC được phân loại thành một trong số ít nhất ba cấu trúc dự đoán mà bao gồm: SPC trong (I-SPC), mà có thể được giải mã riêng biệt; SPC dự đoán (P-SPC) có khả năng chỉ tham chiếu đơn hướng; và SPC hai chiều (B-SPC) có khả năng tham chiếu hai chiều. Mỗi SPC bao gồm hai loại thông tin thời gian: thời gian giải mã và thời gian hiển thị.

Ngoài ra, như được thể hiện trên FIG.1, bộ xử lý mà bao gồm các SPC là nhóm không gian (GOS), mà là đơn vị truy nhập ngẫu nhiên. Ngoài ra, đơn vị xử lý mà bao gồm các GOS là từ (WLD).

Vùng không gian được chiếm giữ bởi mỗi đơn vị giới được kết hợp với vị trí tuyệt đối trên trái đất, bằng cách sử dụng, ví dụ, GPS, hoặc thông tin kinh độ và vĩ độ. Mỗi thông tin vị trí được lưu trữ như là siêu thông tin. Lưu ý rằng siêu thông tin có thể được chứa trong dữ liệu được mã hóa, hoặc có thể được truyền riêng biệt từ dữ liệu được mã hóa.

Ngoài ra, bên trong GOS, tất cả các SPC có thể lân cận về mặt ba chiều với SPC khác, hoặc có thể có SPC mà không lân cận về mặt chiều với SPC khác.

Lưu ý rằng phần sau đây cũng mô tả các xử lý như mã hóa, giải mã và tham chiếu được thực hiện trên dữ liệu ba chiều được chứa trong các đơn vị xử lý như GOS, SPC và VLM, một cách đơn giản như thực hiện việc mã hóa, giải mã, tham chiếu, v.v trên đơn vị xử lý. Cũng lưu ý rằng dữ liệu ba chiều được chứa trong đơn vị xử lý bao gồm, ví dụ, ít nhất một cặp vị trí không gian như các tọa độ ba chiều và giá trị thuộc tính như thông tin màu.

Tiếp theo, các cấu trúc dự đoán trong số các SPC trong GOS sẽ được mô tả. Các SPC trong cùng GOS hoặc các VLM trong cùng SPC chiếm giữ các không gian khác nhau qua lại, trong khi có cùng thông tin thời gian (thời gian giải mã và thời gian hiển thị).

SPC trong GOS mà đến trước trong thứ tự giải mã là I-SPC. Các GOS đi đến trong hai loại: GOS đóng và GOS mở. GOS đóng là GOS trong đó tất cả SPC trong GOS có thể giải mã được khi việc giải mã bắt đầu từ I-SPC thứ nhất. Trong khi đó, GOS mở là GOS trong đó GOS khác nhau được viện dẫn tới trong một hoặc nhiều SPC đứng trước I-SPC thứ nhất trong GOS trong thời gian hiển thị và do đó không thể được giải mã đơn lẻ.

Lưu ý rằng trong trường hợp của dữ liệu được mã hóa của thông tin bản đồ, ví dụ, WLD đôi lúc được giải mã trong chiều hướng về phía sau, mà ngược với thứ tự mã hóa và do đó việc tái tạo hướng về sau là khó khăn khi các GOS phụ thuộc lẫn nhau. Trong trường hợp này, GOS đóng về cơ bản được sử dụng.

Mỗi GOS có cấu trúc lớp theo chiều cao và các SPC được mã hóa hoặc

giải mã tuần tự từ các SPC trong lớp dưới cùng.

FIG.2 là sơ đồ thể hiện ví dụ của các cấu trúc dự đoán trong số các SPC mà thuộc về lớp thấp nhất trong GOS. FIG.3 là sơ đồ thể hiện ví dụ của các cấu trúc dự đoán giữa các lớp.

GOS bao gồm ít nhất một I-SPC. Trong số các đối tượng trong không gian ba chiều, như người, động vật, xe ô tô, xe đạp, biển báo hiệu và tòa nhà đóng vai trò là điểm mốc, đối tượng có kích cỡ nhỏ là đặc biệt hiệu quả khi được mã hóa là I-SPC. Khi giải mã GOS tại thông lượng thấp hoặc tại tốc độ cao, ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều (sau đây cũng được gọi là thiết bị giải mã) giải mã chỉ (các) I-SPC trong GOS.

Thiết bị mã hóa có thể cũng thay đổi khoảng cách mã hóa hoặc tần số xuất hiện của các I-SPC, phụ thuộc vào mức độ thưa thớt và dày đặc của các đối tượng trong WLD.

Trong cấu trúc được thể hiện trên FIG.3, thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã mã hóa hoặc giải mã các lớp tuần tự từ lớp dưới cùng (lớp 1). Điều này làm tăng mức ưu tiên dữ liệu trên mặt đất và vùng lân cận, mà kéo theo lượng thông tin lớn hơn, ví dụ, khi xe tự lái được xem xét.

Liên quan đến dữ liệu được mã hóa được sử dụng cho thiết bị bay không người lái, ví dụ, việc mã hóa hoặc giải mã có thể được thực hiện tuần tự từ các SPC trong lớp trên cùng trong GOS theo chiều cao.

Thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã có thể cũng mã hóa hoặc giải mã các lớp trong cách thức mà thiết bị giải mã có thể có sự thu nhận thô của GOS đầu tiên và sau đó độ phân giải được tăng dần. Thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã có thể thực hiện việc mã hóa hoặc giải mã trong thứ tự của các lớp 3, 8, 1, 9…, chẳng hạn.

Tiếp theo, việc xử lý các đối tượng tĩnh và các đối tượng động sẽ được mô tả.

Không gian ba chiều bao gồm các cảnh hoặc các đối tượng tĩnh như tòa nhà và con đường (sau đây được gọi chung là các đối tượng tĩnh) và các đối

tượng có chuyển động như xe ô tô và người (sau đây được gọi chung là các đối tượng động). Việc dò tìm đối tượng được thực hiện riêng biệt, ví dụ, bằng cách tách các điểm chính từ dữ liệu đám mây điểm, hoặc từ viđeo của camera như camera lập thể. Trong phần mô tả này, phương pháp mã hóa ví dụ đối tượng động sẽ được mô tả.

Phương pháp thứ nhất là phương pháp trong đó đối tượng tĩnh và đối tượng động được mã hóa mà không có phân biệt. Phương pháp thứ hai là phương pháp trong đó việc phân biệt được thực hiện giữa đối tượng tĩnh và đối tượng động trên cơ sở của thông tin nhận dạng.

Ví dụ, GOS được sử dụng như là đơn vị nhận dạng. Trong trường hợp này, việc phân biệt được thực hiện giữa GOS mà bao gồm các SPC cấu thành đối tượng tĩnh và GOS mà bao gồm các SPC cấu thành đối tượng động, trên cơ sở của thông tin nhận dạng được lưu trữ trong dữ liệu được mã hóa hoặc được lưu trữ riêng biệt từ dữ liệu được mã hóa.

Ngoài ra, SPC có thể được sử dụng như là đơn vị nhận dạng. Trong trường hợp này, việc phân biệt được thực hiện giữa SPC mà bao gồm các VLM cấu thành đối tượng tĩnh và SPC mà bao gồm các VLM cấu thành đối tượng động, trên cơ sở của thông tin nhận dạng được mô tả.

Ngoài ra, VLM hoặc VXL có thể được sử dụng như là đơn vị nhận dạng. Trong trường hợp này, việc phân biệt được thực hiện giữa VLM hoặc VXL mà bao gồm đối tượng tĩnh và VLM hoặc VXL mà bao gồm đối tượng động, trên cơ sở của thông tin nhận dạng được mô tả.

Thiết bị mã hóa có thể cũng mã hóa đối tượng động như là ít nhất một VLM hoặc SPC và có thể mã hóa VLM hoặc SPC bao gồm đối tượng tĩnh và SPC bao gồm đối tượng động như là các GOS khác nhau. Khi kích cỡ GOS thay đổi phụ thuộc vào kích cỡ của đối tượng động, thiết bị mã hóa lưu trữ riêng biệt kích cỡ GOS như là siêu thông tin.

Thiết bị mã hóa có thể cũng mã hóa đối tượng tĩnh và đối tượng động một cách riêng biệt nhau và có thể xếp chồng đối tượng động lên trên đơn vị

giới được cấu thành bởi các đối tượng tĩnh. Trong trường hợp này, đối tượng động được cấu thành bởi ít nhất một SPC và mỗi SPC được kết hợp với ít nhất một SPC mà cấu thành đối tượng tĩnh mà mỗi SPC được xếp chồng lên trên đó. Lưu ý rằng đối tượng động có thể được biểu diễn không bởi (các) SPC mà bởi ít nhất một VLM hoặc VXL.

Thiết bị mã hóa có thể cũng mã hóa đối tượng tĩnh và đối tượng động như là các dòng khác nhau.

Thiết bị mã hóa có thể cũng tạo ra GOS mà bao gồm ít nhất một SPC cấu thành đối tượng động. Thiết bị mã hóa có thể còn thiết lập kích cỡ của GOS bao gồm đối tượng động (GOS_M) và kích cỡ của GOS bao gồm đối tượng tĩnh tương ứng với vùng không gian của GOS_M tại cùng kích cỡ (sao cho vùng không gian giống nhau được chiếm giữ). Điều này cho phép việc xếp chồng được thực hiện trên cơ sở lần lượt từng GOS.

(Các) SPC được chứa trong GOS được mã hóa khác có thể được viện dẫn trong P-SPC hoặc B-SPC mà cấu thành đối tượng động. Trong trường hợp trong đó vị trí của đối tượng động thay đổi theo thời gian và đối tượng động giống nhau được mã hóa như là đối tượng trong GOS tương ứng với thời gian khác nhau, viện dẫn tới (các) SPC trong các GOS là hiệu quả về mặt tỷ lệ nén.

Phương pháp thứ nhất và phương pháp thứ hai có thể được lựa chọn theo việc sử dụng được dự định của dữ liệu được mã hóa. Khi dữ liệu ba chiều được mã hóa được sử dụng như là sơ đồ, ví dụ, đối tượng động được mong muốn được tách biệt và do đó thiết bị mã hóa sử dụng phương pháp thứ hai. Trong khi đó, thiết bị mã hóa sử dụng phương pháp thứ nhất khi việc tách biệt đối tượng động không được yêu cầu như trong trường hợp trong đó dữ liệu ba chiều của sự kiện như buổi hòa nhạc và sự kiện thể thao được mã hóa.

Thời gian giải mã và thời gian hiển thị của GOS hoặc SPC có thể được lưu trữ trong dữ liệu được mã hóa hoặc như là siêu thông tin. Tất cả các đối tượng tĩnh có thể có cùng thông tin thời gian. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã có thể xác định thời gian giải mã và thời gian hiển thị thực tế. Ngoài ra, giá

trị khác nhau có thể được gán tới mỗi GOS hoặc SPC như là thời gian giải mã và giá trị giống nhau có thể được gán như là thời gian hiển thị. Ngoài ra, như trong trường hợp của mô hình bộ giải mã trong mã hóa ảnh động như bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD-Hypothetical Reference Decoder) theo HEVC, mô hình có thể được sử dụng mà đảm bảo rằng bộ giải mã có thể thực hiện việc giải mã mà không thất bại nhờ có bộ đệm có kích cỡ định trước và bằng cách đọc dòng bit tại tốc độ bit định trước theo các thời gian giải mã.

Tiếp theo, cấu trúc liên kết của các GOS trong đơn vị giới sẽ được mô tả. Các tọa độ của không gian ba chiều trong đơn vị giới được biểu diễn bởi ba trục tọa độ (trục x, trục y và trục z) mà trực giao với nhau. Tập hợp quy tắc định trước đối với thứ tự mã hóa của các GOS cho việc việc mã hóa được thực hiện sao cho các GOS lân cận không gian là liền kề trong dữ liệu được mã hóa. Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.4, ví dụ, các GOS trong các mặt phẳng x và z được mã hóa . Sau khi hoàn thành việc mã hóa của tất cả GOS trong các mặt phẳng x và z định trước, giá trị của trục y được cập nhật. Nói cách khác, đơn vị giới mở rộng theo chiều trục y khi việc mã hóa diễn tiến. Các số chỉ số GOS được thiết lập theo thứ tự mã hóa.

Ở đây, các không gian ba chiều trong các từ tương ứng được kết hợp một-một trước đó với các tọa độ địa lý tuyệt đối như các tọa độ GPS hoặc các tọa độ vĩ độ/kinh độ. Ngoài ra, mỗi không gian ba chiều có thể được biểu diễn như là vị trí liên quan đến vị trí tham chiếu được thiết lập trước đó. Các chiều của trục x, trục y và trục z trong không gian ba chiều được biểu diễn bởi các vectơ có hướng mà được xác định trên cơ sở của các vĩ độ và các kinh độ, v.v. Các vectơ có hướng này được lưu trữ cùng với dữ liệu được mã hóa như là siêu thông tin.

Các GOS có kích cỡ cố định và thiết bị mã hóa lưu trữ kích cỡ này như là siêu thông tin. Kích cỡ GOS có thể được thay đổi phụ thuộc vào, ví dụ, đây có phải là vùng đô thị hay không, hoặc đây là bên trong hay bên ngoài phòng. Nói cách khác, kích cỡ GOS có thể được thay đổi theo số lượng hoặc các thuộc tính

của các đối tượng với các giá trị thông tin. Ngoài ra, trong đơn vị giới giống nhau, thiết bị mã hóa có thể thay đổi thích nghi kích cỡ GOS hoặc khoảng cách giữa các I-SPC trong các GOS theo mật độ đối tượng, v.v. Ví dụ, thiết bị mã hóa thiết lập kích cỡ GOS nhỏ hơn và khoảng cách giữa các I-SPC trong các GOS ngắn hơn, khi mật độ đối tượng cao hơn.

Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.5, để cho phép việc truy nhập ngẫu nhiên với độ chi tiết tinh hơn, GOS với mật độ đối tượng cao được phân chia thành các vùng của các GOS thứ ba đến thứ mười. Lưu ý rằng các GOS thứ bảy đến thứ mười được bố trí phía sau các GOS thứ ba đến thứ sáu.

Tiếp theo, cấu trúc và dòng hoạt động của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. FIG.6 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 theo phương án của sáng chế. FIG.7 là lưu đồ của hoạt động ví dụ được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 được thể hiện trên FIG.6 mã hóa dữ liệu ba chiều 111, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 112. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 này bao gồm bộ thu nhận 101, bộ xác định vùng mã hóa 102, bộ chia 103 và bộ mã hóa 104.

Như được thể hiện trên FIG.7, đầu tiên, bộ thu nhận 101 thu nhận dữ liệu ba chiều 111, mà là dữ liệu nhóm điểm (S101).

Tiếp theo, bộ xác định vùng mã hóa 102 xác định vùng hiện tại để mã hóa từ trong số các vùng không gian tương ứng với dữ liệu nhóm điểm thu được (S102). Ví dụ, theo vị trí của người dùng hoặc phương tiện giao thông, bộ xác định vùng mã hóa 102 xác định, như là vùng hiện tại, vùng không gian xung quanh vị trí này.

Tiếp theo, bộ chia 103 chia dữ liệu nhóm điểm được chứa trong vùng hiện tại thành các đơn vị xử lý. Các đơn vị xử lý ở đây có nghĩa là các đơn vị như các GOS và các SPC được mô tả nêu trên. Vùng hiện tại ở đây tương ứng với, ví dụ, từ được mô tả nêu trên. Cụ thể hơn, bộ chia 103 chia dữ liệu nhóm điểm thành các đơn vị xử lý trên cơ sở của kích cỡ GOS định trước, hoặc việc

có/không có/kích cỡ của đối tượng động (S103). Bộ chia 103 còn xác định vị trí bắt đầu của SPC mà đi đến đầu tiên trong thứ tự mã hóa trong mỗi GOS.

Tiếp theo, bộ mã hóa 104 tuần tự mã hóa các SPC trong mỗi GOS, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 112 (S104).

Lưu ý rằng mặc dù ví dụ được mô tả ở đây trong đó vùng hiện tại được chia thành các GOS và các SPC, mà sau đó mỗi GOS được mã hóa, các bước xử lý không bị giới hạn ở thứ tự này. Ví dụ, các bước có thể được sử dụng trong đó cấu trúc của một GOS được xác định, mà được theo sau bởi việc mã hóa của GOS này và sau đó cấu trúc của GOS tiếp theo được xác định.

Như đã được mô tả, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 mã hóa dữ liệu ba chiều 111, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 112. Cụ thể hơn, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 chia dữ liệu ba chiều thành các đơn vị xử lý thứ nhất (GOS), mỗi đơn vị này là đơn vị truy nhập ngẫu nhiên và được kết hợp với các tọa độ ba chiều, chia mỗi đơn vị xử lý thứ nhất (GOS) thành các đơn vị xử lý thứ hai (SPC) và chia mỗi đơn vị xử lý thứ hai (SPC) thành các đơn vị xử lý thứ ba (VLM). Mỗi đơn vị xử lý thứ ba (VLM) bao gồm ít nhất một điểm ảnh ba chiều (VXL), mà là đơn vị nhỏ nhất trong đó thông tin vị trí được kết hợp.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 mã hóa mỗi đơn vị xử lý thứ nhất (các GOS), nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 112. Cụ thể hơn, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 mã hóa mỗi đơn vị xử lý thứ hai (SPC) trong mỗi đơn vị xử lý thứ nhất (GOSs). Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 còn mã hóa mỗi đơn vị xử lý thứ ba (VLM) trong mỗi đơn vị xử lý thứ hai (các SPC).

Khi đơn vị xử lý thứ nhất hiện tại (GOS) là GOS đóng, ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 mã hóa đơn vị xử lý thứ hai hiện tại (SPC) được chứa trong đơn vị xử lý thứ nhất hiện tại này (GOS) bằng cách viện dẫn tới đơn vị xử lý thứ hai khác (SPC) được chứa trong đơn vị xử lý thứ nhất hiện tại (GOS). Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 không viện dẫn tới đơn vị xử lý thứ hai (SPC) được chứa trong đơn vị xử lý thứ nhất (GOS) mà khác với đơn vị

xử lý thứ nhất hiện tại (GOS).

Trong khi đó, khi đơn vị xử lý thứ nhất hiện tại (GOS) là GOS mở, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 mã hóa đơn vị xử lý thứ hai hiện tại (SPC) được chứa trong đơn vị xử lý thứ nhất hiện tại này (GOS) bằng cách viện dẫn tới đơn vị xử lý thứ hai khác (SPC) được chứa trong đơn vị xử lý thứ nhất hiện tại (GOS) hoặc đơn vị xử lý thứ hai (SPC) được chứa trong đơn vị xử lý thứ nhất (GOS) mà khác với đơn vị xử lý thứ nhất hiện tại (GOS).

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 lựa chọn, như là loại của đơn vị xử lý thứ hai hiện tại (SPC), một trong số phần sau đây: loại thứ nhất (I-SPC) trong đó đơn vị xử lý thứ hai khác (SPC) không được viện dẫn tới; loại thứ hai (P-SPC) trong đó đơn vị xử lý thứ hai đơn khác (SPC) được viện dẫn tới; và loại thứ ba trong đó hai đơn vị xử lý thứ hai khác (SPC) được viện dẫn tới. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 mã hóa đơn vị xử lý thứ hai hiện tại (SPC) theo loại được lựa chọn.

Tiếp theo, cấu trúc và dòng hoạt động của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. FIG.8 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 theo phương án của sáng chế. FIG.9 là lưu đồ của hoạt động ví dụ được thực hiện bởi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 được thể hiện trên FIG.8 giải mã dữ liệu ba chiều được mã hóa 211, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được giải mã 212. Dữ liệu ba chiều được mã hóa 211 ở đây là, ví dụ, dữ liệu ba chiều được mã hóa 112 được tạo ra bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 bao gồm bộ thu nhận 201, bộ xác định GOS bắt đầu giải mã 202, bộ xác định SPC giải mã 203 và bộ giải mã 204.

Đầu tiên, bộ thu nhận 201 thu nhận dữ liệu ba chiều được mã hóa 211 (S201). Tiếp theo, bộ xác định GOS bắt đầu giải mã 202 xác định GOS hiện tại để giải mã (S202). Cụ thể hơn, bộ xác định GOS bắt đầu giải mã 202 viện dẫn tới siêu thông tin được lưu trữ trong dữ liệu ba chiều được mã hóa 211 hoặc được lưu trữ riêng biệt từ dữ liệu ba chiều được mã hóa để xác định, như là GOS

hiện tại, GOS mà bao gồm SPC tương ứng với vị trí không gian, đối tượng, hoặc thời điểm mà từ đó việc giải mã cần bắt đầu.

Tiếp theo, bộ xác định SPC giải mã 203 xác định (các) loại (I, P và/hoặc B) của các SPC cần được giải mã trong GOS (S203). Ví dụ, bộ xác định SPC giải mã 203 xác định cần (1) giải mã chỉ (các) I-SPC, (2) giải mã (các) I-SPC và các P-SPC, hoặc (3) giải mã các SPC của tất cả các loại. Lưu ý rằng bước này có thể không được thực hiện, khi (các) loại của các SPC cần được giải mã được xác định trước đó như khi tất cả SPC được xác định trước đó là được giải mã.

Tiếp theo, bộ giải mã 204 thu nhận vị trí địa chỉ trong dữ liệu ba chiều được mã hóa 211 mà từ đó SPC mà đi đến đầu tiên trong GOS trong thứ tự giải mã (tương tự thứ tự mã hóa) bắt đầu. Bộ giải mã 204 thu nhận dữ liệu được mã hóa của SPC thứ nhất từ vị trí địa chỉ và tuần tự giải mã các SPC từ SPC thứ nhất này (S204). Lưu ý rằng vị trí địa chỉ được lưu trữ trong siêu thông tin, v.v.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 giải mã dữ liệu ba chiều được giải mã 212 như được mô tả. Cụ thể hơn, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 giải mã mỗi dữ liệu ba chiều được mã hóa 211 của các đơn vị xử lý thứ nhất (các GOS), mỗi chúng là đơn vị truy nhập ngẫu nhiên và được kết hợp với các tọa độ ba chiều, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được giải mã 212 của các đơn vị xử lý thứ nhất (các GOS). Cụ thể hơn, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 giải mã mỗi đơn vị xử lý thứ hai (các SPC) trong mỗi đơn vị xử lý thứ nhất (các GOS). Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 còn giải mã mỗi đơn vị xử lý thứ ba (các VLM) trong mỗi đơn vị xử lý thứ hai (các SPC).

Phần sau đây mô tả siêu thông tin cho việc truy nhập ngẫu nhiên. Siêu thông tin này được tạo ra bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 và được chứa trong dữ liệu ba chiều được mã hóa 112 (211).

Trong việc truy nhập ngẫu nhiên thông thường đối với ảnh động hai chiều, việc giải mã bắt đầu từ khung thứ nhất trong đơn vị truy nhập ngẫu nhiên mà gần thời điểm cụ thể. Trong khi đó, ngoài thời gian, việc truy nhập ngẫu nhiên tới các không gian (các tọa độ, các đối tượng, v.v) được giả định được

thực hiện trong đơn vị giới.

Để cho phép việc truy nhập ngẫu nhiên tới ít nhất ba thành phần các tọa độ, các đối tượng và các thời gian, các bảng được chuẩn bị mà kết hợp các thành phần tương ứng với các số chỉ số GOS. Ngoài ra, các số chỉ số GOS được kết hợp với các địa chỉ của các I-SPC thứ nhất tương ứng trong các GOS. FIG.10 là sơ đồ thể hiện các bảng ví dụ được chứa trong siêu thông tin. Lưu ý rằng không phải tất cả bảng được thể hiện trên FIG.10 được yêu cầu sử dụng và do đó ít nhất một trong số các bảng được sử dụng.

Phần sau đây mô tả ví dụ trong đó việc truy nhập ngẫu nhiên được thực hiện từ các tọa độ như là điểm bắt đầu. Để truy nhập tọa độ (x2, y2 và z2), Bảng tọa độ GOS được viện dẫn đầu tiên, mà chỉ báo rằng điểm tương ứng với tọa độ (x2, y2 và z2) được chứa trong GOS thứ hai. Tiếp theo, Bảng địa chỉ GOS được viện dẫn tới, mà chỉ báo rằng địa chỉ của I-SPC thứ nhất trong GOS thứ hai là addr(2). Nhờ đó, bộ giải mã 204 thu nhận dữ liệu từ địa chỉ này để bắt đầu giải mã.

Lưu ý rằng các địa chỉ có thể là các địa chỉ logic hoặc các địa chỉ vật lý của HDD hoặc bộ nhớ. Ngoài ra, thông tin mà nhận dạng các phân đoạn tệp có thể được sử dụng thay vì các địa chỉ. Các phân đoạn tệp là, ví dụ, các đơn vị thu được bằng cách phân đoạn ít nhất một GOS, v.v.

Khi đối tượng kéo dài qua nhiều GOS, Bảng đối tượng GOS có thể thể hiện nhiều GOS mà đối tượng này thuộc về đó. Khi các GOS là các GOS đóng, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã có thể thực hiện việc mã hóa hoặc giải mã một cách song song. Trong khi đó, khi các GOS này là các GOS mở, hiệu quả nén cao hơn đạt được bởi các GOS viện dẫn tới nhau.

Các đối tượng ví dụ bao gồm người, động vật, ô tô, xe đạp, biển báo hiệu và tòa nhà đóng vai trò là điểm mốc. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 tách các điểm chính cụ thể đối với đối tượng từ đám mây điểm ba chiều, v.v, khi mã hóa đơn vị giới và dò tìm đối tượng trên cơ sở của các điểm chính này để thiết lập đối tượng được phát hiện như điểm truy nhập ngẫu nhiên.

Như được mô tả, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 tạo ra thông tin thứ nhất mà chỉ báo các đơn vị xử lý thứ nhất (GOS) và các tọa độ ba chiều được kết hợp với các đơn vị xử lý thứ nhất tương ứng (các GOS). Dữ liệu ba chiều được mã hóa 112 (211) bao gồm thông tin thứ nhất này. Thông tin thứ nhất còn chỉ báo ít nhất một trong số các đối tượng, thời gian và các vị trí lưu trữ dữ liệu mà được kết hợp với các đơn vị xử lý thứ nhất tương ứng (các GOS).

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 thu nhận thông tin thứ nhất từ dữ liệu ba chiều được mã hóa 211. Nhờ sử dụng thông tin thứ nhất này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 nhận dạng dữ liệu ba chiều được mã hóa 211 của đơn vị xử lý thứ nhất mà tương ứng với tọa độ ba chiều, đối tượng, hoặc thời gian được chỉ rõ và giải mã dữ liệu ba chiều được mã hóa 211.

Phần sau đây mô tả ví dụ của siêu thông tin khác. Ngoài siêu thông tin cho việc truy nhập ngẫu nhiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 100 có thể cũng tạo ra và lưu trữ siêu thông tin như được mô tả dưới đây và thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 200 có thể sử dụng siêu thông tin này tại thời điểm giải mã.

Khi dữ liệu ba chiều được sử dụng như là thông tin bản đồ, ví dụ, mẫu được xác định theo việc sử dụng được dự định và thông tin mà chỉ báo mẫu này có thể được chứa trong siêu thông tin. Ví dụ, mẫu được xác định cho vùng đô thị hoặc ngoại ô, hoặc đối với đối tượng bay và kích cỡ lớn nhất hoặc nhỏ nhất, v.v của đơn vị giới, SPC hoặc VLM, v.v được xác định trong mỗi mẫu. Ví dụ, thông tin chi tiết hơn được yêu cầu đối với vùng đô thị so với vùng ngoại ô và do đó kích cỡ VLM tối thiểu được thiết lập là nhỏ.

Siêu thông tin có thể bao gồm các giá trị thẻ mà chỉ báo các loại đối tượng. Mỗi giá trị thẻ được kết hợp với các VLM, SPC, hoặc GOS mà cấu thành đối tượng. Ví dụ, giá trị thẻ có thể được thiết lập cho mỗi loại đối tượng trong cách thức, ví dụ, mà giá trị thẻ "0" chỉ báo "người," giá trị thẻ "1" chỉ báo "xe ô tô," và giá trị thẻ "2" chỉ báo "biển báo hiệu". Ngoài ra, khi loại đối tượng là khó đánh giá, hoặc việc đánh giá này không được yêu cầu, giá trị thẻ có thể được sử dụng mà chỉ báo kích cỡ hoặc thuộc tính mà chỉ báo, ví dụ, đối tượng là

đối tượng động hay đối tượng tĩnh.

Siêu thông tin có thể cũng bao gồm thông tin mà chỉ báo phạm vi của vùng không gian được chiếm giữ bởi đơn vị giới.

Siêu thông tin có thể cũng lưu trữ kích cỡ SPC hoặc VXL như là thông tin tiêu đề dùng chung cho toàn bộ dòng của dữ liệu được mã hóa hoặc các SPC, như các SPC trong GOS.

Siêu thông tin có thể cũng bao gồm thông tin nhận dạng trên bộ cảm biến khoảng cách hoặc camera mà đã được sử dụng để tạo ra đám mây điểm, hoặc thông tin mà chỉ báo độ chính xác vị trí của nhóm điểm trong đám mây điểm.

Siêu thông tin có thể cũng bao gồm thông tin mà chỉ báo rằng đơn vị giới được tạo ra từ chỉ các đối tượng tĩnh hay bao gồm đối tượng động.

Phần sau đây mô tả các biến thể của phương án theo sáng chế.

Thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã có thể mã hóa hoặc giải mã hai hoặc nhiều hơn các SPC hoặc GOS khác nhau một cách song song. Các GOS cần được mã hóa hoặc giải mã một cách song song có thể được xác định trên cơ sở của siêu thông tin, v.v mà chỉ báo các vị trí không gian của các GOS.

Khi dữ liệu ba chiều được sử dụng như là sơ đồ không gian để sử dụng bởi xe ô tô hoặc đối tượng bay, v.v trong khi di chuyển, hoặc cho việc tạo ra sơ đồ không gian, ví dụ, thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã có thể mã hóa hoặc giải mã các GOS hoặc các SPC được chứa trong không gian mà được nhận dạng trên cơ sở của thông tin GPS, thông tin định tuyến, khuếch đại thu phóng, v.v.

Thiết bị giải mã có thể cũng bắt đầu việc giải mã tuần tự từ không gian mà gần với vị trí tự tại hoặc tuyến di chuyển. Thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã có thể gán mức ưu tiên thấp hơn tới không gian cách xa vị trí tự tại hoặc tuyến di chuyển so với mức ưu tiên của không gian ở gần để mã hóa hoặc giải mã vị trí phía xa này. “Gán mức ưu tiên thấp hơn” ở đây có nghĩa là, ví dụ, làm giảm mức ưu tiên trong chuỗi xử lý, để giảm độ phân giải (để áp dụng việc lấy phần mười trong xử lý), hoặc để làm giảm chất lượng ảnh (để tăng hiệu quả mã hóa, ví dụ, bằng cách thiết lập bước lượng tử hóa lớn hơn).

Khi giải mã dữ liệu được mã hóa mà được mã hóa phân cấp trong không gian, thiết bị giải mã có thể giải mã chỉ lớp dưới cùng trong cấu trúc phân cấp.

Thiết bị giải mã có thể cũng bắt đầu giải mã một cách ưu tiên từ lớp dưới cùng của cấu trúc phân cấp theo khuếch đại thu phóng hoặc việc sử dụng được dự định của sơ đồ.

Đối với đánh giá vị trí tự tại hoặc nhận biết đối tượng, v.v được bao gồm trong việc tự lái của xe ô tô hoặc rôbôt, thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã có thể mã hóa hoặc giải mã các vùng tại độ phân giải thấp hơn, ngoại trừ vùng mà thấp hơn hoặc tại độ cao được chỉ rõ từ mặt đất (vùng cần được nhận biết).

Thiết bị mã hóa có thể cũng mã hóa các đám mây điểm mà biểu diễn các dạng không gian của bên trong phòng và bên ngoài phòng một cách riêng biệt. Ví dụ, việc tách biệt của GOS mà biểu diễn bên trong phòng (GOS bên trong) và GOS mà biểu diễn bên ngoài phòng (GOS bên ngoài) cho phép thiết bị giải mã lựa chọn GOS cần được giải mã theo vị trí điểm nhìn, khi sử dụng dữ liệu được mã hóa.

Thiết bị mã hóa có thể cũng mã hóa GOS bên trong và GOS bên ngoài mà có tọa độ gần sao cho các GOS đứng liền kề nhau trong dòng được mã hóa. Ví dụ, thiết bị mã hóa kết hợp các ký hiệu nhận dạng của các GOS này với nhau và lưu trữ thông tin mà chỉ báo các ký hiệu nhận dạng được kết hợp vào siêu thông tin mà được lưu trữ trong dòng được mã hóa hoặc được lưu trữ riêng biệt. Điều này cho phép thiết bị giải mã viện dẫn tới thông tin trong siêu thông tin để nhận dạng GOS bên trong và GOS bên ngoài mà có tọa độ gần.

Thiết bị mã hóa có thể cũng thay đổi kích cỡ GOS hoặc kích cỡ SPC phụ thuộc vào GOS là GOS bên trong hay GOS bên ngoài. Ví dụ, thiết bị mã hóa thiết lập kích cỡ của GOS bên trong nhỏ hơn kích cỡ của GOS bên ngoài. Thiết bị mã hóa có thể cũng thay đổi độ chính xác của việc tách các điểm chính từ đám mây điểm, hoặc độ chính xác dò tìm đối tượng, ví dụ, phụ thuộc vào GOS là GOS bên trong hay GOS bên ngoài.

Thiết bị mã hóa có thể cũng thêm vào dữ liệu được mã hóa, thông tin mà

nhờ đó thiết bị giải mã hiển thị các đối tượng với sự phân biệt giữa đối tượng động và đối tượng tĩnh. Điều này cho phép thiết bị giải mã hiển thị đối tượng động cùng với, ví dụ, ô đỏ hoặc các chữ cái giải thích. Lưu ý rằng thiết bị giải mã có thể hiển thị chỉ ô đỏ hoặc các chữ cái giải thích, thay vì đối tượng động. Thiết bị giải mã có thể cũng hiển thị nhiều loại đối tượng cụ thể hơn. Ví dụ, ô đỏ có thể được sử dụng cho xe ô tô và ô vàng có thể được sử dụng người.

Thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã có thể cũng xác định có mã hóa hoặc giải mã hay không đối tượng động và đối tượng tĩnh như là SPC hoặc GOS khác nhau, ví dụ, theo tần số xuất hiện của các đối tượng động hoặc tỷ lệ giữa các đối tượng tĩnh và các đối tượng tĩnh. Ví dụ, khi tần số xuất hiện hoặc tỷ lệ của các đối tượng động vượt quá ngưỡng, SPC hoặc GOS bao gồm hỗn hợp của đối tượng động và đối tượng tĩnh được chấp nhận, trong khi khi tần số xuất hiện hoặc tỷ lệ của các đối tượng động nằm dưới ngưỡng, SPC hoặc GOS bao gồm hỗn hợp của đối tượng động và đối tượng tĩnh không được chấp nhận.

Khi phát hiện đối tượng động không phải từ đám mây điểm mà từ thông tin ảnh hai chiều của camera, thiết bị mã hóa có thể thu nhận riêng biệt thông tin để nhận dạng kết quả phát hiện (ô hoặc các chữ cái) và vị trí đối tượng và mã hóa các mục thông tin này như là một phần của dữ liệu ba chiều được mã hóa. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã xếp chồng thông tin bổ trợ (các ô hoặc các chữ cái) mà chỉ báo đối tượng động lên trên kết quả giải mã đối tượng tĩnh để hiển thị nó.

Thiết bị mã hóa có thể cũng thay đổi sự thưa thớt và dày đặc của các VXL hoặc VLM trong SPC theo mức độ phức tạp của dạng đối tượng tĩnh. Ví dụ, thiết bị mã hóa thiết lập các VXL hoặc VLM tại mật độ cao hơn khi dạng của đối tượng tĩnh phức tạp hơn. Thiết bị mã hóa có thể còn xác định bước lượng tử hóa, v.v để lượng tử hóa các vị trí không gian hoặc thông tin màu theo sự thưa thớt và dày đặc của các VXL hoặc VLM. Ví dụ, thiết bị mã hóa thiết lập bước lượng tử hóa nhỏ hơn khi mật độ của các VXL hoặc VLM cao hơn.

Như được mô tả nêu trên, thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã theo

phương án của sáng chế mã hóa hoặc giải mã không gian trên cơ sở lần lượt từng SPC mà bao gồm thông tin tọa độ.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã thực hiện việc mã hóa hoặc giải mã trên cơ sở lần lượt từng khối trong SPC. Mỗi khối bao gồm điểm ảnh ba chiều, mà là đơn vị nhỏ nhất trong đó thông tin vị trí được kết hợp.

Ngoài ra, nhờ sử dụng Bảng mà kết hợp các thành phần tương ứng của thông tin không gian bao gồm tọa độ, các đối tượng và các thời gian với các GOS hoặc sử dụng Bảng mà kết hợp các thành phần này với nhau, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã kết hợp bất kỳ một trong số các thành phần này với nhau để thực hiện việc mã hóa hoặc giải mã. Thiết bị giải mã sử dụng các giá trị của các thành phần được lựa chọn để xác định tọa độ và nhận dạng khối, điểm ảnh ba chiều, hoặc SPC từ tọa độ này để giải mã SPC bao gồm khối hoặc điểm ảnh ba chiều này, hoặc SPC được nhận dạng.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa xác định khối, điểm ảnh dự liệu ba chiều, hoặc SPC mà có thể được lựa chọn theo các thành phần, thông qua việc tách các điểm chính và nhận biết đối tượng và mã hóa khối, điểm ảnh ba chiều, hoặc SPC được xác định, như là khối, điểm ảnh dự liệu ba chiều, hoặc SPC mà việc truy nhập ngẫu nhiên là khả dụng.

Các SPC được phân loại thành ba loại: I-SPC mà có thể được mã hóa hoặc giải mã đơn; P-SPC mà được mã hóa hoặc giải mã bằng cách viện dẫn tới bất kỳ một trong số các SPC được xử lý; và B-SPC mà được mã hóa hoặc giải mã bằng cách viện dẫn tới bất kỳ hai trong số các SPC được xử lý.

Ít nhất một khối tương ứng với đối tượng tĩnh hoặc đối tượng động. SPC bao gồm đối tượng tĩnh và SPC bao gồm đối tượng động được mã hóa hoặc giải mã như là các GOS khác nhau. Nói cách khác, SPC bao gồm đối tượng tĩnh và SPC bao gồm đối tượng động được gán tới các GOS khác nhau.

Các đối tượng động được mã hóa hoặc giải mã trên cơ sở lần lượt từng đối tượng và được kết hợp với ít nhất một SPC bao gồm đối tượng tĩnh. Nói cách khác, các đối tượng động được mã hóa riêng biệt và dữ liệu được mã hóa

thu được của các đối tượng động được kết hợp với SPC bao gồm đối tượng tĩnh.

Thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã gán mức ưu tiên được tăng lên tới (các) I-SPC trong GOS để thực hiện việc mã hóa hoặc giải mã. Ví dụ, thiết bị mã hóa thực hiện việc mã hóa trong cách thức mà ngăn việc suy giảm các I-SPC (theo cách thức mà cho phép dữ liệu ba chiều gốc được tái tạo với độ tin cậy cao hơn sau khi được giải mã). Thiết bị giải mã giải mã, ví dụ, chỉ các I-SPC.

Thiết bị mã hóa có thể thay đổi tần số sử dụng các I-SPC phụ thuộc vào sự thưa thớt và dày đặc hoặc số lượng của các đối tượng trong đơn vị giới để thực hiện việc mã hóa. Nói cách khác, thiết bị mã hóa thay đổi tần số lựa chọn các I-SPC phụ thuộc vào số lượng hoặc sự thưa thớt và dày đặc của các đối tượng được chứa trong dữ liệu ba chiều. Ví dụ, thiết bị mã hóa sử dụng các I-SPC tại tần số cao hơn khi mật độ của các đối tượng trong đơn vị giới cao hơn.

Thiết bị mã hóa cũng thiết lập các điểm truy nhập ngẫu nhiên trên cơ sở lần lượt từng GOS và lưu trữ thông tin mà chỉ báo các vùng không gian tương ứng với các GOS vào thông tin tiêu đề.

Thiết bị mã hóa sử dụng, ví dụ, giá trị mặc định như là kích cỡ không gian của GOS. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa có thể thay đổi kích cỡ GOS phụ thuộc vào số lượng hoặc sự thưa thớt và dày đặc của các đối tượng hoặc các đối tượng động. Ví dụ, thiết bị mã hóa thiết lập kích cỡ không gian của GOS nhỏ hơn khi mật độ của các đối tượng hoặc các đối tượng động cao hơn hoặc số lượng đối tượng hoặc các đối tượng động lớn hơn.

Ngoài ra, mỗi SPC hoặc khối bao gồm nhóm điểm chính mà thu được bằng cách sử dụng thông tin thu được bởi bộ cảm biến như bộ cảm biến độ sâu, bộ cảm biến con quay, hoặc bộ cảm biến camera. Tọa độ của các điểm chính được thiết lập tại các vị trí trung tâm của các điểm ảnh ba chiều tương ứng. Ngoài ra, các điểm ảnh ba chiều tinh hơn cho phép thông tin vị trí chính xác hơn.

Nhóm điểm chính thu được bằng cách sử dụng các ảnh. Các ảnh bao gồm ít nhất hai loại thông tin thời gian: thông tin thời gian thực tế và thông tin

thời gian giống nhau dùng chung cho các ảnh mà được kết hợp với các SPC (ví dụ, thời gian mã hóa được sử dụng cho điều khiển tốc độ, v.v).

Ngoài ra, việc mã hóa hoặc giải mã được thực hiện trên cơ sở lần lượt từng GOS mà bao gồm ít nhất một SPC.

Thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã dự đoán các P-SPC hoặc B-SPC trong GOS hiện tại bằng cách viện dẫn tới các SPC trong GOS được xử lý.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã dự đoán các P-SPC hoặc B-SPC trong GOS hiện tại, nhờ sử dụng các SPC được xử lý trong GOS hiện tại, mà không viện dẫn tới GOS khác nhau.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã truyền hoặc thu dòng được mã hóa trên cơ sở lần lượt từng đơn vị giới mà bao gồm ít nhất một GOS.

Ngoài ra, GOS có cấu trúc lớp trong một chiều ít nhất trong đơn vị giới và thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã bắt đầu mã hóa hoặc giải mã từ lớp dưới cùng. Ví dụ, GOS có thể truy nhập ngẫu nhiên thuộc về lớp thấp nhất. GOS mà thuộc về cùng lớp hoặc lớp thấp được viện dẫn trong GOS là thuộc về lớp cao. Nói cách khác, GOS được phân chia trước về mặt không gian trong chiều định trước để có các lớp, mỗi lớp bao gồm ít nhất một SPC. Thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã mã hóa hoặc giải mã mỗi SPC bằng cách viện dẫn tới SPC được chứa trong cùng lớp như là mỗi SPC hoặc SPC được chứa trong lớp thấp hơn so với lớp của mỗi SPC.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã mã hóa hoặc giải mã liên tiếp các GOS trên cơ sở lần lượt từng đơn vị giới mà bao gồm các GOS này. Nhờ đó, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã ghi hoặc đọc thông tin mà chỉ báo thứ tự (chiều) của việc mã hóa hoặc giải mã như là siêu dữ liệu. Nói cách khác, dữ liệu được mã hóa bao gồm thông tin mà chỉ báo thứ tự mã hóa các GOS.

Thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã cũng mã hóa hoặc giải mã hai hoặc nhiều hơn các SPC hoặc GOS khác nhau một cách song song.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã mã hóa hoặc giải mã thông tin không gian (tọa độ, kích cỡ, v.v.) trên SPC hoặc GOS.

Thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã mã hóa hoặc giải mã các SPC hoặc GOS được chứa trong không gian được nhận dạng mà được nhận dạng trên cơ sở của thông tin phía ngoài trên vị trí tự tại hoặc/và kích cỡ vùng, như thông tin GPS, thông tin tuyến, hoặc khuếch đại.

Thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã gán mức ưu tiên thấp hơn tới không gian cách xa vị trí tự tại so với mức ưu tiên của không gian ở gần để thực hiện việc mã hóa hoặc giải mã.

Thiết bị mã hóa thiết lập chiều tại một trong số các chiều trong đơn vị giới, theo sự khuếch đại hoặc việc sử dụng được dự định, để mã hóa GOS mà có cấu trúc lớp trong chiều này. Ngoài ra, thiết bị giải mã giải mã GOS mà có cấu trúc lớp trong một trong số các chiều trong đơn vị giới mà đã được thiết lập theo sự khuếch đại hoặc việc sử dụng được dự định, một cách ưu tiên từ lớp dưới cùng.

Thiết bị mã hóa thay đổi độ chính xác của việc tách các điểm chính, độ chính xác để nhận biết các đối tượng, hoặc kích cỡ của các vùng không gian, v.v được chứa trong SPC, phụ thuộc vào đối tượng là đối tượng bên trong hay đối tượng bên ngoài. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã mã hóa hoặc giải mã GOS bên trong và GOS bên ngoài mà có tọa độ gần theo cách thức mà các GOS này đứng gần nhau trong đơn vị giới và kết hợp các ký hiệu nhận dạng của chúng với nhau để mã hóa và giải mã.

Phương án 2

Khi sử dụng dữ liệu được mã hóa của đám mây điểm trong thiết bị hoặc dịch vụ thực tế, được mong muốn rằng thông tin cần thiết được truyền/thu theo việc sử dụng được dự định để làm giảm băng thông mạng. Tuy nhiên, không có chức năng này trong cấu trúc của việc mã hóa dữ liệu ba chiều và phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều này.

Phương án của sáng chế mô tả phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều và thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều để cung cấp chức năng truyền/thu chỉ thông tin cần thiết trong dữ liệu được mã hóa của đám mây điểm ba chiều theo việc sử

dụng được dự định, cũng như phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều và thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều để giải mã dữ liệu được mã hóa này.

Điểm ảnh dự liệu ba chiều (VXL) với đặc tính lớn hơn hoặc bằng lượng định trước được xác định là điểm ảnh ba chiều đặc tính (FVXL) và đơn vị giới (WLD) được cấu thành bởi các FVXL được xác định là đơn vị giới thưa (SWLD). FIG.11 là sơ đồ thể hiện các cấu trúc ví dụ đơn vị giới thưa và đơn vị giới. SWLD bao gồm: Mỗi FGOS là GOS được cấu thành bởi FVXL; mỗi FSPC là SPC được cấu thành bởi các FVXL; và mỗi FVLM là VLM được cấu thành bởi các FVXL. Cấu trúc dữ liệu và cấu trúc dự đoán của FGOS, FSPC và FVLM có thể là tương tư như GOS, SPC và VLM.

Đặc tính biểu diễn thông tin vị trí ba chiều trên VXL hoặc thông tin quang khả kiến trên vị trí của VXL. Số lượng lớn đặc tính được phát hiện đặc biệt tại phần góc, phần mép, v.v của đối tượng ba chiều. Cụ thể hơn, đặc tính này là đặc tính ba chiều hoặc đặc tính quang khả kiến như được mô tả dưới đây, nhưng có thể là bất kỳ đặc tính mà mà biểu diễn vị trí, độ chói, hoặc thông tin màu, v.v trên VXL.

Được sử dụng như là các đặc tính ba chiều là ký hiệu của biểu đồ các đặc tính định hướng (SHOT), các đặc tính biểu đồ đặc tính điểm (PFH), hoặc các đặc tính cặp điểm (PPF).

Các đặc tính SHOT thu được bằng cách phân chia biên ngoài của VXL và tính toán tích trong của điểm tham chiếu và vectơ chuẩn của mỗi vùng được phân chia để biểu diễn kết quả tính toán như là biểu đồ. Các đặc tính SHOT khác biệt bởi số lượng chiều lớn và biểu diễn đặc tính mức cao.

Các đặc tính PFH thu được bằng cách lựa chọn số lượng cặp hai điểm trong vùng lân cận của VXL và tính toán vectơ chuẩn, v.v từ mỗi hai cặp điểm để biểu diễn kết quả tính toán như là biểu đồ. Các đặc tính PFH là các đặc tính biểu đồ và do đó khác biệt ở độ bền vững đối với mức độ nhiễu định trước và cũng biểu diễn đặc tính mức cao.

Các đặc tính PPF thu được bằng cách sử dụng vectơ chuẩn, v.v đối với

mỗi hai điểm VXL. Các đặc tính PPF, mà tất cả các VXL được sử dụng, có độ bền vững đối với việc chắn.

Được sử dụng như là các đặc tính quang khả kiến là biến đổi đặc tính tỷ lệ bất biến (SIFT-scale-invariant feature transform), các đặc tính bền vững được tăng tốc (SURF), hoặc biểu đồ của các gradien định hướng (HOG), v.v. mà sử dụng thông tin trên ảnh như thông tin gradien độ chói.

SWLD được tạo ra bằng cách tính toán các đặc tính nêu trên của các VXL tương ứng trong WLD để tách các FVXL. Ở đây, SWLD có thể được cập nhật mỗi khi WLD được cập nhật, hoặc có thể được cập nhật đều đặn sau khi kết thúc chu kỳ thời gian định trước, bất kể thời điểm mà tại đó WLD được cập nhật.

SWLD có thể được tạo ra đối với mỗi loại đặc tính. Ví dụ, các SWLD khác nhau có thể được tạo ra đối với các loại đặc tính tương ứng, như SWLD1 dựa trên các đặc tính SHOT và SWLD2 dựa trên các đặc tính SIFT sao cho các SWLD được sử dụng chọn lọc theo việc sử dụng được dự định. Ngoài ra, các đặc tính được tính toán của mỗi FVXL có thể được giữ trong mỗi FVXL như là thông tin đặc tính.

Tiếp theo, việc sử dụng của đơn vị giới thưa (SWLD) sẽ được mô tả. SWLD bao gồm chỉ các điểm ảnh ba chiều đặc tính (FVXL) và do đó kích cỡ dữ liệu của nó thường nhỏ hơn so với kích cỡ của WLD mà bao gồm tất cả VXL.

Trong ứng dụng mà sử dụng các đặc tính đối với mục đích định trước, việc sử dụng thông tin trên SWLD thay vì WLD làm giảm thời gian được yêu cầu để đọc dữ liệu từ đĩa cứng, cũng như băng thông và thời gian được yêu cầu để truyền dữ liệu qua mạng. Ví dụ, WLD và SWLD được giữ trong máy chủ như là thông tin bản đồ sao cho thông tin bản đồ cần được gửi được lựa chọn giữa WLD và SWLD theo yêu cầu từ máy khách. Điều này làm giảm băng thông mạng và thời gian được yêu cầu để truyền dữ liệu. Các ví dụ cụ thể hơn sẽ được mô tả dưới đây.

FIG.12 và FIG.13 là các sơ đồ các ví dụ sử dụng của SWLD và WLD.

Như FIG.12 thể hiện, khi máy khách 1, mà là thiết bị lắp trên phương tiện giao thông, yêu cầu thông tin bản đồ để sử dụng thông tin này để xác định vị trí tự tại, máy khách 1 gửi tới máy chủ yêu cầu để thu nhận dữ liệu sơ đồ để ước lượng vị trí tự tại (S301). Máy chủ gửi tới máy khách 1 SWLD để phản hồi lại yêu cầu thu nhận (S302). Máy khách 1 sử dụng SWLD thu được để xác định vị trí tự tại (S303). Nhờ đó, máy khách 1 thu nhận thông tin VXL trên thiết bị ngoại vi của máy khách 1 thông qua phương tiện khác nhau bao gồm bộ cảm biến khoảng cách như máy định tầm, cũng như camera lập thể và kết hợp của các camera đơn mắt. Máy khách 1 sau đó ước lượng thông tin vị trí tự tại từ thông tin VXL thu được và SWLD. Ở đây, thông tin vị trí tự tại bao gồm thông tin vị trí ba chiều, sự định hướng, v.v của máy khách 1.

Như FIG.13 thể hiện, khi máy khách 2, mà là thiết bị lắp trên phương tiện giao thông, yêu cầu thông tin bản đồ để sử dụng thông tin này để biểu diễn phối cảnh bản đồ như bản đồ ba chiều, máy khách 2 gửi tới máy chủ yêu cầu thu nhận dữ liệu bản đồ để biểu diễn phối cảnh bản đồ (S311). Máy chủ gửi tới máy khách 2 WLD để phản hồi lại yêu cầu thu nhận (S312). Máy khách 2 sử dụng WLD thu được để biểu diễn phối cảnh bản đồ (S313). Nhờ đó, máy khách 2 sử dụng, ví dụ, ảnh mà máy khách 2 đã chụp bởi camera quang khả kiến, v.v và WLD thu được từ máy chủ để tạo ra ảnh biểu diễn phối cảnh và biểu diễn ảnh được tạo ra này lên trên màn hình của hệ thống điều hướng xe, v.v.

Như được mô tả nêu trên, máy chủ gửi tới máy khách SWLD khi các đặc tính của các VXL tương ứng được yêu cầu chủ yếu như trong trường hợp ước lượng vị trí tự tại và gửi tới máy khách WLD khi thông tin VXL chi tiết được yêu cầu như trong trường hợp biểu diễn phối cảnh bản đồ. Điều này cho phép việc gửi/thu hiệu quả của dữ liệu bản đồ.

Lưu ý rằng máy khách có thể tự đánh giá một trong số SWLD và WLD nào là cần thiết và yêu cầu máy chủ để gửi SWLD hoặc WLD. Ngoài ra, máy chủ có thể đánh giá một trong số SWLD và WLD nào để gửi theo trạng thái của máy khách hoặc mạng.

Tiếp theo, phương pháp chuyển đổi việc gửi/thu giữa đơn vị giới thưa (SWLD) và đơn vị giới (WLD) sẽ được mô tả.

Việc thu WLD hay SWLD có thể được chuyển đổi theo băng thông mạng. FIG.14 là sơ đồ thể hiện hoạt động ví dụ trong trường hợp này. Ví dụ, khi mạng tốc độ thấp được sử dụng mà giới hạn băng thông mạng có thể sử dụng, như trong môi trường phát triển dài hạn (LTE), máy khách truy nhập máy chủ trên mạng tốc độ thấp (S321) và thu nhận SWLD từ máy chủ như là thông tin bản đồ (S322). Trong khi đó, khi mạng tốc độ cao được sử dụng mà có băng thông mạng rộng thích hợp, như trong môi trường WiFi, máy khách truy nhập máy chủ trên mạng tốc độ cao (S323) và thu nhận WLD từ máy chủ (S324). Điều này cho phép máy khách thu nhận thông tin bản đồ thích hợp theo băng thông mạng mà máy khách đang sử dụng.

Cụ thể hơn, máy khách thu SWLD trên mạng LTE khi tại phía ngoài nhà và thu nhận WLD trên mạng WiFi khi ở trong nhà như trong nhà máy. Điều này cho phép máy khách thu nhận thông tin bản đồ chi tiết hơn trên môi trường trong nhà.

Như được mô tả nêu trên, máy khách có thể yêu cầu WLD hoặc SWLD theo băng thông của mạng mà máy khách đang sử dụng. Ngoài ra, máy khách có thể gửi tới máy chủ thông tin mà chỉ báo băng thông của mạng mà máy khách đang sử dụng và máy chủ có thể gửi tới dữ liệu máy khách (WLD hoặc SWLD) thích hợp cho máy khách này theo thông tin này. Ngoài ra, máy chủ có thể nhận dạng băng thông mạng mà máy khách đang sử dụng và gửi tới dữ liệu máy khách (WLD hoặc SWLD) thích hợp cho máy khách này.

Ngoài ra, việc thu WLD hay SWLD có thể được chuyển đổi theo tốc độ di chuyển. FIG.15 là sơ đồ thể hiện hoạt động ví dụ trong trường hợp này. Ví dụ, khi di chuyển tại tốc độ cao (S331), máy khách thu SWLD từ máy chủ (S332). Trong khi đó, khi di chuyển tại tốc độ thấp (S333), máy khách thu WLD từ máy chủ (S334). Điều này cho phép máy khách thu nhận thông tin bản đồ thích hợp đối với tốc độ, trong khi làm giảm băng thông mạng. Cụ thể hơn, khi di chuyển

trên cao tốc, máy khách thu SWLD với lượng dữ liệu nhỏ, mà cho phép cập nhật thông tin bản đồ thô tại tốc độ thích hợp. Trong khi đó, khi di chuyển trên đường bình thường, máy khách thu WLD, mà cho phép thu nhận thông tin bản đồ chi tiết hơn.

Như được mô tả nêu trên, máy khách có thể yêu cầu máy chủ đối với WLD hoặc SWLD theo tốc độ di chuyển của máy khách này. Ngoài ra, máy khách có thể gửi tới máy chủ thông tin mà chỉ báo tốc độ di chuyển của máy khách này và máy chủ có thể gửi tới dữ liệu máy khách (WLD hoặc SWLD) thích hợp đối với máy khách này theo thông tin này. Ngoài ra, máy chủ có thể nhận dạng tốc độ di chuyển của máy khách để gửi dữ liệu (WLD hoặc SWLD) thích hợp đối với máy khách này.

Ngoài ra, máy khách có thể thu nhận, từ máy chủ, SWLD đầu tiên, mà từ đó máy khách có thể thu nhận WLD của vùng quan trọng. Ví dụ, khi thu nhận thông tin bản đồ, máy khách đầu tiên thu nhận SWLD đối với thông tin bản đồ thô, mà từ đó máy khách thu hẹp tới vùng trong đó các đặc tính như các tòa nhà, các biển báo hiệu, hoặc người xuất hiện tại tần số cao sao cho máy khách có thể thu nhận muộn hơn WLD của vùng được thu hẹp này. Điều này cho phép máy khách thu nhận thông tin chi tiết trên vùng cần thiết, trong khi làm giảm lượng dữ liệu thu được từ máy chủ.

Máy chủ có thể cũng tạo ra từ WLD các SWLD nhau đối với các đối tượng tương ứng và máy khách có thể thu các SWLD theo việc sử dụng được dự định. Điều này làm giảm băng thông mạng. Ví dụ, máy chủ nhận biết người hoặc các xe ô tô trong WLD trước và tạo ra SWLD của người và SWLD của xe ô tô. Máy khách, khi mong muốn thu nhận thông tin về người xung quanh máy khách, thu SWLD của người và khi mong muốn thu nhận thông tin về các xe ô tô, thu SWLD của các xe ô tô. Các loại SWLD này có thể được phân biệt bởi thông tin (cơ, hoặc loại, v.v.) được thêm vào thông tin tiêu đề, v.v.

Tiếp theo, cấu trúc và dòng hoạt động của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều (ví dụ, máy chủ) theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. FIG.16 là sơ

đồ khối của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 theo phương án của sáng chế. FIG.17 là lưu đồ của các xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 được thể hiện trên FIG.16 mã hóa dữ liệu ba chiều được nhập vào 411, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414, mỗi chúng là dòng được mã hóa. Ở đây, dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 là dữ liệu ba chiều được mã hóa tương ứng với WLD và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 là dữ liệu ba chiều được mã hóa tương ứng với SWLD. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 này bao gồm, bộ thu nhận 401, bộ xác định vùng mã hóa 402, bộ tách SWLD 403, bộ mã hóa WLD 404 và bộ mã hóa SWLD 405.

Đầu tiên, như FIG.17 thể hiện, bộ thu nhận 401 thu nhận dữ liệu ba chiều được nhập vào 411, mà là dữ liệu nhóm điểm trong không gian ba chiều (S401).

Tiếp theo, bộ xác định vùng mã hóa 402 xác định vùng không gian hiện tại để mã hóa trên cơ sở của vùng không gian trong đó dữ liệu đám mây điểm được hiện diện (S402).

Tiếp theo, bộ tách SWLD 403 xác định vùng không gian hiện tại là WLD và tính toán đặc tính từ mỗi VXL được chứa trong WLD. Sau đó, bộ tách SWLD 403 tách các VXL mà có số lượng đặc tính lớn hơn hoặc bằng ngưỡng định trước, xác định các VXL được tách như là các FVXL và thêm các FVXL này vào SWLD, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được tách 412 (S403). Nói cách khác, dữ liệu ba chiều được tách 412 mà có số lượng đặc tính lớn hơn hoặc bằng ngưỡng được tách từ dữ liệu ba chiều được nhập vào 411.

Tiếp theo, bộ mã hóa WLD 404 mã hóa dữ liệu ba chiều được nhập vào 411 tương ứng với WLD, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 tương ứng với WLD (S404). Nhờ đó, bộ mã hóa WLD 404 thêm vào thông tin tiêu đề của dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 thông tin mà phân biệt rằng dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 này là dòng bao gồm WLD.

Bộ mã hóa SWLD 405 mã hóa dữ liệu ba chiều được tách 412 tương ứng

với SWLD, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 tương ứng với SWLD (S405). Nhờ đó, bộ mã hóa SWLD 405 thêm vào thông tin tiêu đề của dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 thông tin mà phân biệt rằng dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 này là dòng bao gồm SWLD.

Lưu ý rằng xử lý để tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và xử lý để tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 có thể được thực hiện trong thứ tự đảo ngược. Cũng lưu ý rằng một phần hoặc tất cả xử lý này có thể được thực hiện một cách song song.

Tham số "world_type" được xác định, ví dụ, là thông tin được thêm vào mỗi thông tin tiêu đề của dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414. world_type=0 chỉ báo rằng dòng bao gồm WLD và world_type=1 chỉ báo rằng dòng bao gồm SWLD. Số lượng giá trị được tăng lên có thể được gán thêm để xác định số lượng loại lớn hơn, ví dụ, world_type=2. Ngoài ra, một trong số dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 có thể bao gồm cờ được chỉ rõ. Ví dụ, dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 có thể được gán với cờ mà chỉ báo rằng dòng này bao gồm SWLD. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã có thể phân biệt rằng dòng này là dòng bao gồm WLD hay dòng bao gồm SWLD theo sự có mặt hoặc không có mặt của cờ này.

Ngoài ra, phương pháp mã hóa được sử dụng bởi bộ mã hóa WLD 404 để mã hóa WLD có thể khác với phương pháp mã hóa được sử dụng bởi bộ mã hóa SWLD 405 để mã hóa SWLD.

Ví dụ, dữ liệu của SWLD được lấy một phần mười và do đó có thể có sự tương quan thấp với dữ liệu lân cận so với của WLD. Vì lý do này, trong số dự đoán trong và dự đoán liên đới, việc dự đoán liên đới có thể được ưu tiên thực hiện trong phương pháp mã hóa được sử dụng cho SWLD so với trong phương pháp mã hóa được sử dụng cho WLD.

Ngoài ra, phương pháp mã hóa được sử dụng cho SWLD và phương pháp mã hóa được sử dụng cho WLD có thể biểu diễn các vị trí ba chiều khác

nhau. Ví dụ, các tọa độ ba chiều có thể được sử dụng để biểu diễn các vị trí ba chiều của các FVXL trong SWLD và cây bát phân được mô tả dưới đây có thể được sử dụng để biểu diễn các vị trí ba chiều trong WLD và ngược lại.

Ngoài ra, bộ mã hóa SWLD 405 thực hiện việc mã hóa trong cách thức mà dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 của SWLD có kích cỡ dữ liệu nhỏ hơn kích cỡ dữ liệu của dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 của WLD. SWLD có thể có độ tương quan liên dữ liệu thấp hơn, ví dụ, so với của WLD như được mô tả nêu trên. Điều này có thể dẫn đến hiệu quả mã hóa bị giảm xuống và do đó tới dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 mà có kích cỡ dữ liệu lớn hơn so với kích cỡ dữ liệu của dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 của WLD. Khi kích cỡ dữ liệu của dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 thu được lớn hơn kích cỡ dữ liệu của dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 của WLD, bộ mã hóa SWLD 405 thực hiện việc mã hóa lần nữa để tạo ra lại dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 mà có kích cỡ dữ liệu được làm giảm.

Ví dụ, bộ tách SWLD 403 tạo ra lại dữ liệu ba chiều được tách 412 mà có số lượng điểm chính cần được tách được làm giảm và bộ mã hóa SWLD 405 mã hóa dữ liệu ba chiều được tách 412 này. Ngoài ra, bộ mã hóa SWLD 405 có thể thực hiện việc lượng tử hóa thô hơn. Việc lượng tử hóa thô hơn được thực hiện, ví dụ, bằng cách làm tròn dữ liệu trong mức thấp nhất trong cấu trúc cây bát phân được mô tả dưới đây.

Khi không thể làm giảm kích cỡ dữ liệu của dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 của SWLD nhỏ hơn kích cỡ dữ liệu của dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 của WLD, bộ mã hóa SWLD 405 có thể không tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 của SWLD. Ngoài ra, dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 của WLD có thể được sao chép như là dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 của SWLD. Nói cách khác, dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 của WLD có thể được sử dụng như ban đầu như dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 của SWLD.

Tiếp theo, cấu trúc và dòng hoạt động của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều (ví dụ, máy khách) theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. FIG.18 là

sơ đồ khối của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 theo phương án của sáng chế. FIG.19 là lưu đồ của các xử lý giải mã dữ liệu ba chiều được thực hiện bởi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 được thể hiện trên FIG.18 giải mã dữ liệu ba chiều được mã hóa 511, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được giải mã 512 hoặc dữ liệu ba chiều được giải mã 513. Dữ liệu ba chiều được mã hóa 511 ở đây là, ví dụ, dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 hoặc dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 được tạo ra bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 bao gồm bộ thu nhận 501, bộ phân tích thông tin tiêu đề 502, bộ giải mã WLD 503 và bộ giải mã SWLD 504.

Đầu tiên, như FIG.19 thể hiện, bộ thu nhận 501 thu nhận dữ liệu ba chiều được mã hóa 511 (S501). Tiếp theo, bộ phân tích thông tin tiêu đề 502 phân tích thông tin tiêu đề của dữ liệu ba chiều được mã hóa 511 để nhận dạng rằng dữ liệu ba chiều được mã hóa 511 là dòng bao gồm WLD hay dòng bao gồm SWLD (S502). Ví dụ, tham số world_type nêu trên được viện dẫn trong khi thực hiện việc nhận dạng này.

Khi dữ liệu ba chiều được mã hóa 511 là dòng bao gồm WLD (Có trong S503), bộ giải mã WLD 503 giải mã dữ liệu ba chiều được mã hóa 511, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được giải mã 512 của WLD (S504). Trong khi đó, khi dữ liệu ba chiều được mã hóa 511 là dòng bao gồm SWLD (Không trong S503), bộ giải mã SWLD 504 giải mã dữ liệu ba chiều được mã hóa 511, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều được giải mã 513 của SWLD (S505).

Ngoài ra, như trong trường hợp của thiết bị mã hóa, phương pháp giải mã được sử dụng bởi bộ giải mã WLD 503 để giải mã WLD có thể khác với phương pháp giải mã được sử dụng bởi bộ giải mã SWLD 504 để giải mã SWLD. Ví dụ, trong số dự đoán trong và dự đoán liên đới, việc dự đoán liên đới có thể được ưu tiên thực hiện trong phương pháp giải mã được sử dụng cho SWLD so với trong phương pháp giải mã được sử dụng cho WLD.

Ngoài ra, phương pháp giải mã được sử dụng cho SWLD và phương

pháp giải mã được sử dụng cho WLD có thể biểu diễn các vị trí ba chiều khác nhau. Ví dụ, các tọa độ ba chiều có thể được sử dụng để biểu diễn các vị trí ba chiều của các FVXL trong SWLD và cây bát phân được mô tả dưới đây có thể được sử dụng để biểu diễn các vị trí ba chiều trong WLD và ngược lại.

Tiếp theo, biểu diễn cây bát phân sẽ được mô tả, mà là phương pháp biểu diễn các vị trí ba chiều. Dữ liệu VXL được chứa trong dữ liệu ba chiều được chuyển đổi thành cấu trúc cây bát phân trước khi được mã hóa. FIG.20 là sơ đồ thể hiện các VXL ví dụ trong WLD. FIG.21 là sơ đồ thể hiện cấu trúc cây bát phân của WLD được thể hiện trên FIG.20. Ví dụ được thể hiện trên FIG.20 minh họa ba VXL 1 đến 3 mà bao gồm các nhóm điểm (sau đây được gọi là các VXL hiệu dụng). Như FIG.21 thể hiện, cấu trúc cây bát phân được tạo thành từ các nút và các nhánh. Mỗi nút có nhiều nhất tám nút hoặc nhánh. Mỗi nhánh có thông tin VXL. Ở đây, trong số các nhánh được thể hiện trên FIG.21, nhánh 1, nhánh 2 và nhánh 3 biểu diễn VXL1, VXL2 và VXL3 được thể hiện trên FIG.20, một cách lần lượt.

Cụ thể hơn, mỗi nút và mỗi nhánh tương ứng với vị trí ba chiều. Nút 1 tương ứng với toàn bộ khối được thể hiện trên FIG.20. Khối mà tương ứng với nút 1 được chia thành tám khối. Trong số tám khối này, các khối bao gồm các VXL hiệu dụng được thiết lập như là các nút, trong khi các khối khác được thiết lập như là cá nhánh. Mỗi khối mà tương ứng với nút được phân chia tiếp thành tám nút hoặc nhánh. Các xử lý này được lặp lại với số lần mà bằng bằng số lượng mức trong cấu trúc cây bát phân. Tất cả khối trong mức thấp nhất được thiết lập như là các nhánh.

FIG.22 là sơ đồ thể hiện SWLD ví dụ được tạo ra từ WLD được thể hiện trên FIG.20. VXL1 và VXL2 được thể hiện trên FIG.20 được xem xét là FVXL1 và FVXL2 như là kết quả của việc tách đặc tính và do đó được thêm vào SWLD. Trong khi đó, VXL3 không được xem là FVXL và do đó không được thêm vào SWLD. FIG.23 là sơ đồ thể hiện cấu trúc cây bát phân của SWLD được thể hiện trên FIG.22. Trong cấu trúc cây bát phân được thể hiện trên FIG.23, nhánh 3

tương ứng với VXL3 được thể hiện trên FIG.21 được xóa bỏ. Do đó, nút 3 được thể hiện trên FIG.21 đã mất VXL hiệu dùng và thay đổi thành nhánh. Như được mô tả nêu trên, SWLD thường có số lượng nhánh nhỏ hơn so với của WLD và do đó dữ liệu ba chiều được mã hóa của SWLD nhỏ hơn dữ liệu ba chiều được mã hóa của WLD.

Phần sau đây mô tả các biến thể của phương án theo sáng chế.

Đối với việc ước lượng vị trí tự tại, ví dụ, máy khách, là thiết bị lắp trên phương tiện giao thông, v.v., có thể thu SWLD từ máy chủ để sử dụng SWLD này để ước lượng vị trí tự tại. Trong khi đó, để phát hiện vật cản, máy khách có thể phát hiện các vật cản bằng cách sử dụng thông tin ba chiều trên thiết bị ngoại vi thu được bởi máy khách này thông qua các phương tiện khác nhau bao gồm bộ cảm biến khoảng cách như bộ định tầm, cũng như camera lập thể và kết hợp của các camera đơn mắt.

Nói chung, SWLD ít có thể bao gồm dữ liệu VXL trên vùng phẳng. Theo đó, máy chủ có thể giữ đơn vị giới mẫu con(subWLD) thu được bằng cách lấy mẫu con WLD để dò tìm các vật cản tĩnh và gửi tới máy khách SWLD và subWLD. Điều này cho phép máy khách thực hiện việc ước lượng vị trí tự tại và phát hiện vật cản trên một phần của máy khách, trong khi làm giảm băng thông mạng.

Khi máy khách biểu diễn phối cảnh dữ liệu bản đồ ba chiều tại tốc độ cao, thông tin bản đồ mà có cấu trúc lưới là hữu ích hơn trong một vài trường hợp. Theo đó, máy chủ có thể tạo ra lưới từ WLD để giữ nó trước như là đơn vị giới lưới (MWLD). Ví dụ, khi muốn thực hiện việc biểu diễn phối cảnh ba chiều thô, máy khách thu MWLD và khi muốn thực hiện việc biểu diễn phối cảnh ba chiều chi tiết, máy khách thu WLD. Điều này làm giảm băng thông mạng.

Trong phần mô tả nêu trên, máy chủ thiết lập, như là các FVXL, VXL mà có số lượng đặc tính lớn hơn hoặc bằng ngưỡng, nhưng máy chủ có thể tính toán các FVXL bởi phương pháp khác nhau. Ví dụ, máy chủ có thể đánh giá rằng VXL, VLM, SPC, hoặc GOS mà cấu thành biển báo hiệu, hoặc nút giao,

v.v. nếu cần thiết để ước lượng vị trí tự tại, hỗ trợ lái xe, hoặc tự lái, v.v. và kết hợp VXL, VLM, SPC, hoặc GOS này vào SWLD như là FVXL, FVLM, FSPC, hoặc FGOS. Việc đánh giá này này có thể được thực hiện thủ công. Ngoài ra, các FVXL, v.v. mà đã được thiết lập trên cơ sở của số lượng đặc tính có thể được thêm vào các FVXL, v.v. thu được bởi phương pháp nêu trên. Nói cách khác, bộ tách SWLD 403 có thể còn tách, từ dữ liệu ba chiều được nhập vào 411, dữ liệu tương ứng với đối tượng mà có thuộc tính định trước như là dữ liệu ba chiều được tách 412.

Ngoài ra, việc VXL, VLM, SPC, hoặc GOS cần thiết cho việc sử dụng được dự tính này có thể có thể được gán nhãn riêng biệt từ các đặc tính. Máy chủ có thể giữ riêng biệt, như là lớp cao của SWLD (ví dụ, đơn vị giới làn đường), các FVXL của biển báo hiệu hoặc nút giao, v.v. cần thiết cho việc ước lượng vị trí tự tại, hỗ trợ lái xe, hoặc tự lái, v.v.

Máy chủ có thể cùng thêm thuộc tính vào các VXL trong WLD trên cơ sở truy nhập ngẫu nhiên hoặc trên cơ sở đơn vị định trước. Thuộc tính, ví dụ, bao gồm thông tin mà chỉ báo rằng các VXL có cần thiết cho việc ước lượng vị trí tự tại hay không, hoặc thông tin mà chỉ báo rằng các VXL có quan trọng là thông tin giao thông hay không như biển báo hiệu, hoặc nút giao, v.v. Thuộc tính có thể cũng bao gồm quan hệ tương quan giữa các VXL và các đặc tính (nút giao, hoặc đường, v.v.) trong thông tin làn đường (các tệp dữ liệu địa lý (GDF), v.v.).

Phương pháp được mô tả dưới đây có thể được sử dụng để cập nhật WLD hoặc SWLD.

Thông tin cập nhật mà chỉ báo các thay đổi, v.v. về người, sự làm đường, hoặc hàng cây (đối với các xe tải) được tải lên tới máy chủ như là các nhóm điểm hoặc siêu dữ liệu. Máy chủ cập nhật WLD trên cơ sở của thông tin được tải lên này và sau đó cập nhật SWLD bằng cách sử dụng WLD được tải lên.

Máy khách, khi phát hiện sự không tương hợp giữa thông tin ba chiều mà máy khách này đã tạo ra tại thời điểm ước lượng vị trí tự tại và thông tin ba

chiều thu được từ máy chủ, có thể gửi tới máy chủ thông tin ba chiều mà máy khách này đã tạo ra, cùng với thông báo cập nhật. Trong trường hợp này, máy chủ cập nhật SWLD bằng cách sử dụng WLD. Khi SWLD không cần được cập nhật, máy chủ đánh giá rằng bản thân WLD là cũ.

Trong phần mô tả nêu trên, thông tin mà phân biệt rằng dòng được mã hóa là của WLD hay SWLD được thêm vào như là thông tin tiêu đề của dòng được mã hóa. Tuy nhiên, khi có nhiều loại đơn vị giới như đơn vị giới lưới và đơn vị giới làn đường, thông tin mà phân biệt các loại đơn vị giới này có thể được thêm vào thông tin tiêu đề. Ngoài ra, khi có nhiều SWLD với số lượng đặc tính khác nhau, thông tin mà phân biệt các SWLD tương ứng có thể được thêm vào thông tin tiêu đề.

Trong phần mô tả nêu trên, SWLD được cấu thành bởi các FVXL, nhưng SWLD có thể bao gồm các VXL mà không được đánh giá là các FVXL. Ví dụ, SWLD có thể bao gồm VXL lân cận được sử dụng để tính toán đặc tính của FVXL. Điều này cho phép máy khách tính toán đặc tính của FVXL khi thu SWLD, ngay cả trong trường hợp trong đó thông tin đặc tính không được thêm vào mỗi FVXL của SWLD. Trong trường hợp này, SWLD có thể bao gồm thông tin mà phân biệt mỗi VXL là FVXL hay VXL.

Như được mô tả nêu trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 tách, từ dữ liệu ba chiều được nhập vào 411 (dữ liệu ba chiều thứ nhất), dữ liệu ba chiều được tách 412 (dữ liệu ba chiều thứ hai) mà có lượng đặc tính lớn hơn hoặc bằng ngưỡng và mã hóa dữ liệu ba chiều được tách 412 để tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 (dữ liệu ba chiều được mã hóa thứ nhất).

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 này tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 mà thu được bằng cách mã hóa dữ liệu mà có lượng đặc tính lớn hơn hoặc bằng ngưỡng. Điều này làm giảm lượng dữ liệu so với trường hợp trong đó dữ liệu ba chiều được nhập vào 411 được mã hóa như ban đầu vào. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 có thể làm giảm lượng dữ liệu cần được truyền.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 còn mã hóa dữ liệu ba chiều được

nhập vào 411 để tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 (dữ liệu ba chiều được mã hóa thứ hai).

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 này cho phép việc truyền chọn lọc của dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414, ví dụ, theo việc sử dụng được dự định, v.v.

Ngoài ra, dữ liệu ba chiều được tách 412 được mã hóa bởi phương pháp mã hóa thứ nhất và dữ liệu ba chiều được nhập vào 411 được mã hóa bởi phương pháp mã hóa thứ hai khác với phương pháp mã hóa thứ nhất.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 cho phép việc sử dụng của phương pháp mã hóa thích hợp đối với mỗi dữ liệu ba chiều được nhập vào 411 và dữ liệu ba chiều được tách 412.

Ngoài ra, trong số dự đoán trong và dự đoán liên đới, việc dự đoán liên đới được ưu tiên thực hiện hơn trong phương pháp mã hóa thứ nhất so với trong phương pháp mã hóa thứ hai.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 này cho phép việc dự đoán liên đới được ưu tiên thực hiện hơn trên dữ liệu ba chiều được tách 412 trong đó các mục dữ liệu lân cận có thể có độ tương quan thấp.

Ngoài ra, phương pháp mã hóa thứ nhất và phương pháp mã hóa thứ hai biểu diễn các vị trí ba chiều khác nhau. Ví dụ, phương pháp mã hóa thứ hai biểu diễn các vị trí ba chiều bởi cây bát phân và phương pháp mã hóa thứ nhất biểu diễn các vị trí ba chiều bởi các tọa độ ba chiều.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 này cho phép việc sử dụng của phương pháp thích hợp hơn để biểu diễn các vị trí ba chiều của dữ liệu ba chiều có xét đến sự khác biệt về số lượng mục dữ liệu (số lượng VXL hoặc FVXL) được bao gồm.

Ngoài ra, ít nhất một trong số dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 bao gồm ký hiệu nhận dạng mà chỉ báo rằng dữ liệu ba chiều được mã hóa là dữ liệu ba chiều được mã hóa thu được bằng cách mã hóa dữ liệu ba chiều được nhập vào 411 hay dữ liệu ba chiều được mã hóa

thu được bằng cách mã hóa một phần của dữ liệu ba chiều được nhập vào 411. Nói cách khác, ký hiệu nhận dạng này chỉ báo rằng dữ liệu ba chiều được mã hóa là dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 của WLD hay dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 của SWLD.

Điều này cho phép thiết bị giải mã đánh giá rõ ràng rằng dữ liệu ba chiều được mã hóa thu được là dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 hay dữ liệu ba chiều được mã hóa 414.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 mã hóa dữ liệu ba chiều được tách 412 trong cách thức mà dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 có lượng dữ liệu nhỏ hơn lượng dữ liệu của dữ liệu ba chiều được mã hóa 413.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 này cho phép dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 có lượng dữ liệu nhỏ hơn so với lượng dữ liệu của dữ liệu ba chiều được mã hóa 413.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 còn tách dữ liệu tương ứng với đối tượng mà có thuộc tính định trước từ dữ liệu ba chiều được nhập vào 411 như là dữ liệu ba chiều được tách 412. Đối tượng mà có thuộc tính định trước là, ví dụ, đối tượng cần thiết cho việc ước lượng vị trí tự tại, hỗ trợ lái xe, hoặc tự lái, v.v., hoặc cụ thể hơn, biển báo hiệu, nút giao, v.v.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 này có thể tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 mà bao gồm dữ liệu được yêu cầu bởi thiết bị giải mã.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 (máy chủ) còn gửi, tới máy khách, một trong số dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 theo trạng thái của máy khách.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 này có thể gửi dữ liệu thích hợp theo trạng thái của máy khách.

Ngoài ra, trạng thái của máy khách bao gồm một trong số điều kiện truyền thông (ví dụ, băng mạng) của máy khách và tốc độ di chuyển của máy khách.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 còn gửi, tới máy khách,

một trong số dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 theo yêu cầu từ máy khách.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 này có thể gửi dữ liệu thích hợp theo yêu cầu từ máy khách.

Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 theo phương án của sáng chế giải mã dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 hoặc dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 được tạo ra bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 400 được mô tả nêu trên.

Nói cách khác, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 giải mã, bởi phương pháp giải mã thứ nhất, dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 thu được bằng cách mã hóa dữ liệu ba chiều được tách 412 mà có lượng đặc tính lớn hơn hoặc bằng ngưỡng, dữ liệu ba chiều được tách 412 mà đã được tách từ dữ liệu ba chiều được nhập vào 411. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 cũng giải mã, bởi phương pháp giải mã thứ hai, dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 thu được bằng cách mã hóa dữ liệu ba chiều được nhập vào 411, phương pháp giải mã thứ hai khác với phương pháp giải mã thứ nhất.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 này cho phép việc thu chọn lọc của dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 thu được bằng cách mã hóa dữ liệu mà có lượng đặc tính lớn hơn hoặc bằng ngưỡng và dữ liệu ba chiều được mã hóa 413, ví dụ, theo việc sử dụng được dự định, v.v. Do đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 có khả năng làm giảm lượng dữ liệu cần được truyền. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 này còn cho phép việc sử dụng của phương pháp giải mã thích hợp đối với mỗi dữ liệu ba chiều được nhập vào 411 và dữ liệu ba chiều được tách 412.

Ngoài ra, trong số dự đoán trong và dự đoán liên đới, việc dự đoán liên đới được ưu tiên thực hiện hơn trong phương pháp giải mã thứ nhất so với trong phương pháp giải mã thứ hai.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 này cho phép việc dự đoán liên đới được ưu tiên thực hiện hơn trên dữ liệu ba chiều được tách trong đó các mục dữ

liệu lân cận có thể có độ tương quan thấp.

Ngoài ra, phương pháp giải mã thứ nhất và phương pháp giải mã thứ hai biểu diễn các vị trí ba chiều khác nhau. Ví dụ, phương pháp giải mã thứ hai biểu diễn các vị trí ba chiều bởi cây bát phân và phương pháp giải mã thứ nhất biểu diễn các vị trí ba chiều bởi các tọa độ ba chiều.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 này cho phép việc sử dụng của phương pháp thích hợp hơn để biểu diễn các vị trí ba chiều của dữ liệu ba chiều có xét đến sự khác biệt về số lượng mục dữ liệu (số lượng VXL hoặc FVXL) được bao gồm.

Ngoài ra, ít nhất một trong số dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 bao gồm ký hiệu nhận dạng mà chỉ báo rằng dữ liệu ba chiều được mã hóa là dữ liệu ba chiều được mã hóa thu được bằng cách mã hóa dữ liệu ba chiều được nhập vào 411 hay dữ liệu ba chiều được mã hóa thu được bằng cách mã hóa một phần của dữ liệu ba chiều được nhập vào 411. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 viện dẫn tới ký hiệu nhận dạng này trong việc nhận dạng giữa dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 này có thể đánh giá rõ ràng rằng dữ liệu ba chiều được mã hóa thu được là dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 hay dữ liệu ba chiều được mã hóa 414.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 còn thông báo cho máy chủ về trạng thái của máy khách (thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500). Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 thu một trong số dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 từ máy chủ, theo trạng thái của máy khách.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 này có thể thu dữ liệu thích hợp theo trạng thái của máy khách.

Ngoài ra, trạng thái của máy khách bao gồm một trong số điều kiện truyền thông (ví dụ, băng mạng) của máy khách và tốc độ di chuyển của máy khách.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 còn tạo ra yêu cầu của máy chủ đối với một trong số dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 và thu một trong số dữ liệu ba chiều được mã hóa 413 và dữ liệu ba chiều được mã hóa 414 từ máy chủ, theo yêu cầu.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 500 này có thể thu dữ liệu thích hợp theo việc sử dụng được dự định.

Phương án 3

Phương án này sẽ mô tả phương pháp truyền/thu dữ liệu ba chiều giữa các phương tiện giao thông. Ví dụ, dữ liệu ba chiều được truyền/thu giữa chính phương tiện giao thông và phương tiện giao thông ở gần.

FIG.24 là sơ đồ khối của thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 620 theo phương án của sáng chế. Thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 620, mà được bao gồm, ví dụ, trong chính phương tiện giao thông, hợp nhất dữ liệu ba chiều thứ nhất 632 được tạo ra bởi thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 620 với dữ liệu ba chiều thứ hai 635 thu được, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều thứ ba 636 mà có mật độ cao hơn.

Thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 620 bao gồm bộ tạo dữ liệu ba chiều 621, bộ xác định phạm vi yêu cầu 622, bộ tìm kiếm 623, bộ thu 624, bộ giải mã 625 và bộ hợp nhất 626.

Đầu tiên, bộ tạo dữ liệu ba chiều 621 tạo ra dữ liệu ba chiều thứ nhất 632 bằng cách sử dụng thông tin cảm biến 631 được phát hiện bởi bộ cảm biến được chứa trong chính phương tiện giao thông. Tiếp theo, bộ xác định phạm vi yêu cầu 622 xác định phạm vi yêu cầu, mà là phạm vi của không gian ba chiều, mà dữ liệu nằm trên đó là không đủ trong dữ liệu ba chiều thứ nhất 632 được tạo ra.

Tiếp theo, bộ tìm kiếm 623 tìm kiếm phương tiện giao thông ở gần mà có dữ liệu ba chiều của phạm vi yêu cầu và gửi thông tin phạm vi yêu cầu 633 mà chỉ báo phạm vi yêu cầu tới phương tiện giao thông ở gần 601 mà đã được tìm ra (S623). Tiếp theo, bộ thu 624 thu dữ liệu ba chiều được mã hóa 634, mà là dòng được mã hóa của phạm vi yêu cầu, từ phương tiện giao thông ở gần 601 (S624). Lưu ý rằng bộ tìm kiếm 623 có thể gửi một cách không phân biệt các

yêu cầu tới tất cả phương tiện giao thông được chứa trong phạm vi được chỉ rõ để thu dữ liệu ba chiều được mã hóa 634 từ phương tiện giao thông mà đã phản hồi lại yêu cầu. Bộ tìm kiếm 623 có thể gửi yêu cầu không chỉ tới các phương tiện giao thông mà còn tới đối tượng như biển báo hiệu và tín hiệu giao thông và thu dữ liệu ba chiều được mã hóa 634 từ đối tượng này.

Tiếp theo, bộ giải mã 625 giải mã dữ liệu ba chiều được mã hóa 634 thu được, nhờ đó thu nhận dữ liệu ba chiều thứ hai 635. Tiếp theo, bộ hợp nhất 626 hợp nhất dữ liệu ba chiều thứ nhất 632 với dữ liệu ba chiều thứ hai 635, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều 636 mà có mật độ cao hơn.

Tiếp theo, cấu trúc và các hoạt động của thiết bị truyền dữ liệu ba chiều 640 theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. FIG.25 là sơ đồ khối của thiết bị truyền dữ liệu ba chiều 640.

Thiết bị truyền dữ liệu ba chiều 640 được bao gồm, ví dụ, trong phương tiện giao thông ở gần nêu trên. Thiết bị truyền dữ liệu ba chiều 640 xử lý dữ liệu ba chiều thứ năm 652 được tạo ra bởi phương tiện giao thông ở gần vào dữ liệu ba chiều thứ sáu 654 được yêu cầu bởi phương tiện giao thông riêng, mã hóa dữ liệu ba chiều thứ sáu 654 để tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 634 và gửi dữ liệu ba chiều được mã hóa 634 tới phương tiện giao thông riêng.

Thiết bị truyền dữ liệu ba chiều 640 bao gồm bộ tạo dữ liệu ba chiều 641, bộ thu 642, bộ tách 643, bộ mã hóa 644 và bộ truyền 645.

Đầu tiên, bộ tạo dữ liệu ba chiều 641 tạo ra dữ liệu ba chiều thứ năm 652 bằng cách sử dụng thông tin cảm biến 651 được phát hiện bởi bộ cảm biến được chứa trong phương tiện giao thông ở gần. Tiếp theo, bộ thu 642 thu thông tin phạm vi yêu cầu 633 từ phương tiện giao thông riêng.

Tiếp theo, bộ tách 643 tách từ dữ liệu ba chiều thứ năm 652 dữ liệu ba chiều của phạm vi yêu cầu được chỉ báo bởi thông tin phạm vi yêu cầu 633, nhờ đó xử lý dữ liệu ba chiều thứ năm 652 vào dữ liệu ba chiều thứ sáu 654. Tiếp theo, bộ mã hóa 644 mã hóa dữ liệu ba chiều thứ sáu 654 để tạo ra dữ liệu ba chiều được mã hóa 643, mà là dòng được mã hóa. Sau đó, bộ truyền 645 gửi dữ

liệu ba chiều được mã hóa 634 tới phương tiện giao thông riêng.

Lưu ý rằng mặc dù trường hợp ví dụ được mô tả ở đây trong đó phương tiện giao thông riêng bao gồm thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 620 và phương tiện giao thông ở gần bao gồm thiết bị truyền dữ liệu ba chiều 640, mỗi phương tiện giao thông có thể bao gồm chức năng của cả thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 620 và thiết bị truyền dữ liệu ba chiều 640.

Phương án 4

Phương án này mô tả các hoạt động được thực hiện trong các trường hợp bất thường khi việc ước lượng vị trí tự tại được thực hiện trên cơ sở của bản đồ ba chiều.

Bản đồ ba chiều được kỳ vọng tìm được việc sử dụng mở rộng trong việc tự lái xe của phương tiện giao thông và di chuyển tự động, v.v. của đối tượng di động như rôbôt và đối tượng bay (ví dụ, thiết bị bay không người lái). Các phương tiện ví dụ để cho phép việc di chuyển tự động này bao gồm phương pháp trong đó đối tượng di động di chuyển theo bản đồ ba chiều, trong khi ước lượng vị trí tự tại của nó trên bản đồ (ước lượng vị trí tự tại).

Việc ước lượng vị trí tự tại được cho phép bằng cách so khớp bản đồ ba chiều với thông tin ba chiều trên phần xung quanh của phương tiện giao thông riêng (sau đây được gọi là dữ liệu ba chiều được tự phát hiện) thu được bởi bộ cảm biến được trang bị trong phương tiện giao thông riêng, như bộ định tầm (ví dụ, LiDAR) và camera lập thể để ước lượng vị trí của phương tiện giao thông riêng trên bản đồ ba chiều.

Như trong trường hợp của bản đồ HD được đề xuất bởi kỹ thuật HERE, ví dụ, bản đồ ba chiều có thể bao gồm không chỉ đám mây điểm ba chiều, mà còn dữ liệu bản đồ hai chiều như thông tin về các dạng của con đường và các nút giao, hoặc thông tin mà thay đổi theo thời gian thực như thông tin về tắc đường và tai nạn. Bản đồ ba chiều bao gồm nhiều lớp như các lớp của dữ liệu ba chiều, dữ liệu hai chiều và siêu dữ liệu mà thay đổi theo thời gian thực, mà từ trong số đó thiết bị có thể thu nhận hoặc viện dẫn tới chỉ dữ liệu cần thiết.

Dữ liệu đám mây điểm có thể là SWLD như được mô tả nêu trên, hoặc có thể bao gồm dữ liệu nhóm điểm mà khác với các điểm chính. Việc truyền/thu dữ liệu đám mây điểm về cơ bản được thực hiện trong một hoặc nhiều đơn vị truy nhập ngẫu nhiên.

Phương pháp được mô tả dưới đây được sử dụng như là phương pháp so khớp bản đồ ba chiều với dữ liệu ba chiều được tự phát hiện. Ví dụ, thiết bị so sánh các dạng của các nhóm điểm trong mỗi đám mây điểm của thiết bị khác và xác định rằng các phần mà có độ tương tự cao trong số các điểm chính tương ứng với cùng vị trí. Khi bản đồ ba chiều được tạo thành bởi SWLD, thiết bị cũng thực hiện việc so khớp bằng cách so sánh các điểm chính mà tạo thành SWLD với các điểm chính ba chiều được tách từ dữ liệu ba chiều được tự phát hiện.

Ở đây, để cho phép việc ước lượng vị trí tự tại chính xác cao, phần sau đây cần được thỏa mãn: (A) bản đồ ba chiều và dữ liệu ba chiều được tự phát hiện đã được thu nhận; và (B) các độ chính xác của chúng thỏa mãn yêu cầu định trước. Tuy nhiên, một trong số (A) và (B) không thể được thỏa mãn trong các trường hợp bất thường như các trường hợp được mô tả dưới đây.

1. Bản đồ ba chiều không thể thu được qua truyền thông.

2. Bản đồ ba chiều không hiện diện, hoặc bản đồ ba chiều đã thu được bị sai lệch.

3. Bộ cảm biến của phương tiện giao thông riêng có vấn đề, hoặc độ chính xác của dữ liệu ba chiều được tự phát hiện được tạo ra không thỏa đáng do thời tiết xấu.

Phần sau đây mô tả các hoạt động để giải quyết các trường hợp bất thường. Phần mô tả sau đây minh họa các trường hợp ví dụ của phương tiện giao thông, nhưng phương pháp được mô tả dưới đây có thể áp dụng được tới các đối tượng di động nói chung mà có thể di chuyển tự động, như rôbôt và thiết bị bay không người lái.

Phần sau đây mô tả cấu trúc của thiết bị xử lý thông tin ba chiều và hoạt động của thiết bị này theo phương án của sáng chế mà có thể giải quyết các

trường hợp bất thường liên quan đến bản đồ ba chiều hoặc dữ liệu ba chiều được tự phát hiện. FIG.26 là sơ đồ khối của cấu trúc ví dụ của thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 theo phương án của sáng chế.

Thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 được bố trí, ví dụ, trong đối tượng di động như xe ô tô. Như được thể hiện trên FIG.26, thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 bao gồm bộ thu nhận bản đồ ba chiều 701, bộ thu nhận dữ liệu được tự phát hiện 702, bộ đánh giá trường hợp bất thường 703, bộ xác định hoạt động xử lý 704 và bộ điều khiển hoạt động 705.

Lưu ý rằng thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 có thể bao gồm bộ cảm biến một chiều hoặc hai chiều không được minh họa mà dò tìm đối tượng kết cấu hoặc đối tượng di động xung quanh phương tiện giao thông riêng, như camera có khả năng thu nhận các ảnh hai chiều và bộ cảm biến đối với dữ liệu một chiều sử dụng sóng siêu âm hoặc laze. Thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 có thể cũng bao gồm bộ truyền thông không được minh họa mà thu nhận bản đồ ba chiều trên mạng truyền thông di động, như 4G và 5G, hoặc thông qua truyền thông liên phương tiện giao thông hoặc truyền thông từ đường tới phương tiện giao thông.

Bộ thu nhận bản đồ ba chiều 701 thu nhận bản đồ ba chiều 711 các phần xung quanh tuyến di chuyển. Ví dụ, bộ thu nhận bản đồ ba chiều 701 thu nhận bản đồ ba chiều 711 trên mạng truyền thông di động, hoặc thông qua truyền thông liên phương tiện giao thông hoặc truyền thông từ đường tới phương tiện giao thông.

Tiếp theo, bộ thu nhận dữ liệu được tự phát hiện 702 thu nhận dữ liệu ba chiều được tự phát hiện 712 trên cơ sở của thông tin cảm biến. Ví dụ, bộ thu nhận dữ liệu được tự phát hiện 702 tạo ra dữ liệu ba chiều được tự phát hiện 712 trên cơ sở của thông tin cảm biến thu được bởi bộ cảm biến được bố trí trong phương tiện giao thông riêng.

Tiếp theo, bộ đánh giá trường hợp bất thường 703 thực hiện việc kiểm tra định trước của ít nhất một trong số bản đồ ba chiều 711 thu được và dữ liệu

ba chiều được tự phát hiện 712 để phát hiện trường hợp bất thường. Nói cách khác, bộ đánh giá trường hợp bất thường 703 đánh giá rằng ít nhất một trong số bản đồ ba chiều 711 và dữ liệu ba chiều được tự phát hiện 712 thu được là bất thường.

Khi trường hợp bất thường được phát hiện, bộ xác định hoạt động xử lý 704 xác định hoạt động xử lý để đối phó với trường hợp bất thường này. Tiếp theo, bộ điều khiển hoạt động 705 điều khiển hoạt động của mỗi bộ xử lý cần thiết để thực hiện việc hoạt động xử lý này.

Trong khi đó, khi không có trường hợp bất thường được phát hiện, thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 kết thúc xử lý.

Ngoài ra, thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 ước lượng vị trí của phương tiện giao thông bao gồm thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700, sử dụng bản đồ ba chiều 711 và dữ liệu ba chiều được tự phát hiện 712. Tiếp theo, thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 thực hiện hoạt động tự động của phương tiện giao thông bằng cách sử dụng vị trí được ước lượng của phương tiện giao thông.

Như được mô tả nêu trên, thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 thu nhận, thông qua kênh truyền thông, dữ liệu bản đồ (bản đồ ba chiều 711) mà bao gồm thông tin vị trí ba chiều thứ nhất. Thông tin vị trí ba chiều thứ nhất bao gồm, ví dụ, các đơn vị truy nhập ngẫu nhiên, mỗi đơn vị này là tập hợp của ít nhất một không gian con và có thể giải mã riêng biệt, ít nhất một không gian con mà có thông tin tọa độ ba chiều và đóng vai trò là đơn vị trong đó mỗi đơn vị truy nhập ngẫu nhiên được mã hóa. Thông tin vị trí ba chiều thứ nhất là, ví dụ, dữ liệu (SWLD) thu được bằng cách mã hóa các điểm chính, mỗi điểm này có lượng đặc tính ba chiều lớn hơn hoặc bằng ngưỡng định trước.

Thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 cũng tạo ra thông tin vị trí ba chiều thứ hai (dữ liệu ba chiều được tự phát hiện 712) từ thông tin được phát hiện bởi bộ cảm biến. Thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 sau đó đánh giá rằng một trong số thông tin vị trí ba chiều thứ nhất và thông tin vị trí ba chiều thứ hai có bất thường không bằng cách thực hiện, trên một trong số thông tin vị trí ba chiều

thứ nhất và thông tin vị trí ba chiều thứ hai, xử lý đánh giá rằng việc bất thường có hiện diện hay không.

Thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 xác định hoạt động xử lý để đối phó với sự bất thường khi một trong số thông tin vị trí ba chiều thứ nhất và thông tin vị trí ba chiều thứ hai được đánh giá là bất thường. Thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 sau đó thực hiện việc điều khiển mà được yêu cầu thực hiện hoạt động xử lý này.

Cấu trúc này cho phép thiết bị xử lý thông tin ba chiều 700 phát hiện sự bất thường liên quan đến một trong số thông tin vị trí ba chiều thứ nhất và thông tin vị trí ba chiều thứ hai và thực hiện hoạt động xử lý chúng.

Phương án 5

Phương án này mô tả phương pháp, v.v. để truyền dữ liệu ba chiều tới phương tiện giao thông sau đây.

FIG.27 là sơ đồ khối của cấu trúc ví dụ của thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 810 theo phương án của sáng chế. Thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 810 này được bố trí, ví dụ, trong phương tiện giao thông. Thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 810 truyền và thu dữ liệu ba chiều tới và từ hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây phía ngoài, phương tiện giao thông phía trước, hoặc phương tiện giao thông phía sau và tạo ra và lưu trữ dữ liệu ba chiều.

Thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 810 bao gồm bộ thu dữ liệu 811, bộ truyền thông 812, bộ điều khiển thu 813, bộ chuyển đổi khuôn dạng 814, các bộ cảm biến 815, bộ tạo dữ liệu ba chiều 816, bộ tổng hợp dữ liệu ba chiều 817, bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều 818, bộ truyền thông 819, bộ điều khiển truyền 820, bộ chuyển đổi khuôn dạng 821 và bộ truyền dữ liệu 822.

Bộ thu dữ liệu 811 thu dữ liệu ba chiều 831 từ hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía trước. Dữ liệu ba chiều 831 bao gồm, ví dụ, thông tin về vùng không thể được phát hiện bởi các bộ cảm biến 815 của phương tiện giao thông riêng, như đám mây điểm, viđeo quang khả kiến, thông tin độ sâu, thông tin vị trí cảm biến và thông tin tốc độ.

Bộ truyền thông 812 truyền thông với hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía trước để truyền yêu cầu truyền dữ liệu, v.v. tới hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía trước.

Bộ điều khiển thu 813 trao đổi thông tin, như thông tin về các khuôn dạng được hỗ trợ, với đối tác truyền thông thông qua bộ truyền thông 812 để thiết lập truyền thông với đối tác truyền thông.

Bộ chuyển đổi khuôn dạng 814 áp dụng việc chuyển đổi khuôn dạng, v.v. trên dữ liệu ba chiều 831 thu được bởi bộ thu dữ liệu 811 để tạo ra dữ liệu ba chiều 832. Bộ chuyển đổi khuôn dạng 814 cũng giải nén hoặc giải mã dữ liệu ba chiều 831 khi dữ liệu ba chiều 831 được nén hoặc được mã hóa.

Các bộ cảm biến 815 là nhóm các bộ cảm biến, như các camera quang khả kiến và các camera hồng ngoại, mà thu nhận thông tin về phía ngoài của phương tiện giao thông và tạo ra thông tin cảm biến 833. Thông tin cảm biến 833 là, ví dụ, dữ liệu ba chiều như đám mây điểm (dữ liệu nhóm điểm), khi các bộ cảm biến 815 là các bộ cảm biến laze như LiDAR. Lưu ý rằng bộ cảm biến đơn có thể đóng vai trò là nhiều bộ cảm biến 815.

Bộ tạo dữ liệu ba chiều 816 tạo ra dữ liệu ba chiều 834 từ thông tin cảm biến 833. Dữ liệu ba chiều 834 bao gồm, ví dụ, thông tin như đám mây điểm, viđeo quang khả kiến, thông tin độ sâu, thông tin vị trí cảm biến và thông tin tốc độ.

Bộ tổng hợp dữ liệu ba chiều 817 tổng hợp dữ liệu ba chiều 834 được tạo ra trên cơ sở của thông tin cảm biến 833 của phương tiện giao thông riêng với dữ liệu ba chiều 832 được tạo ra bởi hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía trước, v.v., nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều 835 của không gian mà bao gồm không gian phía trước phương tiện giao thông phía trước không thể phát hiện được bởi các bộ cảm biến 815 của phương tiện giao thông riêng.

Bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều 818 lưu trữ dữ liệu ba chiều 835 được tạo ra,

v.v.

Bộ truyền thông 819 truyền thông với hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía sau để truyền yêu cầu truyền dữ liệu, v.v. tới hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía sau.

Bộ điều khiển truyền 820 trao đổi thông tin, như thông tin về các khuôn dạng được hỗ trợ, với đối tác truyền thông thông qua bộ truyền thông 819 để thiết lập truyền thông với đối tác truyền thông. Bộ điều khiển truyền 820 cũng xác định vùng truyền, mà là không gian của dữ liệu ba chiều cần được truyền, trên cơ sở của thông tin tạo dữ liệu ba chiều trên dữ liệu ba chiều 832 được tạo ra bởi bộ tổng hợp dữ liệu ba chiều 817 và yêu cầu truyền dữ liệu từ đối tác truyền thông.

Cụ thể hơn, bộ điều khiển truyền 820 xác định vùng truyền mà bao gồm không gian phía trước của phương tiện giao thông riêng không thể được phát hiện bởi bộ cảm biến của phương tiện giao thông phía sau, để phản hồi lại yêu cầu truyền dữ liệu từ hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía sau. Bộ điều khiển truyền 820 đánh giá, ví dụ, rằng không gian có thể được truyền hay không hoặc không gian đã được truyền có bao gồm cập nhật hay không, trên cơ sở của thông tin tạo dữ liệu ba chiều để xác định vùng truyền. Ví dụ, bộ điều khiển truyền 820 xác định, như là vùng truyền, vùng mà là: vùng được chỉ rõ bởi yêu cầu truyền dữ liệu; và vùng, mà dữ liệu ba chiều 835 tương ứng của nó được hiện diện. Bộ điều khiển truyền 820 sau đó thông báo cho bộ chuyển đổi khuôn dạng 821 về khuôn dạng được hỗ trợ bởi đối tác truyền thông và vùng truyền.

Trong số dữ liệu ba chiều 835 được lưu trữ trong bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều 818, bộ chuyển đổi khuôn dạng 821 chuyển đổi dữ liệu ba chiều 836 của vùng truyền thành khuôn dạng được hỗ trợ bởi phía bộ thu để tạo ra dữ liệu ba chiều 837. Lưu ý rằng bộ chuyển đổi khuôn dạng 821 có thể nén hoặc mã hóa dữ liệu ba chiều 837 để làm giảm lượng dữ liệu.

Bộ truyền dữ liệu 822 truyền dữ liệu ba chiều 837 tới hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía sau. Dữ liệu ba chiều 837 này bao gồm, ví dụ, thông tin về điểm mù, mà là vùng bị ẩn từ cảnh nhìn của phương tiện giao thông phía sau, như đám mây điểm phía trước của phương tiện giao thông riêng, viđeo quang khả kiến, thông tin độ sâu và thông tin vị trí cảm biến.

Lưu ý rằng ví dụ đã được mô tả trong đó bộ chuyển đổi khuôn dạng 814 và bộ chuyển đổi khuôn dạng 821 thực hiện việc chuyển đổi khuôn dạng, v.v., nhưng việc chuyển đổi khuôn dạng có thể không được thực hiện.

Với cấu trúc nêu trên, thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 810 thu nhận, từ thiết bị phía ngoài, dữ liệu ba chiều 831 của vùng không thể được phát hiện bởi các bộ cảm biến 815 của phương tiện giao thông riêng và tổng hợp dữ liệu ba chiều 831 với dữ liệu ba chiều 834 mà được dựa trên thông tin cảm biến 833 được phát hiện bởi các bộ cảm biến 815 của phương tiện giao thông riêng, nhờ đó tạo ra dữ liệu ba chiều 835. Do đó, thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 810 có thể tạo ra dữ liệu ba chiều của phạm vi không thể được phát hiện bởi các bộ cảm biến 815 của phương tiện giao thông riêng.

Thiết bị tạo dữ liệu ba chiều 810 cũng có thể truyền, tới hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía sau, v.v., dữ liệu ba chiều của không gian mà bao gồm không gian phía trước của phương tiện giao thông riêng không thể được phát hiện bởi bộ cảm biến của phương tiện giao thông phía sau, để phản hồi lại yêu cầu truyền dữ liệu từ hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía sau.

Phương án 6

Trong phương án 5, ví dụ được mô tả trong đó thiết bị máy khách của phương tiện giao thông hoặc loại tương tự truyền dữ liệu ba chiều tới phương tiện giao thông khác hoặc máy chủ như hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây. Trong phương án của sáng chế, thiết bị máy khách truyền thông tin cảm biến thu được thông qua bộ cảm biến tới máy chủ hoặc thiết bị máy khách.

Cấu trúc của hệ thống theo phương án này sẽ được mô tả trước. FIG.28 là sơ đồ thể hiện cấu trúc của hệ thống truyền/thu của bản đồ ba chiều và thông tin cảm biến theo phương án của sáng chế. Hệ thống này bao gồm máy chủ 901 và các thiết bị máy khách 902A và 902B. Lưu ý rằng các thiết bị máy khách 902A và 902B cũng được gọi là thiết bị máy khách 902 khi không cần phân biệt giữa chúng.

Thiết bị máy khách 902 là, ví dụ, thiết bị lắp trên phương tiện giao thông được bố trí trong đối tượng di động như phương tiện giao thông. Máy chủ 901 là, ví dụ, hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây và có khả năng truyền thông với các thiết bị máy khách 902.

Máy chủ 901 truyền bản đồ ba chiều được tạo thành bởi đám mây điểm tới thiết bị máy khách 902. Lưu ý rằng cấu trúc của bản đồ ba chiều không bị giới hạn ở đám mây điểm và có thể cũng là cấu trúc khác mà biểu diễn dữ liệu ba chiều như cấu trúc dạng lưới.

Thiết bị máy khách 902 truyền thông tin cảm biến thu được bởi thiết bị máy khách 902 tới máy chủ 901. Thông tin cảm biến bao gồm, ví dụ, ít nhất một trong số thông tin thu được bởi LiDAR, ảnh quang khả kiến, ảnh hồng ngoại, ảnh độ sâu, thông tin vị trí cảm biến, hoặc thông tin tốc độ cảm biến.

Dữ liệu cần được truyền và thu giữa máy chủ 901 và thiết bị máy khách 902 có thể được nén để làm giảm khối dữ liệu và có thể cũng được truyền không nén để duy trì độ chính xác dữ liệu. Khi nén dữ liệu, có thể sử dụng phương pháp nén ba chiều trên đám mây điểm dựa trên, ví dụ, cấu trúc cây bát phân. Có thể sử dụng phương pháp nén ảnh hai chiều trên ảnh quang khả kiến, ảnh hồng ngoại và ảnh độ sâu. Phương pháp nén ảnh hai chiều là, ví dụ, MPEG-4 AVC hoặc HEVC được chuẩn hóa bởi MPEG.

Máy chủ 901 truyền bản đồ ba chiều được quản lý bởi máy chủ 901 tới thiết bị máy khách 902 để phản hồi lại yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều từ thiết bị máy khách 902. Lưu ý rằng máy chủ 901 có thể cũng truyền bản đồ ba chiều mà không đợi yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều từ thiết bị máy

khách 902. Ví dụ, máy chủ 901 có thể quảng bá bản đồ ba chiều tới ít nhất một thiết bị máy khách 902 nằm trong không gian định trước. Máy chủ 901 có thể cũng truyền bản đồ ba chiều thích hợp đối với vị trí của thiết bị máy khách 902 tại các khoảng thời gian cố định tới thiết bị máy khách 902 mà đã thu yêu cầu truyền một lần. Máy chủ 901 có thể cũng truyền bản đồ ba chiều được quản lý bởi máy chủ 901 tới thiết bị máy khách 902 mỗi khi bản đồ ba chiều được cập nhật.

Thiết bị máy khách 902 gửi yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều tới máy chủ 901. Ví dụ, khi thiết bị máy khách 902 muốn thực hiện việc ước lượng vị trí tự tại trong khi di chuyển, thiết bị máy khách 902 truyền yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều tới máy chủ 901.

Lưu ý rằng trong các trường hợp sau đây, thiết bị máy khách 902 có thể gửi yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều tới máy chủ 901. Thiết bị máy khách 902 có thể gửi yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều tới máy chủ 901 khi bản đồ ba chiều được lưu trữ bởi thiết bị máy khách 902 là cũ. Ví dụ, thiết bị máy khách 902 có thể gửi yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều tới máy chủ 901 khi chu kỳ có định kết thúc do bản đồ ba chiều được thu nhận bởi thiết bị máy khách 902.

Thiết bị máy khách 902 có thể cũng gửi yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều tới máy chủ 901 trước thời gian cố định khi thiết bị máy khách 902 rời khỏi không gian được thể hiện trong bản đồ ba chiều được lưu trữ bởi thiết bị máy khách 902. Ví dụ, thiết bị máy khách 902 có thể gửi yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều tới máy chủ 901 khi thiết bị máy khách 902 nằm trong khoảng cách định trước từ biên của không gian được thể hiện trong bản đồ ba chiều được lưu trữ bởi thiết bị máy khách 902. Khi đường di chuyển và tốc độ di chuyển của thiết bị máy khách 902 được nhận biết, thời điểm khi thiết bị máy khách 902 rời khỏi không gian được thể hiện trong bản đồ ba chiều được lưu trữ bởi thiết bị máy khách 902 có thể được dự đoán dựa trên đường di chuyển và tốc độ di chuyển của thiết bị máy khách 902.

Thiết bị máy khách 902 có thể cũng gửi yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều tới máy chủ 901 khi lỗi trong khi căn chỉnh dữ liệu ba chiều và bản đồ ba chiều được tạo ra từ thông tin cảm biến bởi thiết bị máy khách 902 là ít nhất tại mức cố định.

Thiết bị máy khách 902 truyền thông tin cảm biến tới máy chủ 901 để phản hồi lại yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến từ máy chủ 901. Lưu ý rằng thiết bị máy khách 902 có thể truyền thông tin cảm biến tới máy chủ 901 mà không đợi yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến từ máy chủ 901. Ví dụ, thiết bị máy khách 902 có thể truyền định kỳ thông tin cảm biến trong chu kỳ cố định khi thiết bị máy khách 902 đã thu yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến từ máy chủ 901 một lần. Thiết bị máy khách 902 có thể xác định rằng có khả năng sự thay đổi về bản đồ ba chiều của vùng xung quanh thiết bị máy khách 902 đã xảy ra và truyền thông tin này và thông tin cảm biến tới máy chủ 901, khi lỗi trong khi căn chỉnh dữ liệu ba chiều được tạo ra bởi thiết bị máy khách 902 dựa trên thông tin cảm biến và bản đồ ba chiều thu được từ máy chủ 901 là ít nhất tại mức cố định.

Máy chủ 901 gửi yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến tới thiết bị máy khách 902. Ví dụ, máy chủ 901 thu thông tin vị trí, như thông tin GPS, về thiết bị máy khách 902 từ thiết bị máy khách 902. Máy chủ 901 gửi yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến tới thiết bị máy khách 902 để tạo ra bản đồ ba chiều mới, khi được xác định rằng thiết bị máy khách 902 đang tiến tới không gian trong đó bản đồ ba chiều được quản lý bởi máy chủ 901 chứa một ít thông tin, dựa trên thông tin vị trí về thiết bị máy khách 902. Máy chủ 901 có thể cũng gửi yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến, khi muốn (i) cập nhật bản đồ ba chiều, (ii) kiểm tra các điều kiện đường trong khi tuyết rơi, thảm họa, hoặc loại tương tự, hoặc (iii) kiểm tra các điều kiện tắc nghẽn giao thông, các điều kiện tai nạn/sự cố, hoặc loại tương tự.

Thiết bị máy khách 902 có thể thiết lập lượng dữ liệu của thông tin cảm biến cần được truyền tới máy chủ 901 theo các điều kiện truyền thông hoặc băng

thông trong khi thu yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến cần được thu từ máy chủ 901. Việc thiết lập lượng dữ liệu của thông tin cảm biến cần được truyền tới máy chủ 901 là, ví dụ, tăng/giảm bản thân dữ liệu hoặc lựa chọn thích hợp phương pháp nén.

FIG.29 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc ví dụ của thiết bị máy khách 902. Thiết bị máy khách 902 thu bản đồ ba chiều được tạo thành bởi đám mây điểm và loại tương tự từ máy chủ 901 và ước lượng vị trí tự tại của thiết bị máy khách 902 nhờ sử dụng bản đồ ba chiều được tạo ra dựa trên thông tin cảm biến của thiết bị máy khách 902. Thiết bị máy khách 902 truyền thông tin cảm biến thu được tới máy chủ 901.

Thiết bị máy khách 902 bao gồm bộ thu dữ liệu 1011, bộ truyền thông 1012, bộ điều khiển thu 1013, bộ chuyển đổi khuôn dạng 1014, các bộ cảm biến 1015, bộ tạo dữ liệu ba chiều 1016, bộ xử lý ảnh ba chiều 1017, bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều 1018, bộ chuyển đổi khuôn dạng 1019, bộ truyền thông 1020, bộ điều khiển truyền 1021 và bộ truyền dữ liệu 1022.

Bộ thu dữ liệu 1011 thu bản đồ ba chiều 1031 từ máy chủ 901. Bản đồ ba chiều 1031 là dữ liệu mà bao gồm đám mây điểm như WLD hoặc SWLD. Bản đồ ba chiều 1031 có thể bao gồm dữ liệu được nén hoặc dữ liệu không được nén.

Bộ truyền thông 1012 truyền thông với máy chủ 901 và truyền yêu cầu truyền dữ liệu (ví dụ yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều) tới máy chủ 901.

Bộ điều khiển thu 1013 trao đổi thông tin, như thông tin về các khuôn dạng được hỗ trợ, với đối tác truyền thông thông qua bộ truyền thông 1012 để thiết lập truyền thông với đối tác truyền thông.

Bộ chuyển đổi khuôn dạng 1014 thực hiện việc chuyển đổi khuôn dạng và loại tương tự trên bản đồ ba chiều 1031 thu được bởi bộ thu dữ liệu 1011 để tạo ra bản đồ ba chiều 1032. Bộ chuyển đổi khuôn dạng 1014 cũng thực hiện xử lý giải nén hoặc giải mã khi bản đồ ba chiều 1031 được nén hoặc mã hóa. Lưu ý rằng bộ chuyển đổi khuôn dạng 1014 không thực hiện xử lý giải nén hoặc giải mã khi bản đồ ba chiều 1031 là dữ liệu không được nén.

Các bộ cảm biến 815 là nhóm của các bộ cảm biến, như các LiDAR, các camera quang khả kiến, các camera hồng ngoại, hoặc các bộ cảm biến độ sâu mà thu nhận thông tin về phía ngoài của phương tiện giao thông bao gồm thiết bị máy khách 902 và tạo ra thông tin cảm biến 1033. Thông tin cảm biến 1033 là, ví dụ, dữ liệu ba chiều như đám mây điểm (dữ liệu nhóm điểm), khi các bộ cảm biến 1015 là các bộ cảm biến laze như LiDAR. Lưu ý rằng bộ cảm biến đơn có thể đóng vai trò là các bộ cảm biến 1015.

Bộ tạo dữ liệu ba chiều 1016 tạo ra dữ liệu ba chiều 1034 của vùng xung quanh phương tiện giao thông riêng dựa trên thông tin cảm biến 1033. Ví dụ, bộ tạo dữ liệu ba chiều 1016 tạo ra dữ liệu đám mây điểm với thông tin màu trên vùng xung quanh của phương tiện giao thông riêng nhờ sử dụng thông tin thu được bởi LiDAR và viđeo quang khả kiến thu được bởi camera quang khả kiến.

Bộ xử lý ảnh ba chiều 1017 thực hiện xử lý ước lượng vị trí tự tại và loại tương tự của phương tiện giao thông riêng, sử dụng (i) bản đồ ba chiều 1032 thu được như đám mây điểm và (ii) dữ liệu ba chiều 1034 của vùng xung quanh phương tiện giao thông riêng được tạo ra nhờ sử dụng thông tin cảm biến 1033. Lưu ý rằng bộ xử lý ảnh ba chiều 1017 có thể tạo ra dữ liệu ba chiều 1035 về các vùng xung quanh phương tiện giao thông riêng bằng cách hợp nhất bản đồ ba chiều 1032 và dữ liệu ba chiều 1034 và có thể thực hiện xử lý ước lượng vị trí tự tại nhờ sử dụng dữ liệu ba chiều được tạo ra 1035.

Bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều 1018 lưu trữ bản đồ ba chiều 1032, dữ liệu ba chiều 1034, dữ liệu ba chiều 1035 và loại tương tự.

Bộ chuyển đổi khuôn dạng 1019 tạo ra thông tin cảm biến 1037 bằng cách chuyển đổi thông tin cảm biến 1033 thành khuôn dạng được hỗ trợ bởi phía thu . Lưu ý rằng bộ chuyển đổi khuôn dạng 1019 có thể làm giảm lượng dữ liệu bằng cách nén hoặc mã hóa thông tin cảm biến 1037. Bộ chuyển đổi khuôn dạng 1019 có thể bỏ qua xử lý này khi việc chuyển đổi khuôn dạng là không cần thiết. Bộ chuyển đổi khuôn dạng 1019 có thể cũng điều khiển lượng dữ liệu cần được truyền theo phạm vi truyền được chỉ rõ.

Bộ truyền thông 1020 truyền thông với máy chủ 901 và thu yêu cầu truyền dữ liệu (yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến) và loại tương tự từ máy chủ 901.

Bộ điều khiển truyền 1021 trao đổi thông tin, như thông tin về các khuôn dạng được hỗ trợ, với đối tác truyền thông thông qua bộ truyền thông 1020 để thiết lập truyền thông với đối tác truyền thông.

Bộ truyền dữ liệu 1022 truyền thông tin cảm biến 1037 tới máy chủ 901. Thông tin cảm biến 1037 bao gồm, ví dụ, thông tin thu được thông qua các bộ cảm biến 1015, như thông tin thu được bởi LiDAR, ảnh độ chói thu được bởi camera quang khả kiến, ảnh hồng ngoại thu được bởi camera hồng ngoại, ảnh độ sâu thu được bởi bộ cảm biến độ sâu, thông tin vị trí cảm biến và thông tin tốc độ cảm biến.

Cấu trúc của máy chủ 901 sẽ được mô tả tiếp theo. FIG.30 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc ví dụ của máy chủ 901. Máy chủ 901 truyền thông tin cảm biến từ thiết bị máy khách 902 và tạo ra dữ liệu ba chiều dựa trên thông tin cảm biến thu được. Máy chủ 901 cập nhật bản đồ ba chiều được quản lý bởi máy chủ 901 nhờ sử dụng dữ liệu ba chiều được tạo ra. Máy chủ 901 truyền bản đồ ba chiều được cập nhật tới thiết bị máy khách 902 để phản hồi lại yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều từ thiết bị máy khách 902.

Máy chủ 901 bao gồm bộ thu dữ liệu 1111, bộ truyền thông 1112, bộ điều khiển thu 1113, bộ chuyển đổi khuôn dạng 1114, bộ tạo dữ liệu ba chiều 1116, bộ hợp nhất dữ liệu ba chiều 1117, bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều 1118, bộ chuyển đổi khuôn dạng 1119, bộ truyền thông 1120, bộ điều khiển truyền 1121 và bộ truyền dữ liệu 1122.

Bộ thu dữ liệu 1111 thu thông tin cảm biến 1037 từ thiết bị máy khách 902. Thông tin cảm biến 1037 bao gồm, ví dụ, thông tin thu được bởi LiDAR, ảnh độ chói thu được bởi camera quang khả kiến, ảnh hồng ngoại thu được bởi camera hồng ngoại, ảnh độ sâu thu được bởi bộ cảm biến độ sâu, thông tin vị trí cảm biến, thông tin tốc độ cảm biến và loại tương tự.

Bộ truyền thông 1112 truyền thông với thiết bị máy khách 902 và truyền yêu cầu truyền dữ liệu (ví dụ yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến) và loại tương tự tới thiết bị máy khách 902.

Bộ điều khiển thu 1113 trao đổi thông tin, như thông tin về các khuôn dạng được hỗ trợ, với đối tác truyền thông thông qua bộ truyền thông 1112 để thiết lập truyền thông với đối tác truyền thông.

Bộ chuyển đổi khuôn dạng 1114 tạo ra thông tin cảm biến 1132 bằng cách thực hiện xử lý giải nén hoặc xử lý giải mã khi thông tin cảm biến 1037 thu được được nén hoặc mã hóa. Lưu ý rằng bộ chuyển đổi khuôn dạng 1114 không thực hiện xử giải nén hoặc giải mã khi thông tin cảm biến 1037 là dữ liệu không được nén.

Bộ tạo dữ liệu ba chiều 1116 tạo ra dữ liệu ba chiều 1134 của vùng xung quanh thiết bị máy khách 902 dựa trên thông tin cảm biến 1132. Ví dụ, bộ tạo dữ liệu ba chiều 1116 tạo ra dữ liệu đám mây điểm với thông tin màu trên vùng xung quanh của thiết bị máy khách 902 nhờ sử dụng thông tin thu được bởi LiDAR và viđeo quang khả kiến thu được bởi camera quang khả kiến.

Bộ hợp nhất dữ liệu ba chiều 1117 cập nhật bản đồ ba chiều 1135 bằng cách hợp nhất dữ liệu ba chiều 1134 được tạo ra dựa trên thông tin cảm biến 1132 với bản đồ ba chiều 1135 được quản lý bởi máy chủ 901.

Bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều 1118 lưu trữ bản đồ ba chiều 1135 và loại tương tự.

Bộ chuyển đổi khuôn dạng 1119 tạo ra bản đồ ba chiều 1031 bằng cách chuyển đổi bản đồ ba chiều 1135 thành khuôn dạng được hỗ trợ bởi phía thu. Lưu ý rằng bộ chuyển đổi khuôn dạng 1119 có thể làm giảm lượng dữ liệu bằng cách nén hoặc mã hóa bản đồ ba chiều 1135. Bộ chuyển đổi khuôn dạng 1119 có thể bỏ qua xử lý này khi việc chuyển đổi khuôn dạng là không cần thiết. Bộ chuyển đổi khuôn dạng 1119 có thể cũng điều khiển lượng dữ liệu cần được truyền theo phạm vi truyền được chỉ rõ.

Bộ truyền thông 1120 truyền thông với thiết bị máy khách 902 và thu

yêu cầu truyền dữ liệu (yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều) và loại tương tự từ thiết bị máy khách 902.

Bộ điều khiển truyền 1121 trao đổi thông tin, như thông tin về các khuôn dạng được hỗ trợ, với đối tác truyền thông thông qua bộ truyền thông 1120 để thiết lập truyền thông với đối tác truyền thông.

Bộ truyền dữ liệu 1122 truyền bản đồ ba chiều 1031 tới thiết bị máy khách 902. Bản đồ ba chiều 1031 là dữ liệu mà bao gồm đám mây điểm như WLD hoặc SWLD. Bản đồ ba chiều 1031 có thể bao gồm một trong số dữ liệu được nén và dữ liệu không được nén.

Dòng hoạt động của thiết bị máy khách 902 sẽ được mô tả tiếp theo. FIG.31 là lưu đồ hoạt động khi thiết bị máy khách 902 thu nhận bản đồ ba chiều.

Thiết bị máy khách 902 đầu tiên yêu cầu máy chủ 901 truyền bản đồ ba chiều (đám mây điểm, v.v.) (S1001). Tại điểm này, cũng bằng cách truyền thông tin vị trí về thiết bị máy khách 902 thu được thông qua GPS và loại tương tự, thiết bị máy khách 902 có thể cũng yêu cầu máy chủ 901 truyền bản đồ ba chiều liên quan đến thông tin vị trí này.

Thiết bị máy khách 902 tiếp theo thu bản đồ ba chiều từ máy chủ 901 (S1002). Khi bản đồ ba chiều thu được là dữ liệu được nén, thiết bị máy khách 902 giải mã bản đồ ba chiều thu được và tạo ra bản đồ ba chiều không được nén (S1003).

Tiếp theo, thiết bị máy khách 902 tạo ra dữ liệu ba chiều 1034 của vùng xung quanh thiết bị máy khách 902 nhờ sử dụng thông tin cảm biến 1033 thu được bởi các bộ cảm biến 1015 (S1004). Tiếp theo, thiết bị máy khách 902 ước lượng vị trí tự tại của thiết bị máy khách 902 nhờ sử dụng bản đồ ba chiều 1032 thu được từ máy chủ 901 và dữ liệu ba chiều 1034 được tạo ra nhờ sử dụng thông tin cảm biến 1033 (S1005).

FIG.32 là lưu đồ hoạt động khi thiết bị máy khách 902 truyền thông tin cảm biến. Đầu tiên, thiết bị máy khách 902 thu yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến từ máy chủ 901 (S1011). Thiết bị máy khách 902 mà đã thu yêu cầu

truyền, truyền thông tin cảm biến 1037 tới máy chủ 901 (S1012). Lưu ý rằng thiết bị máy khách 902 có thể tạo ra thông tin cảm biến 1037 bằng cách nén mỗi đoạn thông tin nhờ sử dụng phương pháp nén thích hợp đối với mỗi đoạn thông tin, khi thông tin cảm biến 1033 bao gồm các đoạn thông tin thu được bởi các bộ cảm biến 1015.

Dòng hoạt động của máy chủ 901 sẽ được mô tả tiếp theo. FIG.33 là lưu đồ hoạt động khi máy chủ 901 thu nhận thông tin cảm biến. Đầu tiên, máy chủ 901 yêu cầu thiết bị máy khách 902 truyền thông tin cảm biến (S1021). Tiếp theo, máy chủ 901 thu thông tin cảm biến 1037 được truyền từ thiết bị máy khách 902 theo yêu cầu (S1022). Tiếp theo, máy chủ 901 tạo ra dữ liệu ba chiều 1134 sử dụng thông tin cảm biến 1037 thu được (S1023). Tiếp theo, máy chủ 901 phản chiếu dữ liệu ba chiều 1134 được tạo ra trong bản đồ ba chiều 1135 (S1024).

FIG.34 là lưu đồ hoạt động khi máy chủ 901 truyền bản đồ ba chiều. Đầu tiên, máy chủ 901 thu yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều từ thiết bị máy khách 902 (S1031). Máy chủ 901 mà đã thu yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều truyền bản đồ ba chiều tới thiết bị máy khách 902 (S1032). Tại điểm này, máy chủ 901 có thể tách bản đồ ba chiều của vùng lân cận thiết bị máy khách 902 cùng với thông tin vị trí về thiết bị máy khách 902 và truyền bản đồ ba chiều được tách. Máy chủ 901 có thể nén bản đồ ba chiều được tạo thành bởi đám mây điểm nhờ sử dụng, ví dụ, phương pháp nén cấu trúc cây bát phân và truyền bản đồ ba chiều được nén.

Sau đây, các biến thể của phương án sẽ được mô tả.

Máy chủ 901 tạo ra dữ liệu ba chiều 1134 của vùng lân cận vị trí của thiết bị máy khách 902 nhờ sử dụng thông tin cảm biến 1037 thu được từ thiết bị máy khách 902. TIếp theo, máy chủ 901 tính toán độ chênh lệch giữa dữ liệu ba chiều 1134 và bản đồ ba chiều 1135, bằng cách so khớp dữ liệu ba chiều 1134 được tạo ra với bản đồ ba chiều 1135 của vùng tương tự được quản lý bởi máy chủ 901. Máy chủ 901 xác định rằng loại của bất thường đã xảy ra trong vùng

xung quanh của thiết bị máy khách 902, khi độ chênh lệch lớn hơn hoặc bằng ngưỡng định trước. Ví dụ, có thể được hiểu rằng độ chênh lệch lớn xảy ra giữa bản đồ ba chiều 1135 được quản lý bởi máy chủ 901 và dữ liệu ba chiều 1134 được tạo ra dựa dựa trên thông tin cảm biến 1037, khi sự lún đất và loại tương tự xảy ra do thảm họa tự nhiên như động đất.

Thông tin cảm biến 1037 có thể bao gồm thông tin mà chỉ báo ít nhất một trong số loại cảm biến, hiệu năng cảm biến và số mẫu cảm biến. Thông tin cảm biến 1037 có thể cũng được đi kèm với ID lớp và loại tương tự theo hiệu năng cảm biến. Ví dụ, khi thông tin cảm biến 1037 thu được bởi LiDAR, được nhận biết để gán các ký hiệu nhận dạng tới hiệu năng cảm biến. Bộ cảm biến có khả năng thu nhận thông tin với độ chính xác trong các đơn vị của vài milimet là lớp 1, bộ cảm biến có khả năng thu nhận thông tin với độ chính xác trong các đơn vị của vài centimet là lớp 2 và bộ cảm biến có khả năng thu nhận thông tin với độ chính xác trong các đơn vị của vài mét là lớp 3. Máy chủ 901 có thể ước lượng thông tin hiệu năng cảm biến và loại tương tự từ số mẫu của thiết bị máy khách 902. Ví dụ, khi thiết bị máy khách 902 được bố trí trong phương tiện giao thông, máy chủ 901 có thể xác định thông tin tiêu chuẩn kỹ thuật bộ cảm biến từ loại của phương tiện giao thông. Trong trường hợp này, máy chủ 901 có thể thu nhận thông tin về loại của phương tiện giao thông trước và thông tin này có thể cũng được chứa trong thông tin cảm biến. Máy chủ 901 có thể thay đổi mức độ hiệu chỉnh đối với dữ liệu ba chiều 1134 được tạo ra nhờ sử dụng thông tin cảm biến 1037, sử dụng thông tin cảm biến 1037 thu được. Ví dụ, khi hiệu năng cảm biến có độ chính xác cao (lớp 1), máy chủ 901 không hiệu chỉnh dữ liệu ba chiều 1134. Khi hiệu năng cảm biến có độ chính xác thấp (lớp 3), máy chủ 901 hiệu chỉnh dữ liệu ba chiều 1134 theo độ chính xác của bộ cảm biến. Ví dụ, máy chủ 901 tăng mức độ (cường độ) hiệu chỉnh với việc giảm độ chính xác của bộ cảm biến.

Máy chủ 901 có thể đồng thời gửi yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến tới các thiết bị máy khách 902 trong không gian định trước. Máy chủ 901

không cần sử dụng tất cả thông tin cảm biến để tạo ra dữ liệu ba chiều 1134 và có thể, ví dụ, lựa chọn thông tin cảm biến cần được sử dụng theo hiệu năng cảm biến, khi đã thu các đoạn thông tin cảm biến từ các thiết bị máy khách 902. Ví dụ, khi cập nhật bản đồ ba chiều 1135, máy chủ 901 có thể lựa chọn thông tin cảm biến độ chính xác cao (lớp 1) từ trong số các đoạn thông tin cảm biến thu được và tạo ra dữ liệu ba chiều 1134 nhờ sử dụng thông tin cảm biến được lựa chọn.

Máy chủ 901 không bị giới hạn ở chỉ là máy chủ như hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây và có thể cũng là thiết bị máy khách (được bố trí trên phương tiện giao thông) khác. FIG.35 là sơ đồ của cấu trúc hệ thống trong trường hợp này.

Ví dụ, thiết bị máy khách 902C gửi yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến tới thiết bị máy khách 902A được bố trí ở gần và thu nhận thông tin cảm biến từ thiết bị máy khách 902A. Thiết bị máy khách 902C sau đó tạo ra dữ liệu ba chiều nhờ sử dụng thông tin cảm biến thu được của thiết bị máy khách 902A và cập nhật bản đồ ba chiều của thiết bị máy khách 902C. Điều này cho phép thiết bị máy khách 902C tạo ra bản đồ ba chiều của không gian mà có thể thu được từ thiết bị máy khách 902A và sử dụng đầy đủ hiệu năng của thiết bị máy khách 902C. Ví dụ, trường hợp này khi thiết bị máy khách 902C có hiệu năng cao.

Trong trường hợp này, thiết bị máy khách 902A mà đã cấp thông tin cảm biến được trao quyền thu nhận bản đồ ba chiều độ chính xác cao được tạo ra bởi thiết bị máy khách 902C. Thiết bị máy khách 902A thu bản đồ ba chiều độ chính xác cao từ thiết bị máy khách 902C theo các quyền này.

Máy chủ 901 có thể gửi yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến tới các thiết bị máy khách 902 (thiết bị máy khách 902A và thiết bị máy khách 902B) được bố trí gần thiết bị máy khách 902C. Khi bộ cảm biến của thiết bị máy khách 902A hoặc thiết bị máy khách 902B có hiệu năng cao, thiết bị máy khách 902C có khả năng tạo ra dữ liệu ba chiều nhờ sử dụng thông tin cảm biến

thu được bởi bộ cảm biến hiệu năng cao này.

FIG.36 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc chức năng của máy chủ 901 và thiết bị máy khách 902. Máy chủ 901 bao gồm, ví dụ, bộ xử lý nén/giải mã bản đồ ba chiều 1201 mà nén và giải mã bản đồ ba chiều và bộ xử lý nén/giải mã thông tin cảm biến 1202 mà nén và giải mã thông tin cảm biến.

Thiết bị máy khách 902 bao gồm bộ xử lý giải mã bản đồ ba chiều 1211 và bộ xử lý nén thông tin cảm biến 1212. Bộ xử lý giải mã bản đồ ba chiều 1211 thu dữ liệu được mã hóa của bản đồ ba chiều được nén, giải mã dữ liệu được mã hóa và thu nhận bản đồ ba chiều. Bộ xử lý nén thông tin cảm biến 1212 nén chính thông tin cảm biến thay vì dữ liệu ba chiều được tạo ra nhờ sử dụng thông tin cảm biến thu được và truyền dữ liệu được mã hóa của thông tin cảm biến được nén tới máy chủ 901. Với cấu trúc này, thiết bị máy khách 902 không cần lưu trữ bên trong bộ xử lý mà thực hiện xử lý để nén dữ liệu ba chiều của bản đồ ba chiều (đám mây điểm, v.v.), miễn là thiết bị máy khách 902 lưu trữ bên trong bộ xử lý mà thực hiện xử lý giải mã bản đồ ba chiều (đám mây điểm, v.v.). Điều này làm cho có thể giới hạn chi phí, tiêu thụ công suất và loại tương tự của thiết bị máy khách 902.

Như được mô tả nêu trên, thiết bị máy khách 902 theo phương án của sáng chế được bố trí trong đối tượng di động và tạo ra dữ liệu ba chiều 1034 của vùng xung quanh đối tượng di động nhờ sử dụng thông tin cảm biến 1033 mà thu được thông qua bộ cảm biến 1015 được bố trí trong đối tượng di động và chỉ báo điều kiện xung quanh của đối tượng di động. Thiết bị máy khách 902 ước lượng vị trí tự tại của đối tượng di động nhờ sử dụng dữ liệu ba chiều được tạo ra 1034. Thiết bị máy khách 902 truyền thông tin cảm biến 1033 thu được tới máy chủ 901 hoặc đối tượng di động khác.

Điều này cho phép thiết bị máy khách 902 truyền thông tin cảm biến 1033 tới máy chủ 901 hoặc loại tương tự. Điều này làm cho có thể làm giảm hơn nữa lượng dữ liệu truyền so với khi truyền dữ liệu ba chiều. Do không cần để cho thiết bị máy khách 902 thực hiện xử lý như việc nén hoặc mã hóa dữ liệu ba

chiều, có thể làm giảm lượng xử lý của thiết bị máy khách 902. Nhờ đó, thiết bị máy khách 902 có thể làm giảm lượng dữ liệu cần được truyền hoặc đơn giản hóa cấu trúc của thiết bị.

Thiết bị máy khách 902 còn truyền yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều tới máy chủ 901 và thu bản đồ ba chiều 1031 từ máy chủ 901. Trong việc ước lượng vị trí tự tại, thiết bị máy khách 902 ước lượng vị trí tự tại nhờ sử dụng dữ liệu ba chiều 1034 và bản đồ ba chiều 1032.

Thông tin cảm biến 1034 bao gồm ít nhất một trong số thông tin thu được bởi bộ cảm biến laze, ảnh độ chói, ảnh hồng ngoại, ảnh độ sâu, thông tin vị trí cảm biến, hoặc thông tin tốc độ cảm biến.

Thông tin cảm biến 1033 bao gồm thông tin mà chỉ báo hiệu năng của bộ cảm biến.

Thiết bị máy khách 902 mã hóa hoặc nén thông tin cảm biến 1033 và trong việc truyền thông tin cảm biến, truyền thông tin cảm biến 1037 mà đã được mã hóa hoặc nén tới máy chủ 901 hoặc đối tượng di động 902 khác. Điều này cho phép thiết bị máy khách 902 làm giảm lượng dữ liệu cần được truyền.

Ví dụ, thiết bị máy khách 902 bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Máy chủ 901 theo phương án của sáng chế có khả năng truyền thông với thiết bị máy khách 902 được bố trí trong đối tượng di động và thu thông tin cảm biến 1037 mà thu được thông qua bộ cảm biến 1015 được bố trí trong đối tượng di động và chỉ báo điều kiện xung quanh của đối tượng di động. Máy chủ 901 tạo ra dữ liệu ba chiều 1134 của vùng xung quanh của đối tượng di động nhờ sử dụng thông tin cảm biến 1037 thu được.

Với điều này, máy chủ 901 tạo ra dữ liệu ba chiều 1134 nhờ sử dụng thông tin cảm biến 1037 được truyền từ thiết bị máy khách 902. Điều này làm cho có thể làm giảm hơn nữa lượng dữ liệu truyền so với khi thiết bị máy khách 902 truyền dữ liệu ba chiều. Do không cần để cho thiết bị máy khách 902 thực hiện xử lý như việc nén hoặc mã hóa dữ liệu ba chiều, có thể làm giảm lượng xử

lý của thiết bị máy khách 902. Nhờ đó, máy chủ 901 có thể làm giảm lượng dữ liệu cần được truyền hoặc đơn giản hóa cấu trúc của thiết bị.

Máy chủ 901 còn truyền yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến tới thiết bị máy khách 902.

Máy chủ 901 còn cập nhật bản đồ ba chiều 1135 nhờ sử dụng dữ liệu ba chiều 1134 được tạo ra và truyền bản đồ ba chiều 1135 tới thiết bị máy khách 902 để phản hồi lại yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều 1135 từ thiết bị máy khách 902.

Thông tin cảm biến 1037 bao gồm ít nhất một trong số thông tin thu được bởi bộ cảm biến laze, ảnh độ chói, ảnh hồng ngoại, ảnh độ sâu, thông tin vị trí cảm biến, hoặc thông tin tốc độ cảm biến.

Thông tin cảm biến 1037 bao gồm thông tin mà chỉ báo hiệu năng của bộ cảm biến.

Máy chủ 901 còn hiệu chỉnh dữ liệu ba chiều theo hiệu năng của bộ cảm biến. Điều này cho phép phương pháp tạo dữ liệu ba chiều cải thiện chất lượng của dữ liệu ba chiều.

Trong việc thu thông tin cảm biến, máy chủ 901 thu các đoạn thông tin cảm biến 1037 thu được từ các thiết bị máy khách 902 và lựa chọn thông tin cảm biến 1037 cần được sử dụng trong việc tạo ra dữ liệu ba chiều 1134, dựa trên các đoạn thông tin mà mỗi đoạn thông tin chỉ báo hiệu năng của bộ cảm biến được chứa trong các đoạn thông tin cảm biến 1037. Điều này cho phép máy chủ 901 cải thiện chất lượng của dữ liệu ba chiều 1134.

Máy chủ 901 giải mã hoặc giải nén thông tin cảm biến 1037 thu được và tạo ra dữ liệu ba chiều 1134 sử dụng thông tin cảm biến 1132 mà đã được giải mã hoặc giải nén. Điều này cho phép máy chủ 901 làm giảm lượng dữ liệu cần được truyền.

Ví dụ, máy chủ 901 bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Phương án 7

Trong phương án của sáng chế, các phương pháp mã hóa và giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng xử lý dự đoán liên đới sẽ được mô tả.

FIG.37 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 theo phương án của sáng chế. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 này tạo ra dòng bit được mã hóa (sau đây, cũng được gọi đơn giản là dòng bit) mà là tín hiệu được mã hóa, bằng cách mã hóa dữ liệu ba chiều. Như được minh họa trong FIG.37, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 bao gồm bộ chia 1301, bộ trừ 1302, bộ biến đổi 1303, bộ lượng tử hóa 1304, bộ lượng tử hóa ngược 1305, bộ biến đổi ngược 1306, bộ cộng 1307, bộ nhớ khối tham chiếu 1308, bộ dự đoán trong 1309, bộ nhớ không gian tham chiếu 1310, bộ dự đoán liên đới 1311, bộ điều khiển dự đoán 1312 và bộ mã hóa entropy 1313.

Bộ chia 1301 chia các khối (VLM) mà là các đơn vị mã hóa của mỗi không gian (SPC) được chứa trong dữ liệu ba chiều. Bộ chia 1301 tạo ra biểu diễn cây bát phân (tạo thành cây bát phân) của các điểm ảnh ba chiều trong mỗi khối. Lưu ý rằng bộ chia 1301 có thể làm cho các không gian thành biểu diễn cây bát phân với các không gian mà có cùng kích cỡ như các khối. Bộ chia 1301 có thể cũng đính kèm thông tin (thông tin độ sâu, v.v.) cần thiết để tạo ra biểu diễn cây bát phân vào thông tin tiêu đề và loại tương tự của dòng bit.

Bộ trừ 1302 tính toán độ chênh lệch giữa khối (khối đích mã hóa) được xuất ra bởi bộ chia 1301 và khối được dự đoán được tạo ra thông qua việc dự đoán trong hoặc dự đoán liên đới, mà sẽ được mô tả sau đây và xuất ra độ chênh lệch được tính toán tới bộ biến đổi 1303 như là phần dư dự đoán. FIG.38 là sơ đồ thể hiện việc tính toán ví dụ của phần dư dự đoán. Lưu ý rằng các chuỗi bit của khối đích mã hóa và khối được dự đoán được thể hiện ở đây là, ví dụ, thông tin vị trí mà chỉ báo các vị trí của các điểm ba chiều được chứa trong các khối.

Sau đây, thứ tự quét của biểu diễn cây bát phân và các điểm ảnh ba chiều sẽ được mô tả. Khối được mã hóa sau khi được chuyển đổi thành cấu trúc cây bát phân (được tạo thành cây bát phân). Cấu trúc cây bát phân bao gồm các nút và các nhánh. Mỗi nút có tám nút hoặc nhánh và mỗi nhánh có thông tin điểm

ảnh ba chiều (VXL). FIG.39 là sơ đồ thể hiện cấu trúc ví dụ của khối bao gồm các điểm ảnh ba chiều. FIG.40 là sơ đồ thể hiện ví dụ của khối được thể hiện trên FIG.39 mà đã được chuyển đổi thành cấu trúc cây bát phân. Trong số các nhánh được thể hiện trên FIG.40, các nhánh 1, 2 và 3 lần lượt biểu diễn VXL 1, VXL 2 và VXL 3 và biểu diễn các VXL bao gồm nhóm điểm (sau đây gọi là các VXL tích cực).

Cây bát phân được biểu diễn bởi, ví dụ, các chuỗi nhị phân gồm 1 và 0. Ví dụ, khi gán tới các nút hoặc các VXL tích cực giá trị bằng 1 và các phần khác giá trị bằng 0, mỗi nút và nhánh được gán với chuỗi nhị phân được thể hiện trên FIG.40. Do đó, chuỗi nhị phân này được quét theo thứ tự quét độ rộng trước hoặc độ sâu trước. Ví dụ, khi quét độ rộng trước, chuỗi nhị phân được thể hiện trong phần A của FIG.41 được thu nhận. Khi quét độ sâu trước, chuỗi nhị phân được thể hiện trong phần B của FIG.41 được thu nhận. Các chuỗi nhị phân thu được thông qua việc quét này được mã hóa thông qua mã hóa entropy, mà làm giảm lượng thông tin.

Thông tin độ sâu trong biểu diễn cây bát phân sẽ được mô tả tiếp theo. Độ sâu trong biểu diễn cây bát phân được sử dụng để điều khiển cách thức độ tinh của thông tin đám mây điểm chi tiết được chứa trong khối được lưu trữ. Sau khi thiết lập độ sâu lớn, có thể tái tạo thông tin đám mây điểm tới mức chính xác hơn, nhưng lượng dữ liệu để tái tạo các nút và các nhánh tăng lên. Tuy nhiên, sau khi thiết lập độ sâu nhỏ, lượng dữ liệu giảm xuống, nhưng một vài thông tin mà thông tin đám mây điểm được giữ ban đầu bị mất, do các đoạn thông tin đám mây điểm bao gồm các vị trí khác nhau và các màu khác nhau đang được xem là các đoạn thông tin đám mây điểm bao gồm vị trí giống nhau và màu giống nhau.

Ví dụ, FIG.42 là sơ đồ thể hiện ví dụ trong đó cây bát phân với độ sâu bằng 2 được thể hiện trên FIG.40 được biểu diễn với độ sâu bằng 1. Cây bát phân được thể hiện trên FIG.42 có lượng dữ liệu thấp hơn so với cây bát phân được thể hiện trên FIG.40. Nói cách khác, cây bát phân được nhị phân hóa được thể hiện trên FIG.42 có số lượng bit thấp hơn so với cây bát phân được thể hiện

trên FIG.40. Nhánh 1 và nhánh 2 được thể hiện trên FIG.40 được biểu diễn bởi nhánh 1 được thể hiện trên FIG.41. Nói cách khác, thông tin trên nhánh 1 và nhánh 2 mà tại các vị trí khác nhau bị mất.

FIG.43 là sơ đồ thể hiện khối tương ứng với cây bát phân được thể hiện trên FIG.42. VXL 1 và VXL 2 được thể hiện trên FIG.39 tương ứng với VXL 12 được thể hiện trên FIG.43. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tạo ra thông tin màu của VXL 12 được thể hiện trên FIG.43 nhờ sử dụng thông tin màu của VXL 1 và VXL 2 được thể hiện trên FIG.39. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tính toán giá trị trung bình, trung bình số, giá trị trung bình có trọng số, hoặc loại tương tự của thông tin màu của VXL 1 và VXL 2 như là thông tin màu của VXL 12. Theo cách thức này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể điều khiển việc giảm lượng dữ liệu bằng cách thay đổi độ sâu của cây bát phân.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể thiết lập thông tin độ sâu của cây bát phân thành các đơn vị của các đơn vị giới, các đơn vị của các không gian, hoặc các đơn vị của các khối. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm thông tin độ sâu vào thông tin tiêu đề của đơn vị giới, thông tin tiêu đề của không gian, hoặc thông tin tiêu đề của khối. Trong tất cả đơn vị giới, không gian và khối được kết hợp với các thời gian khác nhau, giá trị giống nhau có thể được sử dụng như là thông tin độ sâu. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm thông tin độ sâu vào thông tin tiêu đề mà quản lý các đơn vị giới được kết hợp với tất cả thời gian.

Khi thông tin màu được chứa trong các điểm ảnh ba chiều, bộ biến đổi 1303 áp dụng biến đổi tần số, ví dụ biến đổi trực giao, tới phần dư dự đoán của thông tin màu của các điểm ảnh ba chiều trong khối. Ví dụ, bộ biến đổi 1303 tạo ra mảng một chiều bằng cách quét phần dư dự đoán trong thứ tự quét định trước. Sau đó, bộ biến đổi 1303 biến đổi mảng một chiều thành miền tần số bằng cách áp dụng biến đổi trực giao một chiều tới mảng một chiều được tạo ra. Với điều

này, khi giá trị của phần dư dự đoán trong khối là giống nhau, giá trị của thành phần tần số thấp tăng lên và giá trị của thành phần tần số cao giảm xuống. Do đó, có thể làm giảm hiệu quả hơn lượng mã trong bộ lượng tử hóa 1304.

Bộ biến đổi 1303 không cần sử dụng biến đổi trực giao trong một chiều, nhưng có thể cũng sử dụng biến đổi trực giao trong hai chiều hoặc nhiều hơn. Ví dụ, bộ biến đổi 1303 ánh xạ phần dư dự đoán tới mảng hai chiều trong thứ tự quét định trước và áp dụng biến đổi trực giao hai chiều tới mảng hai chiều thu được. Bộ biến đổi 1303 có thể lựa chọn phương pháp biến đổi trực giao cần được sử dụng từ các phương pháp biến đổi trực giao. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm vào dòng bit, thông tin mà chỉ báo phương pháp biến đổi trực giao nào được sử dụng. Bộ biến đổi 1303 có thể lựa chọn phương pháp biến đổi trực giao cần được sử dụng từ các phương pháp biến đổi trực giao trong các chiều khác nhau. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm vào dòng bit, trong bao nhiêu chiều mà phương pháp biến đổi trực giao được sử dụng.

Ví dụ, bộ biến đổi 1303 làm khớp thứ tự quét của phần dư dự đoán thành thứ tự quét (độ rộng trước, độ sâu trước, hoặc loại tương tự) trong cây bát phân trong khối. Điều này làm cho có thể làm giảm thông tin tiêu đề, do thông tin mà chỉ báo thứ tự quét của phần dư dự đoán không cần được đính kèm vào dòng bit. Bộ biến đổi 1303 có thể áp dụng thứ tự quét khác với thứ tự quét của cây bát phân. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm vào dòng bit, thông tin mà chỉ báo thứ tự quét của phần dư dự đoán. Điều này cho phép thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 mã hóa hiệu quả phần dư dự đoán. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào dòng bit, thông tin (cờ, v.v.) mà chỉ báo có áp dụng thứ tự quét của cây bát phân hay không và có thể cũng đính kèm vào dòng bit, thông tin mà chỉ báo thứ tự quét của phần dư dự đoán khi thứ tự quét của cây bát phân không được áp dụng.

Bộ biến đổi 1303 không chỉ biến đổi phần dư dự đoán của thông tin màu và có thể cũng biến đổi thông tin thuộc tính khác được chứa trong các điểm ảnh

ba chiều. Ví dụ, bộ biến đổi 1303 có thể biến đổi và mã hóa thông tin, như thông tin độ phản xạ, thu được khi thu nhận đám mây điểm thông qua LiDAR và loại tương tự.

Bộ biến đổi 1303 có thể bỏ qua các xử lý này khi không gian không bao gồm thông tin thuộc tính như thông tin màu. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào dòng bit, thông tin (cờ) mà chỉ báo rằng có bỏ qua các xử lý của bộ biến đổi 1303 hay không.

Bộ lượng tử hóa 1304 tạo ra hệ số được lượng tử hóa bằng cách thực hiện việc lượng tử hóa nhờ sử dụng tham số điều khiển lượng tử hóa trên thành phần tần số của phần dư dự đoán được tạo ra bởi bộ biến đổi 1303. Với điều này, lượng thông tin được làm giảm hơn nữa. Hệ số được lượng tử hóa được tạo ra được xuất tới bộ mã hóa entropy 1313. Bộ lượng tử hóa 1304 có thể điều khiển tham số điều khiển lượng tử hóa trong các đơn vị của các đơn vị giới, các đơn vị của các không gian, hoặc các đơn vị của các khối. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm tham số điều khiển lượng tử hóa vào mỗi thông tin tiêu đề và loại tương tự. Bộ lượng tử hóa 1304 có thể thực hiện việc điều khiển lượng tử hóa bằng cách thay đổi trọng số trên thành phần tần số của phần dư dự đoán. Ví dụ, bộ lượng tử hóa 1304 có thể lượng tử hóa chính xác thành phần tần số thấp và lượng tử hóa thô thành phần tần số cao. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào thông tin tiêu đề, tham số mà biểu diễn trọng số của mỗi thành phần tần số.

Bộ lượng tử hóa 1304 có thể bỏ qua các xử lý này khi không gian không bao gồm thông tin thuộc tính như thông tin màu. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào dòng bit, thông tin (cờ) mà chỉ báo rằng có bỏ qua các xử lý của bộ lượng tử hóa 1304 hay không.

Bộ lượng tử hóa ngược 1305 tạo ra hệ số được lượng tử hóa ngược của phần dư dự đoán bằng cách thực hiện việc lượng tử hóa ngược trên hệ số được lượng tử hóa được tạo ra bởi bộ lượng tử hóa 1304 nhờ sử dụng tham số điều khiển lượng tử hóa và xuất ra hệ số được lượng tử hóa ngược được tạo ra tới bộ

biến đổi ngược 1306.

Bộ biến đổi ngược 1306 tạo ra phần dư dự đoán được áp dụng biến đổi ngược bằng cách áp dụng biến đổi ngược trên hệ số được lượng tử hóa ngược được tạo ra bởi bộ lượng tử hóa ngược 1305. Phần dư dự đoán được áp dụng biến đổi ngược không cần trùng khớp hoàn toàn với phần dư dự đoán được xuất ra bởi bộ biến đổi 1303, do phần dư dự đoán được áp dụng biến đổi ngược là phần dư dự đoán mà được tạo ra sau khi lượng tử hóa.

Bộ cộng 1307 cộng, để tạo ra khối được khôi phục, (i) phần dư dự đoán được áp dụng biến đổi ngược được tạo ra bởi bộ biến đổi ngược 1306 với (ii) khối được dự đoán mà được tạo ra thông qua dự đoán trong hoặc dự đoán trong, mà sẽ được mô tả sau đây và được sử dụng để tạo ra phần dư dự đoán được lượng tử hóa trước. Khối được khôi phục này được lưu trữ trong bộ nhớ khối tham chiếu 1308 hoặc bộ nhớ không gian tham chiếu 1310.

Bộ dự đoán trong 1309 tạo ra khối được dự đoán của khối đích mã hóa nhờ sử dụng thông tin thuộc tính của khối lân cận được lưu trữ trong bộ nhớ khối tham chiếu 1308. Thông tin thuộc tính bao gồm thông tin màu hoặc độ phản xạ của các điểm ảnh ba chiều. Bộ dự đoán trong 1309 tạo ra giá trị được dự đoán của thông tin màu hoặc độ phản xạ của khối đích mã hóa.

FIG.44 là sơ đồ để mô tả hoạt động của bộ dự đoán trong 1309. Ví dụ, bộ dự đoán trong 1309 tạo ra khối được dự đoán của khối đích mã hóa (idx khối = 3) được thể hiện trên FIG.44, sử dụng khối lân cận (idx khối = 0). idx khối ở đây là thông tin nhận dạng mà được đính kèm vào khối trong không gian và giá trị khác nhau được gán tới mỗi khối. Thứ tự để gán idx khối có thể tương tự như thứ tự mã hóa và có thể cũng khác với thứ tự mã hóa. Ví dụ, bộ dự đoán trong 1309 sử dụng giá trị trung bình của thông tin màu của các điểm ảnh ba chiều được chứa trong idx khối = 0, mà là khối lân cận, như là giá trị được dự đoán của thông tin màu của khối đích mã hóa được thể hiện trên FIG.44. Trong trường hợp này, phần dư dự đoán được tạo ra bằng cách trừ giá trị được dự đoán của thông tin màu từ thông tin màu của mỗi điểm ảnh ba chiều được chứa trong

khối đích mã hóa. Các xử lý sau đây được thực hiện bởi bộ biến đổi 1303 và các bộ xử lý tiếp theo đối với phần dư dự đoán này. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm vào dòng bit, thông tin khối lân cận và thông tin chế độ dự đoán. Thông tin khối lân cận ở đây là thông tin mà chỉ báo khối lân cận được sử dụng trong việc dự đoán và chỉ báo, ví dụ, idx khối của khối lân cận được sử dụng trong việc dự đoán. Thông tin chế độ dự đoán ở đây chỉ báo chế độ được sử dụng tạo ra khối được dự đoán. Chế độ này là, ví dụ, chế độ giá trị trung bình trong đó giá trị được dự đoán được tạo ra nhờ sử dụng giá trị trung bình của các điểm ảnh ba chiều trong khối lân cận, hoặc chế độ trung bình trong đó giá trị được dự đoán được tạo ra nhờ sử dụng giá trị trung bình của các điểm ảnh ba chiều trong khối lân cận.

Bộ dự đoán trong 1309 có thể tạo ra khối được dự đoán nhờ sử dụng các khối lân cận. Ví dụ, trong cấu trúc được thể hiện trên FIG.44, bộ dự đoán trong 1309 tạo ra khối được dự đoán 0 nhờ sử dụng khối với idx khối = 0 và tạo ra khối được dự đoán 1 nhờ sử dụng khối với idx khối = 1. Bộ dự đoán trong 1309 sau đó tạo ra giá trị trung bình của khối được dự đoán 0 và khối được dự đoán 1 như là khối được dự đoán cuối cùng. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào dòng bit, các idx khối của các khối được sử dụng để tạo ra khối được dự đoán.

FIG.45 là sơ đồ thể hiện giản lược xử lý dự đoán liên đới theo phương án của sáng chế. Bộ dự đoán liên đới 1311 mã hóa (dự đoán liên đới) không gian (SPC) được kết hợp với thời điểm định trước T_Cur nhờ sử dụng không gian được mã hóa được kết hợp với thời điểm khác nhau T_LX. Trong trường hợp này, bộ dự đoán liên đới 1311 thực hiện xử lý mã hóa bằng cách áp dụng xử lý quay và dịch tới không gian được mã hóa được kết hợp với thời điểm khác nhau T_LX.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm vào dòng bit, thông tin RT liên quan đến xử lý quay và dịch thích hợp đối với không gian được kết hợp với thời điểm khác nhau T_LX. Thời điểm khác nhau T_LX là, ví dụ, thời điểm

T_L0 trước thời điểm định trước T_Cur. Tại điểm này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào dòng bit, thông tin RT RT_L0 liên quan đến xử lý quay và dịch thích hợp đối với không gian được kết hợp với thời điểm T_L0.

Ngoài ra, thời điểm khác nhau T_LX là, ví dụ, thời điểm T_L1 sau thời điểm định trước T_Cur. Tại điểm này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào dòng bit, thông tin RT RT_L1 liên quan đến xử lý quay và dịch thích hợp đối với không gian được kết hợp với thời điểm T_L1.

Ngoài ra, bộ dự đoán liên đới 1311 mã hóa (dự đoán hai chiều) có viện dẫn tới các không gian được kết hợp với thời điểm T_L0 và thời điểm T_L1 mà các thời điểm này là khác nhau. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào dòng bit, cả thông tin RT RT_L0 và thông tin RT RT_L1 liên quan đến xử lý quay và dịch thích hợp đói với các không gian của chúng.

Lưu ý rằng T_L0 đã được mô tả là đứng trước T_Cur và T_L1 là đứng sau T_Cur, nhưng không cần thiết bị giới hạn ở đó. Ví dụ, T_L0 và T_L1 có thể đều đứng trước T_Cur. T_L0 và T_L1 có thể cũng đều đứng sau T_Cur.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào dòng bit, thông tin RT liên quan đến xử lý dịch và quay thích hợp đối với các không gian được kết hợp với các thời điểm khác nhau, khi mã có viện dẫn tới mỗi không gian. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 quản lý các không gian được mã hóa cần được viện dẫn tới, nhờ sử dụng hai danh sách tham chiếu (danh sách L0 và danh sách L1). Khi không gian tham chiếu thứ nhất trong danh sách L0 là L0R0, không gian tham chiếu thứ hai trong danh sách L0 là L0R1, không gian tham chiếu thứ nhất trong danh sách L1 là L1R0 và không gian tham chiếu thứ hai trong danh sách L1 là L1R1, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm vào dòng bit, thông tin RT RT_L0R0 của L0R0, thông tin RT RT_L0R1 của L0R1, thông tin RT RT_L1R0 của L1R0 và thông tin RT RT_L1R1 của L1R1. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm các đoạn thông tin RT này vào thông tin tiêu đề và loại tương tự của dòng bit.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 xác định có áp dụng xử lý dịch và quay trên không gian tham chiếu hay không, khi mã hóa có viện dẫn tới các không gian tham chiếu được kết hợp với các thời điểm khác nhau. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm vào thông tin tiêu đề và loại tương tự của dòng bit, thông tin (cờ RT, v.v.) mà chỉ báo rằng việc dịch và quay có được áp dụng trên không gian tham chiếu hay không. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tính toán thông tin RT và giá trị sai số điểm gần nhất lặp lại (ICP-Iterative Closest Point), nhờ sử dụng thuật toán ICP trên không gian tham chiếu cần được viện dẫn từ không gian đích mã hóa. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 xác định rằng việc dịch và quay không cần được thực hiện và thiết lập cờ RT thành tắt (OFF), khi giá trị sai số ICP thấp hơn hoặc bằng giá trị cố định định trước. Ngược lại, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 thiết lập cờ RT thành bật (ON) và đính kèm thông tin RT vào dòng bit, khi giá trị sai số ICP vượt quá giá trị cố định nêu trên.

FIG.46 là sơ đồ thể hiện cú pháp ví dụ được đính kèm vào thông tin tiêu đề của thông tin RT và cờ RT. Lưu ý rằng số lượng bit được gán tới mỗi cú pháp có thể được quyết định dựa trên phạm vi của cú pháp này. Ví dụ, khi tám không gian tham chiếu được chứa trong danh sách tham chiếu L0, 3 bit có thể được gán tới MaxRefSpc_l0. Số lượng bit cần được gán có thể là biến thiên theo giá trị mà mỗi cú pháp có thể có và có thể cũng là cố định bất kể giá trị mà mỗi cú pháp có thể có. Khi số lượng bit cần được gán được cố định, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể đính kèm số lượng bit cố định này vào thông tin tiêu đề khác.

MaxRefSpc_l0 được thể hiện trên FIG.46 chỉ báo số lượng không gian tham chiếu được chứa trong danh sách tham chiếu L0. RT_flag_l0[i] là cờ RT của không gian tham chiếu i trong danh sách tham chiếu L0. Khi RT_flag_l0[i] là 1, việc dịch và quay được áp dụng tới không gian tham chiếu i. Khi RT_flag_l0[i] là 0, việc dịch và quay không được áp dụng tới không gian tham chiếu i.

R_l0[i] và T_l0[i] là thông tin RT của không gian tham chiếu i trong

danh sách tham chiếu L0. R_l0[i] là thông tin quay của không gian tham chiếu i trong danh sách tham chiếu L0. Thông tin quay chỉ báo các nội dung của xử lý quay được áp dụng và là, ví dụ, ma trận quay hoặc bộ bốn. T_l0[i] là thông tin dịch của không gian tham chiếu i trong danh sách tham chiếu L0. Thông tin dịch chỉ báo các nội dung của xử lý dịch được áp dụng và là, ví dụ, vectơ dịch.

MaxRefSpc_l1 chỉ báo số lượng không gian tham chiếu được chứa trong danh sách tham chiếu L1. RT_flag_l1[i] là cờ RT của không gian tham chiếu i trong danh sách tham chiếu L1. Khi RT_flag_l1[i] là 1, việc dịch và quay được áp dụng tới không gian tham chiếu i. Khi RT_flag_l1[i] là 0, việc dịch và quay không được áp dụng tới không gian tham chiếu i.

R_l1[i] và T_l1[i] là thông tin RT của không gian tham chiếu i trong danh sách tham chiếu L1. R_l1[i] là thông tin quay của không gian tham chiếu i trong danh sách tham chiếu L1. Thông tin quay chỉ báo các nội dung của xử lý quay được áp dụng và là, ví dụ, ma trận quay hoặc bộ bốn. T_l1[i] là thông tin dịch của không gian tham chiếu i trong danh sách tham chiếu L1. Thông tin dịch chỉ báo các nội dung của xử lý dịch được áp dụng và là, ví dụ, vectơ dịch.

Bộ dự đoán liên đới 1311 tạo ra khối được dự đoán của khối đích mã hóa nhờ sử dụng thông tin về không gian tham chiếu được mã hóa được lưu trữ trong bộ nhớ không gian tham chiếu 1310. Như được mô tả nêu trên, trước khi tạo ra khối được dự đoán của khối đích mã hóa, bộ dự đoán liên đới 1311 tính toán thông tin RT tại không gian đích mã hóa và không gian tham chiếu sử dụng thuật toán ICP, để thu được quan hệ vị trí chung giữa không gian đích mã hóa và không gian tham chiếu. Sau đó, bộ dự đoán liên đới 1311 thu nhận không gian tham chiếu B bằng cách áp dụng xử lý dịch và quay tới không gian tham chiếu nhờ sử dụng thông tin RT được tính toán. Sau đó, bộ dự đoán liên đới 1311 tạo ra khối được dự đoán của khối đích mã hóa trong không gian đích mã hóa nhờ sử dụng thông tin trong không gian tham chiếu B. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm vào thông tin tiêu đề và loại tương tự của không gian đích mã hóa, thông tin RT được sử dụng để thu nhận không gian tham chiếu B.

Theo cách thức này, bộ dự đoán liên đới 1311 có khả năng cải thiện độ chính xác của khối được dự đoán bằng cách tạo ra khối được dự đoán nhờ sử dụng thông tin của không gian tham chiếu, sau khi thu được quan hệ vị trí chung giữa không gian đích mã hóa và không gian tham chiếu, bằng cách áp dụng xử lý dịch và quay tới không gian tham chiếu. Có thể làm giảm lượng mã do có thể giới hạn phần dư dự đoán. Lưu ý rằng ví dụ đã được mô tả trong đó ICP được thực hiện nhờ sử dụng không gian đích mã hóa và không gian tham chiếu, nhưng không cần thiết bị giới hạn ở đây. Ví dụ, bộ dự đoán liên đới 1311 có thể tính toán thông tin RT bằng cách thực hiện ICP nhờ sử dụng ít nhất một trong số (i) không gian đích mã hóa trong đó điểm ảnh dự liệu ba chiều hoặc số lượng đám mây điểm được thu gọn, hoặc (ii) không gian tham chiếu trong đó điểm ảnh dự liệu ba chiều hoặc số lượng đám mây điểm được rút gọn, để làm giảm lượng xử lý.

Khi giá trị sai số ICP thu được như là kết quả của ICP nhỏ hơn ngưỡng thứ nhất định trước, tức là., khi ví dụ quan hệ vị trí giữa không gian đích mã hóa và không gian tham chiếu là giống nhau, bộ dự đoán liên đới 1311 xác định rằng xử lý dịch và quay là không cần thiết và xử lý dịch và quay không cần được thực hiện. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể điều khiển thông tin tiêu đề bằng cách không đính kèm thông tin RT vào dòng bit.

Khi giá trị sai số ICP lớn hơn ngưỡng thứ hai định trước, bộ dự đoán liên đới 1311 xác định rằng sự thay đổi dạng giữa các không gian là lớn và việc dự đoán trong có thể được áp dụng trên tất cả khối của không gian đích mã hóa. Sau đây, các không gian mà việc dự đoán trong được áp dụng tới sẽ được gọi là các không gian trong. Ngưỡng thứ hai lớn hơn ngưỡng thứ nhất nêu trên. Phương án của sáng chế không bị giới hạn ở ICP và loại phương pháp bất kỳ có thể được sử dụng miễn là phương pháp tính toán thông tin RT sử dụng hai tập hợp điểm ảnh ba chiều hoặc hai tập hợp đám mây điểm.

Khi thông tin thuộc tính, ví dụ dạng hoặc thông tin màu, được chứa trong dữ liệu ba chiều, bộ dự đoán liên đới 1311 tìm kiếm, ví dụ, khối mà thông tin

thuộc tính của nó, ví dụ dạng hoặc thông tin màu, là tương tự nhất với khối đích mã hóa trong không gian tham chiếu, như là khối được dự đoán của khối đích mã hóa trong không gian đích mã hóa. Không gian tham chiếu này là, ví dụ, không gian tham chiếu mà trên đó xử lý dịch và quay nêu trên đã được thực hiện. Bộ dự đoán liên đới 1311 tạo ra khối được dự đoán nhờ sử dụng khối (khối tham chiếu) thu được thông qua tìm kiếm. FIG.47 là sơ đồ mô tả hoạt động tạo ra khối được dự đoán. Khi mã hóa khối đích mã hóa (idx khối = 0) được thể hiện trên FIG.47 nhờ sử dụng dự đoán liên đới, bộ dự đoán liên đới 1311 tìm kiếm khối với phần dư dư dự đoán nhỏ nhất, mà là độ chênh lệch giữa khối đích mã hóa và khối tham chiếu, trong khi quét tuần tự khối tham chiếu trong không gian tham chiếu. Bộ dự đoán liên đới 1311 lựa chọn khối với phần dư dự đoán nhỏ nhất như là khối được dự đoán. Các phần dư dự đoán của khối đích mã hóa và khối được dự đoán được mã hóa thông qua các xử lý được thực hiện bởi bộ biến đổi 1303 và các bộ xử lý tiếp theo. Phần dư dự đoán ở đây là độ chênh lệch giữa thông tin thuộc tính của khối đích mã hóa và thông tin thuộc tính của khối được dự đoán. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 đính kèm vào thông tin tiêu đề và loại tương tự của dòng bit, idx khối của khối tham chiếu trong không gian tham chiếu, như là khối được dự đoán.

Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.47, khối tham chiếu với idx khối = 4 của không gian tham chiếu L0R0 được lựa chọn là khối được dự đoán của khối đích mã hóa. Các phần dư dự đoán của khối đích mã hóa và khối tham chiếu và idx khối tham chiếu = 4 được mã hóa sau đó và được đính kèm vào dòng bit.

Lưu ý rằng ví dụ đã được mô tả trong đó khối được dự đoán của thông tin thuộc tính được tạo ra, nhưng xử lý tương tự có thể được áp dụng tới khối được dự đoán của thông tin vị trí.

Bộ điều khiển dự đoán 1312 điều khiển có mã hóa hay không khối đích mã hóa nhờ sử dụng dự đoán trong hoặc dự đoán liên đới. Chế độ bao gồm dự đoán trong và dự đoán liên đới được gọi là chế độ dự đoán. Ví dụ, bộ điều khiển dự đoán 1312 tính toán phần dư dự đoán khi khối đích mã hóa được dự đoán

nhờ sử dụng dự đoán trong và phần dư dự đoán khi khối đích mã hóa được dự đoán nhờ sử dụng dự đoán liên đới như là các giá trị đánh giá và lựa chọn chế độ dự đoán mà giá trị đánh giá là nhỏ hơn. Lưu ý rằng bộ điều khiển dự đoán 1312 có thể tính toán lượng mã thực tế bằng cách áp dụng biến đổi trực giao, lượng tử hóa và mã hóa entropy tới phần dư dự đoán của dự đoán trong và phần dư dự đoán của dự đoán liên đới và lựa chọn chế độ dự đoán nhờ sử dụng lượng mã được tính toán như là giá trị đánh giá. Thông tin tiêu đề (thông tin idx khối tham chiếu, v.v.) ngoài phần dư dự đoán có thể được thêm vào giá trị đánh giá. Bộ điều khiển dự đoán 1312 có thể lựa chọn liên tục dự đoán trong khi đã được quyết định trước để mã hóa không gian đích mã hóa sử dụng không gian trong.

Bộ mã hóa entropy 1313 tạo ra tín hiệu được mã hóa (dòng bit được mã hóa) bằng cách mã hóa độ dài biến thiên hệ số được lượng tử hóa, mà được nhập vào từ bộ lượng tử hóa 1304. Cụ thể, bộ mã hóa entropy 1313, ví dụ, nhị phân hóa hệ số được lượng tử hóa và mã hóa số học tín hiệu nhị phân thu được.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều mà giải mã tín hiệu được mã hóa được tạo ra bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 sẽ được mô tả tiếp theo. FIG.48 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 theo phương án của sáng chế. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 này bao gồm bộ giải mã entropy 1401, bộ lượng tử hóa ngược 1402, bộ biến đổi ngược 1403, bộ cộng 1404, bộ nhớ khối tham chiếu 1405, bộ dự đoán trong 1406, bộ nhớ không gian tham chiếu 1407, bộ dự đoán liên đới 1408 và bộ điều khiển dự đoán 1409.

Bộ giải mã entropy 1401 giải mã độ dài biến thiên tín hiệu được mã hóa (dòng bit được mã hóa). Ví dụ, bộ giải mã entropy 1401 tạo ra tín hiệu nhị phân bằng cách giải mã số học tín hiệu được mã hóa và tạo ra hệ số được lượng tử hóa nhờ sử dụng tín hiệu nhị phân được tạo ra.

Bộ lượng tử hóa ngược 1402 tạo ra hệ số được lượng tử hóa ngược bằng cách lượng tử hóa ngược hệ số được lượng tử hóa được nhập vào từ bộ giải mã entropy 1401, sử dụng tham số lượng tử hóa được đính kèm vào dòng bit và loại tương tự.

Bộ biến đổi ngược 1403 tạo ra phần dư dự đoán bằng cách biến đổi ngược hệ số được lượng tử hóa ngược được nhập vào từ bộ lượng tử hóa ngược 1402. Ví dụ, bộ biến đổi ngược 1403 tạo ra phần dư dự đoán bằng cách biến đổi trực giao ngược hệ số được lượng tử hóa ngược, dựa trên thông tin được đính kèm vào dòng bit.

Bộ cộng 1404 cộng, để tạo ra khối được khôi phục, (i) phần dư dự đoán được tạo ra bởi bộ biến đổi ngược 1403 với (ii) khối được dự đoán được tạo ra thông qua dự đoán trong hoặc dự đoán trong. Khối được khôi phục này được xuất ra như là dữ liệu ba chiều được giải mã và được lưu trữ trong bộ nhớ khối tham chiếu 1405 hoặc bộ nhớ không gian tham chiếu 1407.

Bộ dự đoán trong 1406 tạo ra khối được dự đoán thông qua dự đoán trong nhờ sử dụng khối tham chiếu trong bộ nhớ khối tham chiếu 1405 và thông tin được đính kèm vào dòng bit. Cụ thể, bộ dự đoán trong 1406 thu nhận thông tin khối lân cận (ví dụ idx khối) được đính kèm vào dòng bit và thông tin chế độ dự đoán và tạo ra khối được dự đoán thông qua chế độ được chỉ báo bởi thông tin chế độ dự đoán, nhờ sử dụng khối lân cận được chỉ báo trong thông tin khối lân cận. Lưu ý rằng các cụ thể của các xử lý này là tương tự như các xử lý được thực hiện bởi bộ dự đoán trong 1309 nêu trên, ngoại trừ thông tin nào được đính kèm vào dòng bit được sử dụng.

Bộ dự đoán liên đới 1408 tạo ra khối được dự đoán thông qua dự đoán liên đới nhờ sử dụng không gian tham chiếu trong bộ nhớ không gian tham chiếu 1407 và thông tin được đính kèm vào dòng bit. Cụ thể, bộ dự đoán liên đới 1408 áp dụng xử lý dịch và quay tới không gian tham chiếu sử dụng thông tin RT trên không gian tham chiếu được đính kèm vào dòng bit và tạo ra khối được dự đoán sử dụng không gian tham chiếu được quay và dịch. Lưu ý rằng khi cờ RT được hiện diện trong dòng bit trên không gian tham chiếu, bộ dự đoán liên đới 1408 áp dụng xử lý dịch và quay tới không gian tham chiếu theo cờ RT. Lưu ý rằng các cụ thể của các xử lý này là tương tự như các xử lý được thực hiện bởi bộ dự đoán liên đới 1311 nêu trên, ngoại trừ thông tin nào được đính kèm vào

dòng bit được sử dụng.

Bộ điều khiển dự đoán 1409 điều khiển có giải mã hay không khối đích giải mã nhờ sử dụng dự đoán trong hoặc dự đoán liên đới. Ví dụ, bộ điều khiển dự đoán 1409 lựa chọn việc dự đoán trong hoặc dự đoán liên đới theo thông tin mà được đính kèm vào dòng bit và chỉ báo chế độ dự đoán cần được sử dụng. Lưu ý rằng bộ điều khiển dự đoán 1409 có thể liên tục lựa chọn việc dự đoán trong khi đã được quyết định trước để giải mã không gian đích giải mã nhờ sử dụng không gian trong.

Sau đây, các biến thể của phương án sẽ được mô tả. Trong phương án của sáng chế, ví dụ được mô tả trong đó việc dịch và quay được áp dụng trong các đơn vị của các không gian, nhưng việc dịch và quay có thể cũng được áp dụng trong các đơn vị nhỏ hơn. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể chia không gian thành các không gian con và áp dụng việc dịch và quay trong các đơn vị của các không gian con. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tạo ra thông tin RT trên không gian con và đính kèm thông tin RT được tạo ra vào thông tin tiêu đề và loại tương tự của dòng bit. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể áp dụng việc dịch và quay trong các đơn vị của các khối, mà là đơn vị mã hóa. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tạo ra thông tin RT trong các đơn vị của các khối được mã hóa và đính kèm thông tin RT được tạo ra vào thông tin tiêu đề và loại tương tự của dòng bit. Phần nêu trên có thể cũng được kết hợp. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể áp dụng việc dịch và quay trong các đơn vị lớn và sau đó áp dụng việc dịch và quay trong các đơn vị nhỏ. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể áp dụng việc dịch và quay trong các đơn vị của các không gian và có thể cũng áp dụng các việc dịch và quay khác nhau tới mỗi khối được chứa trong các không gian thu được.

Trong phương án của sáng chế, ví dụ đã được mô tả trong đó việc dịch và quay được áp dụng tới không gian tham chiếu, nhưng không cần thiết bị giới hạn ở đó. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể áp dụng xử lý biến

đổi tỷ lệ và thay đổi kích cỡ của dữ liệu ba chiều. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể cũng áp dụng một hoặc hai trong số việc quay, dịch và biến đổi tỷ lệ. Khi áp dụng các xử lý trong nhiều giai đoạn và các đơn vị khác nhau như được mô tả nêu trên, loại xử được áp dụng trong mỗi đơn vị có thể khác nhau. Ví dụ, việc dịch và quay có thể được áp dụng trong các đơn vị của các không gian và việc dịch có thể được áp dụng trong các đơn vị của các khối.

Lưu ý rằng các biến thể này cũng có thể được áp dụng tới thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400.

Như được mô tả nêu trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 theo phương án của sáng chế thực hiện các xử lý sau đây. FIG.48 là lưu đồ của xử lý dự đoán liên đới được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tạo ra thông tin vị trí được dự đoán (ví dụ khối được dự đoán) nhờ sử dụng thông vị trí về các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều (ví dụ không gian tham chiếu) được kết hợp với thời gian khác với thời gian được kết hợp với dữ liệu ba chiều hiện tại (ví dụ không gian đích mã hóa) (S1301). Cụ thể, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tạo ra thông tin vị trí được dự đoán bằng cách áp dụng xử lý dịch và quay tới thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều.

Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể thực hiện xử lý dịch và quay nhờ sử dụng đơn vị thứ nhất (ví dụ các không gian) và có thể thực hiện việc tạo ra thông tin vị trí được dự đoán nhờ sử dụng đơn vị thứ hai (ví dụ các khối) mà nhỏ hơn đơn vị thứ nhất. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tìm kiếm khối trong số các khối được chứa trong không gian tham chiếu được dịch và quay, thông tin vị trí của nó khác với ít nhất thông tin vị trí của khối đích mã hóa được chứa trong không gian đích mã hóa. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể thực hiện xử lý dịch và quay và tạo ra thông tin vị trí được dự đoán trong cùng đơn vị.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể tạo ra thông tin vị trí được

dự đoán bằng cách áp dụng (i) xử lý dịch và quay thứ nhất tới thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều và (ii) xử lý dịch và quay thứ hai tới thông tin vị trí trên các điểm ba chiều thu được thông qua xử lý dịch và quay thứ nhất, xử lý dịch và quay thứ nhất sử dụng đơn vị thứ nhất (ví dụ các không gian) và xử lý dịch và quay thứ hai sử dụng đơn vị thứ hai (ví dụ các khối) mà nhỏ hơn khối thứ nhất.

Ví dụ, như được minh họa trong FIG.41, thông tin vị trí trên các điểm ba chiều và thông tin vị trí được dự đoán được biểu diễn nhờ sử dụng cấu trúc cây bát phân. Ví dụ, thông tin vị trí trên các điểm ba chiều và thông tin vị trí được dự đoán được biểu diễn trong thứ tự quét mà ưu tiên độ rộng hơn độ sâu trong cấu trúc cây bát phân. Ví dụ, thông tin vị trí trên các điểm ba chiều và thông tin vị trí được dự đoán được biểu diễn trong thứ tự quét mà ưu tiên độ sâu hơn độ rộng trong cấu trúc cây bát phân.

Như được minh họa trong FIG.46, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 mã hóa cờ RT mà chỉ báo có áp dụng xử lý dịch và quay hay không tới thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tạo ra tín hiệu được mã hóa (dòng bit được mã hóa) bao gồm cờ RT. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 mã hóa thông tin RT mà chỉ báo các nội dung của xử lý dịch và quay. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tạo ra tín hiệu được mã hóa (dòng bit được mã hóa) bao gồm thông tin RT. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể mã hóa thông tin RT khi cờ RT chỉ báo có áp dụng xử lý dịch và quay hay không và không cần mã hóa thông tin RT khi cờ RT chỉ báo không áp dụng xử lý dịch và quay.

Dữ liệu ba chiều bao gồm, ví dụ, thông tin vị trí trên các điểm ba chiều và thông tin thuộc tính (thông tin màu, v.v.) của mỗi điểm ba chiều. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tạo ra thông tin thuộc tính được dự đoán nhờ sử dụng thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều (S1302).

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 mã hóa thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại, nhờ sử dụng thông tin vị trí được dự đoán. Ví dụ, như được minh họa trong FIG.38, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tính toán thông tin vị trí chênh lệch, thông tin vị trí chênh lệch là độ chênh lệch giữa thông tin vị trí được dự đoán và thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại (S1303).

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 mã hóa thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại, sử dụng thông tin thuộc tính được dự đoán. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tính toán thông tin thuộc tính chênh lệch, thông tin thuộc tính chênh lệch là độ chênh lệch giữa thông tin thuộc tính được dự đoán và thông tin thuộc tính trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại (S1304). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 thực hiện việc biến đổi và lượng tử hóa trên thông tin thuộc tính chênh lệch được tính toán (S1305).

Cuối cùng, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 mã hóa (ví dụ mã hóa entropy) thông tin vị trí chênh lệch và thông tin thuộc tính chênh lệch được lượng tử hóa (S1036). Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 tạo ra tín hiệu được mã hóa (dòng bit được mã hóa) bao gồm thông tin vị trí chênh lệch và thông tin thuộc tính chênh lệch.

Lưu ý rằng khi thông tin thuộc tính không được chứa trong dữ liệu ba chiều, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 không cần thực hiện các bước S1302, S1304 và S1305. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 có thể cũng thực hiện chỉ một trong số việc mã hóa thông tin vị trí trên các điểm ba chiều và việc mã hóa thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều.

Thứ tự xử lý được thể hiện trên FIG.49 chỉ là ví dụ và không bị giới hạn ở đây. Ví dụ, do các xử lý đối với thông tin vị trí (S1301 và S1303) và xử lý đối với thông tin thuộc tính (S1302, S1304 và S1305) là tách biệt nhau, các xử lý này có thể được thực hiện theo thứ tự tùy chọn và một phần của các xử lý này có thể cũng được thực hiện một cách song song.

Với phần nêu trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 theo phương án của sáng chế tạo ra thông tin vị trí được dự đoán nhờ sử dụng thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều được kết hợp với thời gian khác với thời gian được kết hợp với dữ liệu ba chiều hiện tại; và mã hóa thông tin vị trí chênh lệch, mà là độ chênh lệch giữa thông tin vị trí được dự đoán và thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại. Điều này làm cho có thể cải thiện hiệu quả mã hóa do có thể làm giảm lượng dữ liệu của tín hiệu được mã hóa.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 theo phương án của sáng chế tạo ra thông tin thuộc tính được dự đoán nhờ sử dụng thông tin thuộc tính trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều; và mã hóa thông tin thuộc tính chênh lệch, mà là độ chênh lệch giữa thông tin thuộc tính được dự đoán và thông tin thuộc tính trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại. Điều này làm cho có thể cải thiện hiệu quả mã hóa do có thể làm giảm lượng dữ liệu của tín hiệu được mã hóa.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 1300 bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ xử lý sử dụng bộ nhớ để thực hiện các xử lý nêu trên.

FIG.48 là lưu đồ của xử lý dự đoán liên đới được thực hiện bởi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 giải mã (ví dụ giải mã entropy) thông tin vị trí chênh lệch và thông tin thuộc tính chênh lệch từ tín hiệu được mã hóa (dòng bit được mã hóa) (S1401).

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 giải mã, từ tín hiệu được mã hóa, cờ RT mà chỉ báo có áp dụng hay không xử lý dịch và quay tới thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 mã hóa thông tin RT mà chỉ báo các nội dung của xử lý dịch và quay. Lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 có thể giải mã thông tin RT khi cờ RT chỉ báo áp dụng xử lý dịch và quay và không cần giải mã thông tin RT khi cờ RT chỉ báo không áp dụng xử lý dịch và quay.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 thực hiện việc biến đổi ngược và lượng tử hóa ngược trên thông tin thuộc tính chênh lệch được giải mã (S1402).

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 tạo ra thông tin vị trí được dự đoán (ví dụ khối được dự đoán) nhờ sử dụng thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều (ví dụ không gian tham chiếu) được kết hợp với thời gian khác với thời gian được kết hợp với dữ liệu ba chiều hiện tại (ví dụ không gian đích giải mã) (S1403). Cụ thể, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 tạo ra thông tin vị trí được dự đoán bằng cách áp dụng xử lý dịch và quay tới thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều.

Cụ thể hơn, khi cờ RT chỉ báo áp dụng xử lý dịch và quay, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 áp dụng xử lý dịch và quay trên thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều được chỉ báo trong thông tin RT. Ngược lại, khi cờ RT chỉ báo không áp dụng xử lý dịch và quay, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 không áp dụng xử lý dịch và quay trên thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều.

Lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 có thể thực hiện xử lý dịch và quay nhờ sử dụng đơn vị thứ nhất (ví dụ các không gian) và có thể thực hiện việc tạo ra thông tin vị trí được dự đoán nhờ sử dụng đơn vị thứ hai (ví dụ các khối) mà nhỏ hơn đơn vị thứ nhất. Lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 có thể thực hiện xử lý dịch và quay và tạo ra thông tin vị trí được dự đoán trong cùng đơn vị.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 có thể tạo ra thông tin vị trí được dự đoán bằng cách áp dụng (i) xử lý dịch và quay thứ nhất tới thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều và (ii) xử lý dịch và quay thứ hai tới thông tin vị trí trên các điểm ba chiều thu được thông qua xử lý dịch và quay thứ nhất, xử lý dịch và quay thứ nhất sử dụng đơn vị thứ

nhất (ví dụ các không gian) và xử lý dịch và quay thứ hai sử dụng đơn vị thứ hai (ví dụ các khối) mà nhỏ hơn khối thứ nhất.

Ví dụ, như được minh họa trong FIG.41, thông tin vị trí trên các điểm ba chiều và thông tin vị trí được dự đoán được biểu diễn nhờ sử dụng cấu trúc cây bát phân. Ví dụ, thông tin vị trí trên các điểm ba chiều và thông tin vị trí được dự đoán được biểu diễn trong thứ tự quét mà ưu tiên độ rộng hơn độ sâu trong cấu trúc cây bát phân. Ví dụ, thông tin vị trí trên các điểm ba chiều và thông tin vị trí được dự đoán được biểu diễn trong thứ tự quét mà ưu tiên độ sâu hơn độ rộng trong cấu trúc cây bát phân.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 tạo ra thông tin thuộc tính được dự đoán nhờ sử dụng thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu tham chiếu ba chiều (S1404).

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 khôi phục thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại, bằng cách giải mã thông tin vị trí được mã hóa được chứa trong tín hiệu được mã hóa, nhờ sử dụng thông tin vị trí được dự đoán. Thông tin vị trí được mã hóa ở đây là thông tin vị trí chênh lệch. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 khôi phục thông tin vị trí trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại, bằng cách thêm thông tin vị trí chênh lệch vào thông tin vị trí được dự đoán (S1405).

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 khôi phục thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại, bằng cách giải mã thông tin thuộc tính được mã hóa được chứa trong tín hiệu được mã hóa, nhờ sử dụng thông tin thuộc tính được dự đoán. Thông tin thuộc tính được mã hóa ở đây là thông tin vị trí chênh lệch. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 khôi phục thông tin thuộc tính trên các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều hiện tại, bằng cách cộng thông tin thuộc tính chênh lệch vào thông tin thuộc tính được dự đoán (S1406).

Lưu ý rằng khi thông tin thuộc tính không được chứa trong dữ liệu ba

chiều, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 không cần thực hiện các bước S1402, S1404 và S1406. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 1400 có thể cũng thực hiện chỉ một trong số việc giải mã thông tin vị trí trên các điểm ba chiều và giải mã thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều.

Thứ tự xử lý được thể hiện trên FIG.50 chỉ là ví dụ và không bị giới hạn ở đây. Ví dụ, do các xử lý đối với thông tin vị trí (S1403 và S1405) và các xử lý đối với thông tin thuộc tính (S1402, S1404 và S1406) được tách biệt với nhau, các xử lý này có thể được thực hiện trong thứ tự tùy chọn và một của các xử lý này có thể cũng được thực hiện một cách song song.

Phương án 8

Trong phương án của sáng chế, phương pháp điều khiển tham chiếu khi mã chiếm giữ được mã hóa sẽ được mô tả. Lưu ý rằng mặc dù phần sau đây chủ yếu mô tả hoạt động của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể thực hiện cùng xử lý.

Mỗi FIG.51 và FIG.52 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu theo phương án của sáng chế. Cụ thể, FIG.51 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong cấu trúc cây bát phân và FIG.52 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong vùng không gian.

Trong phương án của sáng chế, khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa thông tin mã hóa của nút hiện tại cần được mã hóa (sau đây được gọi là nút hiện tại), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều viện dẫn tới thông tin mã hóa của mỗi nút trong nút gốc mà nút hiện tại thuộc về. Tuy nhiên, liên quan đến việc này, thiết bị mã hóa ba chiều không viện dẫn tới thông tin mã hóa của mỗi nút trong nút khác (sau đây được gọi là nút lân cận gốc) mà nằm trong cùng lớp như nút gốc. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều ngắt hoặc chặn tham chiếu tới nút lân cận gốc.

Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cho phép việc tham chiếu tới thông tin mã hóa của nút gốc (sau đây cũng được gọi là nút gốc cấp trên) của nút gốc. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa

thông tin mã hóa của nút hiện tại bằng cách tham chiếu tới thông tin mã hóa của mỗi nút gốc cấp trên và nút gốc mà nút hiện tại thuộc về.

Ở đây, thông tin mã hóa là, ví dụ, mã chiếm giữ. Khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa mã chiếm giữ của nút hiện tại, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều viện dẫn tới thông tin (sau đây được gọi là thông tin chiếm giữ) mà chỉ báo rằng đám mây điểm có được chứa trong mỗi nút trong nút gốc mà nút hiện tại thuộc về hay không. Nói cách khác, khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa mã chiếm giữ của nút hiện tại, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều viện dẫn tới mã chiếm giữ của nút gốc. Mặt khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không viện dẫn tới thông tin chiếm giữ của mỗi nút trong nút lân cận gốc. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không viện dẫn tới mã chiếm giữ của nút lân cận gốc. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể viện dẫn tới thông tin chiếm giữ của mỗi nút trong nút gốc cấp trên. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể viện dẫn tới thông tin chiếm giữ của mỗi nút gốc và nút lân cận gốc.

Ví dụ, khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa mã chiếm giữ của nút hiện tại, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn Bảng mã hóa cần được sử dụng để mã hóa entropy của mã chiếm giữ của nút hiện tại, sử dụng mã chiếm giữ của nút gốc cấp trên hoặc nút gốc mà nút hiện tại thuộc về. Lưu ý rằng các chi tiết sẽ được mô tả sau đây. Tại thời điểm này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần viện dẫn tới mã chiếm giữ của nút lân cận gốc. Do điều này cho phép thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, khi mã hóa mã chiếm giữ của nút hiện tại, lựa chọn thích hợp Bảng mã hóa theo thông tin của mã chiếm giữ của nút gốc hoặc nút gốc cấp trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa. Ngoài ra, bằng cách không viện dẫn tới nút lân cận gốc, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm xử lý kiểm tra thông tin của nút lân cận gốc và làm giảm dung lượng bộ nhớ để lưu trữ thông tin này. Ngoài ra, việc quét mã chiếm giữ của mỗi nút của cây bát phân trong thứ tự độ sâu trước làm cho việc mã hóa trở nên dễ dàng.

Phần sau đây mô tả ví dụ của lựa chọn Bảng mã hóa nhờ sử dụng mã chiếm giữ của nút gốc. FIG.53 là sơ đồ minh họa ví dụ của nút hiện tại và các nút tham chiếu lân cận. FIG.54 là sơ đồ minh họa quan hệ giữa nút gốc và các nút. FIG.55 là sơ đồ minh họa ví dụ của mã chiếm giữ của nút gốc. Ở đây, nút tham chiếu lân cận là nút được viện dẫn tới khi nút hiện tại được mã hóa, trong số các nút lân cận về mặt không gian với nút hiện tại. Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.53, các nút lân cận thuộc về cùng lớp như nút hiện tại. Ngoài ra, nút X mà lân cận với nút hiện tại trong chiều x, nút Y mà lân cận với khối hiện tại trong chiều y và nút Z mà lân cận với khối hiện tại trong chiều z được sử dụng như là các nút lân cận tham chiều. Nói cách khác, một nút lân cận được thiết lập như là nút lân cận tham chiếu trong mỗi chiều x, y và z.

Lưu ý rằng các số nút được thể hiện trên FIG.54 là một ví dụ và quan hệ giữa các số nút và các vị trí nút không bị giới hạn ở quan hệ được thể hiện trên FIG.54. Mặc dù nút 0 được gán tới bit bậc thứ tự nhất và nút 7 được gán tới bit thứ tự cao nhất trong FIG.55, các việc gán có thể được thực hiện trong thứ tự ngược lại. Ngoài ra, mỗi nút có thể được gán tới bit bất kỳ.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định bảng mã hóa cần được sử dụng khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa entropy mã chiếm giữ của nút hiện tại, sử dụng phương trình sau đây, chẳng hạn.

CodingTable = (FlagX << 2) + (FlagY << 1) + (FlagZ)

Ở đây, CodingTable chỉ báo bảng mã hóa đối với mã chiếm giữ của nút hiện tại và chỉ báo một trong số các giá trị trong khoảng từ 0 đến 7. FlagX là thông tin chiếm giữ của nút lân cận X. FlagX chỉ báo 1 khi nút lân cận X bao gồm đám mây điểm (được chiếm giữ) và chỉ báo 0 khi không bao gồm đám mây điểm. FlagY là thông tin chiếm giữ của nút lân cận Y. FlagY chỉ báo 1 khi nút lân cận Y bao gồm đám mây điểm (được chiếm giữ) và chỉ báo 0 khi không bao gồm đám mây điểm. FlagZ là thông tin chiếm giữ của nút lân cận Z. FlagZ chỉ báo 1 khi nút lân cận Z bao gồm đám mây điểm (được chiếm giữ) và chỉ báo 0 khi không bao gồm đám mây điểm.

Lưu ý rằng do thông tin mà chỉ báo rằng nút lân cận được chiếm giữ được chứa trong mã chiếm giữ của nút gốc, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể lựa chọn bảng mã hóa sử dụng giá trị được chỉ báo bởi mã chiếm giữ của nút gốc.

Từ phần nêu trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách lựa chọn bảng mã hóa nhờ sử dụng thông tin mà chỉ báo rằng nút lân cận của nút hiện tại có bao gồm đám mây điểm hay không.

Ngoài ra, như được minh họa trong FIG.53, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể lựa chọn nút tham chiếu lân cận theo vị trí không gian của nút hiện tại trong nút gốc. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể lựa chọn nút lân cận cần được viện dẫn từ các nút lân cận, theo vị trí không gian của nút hiện tại trong nút gốc.

Tiếp theo, phần sau đây mô tả các ví dụ về các cấu trúc của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều và thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều. FIG.56 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa ba chiều 2100 theo phương án của sáng chế. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 2100 được minh họa trong FIG.56 bao gồm bộ tạo cây bát phân 2101, bộ tính toán thông tin hình học 2102, bộ lựa chọn bảng mã hóa 2103 và bộ mã hóa entropy 2104.

Bộ tạo cây bát phân 2101 tạo ra, ví dụ, cây bát phân từ các điểm ba chiều (đám mây điểm) được nhập vào và tạo ra mã chiếm giữ đối với mỗi nút được chứa trong cây bát phân. Bộ tính toán thông tin hình học 2102 thu nhận thông tin chiếm giữ mà chỉ báo rằng nút tham chiếu lân cận của nút hiện tại có được chiếm giữ hay không. Ví dụ, bộ tính toán thông tin hình học 2102 thu nhận thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận từ mã chiếm giữ của nút gốc mà nút hiện tại thuộc về. Lưu ý rằng, như được minh họa trong FIG.53, bộ tính toán thông tin hình học 2102 có thể lựa chọn nút tham chiếu lân cận theo vị trí của nút hiện tại trong nút gốc. Ngoài ra, bộ tính toán thông tin hình học 2102 không viện dẫn tới thông tin chiếm giữ của mỗi nút trong nút lân cận gốc.

Bộ lựa chọn bảng mã hóa 2103 lựa chọn bảng mã hóa cần được sử dụng

để mã hóa entropy mã chiếm giữ của nút hiện tại, sử dụng thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận được tính toán bởi bộ tính toán thông tin hình học 2102. Bộ mã hóa entropy 2104 tạo ra dòng bit bằng cách mã hóa entropy mã chiếm giữ sử dụng Bảng mã hóa được lựa chọn. Lưu ý rằng bộ mã hóa entropy 2104 có thể đính kèm vào dòng bit, thông tin mà chỉ báo Bảng mã hóa được lựa chọn.

FIG.57 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã ba chiều 2110 theo phương án của sáng chế. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 2110 được minh họa trong FIG.57 bao gồm bộ tạo cây bát phân 2111, bộ tính toán thông tin hình học 2112, bộ lựa chọn bảng mã hóa 2113 và bộ giải mã entropy 2114.

Bộ tạo cây bát phân 2111 tạo ra cây bát phân của không gian (các nút) sử dụng thông tin tiêu đề của dòng bit v.v. Bộ tạo cây bát phân 2111 tạo ra cây bát phân bằng cách, ví dụ, tạo ra không gian lớn (nút gốc) nhờ sử dụng kích cỡ của không gian theo các chiều trục x, trục y và trục z được đính kèm vào thông tin tiêu đề và tạo ra tám không gian nhỏ A (các nút A0 đến A7) bằng cách chia không gian thành hai dọc theo mỗi chiều trục x, trục y và trục z. Các nút A0 đến A7 được thiết lập như là nút hiện tại trong chuỗi.

Bộ tính toán thông tin hình học 2112 thu nhận thông tin chiếm giữ mà chỉ báo rằng nút tham chiếu lân cận của nút hiện tại có được chiếm giữ hay không. Ví dụ, bộ tính toán thông tin hình học 2112 thu nhận thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận từ mã chiếm giữ của nút gốc mà nút hiện tại thuộc về. Lưu ý rằng, như được minh họa trong FIG.53, bộ tính toán thông tin hình học 2112 có thể lựa chọn nút tham chiếu lân cận theo vị trí của nút hiện tại trong nút gốc. Ngoài ra, bộ tính toán thông tin hình học 2112 không viện dẫn tới thông tin chiếm giữ của mỗi nút trong nút lân cận gốc.

Bộ lựa chọn bảng mã hóa 2113 lựa chọn bảng mã hóa (Bảng giải mã) cần được sử dụng để giải mã entropy mã chiếm giữ của nút hiện tại, nhờ sử dụng thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận được tính toán bởi bộ tính toán thông tin hình học 2112. Bộ giải mã entropy 2114 tạo ra các điểm ba chiều bằng

cách giải mã entropy mã chiếm giữ nhờ sử dụng bảng mã hóa được lựa chọn. Lưu ý rằng bộ lựa chọn bảng mã hóa 2113 có thể thu nhận, bằng cách thực hiện giải mã, thông tin của bảng mã hóa được lựa chọn được đính kèm vào dòng bit và bộ giải mã entropy 2114 có thể sử dụng bảng mã hóa được chỉ báo bởi thông tin thu được.

Mỗi bit của mã chiếm giữ (8 bit) được chứa trong dòng bit chỉ báo rằng một trong số tám không gian nhỏ A (các nút A0 đến A7) tương ứng có bao gồm đám mây điểm hay không. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tạo ra cây bát phân bằng các chia nút không gian nhỏ A0 thành tám không gian nhỏ B (các nút B0 đến B7) và thu nhận thông tin mà chỉ báo rằng mỗi nút của không gian nhỏ B có bao gồm đám mây điểm hay không, bằng cách giải mã mã chiếm giữ. Theo cách thức này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã mã chiếm giữ của mỗi nút trong khi tạo ra cây bát phân bằng cách phân chia không gian lớn thành các không gian nhỏ.

Phần sau đây mô tả các thủ tục đối với các xử lý được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều và thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều. FIG.58 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều. Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định (định nghĩa) không gian (nút hiện tại) bao gồm một phần hoặc toàn bộ đám mây điểm ba chiều được nhập vào (S2101). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra tám tám không gian (nút) bằng cách phân chia nút hiện tại thành tám (S2102). Sau đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra mã chiếm giữ đối với nút hiện tại theo việc mỗi nút có bao gồm đám mây điểm hay không (S2103).

Sau đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán (thu nhận) thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận của nút hiện tại từ mã chiếm giữ của nút gốc của nút hiện tại (S2104). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn bảng mã hóa cần được sử dụng để mã hóa entropy, dựa trên thông tin chiếm giữ được tính toán của nút tham chiếu lân cận của nút hiện tại (S2105). Sau đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa entropy mã chiếm giữ của nút hiện tại nhờ sử

dụng bảng mã hóa được lựa chọn (S2106).

Cuối cùng, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lặp lại xử lý phân chia mỗi nút thành tám và mã hóa mã chiếm giữ của nút, cho đến khi nút không thể được phân chia (S2107). Nói cách khác, các bước S2102 đến S2106 được lặp lại đệ quy.

FIG.59 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều trong thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều. Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều xác định (định nghĩa) không gian (nút hiện tại) cần được giải mã, nhờ sử dụng thông tin tiêu đề của dòng bit (S2111). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tạo ra tám không gian (nút) nhỏ bằng cách phân chia nút hiện tại thành tám (S2112). Sau đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán (thu nhận) thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận của nút hiện tại từ mã chiếm giữ của nút gốc của nút hiện tại (S2113).

Sau đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều lựa chọn bảng mã hóa cần được sử dụng để giải mã entropy, dựa trên thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận (S2114). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã entropy mã chiếm giữ của nút hiện tại nhờ sử dụng bảng mã hóa được lựa chọn (S2115).

Cuối cùng, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều lặp lại xử lý phân chia mỗi nút thành tám và giải mã mã chiếm giữ của nút, cho đến khi nút không thể được phân chia (S2116). Nói cách khác, các bước S2112 đến S2115 được lặp lại đệ quy.

Tiếp theo, phần sau đây mô tả ví dụ của lựa chọn bảng mã hóa. FIG.60 là sơ đồ minh họa ví dụ của lựa chọn bảng mã hóa. Ví dụ, như trong bảng mã hóa 0 được thể hiện trên FIG.60, chế độ ngữ cảnh giống nhau có thể được áp dụng tới các mã chiếm giữ. Ngoài ra, mô hình ngữ cảnh khác nhau có thể được gán tới mỗi mã chiếm giữ. Do điều này cho phép việc gán của mô hình ngữ cảnh theo xác suất xuất hiện của mã chiếm giữ, có thể cải thiện hiệu quả mã hóa. Ngoài ra, mô hình ngữ cảnh mà cập nhật Bảng xác suất theo tần số xuất hiện của mã chiếm giữ có thể được sử dụng. Ngoài ra, mô hình ngữ cảnh có bảng xác suất cố

định có thể được sử dụng.

Sau đây, biến thể 1 của phương án sẽ được mô tả. FIG.61 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong biến thể này. Mặc dù thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không viện dẫn tới mã chiếm giữ của nút lân cận gốc trong phương án nêu trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi việc có viện dẫn mã chiếm giữ của nút lân cận gốc hay không, theo điều kiện cụ thể.

Ví dụ, khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa cây bát phân trong khi quét cây bát phân theo độ rộng trước, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa mã chiếm giữ của nút hiện tại bằng cách tham chiếu tới thông tin chiếm giữ của nút trong nút lân cận gốc. Ngược lại, khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa cây bát phân trong khi quét cây bát phân theo độ sâu trước, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều ngăn chặn việc tham chiếu tới thông tin chiếm giữ của trong nút lân cận gốc. Bằng cách lựa chọn thích hợp nút có thể tham chiếu theo thứ tự quét (thứ tự mã hóa) của các nút của cây bát phân trong cách thức nêu trên, có thể cải thiện hiệu quả mã hóa và làm giảm tải xử lý.

Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể đính kèm vào thông tin tiêu đề của dòng bit, thông tin mà chỉ báo, ví dụ, rằng cây bát phân được mã hóa theo độ rộng trước hoặc độ sâu trước. FIG.62 là sơ đồ minh họa ví dụ của cú pháp của thông tin tiêu đề trong trường hợp này. octree_scan_order được thể hiện trên FIG.62 là thông tin thứ tự mã hóa (cờ thứ tự mã hóa) mà chỉ báo thứ tự mã hóa đối với cây bát phân. Ví dụ, khi octree_scan_order là 0, độ rộng trước được chỉ báo và khi octree_scan_order là 1, độ sâu trước được chỉ báo. Do điều này cho phép thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều xác định rằng dòng bit đã được mã hóa theo độ rộng trước hay độ sâu trước bằng cách tham chiếu tới thông tin octree_scan_order, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã một cách thích hợp dòng bit

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể đính kèm vào thông tin tiêu đề của dòng bit, thông tin mà chỉ báo rằng có ngăn chặn việc tham chiếu tới nút lân cận gốc hay không. FIG.63 là sơ đồ minh họa ví dụ của cú pháp của

thông tin tiêu đề trong trường hợp này. limit_refer_flag là thông tin chuyển đổi ngăn chặn (cờ chuyển đổi ngăn chặn) mà chỉ báo rằng có ngăn chặn việc tham chiếu tới nút lân cận gốc hay không. Ví dụ, khi limit_refer_flag là 1, việc ngăn chặn tham chiếu tới nút lân cận gốc được chỉ báo và khi limit_refer_flag là 0, không có giới hạn tham chiếu (cho phép tham chiếu tới nút lân cận gốc) được chỉ báo.

Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng có ngăn chặn việc tham chiếu tới nút lân cận gốc hay không và lựa chọn ngăn chặn hoặc cho phép tham chiếu tới nút lân cận gốc, dựa trên kết quả của việc xác định nêu trên. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra dòng bit bao gồm thông tin chuyển đổi ngăn chặn mà chỉ báo kết quả xác định và chỉ báo có ngăn chặn việc tham chiếu tới nút lân cận gốc hay không.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thu nhận, từ dòng bit, thông tin chuyển đổi ngăn chặn mà chỉ báo rằng có ngăn chặn việc tham chiếu tới nút lân cận gốc hay không và lựa chọn ngăn chặn hoặc cho phép việc tham chiếu tới nút lân cận gốc, dựa trên thông tin chuyển đổi ngăn chặn.

Điều này cho phép thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều điều khiển việc tham chiếu tới nút lân cận gốc và tạo ra dòng bit. Điều này cũng cho phép thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thu nhận, từ thông tin tiêu đề của dòng bit, thông tin mà chỉ báo rằng có ngăn chặn việc tham chiếu tới nút lân cận gốc hay không.

Mặc dù xử lý mã hóa mã chiếm giữ đã được mô tả như là ví dụ của xử lý mã hóa trong đó việc tham chiếu tới nút lân cận gốc bị ngăn chặn trong phương án của sáng chế, sáng chế không cần thiết bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, phương pháp tương tự có thể được áp dụng khi thông tin khác của nút của cây bát phân được mã hóa. Ví dụ, phương pháp theo phương án này có thể được áp dụng khi thông tin thuộc tính khác, như màu, vectơ chuẩn, hoặc mức độ phản chiếu, được thêm vào nút được mã hóa. Ngoài ra, phương pháp tương tự có thể được áp dụng khi bảng mã hóa hoặc giá trị được dự đoán được mã hóa.

Sau đây, biến thể 2 của phương án sẽ được mô tả. Trong phần mô tả nêu

trên, như được minh họa trong FIG.53, ví dụ trong đó ba nút lân cận tham chiếu được sử dụng được mô tả, nhưng bốn nút lân cận tham chiếu hoặc nhiều hơn có thể được sử dụng. FIG.64 là sơ đồ minh họa ví dụ của nút hiện tại và các nút tham chiếu lân cận.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán bảng mã hóa cần được sử dụng khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều entropy mã hóa mã chiếm giữ của nút hiện tại được thể hiện trên FIG.64, nhờ sử dụng phương trình sau đây.

CodingTable = (FlagX0 << 3) + (FlagX1 << 2) + (FlagY << 1) + (FlagZ)

Ở đây, CodingTable chỉ báo bảng mã hóa đối với mã chiếm giữ của nút hiện tại và chỉ báo một trong số các giá trị trong khoảng từ 0 đến 15. FlagXN là thông tin chiếm giữ của nút lân cận XN (N = 0.. 1). FlaxXN chỉ báo 1 khi nút lân cận XN bao gồm đám mây điểm (được chiếm giữ) và chỉ báo 0 khi không bao gồm đám mây điểm. FlagY là thông tin chiếm giữ của nút lân cận Y. FlagY chỉ báo 1 khi nút lân cận Y bao gồm đám mây điểm (được chiếm giữ) và chỉ báo 0 khi không bao gồm đám mây điểm. FlagZ là thông tin chiếm giữ của nút lân cận Z. FlagZ chỉ báo 1 khi nút lân cận Z bao gồm đám mây điểm (được chiếm giữ) và chỉ báo 0 khi không bao gồm đám mây điểm.

Tại thời điểm này, khi nút lân cận, ví dụ, nút lân cận X0 trong FIG.64, không thể được viện dẫn (bị chặn viện dẫn), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể sử dụng, như là giá trị thay thế, giá trị cố định như 1 (được chiếm giữ) hoặc 0 (không được chiếm giữ).

FIG.65 là sơ đồ minh họa ví dụ của nút hiện tại và các nút tham chiếu lân cận. Như được minh họa trong FIG.65, khi nút lân cận không thể được viện dẫn (bị chặn viện dẫn), thông tin chiếm giữ của nút lân cận có thể được tính toán bằng cách viện dẫn tới mã chiếm giữ của nút gốc cấp trên của nút hiện tại. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán FlagX0 trong phương trình nêu trên nhờ sử dụng thông tin chiếm giữ của nút lân cận G0 thay vì nút lân cận X0 được minh họa trong FIG.65 và có thể xác định giá trị của bảng mã hóa nhờ sử dụng FlagX0 được tính toán. Lưu ý rằng nút lân cận G0 được minh họa trong

FIG.65 là nút lân cận mà việc chiếm giữ hoặc không chiếm giữ của nút này có thể được xác định nhờ sử dụng mã chiếm giữ của nút gốc cấp trên. Nút lân cận X1 là nút lân cận mà việc chiếm giữ hoặc không chiếm giữ của nút này có thể được xác định nhờ sử dụng mã chiếm giữ của nút gốc.

Sau đây, biến thể 3 của phương án sẽ được mô tả. Mỗi FIG.66 và FIG.67 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu theo biến thể này. Cụ thể, FIG.66 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong cấu trúc cây bát phân và FIG.67 là sơ đồ minh họa quan hệ tham chiếu trong vùng không gian.

Trong biến thể này, khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa thông tin mã hóa của nút hiện tại cần được mã hóa (sau đây được gọi là nút hiện tại 2), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều viện dẫn tới thông tin mã hóa của mỗi nút trong nút gốc mà nút hiện tại 2 thuộc về. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều cho phép viện dẫn tới thông tin (ví dụ, thông tin chiếm giữ) của nút con của nút thứ nhất, trong số các nút lân cận, mà có cùng nút gốc như nút hiện tại. Ví dụ, khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa mã chiếm giữ của nút hiện tại 2 được minh họa trong FIG.66, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều viện dẫn tới mã chiếm giữ của nút trong nút gốc mà nút hiện tại 2 thuộc về, ví dụ, nút hiện tại được minh họa trong FIG.66. Như được minh họa trong FIG.67, mã chiếm giữ của nút hiện tại được minh họa trong FIG.66 chỉ báo, ví dụ, rằng mỗi nút trong nút hiện tại mà lân cận nút hiện tại 2 có được chiếm giữ hay không. Do đó, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể lựa chọn bảng mã hóa đối với mã chiếm giữ của nút hiện tại 2 theo dạng cụ thể hơn của nút hiện tại, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán bảng mã hóa cần được sử dụng khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều entropy mã hóa mã chiếm giữ của nút hiện tại 2, nhờ sử dụng phương trình sau đây, chẳng hạn.

CodingTable = (FlagX1 << 5) + (FlagX2 << 4) + (FlagX3 << 3) + (FlagX4 << 2) + (FlagY << 1) + (FlagZ)

Ở đây, CodingTable chỉ báo bảng mã hóa đối với mã chiếm giữ của nút

hiện tại 2 và chỉ báo một trong số các giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 63. FlagXN là thông tin chiếm giữ của nút lân cận XN (N = 1.. 4). FlagXN chỉ báo 1 khi nút lân cận XN bao gồm đám mây điểm (được chiếm giữ) và chỉ báo 0 khi không bao gồm đám mây điểm. FlagY là thông tin chiếm giữ của nút lân cận Y. FlagY chỉ báo 1 khi nút lân cận Y bao gồm đám mây điểm (được chiếm giữ) và chỉ báo 0 khi không bao gồm đám mây điểm. FlagZ là thông tin chiếm giữ của nút lân cận Z. FlagZ chỉ báo 1 khi nút lân cận Z bao gồm đám mây điểm (được chiếm giữ) và chỉ báo 0 khi không bao gồm đám mây điểm.

Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thay đổi phương pháp tính toán bảng mã hóa, theo vị trí nút của nút hiện tại 2 trong nút gốc.

Khi việc tham chiếu tới nút lân cận gốc không bị chặn, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể viện tới thông tin mã hóa của mỗi nút trong nút lân cận gốc. Ví dụ, khi việc tham chiếu tới nút lân cận gốc không bị chặn, việc tham chiếu tới thông tin (ví dụ, thông tin chiếm giữ) của nút con của nút thứ ba mà có nút gốc khác với của nút hiện tại. Trong ví dụ được minh họa trong FIG.65, ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thu nhận thông tin chiếm giữ của nút con của nút lân cận X0 bằng cách tham chiếu tới mã chiếm giữ của nút lân cận X0 mà có nút gốc khác với của nút hiện tại. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn bảng mã hóa cần được sử dụng để mã hóa entropy mã chiếm giữ của nút hiện tại, dựa trên thông tin chiếm giữ thu được của nút con của nút lân cận X0.

Như được mô tả nêu trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án này mã hóa thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) của nút hiện tại được chứa trong cấu trúc dạng cây N bậc của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều, trong đó N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 2. Như được minh họa trong FIG.51 và FIG.52, trong khi mã hóa, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều cho phép việc tham chiếu tới thông tin (ví dụ, thông tin chiếm giữ) của nút thứ nhất được chứa trong các nút lân cận mà lân cận về không gian với nút hiện tại và ngăn chặn việc tham chiếu tới thông tin của nút thứ hai được chứa trong các nút lân cận, nút thứ nhất mà có cùng nút gốc như nút hiện tại, nút thứ hai có nút gốc khác với

nút gốc của nút hiện tại. Nói cách khác, trong khi mã hóa, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều cho phép việc tham chiếu tới thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) của nút gốc và ngăn chặn việc tham chiếu tới thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) của nút khác (nút lân cận gốc) trong cùng lớp như nút gốc.

Với điều này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách tham chiếu tới thông tin của nút thứ nhất được chứa trong các nút lân cận mà lân cận về không gian với nút hiện tại, nút thứ nhất mà có cùng nút gốc như nút hiện tại. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng xử lý bằng cách không viện dẫn tới thông tin của nút thứ hai được chứa trong các nút lân cận, nút thứ hai mà có nút gốc khác với nút gốc của nút hiện tại. Theo cách thức này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể không chỉ cải thiện hiệu quả mã hóa mà còn làm giảm lượng xử lý.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều còn xác định có ngăn chặn việc tham chiếu tới thông tin của nút thứ hai hay không. Trong khi mã hóa, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn rằng sẽ ngăn chặn hay cho phép việc tham chiếu tới thông tin của nút thứ hai, dựa trên kết quả xác định. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra dòng bit bao gồm thông tin chuyển đổi ngăn chặn (ví dụ, limit_refer_flag được thể hiện trên FIG.63) mà chỉ báo kết quả xác định và chỉ báo rằng có ngăn chặn việc tham chiếu tới thông tin của nút thứ hai hay không.

Với điều này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể lựa chọn rằng có ngăn chặn việc tham chiếu tới thông tin của nút thứ hai hay không. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể thực hiện một cách thích hợp xử lý giải mã nhờ sử dụng thông tin chuyển đổi ngăn chặn.

Ví dụ, thông tin của nút hiện tại là thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) mà chỉ báo rằng điểm ba chiều có hiện diện trong mỗi nút con mà thuộc về nút hiện tại hay không. Thông tin của nút thứ nhất là thông tin (thông tin chiếm giữ của nút thứ nhất) mà chỉ báo rằng điểm ba chiều có hiện diện trong nút thứ nhất hay không. Thông tin của nút thứ hai là thông tin (thông tin chiếm giữ của nút thứ

hai) mà chỉ báo rằng điểm ba chiều có hiện diện trong nút thứ hai hay không.

Ví dụ, trong khi mã hóa, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn bảng mã hóa dựa trên việc điểm ba chiều có hiện diện trong nút thứ nhất hay không và mã hóa entropy thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) của nút hiện tại nhờ sử dụng bảng mã hóa được lựa chọn.

Ví dụ, như được minh họa trong FIG.66 và FIG.67, trong khi mã hóa, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều cho phép việc tham chiếu tới thông tin (ví dụ, thông tin chiếm giữ) của nút con của nút thứ nhất, nút con được chứa trong các nút lân cận.

Với điều này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều cho phép việc tham chiếu tới thông tin chi tiết hơn của nút lân cận, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa.

Ví dụ, như được minh họa trong FIG.53, trong khi mã hóa, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn nút lân cận cần được viện dẫn từ các nút lân cận theo vị trí không gian của nút hiện tại trong nút gốc.

Với điều này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể viện dẫn tới nút lân cận thích hợp theo vị trí không gian của nút hiện tại trong nút gốc.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ và bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án này giải mã thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) của nút hiện tại được chứa trong cấu trúc dạng cây N bậc của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu ba chiều, trong đó N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 2. Như được minh họa trong FIG.51 và FIG.52, trong khi giải mã, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cho phép việc tham chiếu tới thông tin (ví dụ, thông tin chiếm giữ) của nút thứ nhất được chứa trong các nút lân cận mà lân cận về không gian với nút hiện tại và ngăn chặn việc tham chiếu tới thông tin của nút thứ hai được chứa trong các nút lân cận, nút thứ nhất mà có cùng nút gốc như nút hiện tại, nút thứ hai có nút gốc khác với nút gốc của nút hiện tại. Nói cách khác, trong khi giải mã, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cho

phép việc tham chiếu tới thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) của nút gốc và ngăn chặn việc tham chiếu tới thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) của nút khác (nút lân cận gốc) trong cùng lớp như nút gốc.

Với điều này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách tham chiếu tới thông tin của nút thứ nhất được chứa trong các nút lân cận mà lân cận về không gian với nút hiện tại, nút thứ nhất mà có cùng nút gốc như nút hiện tại. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng xử lý bằng cách không viện dẫn tới thông tin của nút thứ hai được chứa trong các nút lân cận, nút thứ hai mà có nút gốc khác với nút gốc của nút hiện tại. Theo cách thức này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể không chỉ cải thiện hiệu quả mã hóa mà còn làm giảm lượng xử lý.

Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều còn thu nhận, từ dòng bit, thông tin chuyển đổi ngăn chặn (ví dụ, limit_refer_flag được thể hiện trên FIG.63) mà chỉ báo rằng có ngăn chặn việc tham chiếu tới thông tin của nút thứ hai hay không. Trong khi giải mã, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều lựa chọn rằng sẽ ngăn chặn hay cho phép việc tham chiếu tới thông tin của nút thứ hai, dựa trên thông tin chuyển đổi ngăn chặn.

Với điều này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể thực hiện thích hợp xử lý giải mã nhờ sử dụng thông tin chuyển đổi ngăn chặn.

Ví dụ, thông tin của nút hiện tại là thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) mà chỉ báo rằng điểm ba chiều có hiện diện trong mỗi nút con mà thuộc về nút hiện tại hay không. Thông tin của nút thứ nhất là thông tin (thông tin chiếm giữ của nút thứ nhất) mà chỉ báo rằng điểm ba chiều có hiện diện trong nút thứ nhất hay không. Thông tin của nút thứ hai là thông tin (thông tin chiếm giữ của nút thứ hai) mà chỉ báo rằng điểm ba chiều có hiện diện trong nút thứ hai hay không.

Ví dụ, trong khi giải mã, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn bảng mã hóa dựa trên việc điểm ba chiều có hiện diện trong nút thứ nhất hay không và giải mã entropy thông tin (ví dụ, mã chiếm giữ) của nút hiện tại nhờ sử dụng bảng mã hóa được lựa chọn.

Ví dụ, như được minh họa trong FIG.66 và FIG.67, trong khi giải mã, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cho phép việc tham chiếu tới thông tin (ví dụ, thông tin chiếm giữ) của nút con của nút thứ nhất, nút con được chứa trong các nút lân cận.

Với điều này, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cho phép việc tham chiếu tới thông tin chi tiết hơn của nút lân cận, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa.

Ví dụ, như được minh họa trong FIG.53, trong khi giải mã, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều lựa chọn nút lân cận cần được viện dẫn từ các nút lân cận theo vị trí không gian của nút hiện tại trong nút gốc.

Với điều này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể viện dẫn tới nút lân cận thích hợp theo vị trí không gian của nút hiện tại trong nút gốc.

Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ và bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Phương án 9

Thông tin của đám mây điểm ba chiều bao gồm thông tin hình học (geometry) và thông tin thuộc tính (attribute). Thông tin hình học bao gồm tọa độ (tọa độ x, tọa độ y, tọa độ z) đối với điểm định trước. Khi thông tin hình học được mã hóa, phương pháp biểu diễn vị trí của mỗi điểm ba chiều trong biểu diễn cây bát phân và mã hóa thông tin cây bát phân để làm giảm lượng mã được sử dụng thay vì mã hóa trực tiếp tọa độ của điểm ba chiều.

Mặt khác, thông tin thuộc tính bao gồm thông tin mà chỉ báo, ví dụ, thông tin màu (RGB, YUV, v.v.) của mỗi điểm ba chiều, độ phản xạ và vectơ chuẩn. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có khả năng mã hóa thông tin thuộc tính nhờ sử dụng phương pháp mã hóa khác với phương pháp được sử dụng để mã hóa thông tin hình học.

Trong phương án của sáng chế, phương pháp mã hóa thông tin thuộc tính được giải thích. Cần được lưu ý rằng, trong phương án của sáng chế, phương pháp được giải thích dựa trên trường hợp ví dụ sử dụng các giá trị nguyên như là

các giá trị của thông tin thuộc tính. Ví dụ, khi mỗi thành phần màu RGB hoặc YUV là có độ chính xác 8-bit, thành phần màu là giá trị nguyên trong khoảng từ 0 đến 255. Khi giá trị phản chiếu có độ chính xác 10-bit, giá trị phản chiếu là số nguyên trong khoảng từ 0 đến 1023. Cần được lưu ý rằng, khi độ chính xác bit của thông tin thuộc tính là độ chính xác hệ thập phân, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể nhân giá trị này với giá trị tỷ lệ để làm tròn nó thành giá trị nguyên sao cho giá trị của thông tin thuộc tính trở thành giá trị nguyên. Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị tỷ lệ vào, ví dụ, thông tin tiêu đề của dòng bit.

Đối với phương pháp mã hóa thông tin thuộc tính của điểm ba chiều, có thể tính toán giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều và mã hóa độ chênh lệch (phần dư dự đoán) giữa giá trị gốc của thông tin thuộc tính và giá trị được dự đoán. Ví dụ, khi giá trị của thông tin thuộc tính tại điểm ba chiều p là Ap và giá trị được dự đoán là Pp, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa giá trị tuyệt đối chênh lệch Diffp = |Ap - Pp|. Trong trường hợp này, khi giá trị được dự đoán độ chính xác cao Pp có thể được tạo ra, giá trị tuyệt đối chênh lệch Diffp là nhỏ. Do đó, ví dụ, có thể làm giảm lượng mã bằng cách mã hóa entropy giá trị tuyệt đối chênh lệch Diffp nhờ sử dụng bảng mã hóa mà làm giảm lượng bit xuất hiện hơn khi giá trị tuyệt đối chênh lệch Diffp là nhỏ hơn.

Đối với phương pháp tạo ra giá trị dự đoán của thông tin thuộc tính, có thể sử dụng thông tin thuộc tính của điểm ba chiều tham chiếu mà là điểm ba chiều khác lân cận với điểm ba chiều hiện tại cần được mã hóa. Ở đây, điểm ba chiều tham chiếu là điểm ba chiều trong phạm vi của khoảng cách định trước từ điểm ba chiều hiện tại. Ví dụ, khi có điểm ba chiều hiện tại p = (x1, y1, z1) và điểm ba chiều q = (x2, y2, z2), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán khoảng cách Euclidean d (p, q) giữa điểm ba chiều p và điểm ba chiều q được biểu diễn bởi (Phương trình A1).

[Công thức toán 1]

$$d(p,q) = \sqrt{(x1 - y1)^2 + (x2 - y2)^2 + (x3 - y3)^2} \quad \ldots \text{(Phương trình A1)}$$

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng vị trí của điểm ba chiều q gần hơn với vị trí của điểm ba chiều hiện tại p khi khoảng cách Euclidean d (p, q) là nhỏ hơn so với giá trị ngưỡng định trước THd và xác định sử dụng giá trị của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều q để tạo ra giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều hiện tại p. Cần được lưu ý rằng phương pháp tính toán khoảng cách có thể là phương pháp khác và khoảng cách Mahalanobis hoặc loại tương tự có thể được sử dụng. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể xác định không sử dụng, trong xử lý dự đoán, bất kỳ điểm ba chiều nằm ngoài phạm vi định trước của khoảng từ điểm ba chiều hiện tại. Ví dụ, khi điểm ba chiều r được hiện diện và khoảng cách d (p, r) giữa điểm ba chiều hiện tại p và điểm ba chiều r lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng THd, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể xác định không sử dụng điểm ba chiều r cho việc dự đoán. Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm thông tin mà chỉ báo giá trị ngưỡng THd vào, ví dụ, thông tin tiêu đề của dòng bit.

FIG.68 là sơ đồ minh họa ví dụ của các điểm ba chiều. Trong ví dụ này, khoảng cách d (p, q) giữa điểm ba chiều hiện tại p và điểm ba chiều q là nhỏ hơn so với giá trị ngưỡng THd. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng điểm ba chiều q là điểm ba chiều tham chiếu của điểm ba chiều hiện tại p và xác định sử dụng giá trị của thông tin thuộc tính Aq của điểm ba chiều q để tạo ra giá trị được dự đoán Pp của thông tin thuộc tính Ap của điểm ba chiều hiện tại p.

Ngược lại, khoảng cách d (p, r) giữa điểm ba chiều hiện tại p và điểm ba chiều r lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng THd. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng điểm ba chiều r không phải bất kỳ điểm ba chiều tham chiếu của điểm ba chiều hiện tại p và xác định không sử dụng giá trị của thông tin thuộc tính Ar của điểm ba chiều r để tạo ra giá trị được dự đoán Pp của thông tin thuộc tính Ap của điểm ba chiều hiện tại p.

Ngoài ra, khi mã hóa thông tin thuộc tính của điểm ba chiều hiện tại sử dụng giá trị được dự đoán, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng điểm ba

chiều mà thông tin thuộc tính của nó đã được mã hóa và giải mã, như là điểm ba chiều tham chiếu. Tương tự, khi giải mã thông tin thuộc tính của điểm ba chiều hiện tại cần được giải mã, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng điểm ba chiều mà thông tin thuộc tính của nó đã được giải mã, như là điểm ba chiều tham chiếu. Theo cách này, có thể tạo ra giá trị được dự đoán giống nhau tại thời điểm mã hóa và giải mã. Do đó, dòng bit của điểm ba chiều được tạo ra bằng cách mã hóa có thể được giải mã chính xác tại phía giải mã.

Ngoài ra, khi mã hóa thông tin thuộc tính của mỗi điểm ba chiều, có thể phân loại điểm ba chiều thành một trong số các lớp sử dụng thông tin hình học của điểm ba chiều và sau đó mã hóa thông tin thuộc tính. Ở đây, mỗi lớp được phân loại được gọi là mức chi tiết (LoD). Phương pháp tạo ra các LoD được giải thích có viện dẫn tới FIG.69.

Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn điểm khởi tạo a0 và gán điểm khởi tạo a0 tới LoD0. Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tách điểm a1 cách xa điểm a0 so với giá trị ngưỡng Thres_LoD[0] bằng LoD0 và gán điểm a1 tới LoD0. Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tách điểm a2 cách xa điểm a1 hơn so với giá trị ngưỡng Thres_LoD[0] bằng LoD0 và gán điểm a2 tới LoD0. theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều cấu hình LoD0 theo cách thức mà khoảng cách giữa các điểm trong LoD0 lớn hơn giá trị ngưỡng Thres_LoD[0].

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn điểm b0 mà chưa được gán tới bất kỳ LoD và gán điểm b0 tới LoD1. Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tách điểm b1 mà cách xa điểm b0 nhiều hơn so với giá trị ngưỡng Thres_LoD[1] bằng LoD1 và chưa được gán tới bất kỳ LoD và gán điểm b1 tới LoD1. Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tách điểm b2 mà cách xa điểm b1 nhiều hơn so với giá trị ngưỡng Thres_LoD[1] bằng LoD1 và chưa được gán tới bất kỳ LoD và gán điểm b2 tới LoD1. theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều cấu hình LoD1 theo cách thức mà khoảng cách giữa các điểm trong LoD1 lớn hơn giá trị ngưỡng Thres_LoD[1].

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn điểm c0 mà chưa được gán tới bất kỳ LoD và gán điểm c0 tới LoD2. Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tách điểm c1 mà cách xa điểm c0 nhiều hơn so với giá trị ngưỡng Thres_LoD[2] bằng LoD2 và chưa được gán tới bất kỳ LoD và gán điểm c1 tới LoD2. Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tách điểm c2 mà cách xa điểm c1 nhiều hơn so với giá trị ngưỡng Thres_LoD[2] bằng LoD2 và chưa được gán tới bất kỳ LoD và gán điểm c2 tới LoD2. Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều cấu hình LoD2 theo cách thức mà khoảng cách giữa các điểm trong LoD2 lớn hơn giá trị ngưỡng Thres_LoD[2]. Ví dụ, như được minh họa trong FIG.70, các giá trị ngưỡng Thres_LoD[0], Thres_LoD[1] và Thres_LoD[2] của các LoD tương ứng được thiết lập.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm thông tin mà chỉ báo giá trị ngưỡng của mỗi LoD vào, ví dụ, thông tin tiêu đề của dòng bit. Ví dụ, trong trường hợp của ví dụ được minh họa trong FIG.70, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm các giá trị ngưỡng Thres_LoD[0], Thres_LoD[1] và Thres_LoD[2] của các LoD tương ứng vào thông tin tiêu đề.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể gán tất cả các điểm ba chiều mà chưa được gán tới bất kỳ LoD trong LoD lớp thấp nhất. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có khả năng làm giảm lượng mã của thông tin tiêu đề bằng cách không gán giá trị ngưỡng của LoD lớp thấp nhất vào thông tin tiêu đề. Ví dụ, trong trường hợp của ví dụ được minh họa trong FIG.70, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gán các giá trị ngưỡng Thres_LoD[0] và Thres_LoD[1] vào thông tin tiêu đề và không gán Thres_LoD[2] vào thông tin tiêu đề. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể ước lượng giá trị 0 của Thres_LoD[2]. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm số lượng của LoD vào thông tin tiêu đề. Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có khả năng xác định LoD lớp thấp nhất nhờ sử dụng số lượng LoD.

Ngoài ra, việc thiết lập các giá trị ngưỡng đối với các LoD lớp tương ứng

theo cách thức mà giá trị ngưỡng lớn hơn được thiết lập tới lớp cao hơn làm cho lớp cao hơn (lớp gần hơn với LoD0) có đám mây điểm thưa (sparse) trong đó các điểm ba chiều cách xa nhau hơn và làm cho lớp thấp hơn có đám mây điểm dày (dense) trong đó các điểm ba chiều gần nhau hơn. Cần được lưu ý rằng, trong ví dụ được minh họa trong FIG.70, LoD0 là lớp cao nhất.

Ngoài ra, phương pháp lựa chọn điểm ba chiều khởi tạo tại thời điểm thiết lập mỗi LoD có thể phụ thuộc vào thứ tự mã hóa tại thời điểm mã hóa thông tin hình học. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều cấu hình LoD0 bằng cách lựa chọn điểm ba chiều được mã hóa đầu tiên tại thời điểm mã hóa thông tin hình học như là điểm khởi tạo a0 của LoD0 và lựa chọn điểm a1 và điểm a2 từ điểm khởi tạo a0 như là điểm gốc. Sau đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể lựa chọn điểm ba chiều mà thông tin hình học của nó được mã hóa tại thời điểm sớm nhất trong số các điểm ba chiều mà không thuộc về LoD0, như là điểm khởi tạo b0 của LoD1. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể lựa chọn điểm ba chiều mà thông tin hình học của nó được mã hóa tại thời điểm sớm nhất trong số các điểm ba chiều mà không thuộc về các lớp (LoD0 đến LoDn-1) phía trên LoDn, như là điểm khởi tạo n0 của LoDn. Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có khả năng cấu hình LoD giống như trong khi mã hóa bằng cách sử dụng, trong việc giải mã, phương pháp lựa chọn điểm khởi tạo tương tự như phương pháp được sử dụng trong việc mã hóa, mà cho phép giải mã thích hợp dòng bit. Cụ thể hơn, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn điểm ba chiều mà thông tin hình học của nó đã được giải mã tại thời điểm sớm nhất trong số các điểm ba chiều mà không thuộc về các lớp phía trên LoDn, như là điểm khởi tạo n0 của LoDn.

Sau đây, phần mô tả được đưa ra về phương pháp tạo ra giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của mỗi điểm ba chiều sử dụng thông tin của các LoD. Ví dụ, khi mã hóa các điểm ba chiều bắt đầu với các điểm ba chiều được chứa trong LoD0, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra các điểm ba chiều hiện tại mà được chứa trong LoD1 nhờ sử dụng thông tin thuộc tính được mã hóa và

giải mã (sau đây được gọi đơn giản là "được mã hóa") được chứa trong LoD0 và LoD1. Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của mỗi điểm ba chiều được chứa trong LoDn nhờ sử dụng thông tin thuộc tính được mã hóa được chứa trong LoDn' ($n' \leq n$). Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không sử dụng thông tin thuộc tính của mỗi điểm ba chiều được chứa trong bất kỳ lớp phía dưới LoDn để tính toán giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của mỗi điểm ba chiều được chứa trong LoDn.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán giá trị trung bình của thông tin thuộc tính của N điểm ba chiều hoặc ít hơn trong số các điểm ba chiều được mã hóa xung quanh điểm ba chiều hiện tại cần được mã hóa, để tạo ra giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều hiện tại. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị N vào, ví dụ, thông tin tiêu đề của dòng bit. Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thay đổi giá trị N đối với mỗi điểm ba chiều và có thể thêm giá trị N đối với mỗi điểm ba chiều. Điều này cho phép việc lựa chọn N thích hợp đối với mỗi điểm ba chiều, mà có thể làm tăng độ chính xác của giá trị được dự đoán. Do đó, có thể làm giảm phần dư dự đoán. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị N vào thông tin tiêu đề của dòng bit và có thể cố định giá trị mà chỉ báo N trong dòng bit. Điều này loại bỏ việc cần thiết phải mã hóa hoặc giải mã giá trị N đối với điểm ba chiều, mà làm cho có thể làm giảm lượng xử lý. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa các giá trị của N một cách riêng biệt đối với mỗi LoD. Theo cách này, có thể làm tăng hiệu quả mã hóa bằng cách lựa chọn N thích hợp cho mỗi LoD.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều dựa trên các giá trị trung bình có trọng số của thông tin thuộc tính của N các điểm ba chiều lân cận được mã hóa. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán các trọng số nhờ sử dụng thông tin khoảng cách giữa điểm ba chiều hiện tại và mỗi N điểm ba chiều lân

cận.

Khi mã hóa giá trị N đối với mỗi LoD, ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị N lớn hơn tới LoD lớp cao hơn và thiết lập giá trị N nhỏ hơn tới LoD lớn thấp hơn. Khoảng cách giữa các điểm ba chiều thuộc về LoD lớp cao hơn là lớn, có khả năng rằng có thể làm tăng độ chính xác dự đoán bằng cách thiết lập giá trị N lớn hơn, lựa chọn các điểm ba chiều lân cận và tính trung bình các giá trị này. Ngoài ra, khoảng cách giữa các điểm ba chiều thuộc về LoD lớp thấp hơn là nhỏ, có thể thực hiện việc dự đoán hiệu quả trong khi làm giảm lượng xử lý tính trung bình bằng cách thiết lập giá trị N nhỏ hơn.

FIG.71 là sơ đồ minh họa ví dụ của thông tin thuộc tính cần được sử dụng đối với các giá trị được dự đoán. Như được mô tả nêu trên, giá trị được dự đoán của điểm P được chứa trong LoDN được tạo ra nhờ sử dụng điểm lân cận được mã hóa P' được chứa trong LoDN' (N' ≤ N). Ở đây, điểm lân cận P' được lựa chọn dựa trên khoảng cách từ điểm P. Ví dụ, giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm b2 được minh họa trong FIG.71 được tạo ra nhờ sử dụng thông tin thuộc tính của mỗi điểm a0, a1, b0 và b1.

Các điểm lân cận cần được lựa chọn thay đổi phụ thuộc vào các giá trị của N được mô tả nêu trên. Ví dụ, trong trường hợp của N = 5, a0, a1, a2, b0 và b1 được lựa chọn là các điểm lân cận. Trong trường hợp N = 4, a0, a1, a2 và b1 được lựa chọn dựa trên thông tin khoảng cách.

Giá trị được dự đoán được tính toán bằng cách tính trung bình có trọng số phụ thuộc khoảng cách. Ví dụ, trong ví dụ được minh họa trong FIG.71, giá trị được dự đoán a2p của điểm a2 được tính toán bằng cách tính trung bình có trọng số của thông tin thuộc tính của mỗi điểm a0 và a1, như được biểu diễn bởi (Phương trình A2) và (Phương trình A3). Cần được lưu ý rằng A_i là giá trị thông tin thuộc tính của ai.

[Công thức toán 2]

$$\frac{\sum_{i=0}}{\sum_{j=0} \overline{d(a2, aj)}} \quad \ldots \text{(Phương trình A2)}$$

$$\ldots \text{(Phương trình A3)}$$

Ngoài ra, giá trị được dự đoán b2p của điểm b2 được tính toán bằng cách tính trung bình có trọng số của thông tin thuộc tính của mỗi điểm a0, a1, a2, b0 và b1, như được biểu diễn bởi (Phương trình A4) và (Phương trình A6). Cần được lưu ý rằng B_i là giá trị thông tin thuộc tính của bi.

[Công thức toán 3]

$$b2p = \sum_{i=0}^{i} wa_i \times A_i + \sum_{i=0}^{i} wb_i \times B_i \quad \ldots \text{(Phương trình A4)}$$

$$\sum_{j=0} d(b2, aj) \cdot \sum_{j=0} d(b2, bj) \quad \ldots \text{(Phương trình A5)}$$

$$\sum_{j=0} d(b2, aj) \cdot \sum_{j=0} d(b2, bj) \quad \ldots \text{(Phương trình A6)}$$

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán giá trị chênh lệch (phần dư dự đoán) được tạo ra từ giá trị của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều và các điểm lân cận và có thể lượng tử hóa phần dư dự đoán được lựa chọn. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc lượng tử hóa bằng cách chia phần dư dự đoán cho hệ số tỷ lệ lượng tử hóa (cũng được gọi là bước lượng tử hóa). Trong trường hợp này, sai số (sai số lượng tử hóa) mà có thể được tạo ra bởi bước lượng tử hóa giảm xuống khi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa là nhỏ hơn. Trong trường hợp khác trong đó hệ số tỷ lệ lượng tử hóa là lớn hơn, sai số lượng tử hóa thu được là lớn hơn.

Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thay đổi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa cần được sử dụng đối với mỗi LoD. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều làm giảm hệ số tỷ lệ lượng tử hóa nhiều hơn đối với lớp cao hơn và làm tăng hệ số tỷ lệ lượng tử hóa lớn hơn đối với lớp thấp hơn. Giá trị của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều thuộc về lớp cao hơn có thể được sử dụng như là giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều thuộc về lớp thấp hơn. Do đó, có thể tăng hiệu quả mã hóa bằng cách làm giảm hệ số tỷ lệ lượng tử hóa đối với lớp cao hơn để làm giảm sai số lượng tử hóa mà có thể được tạo ra trong lớp cao hơn và làm tăng độ chính xác dự đoán của giá trị được dự đoán. Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm hệ số tỷ lệ lượng tử hóa cần được sử dụng đối với mỗi LoD vào ví dụ, thông tin tiêu đề. Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể giải mã

hệ số tỷ lệ lượng tử hóa một cách chính xác, nhờ đó giải mã một cách thích hợp dòng bit.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi giá trị nguyên được ký hiệu (giá trị được lượng tử hóa được ký hiệu) mà là phần dư dự đoán được lượng tử hóa thành giá trị nguyên không được ký hiệu (giá trị được lượng tử hóa không được ký hiệu). Điều này loại bỏ việc cần thiết phải xem xét sự xuất hiện của giá trị nguyên âm khi mã hóa entropy phần dư dự đoán. Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần luôn phải chuyển đổi giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu và, ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa entropy bit ký hiệu một cách riêng biệt.

Phần dư dự đoán được tính toán bằng cách trừ giá trị dự đoán từ giá trị gốc. Ví dụ, như được biểu diễn bởi (phương trình A7), phần dư dự đoán a2r của điểm a2 được tính toán bằng cách trừ giá trị được dự đoán a2p của điểm a2 từ giá trị A_2 của thông tin thuộc tính của điểm a2. Như được biểu diễn bởi (phương trình A8), phần dư dự đoán b2r của điểm b2 được tính toán bằng cách trừ giá trị được dự đoán b2p của điểm b2 từ giá trị B_2 của thông tin thuộc tính của điểm b2.

$a2r = A_2 - a2p$ . . . (Phương trình A7)

$b2r = B_2 - b2p$ . . . (Phương trình A8)

Ngoài ra, phần dư dự đoán được lượng tử hóa bằng cách được chia cho bước lượng tử hóa (QS). Ví dụ, giá trị được lượng tử hóa a2q của điểm a2 được tính toán theo (phương trình A9). Giá trị được lượng tử hóa b2q của điểm b2 được tính toán theo (phương trình A10). Ở đây, QS_LoD0 là QS đối với LoD0 và QS_LoD1 là QS đối với LoD1. Nói cách khác, QS có thể được thay đổi theo LoD.

$a2q = a2r/QS_LoD0$ . . . (Phương trình A9)

$b2q = b2r/QS_LoD1$ . . . (Phương trình A10)

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi các giá trị nguyên

được ký hiệu mà là các giá trị được lượng tử hóa như được thể hiện dưới đây thành các giá trị nguyên không được ký hiệu như được thể hiện dưới đây. Khi giá trị nguyên được ký hiệu a2q nhỏ hơn 0, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên không được ký hiệu a2u thành -1 - (2 × a2q). Khi giá trị nguyên được ký hiệu a2q lớn hơn hoặc bằng 0, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên không được ký hiệu a2u thành 2 × a2q.

Tương tự, khi giá trị nguyên được ký hiệu b2q nhỏ hơn 0, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên không được ký hiệu b2u thành -1 - (2 × b2q). Khi giá trị nguyên được ký hiệu b2q lớn hơn hoặc bằng 0, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên không được ký hiệu b2u thành 2 × b2q.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa phần dư dự đoán được lượng tử hóa (giá trị nguyên không được ký hiệu) bằng cách mã hóa entropy. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể nhị phân hóa giá trị nguyên không được ký hiệu và sau đó áp dụng mã hóa số học nhị phân tới giá trị nhị phân.

Cần được lưu ý rằng, trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi các phương pháp nhị phân hóa theo giá trị của phần dư dự đoán. Ví dụ, khi phần dư dự đoán pu nhỏ hơn giá trị ngưỡng R_TH, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhị phân hóa phần dư dự đoán pu nhờ sử dụng số bit cố định được yêu cầu để biểu diễn giá trị ngưỡng R_TH. Ngoài ra, khi phần dư dự đoán pu lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng R_TH, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhị phân hóa dữ liệu nhị phân của giá trị ngưỡng R_TH và giá trị của (pu - R_TH), nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ, hoặc loại tương tự.

Ví dụ, khi giá trị ngưỡng R_TH là 63 và phần dư dự đoán pu nhỏ hơn 63, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhị phân hóa phần dư dự đoán pu nhờ sử dụng 6 bit. Khi phần dư dự đoán pu lớn hơn hoặc bằng 63, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện mã hóa số học bằng cách nhị phân hóa dữ liệu nhị phân (111111) của giá trị ngưỡng R_TH và (pu - 63) nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ.

Trong ví dụ cụ thể hơn, khi phần dư dự đoán pu là 32, thiết bị mã hóa dữ

liệu ba chiều tạo ra 6-bit dữ liệu nhị phân (100000) và mã hóa số học chuỗi bit. Ngoài ra, khi phần dư dự đoán pu là 66, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra dữ liệu nhị phân (111111) của giá trị ngưỡng R_TH và chuỗi bit (00100) mà biểu diễn giá trị 3 (66 - 63) nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ và mã hóa số học chuỗi bit (111111 + 00100).

Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thực hiện việc mã hóa trong khi ngăn chặn số bit nhị phân tăng lên đột ngột trong trường hợp trong đó phần dư dự đoán trở nên lớn bằng cách chuyển đổi các phương pháp nhị phân hóa theo độ lớn của phần dư dự đoán. Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị ngưỡng R_TH vào, ví dụ, thông tin tiêu đề của dòng bit.

Ví dụ, trong trường hợp trong đó việc mã hóa được thực hiện tại tốc độ bit cao, Tức là, khi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa là nhỏ, sai số lượng tử hóa nhỏ và độ chính xác dự đoán cao được thu nhận. Kết quả là, phần dư dự đoán có thể không lớn. Do đó, trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị ngưỡng R_TH lớn. Điều này làm giảm khả năng mà dữ liệu nhị phân của giá trị ngưỡng R_TH được mã hóa, mà làm tăng hiệu quả mã hóa. Trong trường hợp ngược lại trong đó việc mã hóa được thực hiện tại tốc độ bit thấp, tức là, khi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa là lớn, sai số lượng tử hóa lớn và độ chính xác dự đoán thấp được thu nhận. Kết quả là, phần dư dự đoán có thể là lớn. Do đó, trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị ngưỡng R_TH nhỏ. Theo cách này, có thể ngăn chặn việc tăng đột ngột của độ dài bit của dữ liệu nhị phân.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi giá trị ngưỡng R_TH đối với mỗi LoD và có thể thêm giá trị ngưỡng R_TH đối với mỗi LoD vào ví dụ, thông tin tiêu đề. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi các phương pháp nhị phân hóa đối với mỗi LoD. Ví dụ, do các khoảng cách giữa các điểm ba chiều là lớn trong lớp cao hơn, độ chính xác dự đoán là thấp, mà có thể làm tăng phần dư dự đoán. Do đó, thiết bị mã hóa

dữ liệu ba chiều ngăn chặn việc tăng đột ngột của độ dài bit của dữ liệu nhị phân bằng cách thiết lập giá trị ngưỡng R_TH nhỏ tới lớp cao hơn. Ngoài ra, do các khoảng cách giữa các điểm ba chiều là nhỏ trong lớp thấp hơn, độ chính xác dự đoán là cao, mà có thể làm giảm phần dư dự đoán. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều làm tăng hiệu quả mã hóa bằng cách thiết lập giá trị ngưỡng R_TH lớn tới lớp thấp hơn.

FIG.72 là sơ đồ chỉ báo các ví dụ của các mã Golomb theo số mũ. Sơ đồ này chỉ báo các quan hệ giữa các giá trị tiền nhị phân (các giá trị không phải nhị phân) và các bit (các mã) hậu nhị phân. Cần được lưu ý rằng 0 và 1 được thể hiện trong FIG.72 có thể được đảo ngược.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều áp dụng mã hóa số học tới dữ liệu nhị phân của các phần dư dự đoán. Theo cách này, hiệu quả mã hóa có thể được tăng lên. Cần được lưu ý rằng, trong việc áp dụng mã hóa số học, có khả năng rằng các xu hướng xác suất xuất hiện của 0 và 1 trong mỗi bit thay đổi, trong dữ liệu nhị phân, giữa mã n bit mà là phần được nhị phân hóa bởi n bit và mã còn lại mà làn phần được nhị phân hóa nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển các phương pháp áp dụng mã hóa số học giữa mã n bit và mã còn lại.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc mã hóa số học trên mã n bit nhờ sử dụng một hoặc nhiều bảng mã hóa (các bảng xác suất) khác nhau đối với mỗi bit. Lúc này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thay đổi số lượng bảng mã hóa cần được sử dụng đối với mỗi bit. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc mã hóa số học nhờ sử dụng một bảng mã hóa đối với bit thứ nhất b0 trong mã n bit. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng hai bảng mã hóa đối với bit tiếp theo b1. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi các bảng mã hóa cần được sử dụng cho việc mã hóa số học của bit b1 theo giá trị (0 hoặc 1) của b0. Tương tự, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng bốn bảng mã hóa đối với bit tiếp theo b2. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi các bảng mã hóa cần được sử dụng cho việc mã hóa số học của bit b2 theo

các giá trị (trong khoảng từ 0 đến 3) của b0 và b1.

Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng 2^{n-1} bảng mã hóa khi mã hóa số học mỗi bit bn - 1 trong mã n bit. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi các bảng mã hóa cần được sử dụng theo các giá trị (các mẫu xuất hiện) của các bit trước bn - 1. Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể sử dụng các bảng mã hóa thích hợp cho mỗi bit và do đó có thể làm tăng hiệu quả mã hóa.

Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm số lượng bảng mã hóa cần được sử dụng đối với mỗi bit. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi 2^m bảng mã hóa theo các giá trị (các mẫu xuất hiện) của m bit ($m < n - 1$) trước bn - 1 khi mã hóa số học mỗi bit bn - 1. Theo cách này, có thể làm tăng hiệu quả mã hóa trong khi làm giảm số lượng bảng mã hóa cần được sử dụng đối với mỗi bit. Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cập nhật các xác suất xuất hiện của 0 và 1 trong mỗi bảng mã hóa theo các giá trị của dữ liệu nhị phân được xuất hiện thực tế. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cố định các xác suất xuất hiện của 0 và 1 trong các bảng mã hóa đối với một vài bit. Theo cách này, có thể làm giảm số lượng cập nhật các xác suất xuất hiện và do đó làm giảm lượng xử lý.

Ví dụ, khi mã n bit là b0, b1, b2, . . . , bn - 1, bảng mã hóa đối với b0 là một Bảng (CTb0). Các bảng mã hóa đối với b1 là hai bảng (CTb10 và CTb11). Các bảng mã hóa cần được sử dụng được chuyển đổi theo giá trị (0 hoặc 1) của b0. Các bảng mã hóa đối với b2 là bốn bảng (CTb20, CTb21, CTb22 và CTb23). Các bảng mã hóa cần được sử dụng được chuyển đổi theo các giá trị (trong khoảng từ 0 đến 3) của b0 và b1. Các bảng mã hóa đối với bn - 1 là 2^{n-1} bảng (CTbn0, CTbn1, . . . , CTbn (2^{n-1} - 1)). Các bảng mã hóa cần được sử dụng được chuyển đổi theo các giá trị (trong khoảng từ 0 đến 2^{n-1} - 1) của b0, b1, . . . , bn - 2.

Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể áp dụng, tới mã n bit, việc mã hóa số học m mức ($m = 2^n$) mà thiết lập giá trị trong khoảng từ

0 đến 2^n - 1 mà không nhị phân hóa. Khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa số học mã n bit bởi m mức, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể khôi phục mã n bit bằng cách giải mã số học m mức.

FIG.73 là sơ đồ để minh họa xử lý trong trường hợp trong đó các mã còn lại là các mã Golomb theo số mũ. Như được chỉ báo trong FIG.73, mỗi mã còn lại mà là phần được nhị phân hóa nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ bao gồm tiền tố và hậu tố. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi các bảng mã hóa giữa tiền tố và hậu tố. Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa số học mỗi bit được chứa trong tiền tố sử dụng các bảng mã hóa đối với tiền tố và mã hóa số học mỗi bit được chứa trong hậu tố sử dụng các bảng mã hóa đối với hậu tố.

Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cập nhật các xác suất xuất hiện của 0 và 1 trong mỗi bảng mã hóa theo các giá trị của dữ liệu nhị phân được xuất hiện thực tế. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cố định các xác suất xuất hiện của 0 và 1 trong một trong số các bảng mã hóa. Theo cách này, có thể làm giảm số lượng cập nhật các xác suất xuất hiện và do đó làm giảm lượng xử lý. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cập nhật các xác suất xuất hiện đối với tiền tố và có thể cố định các xác suất xuất hiện đối với hậu tố.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều giải mã phần dư dự đoán được lượng tử hóa bằng cách lượng tử hóa ngược và khôi phục và sử dụng giá trị được giải mã mà là phần dư dự đoán được giải mã cho việc dự đoán của điểm ba chiều hiện tại cần được mã hóa và các điểm ba chiều phía sau. Cụ thể hơn, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán giá trị được lượng tử hóa ngược bằng cách nhân phần dư dự đoán được lượng tử hóa (giá trị được lượng tử hóa) với hệ số tỷ lệ lượng tử hóa và thêm giá trị được lượng tử hóa ngược và giá trị dự đoán để thu nhận giá trị được giải mã (giá trị được khôi phục).

Ví dụ, giá trị được lượng tử hóa a2iq của điểm a2 được tính toán nhờ sử dụng giá trị được lượng tử hóa a2q của điểm a2 theo (phương trình A11). Giá trị

được lượng tử hóa ngược b2iq của điểm b2q được tính toán nhờ sử dụng giá trị được lượng tử hóa b2q của điểm b2 theo (phương trình A12). Ở đây, QS_LoD0 là QS đối với LoD0 và QS_LoD1 là QS đối với LoD1. Nói cách khác, QS có thể được thay đổi theo LoD.

a2iq = a2q × QS_LoD0 . . . (phương trình A11)

b2iq = b2q × QS_LoD1 . . . (Phương trình A12)

Ví dụ, như được biểu diễn bởi (phương trình A13), giá trị được giải mã a2rec của điểm a2 được tính toán bằng cách cộng giá trị lượng tử hóa ngược a2iq của điểm a2 với giá trị được dự đoán a2p của điểm a2. Như được biểu diễn bởi (phương trình A14), giá trị được giải mã b2rec của điểm b2 được tính toán bằng cách cộng giá trị được lượng tử hóa ngược b2iq của điểm b2 với giá trị được dự đoán b2p của điểm b2.

a2rec = a2iq + a2p . . . (Phương trình A13)

b2rec = b2iq + b2p . . . (phương trình A14)

Sau đây, ví dụ cú pháp của dòng bit theo phương án của sáng chế được mô tả. FIG.74 là sơ đồ chỉ báo ví dụ cú pháp của thông tin tiêu đề thuộc tính (attribute_header) theo phương án của sáng chế. Thông tin tiêu đề thuộc tính là thông tin tiêu đề của thông tin thuộc tính. Như được thể hiện trong FIG.74, thông tin tiêu đề thuộc tính bao gồm thông tin số lượng lớp (NumLoD), thông tin số lượng điểm ba chiều (NumOfPoint[i]), giá trị ngưỡng lớp (Thres_LoD[i]), thông tin số lượng điểm lân cận (NumNeighborPoint[i]), giá trị ngưỡng dự đoán (THd[i]), hệ số tỷ lệ lượng tử hóa (QS[i]) và giá trị ngưỡng nhị phân hóa (R_TH[i]).

Thông tin số lượng lớp (NumLoD) chỉ báo số lượng LoD cần được sử dụng.

Thông tin số lượng điểm ba chiều (NumOfPoint[i]) chỉ báo số lượng điểm ba chiều thuộc về lớp i. Cần được lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm vào thông tin tiêu đề khác, thông tin số lượng điểm ba chiều mà chỉ báo tổng số điểm ba chiều. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu

ba chiều không cần thêm vào thông tin tiêu đề, NumOfPoint [NumLoD - 1] mà chỉ báo số lượng điểm ba chiều thuộc về lớp thấp nhất. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng tính toán NumOfPoint [NumLoD - 1] theo (phương trình A15). Trong trường hợp này, có thể làm giảm lượng mã của thông tin tiêu đề.

[Công thức toán 4]



. . . (Phương trình A15)

Giá trị ngưỡng lớp (Thres_LoD[i]) là giá trị ngưỡng cần được sử dụng để thiết lập lớp i. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều và thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cấu hình LoDi theo cách mà khoảng cách giữa các điểm trong LoDi trở nên lớn hơn giá trị ngưỡng Thres_LoD[i]. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần thêm giá trị của Thres_LoD [NumLoD - 1] (lớp thấp nhất) vào thông tin tiêu đề. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể ước lượng 0 như là giá trị của Thres_LoD [NumLoD - 1]. Trong trường hợp này, có thể làm giảm lượng mã của thông tin tiêu đề.

Thông tin số lượng điểm lân cận (NumNeighborPoint[i]) chỉ báo giá trị giới hạn trên của số lượng điểm lân cận cần được sử dụng để tạo ra giá trị được dự đoán của điểm ba chiều thuộc về lớp i. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán giá trị được dự đoán nhờ sử dụng số lượng điểm lân cận M khi số lượng điểm lân cận M nhỏ hơn NumNeighborPoint[i] (M < NumNeighborPoint[i]). Ngoài ra, khi không cần phân biệt các giá trị của NumNeighborPoint[i] đối với các LoD tương ứng, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm đoạn thông tin số lượng điểm lân cận (NumNeighborPoint) cần được sử dụng trong tất cả LoD vào thông tin tiêu đề.

Giá trị ngưỡng dự đoán (THd[i]) chỉ báo giá trị giới hạn trên của khoảng cách giữa điểm ba chiều hiện tại cần được mã hóa hoặc giải mã trong lớp i và mỗi điểm ba chiều lân cận cần được sử dụng để dự đoán điểm ba chiều hiện tại. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều và thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều không sử

dụng, cho việc dự đoán, bất kỳ điểm ba chiều cách xa điểm ba chiều hiện tại một khoảng hơn THd[i]. Cần được lưu ý rằng, khi không cần phân biệt các giá trị của THd[i] đối với các LoD tương ứng, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị ngưỡng (Thd) dự đoán đơn cần được sử dụng trong tất cả LoD vào thông tin tiêu đề.

Hệ số tỷ lệ lượng tử hóa (QS[i]) chỉ báo hệ số tỷ lệ lượng tử hóa cần được sử dụng cho việc lượng tử hóa và lượng tử hóa ngược trong lớp i.

Giá trị ngưỡng nhị phân (R_TH[i]) là giá trị ngưỡng để chuyển đổi các phương pháp nhị phân hóa của các phần dư dự đoán của các điểm ba chiều thuộc về lớp i. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhị phân hóa phần dư dự đoán pu sử dụng số bit cố định khi phần dư dự đoán nhỏ hơn giá trị ngưỡng R_TH và nhị phân hóa dữ liệu nhị phân của giá trị ngưỡng R_TH và giá trị của (pu - R_TH) nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ khi phần dư dự đoán lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng R_TH. Cần được lưu ý rằng, khi không cần chuyển đổi các giá trị của R_TH[i] giữa các LoD, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị ngưỡng (R_TH) nhị phân hóa đơn cần được sử dụng trong tất cả LoD vào thông tin tiêu đề.

Cần được lưu ý rằng R_TH[i] có thể là giá trị lớn nhất mà có thể được biểu diễn bởi n bit. Ví dụ, R_TH là 63 trong trường hợp của 6 bit và R_TH là 255 trong trường hợp của 8 bit. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số bit thay vì mã hóa giá trị lớn nhất mà có thể được biểu diễn bởi n bit như là giá trị ngưỡng nhị phân hóa. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá 6 trong trường hợp của R_TH[i] = 63 vào thông tin tiêu đề và có thể thêm giá trị 8 trong trường hợp của R_TH[i] = 255 vào thông tin tiêu đề. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể xác định giá trị nhỏ nhất (số bit nhỏ nhất) mà biểu diễn R_TH[i] và thêm số bit tương đối từ giá trị nhỏ nhất vào thông tin tiêu đề. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị 0 vào thông tin tiêu đề khi R_TH[i] = 63 được thỏa mãn và số bit nhỏ nhất là 6 và có thể thêm giá trị 2 vào thông tin tiêu đề khi R_TH[i] = 255 được thỏa mãn và số

bit nhỏ nhất là 6.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa entropy ít nhất một trong số NumLoD, Thres_LoD[i], NumNeighborPoint[i], THd[i], QS[i] và R_TH[i] và thêm thông tin được mã hóa entropy vào thông tin tiêu đề. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể nhị phân hóa mỗi giá trị và thực hiện việc mã hóa số học trên giá trị nhị phân. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa mỗi giá trị nhờ sử dụng độ dài cố định để làm giảm lượng xử lý.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần luôn cần thêm ít nhất một trong số NumLoD, Thres_LoD[i], NumNeighborPoint[i], THd[i], QS[i] và R_TH[i] vào thông tin tiêu đề. Ví dụ, ít nhất một trong số các giá trị này có thể được xác định bởi dạng hoặc mức trong tiêu chuẩn, hoặc loại tương tự. Theo cách này, có thể làm giảm lượng bit của thông tin tiêu đề.

FIG.75 là sơ đồ chỉ báo ví dụ cú pháp của dữ liệu thuộc tính (attribute_data) theo phương án của sáng chế. Dữ liệu thuộc tính bao gồm dữ liệu được mã hóa của thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều. Như được thể hiện trong FIG.75, dữ liệu thuộc tính bao gồm mã n bit và mã còn lại.

Mã n bit là dữ liệu được mã hóa của phần dư dự đoán của giá trị của thông tin thuộc tính hoặc một phần của dữ liệu được mã hóa. Độ dài bit của mã n bit phụ thuộc vào giá trị R_TH[i]. Ví dụ, độ dài bit của mã n bit là 6 bit khi giá trị được chỉ báo bởi R_TH[i] là 63, độ dài bit của mã n bit là 8 bit khi giá trị được chỉ báo bởi R_TH[i] là 255.

Mã còn lại là dữ liệu được mã hóa được mã hóa nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ trong số dữ liệu được mã hóa của phần dư dự đoán của giá trị của thông tin thuộc tính. Mã còn lại được mã hóa hoặc giải mã khi giá trị của mã n bit bằng R_TH[i]. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã phần dư dự đoán bằng cách cộng giá trị của mã n bit và giá trị của mã còn lại. Cần được lưu ý rằng mã còn lại không luôn cần được mã hóa hoặc giải mã khi giá trị của mã n bit không bằng R_TH[i].

Sau đây, phần mô tả được đưa ra về dòng xử lý trong thiết bị mã hóa dữ

liệu ba chiều. FIG.76 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều.

Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa thông tin hình học (geometry) (S3001). Ví dụ, việc mã hóa dữ liệu ba chiều được thực hiện nhờ sử dụng biểu diễn cây bát phân.

Khi các vị trí của các điểm ba chiều được thay đổi bởi lượng tử hóa, v.v, sau khi mã hóa thông tin hình học, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gán lại thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều gốc tới các điểm ba chiều thay đổi sau (S3002). Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nội suy các giá trị của thông tin thuộc tính theo các lượng thay đổi về vị trí để gán lại thông tin thuộc tính. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều dò tìm N điểm ba chiều thay đổi trước gần hơn với các vị trí ba chiều thay đổi sau và thực hiện việc tính trung bình có trọng số của các giá trị của thông tin thuộc tính của N điểm ba chiều. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định các trọng số dựa trên các khoảng cách từ các vị trí ba chiều thay đổi sau tới N vị trí ba chiều tương ứng trong khi tính trung bình có trọng số. Sau đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định các giá trị thu được thông qua việc tính trung bình có trọng số là các giá trị của thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều thay đổi sau. Khi hai điểm ba chiều hoặc lớn hơn được thay đổi thành cùng vị trí ba chiều thông qua việc lượng tử hóa, v.v., thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể gán giá trị trung bình của thông tin thuộc tính của hai điểm ba chiều thay đổi trước hoặc nhiều hơn như là các giá trị của thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều thay đổi sau.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa thông tin thuộc tính (attribute) được gán lại (S3003). Ví dụ, khi mã hóa các loại thông tin thuộc tính, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa các loại thông tin thuộc tính theo thứ tự. Ví dụ, khi mã hóa các màu và các độ phản xạ như là thông tin thuộc tính, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tạo ra dòng bit được thêm vào với các kết quả mã hóa màu và các kết quả mã hóa độ phản xạ sau các kết mã hóa màu. Cần được lưu ý rằng thứ tự của các kết quả mã hóa của thông tin thuộc tính cần được

thêm vào dòng bit không bị giới hạn ở thứ tự này và có thể là thứ tự bất kỳ.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm vào thông tin tiêu đề chẳng hạn, thông tin mà chỉ báo vị trí bắt đầu của dữ liệu được mã hóa của mỗi thông tin thuộc tính trong dòng bit. Theo cách này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã chọn lọc thông tin thuộc tính được yêu cầu giải mã và do đó có thể bỏ qua xử lý giải mã của thông tin thuộc tính không được yêu cầu giải mã. DO đó, có thể làm giảm lượng xử lý bởi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa nhiều loại thông tin thuộc tính một cách song song và có thể tích hợp các kết quả mã hóa vào một dòng bit. Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có khả năng mã hóa nhiều loại thông tin thuộc tính tại tốc độ cao.

FIG.77 là lưu đồ của xử lý mã hóa thông tin thuộc tính (S3003). Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập các LoD (S3011). Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gán mỗi điểm ba chiều tới bất kỳ một trong số các LoD.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều bắt đầu vòng lặp đối với mỗi LoD (S3012). Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện lặp lại các xử lý của các bước từ S3013 đến S3021 đối với mỗi LoD.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều bắt đầu vòng lặp đối với mỗi điểm ba chiều (S3013). Nói cách khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện lặp lại các xử lý của các bước từ S3014 đến S3020 đối với mỗi điểm ba chiều.

Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tìm kiếm các điểm lân cận mà là các điểm ba chiều hiện diện trong lân cận của điểm ba chiều hiện tại cần được xử lý và cần được sử dụng để tính toán giá trị được dự đoán của điểm ba chiều hiện tại (S3014). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán giá trị trung bình được tính trọng số của các giá trị của thông tin thuộc tính của các điểm lân cận và thiết lập giá trị thu được là giá trị được dự đoán P (S3015). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán phần dư dự đoán mà là độ chênh

lệch giữa thông tin thuộc tính của điểm ba chiều hiện tại và giá trị được dự đoán (S3016). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lượng tử hóa phần dư dự đoán để tính toán giá trị được lượng tử hóa (S3017). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa số học giá trị được lượng tử hóa (S3018).

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lượng tử hóa ngược giá trị được lượng tử hóa để tính toán giá trị được lượng tử hóa ngược (S3019). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thêm giá trị dự đoán vào giá trị được lượng tử hóa ngược để tạo ra giá trị được giải mã (S3020). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều kết thúc vòng lặp đối với mỗi điểm ba chiều (S3021). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều kết thúc vòng lặp đối với mỗi LoD (S3022).

Sau đây, phần mô tả được đưa ra về xử lý giải mã dữ liệu ba chiều trong thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều mà giải mã dòng bit được tạo ra bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tạo ra dữ liệu nhị phân được giải mã bằng cách giải mã số học dữ liệu nhị phân của thông tin thuộc tính trong dòng bit được tạo ra bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, theo phương pháp tương tự phương pháp được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều. Cần được lưu ý rằng khi các phương pháp áp dụng việc mã hóa số học được chuyển đổi giữa phần (mã n-bit) được nhị phân hóa nhờ sử dụng n bit và phần (mã còn lại) được nhị phân hóa nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện việc giải mã tuân theo việc mã hóa số học, khi áp dụng giải mã số học.

Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện việc giải mã số học sử dụng các bảng mã hóa (các bảng giải mã) khác nhau đối với mỗi bit trong việc giải mã số học của mã n bit. Lúc này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể thay đổi số lượng bảng mã hóa cần được sử dụng đối với mỗi bit. Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện việc giải mã số học nhờ sử dụng một bảng mã hóa đối với bit thứ nhất b0 trong mã n bit. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng hai bảng mã hóa đối với bit tiếp theo b1. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều

chuyển đổi các bảng mã hóa cần được sử dụng cho việc giải mã số học của bit b1 theo giá trị (0 hoặc 1) của b0. Tương tự, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng bốn bảng mã hóa đối với bit tiếp theo b2. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều chuyển đổi các bảng mã hóa cần được sử dụng cho việc giải mã số học của bit b2 theo các giá trị (trong khoảng từ 0 đến 3) của b0 và b1.

Theo cách này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng 2^{n-1} bảng mã hóa khi giải mã số học mỗi bit bn - 1 trong mã n bit. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều chuyển đổi các bảng mã hóa cần được sử dụng theo các giá trị (các mẫu xuất hiện) của các bit trước bn - 1. Theo cách này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã thích hợp dòng bit được mã hóa tại hiệu quả mã hóa được tăng lên nhờ sử dụng các bảng mã hóa thích hợp đối với mỗi bit.

Cần được lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm số lượng bảng mã hóa cần được sử dụng đối với mỗi bit. Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi 2^m bảng mã hóa theo các giá trị (các mẫu xuất hiện) của m bit ($m < n - 1$) trước bn - 1 khi giải mã số học mỗi bit bn - 1. Theo cách này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã thích hợp dòng bit được mã hóa tại hiệu quả mã hóa được tăng lên trong khi làm giảm số lượng bảng mã hóa cần được sử dụng đối với mỗi bit. Cần được lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cập nhật các xác suất xuất hiện của 0 và 1 trong mỗi bảng mã hóa theo các giá trị của dữ liệu nhị phân được xuất hiện thực tế. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cố định các xác suất xuất hiện của 0 và 1 trong các bảng mã hóa đối với một vài bit. Theo cách này, có thể làm giảm số lượng cập nhật các xác suất xuất hiện và do đó làm giảm lượng xử lý.

Ví dụ, khi mã n bit là b0, b1, b2, . . . , bn - 1, bảng mã hóa đối với b0 là một (CTb0). Các bảng mã hóa đối với b1 là hai bảng (CTb10 và CTb11). Các bảng mã hóa cần được sử dụng được chuyển đổi theo giá trị (0 hoặc 1) của b0. Các bảng mã hóa đối với b2 là bốn bảng (CTb20, CTb21, CTb22 và CTb23). Các bảng mã hóa cần được sử dụng theo các giá trị (trong khoảng từ 0 đến 3) của b0 và b1. Các bảng mã hóa đối với bn - 1 là 2^{n-1} bảng (CTbn0, CTbn1, . . . ,

CTbn (2^{n-1} - 1)). Các bảng mã hóa cần được sử dụng được chuyển đổi theo các giá trị (trong khoảng từ 0 đến 2^{n-1} - 1) của b0, b1, . . . , bn – 2.

FIG.78 là sơ đồ để minh họa xử lý trong trường hợp trong đó các mã còn lại là các mã Golomb theo số mũ. Như được thể hiện trong FIG.78, phần (phần còn lại) được nhị phân hóa và được mã hóa bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ bao gồm tiền tố và hậu tố. Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều chuyển đổi các bảng mã hóa giữa tiền tố và hậu tố. Nói cách khác, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã số học mỗi bit được chứa trong tiền tố sử dụng các bảng mã hóa đối với tiền tố và giải mã số học mỗi bit được chứa trong hậu tố sử dụng các bảng mã hóa đối với hậu tố.

Cần được lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cập nhật các xác suất xuất hiện của 0 và 1 trong mỗi bảng mã hóa theo các giá trị của dữ liệu nhị phân được xuất hiện tại thời điểm giải mã. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cố định các xác suất xuất hiện của 0 và 1 trong một trong số các bảng mã hóa. Theo cách này, có thể làm giảm số lượng cập nhật các xác suất xuất hiện và do đó làm giảm lượng xử lý. Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cập nhật các xác suất xuất hiện đối với tiền tố và có thể cố định các xác suất xuất hiện đối với hậu tố.

Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã phần dư dự đoán được lượng tử hóa (giá trị nguyên không được ký hiệu) bằng cách giải nhị phân dữ liệu nhị phân của phần dư dự đoán được giải mã số học theo phương pháp tuân theo phương pháp mã hóa được sử dụng bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều đầu tiên giải mã số học dữ liệu nhị phân của mã n bit để tính toán giá trị của mã n bit. Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều so sánh giá trị của mã n bit với giá trị ngưỡng R_TH.

Trong trường hợp trong đó giá trị của mã n bit và giá trị ngưỡng R_TH khớp nhau, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều xác định rằng bit được mã hóa nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ được hiện diện tiếp theo và giải mã số học mã còn lại mà là dữ liệu nhị phân được mã hóa nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ.

Sau đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán, từ mã còn lại được giải mã, giá trị của mã còn lại nhờ sử dụng Bảng tra cứu ngược mà chỉ báo quan hệ giữa mã còn lại và giá trị này. FIG.79 là sơ đồ chỉ báo ví dụ của Bảng tra cứu ngược mà chỉ báo các quan hệ giữa các mã còn lại và các giá trị của mã này. Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thêm giá trị thu được của mã còn lại vào R_TH, nhờ đó thu nhận phần dư dự đoán được lượng tử hóa được nhị phân hóa.

Trong trường hợp ngược lại trong đó giá trị của mã n bit và giá trị ngưỡng R_TH không khớp nhau (giá trị của mã n bit nhỏ hơn giá trị R_TH), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều xác định giá trị của mã n bit là phần dư dự đoán được lượng tử hóa được giải nhị phân như ban đầu. Theo cách này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã thích hợp dòng bit được tạo ra trong khi chuyển đổi các phương pháp nhị phân hóa theo các giá trị của các phần dư dự đoán bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều.

Cần được lưu ý rằng, khi giá trị ngưỡng R_TH được thêm vào, ví dụ, thông tin tiêu đề của dòng bit, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã giá trị ngưỡng R_TH từ thông tin tiêu đề và có thể chuyển đổi các phương pháp giải mã nhờ sử dụng giá trị ngưỡng R_TH được giải mã. Khi giá trị ngưỡng R_TH được thêm vào, ví dụ, thông tin tiêu đề đối với mỗi LoD, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều chuyển đổi các phương pháp giải mã nhờ sử dụng giá trị ngưỡng R_TH được giải mã đối với mỗi LoD.

Ví dụ, khi giá trị ngưỡng R_TH là 63 và giá trị của mã n bit được giải mã là 63, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã mã còn lại nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ, nhờ đó thu nhận giá trị của mã còn lại. Ví dụ, trong ví dụ được thể hiện trong FIG.79, mã còn lại là 00100 và 3 được thu nhận là giá trị của mã còn lại. Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cộng 63 mà là giá trị ngưỡng R_TH và 3 mà là giá trị của mã còn lại, nhờ đó thu nhận 66 mà là giá trị của phần dư dự đoán.

Ngoài ra, khi giá trị của mã n bit được giải mã là 32, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập 32 mà là giá trị của mã n bit thành giá trị của phần dư dự

đoán.

Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều chuyển đổi phần dư dự đoán được lượng tử hóa được giải mã, ví dụ, từ giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu, thông qua xử lý ngược với xử lý trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều. Theo cách này, khi giải mã entropy phần dư dự đoán, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã một cách thích hợp dòng bit được tạo ra mà không xem xét sự xuất hiện của số nguyên âm. Cần được lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều không cần luôn chuyển đổi giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu và ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã bit ký hiệu khi giải mã dòng bit được tạo ra bằng cách mã hóa entropy riêng biệt bit ký hiệu.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện việc giải mã bằng cách lượng tử hóa ngược và khôi phục phần dư dự đoán được lượng tử hóa sau khi được chuyển đổi thành giá trị nguyên được ký hiệu, để thu nhận giá trị được giải mã. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng giá trị được giải mã được tạo ra cho việc dự đoán của điểm ba chiều hiện tại cần được giải mã và các điểm ba chiều phía sau. Cụ thể hơn, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều nhân phần dư dự đoán được lượng tử hóa với hệ số tỷ lệ lượng tử hóa được giải mã để tính toán giá trị được lượng tử hóa ngược và cộng giá trị được lượng tử hóa ngược và giá trị được dự đoán để thu nhận giá trị được giải mã.

Giá trị nguyên không được ký hiệu được giải mã (giá trị được lượng tử hóa không được ký hiệu) được chuyển đổi thành giá trị nguyên được ký hiệu thông qua xử lý được thể hiện dưới đây. Khi bit ít quan trọng nhất (LSB) của giá trị nguyên không được ký hiệu được giải mã a2u là 1, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên được ký hiệu a2q thành -((a2u + 1) >> 1). Khi LSB của giá trị nguyên không được ký hiệu a2u không phải 1, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên được ký hiệu a2q thành ((a2u >> 1).

Tương tự, khi LSB của giá trị nguyên không được ký hiệu được giải mã b2u là 1, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên được ký hiệu

b2q thành -((b2u + 1) >> 1). Khi LSB của giá trị nguyên không được ký hiệu được giải mã n2u không phải 1, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên được ký hiệu b2q thành ((b2u >> 1).

Các chi tiết của xử lý lượng tử hóa ngược và khôi phục bởi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều là tương tự như xử lý lượng tử hóa ngược và khôi phục trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều.

Sau đây, phần mô tả được đưa ra về dòng xử lý trong thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều. FIG.80 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều được thực hiện bởi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều. Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã thông tin hình học (geometry) từ dòng bit (S3031). Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện việc giải mã nhờ sử dụng biểu diễn cây bát phân.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã thông tin thuộc tính (attribute) từ dòng bit (S3032). Ví dụ, khi giải mã các loại thông tin thuộc tính, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã các loại thông tin thuộc tính theo thứ tự. Ví dụ, khi giải mã các màu và các độ phản xạ như là thông tin thuộc tính, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã các kết mã hóa màu và các kết quả mã hóa độ phản xạ trong thứ tự gán trong dòng bit. Ví dụ, khi các kết quả mã hóa độ phản xạ được thêm vào sau các kết mã hóa màu trong dòng bit, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã các kết mã hóa màu và sau đó giải mã các kết quả mã hóa độ phản xạ. Cần được lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã, trong thứ tự bất kỳ, các kết quả mã hóa của thông tin thuộc tính được thêm vào dòng bit.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm vào thông tin tiêu đề chẳng hạn, thông tin mà chỉ báo vị trí bắt đầu của dữ liệu được mã hóa của mỗi thông tin thuộc tính trong dòng bit. Theo cách này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã chọn lọc thông tin thuộc tính được yêu cầu giải mã và do đó có thể bỏ qua xử lý giải mã của thông tin thuộc tính không được yêu cầu giải mã. DO đó, có thể làm giảm lượng xử lý bởi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã các loại thông tin

thuộc tính một cách song song và có thể tích hợp các kết quả giải mã thành một đám mây điểm ba chiều. Theo cách này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã nhiều loại thông tin thuộc tính tại tốc độ cao.

FIG.81 là lưu đồ của xử lý giải mã thông tin thuộc tính (S3032). Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập các LoD (S3041). Nói cách khác, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều gán mỗi điểm ba chiều mà có thông tin hình học được giải mã tới bất kỳ một trong số các LoD. Ví dụ, phương pháp gán này là tương tự như phương pháp gán được sử dụng trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều bắt đầu vòng lặp đối với mỗi LoD (S3042). Nói cách khác, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện lặp lại các xử lý của các bước từ S3043 đến S3049 đối với mỗi LoD.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều bắt đầu vòng lặp đối với mỗi điểm ba chiều (S3043). Nói cách khác, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện lặp lại các xử lý của các bước từ S3044 đến S3048 đối với mỗi điểm ba chiều.

Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tìm kiếm các điểm lân cận mà là các điểm ba chiều hiện diện trong lân cận của điểm ba chiều hiện tại cần được xử lý và cần được sử dụng để tính toán giá trị được dự đoán của điểm ba chiều hiện tại cần được xử lý (S3044). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán giá trị trung bình được tính trọng số của các giá trị của thông tin thuộc tính của các điểm lân cận và thiết lập giá trị thu được là giá trị được dự đoán P (S3045). Cần được lưu ý rằng các xử lý này là tương tự các xử lý trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã số học giá trị được lượng tử hóa từ dòng bit (S3046). Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều lượng tử hóa ngược giá trị được lượng tử hóa được giải mã để tính toán giá trị được lượng tử hóa ngược (S3047). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thêm giá trị được dự đoán vào giá trị được lượng tử hóa ngược để tạo ra giá trị được giải mã

(S3048). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều kết thúc vòng lặp đối với mỗi điểm ba chiều (S3049). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều kết thúc vòng lặp đối với mỗi LoD (S3050).

Phần sau đây mô tả các cấu trúc của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều và thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế. FIG.82 là sơ đồ khối minh họa cấu trúc của thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 3000 theo phương án của sáng chế. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 3000 bao gồm bộ mã hóa thông tin hình học 3001, bộ gán lại thông tin thuộc tính 3002 và bộ mã hóa thông tin thuộc tính 3003.

Bộ mã hóa thông tin thuộc tính 3003 mã hóa thông tin hình học (geometry) của các điểm ba chiều được chứa trong đám mây điểm được nhập vào. Bộ gán lại thông tin thuộc tính 3002 gán lại các giá trị của thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong đám mây điểm được nhập vào, nhờ sử dụng các kết quả mã hóa và giải mã của thông tin hình học. Bộ mã hóa thông tin thuộc tính 3003 mã hóa thông tin thuộc tính (attribute) được gán lại. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều 3000 tạo ra dòng bit bao gồm thông tin hình học được mã hóa và thông tin thuộc tính được mã hóa.

FIG.83 là sơ đồ khối minh họa cấu trúc của thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 3010 theo phương án của sáng chế. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 3010 bao gồm bộ giải mã thông tin hình học 3011 và bộ giải mã thông tin thuộc tính 3012.

Bộ giải mã thông tin hình học 3011 giải mã thông tin hình học (geometry) của các điểm ba chiều từ dòng bit. Bộ giải mã thông tin thuộc tính 3012 giải mã thông tin thuộc tính (attribute) của các điểm ba chiều từ dòng bit. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều 3010 tích hợp thông tin hình học được giải mã và thông tin thuộc tính được giải mã để tạo ra đám mây điểm được xuất ra.

Như được mô tả nêu trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án này thực hiện xử lý được minh họa trong FIG.84. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba

chiều mã hóa điểm ba chiều mà có thông tin thuộc tính. Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều (S3061). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán phần dư dự đoán mà là độ chênh lệch giữa thông tin thuộc tính của điểm ba chiều và giá trị được dự đoán (S3062). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhị phân hóa phần dư dự đoán để tạo ra dữ liệu nhị phân (S3063). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa số học dữ liệu nhị phân (S3064).

Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có khả năng làm giảm lượng mã của dữ liệu cần được mã hóa của thông tin thuộc tính bằng cách tính toán phần dư dự đoán của thông tin thuộc tính và nhị phân hóa và mã hóa số học phần dư dự đoán.

Ví dụ, trong việc mã hóa số học (S3064), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng các bảng mã hóa khác nhau đối với mỗi bit của dữ liệu nhị phân. Bằng cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể là tăng hiệu quả mã hóa.

Ví dụ, trong việc mã hóa số học (S3064), số lượng bảng mã hóa cần được sử dụng là lớn hơn đối với bit thứ tự thấp hơn của dữ liệu nhị phân.

Ví dụ, trong việc mã hóa số học (S3064), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lựa chọn các bảng mã hóa cần được sử dụng để mã hóa số học bit hiện tại được chứa trong dữ liệu nhị phân, theo giá trị của bit thứ tự cao hơn so với bit hiện tại. Bằng cách này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể lựa chọn các bảng mã hóa cần được sử dụng theo giá trị của bit thứ tự cao hơn, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm tăng hiệu quả mã hóa.

Ví dụ, trong việc nhị phân hóa (S3063), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều: nhị phân hóa phần dư dự đoán nhờ sử dụng lượng bit cố định để tạo ra dữ liệu nhị phân khi phần dư dự đoán nhỏ hơn giá trị ngưỡng (R_TH); và tạo ra dữ liệu nhị phân bao gồm mã thứ nhất (mã n bit) và mã thứ hai (mã còn lại) khi phần dư dự đoán lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng (R_TH). Mã thứ nhất có lượng bit cố định chỉ báo giá trị ngưỡng (R_TH) và mã thứ hai (mã còn lại) thu được bằng cách nhị phân hóa, nhờ sử dụng mã hóa Golomb số mũ, giá trị thu được bằng

cách trừ giá trị ngưỡng (R_TH) từ phần dư dự đoán. Trong việc mã hóa số học (S3064), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng các phương pháp mã hóa số học khác nhau giữa mã thứ nhất và mã thứ hai.

Với điều này, ví dụ, do có thể mã hóa số học mã thứ nhất và mã thứ hai sử dụng các phương pháp mã hóa số học lần lượt thích hợp đối với mã thứ nhất và mã thứ hai, có thể làm tăng hiệu quả mã hóa.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lượng tử hóa phần dư dự đoán và, trong việc nhị phân hóa (S3063), nhị phân hóa phần dư dự đoán được lượng tử hóa. Giá trị ngưỡng (R_TH) được thay đổi theo hệ số tỷ lệ lượng tử hóa trong khi lượng tử hóa. Với điều này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể sử dụng giá trị ngưỡng thích hợp theo hệ số tỷ lệ lượng tử hóa, có thể làm tăng hiệu quả mã hóa.

Ví dụ, mã thứ hai bao gồm tiền tố và hậu tố. Trong việc mã hóa số học (S3064), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng các bảng mã hóa khác nhau giữa tiền tố và hậu tố. Theo cách này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm tăng hiệu quả mã hóa.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ và bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế thực hiện xử lý được minh họa trong FIG.85. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã điểm ba chiều mà có thông tin thuộc tính. Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều (S3071). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã số học dữ liệu được mã hóa được chứa trong dòng bit để tạo ra dữ liệu nhị phân (S3072). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải nhị phân dữ liệu nhị phân để tạo ra phần dư dự đoán (S3073). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán giá trị được giải mã của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều bằng cách cộng giá trị được dự đoán và phần dư dự đoán (S3074).

Theo cách này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã một

cách thích hợp dòng bit của thông tin thuộc tính được tạo ra bằng cách tính toán phần dư dự đoán của thông tin thuộc tính và nhị phân hóa và giải mã số học phần dư dự đoán.

Ví dụ, trong việc giải mã số học (S3072), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng các bảng mã hóa khác nhau đối với mỗi bit của dữ liệu nhị phân. Với điều này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã một cách thích hợp dòng bit được mã hóa tại hiệu quả mã hóa được tăng lên.

Ví dụ, trong việc giải mã số học (S3072), số lượng bảng mã hóa cần được sử dụng là lớn hơn đối với bit thấp hơn của dữ liệu nhị phân.

Ví dụ, trong việc giải mã số học (S3072), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều lựa chọn các bảng mã hóa cần được sử dụng để giải mã số học bit hiện tại được chứa trong dữ liệu nhị phân, theo giá trị của bit thứ tự cao hơn so với bit hiện tại. Với điều này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã một cách thích hợp dòng bit được mã hóa tại hiệu quả mã hóa được tăng lên.

Ví dụ, trong việc giải nhị phân (S3073), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải nhị phân mã thứ nhất (mã n bit) có lượng bit cố định được chứa trong dữ liệu nhị phân để tạo ra giá trị thứ nhất. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều: xác định giá trị thứ nhất là phần dư dự đoán khi giá trị thứ nhất nhỏ hơn giá trị ngưỡng (R_TH); và, khi giá trị thứ nhất lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng (R_YH), tạo ra giá trị thứ hai bằng cách giải nhị phân mã thứ hai (mã còn lại) mà là mã Golomb số mũ được chứa trong dữ liệu nhị phân và cộng giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai, nhờ đó tạo ra phần dư dự đoán. Trong việc giải mã số học (S3072), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng các phương pháp giải mã số học khác nhau giữa mã thứ nhất và mã thứ hai.

Với điều này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã một cách thích hợp dòng bit được mã hóa tại hiệu quả mã hóa được tăng lên.

Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều lượng tử hóa ngược phần dư dự đoán và, ngoài ra (S3074), cộng giá trị được dự đoán và phần dư dự đoán được lượng tử hóa ngược. Giá trị ngưỡng (R_TH) được thay đổi theo hệ số tỷ lệ lượng

tử hóa trong lượng tử hóa ngược. Với điều này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã một cách thích hợp dòng bit được mã hóa tại hiệu quả mã hóa được tăng lên.

Ví dụ, mã thứ hai bao gồm tiền tố và hậu tố. Trong giải mã số học (S3072), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng các bảng mã hóa khác nhau giữa tiền tố và hậu tố. Với điều này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có khả năng giải mã một cách thích hợp dòng bit được mã hóa tại hiệu quả mã hóa được tăng lên.

Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ và bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Phương án 10

Các giá trị được dự đoán có thể được tạo ra bởi phương pháp khác với phương pháp trong phương án 9. Sau đây, điểm ba chiều cần được mã hóa được gọi là điểm ba chiều thứ nhất và một hoặc nhiều điểm ba chiều trong vùng lân cận của điểm ba chiều thứ nhất được gọi là một nhiều điểm ba chiều thứ hai trong một vài trường hợp.

Ví dụ, trong khi tạo ra giá trị được dự đoán của mục thông tin thuộc tính (thông tin thuộc tính) của điểm ba chiều, giá trị thuộc tính như ban đầu của điểm ba chiều gần nhất trong số các điểm ba chiều được mã hóa và giải mã trong vùng lân cận của điểm ba chiều cần được mã hóa có thể được tạo ra như là giá trị được dự đoán. Trong khi tạo ra giá trị được dự đoán, thông tin chế độ dự đoán (PredMode) có thể được đính kèm đối với mỗi điểm ba chiều và một giá trị được dự đoán có thể được lựa chọn từ nhiều giá trị dự đoán để cho phép tạo ra giá trị được dự đoán. Cụ thể, ví dụ, có thể được hiểu rằng, đối với tổng số M chế độ dự đoán, giá trị trung bình được gán tới chế độ dự đoán 0, giá trị thuộc tính của điểm ba chiều A được gán tới chế độ dự đoán 1, … và giá trị thuộc tính của điểm ba chiều Z được gán tới chế độ dự đoán M-1 và chế độ dự đoán được sử dụng cho việc dự đoán được đính kèm vào dòng bit đối với mỗi điểm ba chiều. Theo đó, giá trị chế độ dự đoán thứ nhất mà chỉ báo chế độ dự đoán thứ nhất để tính

toán, như là giá trị được dự đoán, giá trị trung bình của các mục thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều xung quanh có thể nhỏ hơn giá trị chế độ dự đoán thứ hai mà chỉ báo chế độ dự đoán thứ hai để tính toán, như là giá trị được dự đoán, mục thông tin thuộc tính như ban đầu của điểm ba chiều xung quanh. Ở đây, "giá trị trung bình" như là giá trị được dự đoán được tính toán trong chế độ dự đoán 0 là giá trị trung bình của các giá trị thuộc tính của các điểm ba chiều trong vùng lân cận của điểm ba chiều cần được mã hóa.

FIG.86 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ nhất của Bảng biểu diễn các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán theo phương án 10. FIG.87 là sơ đồ thể hiện các ví dụ của các mục thông tin thuộc tính được sử dụng như là các giá trị được dự đoán theo phương án 10. FIG.88 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ hai của Bảng mà biểu diễn các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán theo phương án 10.

Số lượng M chế độ dự đoán có thể được đính kèm vào dòng bit. Số lượng M chế độ dự đoán có thể được xác định bởi mẫu hoặc mức của các tiêu chuẩn ngoài được đính kèm vào dòng bit. Số lượng M chế độ dự đoán có thể cũng được tính toán từ số lượng N điểm ba chiều được sử dụng cho việc dự đoán. Ví dụ, số lượng M chế độ dự đoán có thể được tính toán bởi M=N+1.

Bảng trong FIG.86 là ví dụ của trường hợp với số lượng N điểm ba chiều được sử dụng cho việc dự đoán là 4 và số lượng M chế độ dự đoán là 5. Giá trị được dự đoán của mục thông tin thuộc tính của điểm b2 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng các mục thông tin thuộc tính của các điểm a0, a1, a2, b1. Trong lựa chọn một chế độ dự đoán từ các chế độ dự đoán, chế độ dự đoán để tạo ra, như là giá trị được dự đoán, giá trị thuộc tính của mỗi điểm a0, a1, a2, b1 có thể được lựa chọn theo thông tin khoảng cách từ điểm b2 tới mỗi điểm a0, a1, a2, b1. Chế độ dự đoán được đính kèm đối với mỗi điểm ba chiều cần được mã hóa. Giá trị được dự đoán được tính toán theo giá trị tương ứng với chế độ dự đoán được đính kèm.

Bảng trong FIG.88, như trong FIG.86, là ví dụ của trường hợp với số

lượng N điểm ba chiều được sử dụng cho việc dự đoán là 4 và số lượng M chế độ dự đoán là 5. Giá trị được dự đoán của mục thông tin thuộc tính của điểm a2 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng các mục thông tin thuộc tính của các điểm a0, a1. Trong lựa chọn một chế độ dự đoán từ các chế độ dự đoán, chế độ dự đoán để tạo ra, như là giá trị được dự đoán, giá trị thuộc tính của mỗi điểm a0 và a1 có thể được lựa chọn theo thông tin khoảng cách từ điểm a2 tới mỗi điểm a0, a1. Chế độ dự đoán được đính kèm đối với mỗi điểm ba chiều cần được mã hóa. Giá trị được dự đoán được tính toán theo giá trị tương ứng với chế độ dự đoán được đính kèm.

Khi số lượng điểm lân cận, tức là, số lượng N các điểm ba chiều xung quanh nhỏ hơn bốn như tại điểm a2 nêu trên, chế độ dự đoán mà giá trị được dự đoán không được gán tới có thể được ghi là "không khả dụng" trong Bảng.

Việc gán các giá trị của các chế độ dự đoán có thể được xác định theo khoảng cách từ điểm ba chiều cần được mã hóa. Ví dụ, các giá trị chế độ dự đoán mà chỉ báo các chế độ dự đoán giảm xuống theo việc giảm khoảng cách từ điểm ba chiều cần được mã hóa tới các điểm ba chiều xung quanh mà có các mục thông tin thuộc tính được sử dụng như là các giá trị được dự đoán. Ví dụ trong FIG.86 thể hiện rằng các điểm b1, a2, a1, a0 được bố trí tuần tự gần hơn với điểm b2 như là điểm ba chiều cần được mã hóa. Ví dụ, trong khi tính toán giá trị được dự đoán, mục thông tin thuộc tính của điểm b1 được tính toán như là giá trị được dự đoán trong chế độ dự đoán được chỉ báo bởi giá trị chế độ dự đoán bằng "1" trong số hai chế độ dự đoán hoặc nhiều hơn và mục thông tin thuộc tính của điểm a2 được tính toán như là giá trị được dự đoán trong chế độ dự đoán được chỉ báo bởi giá trị chế độ dự đoán bằng "2". Theo đó, giá trị chế độ dự đoán mà chỉ báo chế độ dự đoán để tính toán, như là giá trị được dự đoán, mục thông tin thuộc tính của điểm b1 nhỏ hơn giá trị chế độ dự đoán mà chỉ báo chế độ dự đoán để tính toán, như là giá trị được dự đoán, mục thông tin thuộc tính của điểm a2 cách xa điểm b2 hơn điểm b1.

Do đó, giá trị chế độ dự đoán nhỏ có thể được gán tới điểm mà dễ được

dự đoán hơn và được lựa chọn do khoảng cách ngắn, nhờ đó làm giảm số lượng bit để mã hóa giá trị chế độ dự đoán. Ngoài ra, giá trị chế độ dự đoán nhỏ có thể được ưu tiên gán tới điểm ba chiều thuộc về cùng LoD như điểm ba chiều cần được mã hóa.

FIG.89 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ ba của Bảng biểu diễn các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán theo phương án 10. Cụ thể, ví dụ thứ ba là ví dụ của trường hợp trong đó mục thông tin thuộc tính được sử dụng như là giá trị được dự đoán là giá trị của thông tin màu (YUV) của điểm ba chiều xung quanh. Theo đó, mục thông tin thuộc tính được sử dụng như là giá trị được dự đoán có thể là thông tin màu mà chỉ báo màu của điểm ba chiều.

Như được thể hiện trên FIG.89, giá trị được dự đoán được tính toán trong chế độ dự đoán được chỉ báo bởi giá trị chế độ dự đoán bằng "0" là giá trị trung bình của các thành phần Y, U và V mà xác định không gian màu YUV. Cụ thể, giá trị được dự đoán bao gồm trung bình có trọng số Yave của các giá trị thành phần Y Yb1, Ya2, Ya1, Ya0 tương ứng với các điểm b1, a2, a1, a0, một cách lần lượt, trung bình có trọng số Uave của các giá trị thành phần U Ub1, Ua2, Ua1, Ua0 tương ứng với các điểm b1, a2, a1, a0, một cách lần lượt và trung bình có trọng số Vave của các giá trị thành phần V Vb1, Va2, Va1, Va0 tương ứng với các điểm b1, a2, a1, a0, một cách lần lượt. Các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán được chỉ báo bởi các giá trị chế độ dự đoán bằng "1" đến "4" bao gồm thông tin màu của các điểm ba chiều xung quanh b1, a2, a1, a0. Thông tin màu được chỉ báo bởi các kết hợp của các giá trị thành phần Y, U và V.

Trong FIG.89, thông tin màu được chỉ báo bởi giá trị được xác định bởi không gian màu YUV, nhưng không bị giới hạn ở không gian màu YUV. Thông tin màu có thể được chỉ báo bởi giá trị được xác định bởi không gian màu RGB hoặc giá trị được xác định bởi không gian màu khác.

Theo đó, trong khi tính toán giá trị được dự đoán, hai giá trị trung bình hoặc nhiều hơn hoặc hai mục thông tin thuộc tính hoặc nhiều hơn có thể được

tính toán như là các giá trị được dự đoán của các chế độ dự đoán. Hai giá trị trung bình hoặc nhiều hơn hoặc hai mục thông tin thuộc tính hoặc nhiều hơn có thể chỉ báo hai giá trị thành phần hoặc nhiều hơn mà mỗi chúng xác định không gian màu.

Ví dụ, khi chế độ dự đoán được chỉ báo bởi giá trị chế độ dự đoán bằng "2" trong Bảng trong FIG.89 được lựa chọn, thành phần Y, thành phần U và thành phần V như là các giá trị thuộc tính của điểm ba chiều cần được mã hóa có thể được mã hóa như là các giá trị được dự đoán Ya2, Ua2, Va2. Trong trường hợp này, giá trị chế độ dự đoán bằng "2" được đính kèm vào dòng bit.

FIG.90 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ tư của Bảng biểu diễn các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán theo phương án 10. Cụ thể, ví dụ thứ tư là ví dụ của trường hợp trong đó mục thông tin thuộc tính được sử dụng như là giá trị được dự đoán là giá trị của thông tin độ phản xạ của điểm ba chiều xung quanh. Thông tin độ phản xạ là, ví dụ, thông tin mà chỉ báo độ phản xạ R.

Như được thể hiện trên FIG.90, giá trị được dự đoán được tính toán trong chế độ dự đoán được chỉ báo bởi giá trị chế độ dự đoán bằng "0" là giá trị trung bình có trọng số Rave của các độ phản xạ Rb1, Ra2, Ra1, Ra0 tương ứng với các điểm b1, a2, a1, a0, một cách lần lượt. Các giá trị được dự đoán được tính toán trong các chế độ dự đoán được chỉ báo bởi các giá trị chế độ dự đoán bằng "1" đến "4" là các độ phản xạ Rb1, Ra2, Ra1, Ra0 của các điểm ba chiều xung quanh b1, a2, a1, a0, một cách lần lượt.

Ví dụ, khi chế độ dự đoán được chỉ báo bởi giá trị chế độ dự đoán bằng "3" trong Bảng trong FIG.90 được lựa chọn, độ phản xạ như giá trị thuộc tính của điểm ba chiều cần được mã hóa có thể được mã hóa là giá trị được dự đoán Ra1. Trong trường hợp này, giá trị chế độ dự đoán bằng "3" được đính kèm vào dòng bit.

Như được thể hiện trong các Fig. 89 và 90, mục thông tin thuộc tính có thể bao gồm mục thông tin thuộc tính thứ nhất và mục thông tin thuộc tính thứ

hai mà khác với mục thông tin thuộc tính thứ nhất. Mục thông tin thuộc tính thứ nhất là, ví dụ, thông tin màu. Mục thông tin thuộc tính thứ hai là, ví dụ, thông tin độ phản xạ. Trong khi tính toán giá trị được dự đoán, giá trị được dự đoán thứ nhất có thể được tính toán bằng cách sử dụng mục thông tin thuộc tính thứ nhất và giá trị được dự đoán thứ hai có thể được tính toán bằng cách sử dụng mục thông tin thuộc tính thứ hai.

Phương án 11

Đối với ví dụ khác về mã hóa thông tin thuộc tính của điểm ba chiều bằng cách sử dụng thông tin về các LoD, phương pháp sẽ được mô tả mà mã hóa các điểm ba chiều theo thứ tự từ các điểm ba chiều được chứa trong lớp dưới cùng của các LoD. Ví dụ, khi mã hóa các điểm ba chiều trong thứ tự từ các điểm ba chiều được chứa trong lớp dưới cùng LoDn của các LoD, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán các giá trị được dự đoán của các điểm ba chiều được chứa trong LoDn bằng cách sử dụng thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong lớp cao hơn LoDn của các LoD.

FIG.91 là sơ đồ thể hiện ví dụ của quan hệ tham chiếu. Ví dụ, trong trường hợp của ví dụ được thể hiện trên FIG.91, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán các giá trị được dự đoán của các điểm ba chiều được chứa trong LoD2 bằng cách sử dụng thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong LoD0 hoặc LoD1. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán các giá trị được dự đoán của các điểm ba chiều được chứa trong LoD1 bằng cách sử dụng thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong LoD0. Trong trường hợp này, LoD0 hoặc LoD1 không cần thiết là thông tin thuộc tính mà đã được mã hóa và giải mã. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể sử dụng, ví dụ, giá trị trước khi mã hóa.

Theo cách thức này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tạo ra các giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong LoDn bằng cách sử dụng thông tin thuộc tính được chứa trong LoDn' ($n' < n$). Do đó, do các điểm ba chiều được chứa trong LoDn không viện dẫn tới nhau,

thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán một cách song song các giá trị được dự đoán của các điểm ba chiều được chứa trong LoDn.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều bằng cách tính toán giá trị trung bình của các giá trị thuộc tính của N điểm ba chiều hoặc nhỏ hơn trong số các điểm ba chiều xung quanh điểm ba chiều hiện tại cần được mã hóa. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị của N vào thông tin tiêu đề của dòng bit hoặc loại tương tự. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thay đổi giá trị của N đối với mỗi điểm ba chiều và có thể thêm giá trị của N đối với mỗi điểm ba chiều. Do đó, do N thích hợp có thể được lựa chọn đối với mỗi điểm ba chiều, độ chính xác của giá trị được dự đoán có thể được cải thiện. Do đó, phần dư được dự đoán có thể được làm giảm. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị của N vào thông tin tiêu đề của dòng bit và có thể cố định giá trị của N trong dòng bit. Do đó, do không cần thiết mã hóa hoặc giải mã giá trị của N đối với mỗi điểm ba chiều, lượng xử lý có thể được giảm xuống. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa riêng biệt giá trị của N đối với mỗi LoD. Do đó, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện bằng cách lựa chọn N thích hợp đối với mỗi LoD.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều với giá trị trung bình được tính trọng số của thông tin thuộc tính của N điểm ba chiều ngoại vi. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán trọng số bằng cách sử dụng các đoạn thông tin khoảng cách tương ứng của điểm ba chiều hiện tại và N điểm ba chiều ngoại vi.

Khi mã hóa riêng biệt giá trị của N đối với mỗi LoD, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập, ví dụ, giá trị của N là lớn hơn đối với các lớp cao hơn trong các LoD và giá trị của N là nhỏ hơn đối với các lớp thấp hơn. Khoảng cách giữa các điểm ba chiều thuộc về các lớp cao hơn trong các LoD lớn hơn khoảng cách giữa các điểm ba chiều thuộc về lớp cao hơn trong các LoD. Do đó, trong các lớp cao hơn, có khả năng rằng độ chính xác dự đoán có thể được cải

thiện bằng cách tính trung bình nhiều điểm ba chiều ngoại vi hơn bằng cách thiết lập giá trị của N là lớn. Ngoài ra, khoảng cách giữa các điểm ba chiều thuộc về các lớp thấp hơn trong các LoD là ngắn. Do đó, trong các lớp thấp hơn, có thể thực hiện việc dự đoán hiệu quả trong khi làm giảm lượng xử lý của việc tính trung bình, bằng cách thiết lập giá trị của N là nhỏ.

Như được mô tả nêu trên, giá trị được dự đoán của điểm P được chứa trong LoDN được tạo ra bằng cách sử dụng điểm xung quanh được mã hóa P' được chứa trong LoDN' (N' <= N). Ở đây, điểm xung quanh P' được lựa chọn dựa trên khoảng cách từ điểm P. Ví dụ, giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm b2 được thể hiện trên FIG.91 được tạo ra bằng cách sử dụng thông tin thuộc tính của các điểm a0, a1 và a2.

Các điểm ngoại vi cần được lựa chọn được thay đổi theo giá trị của N nêu trên. Ví dụ, khi N = 3, các điểm a0, a1 và a2 được lựa chọn là các điểm xung quanh của điểm b2. Khi N = 2, các điểm a1 và a2 được lựa chọn dựa trên thông tin khoảng cách.

Giá trị được dự đoán được tính toán bằng cách tính trung bình có trọng số phụ thuộc khoảng cách. Ví dụ, trong ví dụ được thể hiện trên FIG.91, giá trị được dự đoán b2p của điểm b2 được tính toán bởi giá trị trung bình được tính trọng số của thông tin thuộc tính của điểm a0 và điểm a1, như được thể hiện trong (Công thức J1) và (Công thức J2). Lưu ý rằng A_i là giá trị của thông tin thuộc tính của điểm ai. Ngoài ra, d (p, q) là, ví dụ, khoảng cách Euclid giữa điểm ba chiều p và điểm ba chiều q.

[Công thức toán 5]

$$\overbrace{i=0}^{} \quad \text{... (Công thức J1)}$$

$$\angle_{j=0}\, d(b2, aj) \quad \text{... (Công thức J2)}$$

Ngoài ra, như được thể hiện trong (Công thức J3) và (Công thức J4), giá trị được dự đoán aNp của điểm aN được tính toán bởi giá trị trung bình được tính trọng số của thông tin thuộc tính của các điểm aN-4, aN-3, aN-2 và aN-1.

[Công thức toán 6]

$$\overleftarrow{i=N-4}$$

$$\overleftarrow{j=N-4}\, d(aN, aj)$$

... (Công thức J3)

... (Công thức J4)

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán giá trị chênh lệch (phần dư được dự đoán) giữa giá trị của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều và giá trị được dự đoán được tạo ra từ các điểm xung quanh và có thể lượng tử hóa phần dư được dự đoán được tính toán. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc lượng tử hóa bằng cách chia phần dư được dự đoán cho hệ số tỷ lệ lượng tử hóa (cũng được gọi là bước lượng tử hóa). Trong trường hợp này, hệ số tỷ lệ lượng tử hóa càng nhỏ, sai số (sai số lượng tử hóa) càng nhỏ mà có thể xuất hiện do việc lượng tử hóa. Ngược lại, hệ số tỷ lệ lượng tử hóa càng lớn, sai số lượng tử hóa càng lớn.

Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thay đổi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa cần được sử dụng đối với mỗi LoD. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều làm cho hệ số tỷ lệ lượng tử hóa nhỏ hơn đối với các lớp cao hơn và làm cho hệ số tỷ lệ lượng tử hóa lớn hơn đối với các lớp thấp hơn. Do giá trị của thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều thuộc về các lớp cao hơn có thể được sử dụng như là giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều thuộc về các lớp thấp hơn, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện bằng cách làm giảm sai số lượng tử hóa mà có thể xuất hiện trong các lớp cao hơn bằng cách làm cho hệ số tỷ lệ lượng tử hóa đối với các lớp cao hơn nhỏ để làm tăng độ chính xác của giá trị được dự đoán. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm hệ số tỷ lệ lượng tử hóa được sử dụng đối với mỗi LoD vào thông tin tiêu đề hoặc loại tương tự. Do đó, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã chính xác hệ số tỷ lệ lượng tử hóa, dòng bit có thể được giải mã thích hợp.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi thích nghi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa cần được sử dụng theo độ quan trọng của điểm ba chiều hiện tại. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng hệ số tỷ lệ lượng tử hóa nhỏ đối với điểm ba chiều với độ quan trọng cao và sử dụng hệ số tỷ lệ lượng tử

hóa lớn đối với điểm ba chiều với độ quan quan trọng thấp. Ở đây, độ quan trọng có thể được tính toán từ, ví dụ, số lần mà điểm ba chiều hiện tại được viện dẫn tới bởi các điểm ba chiều khác tại thời điểm tính toán giá trị được dự đoán, trọng số tại lúc này, hoặc loại tương tự. Ví dụ, giá trị của QW (Quantization Weight-Trọng số lượng tử hóa) sau đây được sử dụng như là độ quan trọng. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị của QW của điểm ba chiều với độ quan trọng cao là lớn và làm cho hệ số tỷ lệ lượng tử hóa nhỏ. Do đó, do sai số lượng tử hóa của điểm ba chiều với độ quan trọng cao trở nên nhỏ, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

FIG.92 là sơ đồ thể hiện ví dụ tính toán của QW. QS (bước lượng tử hóa) có thể được thay đổi theo LoD. QS_LoD0 là QS đối với LoD0 và QS_LoD1 là QS đối với LoD1.

QW là giá trị mà biểu diễn độ quan trọng của điểm ba chiều hiện tại. Ví dụ, khi điểm b2 được sử dụng cho việc tính toán của giá trị được dự đoán của điểm c0, giá trị của QW của điểm c0 có thể được nhân với trọng số W_{b2}_c0 đối với điểm b2 được tính toán tại thời điểm tạo ra giá trị được dự đoán của điểm c0 và giá trị thu được có thể được thêm vào giá trị của QW của điểm b2. Do đó, giá trị của QW của điểm ba chiều mà thường được sử dụng để tạo ra giá trị được dự đoán trở nên lớn và hiệu quả dự đoán có thể được cải thiện bằng cách làm giảm sai số lượng tử hóa của điểm ba chiều.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể đầu tiên khởi tạo các giá trị của các QW của tất cả các điểm ba chiều với 1 và có thể cập nhật QW của mỗi điểm ba chiều theo cấu trúc dự đoán. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thay đổi giá trị khởi tạo theo lớp của LoD, mà không khởi tạo các QW của tất cả các điểm ba chiều với giá trị 1. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm cho hệ số tỷ lệ lượng tử hóa đối với các lớp cao hơn nhỏ hơn bằng cách thiết lập các giá trị khởi tạo của các QW đối với các lớp cao hơn là lớn hơn. Do đó, do các sai số dự đoán đối với các lớp cao hơn có thể được làm giảm, độ chính xác dự đoán đối với các lớp thấp hơn có thể được tăng lên và hiệu quả mã

hóa có thể được cải thiện.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi giá trị nguyên được ký hiệu (giá trị được lượng tử hóa được ký hiệu), mà là phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa, thành giá trị nguyên không được ký hiệu (giá trị được lượng tử hóa không được ký hiệu). Do đó, khi mã hóa entropy phần dư được dự đoán, việc xem xét sự xuất hiện của số nguyên âm trở nên không cần thiết. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần thiết chuyển đổi giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu và có thể, ví dụ, mã hóa entropy riêng biệt bit ký hiệu.

FIG.93 là sơ đồ thể hiện ví dụ tính toán của phần dư được dự đoán. Phần dư được dự đoán được tính toán bằng cách trừ giá trị được dự đoán từ giá trị gốc. Ví dụ, như được thể hiện trong (công thức J5), phần dư được dự đoán b2r của điểm b2 được tính toán bằng cách trừ giá trị được dự đoán b2p của điểm b2 từ giá trị B_2 của thông tin thuộc tính của điểm b2.

$b2r = B_2 - b2p$ ... (Công thức J5)

Ngoài ra, phần dư được dự đoán được lượng tử hóa bằng cách được chia cho QS (bước lượng tử hóa). Ví dụ, giá trị được lượng tử hóa b2q của điểm b2 được tính toán bởi (công thức J6). Ở đây, QS_LoD1 là QS đối với LoD1. Tức là, QS có thể được thay đổi theo LoD.

$b2q = b2r / QS_LoD1$ ... (Công thức J6)

Ngoài ra, khi sử dụng QW như được mô tả nêu trên, giá trị được lượng tử hóa b2q của điểm b2 được tính toán bởi (công thức J7) và (công thức J8).

[Công thức toán 7]

$$b2q = \frac{QS_LoD1}{\sum_{i=0}} \wedge QW\ b2$$ ... (Công thức J7)

... (Công thức J8)

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi giá trị nguyên được ký hiệu, mà là giá trị được lượng tử hóa nêu trên, thành giá trị nguyên không được ký hiệu như sau. Khi giá trị nguyên được ký hiệu b2q nhỏ hơn 0, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên không được ký hiệu b2u thành

-1 - (2 × b2q). Khi giá trị nguyên được ký hiệu b2q lớn hơn hoặc bằng 0, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập giá trị nguyên không được ký hiệu b2u thành 2 × b2q.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều quét và mã hóa phần dư được dự đoán (giá trị nguyên không được ký hiệu) sau khi lượng tử hóa theo thứ tự định trước. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa các điểm ba chiều trong thứ tự từ các điểm ba chiều được chứa trong các lớp cao hơn của các LoD tới các lớp thấp hơn.

FIG.94 là sơ đồ thể hiện ví dụ của việc mã hóa này. Trong trường hợp của ví dụ được thể hiện trên FIG.94, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa các điểm ba chiều từ điểm a0 được chứa trong lớp cao hơn LoD0 trong thứ tự của a1, a2, b0, b1, b2, c0, c1, c2, ..., cN. Ở đây, có xu hướng rằng LoD càng thấp, càng có khả năng rằng phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa trở thành 0. Điều này có thể là vì lý do sau đây và loại tương tự.

Do giá trị được dự đoán của điểm ba chiều thuộc về lớp thấp hơn của các LoD được tạo ra có viện dẫn tới nhiều điểm ba chiều hơn giá trị được dự đoán của điểm ba chiều của lớp cao hơn, độ chính xác dự đoán là cao và phần dư được dự đoán dễ dàng trở thành 0. Ngoài ra, bằng cách chuyển đổi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa theo độ quan trọng nêu trên và loại tương tự, lớp càng thấp, hệ số tỷ lệ lượng tử hóa càng lớn và càng có khả năng rằng phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa trở thành 0. Theo cách thức này, các điểm ba chiều lớp thấp hơn càng có khả năng có giá trị 0 đối với phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa. Do đó, giá trị 0 có thể được tạo ra liên tiếp đối với chuỗi mã thứ nhất trong các lớp thấp hơn. Ở đây, chuỗi mã thứ nhất là chuỗi mã trong đó các phần dự được dự đoán sau khi lượng tử hóa của các điểm theo thứ tự mã hóa nêu trên được bố trí như được thể hiện trên FIG.94.

Mặt khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lần mà giá trị 0 xuất hiện trong chuỗi mã thứ nhất và mã hóa số lần mà giá trị 0 xuất hiện liên tiếp, thay vì các giá trị 0 liên tiếp. Tức là, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra chuỗi

mã thứ hai bằng cách thay thế các phần dư được dự đoán của các giá trị 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất với số lần (ZeroCnt) của 0 liên tiếp. Do đó, khi có các giá trị 0 liên tiếp của các phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện bằng cách mã hóa số lần của giá trị 0 liên tiếp, hơn là mã hóa nhiều giá trị 0.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa entropy giá trị của ZeroCnt. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhị phân hóa giá trị của ZeroCnt với mã đơn phân cụt của tổng số T của các điểm ba chiều được mã hóa và mã hóa số học mỗi bit sau khi nhị phân hóa. FIG.95 là sơ đồ thể hiện ví dụ của mã đơn phân cụt trong trường hợp trong đó tổng số điểm ba chiều được mã hóa là T. Tại thời điểm này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách sử dụng bảng mã hóa khác nhau đối với mỗi bit. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng bảng mã hóa 1 đối với bit thứ nhất, sử dụng bảng mã hóa 2 đối với bit thứ hai và bảng mã hóa 3 đối với các bit tiếp theo. Theo cách thức này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách chuyển đổi bảng mã hóa đối với mỗi bit.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số học ZeroCnt sau khi nhị phân hóa ZeroCnt với mã Golomb số mũ. Do đó, khi giá trị của ZeroCnt dễ dàng trở nên lớn, hiệu quả có thể được cải thiện hơn so với việc mã hóa số học nhị phân hóa với mã đơn phân cụt. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm cờ để chuyển đổi giữa sử dụng mã đơn phân cụt và sử dụng mã Golomb số mũ vào thông tin tiêu đề. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách lựa chọn phương pháp nhị phân hóa tối ưu. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã chính xác dòng bit bằng cách viện dẫn tới cờ được chứa trong thông tin tiêu đề để chuyển đổi phương pháp nhị phân hóa.

FIG.96 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính (attribute_data). Thông tin thuộc tính (attribute_data) bao gồm số lượng giá trị 0 liên tiếp (ZeroCnt), số lượng chiều thuộc tính (attribute_dimension) và phần dư

được dự đoán (giá trị[j] [i]).

Số lượng giá trị 0 liên tiếp (ZeroCnt) chỉ báo số lần mà giá trị 0 tiếp tục trong phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số học ZeroCnt sau khi nhị phân hóa ZeroCnt.

Số lượng chiều thuộc tính (attribute_dimension) chỉ số lượng chiều của thông tin thuộc tính. Ví dụ, khi thông tin thuộc tính là thông tin màu (RGB, YUV, hoặc loại tương tự) của điểm ba chiều, do thông tin màu là ba chiều, số lượng chiều thuộc tính được thiết lập thành giá trị 3. Khi thông tin thuộc tính là độ phản xạ, do độ phản xạ là một chiều, số lượng chiều thuộc tính được thiết lập thành giá trị 1. Lưu ý rằng số lượng chiều thuộc tính có thể được thêm vào thông tin tiêu đề của thông tin thuộc tính của dòng bit hoặc loại tương tự.

Phần dư được dự đoán (giá trị[j] [i]) chỉ báo phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa của thông tin thuộc tính của chiều thứ j của điểm ba chiều thứ i. Ví dụ, khi thông tin thuộc tính là thông tin màu, giá trị [99] [1] chỉ báo phần dư được dự đoán của chiều thứ hai (ví dụ, giá trị G) của điểm ba chiều thứ 100. Ngoài ra, khi thông tin thuộc tính là thông tin độ phản xạ, giá trị [119] [0] chỉ báo phần dư được dự đoán của chiều thứ nhất (ví dụ, độ phản xạ) của điểm ba chiều thứ 120.

Lưu ý rằng, khi các điều kiện sau đây được thỏa mãn, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể trừ giá trị 1 từ giá trị[j] [i] và có thể mã hóa entropy giá trị thu được. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều khôi phục phần dư được dự đoán bằng cách cộng giá trị 1 vào giá trị[j] [i] sau khi giải mã entropy.

Các điều kiện nêu trên là (1) khi attribute_dimension = 1, hoặc (2) khi attribute_dimension lớn hơn hoặc bằng 1 và khi các giá trị của tất cả các chiều bằng nhau. Ví dụ, khi thông tin thuộc tính là độ phản xạ, do attribute_dimension = 1, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều trừ giá trị 1 từ phần dư được dự đoán để tính toán giá trị này và mã hóa giá trị được tính toán. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán phần dư được dự đoán bằng cách cộng giá trị 1 vào giá trị sau

giải mã.

Cụ thể hơn, ví dụ, khi phần dư được dự đoán của độ phản xạ là 10, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa giá trị 9 thu được bằng cách trừ giá trị 1 từ giá trị 10 của phần dư được dự đoán. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cộng giá trị 1 vào giá trị được giải mã 9 để tính toán giá trị 10 của phần dư được dự đoán.

Ngoài ra, do attribute_dimension = 3 khi thông tin thuộc tính là màu, ví dụ, khi phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa của mỗi thành phần R, G và B là giống nhau, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều trừ giá trị 1 từ mỗi phần dư được dự đoán và mã hóa giá trị thu được. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cộng giá trị 1 vào giá trị sau khi giải mã. Cụ thể hơn, ví dụ, khi phần dư được dự đoán của R, G và B = (1, 1, 1), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa (0, 0, 0). Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cộng 1 vào mỗi thành phần của (0, 0, 0) để tính toán (1, 1, 1). Ngoài ra, khi phần dư được dự đoán của R, G và B = (2, 1, 2), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa (2, 1, 2) như thực tại. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng (2, 1, 2) được giải mã như thực tại là phần dư được dự đoán.

Theo cách thức này, bằng cách cung cấp ZeroCnt, do mẫu trong đó tất cả các chiều là 0 như là giá trị không được tạo ra, giá trị thu được bằng cách trừ 1 từ giá trị được chỉ báo bởi giá trị có thể được mã hóa. Do đó, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi phương pháp tính toán của giá trị của ZeroCnt phụ thuộc vào giá trị của attribute_dimension. Ví dụ, khi attribute_dimension = 3, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể đếm số lần mà các giá trị của các phần dư được dự đoán của tất cả các thành phần (chiều) trở thành 0. FIG.97 là sơ đồ thể hiện ví dụ của phần dư được dự đoán và ZeroCnt trong trường hợp này. Ví dụ, trong trường hợp của thông tin màu được thể hiện trên FIG.97, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lượng phần dư được dự đoán liên tiếp có giá trị 0 đối với tất cả thành phần R, G và B và cộng số được đếm vào dòng bit như là ZeroCnt. Do đó, việc mã hóa ZeroCnt đối với mỗi thành phần trở nên không cần thiết và thông tin tiêu đề có thể được làm

giảm. Do đó, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán ZeroCnt đối với mỗi chiều ngay cả khi attribute_dimension lớn hơn hoặc bằng hai và có thể thêm ZeroCnt được tính toán vào dòng bit.

FIG.98 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp khác của thông tin thuộc tính (attribute_data). Thông tin thuộc tính được thể hiện trên FIG.98 còn bao gồm thông tin chế độ dự đoán (PredMode) ngoài thông tin thuộc tính được thể hiện trên FIG.96.

Thông tin chế độ dự đoán (PredMode) chỉ báo chế độ dự đoán để mã hóa hoặc giải mã giá trị thuộc tính của điểm ba chiều thứ j. PredMode lấy giá trị từ giá trị 0 đến M-1 (M là tổng số lượng chế độ dự đoán). Khi PredMode không được chứa trong dòng bit (khi maxdiff >= Thfix&&NumPredMode[i] > 1, mà là điều kiện, không được thỏa mãn), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể ước lượng rằng PredMode có giá trị 0.

Ở đây, maxdiff là giá trị chênh lệch tuyệt đối lớn nhất của thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều mà có thể được viện dẫn tới. Thfix[i] là giá trị ngưỡng được xác định trước. Ngoài ra, giá trị 0 của thông tin chế độ dự đoán là, ví dụ, chế độ dự đoán mà sử dụng giá trị trung bình của thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều mà có thể được viện dẫn là giá trị được dự đoán. Tức là, khi độ chênh lệch giữa các đoạn thông tin thuộc tính mà có thể được viện dẫn nhỏ hơn giá trị định trước, chế độ dự đoán được xác định trước được sử dụng. Ngoài ra, NumPredMode[i] chỉ báo số lượng chế độ dự đoán khả dụng. Tức là, khi số lượng chế độ dự đoán khả dụng là 1, chế độ dự đoán được xác định trước được sử dụng.

Lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể sử dụng không chỉ giá trị 0, mà bất kỳ giá trị định trước từ 0 đến M-1 là giá trị được ước lượng. Ngoài ra, giá trị được ước lượng trong trường hợp trong đó PredMode không được chứa trong dòng bit có thể được thêm riêng biệt vào thông tin tiêu đề hoặc loại tương tự.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số học PredMode bằng cách nhị phân hóa PredMode với mã đơn phân cụt bằng cách sử dụng số lượng chế độ dự đoán mà giá trị được dự đoán được gán tới.

FIG.99 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế. Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa thông tin hình học (geometry) (S6501). Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc mã hóa bằng cách sử dụng biểu diễn cây bát phân.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi thông tin thuộc tính (S6502). Ví dụ, sau khi mã hóa thông tin hình học, khi vị trí của điểm ba chiều được thay đổi do lượng tử hóa hoặc loại tương tự, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gán lại thông tin thuộc tính của điểm ba chiều gốc thành điểm ba chiều sau khi thay đổi. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể nội suy giá trị của thông tin thuộc tính theo lượng thay đổi vị trí để thực hiện việc gán lại. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều dò tìm N điểm ba chiều trước khi thay đổi gần vị trí ba chiều sau khi thay đổi, thực hiện việc tính trung bình có trọng số của giá trị của thông tin thuộc tính của N điểm ba chiều dựa trên khoảng cách từ vị trí ba chiều sau khi thay đổi tới mỗi N điểm ba chiều và xác định giá trị thu được như là giá trị của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều sau khi thay đổi. Ngoài ra, khi hai điểm ba chiều hoặc nhiều hơn được thay đổi thành cùng vị trí ba chiều do lượng tử hóa hoặc loại tương tự, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể gán giá trị trung bình của thông tin thuộc tính trong hai điểm ba chiều hoặc nhiều hơn trước khi thay đổi như là giá trị của thông tin thuộc tính sau khi thay đổi.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa thông tin thuộc tính (S6503). Ví dụ, khi mã hóa các đoạn thông tin thuộc tính, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa các đoạn thông tin thuộc tính theo thứ tự. Ví dụ, khi mã hóa màu và độ phản xạ như là thông tin thuộc tính, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra dòng bit mà kết quả mã hóa của độ phản xạ được thêm vào sau kết quả mã hóa của màu. Lưu ý rằng các kết quả mã hóa của thông tin thuộc tính

được thêm vào dòng bit có thể theo thứ tự bất kỳ.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm thông tin mà chỉ báo vị trí bắt đầu của dữ liệu được mã hóa của mỗi thông tin thuộc tính trong dòng bit vào thông tin tiêu đề hoặc loại tương tự. Do đó, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã chọn lọc thông tin thuộc tính mà cần được giải mã, xử lý giải mã của thông tin thuộc tính mà không cần được giải mã có thể được bỏ qua. Do đó, lượng xử lý đối với thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể được làm giảm. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa các đoạn thông tin thuộc tính một cách song song và có thể tích hợp các kết quả mã hóa vào một dòng bit. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa nhiều đoạn thông tin thuộc tính tại tốc độ cao.

FIG.100 là lưu đồ của xử lý mã hóa thông tin thuộc tính (S6503). Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập các LoD (S6511). Tức là, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gán mỗi điểm ba chiều tới bất kỳ các LoD.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều bắt đầu vòng lặp trên LoD (S6512). Tức là, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện lặp lại xử lý của các bước S6513 đến S6521 đối với mỗi LoD.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều bắt đầu vòng lặp trên điểm ba chiều (S6513). Tức là, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện lặp lại xử lý của các bước S6514 đến S6520 đối với mỗi điểm ba chiều.

Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tìm kiếm các điểm xung quanh, mà là các điểm ba chiều mà tồn tại trong xung quanh điểm ba chiều hiện tại và được sử dụng cho việc tính toán giá trị được dự đoán của điểm ba chiều hiện tại (S6514). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán giá trị trung bình được tính trọng số của giá trị của thông tin thuộc tính của các điểm xung quanh và thiết lập giá trị thu được thành giá trị được dự đoán P (S6515). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán phần dư được dự đoán, mà là độ chênh lệch giữa thông tin thuộc tính của điểm ba chiều hiện tại và giá trị được dự đoán (S6516). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán giá trị được lượng

tử hóa bằng cách lượng tử hóa phần dư được dự đoán (S6517). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa số học giá trị được lượng tử hóa (S6518).

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán giá trị được lượng tử hóa ngược bằng cách lượng tử hóa ngược giá trị được lượng tử hóa (S6519). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra giá trị được giải mã bằng cách cộng giá trị được dự đoán vào giá trị được lượng tử hóa ngược (S6520). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều kết thúc vòng lặp trong đơn vị của điểm ba chiều (S6521). Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều kết thúc vòng lặp trong đơn vị của LoD (S6522).

FIG.101 là lưu đồ của xử lý mã hóa phần dư được dự đoán (S6518). Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi phần dư được dự đoán từ giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu (S6531).

Khi không phải tất cả các phần dư được dự đoán được xử lý (Không trong S6532), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng giá trị của phần dư được dự đoán cần được xử lý có bằng 0 hay không (S6533). Khi giá trị của phần dư được dự đoán cần được xử lý là 0 (Có trong S6533), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gia tăng ZeroCnt thêm 1 (S6534) và quay lại bước S6532.

Khi giá trị của phần dư được dự đoán cần được xử lý không phải 0 (Không trong S6533), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa ZeroCnt và thiết lập lại ZeroCnt thành 0 (S6535). Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa phần dư được dự đoán cần được xử lý (S6536) và quay lại bước bước S6532. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc mã hóa số học nhị phân. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể trừ giá trị 1 từ phần dư được dự đoán và mã hóa giá trị thu được.

Ngoài ra, xử lý của các bước S6533 đến S6536 được thực hiện lặp lại đối với mỗi phần dư được dự đoán. Ngoài ra, khi tất cả các phần dư được dự đoán đã được xử lý (Có trong S6532), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều kết thúc xử lý.

FIG.102 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế. Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã thông tin hình học

(geometry) từ dòng bit (S6541). Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện việc giải mã bằng cách sử dụng biểu diễn cây bát phân.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã thông tin thuộc tính từ dòng bit (S6542). Ví dụ, khi giải mã các đoạn thông tin thuộc tính, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã các đoạn thông tin thuộc tính theo thứ tự. Ví dụ, khi giải mã màu và độ phản xạ như là thông tin thuộc tính, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã kết quả mã hóa của màu và kết quả mã hóa của độ phản xạ theo thứ tự trong đó chúng được thêm vào dòng bit. Ví dụ, khi kết quả mã hóa của độ phản xạ được thêm vào sau kết quả mã hóa của màu trong dòng bit, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã kết quả mã hóa của màu và sau đó giải mã kết quả mã hóa của độ phản xạ. Lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã các kết quả mã hóa của thông tin thuộc tính được thêm vào dòng bit trong thứ tự bất kỳ.

Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể thu nhận thông tin mà chỉ báo vị trí bắt đầu của dữ liệu được mã hóa của mỗi thông tin thuộc tính trong dòng bit bằng cách giải mã thông tin tiêu đề hoặc loại tương tự. Do đó, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã chọn lọc thông tin thuộc tính mà cần được giải mã, xử lý giải mã của thông tin thuộc tính mà không cần được giải mã có thể được bỏ qua. Do đó, lượng xử lý đối với thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể được làm giảm. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã các đoạn thông tin thuộc tính một cách song song và có thể tích hợp các kết quả giải mã vào một đám mây điểm ba chiều. Do đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã các đoạn thông tin thuộc tính tại tốc độ cao.

FIG.103 là lưu đồ của xử lý giải mã thông tin thuộc tính (S6542). Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập các LoD (S6551). Tức là, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều gán mỗi điểm ba chiều mà có thông tin hình học được giải mã tới bất kỳ các LoD. Ví dụ, phương pháp gán này là phương pháp tương tự như phương pháp gán được sử dụng bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều bắt đầu vòng lặp trên LoD

(S6552). Tức là, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện lặp lại xử lý của các bước S6553 đến S6559 đối với mỗi LoD.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều bắt đầu vòng lặp trên điểm ba chiều (S6553). Tức là, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện lặp lại xử lý của các bước S6554 đến S6558 đối với mỗi điểm ba chiều.

Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tìm kiếm các điểm xung quanh, mà là các điểm ba chiều mà tồn tại trong xung quanh điểm ba chiều hiện tại và được sử dụng cho việc tính toán giá trị được dự đoán của điểm ba chiều hiện tại (S6554). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán giá trị trung bình được tính trọng số của giá trị của thông tin thuộc tính của các điểm xung quanh và thiết lập giá trị thu được thành giá trị được dự đoán P (S6555). Lưu ý rằng các xử lý này là tương tự như các xử lý trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã số học giá trị được lượng tử hóa từ dòng bit (S6556). Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán giá trị được lượng tử hóa ngược bằng cách thực hiện lượng tử hóa ngược của giá trị được lượng tử hóa được giải mã (S6557). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tạo ra giá trị được giải mã bằng cách cộng giá trị được dự đoán vào giá trị được lượng tử hóa ngược (S6558). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều kết thúc vòng lặp trên điểm ba chiều (S6559). Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều kết thúc vòng lặp trên LoD (S6560).

FIG.104 là lưu đồ của xử lý giải mã phần dư được dự đoán (S6556). Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã ZeroCnt từ dòng bit (S6561). Khi không phải tất cả các phần dư được dự đoán được xử lý (Không trong S6562), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều xác định rằng ZeroCnt có lớn hơn 0 hay không (S6563).

Khi ZeroCnt lớn hơn 0 (Có trong S6563), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập phần dư được dự đoán cần được xử lý là 0 (S6564). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều trừ 1 từ ZeroCnt (S6565) và quay lại bước S6562.

Khi ZeroCnt là 0 (Không trong S6563), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã phần dư được dự đoán cần được xử lý (S6566). Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng việc giải mã số học nhị phân. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị 1 vào phần dư được dự đoán được giải mã.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã ZeroCnt, thiết lập giá trị thu được thành ZeroCnt (S6567) và quay lại bước S6562.

Ngoài ra, xử lý của các bước S6563 đến S6567 được thực hiện lặp lại đối với mỗi phần dư được dự đoán. Ngoài ra, khi tất cả các phần dư được dự đoán được xử lý (Có trong S6562), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi các phần dư được dự đoán được giải mã từ các giá trị nguyên không được ký hiệu thành các giá trị nguyên được ký hiệu (S6568).

FIG.105 là sơ đồ khối của bộ mã hóa thông tin thuộc tính 6500 được chứa trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều. Bộ mã hóa thông tin thuộc tính 6500 bao gồm bộ thiết lập LoD 6501, bộ tìm kiếm 6502, bộ dự đoán 6503, bộ trừ 6504, bộ lượng tử hóa 6505, bộ lượng tử hóa ngược 6506, bộ khôi phục 6507 và bộ nhớ 6508.

Bộ thiết lập LoD 6501 tạo ra các LoD bằng cách sử dụng thông tin hình học của các điểm ba chiều. Bộ tìm kiếm 6502 tìm kiếm các điểm ba chiều lân cận của mỗi điểm ba chiều bằng cách sử dụng kết quả tạo ra LoD và thông tin khoảng cách giữa các điểm ba chiều. Bộ dự đoán 6503 tạo ra giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều hiện tại. Ngoài ra, bộ dự đoán 6503 gán giá trị được dự đoán tới các chế độ dự đoán 0 đến M-1 và lựa chọn chế độ dự đoán cần được sử dụng từ các chế độ dự đoán.

Bộ trừ 6504 tạo ra phần dư được dự đoán bằng cách trừ giá trị được dự đoán từ thông tin thuộc tính. Bộ lượng tử hóa 6505 lượng tử hóa phần dư được dự đoán của thông tin thuộc tính. Bộ lượng tử hóa ngược 6506 thực hiện việc lượng tử hóa ngược của phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa. Bộ khôi phục 6507 tạo ra giá trị được giải mã bằng cách cộng giá trị được dự đoán và phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa ngược. Bộ nhớ 6508 lưu trữ giá trị

(giá trị được giải mã) của thông tin thuộc tính của mỗi điểm ba chiều được giải mã. Thông tin thuộc tính của điểm ba chiều được giải mã được lưu trữ trong bộ nhớ 6508 được sử dụng cho việc dự đoán của điểm ba chiều không được mã hóa bởi bộ dự đoán 6503.

Bộ mã hóa số học 6509 tính toán ZeroCnt từ phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa và mã hóa số học ZeroCnt. Ngoài ra, bộ mã hóa số học 6509 mã hóa số học phần dư được dự đoán không phải 0 sau khi lượng tử hóa. Bộ mã hóa số học 6509 có thể nhị phân hóa phần dư được dự đoán trước khi mã hóa số học. Ngoài ra, bộ mã hóa số học 6509 có thể tạo ra và mã hóa các loại thông tin tiêu đề khác nhau. Ngoài ra, bộ mã hóa số học 6509 có thể mã hóa số học thông tin chế độ dự đoán (PredMode) mà chỉ báo chế độ dự đoán được sử dụng để mã hóa bởi bộ dự đoán 6503 và có thể thêm thông tin chế độ dự đoán vào dòng bit.

FIG.106 là sơ đồ khối của bộ giải mã thông tin thuộc tính 6510 được chứa trong thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều. Bộ giải mã thông tin thuộc tính 6510 bao gồm bộ giải mã số học 6511, bộ thiết lập LoD 6512, bộ tìm kiếm 6513, bộ dự đoán 6514, bộ lượng tử hóa ngược 6515, bộ khôi phục 6516 và bộ nhớ 6517.

Bộ giải mã số học 6511 giải mã số học ZeroCnt và phần dư được dự đoán được chứa trong dòng bit. Ngoài ra, bộ giải mã số học 6511 giải mã các loại thông tin tiêu đề khác nhau. Ngoài ra, bộ giải mã số học 6511 giải mã số học thông tin chế độ dự đoán (PredMode) từ dòng bit và xuất ra thông tin chế độ dự đoán thu được tới bộ dự đoán 6514.

Bộ thiết lập LoD 6512 tạo ra các LoD bằng cách sử dụng thông tin hình học của các điểm ba chiều được giải mã. Bộ tìm kiếm 6513 tìm kiếm các điểm ba chiều lân cận của mỗi điểm ba chiều bằng cách sử dụng kết quả tạo ra LoD và thông tin khoảng cách giữa các điểm ba chiều.

Bộ dự đoán 6514 tạo ra giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều hiện tại cần được giải mã. Bộ lượng tử hóa ngược 6515 thực hiện việc lượng tử hóa ngược của phần dư được dự đoán được giải mã số học. Bộ

khôi phục 6516 tạo ra giá trị được giải mã bằng cách cộng giá trị được dự đoán và phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa ngược. Bộ nhớ 6517 lưu trữ giá trị (giá trị được giải mã) của thông tin thuộc tính của mỗi điểm ba chiều được giải mã. Thông tin thuộc tính của điểm ba chiều được giải mã được lưu trữ trong bộ nhớ 6517 được sử dụng cho việc dự đoán của điểm ba chiều không được giải mã bởi bộ dự đoán 6514.

Sau đây, cải biến của phương án theo sáng chế sẽ được mô tả. Trong phương án của sáng chế, mặc dù ví dụ đã được thể hiện trong đó các điểm ba chiều được mã hóa trong thứ tự của các lớp cao hơn tới các lớp thấp hơn của các LoD như là thứ tự mã hóa, sáng chế không cần thiết bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, phương pháp có thể được sử dụng mà quét trong thứ tự của các lớp thấp hơn tới các lớp cao hơn của các LoD. Lưu ý rằng, cũng trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số lần mà giá trị 0 là liên tiếp như là ZeroCnt.

Ngoài ra, trong phương án của sáng chế, mặc dù ví dụ được thể hiện trong đó các LoD được xây dựng từ các điểm ba chiều và việc mã hóa được thực hiện dựa trên thông tin của các LoD, sáng chế không cần thiết bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều hoặc thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể tạo ra các mã Morton bằng cách sử dụng thông tin hình học của các điểm ba chiều và có thể thực hiện việc mã hóa hoặc giải mã trong thứ tự của các mã Morton. Do đó, do thời gian xử lý để tạo ra các LoD có thể được làm giảm, tốc độ cao hơn có thể được thực hiện.

Ngoài ra, trong phương án của sáng chế, mặc dù ví dụ được thể hiện trong đó phần dư được dự đoán của mỗi lớp của các LoD được tính toán, phần dư được dự đoán được tính toán được lượng tử hóa và phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa được mã hóa, sáng chế không cần thiết bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể sử dụng hệ thống mà tạo ra phần dư được dự đoán của các lớp thấp hơn và sau đó thực hiện việc mã hóa bằng cách phản hồi phần dư được dự đoán của các lớp thấp hơn tới các lớp cao

hơn. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể áp dụng hệ thống này trong hệ thống mà thêm phần dư được dự đoán của các lớp thấp hơn với trọng số vào giá trị thuộc tính (thông tin thuộc tính) của các lớp cao hơn được sử dụng cho việc dự đoán và mã hóa giá trị thuộc tính sau khi thêm như là giá trị thuộc tính của các điểm ba chiều trong các lớp cao hơn, khi mã hóa phần dư được dự đoán. Do đó, phần dư được dự đoán có thể được mã hóa hiệu quả và hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi việc có sử dụng hay không phương pháp mã hóa sử dụng ZeroCnt được mô tả trong phương án trên WLD, SPC, hoặc khối. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm thông tin mà chỉ báo rằng phương pháp mã hóa sử dụng ZeroCnt có được áp dụng tới thông tin tiêu đề hay không. Do đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể thực hiện một cách thích hợp việc giải mã. Đối với ví dụ của phương pháp thay đổi, ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lần xuất hiện của phần dư được dự đoán mà có giá trị bằng 0 đối với một khối. Khi giá trị đếm vượt quá giá trị ngưỡng định trước, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều áp dụng phương pháp sử dụng ZeroCnt tới khối tiếp theo và khi giá trị đếm bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không áp dụng phương pháp sử dụng ZeroCnt tới khối tiếp theo. Do đó, khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi một cách thích hợp rằng có áp dụng hay không phương pháp mã hóa sử dụng ZeroCnt theo đặc tính của điểm ba chiều cần được mã hóa, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Sau đây, kỹ thuật khác (cải biến) của phương án theo sáng chế sẽ được mô tả. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều quét và mã hóa các phần dư được dự đoán (các giá trị nguyên không được ký hiệu) sau khi lượng tử hóa theo thứ tự định trước. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa các điểm ba chiều từ các điểm ba chiều được chứa trong các lớp thấp hơn của các LoD tới các lớp cao hơn theo thứ tự.

FIG.107 là sơ đồ thể hiện ví dụ của việc mã hóa này. Trong ví dụ được

thể hiện trên FIG.107, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa các điểm ba chiều từ điểm cN được chứa trong lớp thấp hơn LoD2 trong thứ tự của c2, c1, c0, b2, b1, b0, a2, a1 và a0. Ở đây, có xu hướng rằng LoD càng thấp, càng có khả năng rằng phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa trở thành 0. Điều này có thể là vì lý do sau đây và loại tương tự.

Do giá trị được dự đoán của điểm ba chiều thuộc về lớp thấp hơn của các LoD được tạo ra có viện dẫn tới nhiều điểm ba chiều hơn giá trị được dự đoán của điểm ba chiều của lớp cao hơn, độ chính xác dự đoán là cao và chính phần dư được dự đoán dễ dàng trở thành 0. Ngoài ra, bằng cách chuyển đổi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa thích nghi nêu trên, lớp càng thấp, hệ số tỷ lệ lượng tử hóa càng lớn và càng có khả năng rằng phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa trở thành 0. Theo cách thức này, các điểm ba chiều lớp thấp hơn càng có khả năng có giá trị 0 đối với phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa. Do đó, giá trị 0 có thể được tạo ra liên tiếp đối với chuỗi mã thứ nhất trong các lớp thấp hơn.

Mặt khác, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lần mà giá trị 0 xuất hiện trong chuỗi mã thứ nhất và mã hóa số lần mà giá trị 0 xuất hiện liên tiếp, thay vì các giá trị 0 liên tiếp. Do đó, khi có các giá trị 0 liên tiếp của các phần dư được dự đoán sau khi lượng tử hóa, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện bằng cách mã hóa số lần của giá trị 0 (ZeroCnt) liên tiếp, hơn là mã hóa nhiều giá trị 0.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa thông tin mà chỉ báo tổng số lần xuất hiện của giá trị 0. Do đó, thông tin tiêu đề để mã hóa ZeroCnt có thể được làm giảm và hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa tổng số các phần dư được dự đoán mà có giá trị bằng 0 như là TotalZeroCnt. Do đó, trong ví dụ được thể hiện trên FIG.107, tại thời điểm khi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã ZeroCnt thứ hai (giá trị 1) được chứa trong chuỗi mã thứ hai, tổng số ZeroCnts được giải mã sẽ là N + 1 (= TotalZeroCnt). Do đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể nhận dạng rằng 0 không xuất hiện sau việc này. Do đó, sau đó, thiết

bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần thiết mã hóa ZeroCnt đối với mỗi giá trị và lượng mã có thể được làm giảm.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa entropy TotalZeroCnt. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhị phân hóa giá trị của TotalZeroCnt với mã đơn phân cụt của tổng số T của các điểm ba chiều được mã hóa và mã hóa số học mỗi bit sau khi nhị phân hóa. Lúc này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách sử dụng bảng mã hóa khác nhau đối với mỗi bit. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng bảng mã hóa 1 đối với bit thứ nhất, sử dụng bảng mã hóa 2 đối với bit thứ hai và bảng mã hóa 3 đối với các bit tiếp theo. Theo cách thức này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách chuyển đổi bảng mã hóa đối với mỗi bit.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số học TotalZeroCnt sau khi nhị phân hóa TotalZeroCnt với mã Golomb số mũ. Do đó, khi giá trị của TotalZeroCnt dễ dàng trở nên lớn, hiệu quả có thể được cải thiện hơn so với việc mã hóa số học nhị phân hóa với mã đơn phân cụt. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm cờ để chuyển đổi giữa sử dụng mã đơn phân cụt và sử dụng mã Golomb số mũ vào thông tin tiêu đề. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách lựa chọn phương pháp nhị phân hóa tối ưu. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã chính xác dòng bit bằng cách viện dẫn tới cờ được chứa trong thông tin tiêu đề để chuyển đổi phương pháp nhị phân hóa.

FIG.108 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính (attribute_data) trong cải biến của sáng chế. Thông tin thuộc tính (attribute_data) được thể hiện trên FIG.108 còn bao gồm tổng số giá trị 0 (TotalZeroCnt) ngoài thông tin thuộc tính được thể hiện trên FIG.96. Lưu ý rằng thông tin khác là tương tự như trong FIG.96. Tổng số giá trị 0 (TotalZeroCnt) chỉ báo tổng số các phần dư được dự đoán mà có giá trị bằng 0 sau khi lượng tử hóa.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi phương

pháp tính toán của các giá trị của TotalZeroCnt và ZeroCnt phụ thuộc vào giá trị của attribute_dimension. Ví dụ, khi attribute_dimension = 3, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể đếm số lần mà các giá trị của các phần dư được dự đoán của tất cả các thành phần (các chiều) trở thành 0. FIG.109 là sơ đồ thể hiện ví dụ của phần dư được dự đoán, ZeroCnt và TotalZeroCnt trong trường hợp này. Ví dụ, trong trường hợp của thông tin màu được thể hiện trên FIG.109, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lượng phần dư được dự đoán liên tiếp có giá trị 0 đối với tất cả thành phần R, G và B và cộng số được đếm vào dòng bit như là TotalZeroCnt và ZeroCnt. Do đó, không cần thiết mã hóa Total ZeroCnt và ZeroCnt đối với mỗi thành phần và thông tin tiêu đề có thể được làm giảm. Do đó, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán TotalZeroCnt và ZeroCnt đối với mỗi chiều ngay cả khi attribute_dimension lớn hơn hoặc bằng hai và có thể thêm TotalZeroCnt và ZeroCnt được tính toán vào dòng bit.

FIG.110 là lưu đồ của xử lý mã hóa phần dư được dự đoán (S6518) trong cải biến của sáng chế. Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi phần dư được dự đoán từ giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu (S6571). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa TotalZeroCnt (S6572).

Khi không phải tất cả các phần dư được dự đoán được xử lý (Không trong S6573), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng giá trị của phần dư được dự đoán cần được xử lý có bằng 0 hay không (S6574). Khi giá trị của phần dư được dự đoán cần được xử lý là 0 (Có trong S6574), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gia tăng ZeroCnt thêm 1 (S6575) và quay lại bước S6573.

Khi giá trị của phần dư được dự đoán cần được xử lý không phải 0 (Không trong S6574), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng TotalZeroCnt có lớn hơn 0 hay không (S6576). Khi TotalZeroCnt lớn hơn 0 (Có trong S6576), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa ZeroCnt và thiết lập TotalZeroCnt thành TotalZeroCnt - ZeroCnt (S6577).

Sau bước S6577, hoặc khi TotalZeroCnt là 0 (Không trong S6576), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa phần dư được dự đoán, thiết lập lại ZeroCnt thành 0 (S6578) và quay lại bước S6573. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc mã hóa số học nhị phân. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể trừ giá trị 1 từ phần dư được dự đoán và mã hóa giá trị thu được.

Ngoài ra, xử lý của các bước S6574 đến S6578 được thực hiện lặp lại đối với mỗi phần dư được dự đoán. Ngoài ra, khi tất cả các phần dư được dự đoán đã được xử lý (Có trong S6573), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều kết thúc xử lý.

FIG.111 là lưu đồ của xử lý giải mã phần dư được dự đoán (S6556) trong cải biến của sáng chế. Đầu tiên, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã TotalZeroCnt từ dòng bit (S6581). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã ZeroCnt từ dòng bit và thiết lập TotalZeroCnt thành TotalZeroCnt - ZeroCnt (S6582).

Khi không phải tất cả các phần dư được dự đoán được xử lý (Không trong S6583), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều xác định rằng ZeroCnt có lớn hơn 0 hay không (S6584).

Khi ZeroCnt lớn hơn 0 (Có trong S6584), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập phần dư được dự đoán cần được xử lý là 0 (S6585). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều trừ 1 từ ZeroCnt (S6586) và quay lại bước S6583.

Khi ZeroCnt là 0 (Không trong S6584), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã phần dư được dự đoán cần được xử lý (S6587). Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng việc giải mã số học nhị phân. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị 1 vào phần dư được dự đoán được giải mã.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều xác định rằng TotalZeroCnt có lớn hơn 0 hay không (S6588). Khi TotalZeroCnt lớn hơn 0 (Có trong S6588), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã ZeroCnt, thiết lập giá trị thu được thành ZeroCnt, thiết lập TotalZeroCnt thành TotalZeroCnt - ZeroCnt (S6589) và quay lại bước S6583. Ngoài ra, khi TotalZeroCnt là 0 (Không trong S6588), thiết bị

giải mã ba chiều quay lại bước S6583.

Ngoài ra, xử lý của các bước S6584 đến S6589 được thực hiện lặp lại đối với mỗi phần dư được dự đoán. Ngoài ra, khi tất cả các phần dư được dự đoán đã được xử lý (Có trong S6583), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi phần dư được dự đoán được giải mã từ giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu (S6590).

Như được mô tả nêu trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế thực hiện xử lý được thể hiện bởi FIG.112. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán các giá trị chênh lệch (ví dụ, các phần dư dự đoán) mỗi trong số chúng là độ chênh lệch giữa (i) một trong số các đoạn thông tin thuộc tính tương ứng của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm và (ii) giá trị được dự đoán tương ứng với thông tin thuộc tính tương ứng (S6591). Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất (ví dụ, ZeroCnt) và thông tin thứ hai (ví dụ, giá trị), thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số lượng các giá trị chênh lệch 0 (zero) liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị chênh lệch được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ báo giá trị của giá trị chênh lệch không phải 0 (zero) được chứa trong các giá trị chênh lệch, các giá trị chênh lệch 0 (zero) được chứa trong các giá trị chênh lệch và có giá trị bằng 0 (S6592). Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra dòng bit bao gồm chuỗi mã thứ hai (S6593).

Theo điều này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã trong trường hợp của các giá trị chênh lệch liên tiếp mà có giá trị bằng 0 (zero) bằng cách sử dụng thông tin thứ nhất, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, như được thể hiện bởi FIG.97, mỗi đoạn thông tin thuộc tính bao gồm các thành phần, mỗi giá trị chênh lệch bao gồm các thành phần chênh lệch tương ứng với các thành phần, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số lượng các giá trị chênh lệch 0 (zero) mỗi chúng bao gồm các thành phần chênh lệch mà tất cả đều là 0 và thông tin thứ hai chỉ báo các giá trị của các thành phần chênh lệch

mà ít nhất một trong số chúng không phải 0 và được chứa trong giá trị chênh lệch không phải 0 (zero).

Theo điều này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã so với trường hợp trong đó thông tin thứ nhất được cấp cho mỗi thành phần, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, khi ít nhất hai trong số các giá trị của các thành phần chênh lệch được chứa trong giá trị chênh lệch không phải 0 (zero) là khác nhau, thông tin thứ hai chỉ báo các giá trị của các thành phần chênh lệch và khi tất cả các giá trị của các thành phần chênh lệch được chứa trong giá trị chênh lệch không phải 0 (zero) là đồng nhất, thông tin thứ hai chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ đi 1 từ mỗi giá trị của các thành phần chênh lệch.

Theo điều này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, khi mỗi đoạn thông tin thuộc tính bao gồm ít nhất hai thành phần, thông tin thứ hai chỉ báo các giá trị của ít nhất hai thành phần và khi mỗi đoạn thông tin thuộc tính bao gồm một thành phần, thông tin thứ hai chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ đi 1 từ giá trị của một thành phần.

Theo điều này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, các điểm ba chiều được phân loại thành các lớp (ví dụ, các LoD), dựa trên thông tin hình học của các điểm ba chiều và các giá trị chênh lệch được bố trí đối với mỗi lớp trong chuỗi mã thứ nhất.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều còn lượng tử hóa mỗi giá trị chênh lệch và sắp xếp các giá trị chênh lệch được lượng tử hóa trong chuỗi mã thứ nhất.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ và bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế thực hiện xử lý được thể hiện bởi FIG.113. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thu nhận

chuỗi mã thứ hai từ dòng bit, chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất (ví dụ, ZeroCnt) và thông tin thứ hai (ví dụ, giá trị), thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số lượng các giá trị chênh lệch 0 (zero) liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị chênh lệch (ví dụ, các phần dư dự đoán) được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ báo giá trị của giá trị chênh lệch không phải 0 (zero) được chứa trong các giá trị chênh lệch, các giá trị chênh lệch 0 (zero) được chứa trong các giá trị chênh lệch và có giá trị bằng 0, mỗi giá trị chênh lệch là độ chênh lệch giữa (i) một trong số các đoạn thông tin thuộc tính tương ứng của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm và (ii) giá trị được dự đoán tương ứng với thông tin thuộc tính tương ứng (S6595). Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thu nhận các giá trị chênh lệch bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất từ chuỗi mã thứ hai (S6596). Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán các đoạn thông tin thuộc tính bằng cách cộng các giá trị được dự đoán vào các giá trị chênh lệch, mỗi giá trị được dự đoán tương ứng với một trong số các giá trị chênh lệch khác nhau (S6597).

Theo điều này, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã trong trường hợp của các giá trị chênh lệch liên tiếp mà có giá trị bằng 0 (zero) bằng cách sử dụng thông tin thứ nhất, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, như được thể hiện bởi FIG.97, mỗi đoạn thông tin thuộc tính bao gồm các thành phần, mỗi giá trị chênh lệch bao gồm các thành phần chênh lệch tương ứng với các thành phần, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số lượng các giá trị chênh lệch 0 (zero) mỗi chúng bao gồm các thành phần chênh lệch mà tất cả đều là 0 và thông tin thứ hai chỉ báo các giá trị của các thành phần chênh lệch mà ít nhất một trong số chúng không phải 0 và được chứa trong giá trị chênh lệch không phải 0 (zero).

Theo điều này, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã so với trường hợp trong đó thông tin thứ nhất được cấp cho mỗi thành phần, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, khi ít nhất hai trong số các giá trị của các thành phần chênh lệch được chứa trong giá trị chênh lệch không phải 0 (zero) là khác nhau, thông tin thứ hai chỉ báo các giá trị của các thành phần chênh lệch và khi tất cả các giá trị của các thành phần chênh lệch được chứa trong giá trị chênh lệch không phải 0 (zero) là đồng nhất, thông tin thứ hai chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ đi 1 từ mỗi giá trị của các thành phần chênh lệch.

Theo điều này, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, khi các giá trị được chỉ báo bởi thông tin thứ hai là đồng nhất, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán các giá trị của các thành phần chênh lệch bằng cách cộng 1 vào mỗi giá trị và khôi phục chuỗi mã thứ nhất nhờ sử dụng các giá trị của các thành phần chênh lệch được tính toán.

Ví dụ, khi mỗi đoạn thông tin thuộc tính bao gồm ít nhất hai thành phần, thông tin thứ hai chỉ báo các giá trị của ít nhất hai thành phần và khi mỗi đoạn thông tin thuộc tính bao gồm một thành phần, thông tin thứ hai chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ đi 1 từ giá trị của một thành phần.

Theo điều này, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, khi giá trị tương ứng với một thành phần được chỉ báo bởi thông tin thứ hai, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều tính toán giá trị của một thành phần bằng cách cộng 1 vào giá trị và khôi phục chuỗi mã thứ nhất nhờ sử dụng giá trị của một thành phần được tính toán.

Ví dụ, các điểm ba chiều được phân loại thành các lớp (ví dụ, các LoD), dựa trên thông tin hình học của các điểm ba chiều và các giá trị chênh lệch được bố trí đối với mỗi lớp trong chuỗi mã thứ nhất.

Ví dụ, các giá trị chênh lệch được lượng tử hóa được sắp xếp trong chuỗi mã thứ nhất, các giá trị chênh lệch được lượng tử hóa được thu nhận bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất và mỗi giá trị chênh lệch thu được bằng cách lượng tử hóa ngược một trong số các giá trị chênh lệch được lượng tử hóa tương ứng.

Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ và bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Phương án 12

Sau đây, phương pháp sử dụng RAHT (Region Adaptive Hierarchical Transform-Biến đổi phân cấp thích nghi vùng) sẽ được mô tả như là phương pháp khác để mã hóa thông tin thuộc tính của điểm ba chiều. FIG.114 là sơ đồ để mô tả việc mã hóa của thông tin thuộc tính bằng cách sử dụng RAHT.

Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra các mã Morton dựa trên thông tin hình học của các điểm ba chiều và sắp xếp thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều trong thứ tự của các mã Morton. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thực hiện việc sắp xếp trong thứ tự tăng dần của các mã Morton. Lưu ý rằng thứ tự sắp xếp không bị giới hạn ở thứ tự của các mã Morton và các thứ tự khác có thể được sử dụng.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra thành phần tần số cao và thành phần tần số thấp của lớp L bằng cách áp dụng chuyển đổi Haar tới thông tin thuộc tính của hai điểm ba chiều lân cận trong thứ tự của các mã Morton. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể sử dụng chuyển đổi Haar của các ma trận 2×2. Thành phần tần số cao được tạo ra được chứa trong hệ số mã hóa như là thành phần tần số cao của lớp L và thành phần tần số thấp được tạo ra được sử dụng như là giá trị đầu vào đối với lớp cao hơn L+1 của lớp L.

Sau khi tạo ra thành phần tần số cao của lớp L bằng cách sử dụng thông tin thuộc tính của lớp L, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tiếp đó thực hiện xử lý của lớp L+1. Trong xử lý của lớp L+1, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra thành phần tần số cao và thành phần tần số thấp của lớp L+1 bằng cách áp dụng chuyển đổi Haar tới hai thành phần tần số thấp thu được bằng cách chuyển đổi Haar của thông tin thuộc tính của lớp L. Thành phần tần số cao được tạo ra được chứa trong hệ số mã hóa như là thành phần tần số cao của lớp L+1 và thành phần tần số thấp được tạo ra được sử dụng như là giá trị đầu vào đối với lớp cao hơn L+2 của lớp L+1.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều lặp lại xử lý lớp này và xác định rằng lớp cao nhất Lmax đã được đạt tới tại thời điểm khi thành phần tần số thấp mà được đưa vào lớp trở thành một. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều bao gồm thành phần tần số thấp của lớp Lmax-1 mà được đưa vào lớp Lmax trong hệ số mã hóa. Sau đó, giá trị của thành phần tần số thấp hoặc thành phần tần số cao được chứa trong hệ số mã hóa được lượng tử hóa và được mã hóa bằng cách sử dụng mã hóa entropy hoặc loại tương tự.

Lưu ý rằng, khi chỉ một điểm ba chiều tồn tại như là hai điểm ba chiều lân cận tại thời điểm áp dụng chuyển đổi Haar, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể sử dụng giá trị của thông tin thuộc tính của một điểm ba chiều đang tồn tại như là giá trị đầu vào đối với lớp cao hơn.

Theo cách thức này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều áp dụng một cách phân cấp chuyển đổi Haar tới thông tin thuộc tính đầu vào, tạo ra thành phần tần số cao và thành phần tần số thấp của thông tin thuộc tính và thực hiện việc mã hóa bằng cách áp dụng việc lượng tử hóa được mô tả sau đây hoặc loại tương tự. Do đó, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Khi thông tin thuộc tính là N chiều, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể áp dụng độc lập chuyển đổi Haar đối với mỗi chiều và có thể tính toán mỗi hệ số mã hóa. Ví dụ, khi thông tin thuộc tính là thông tin màu (RGB, YUV, hoặc loại tương tự), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều áp dụng chuyển đổi Haar đối với mỗi thành phần và tính toán mỗi hệ số mã hóa.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể áp dụng chuyển đổi Haar trong thứ tự của các lớp L, L+1, ..., Lmax. Lớp gần hơn với lớp Lmax, hệ số mã hóa bao gồm nhiều thành phần tần số thấp hơn của thông tin thuộc tính đầu vào được tạo ra.

w0 và w1 được thể hiện trên FIG.114 là các trọng số được gán tới mỗi điểm ba chiều. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán trọng số dựa trên thông tin khoảng cách giữa hai điểm ba chiều lân cận mà chuyển đổi Haar được áp dụng tới, hoặc loại tương tự. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba

chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa sao cho khoảng cách càng gần, trọng số càng lớn. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán trọng số này với kỹ thuật khác, hoặc không cần sử dụng trọng số này.

Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.114, các đoạn thông tin thuộc tính đầu vào là a0, a1, a2, a3, a4 và a5. Ngoài ra, Ta1, Ta5, Tb1, Tb3, Tc1 và d0 được mã hóa trong số các hệ số mã hóa sau khi chuyển đổi Haar. Các hệ số mã hóa khác (b0, b2, c0 và loại tương tự) là các giá trị ở giữa và không được mã hóa.

Cụ thể, trong ví dụ được thể hiện trên FIG.114, thành phần tần số cao Ta1 và thành phần tần số thấp b0 được tạo ra bằng cách thực hiện chuyển đổi Haar trên a0 và a1. Ở đây, khi các trọng số w0 và w1 bằng nhau, thành phần tần số thấp b0 là giá trị trung bình của a0 và a1 và thành phần tần số cao Ta1 là độ chênh lệch giữa a0 và a1.

Do không có thông tin thuộc tính được cặp với a2, a2 được sử dụng như là b1 như thực tại. Tương tự, do không có thông tin thuộc tính được cặp với a3, a3 được sử dụng như là b2 như thực tại. Ngoài ra, thành phần tần số cao Ta5 và thành phần tần số thấp b3 được tạo ra bằng cách thực hiện chuyển đổi Haar trên a4 và a5.

Trong lớp L+1, thành phần tần số cao Tb1 và thành phần tần số thấp c0 được tạo ra bằng cách thực hiện chuyển đổi Haar trên b0 và b1. Tương tự, thành phần tần số cao Tb3 và thành phần tần số thấp c1 được tạo ra bằng cách thực hiện chuyển đổi Haar trên b2 và b3.

Trong lớp Lmax-1, thành phần tần số cao Tc1 và thành phần tần số thấp d0 được tạo ra bằng cách thực hiện chuyển đổi Haar trên c0 và c1.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa các hệ số mã hóa mà chuyển đổi Haar đã được áp dụng tới, sau khi lượng tử hóa các hệ số mã hóa. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc lượng tử hóa bằng cách phân chia hệ số mã hóa bởi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa (cũng được gọi là bước lượng tử hóa (QS)). Trong trường hợp này, hệ số tỷ lệ lượng tử hóa càng nhỏ, sai số (sai số lượng tử hóa) càng nhỏ mà có thể xuất hiện do việc lượng tử hóa. Ngược lại,

hệ số tỷ lệ lượng tử hóa càng lớn, sai số lượng tử hóa càng lớn.

Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thay đổi giá trị của hệ số tỷ lệ lượng tử hóa đối với mỗi lớp. FIG.115 là sơ đồ thể hiện ví dụ của thiết lập hệ số tỷ lệ lượng tử hóa đối với mỗi lớp. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thiết lập các hệ số tỷ lệ lượng tử hóa nhỏ hơn tới các lớp cao hơn và các hệ số lượng tử hóa lớn hơn tới các lớp thấp hơn. Do các hệ số mã hóa của các điểm ba chiều thuộc về các lớp cao hơn bao gồm nhiều hơn thành phần tần số thấp so với các lớp thấp hơn, có khả năng cao rằng các hệ số mã hóa là các thành phần quan trọng trong các đặc tính trực quan người và loại tương tự. Do đó, bằng cách làm giảm sai số lượng tử hóa mà có thể xảy ra trong các lớp cao hơn bằng cách làm cho các hệ số tỷ lệ lượng tử hóa đối với các lớp cao hơn là nhỏ, sự suy giảm trực quan có thể được làm giảm và hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm hệ số tỷ lệ lượng tử hóa đối với mỗi lớp vào thông tin tiêu đề hoặc loại tương tự. Do đó, thiết bị giải mã ba chiều có thể giải mã chính xác hệ số tỷ lệ lượng tử hóa và có thể giải mã thích hợp dòng bit.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi thích nghi giá trị của hệ số tỷ lệ lượng tử hóa theo độ quan trọng của điểm ba chiều hiện tại cần được mã hóa. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng hệ số tỷ lệ lượng tử hóa nhỏ đối với điểm ba chiều với độ quan trọng cao và sử dụng hệ số tỷ lệ lượng tử hóa lớn đối với điểm ba chiều với độ quan quan trọng thấp. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán độ quan trọng từ trọng số tại thời điểm chuyển đổi Haar, hoặc loại tương tự. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán hệ số tỷ lệ lượng tử hóa bằng cách sử dụng tổng của w0 và w1. Theo cách này, bằng cách làm cho hệ số tỷ lệ lượng tử hóa của điểm ba chiều với độ quan trọng cao là nhỏ, sai số lượng tử hóa trở nên nhỏ và hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ngoài ra, giá trị của QS có thể được làm nhỏ hơn đối với các lớp cao hơn. Do đó, lớp càng cao, giá trị của QW càng lớn và hiệu quả dự đoán có thể được

cải thiện bằng cách làm giảm sai số lượng tử hóa của điểm ba chiều.

Ở đây, hệ số mã hóa Ta1q sau khi lượng tử hóa của hệ số mã hóa Ta1 của thông tin thuộc tính a1 được biểu diễn bởi Ta1/QS_L. Lưu ý rằng QS có thể là giá trị giống nhau trong tất cả các lớp hoặc một phần của các lớp.

QW (Quantization Weight-Trọng số lượng tử hóa) là giá trị mà biểu diễn độ quan trọng của điểm ba chiều hiện tại cần được mã hóa. Ví dụ, tổng của w0 và w1 nêu trên có thể được sử dụng như là QW. Do đó, lớp càng cao, giá trị của QW càng lớn và hiệu quả dự đoán có thể được cải thiện bằng cách làm giảm sai số lượng tử hóa của điểm ba chiều.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể đầu tiên khởi tạo các giá trị của các QW của tất cả các điểm ba chiều với 1 và có thể cập nhật QW của mỗi điểm ba chiều bằng cách sử dụng các giá trị của w0 và w1 tại thời điểm chuyển đổi Haar. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thay đổi giá trị khởi tạo theo các lớp, mà không khởi tạo các giá trị của các QW của tất cả các điểm ba chiều với giá trị của 1. Ví dụ, các hệ số tỷ lệ lượng tử hóa đối với các lớp cao hơn trở nên nhỏ bằng cách thiết lập các giá trị khởi tạo QW lớn hơn đối với các lớp cao hơn. Do đó, do sai số dự đoán trong các lớp cao hơn có thể được làm giảm, độ chính xác dự đoán của các lớp thấp hơn có thể được tăng lên và hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần thiết sử dụng QW.

Khi sử dụng QW, giá trị được lượng tử hóa Ta1q của Ta1 được tính toán bởi (công thức K1) và (công thức K2).

[Công thức toán 8]

$$\sum_{i=0}^{QS_LoD1} \cdots \text{(công thức K1)}$$

••• (công thức K2)

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều quét và mã hóa các hệ số mã hóa (các giá trị nguyên không được ký hiệu) sau khi lượng tử hóa trong thứ tự định trước. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa các điểm ba chiều từ các điểm ba chiều được chứa trong các lớp cao hơn tới các lớp thấp hơn theo thứ

tự.

Ví dụ, trong ví dụ được thể hiện trên FIG.114, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa các điểm ba chiều trong thứ tự của Tc1q Tb1q, Tb3q, Ta1q và Ta5q từ d0q được chứa trong lớp cao hơn Lmax. Ở đây, có xu hướng rằng lớp L càng thấp, càng có khả năng rằng hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa trở thành 0. Điều này có thể là vì lý do sau đây và loại tương tự.

Do hệ số mã hóa của lớp thấp hơn L thể hiện thành phần tần số cao hơn so với các lớp cao hơn, có xu hướng rằng hệ số mã hóa trở thành 0 phụ thuộc vào điểm ba chiều hiện tại. Ngoài ra, bằng cách chuyển đổi hệ số tỷ lệ lượng tử hóa theo độ quan trọng nêu trên hoặc loại tương tự, lớp càng thấp, các hệ số tỷ lệ lượng tử hóa càng lớn và càng có khả năng rằng hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa trở thành 0.

Theo cách thức này, lớp càng thấp, càng có khả năng rằng hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa trở thành 0 và giá trị 0 liên tiếp xuất hiện trong chuỗi mã thứ nhất. FIG.116 là sơ đồ thể hiện ví dụ của chuỗi mã thứ nhất và chuỗi mã thứ hai.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lần mà giá trị 0 xuất hiện trong chuỗi mã thứ nhất và mã hóa số lần mà giá trị 0 xuất hiện liên tiếp, thay vì các giá trị 0 liên tiếp. Tức là, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra chuỗi mã thứ hai bằng cách thay thế hệ số mã hóa của các giá trị 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất với số lần (ZeroCnt) của 0 liên tiếp. Do đó, khi có các giá trị 0 liên tiếp của các hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện bằng cách mã hóa số lần của giá trị 0 liên tiếp, hơn là mã hóa nhiều giá trị 0.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa entropy giá trị của ZeroCnt. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhị phân hóa giá trị của ZeroCnt với mã đơn phân cụt của tổng số T của các điểm ba chiều được mã hóa và mã hóa số học mỗi bit sau khi nhị phân hóa. FIG.117 là sơ đồ thể hiện ví dụ của mã đơn phân cụt trong trường hợp trong đó tổng số điểm ba chiều được mã hóa là T. Tại thời điểm này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu

quả mã hóa bằng cách sử dụng bảng mã hóa khác nhau đối với mỗi bit. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng bảng mã hóa 1 đối với bit thứ nhất, sử dụng bảng mã hóa 2 đối với bit thứ hai và bảng mã hóa 3 đối với các bit tiếp theo. Theo cách thức này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách chuyển đổi bảng mã hóa đối với mỗi bit.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số học ZeroCnt sau khi nhị phân hóa ZeroCnt với mã Golomb số mũ. Do đó, khi giá trị của ZeroCnt dễ dàng trở nên lớn, hiệu quả có thể được cải thiện hơn so với việc mã hóa số học được nhị phân hóa với mã đơn phân cụt. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm cờ để chuyển đổi giữa sử dụng mã đơn phân cụt và sử dụng mã Golomb số mũ vào thông tin tiêu đề. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách lựa chọn phương pháp nhị phân hóa tối ưu. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã chính xác dòng bit bằng cách viện dẫn tới cờ được chứa trong thông tin tiêu đề để chuyển đổi phương pháp nhị phân hóa.

Thiết bị giải mã ba chiều có thể chuyển đổi hệ số mã hóa được giải mã sau khi lượng tử hóa từ giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu với phương pháp ngược với phương pháp được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều. Do đó, khi hệ số mã hóa được mã hóa entropy, thiết bị giải mã ba chiều có thể giải mã thích hợp dòng bit được tạo ra mà không xem xét sự xuất hiện của số nguyên âm. Lưu ý rằng thiết bị giải mã ba chiều không cần thiết chuyển đổi hệ số mã hóa từ giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu. Ví dụ, khi giải mã dòng bit bao gồm bit được mã hóa mà đã được mã hóa entropy riêng biệt, thiết bị giải mã ba chiều có thể giải mã bit ký hiệu.

Thiết bị giải mã ba chiều giải mã hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa được chuyển đổi thành giá trị nguyên được ký hiệu, bằng cách lượng tử hóa ngược và chuyển đổi Haar ngược. Ngoài ra, thiết bị giải mã ba chiều sử dụng hệ số mã hóa sau khi giải mã cho việc dự đoán sau điểm ba chiều hiện tại cần được

giải mã. Cụ thể, thiết bị giải mã ba chiều tính toán giá trị được lượng tử hóa ngược bằng cách nhân hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa với hệ số tỷ lệ lượng tử hóa được giải mã. Tiếp theo, thiết bị giải mã ba chiều thu nhận giá trị được giải mã bằng cách áp dụng chuyển đổi Haar ngược được mô tả sau đây tới giá trị được lượng tử hóa ngược.

Ví dụ, thiết bị giải mã ba chiều chuyển đổi giá trị nguyên không được ký hiệu được giải mã thành giá trị nguyên được ký hiệu bằng phương pháp sau đây. Khi LSB (least significant bit-bit ít quan trọng nhất) của giá trị nguyên không được ký hiệu được giải mã a2u là 1, giá trị nguyên được ký hiệu Ta1q được thiết lập là - ((a2u + 1) >> 1). Khi LSB của giá trị nguyên không được ký hiệu được giải mã a2u không phải 1 (khi bằng 0), giá trị nguyên được ký hiệu Ta1q được thiết lập thành (a2u >> 1).

Ngoài ra, giá trị được lượng tử hóa ngược của Ta1 được biểu diễn bởi Ta1q × QS_L. Ở đây, Ta1q là giá trị được lượng tử hóa của Ta1. Ngoài ra, QS_L là bước lượng tử hóa đối với lớp L.

Ngoài ra, QS có thể là giá trị giống nhau đối với tất cả các lớp hoặc một phần của các lớp. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm thông tin mà chỉ báo QS vào thông tin tiêu đề hoặc loại tương tự. Do đó, thiết bị giải mã ba chiều có thể thực hiện chính xác việc lượng tử hóa ngược bằng cách sử dụng cùng QS như QS được sử dụng bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều.

Tiếp theo, việc chuyển đổi Haar ngược sẽ được mô tả. FIG.118 là sơ đồ để mô tả việc chuyển đổi Haar ngược. Thiết bị giải mã ba chiều giải mã giá trị thuộc tính của điểm ba chiều bằng cách áp dụng việc chuyển đổi Haar ngược tới hệ số mã hóa sau việc lượng tử hóa ngược.

Đầu tiên, thiết bị giải mã ba chiều tạo ra các mã Morton dựa trên thông tin hình học của các điểm ba chiều và sắp xếp các điểm ba chiều trong thứ tự của các mã Morton. Ví dụ, thiết bị giải mã ba chiều có thể thực hiện việc sắp xếp trong thứ tự tăng dần của các mã Morton. Lưu ý rằng thứ tự sắp xếp không bị giới hạn ở thứ tự của các mã Morton và thứ tự khác có thể được sử dụng.

Tiếp theo, thiết bị giải mã ba chiều khôi phục thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều mà lân cận nhau trong thứ tự của các mã Morton trong lớp L, bằng cách áp dụng việc chuyển đổi Haar ngược tới hệ số mã hóa bao gồm thành phần tần số thấp của lớp L+1 và hệ số mã hóa bao gồm thành phần tần số cao của lớp L. Ví dụ, thiết bị giải mã ba chiều có thể sử dụng việc chuyển đổi Haar ngược của ma trận 2 × 2. Thông tin thuộc tính của lớp được khôi phục L được sử dụng như là giá trị đầu vào đối với lớp thấp hơn L-1.

Thiết bị giải mã ba chiều lặp lại xử lý lớp này và kết thúc xử lý khi tất cả thông tin thuộc tính của lớp dưới cùng được giải mã. Lưu ý rằng, khi chỉ một điểm ba chiều tồn tại như là hai điểm ba chiều mà lân cận nhau trong lớp L-1 tại thời điểm áp dụng việc chuyển đổi Haar ngược, thiết bị giải mã ba chiều có thể gán giá trị của thành phần mã hóa của lớp L tới giá trị thuộc tính của một điểm ba chiều đang tồn tại. Do đó, thiết bị giải mã ba chiều có thể giải mã chính xác dòng bit với hiệu quả mã hóa được cải thiện bằng cách áp dụng chuyển đổi Haar tới tất cả các giá trị của thông tin thuộc tính đầu vào.

Khi thông tin thuộc tính là N chiều, thiết bị giải mã ba chiều có thể áp dụng độc lập việc chuyển đổi Haar ngược đối với mỗi chiều và có thể giải mã mỗi hệ số mã hóa. Ví dụ, khi thông tin thuộc tính là thông tin màu (RGB, YUV, hoặc loại tương tự), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều áp dụng việc chuyển đổi Haar ngược tới hệ số mã hóa đối với mỗi thành phần và giải mã mỗi giá trị thuộc tính.

Thiết bị giải mã ba chiều có thể áp dụng việc chuyển đổi Haar ngược trong thứ tự của các lớp Lmax, L+1, ..., L. Ngoài ra, w0 và w1 được thể hiện trên FIG.118 là các trọng số được gán tới mỗi điểm ba chiều. Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể tính toán trọng số dựa trên thông tin khoảng cách giữa hai điểm ba chiều lân cận mà chuyển đổi Haar ngược được áp dụng tới, hoặc loại tương tự. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể giải mã dòng bit với hiệu quả mã hóa được cải thiện sao cho khoảng cách càng gần, trọng số càng lớn.

Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.118, các hệ số mã hóa sau việc lượng tử hóa ngược là Ta1, Ta5, Tb1, Tb3, Tc1 và d0 và a0, a1, a2, a3, a4 và a5 được thu nhận như là các giá trị được giải mã.

FIG.119 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính (attribute_data). Thông tin thuộc tính (attribute_data) bao gồm số lượng giá trị 0 liên tiếp (ZeroCnt), số lượng chiều thuộc tính (attribute_dimension) và hệ số mã hóa (giá trị [j] [i]).

Số lượng giá trị 0 liên tiếp (ZeroCnt) chỉ báo số lần mà giá trị 0 tiếp tục trong hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số học ZeroCnt sau khi nhị phân hóa ZeroCnt.

Ngoài ra, như được thể hiện trên FIG.119, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể xác định rằng lớp L (layerL) mà hệ số mã hóa thuộc về có lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng Th_layer định trước hay không và có thể chuyển đổi thông tin được thêm vào dòng bit theo kết quả xác định. Ví dụ, khi kết quả xác định là đúng, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thêm tất cả các hệ số mã hóa của thông tin thuộc tính vào dòng bit. Ngoài ra, khi kết quả xác định là sai, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm một phần của các hệ số mã hóa vào dòng bit.

Cụ thể, khi kết quả xác định là đúng, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thêm kết quả được mã hóa của thông tin ba chiều của thông tin màu RGB hoặc YUV vào dòng bit. Khi kết quả xác định là sai, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm một phần của thông tin như G hoặc Y của thông tin màu vào dòng bit và không cần thêm các thành phần khác vào dòng bit. Theo cách thức này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách không thêm một phần của các hệ số mã hóa của lớp (lớp nhỏ hơn TH_layer) bao gồm các hệ số mã hóa mà chỉ báo thành phần tần số cao với ít sự suy giảm có thể thông báo trực quan hơn tới dòng bit.

Số lượng chiều thuộc tính (attribute_dimension) chỉ báo số lượng chiều của thông tin thuộc tính. Ví dụ, khi thông tin thuộc tính là thông tin màu (RGB,

YUV, hoặc loại tương tự) của điểm ba chiều, do thông tin màu là ba chiều, số lượng chiều thuộc tính được thiết lập thành giá trị 3. Khi thông tin thuộc tính là độ phản xạ, do độ phản xạ là một chiều, số lượng chiều thuộc tính được thiết lập thành giá trị 1. Lưu ý rằng số lượng chiều thuộc tính có thể được thêm vào thông tin tiêu đề của thông tin thuộc tính của dòng bit hoặc loại tương tự.

Hệ số mã hóa (giá trị [j] [i]) chỉ báo hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa của thông tin thuộc tính của chiều thứ j của điểm ba chiều thứ i. Ví dụ, khi thông tin thuộc tính là thông tin màu, giá trị [99] [1] chỉ báo hệ số mã hóa của chiều thứ hai (ví dụ, giá trị G) của điểm ba chiều thứ 100. Ngoài ra, khi thông tin thuộc tính là thông tin độ phản xạ, giá trị [119] [0] chỉ báo hệ số mã hóa của chiều thứ nhất (ví dụ, độ phản xạ) của điểm ba chiều thứ 120.

Lưu ý rằng, khi các điều kiện sau đây được thỏa mãn, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể trừ giá trị 1 từ giá trị [j] [i] và có thể mã hóa entropy giá trị thu được. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều khôi phục hệ số mã hóa bằng cách cộng giá trị 1 vào giá trị[j] [i] sau khi giải mã entropy.

Các điều kiện nêu trên là (1) khi attribute_dimension = 1, hoặc (2) khi attribute_dimension lớn hơn hoặc bằng 1 và khi các giá trị của tất cả các chiều bằng nhau. Ví dụ, khi thông tin thuộc tính là độ phản xạ, do attribute_dimension = 1, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều trừ giá trị 1 từ hệ số mã hóa để tính toán giá trị này và mã hóa giá trị được tính toán. Thiết bị giải mã ba chiều tính toán hệ số mã hóa bằng cách cộng giá trị 1 vào giá trị sau khi giải mã.

Cụ thể hơn, ví dụ, khi hệ số mã hóa của độ phản xạ là 10, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa giá trị 9 thu được bằng cách trừ giá trị 1 từ giá trị 10 của hệ số mã hóa. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cộng giá trị 1 vào giá trị được giải mã 9 để tính toán giá trị 10 của hệ số mã hóa.

Ngoài ra, do attribute_dimension = 3 khi thông tin thuộc tính là màu, ví dụ, khi hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa của mỗi thành phần R, G và B là giống nhau, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều trừ giá trị 1 từ mỗi hệ số mã hóa và mã hóa giá trị thu được. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cộng giá trị 1 vào giá

trị sau khi giải mã. Cụ thể hơn, ví dụ, khi hệ số mã hóa của R, G và B = (1, 1, 1), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa (0, 0, 0). Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều cộng 1 vào mỗi thành phần của (0, 0, 0) để tính toán (1, 1, 1). Ngoài ra, khi các hệ số mã hóa của R, G và B = (2, 1, 2), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa (2, 1, 2) như thực tại. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng (2, 1, 2) được giải mã như thực tại là các hệ số mã hóa.

Theo cách thức này, bằng cách cung cấp ZeroCnt, do mẫu trong đó tất cả các chiều là 0 như là giá trị không được tạo ra, giá trị thu được bằng cách trừ 1 từ giá trị được chỉ báo bởi giá trị có thể được mã hóa. Do đó, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ngoài ra, giá trị [0] [i] được thể hiện trên FIG.119 chỉ báo hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa của thông tin thuộc tính của chiều thứ nhất của điểm ba chiều thứ i. Như được thể hiện trên FIG.119, khi lớp L (layerL) mà hệ số mã hóa thuộc về đó nhỏ hơn giá trị ngưỡng TH_layer, lượng mã có thể được làm giảm bằng cách thêm thông tin thuộc tính của chiều thứ nhất vào dòng bit (không thêm thông tin thuộc tính của các chiều thứ hai và tiếp sau vào dòng bit).

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi phương pháp tính toán của giá trị của ZeroCnt phụ thuộc vào giá trị của attribute_dimension. Ví dụ, khi attribute_dimension = 3, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể đếm số lần mà các giá trị của các hệ số mã hóa của tất cả thành phần (các chiều) trở thành 0. FIG.120 là sơ đồ thể hiện ví dụ của hệ số mã hóa và ZeroCnt trong trường hợp này. Ví dụ, trong trường hợp của thông tin màu được thể hiện trên FIG.120, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lượng hệ số mã hóa liên tiếp có giá trị 0 đối với tất cả thành phần R, G và B và cộng số được đếm vào dòng bit như là ZeroCnt. Do đó, việc mã hóa ZeroCnt đối với mỗi thành phần trở nên không cần thiết và thông tin tiêu đề có thể được làm giảm. Do đó, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán ZeroCnt đối với mỗi chiều ngay cả khi attribute_dimension lớn hơn hoặc bằng hai và có thể thêm ZeroCnt được tính toán vào dòng bit.

FIG.121 là lưu đồ của xử lý mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế. Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa thông tin hình học (geometry) (S6601). Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc mã hóa bằng cách sử dụng biểu diễn cây bát phân.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi thông tin thuộc tính (S6602). Ví dụ, sau khi mã hóa thông tin hình học, khi vị trí của điểm ba chiều được thay đổi do lượng tử hóa hoặc loại tương tự, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gán lại thông tin thuộc tính của điểm ba chiều gốc thành điểm ba chiều sau khi thay đổi. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể nội suy giá trị của thông tin thuộc tính theo lượng thay đổi vị trí để thực hiện việc gán lại. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều dò tìm N điểm ba chiều trước khi thay đổi gần vị trí ba chiều sau khi thay đổi, thực hiện việc tính trung bình có trọng số của giá trị của thông tin thuộc tính của N điểm ba chiều dựa trên khoảng cách từ vị trí ba chiều sau khi thay đổi tới mỗi N điểm ba chiều và thiết lập giá trị thu được như là giá trị của thông tin thuộc tính của điểm ba chiều sau khi thay đổi. Ngoài ra, khi hai điểm ba chiều hoặc nhiều hơn được thay đổi thành cùng vị trí ba chiều do lượng tử hóa hoặc loại tương tự, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể gán giá trị trung bình của thông tin thuộc tính trong hai điểm ba chiều hoặc nhiều hơn trước khi thay đổi như là giá trị của thông tin thuộc tính sau khi thay đổi.

Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa thông tin thuộc tính (S6603). Ví dụ, khi mã hóa các đoạn thông tin thuộc tính, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa các đoạn thông tin thuộc tính theo thứ tự. Ví dụ, khi mã hóa màu và độ phản xạ như là thông tin thuộc tính, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra dòng bit mà kết quả mã hóa của độ phản xạ được thêm vào sau kết quả mã hóa của màu. Lưu ý rằng các kết quả mã hóa của thông tin thuộc tính được thêm vào dòng bit có thể theo thứ tự bất kỳ.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm thông tin mà chỉ báo vị trí bắt đầu của dữ liệu được mã hóa của mỗi thông tin thuộc tính trong

dòng bit vào thông tin tiêu đề hoặc loại tương tự. Do đó, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã chọn lọc thông tin thuộc tính mà cần được giải mã, xử lý giải mã của thông tin thuộc tính mà không cần được giải mã có thể được bỏ qua. Do đó, lượng xử lý đối với thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể được làm giảm. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa các đoạn thông tin thuộc tính một cách song song và có thể tích hợp các kết quả mã hóa vào một dòng bit. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa nhiều đoạn thông tin thuộc tính tại tốc độ cao.

FIG.122 là lưu đồ xử lý mã hóa thông tin thuộc tính (S6603). Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra hệ số mã hóa từ thông tin thuộc tính bằng cách chuyển đổi Haar (S6611). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều áp dụng lượng tử hóa tới hệ số mã hóa (S6612). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra thông tin thuộc tính (dòng bit) được mã hóa bằng cách mã hóa hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa (S6613).

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều áp dụng việc lượng tử hóa ngược tới hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa (S6614). Tiếp theo, thiết bị giải mã ba chiều giải mã thông tin thuộc tính bằng cách áp dụng việc chuyển đổi Haar ngược tới hệ số mã hóa sau việc lượng tử hóa ngược (S6615). Ví dụ, thông tin thuộc tính được giải mã được viện dẫn tới trong việc mã hóa tiếp sau.

FIG.123 là lưu đồ của xử lý mã hóa hệ số mã hóa (S6613). Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi hệ số mã hóa từ giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu (S6621). Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu như sau. Khi giá trị nguyên được ký hiệu Ta1q nhỏ hơn 0, giá trị nguyên không được ký hiệu được thiết lập thành -1 - (2 × Ta1q). Khi giá trị nguyên được ký hiệu Ta1q lớn hơn hoặc bằng 0, giá trị nguyên không được ký hiệu được thiết lập thành 2 × Ta1q. Lưu ý rằng, khi hệ số mã hóa không trở thành giá trị âm, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa hệ số mã hóa như là giá trị nguyên không được ký hiệu như thực tại.

Khi không phải tất cả hệ số mã hóa được xử lý (Không trong S6622), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng giá trị của hệ số mã hóa cần được xử lý có bằng 0 hay không (S6623). Khi giá trị của hệ số mã hóa cần được xử lý là 0 (Có trong S6623), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gia tăng ZeroCnt thêm 1 (S6624) và quay lại bước S6622.

Khi giá trị của hệ số mã hóa cần được xử lý không phải 0 (Không trong S6623), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa ZeroCnt và thiết lập lại ZeroCnt thành 0 (S6625). Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa số học hệ số mã hóa cần được xử lý (S6626) và quay lại bước S6622. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc mã hóa số học nhị phân. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể trừ giá trị 1 từ hệ số mã hóa và có thể mã hóa giá trị thu được.

Ngoài ra, xử lý của các bước S6623 đến S6626 được thực hiện lặp lại đối với mỗi hệ số mã hóa. Ngoài ra, khi tất cả các hệ số mã hóa đã được xử lý (Có trong S6622), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều kết thúc xử lý.

FIG.124 là lưu đồ của xử lý giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế. Đầu tiên, thiết bị giải mã ba chiều giải mã thông tin hình học (geometry) từ dòng bit (S6631). Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thực hiện việc giải mã bằng cách sử dụng biểu diễn cây bát phân.

Tiếp theo, thiết bị giải mã ba chiều giải mã thông tin thuộc tính từ dòng bit (S6632). Ví dụ, khi giải mã các đoạn thông tin thuộc tính, thiết bị giải mã ba chiều có thể giải mã các đoạn thông tin thuộc tính theo thứ tự. Ví dụ, khi giải mã màu và độ phản xạ như là thông tin thuộc tính, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã kết quả mã hóa của màu và kết quả mã hóa của độ phản xạ theo thứ tự trong đó chúng được thêm vào dòng bit. Ví dụ, khi kết quả mã hóa của độ phản xạ được thêm vào sau kết quả mã hóa của màu trong dòng bit, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã kết quả mã hóa của màu và sau đó giải mã kết quả mã hóa của độ phản xạ. Lưu ý rằng thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã các kết quả mã hóa của thông tin thuộc tính được thêm vào dòng bit trong thứ tự

bất kỳ.

Ngoài ra, thiết bị giải mã ba chiều có thể thu nhận thông tin mà chỉ báo vị trí bắt đầu của dữ liệu được mã hóa của mỗi thông tin thuộc tính trong dòng bit bằng cách giải mã thông tin tiêu đề hoặc loại tương tự. Do đó, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã chọn lọc thông tin thuộc tính mà cần được giải mã, xử lý giải mã của thông tin thuộc tính mà không cần được giải mã có thể được bỏ qua. Do đó, lượng xử lý của thiết bị giải mã ba chiều có thể được làm giảm. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã các đoạn thông tin thuộc tính một cách song song và có thể tích hợp các kết quả giải mã vào một đám mây điểm ba chiều. Do đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã các đoạn thông tin thuộc tính tại tốc độ cao.

FIG.125 là lưu đồ của xử lý giải mã thông tin thuộc tính (S6632). Đầu tiên, thiết bị giải mã ba chiều giải mã hệ số mã hóa từ dòng bit (S6641). Tiếp theo, thiết bị giải mã ba chiều áp dụng việc lượng tử hóa ngược tới hệ số mã hóa (S6642). Tiếp theo, thiết bị giải mã ba chiều giải mã thông tin thuộc tính bằng cách áp dụng việc chuyển đổi Haar ngược tới hệ số mã hóa sau việc lượng tử hóa ngược (S6643).

FIG.126 là lưu đồ của xử lý giải mã hệ số mã hóa (S6641). Đầu tiên, thiết bị giải mã ba chiều giải mã ZeroCnt từ dòng bit (S6651). Khi không phải tất cả hệ số mã hóa được xử lý (Không trong S6652), thiết bị giải mã ba chiều xác định rằng ZeroCnt có lớn hơn 0 hay không (S6653).

Khi ZeroCnt lớn hơn 0 (Có trong S6653), thiết bị giải mã ba chiều thiết lập hệ số mã hóa cần được xử lý thành 0 (S6654). Tiếp theo, thiết bị giải mã ba chiều trừ 1 từ ZeroCnt (S6655) và quay lại bước S6652.

Khi ZeroCnt là 0 (Không trong S6653), thiết bị giải mã ba chiều giải mã hệ số mã hóa cần được xử lý (S6656). Ví dụ, thiết bị giải mã ba chiều sử dụng việc giải mã số học nhị phân. Ngoài ra, thiết bị giải mã ba chiều có thể thêm giá trị 1 vào hệ số mã hóa được giải mã.

Tiếp theo, thiết bị giải mã ba chiều giải mã ZeroCnt, thiết lập giá trị thu

được thành ZeroCnt (S6657) và quay lại bước S6652.

Ngoài ra, xử lý của các bước S6653 đến S6657 được thực hiện lặp lại đối với mỗi hệ số mã hóa. Ngoài ra, khi tất cả các hệ số mã hóa được xử lý (Có trong S6652), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi các hệ số mã hóa được giải mã từ các giá trị nguyên không được ký hiệu thành các giá trị nguyên được ký hiệu (S6658). Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi các hệ số mã hóa được giải mã từ các giá trị nguyên không được ký hiệu thành các giá trị nguyên được ký hiệu như sau. Khi LSB (least significant bit-bit ít quan trọng nhất) của giá trị nguyên không được ký hiệu được giải mã Ta1u là 1, giá trị nguyên được ký hiệu Ta1q được thiết lập thành - ((Ta1u + 1) >>1). Khi LSB của giá trị nguyên không được ký hiệu được giải mã Ta1u không phải 1 (khi bằng 0), giá trị nguyên được ký hiệu Ta1q được thiết lập thành (Ta1u >> 1). Lưu ý rằng, khi hệ số mã hóa không trở thành giá trị âm, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể sử dụng hệ số mã hóa được giải mã như thực tại như là giá trị nguyên được ký hiệu.

FIG.127 là sơ đồ khối của bộ mã hóa thông tin thuộc tính 6600 được chứa trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều. Bộ mã hóa thông tin thuộc tính 6600 bao gồm bộ sắp xếp 6601, bộ biến đổi Haar 6602, bộ lượng tử hóa 6603, bộ lượng tử hóa ngược 6604, bộ biến đổi Haar ngược 6605, bộ nhớ 6606 và bộ mã hóa số học 6607.

Bộ sắp xếp 6601 tạo ra các mã Morton bằng cách sử dụng thông tin hình học của các điểm ba chiều và sắp xếp các điểm ba chiều trong thứ tự của các mã Morton. Bộ biến đổi Haar 6602 tạo ra hệ số mã hóa bằng cách áp dụng chuyển đổi Haar tới thông tin thuộc tính. Bộ lượng tử hóa 6603 lượng tử hóa hệ số mã hóa của thông tin thuộc tính.

Bộ lượng tử hóa ngược 6604 lượng tử hóa ngược hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa. Bộ biến đổi Haar ngược 6605 áp dụng việc chuyển đổi Haar ngược tới hệ số mã hóa. Bộ nhớ 6606 lưu trữ các giá trị của các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được giải mã. Ví dụ, thông tin thuộc tính của

các điểm ba chiều được giải mã được lưu trữ trong bộ nhớ 6606 có thể được sử dụng cho việc dự đoán và loại tương tự của điểm ba chiều không được mã hóa.

Bộ mã hóa số học 6607 tính toán ZeroCnt từ hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa và mã hóa số học ZeroCnt. Ngoài ra, bộ mã hóa số học 6607 mã hóa số học hệ số mã hóa không phải 0 sau khi lượng tử hóa. Bộ mã hóa số học 6607 có thể nhị phân hóa hệ số mã hóa trước việc mã hóa số học. Ngoài ra, bộ mã hóa số học 6607 có thể tạo ra và mã hóa các loại thông tin tiêu đề khác nhau.

FIG.128 là sơ đồ khối của bộ giải mã thông tin thuộc tính 6610 được chứa trong thiết bị giải mã ba chiều. Bộ giải mã thông tin thuộc tính 6610 bao gồm bộ giải mã số học 6611, bộ lượng tử hóa ngược 6612, bộ chuyển đổi Haar ngược 6613 và bộ nhớ 6614.

Bộ giải mã số học 6611 giải mã số học ZeroCnt và hệ số mã hóa được chứa trong dòng bit. Lưu ý rằng bộ giải mã số học 6611 có thể giải mã các loại thông tin tiêu đề khác nhau.

Bộ lượng tử hóa ngược 6612 lượng tử hóa ngược hệ số mã hóa được giải mã số học. Bộ chuyển đổi Haar ngược 6613 áp dụng việc chuyển đổi Haar ngược tới hệ số mã hóa sau việc lượng tử hóa ngược. Bộ nhớ 6614 lưu trữ các giá trị của các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được giải mã. Ví dụ, thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được giải mã được lưu trữ trong bộ nhớ 6614 có thể được sử dụng cho việc dự đoán của điểm ba chiều không được mã hóa.

Lưu ý rằng, trong phương án nêu trên, mặc dù ví dụ được thể hiện trong đó các điểm ba chiều được mã hóa trong thứ tự của các lớp thấp hơn tới các lớp cao hơn như là thứ tự mã hóa, sáng chế không bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, phương pháp có thể được sử dụng mà quét các hệ số mã hóa sau khi chuyển đổi Haar trong thứ tự của các lớp cao hơn tới các lớp thấp hơn. Lưu ý rằng, cũng trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số lần liên tiếp của giá trị 0 như là ZeroCnt.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi việc có sử

dụng hay không phương pháp mã hóa sử dụng ZeroCnt được mô tả trong phương án trên WLD, SPC, hoặc khối. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm thông tin mà chỉ báo rằng phương pháp mã hóa sử dụng ZeroCnt có được áp dụng tới thông tin tiêu đề hay không. Do đó, thiết bị giải mã ba chiều có thể thực hiện một cách thích hợp việc giải mã. Đối với ví dụ của phương pháp chuyển đổi, ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lần xuất hiện của hệ số mã hóa mà có giá trị bằng 0 đối với một khối. Khi giá trị đếm vượt quá giá trị ngưỡng định trước, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều áp dụng phương pháp sử dụng ZeroCnt tới khối tiếp theo và khi giá trị đếm bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không áp dụng phương pháp sử dụng ZeroCnt tới khối tiếp theo. Do đó, khi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi một cách thích hợp rằng có áp dụng hay không phương pháp mã hóa sử dụng ZeroCnt theo đặc tính của điểm ba chiều hiện tại cần được mã hóa, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Sau đây, kỹ thuật khác (cải biến) của phương án theo sáng chế sẽ được mô tả. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều quét và mã hóa các hệ số mã hóa (các giá trị nguyên không được ký hiệu) sau khi lượng tử hóa theo thứ tự định trước. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa các điểm ba chiều từ các điểm ba chiều được chứa trong các lớp thấp hơn tới các lớp cao hơn theo thứ tự.

FIG.129 là sơ đồ thể hiện ví dụ của chuỗi mã thứ nhất và chuỗi mã thứ hai trong trường hợp trong đó kỹ thuật này được sử dụng cho thông tin thuộc tính được thể hiện trên FIG.114. Trong trường hợp của ví dụ này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa các hệ số mã hóa trong thứ tự của Ta5q, Tb1q, Tb3q, Tc1q và d0q từ Ta1q được chứa trong lớp thấp hơn L. Ở đây, có xu hướng rằng lớp càng thấp, càng có khả năng rằng hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa trở thành 0. Điều này có thể là vì lý do sau đây và loại tương tự.

Do các hệ số mã hóa của các lớp thấp hơn L thể hiện thành phần tần số cao hơn so với các lớp cao hơn, các hệ số mã hóa có xu hướng là 0 phụ thuộc vào điểm ba chiều hiện tại cần được mã hóa. Ngoài ra, bằng cách chuyển đổi hệ

số tỷ lệ lượng tử hóa theo độ quan trọng nêu trên hoặc loại tương tự. Lớp càng thấp, hệ số tỷ lệ lượng tử hóa càng lớn và hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa trở thành 0 dễ dàng.

Theo cách thức này, lớp càng thấp, càng có khả năng rằng hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa trở thành 0 và giá trị 0 có thể được tạo ra liên tiếp đối với chuỗi mã thứ nhất. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lần mà giá trị 0 xuất hiện trong chuỗi mã thứ nhất và mã hóa số lần (ZeroCnt) mà giá trị 0 xuất hiện liên tiếp, thay vì các giá trị 0 liên tiếp. Do đó, khi có các giá trị 0 liên tiếp của các hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện bằng cách mã hóa số lần của giá trị 0 liên tiếp, hơn là mã hóa nhiều giá trị 0.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa thông tin mà chỉ báo tổng số lần xuất hiện của giá trị 0. Do đó, thông tin tiêu đề để mã hóa ZeroCnt có thể được làm giảm và hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa tổng số các hệ số mã hóa mà có giá trị bằng 0 như là TotalZeroCnt. Do đó, trong ví dụ được thể hiện trên FIG.129, tại thời điểm khi thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã ZeroCnt thứ hai (giá trị 1) được chứa trong chuỗi mã thứ hai, tổng số ZeroCnts được giải mã sẽ là N + 1 (= TotalZeroCnt). Do đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể nhận dạng rằng 0 không xuất hiện sau việc này. Do đó, sau đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần thiết mã hóa ZeroCnt đối với mỗi giá trị và lượng mã có thể được làm giảm.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa entropy TotalZeroCnt. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều nhị phân hóa giá trị của TotalZeroCnt với mã đơn phân cụt của tổng số T của các điểm ba chiều được mã hóa và mã hóa số học mỗi bit sau khi nhị phân hóa. Lúc này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách sử dụng bảng mã hóa khác nhau đối với mỗi bit. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều sử dụng bảng mã hóa 1 đối với bit thứ nhất, sử dụng bảng mã hóa 2 đối với bit thứ hai và bảng mã hóa 3 đối với các bit tiếp theo. Theo cách thức này, thiết bị mã hóa dữ liệu ba

chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách chuyển đổi bảng mã hóa đối với mỗi bit.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa số học TotalZeroCnt sau khi nhị phân hóa TotalZeroCnt với mã Golomb số mũ. Do đó, khi giá trị của TotalZeroCnt dễ dàng trở nên lớn, hiệu quả có thể được cải thiện hơn so với việc mã hóa số học được nhị phân hóa với mã đơn phân cụt. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm cờ để chuyển đổi giữa sử dụng mã đơn phân cụt và sử dụng mã Golomb số mũ vào thông tin tiêu đề. Do đó, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa bằng cách lựa chọn phương pháp nhị phân hóa tối ưu. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể giải mã chính xác dòng bit bằng cách viện dẫn tới cờ được chứa trong thông tin tiêu đề để chuyển đổi phương pháp nhị phân hóa.

FIG.130 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp của thông tin thuộc tính (attribute_data) trong cải biến của sáng chế. Thông tin thuộc tính (attribute_data) được thể hiện trên FIG.130 còn bao gồm tổng số giá trị 0 (TotalZeroCnt) ngoài thông tin thuộc tính được thể hiện trên FIG.119. Lưu ý rằng thông tin khác là tương tự như trong FIG.119. Tổng số giá trị 0 (TotalZeroCnt) chỉ báo tổng số các hệ số mã hóa mà có giá trị bằng 0 sau khi lượng tử hóa.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể chuyển đổi phương pháp tính toán của các giá trị của TotalZeroCnt và ZeroCnt phụ thuộc vào giá trị của attribute_dimension. Ví dụ, khi attribute_dimension = 3, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể đếm số lần mà các giá trị của các hệ số mã hóa của tất cả thành phần (các chiều) trở thành 0. FIG.131 là sơ đồ thể hiện ví dụ của hệ số mã hóa, ZeroCnt và TotalZeroCnt trong trường hợp này. Ví dụ, trong trường hợp của thông tin màu được thể hiện trên FIG.131, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều đếm số lượng hệ số mã hóa liên tiếp có giá trị 0 đối với tất cả thành phần R, G và B và cộng số được đếm vào dòng bit như là TotalZeroCnt và ZeroCnt. Do đó, không cần thiết mã hóa Total ZeroCnt và ZeroCnt đối với mỗi thành phần và thông tin tiêu đề có thể được làm giảm. Do đó, hiệu quả mã hóa có thể được cải

thiện. Lưu ý rằng thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể tính toán TotalZeroCnt và ZeroCnt đối với mỗi chiều ngay cả khi attribute_dimension lớn hơn hoặc bằng hai và có thể thêm TotalZeroCnt và ZeroCnt được tính toán vào dòng bit.

FIG.132 là lưu đồ của xử lý mã hóa hệ số mã hóa (S6613) trong cải biến của sáng chế. Đầu tiên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi hệ số mã hóa từ giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu (S6661). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa TotalZeroCnt (S6662).

Khi không phải tất cả hệ số mã hóa được xử lý (Không trong S6663), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng giá trị của hệ số mã hóa cần được xử lý có bằng 0 hay không (S6664). Khi giá trị của hệ số mã hóa cần được xử lý là 0 (Có trong S6664), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều gia tăng ZeroCnt thêm 1 (S6665) và quay lại bước S6663.

Khi giá trị của hệ số mã hóa cần được xử lý không phải là 0 (Không trong S6664), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng TotalZeroCnt có lớn hơn 0 hay không (S6666). Khi TotalZeroCnt lớn hơn 0 (Có trong S6666), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa ZeroCnt và thiết lập TotalZeroCnt thành TotalZeroCnt - ZeroCnt (S6667).

Sau bước S6667, hoặc khi TotalZeroCnt là 0 (Không trong S6666), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều mã hóa hệ số mã hóa, thiết lập lại ZeroCnt thành 0 (S6668) và quay lại bước S6663. Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều thực hiện việc mã hóa số học nhị phân. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể trừ giá trị 1 từ hệ số mã hóa và mã hóa giá trị thu được.

Ngoài ra, xử lý của các bước S6664 đến S6668 được thực hiện lặp lại đối với mỗi hệ số mã hóa. Ngoài ra, khi tất cả các hệ số mã hóa đã được xử lý (Có trong S6663), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều kết thúc xử lý.

FIG.133 là lưu đồ của xử lý giải mã hệ số mã hóa (S6641) trong cải biến của sáng chế. Đầu tiên, thiết bị giải mã ba chiều giải mã TotalZeroCnt từ dòng bit (S6671). Tiếp theo, thiết bị giải mã ba chiều giải mã ZeroCnt từ dòng bit và thiết lập TotalZeroCnt thành TotalZeroCnt - ZeroCnt (S6672).

Khi không phải tất cả hệ số mã hóa được xử lý (Không trong S6673), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều xác định rằng ZeroCnt có lớn hơn 0 hay không (S6674).

Khi ZeroCnt lớn hơn 0 (Có trong S6674), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thiết lập hệ số mã hóa cần được xử lý thành 0 (S6675). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều trừ 1 từ ZeroCnt (S6676) và quay lại bước S6673.

Khi ZeroCnt là 0 (Không trong S6674), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã hệ số mã hóa cần được xử lý (S6677). Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều sử dụng việc giải mã số học nhị phân. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị 1 vào hệ số mã hóa được giải mã.

Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều xác định rằng TotalZeroCnt có lớn hơn 0 hay không (S6678). Khi TotalZeroCnt lớn hơn 0 (Có trong S6678), thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều giải mã ZeroCnt, thiết lập giá trị thu được thành ZeroCnt, thiết lập TotalZeroCnt thành TotalZeroCnt - ZeroCnt (S6679) và quay lại bước S6673. Ngoài ra, khi TotalZeroCnt là 0 (Không trong S6678), thiết bị giải mã ba chiều quay lại bước S6673.

Ngoài ra, xử lý của các bước S6674 đến S6679 được thực hiện lặp lại đối với mỗi hệ số mã hóa. Ngoài ra, khi tất cả các hệ số mã hóa đã được xử lý (Có trong S6673), thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều chuyển đổi hệ số mã hóa được giải mã từ giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu (S6680).

FIG.134 là sơ đồ thể hiện ví dụ cú pháp khác của thông tin thuộc tính (attribute_data). Thông tin thuộc tính (attribute_data) được thể hiện trên FIG.134 bao gồm giá trị [j] [i]_greater_zero_flag, giá trị [j] [i]_greater_one_flag và giá trị [j] [i], thay vì hệ số mã hóa (giá trị [j] [i]) được thể hiện trên FIG.119. Lưu ý rằng thông tin khác là tương tự như trong FIG.119.

Giá trị [j] [i]_greater_zero_flag chỉ báo rằng giá trị của hệ số mã hóa (giá trị [j] [i]) có lớn hơn 0 hay không. nói cách khác, giá trị [j] [i]_greater_zero_flag chỉ báo rằng giá trị của hệ số mã hóa (giá trị [j] [i]) có bằng 0 hay không.

Ví dụ, khi giá trị của hệ số mã hóa lớn hơn 0, giá trị [j] [i]_greater_zero_flag được thiết lập là giá trị 1 và khi giá trị của hệ số mã hóa bằng 0, giá trị [j] [i]_greater_zero_flag được thiết lập là giá trị 0. Khi giá trị của giá trị [j] [i]_greater_zero_flag bằng 0, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần thêm giá trị [j] [i] vào dòng bit. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã ba chiều có thể xác định rằng giá trị của giá trị [j] [i] là giá trị 0. Do đó, lượng mã có thể được làm giảm.

Giá trị [j] [i]_greater_one_flag chỉ báo rằng giá trị của hệ số mã hóa (giá trị [j] [i]) có lớn hơn 1 hay không (lớn hơn hoặc bằng 2). Nói cách khác, giá trị [j] [i]_greater_one_flag chỉ báo rằng giá trị của hệ số mã hóa (giá trị [j] [i]) có bằng 1 hay không.

Ví dụ, khi giá trị của hệ số mã hóa lớn hơn 1, giá trị [j] [i]_greater_one_flag được thiết lập là giá trị 1. Nếu không (khi giá trị của hệ số mã hóa nhỏ hơn hoặc bằng 1), giá trị [j] [i]_greater_one_flag được thiết lập là giá trị 0. Khi giá trị của value [j] [i]_greater_one_flag là 0, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều không cần thêm giá trị [j] [i] vào dòng bit. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã ba chiều có thể xác định rằng giá trị của giá trị [j] [i] là giá trị 1.

Giá trị [j] [i] chỉ báo hệ số mã hóa sau khi lượng tử hóa của thông tin thuộc tính của chiều thứ j của điểm ba chiều thứ i. Ví dụ, khi thông tin thuộc tính là thông tin màu, giá trị [99] [1] chỉ báo hệ số mã hóa của chiều thứ hai (ví dụ, giá trị G) của điểm ba chiều thứ 100. Ngoài ra, khi thông tin thuộc tính là thông tin độ phản xạ, giá trị [119] [0] chỉ báo hệ số mã hóa của chiều thứ nhất (ví dụ, độ phản xạ) của điểm ba chiều thứ 120.

Khi giá trị [j] [i]_greater_zero_flag = 1 và giá trị [j] [i]_greater_one_flag = 1, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị [j] [i] vào dòng bit. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể thêm giá trị thu được bằng cách trừ 2 từ giá trị [j] [i] vào dòng bit. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã ba chiều tính toán hệ số mã hóa bằng cách thêm giá trị 2 vào giá trị được giải mã [j] [i].

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể mã hóa entropy giá trị [j] [i]_greater_zero_flag và giá trị [j] [i]_greater_one_flag. Ví dụ, việc mã hóa số học nhị phân và việc giải mã số học nhị phân có thể được sử dụng. Do đó, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Như được mô tả nêu trên, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế thực hiện xử lý được thể hiện bởi FIG.135. Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tính toán các giá trị hệ số (ví dụ, các hệ số được mã hóa) từ các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm (S6691). Tiếp theo, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất (ví dụ, ZeroCnt) và thông tin thứ hai (ví dụ, giá trị [j] [i]_greater_zero_flag), thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số giá trị hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị hệ số được sắp xếp, thông tin thứ hai chỉ báo rằng mỗi giá trị hệ số là 0, các giá trị hệ số 0 được chứa trong các giá trị hệ số và có giá trị bằng 0 (S6692). Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều tạo ra dòng bit bao gồm chuỗi mã thứ hai (S6693). Lưu ý rằng các giá trị hệ số nêu trên không bị giới hạn ở các hệ số được mã hóa và có thể là các phần dư dự đoán mà là các giá trị chênh lệch giữa thông tin thuộc tính và các giá trị được dự đoán.

Theo điều này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã trong trường hợp của các giá trị hệ số liên tiếp mà có giá trị bằng 0 (zero) bằng cách sử dụng thông tin thứ nhất, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Ngoài ra, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị 0 (zero) xuất hiện bằng cách sử dụng thông tin thứ hai.

Ví dụ, mỗi đoạn thông tin thuộc tính bao gồm các thành phần, mỗi giá trị hệ số bao gồm các thành phần hệ số tương ứng với các thành phần này, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số lượng giá trị hệ số liên tiếp bao gồm các thành phần hệ số mà tất cả thành phần là 0 và thông tin thứ hai chỉ báo rằng mỗi thành phần hệ số có bằng 0 hay không.

Theo điều này, do thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã so với trường hợp trong đó thông tin thứ nhất được cấp cho mỗi thành phần, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, chuỗi mã thứ hai còn bao gồm thông tin thứ ba (ví dụ, giá trị [j] [i]_greater_one_flag) và thông tin thứ tư (ví dụ, giá trị [j] [i]), thông tin thứ ba mà chỉ báo rằng mỗi thành phần hệ số có bằng 1 hay không, thông tin thứ tư mà chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ 2 từ mỗi thành phần hệ số.

Ngoài ra , thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị bằng 0 hoặc giá trị bằng 1 xuất hiện, bằng cách sử dụng thông tin thứ hai, thông tin thứ ba và thông tin thứ tư.

Ví dụ, các giá trị hệ số (ví dụ, các hệ số được mã hóa) có thể được tạo ra bằng cách tách biệt, bằng cách phân cấp, mỗi đoạn thông tin thuộc tính thành thành phần tần số cao và thành phần tần số thấp.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều còn lượng tử hóa mỗi giá trị hệ số và các giá trị hệ số được lượng tử hóa được sắp xếp trong chuỗi mã thứ nhất.

Ví dụ, thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ và bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều theo phương án của sáng chế thực hiện xử lý được thể hiện bởi FIG.136. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thu nhận chuỗi mã thứ hai từ dòng bit, chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất (ví dụ, ZeroCnt) và thông tin thứ hai (ví dụ, giá trị [j] [i]_greater_zero_flag, thông tin thứ nhất mà chỉ báo tổng số giá trị hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất trong đó các giá trị hệ số được tạo ra từ các đoạn thông tin thuộc tính của các điểm ba chiều được chứa trong dữ liệu đám mây điểm được sắp xếp, thông tin thứ hai mà chỉ báo rằng mỗi giá trị hệ số có bằng 0 hay không, các giá trị hệ số 0 được chứa trong các giá trị hệ số và có giá trị bằng 0 (S6695). Tiếp theo, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thu nhận các giá trị hệ số bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất từ chuỗi mã thứ hai (S6696). Sau đó, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều

tính toán các đoạn thông tin thuộc tính từ các giá trị hệ số (S6697). Lưu ý rằng các giá trị hệ số nêu trên không bị giới hạn ở các hệ số được mã hóa và có thể là các phần dư dự đoán mà là các giá trị chênh lệch giữa thông tin thuộc tính và các giá trị được dự đoán.

Theo điều này, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã trong trường hợp của các giá trị hệ số liên tiếp mà có giá trị bằng 0 (zero) bằng cách sử dụng thông tin thứ nhất, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện. Ngoài ra, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị 0 (zero) xuất hiện bằng cách sử dụng thông tin thứ hai.

Ví dụ, mỗi đoạn thông tin thuộc tính bao gồm các thành phần, mỗi giá trị hệ số bao gồm các thành phần hệ số tương ứng với các thành phần này, thông tin thứ nhất chỉ báo tổng số lượng giá trị hệ số liên tiếp bao gồm các thành phần hệ số mà tất cả thành phần là 0 và thông tin thứ hai chỉ báo rằng mỗi thành phần hệ số có bằng 0 hay không.

Theo điều này, do thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể làm giảm lượng mã so với trường hợp trong đó thông tin thứ nhất được cấp cho mỗi thành phần, hiệu quả mã hóa có thể được cải thiện.

Ví dụ, chuỗi mã thứ hai còn bao gồm thông tin thứ ba (ví dụ, giá trị [j] [i]_greater_one_flag) và thông tin thứ tư (ví dụ, giá trị [j] [i]), thông tin thứ ba mà chỉ báo rằng mỗi thành phần hệ số có bằng 1 hay không, thông tin thứ tư mà chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ 2 từ mỗi thành phần hệ số.

Ngoài ra , thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều có thể cải thiện hiệu quả mã hóa trong trường hợp trong đó nhiều giá trị hệ số có giá trị bằng 0 hoặc giá trị bằng 1 xuất hiện, bằng cách sử dụng thông tin thứ hai, thông tin thứ ba và thông tin thứ tư.

Ví dụ, các giá trị hệ số được tạo ra bằng cách tách biệt, bằng cách phân cấp, mỗi đoạn thông tin thuộc tính thành thành phần tần số cao và thành phần tần số thấp.

Ví dụ, các giá trị hệ số được lượng tử hóa được sắp xếp trong chuỗi mã thứ nhất. Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều thu nhận các giá trị hệ số được lượng tử hóa bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất và thu nhận mỗi giá trị hệ số bằng cách lượng tử hóa ngược một trong số các giá trị hệ số được lượng tử hóa tương ứng.

Ví dụ, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ và bộ xử lý thực hiện xử lý nêu trên nhờ sử dụng bộ nhớ.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều và loại tương tự theo các phương án của sáng chế đã được mô tả nêu trên, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án này.

Lưu ý rằng mỗi bộ xử lý được chứa trong thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều và loại tương tự theo các phương án nêu trên thường được thực hiện như là mạch được tích hợp cỡ lớn (LSI-large-scale integrated), mà là mạch tích hợp (IC). Các mạch này có thể có dạng của các chip riêng biệt, hoặc có thể được đóng gói một phần hoặc toàn bộ vào một chip.

IC này không bị giới hạn ở LSI và có thể được thực hiện như là mạch dành riêng hoặc bộ xử lý mục đích chung. Ngoài ra, mảng cổng khả trình dạng trường (FPGA-field programmable gate array) mà cho phép lập trình sau khi sản xuất LSI, hoặc bộ xử lý có thể tái cấu hình mà cho phép tái cấu hình kết nối và việc thiết lập của các tế bào mạch bên trong LSI có thể được sử dụng.

Ngoài ra, trong các phương án nêu trên, các thành phần cấu trúc có thể được thực hiện như là phần cứng dành riêng hoặc có thể được thực hiện bằng cách thực thi chương trình phần mềm thích hợp đối với các thành phần cấu trúc này. Ngoài ra, các thành phần cấu trúc này có thể được thực hiện bởi bộ thực thi chương trình như CPU hoặc bộ xử lý mà đọc và thực thi chương trình phần mềm được ghi trong vật ghi như đĩa cứng hoặc bộ nhớ bán dẫn.

Sáng chế có thể cũng được thực hiện như là phương pháp mã hóa dữ liệu ba chiều, phương pháp giải mã dữ liệu ba chiều, hoặc loại tương tự được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều và loại

tương tự.

Ngoài ra, các phân chia các khối chức năng được thể hiện trong các sơ đồ khối chỉ là các ví dụ và do đó các khối chức năng có thể được thực hiện như khối chức năng đơn, hoặc khối chức năng đơn có thể được phân chia thành các khối chức năng, hoặc một hoặc nhiều chức năng có thể được di chuyển tới khối chức năng khác. Ngoài ra, các chức năng của các khối chức năng mà có chức năng tương tự có thể được xử lý bởi một phần cứng hoặc phần mềm trong theo cách thức song song hoặc phân chia theo thời gian.

Ngoài ra, thứ tự xử lý thực hiện các bước được thể hiện trong các lưu đồ chỉ là minh họa để mô tả cụ thể sáng chế và do đó có thể là thứ tự khác ngoài thứ tự được thể hiện. Ngoài ra, một hoặc nhiều bước có thể được thực hiện đồng thời (một cách song song) với bước khác.

Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều, thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều và loại tương tự theo một hoặc nhiều khía cạnh đã được mô tả nêu trên dựa trên các phương án, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án này. Một hoặc nhiều khía cạnh có thể bao gồm các dạng thu được bằng cách thực hiện các cải biến khác nhau tới các phương án nêu trên mà có thể được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, cũng như các dạng thu được bằng cách kết hợp các thành phần cấu trúc trong các phương án khác nhau, mà không đi chệch khỏi bản chất của sáng chế.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Sáng chế có thể áp dụng được tới thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều và thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều.

Ký hiệu chỉ dẫn

100, 400 thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều

101, 201, 401, 501 bộ thu nhận

102, 402 bộ xác định vùng mã hóa

103 bộ chia

104, 644 bộ mã hóa

111 dữ liệu ba chiều

112, 211, 413, 414, 511, 634 dữ liệu ba chiều được mã hóa

200, 500 thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều

202 bộ xác định GOS bắt đầu giải mã

203 bộ xác định SPC giải mã

204, 625 bộ giải mã

212, 512, 513 dữ liệu ba chiều được giải mã

403 bộ tách SWLD

404 bộ mã hóa WLD

405 bộ mã hóa SWLD

411 dữ liệu ba chiều được nhập vào

412 dữ liệu ba chiều được tách

502 bộ phân tích thông tin tiêu đề

503 bộ giải mã WLD

504 bộ giải mã SWLD

620, 620A thiết bị tạo dữ liệu ba chiều

621, 641 bộ tạo dữ liệu ba chiều

622 bộ xác định phạm vi yêu cầu

623 bộ tìm kiếm

624, 642 bộ thu

626 bộ hợp nhất

631, 651 thông tin cảm biến

632 dữ liệu ba chiều thứ nhất

633 thông tin phạm vi yêu cầu

635 dữ liệu ba chiều thứ hai

636 dữ liệu ba chiều thứ ba

640 thiết bị truyền dữ liệu ba chiều

643 bộ tách

645 bộ truyền

652 dữ liệu ba chiều thứ năm

654 dữ liệu ba chiều thứ sáu

700 thiết bị xử lý thông tin ba chiều

701 bộ thu nhận bản đồ ba chiều

702 bộ thu nhận dữ liệu được tự phát hiện

703 bộ đánh giá trường hợp bất thường

704 bộ xác định hoạt động xử lý

705 bộ điều khiển hoạt động

711 bản đồ ba chiều

712 dữ liệu ba chiều được tự phát hiện

810 thiết bị tạo dữ liệu ba chiều

811 bộ thu dữ liệu

812, 819 bộ truyền thông

813 bộ điều khiển thu

814, 821 bộ chuyển đổi khuôn dạng

815 bộ cảm biến

816 bộ tạo dữ liệu ba chiều

817 bộ tổng hợp dữ liệu ba chiều

818 bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều

820 bộ điều khiển truyền

822 bộ truyền dữ liệu

831, 832, 834, 835, 836, 837 dữ liệu ba chiều

833 thông tin cảm biến

901 máy chủ

902, 902A, 902B, 902C thiết bị máy khách

1011, 1111 bộ thu dữ liệu

1012, 1020, 1112, 1120 bộ truyền thông

1013, 1113 bộ điều khiển thu

1014, 1019, 1114, 1119 bộ chuyển đổi khuôn dạng

1015 bộ cảm biến

1016, 1116 bộ tạo dữ liệu ba chiều

1017 bộ xử lý ảnh ba chiều

1018, 1118 bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều

1021, 1121 bộ điều khiển truyền

1022, 1122 bộ truyền dữ liệu

1031, 1032, 1135 bản đồ ba chiều

1033, 1037, 1132 thông tin cảm biến

1034, 1035, 1134 dữ liệu ba chiều

1117 bộ hợp nhất dữ liệu ba chiều

1201 bộ xử lý nén/giải mã bản đồ ba chiều

1202 bộ xử lý nén/giải mã thông tin cảm biến

1211 bộ xử lý giải mã bản đồ ba chiều

1212 bộ xử lý nén thông tin cảm biến

1300 thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều

1301 bộ chia

1302 bộ trừ

1303 bộ biến đổi

1304 bộ lượng tử hóa

1305, 1402 bộ lượng tử hóa ngược

1306, 1403 bộ biến đổi ngược

1307, 1404 bộ cộng

1308, 1405 bộ nhớ khối tham chiếu

1309, 1406 bộ dự đoán trong

1310, 1407 bộ nhớ không gian tham chiếu

1311, 1408 bộ dự đoán liên đới

1312, 1409 bộ điều khiển dự đoán

1313 bộ mã hóa entropy

1400 thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều

1401 bộ giải mã entropy

2100 thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều

2101, 2111 bộ tạo cây bát phân

2102, 2112 bộ tính toán thông tin hình học

2103, 2113 bộ lựa chọn bảng mã hóa

2104 bộ mã hóa entropy

2110 thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều

2114 bộ giải mã entropy

3000 thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều

3001 bộ mã hóa thông tin hình học

3002 bộ gán lại thông tin thuộc tính

3003 bộ mã hóa thông tin thuộc tính

3010 thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều

3011 bộ giải mã thông tin hình học

3012 bộ giải mã thông tin thuộc tính

6500 bộ mã hóa thông tin thuộc tính

6501, 6512 bộ thiết lập LoD

6502, 6513 bộ tìm kiếm

6503, 6514 bộ dự đoán

6504 bộ trừ

6505 bộ lượng tử hóa

6506, 6515 bộ lượng tử hóa ngược

6507, 6516 bộ khôi phục

6508, 6517 bộ nhớ

6509 bộ mã hóa số học

6510 bộ giải mã thông tin thuộc tính

6511 bộ giải mã số học

6600 bộ mã hóa thông tin thuộc tính

6601 bộ sắp xếp

6602 bộ biến đổi Haar

6603 bộ lượng tử hóa

6604, 6612 bộ lượng tử hóa ngược

6605, 6613 bộ chuyển đổi Haar ngược

6606, 6614 bộ nhớ

6607 bộ mã hóa số học

6610 bộ giải mã thông tin thuộc tính

6611 bộ giải mã số học

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều, bao gồm:

tính toán tập hợp dữ liệu thứ hai từ tập hợp dữ liệu thứ nhất bằng cách biến đổi một hoặc nhiều giá trị thuộc tính liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ nhất thành một hoặc nhiều giá trị hệ số liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ hai;

tạo ra chuỗi mã thứ hai; và

tạo ra dòng bit bằng cách mã hóa chuỗi mã thứ hai, trong đó

mỗi một hoặc nhiều các giá trị thuộc tính lần lượt được bao gồm trong một hoặc nhiều thành phần thứ nhất của tập hợp dữ liệu thứ nhất, tập hợp dữ liệu thứ nhất bao gồm một hoặc nhiều thành phần thứ nhất và là thông tin thuộc tính của điểm ba chiều được bao gồm trong dữ liệu đám mây điểm ba chiều,

tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm một hoặc nhiều thành phần thứ hai, và giá trị hệ số của mỗi một hoặc nhiều thành phần thứ hai là một hoặc nhiều giá trị hệ số được biến đổi từ một hoặc nhiều giá trị thuộc tính,

chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất mà chỉ báo số lượng của các tập hợp dữ liệu hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất, các tập hợp dữ liệu hệ số 0 là tập hợp dữ liệu thứ hai mà có các giá trị hệ số tương ứng trong mỗi số lượng định trước của một hoặc nhiều thành phần thứ hai là 0,

chuỗi mã thứ nhất thu được bằng cách sắp xếp một hoặc nhiều tập hợp dữ liệu hệ số bao gồm các tập hợp dữ liệu hệ số 0,

chuỗi mã thứ hai được tạo ra bằng cách thay thế các tập hợp dữ liệu hệ số 0 được bao gồm trong chuỗi mã thứ nhất bằng thông tin thứ nhất, và

trong bước mã hóa, khi tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm một thành phần thứ hai, giá trị thu được bằng cách trừ 1 từ giá trị hệ số của một thành phần thứ hai được mã hóa.

2. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 1,

trong đó chuỗi mã thứ hai còn bao gồm thông tin thứ hai mà chỉ báo bằng cờ tương ứng xem liệu mỗi một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc

nhiều thành phần thứ hai có bằng 0 hay không.

3. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 2,

trong đó chuỗi mã thứ hai còn bao gồm thông tin thứ ba và thông tin thứ tư, thông tin thứ ba chỉ báo xem liệu mỗi một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc nhiều thành phần thứ hai có bằng 1 hay không, thông tin thứ tư chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ 2 từ mỗi một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc nhiều thành phần thứ hai.

4. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 1,

trong đó một hoặc nhiều tập hợp dữ liệu hệ số được tạo ra bằng cách tách biệt, bằng cách phân cấp, các đoạn thông tin thuộc tính thành thành phần tần số cao và thành phần tần số thấp.

5. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 1, còn bao gồm:

lượng tử hóa mỗi một hoặc nhiều tập hợp dữ liệu hệ số,

trong đó một hoặc nhiều tập hợp dữ liệu hệ số được lượng tử được sắp xếp trong chuỗi mã thứ nhất.

6. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều, bao gồm:

thu nhận chuỗi mã thứ hai bằng cách giải mã dòng bit;

thu nhận một hoặc nhiều giá trị hệ số liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ hai bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất từ chuỗi mã thứ hai;

tính toán một hoặc nhiều giá trị thuộc tính liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ nhất từ một hoặc nhiều giá trị hệ số liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ hai; trong đó

mỗi một hoặc nhiều các giá trị thuộc tính lần lượt được bao gồm trong một hoặc nhiều thành phần thứ nhất của tập hợp dữ liệu thứ nhất, tập hợp dữ liệu thứ nhất bao gồm một hoặc nhiều thành phần thứ nhất và là thông tin thuộc tính của điểm ba chiều được bao gồm trong dữ liệu đám mây điểm ba chiều,

tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm một hoặc nhiều thành phần thứ hai, và giá trị hệ số của mỗi một hoặc nhiều thành phần thứ hai là một hoặc nhiều giá trị

hệ số thu được liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ hai,

chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất mà chỉ báo số lượng của các tập hợp dữ liệu hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất, các tập hợp dữ liệu hệ số 0 là tập hợp dữ liệu thứ hai mà có các giá trị hệ số tương ứng trong mỗi số lượng định trước của một hoặc nhiều thành phần thứ hai là 0,

chuỗi mã thứ nhất thu được bằng cách sắp xếp một hoặc nhiều tập hợp dữ liệu hệ số bao gồm các tập hợp dữ liệu hệ số 0,

chuỗi mã thứ hai được tạo ra bằng cách thay thế các tập hợp dữ liệu hệ số 0 được bao gồm trong chuỗi mã thứ nhất bằng thông tin thứ nhất, và

trong bước giải mã, khi tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm một thành phần thứ hai, giá trị hệ số của một thành phần thứ hai được khôi phục bằng cách cộng giá trị hệ số của một thành phần thứ hai thêm 1.

7. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 6,

trong đó chuỗi mã thứ hai còn bao gồm thông tin thứ hai mà chỉ báo bằng cờ tương ứng xem liệu mỗi một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc nhiều thành phần thứ hai có bằng 0 hay không.

8. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 7,

trong đó chuỗi mã thứ hai còn bao gồm thông tin thứ ba và thông tin thứ tư, thông tin thứ ba chỉ báo xem liệu mỗi một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc nhiều thành phần thứ hai có bằng 1 hay không, thông tin thứ tư chỉ báo giá trị thu được bằng cách trừ 2 từ mỗi một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc nhiều thành phần thứ hai.

9. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 6,

trong đó một hoặc nhiều tập hợp dữ liệu hệ số được tạo ra bằng cách tách biệt, bằng cách phân cấp, các đoạn thông tin thuộc tính thành thành phần tần số cao và thành phần tần số thấp.

10. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 6,

trong đó các tập hợp dữ liệu hệ số được lượng tử hóa được sắp xếp trong chuỗi mã thứ nhất,

các tập hợp dữ liệu hệ số được lượng tử hóa thu được bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất, và

mỗi một hoặc nhiều giá trị hệ số thu được bằng cách lượng tử hóa ngược một trong số các giá trị hệ số được lượng tử hóa tương ứng.

11. Thiết bị mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều, bao gồm:

bộ xử lý; và

bộ nhớ,

trong đó nhờ sử dụng bộ nhớ, bộ xử lý:

tính toán tập hợp dữ liệu thứ hai từ tập hợp dữ liệu thứ nhất bằng cách biến đổi một hoặc nhiều giá trị thuộc tính liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ nhất thành một hoặc nhiều giá trị hệ số liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ hai;

tạo ra chuỗi mã thứ hai; và

tạo ra dòng bit bằng cách mã hóa chuỗi mã thứ hai,

mỗi một hoặc nhiều các giá trị thuộc tính lần lượt được bao gồm trong một hoặc nhiều thành phần thứ nhất của tập hợp dữ liệu thứ nhất, tập hợp dữ liệu thứ nhất bao gồm một hoặc nhiều thành phần thứ nhất và là thông tin thuộc tính của điểm ba chiều được bao gồm trong dữ liệu đám mây điểm ba chiều,

tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm một hoặc nhiều thành phần thứ hai, và giá trị hệ số của mỗi một hoặc nhiều thành phần thứ hai là một hoặc nhiều giá trị hệ số được biến đổi từ một hoặc nhiều giá trị thuộc tính,

chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất mà chỉ báo số lượng của các tập hợp dữ liệu hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất, các tập hợp dữ liệu hệ số 0 là tập hợp dữ liệu thứ hai mà có các giá trị hệ số tương ứng trong mỗi số lượng định trước của một hoặc nhiều thành phần thứ hai là 0,

chuỗi mã thứ nhất thu được bằng cách sắp xếp một hoặc nhiều tập hợp dữ liệu hệ số bao gồm các tập hợp dữ liệu hệ số 0,

chuỗi mã thứ hai được tạo ra bằng cách thay thế các tập hợp dữ liệu hệ số 0 được bao gồm trong chuỗi mã thứ nhất bằng thông tin thứ nhất, và

trong bước mã hóa, khi tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm một thành phần

thứ hai, giá trị thu được bằng cách trừ 1 từ giá trị hệ số của một thành phần thứ hai được mã hóa.

12. Thiết bị giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều, bao gồm:

bộ xử lý; và

bộ nhớ,

trong đó nhờ sử dụng bộ nhớ, bộ xử lý:

thu nhận chuỗi mã thứ hai bằng cách giải mã dòng bit;

thu nhận một hoặc nhiều giá trị hệ số liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ hai bằng cách khôi phục chuỗi mã thứ nhất từ chuỗi mã thứ hai; và

tính toán một hoặc nhiều giá trị thuộc tính liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ nhất, từ một hoặc nhiều giá trị hệ số liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ hai;

mỗi một hoặc nhiều các giá trị thuộc tính lần lượt được bao gồm trong một hoặc nhiều thành phần thứ nhất của tập hợp dữ liệu thứ nhất, tập hợp dữ liệu thứ nhất bao gồm một hoặc nhiều thành phần thứ nhất và là thông tin thuộc tính của điểm ba chiều được bao gồm trong dữ liệu đám mây điểm ba chiều,

tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm một hoặc nhiều thành phần thứ hai, và giá trị hệ số của mỗi một hoặc nhiều thành phần thứ hai là một hoặc nhiều giá trị hệ số thu được liên quan đến tập hợp dữ liệu thứ hai,

chuỗi mã thứ hai bao gồm thông tin thứ nhất mà chỉ báo số lượng của các tập hợp dữ liệu hệ số 0 liên tiếp trong chuỗi mã thứ nhất, các tập hợp dữ liệu hệ số 0 là tập hợp dữ liệu thứ hai mà có các giá trị hệ số tương ứng trong mỗi số lượng định trước của một hoặc nhiều thành phần thứ hai là 0,

chuỗi mã thứ nhất thu được bằng cách sắp xếp một hoặc nhiều tập hợp dữ liệu hệ số bao gồm các tập hợp dữ liệu hệ số 0,

chuỗi mã thứ hai được tạo ra bằng cách thay thế các tập hợp dữ liệu hệ số 0 được bao gồm trong chuỗi mã thứ nhất bằng thông tin thứ nhất, và

trong bước giải mã, khi tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm một thành phần thứ hai, giá trị hệ số của một thành phần thứ hai được khôi phục bằng cách cộng giá trị hệ số của một thành phần thứ hai thêm 1.

13. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 1,

trong đó chuỗi mã thứ hai còn bao gồm thông tin chỉ báo số lượng được xác định trước.

14. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 13,

trong đó đoạn thông tin thuộc tính của điểm ba chiều bao gồm ít nhất một đoạn thông tin thuộc tính của loại trong số các đoạn thông tin thuộc tính của các loại, và

mỗi ít nhất một đoạn thông tin thuộc tính của loại được biểu diễn bằng một tập hợp dữ liệu.

15. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 14,

trong đó các đoạn thông tin thuộc tính của các loại bao gồm ít nhất một trong số thông tin màu, thông tin vectơ thường, hoặc độ phản xạ.

16. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 15,

trong đó khi đoạn thông tin thuộc tính của loại là thông tin màu hoặc thông tin vectơ thường, giá trị cực đại của một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc nhiều thành phần thứ hai là 3.

17. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 15,

trong đó khi đoạn thông tin thuộc tính của loại là độ phản xạ, giá trị cực đại của một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc nhiều thành phần thứ hai là 1.

18. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 6,

trong đó chuỗi mã thứ hai còn bao gồm thông tin chỉ báo số lượng được xác định trước.

19. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 18,

trong đó đoạn thông tin thuộc tính của điểm ba chiều bao gồm ít nhất một đoạn thông tin thuộc tính của loại trong số các đoạn thông tin thuộc tính của các loại, và

mỗi ít nhất một đoạn thông tin thuộc tính của loại được biểu diễn bằng một tập hợp dữ liệu.

20. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 19,

trong đó các đoạn thông tin thuộc tính của các loại bao gồm ít nhất một trong số thông tin màu, thông tin vectơ thường, hoặc độ phản xạ.

21. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 20,

trong đó khi đoạn thông tin thuộc tính của loại là thông tin màu hoặc thông tin vectơ thường, giá trị cực đại của một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc nhiều thành phần thứ hai là 3.

22. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 20,

trong đó khi đoạn thông tin thuộc tính của loại là độ phản xạ, giá trị cực đại của một hoặc nhiều giá trị hệ số của một hoặc nhiều thành phần thứ hai là 1.

23. Phương pháp mã hóa dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 1,

trong đó trong bước mã hóa, khi tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm nhiều thành phần thứ hai, ít nhất một giá trị thu được bằng cách trừ 1 từ giá trị hệ số trong số nhiều giá trị hệ số của mỗi một hoặc nhiều thành phần thứ hai được mã hóa.

24. Phương pháp giải mã dữ liệu đám mây điểm ba chiều theo điểm 6,

trong đó trong bước giải mã, khi tập hợp dữ liệu thứ hai bao gồm nhiều thành phần thứ hai, giá trị hệ số trong số các giá trị hệ số của mỗi một hoặc nhiều các thành phần thứ hai được khôi phục bằng cách tăng giá trị hệ số giữa các giá trị hệ số thêm 1.

FIG. 1

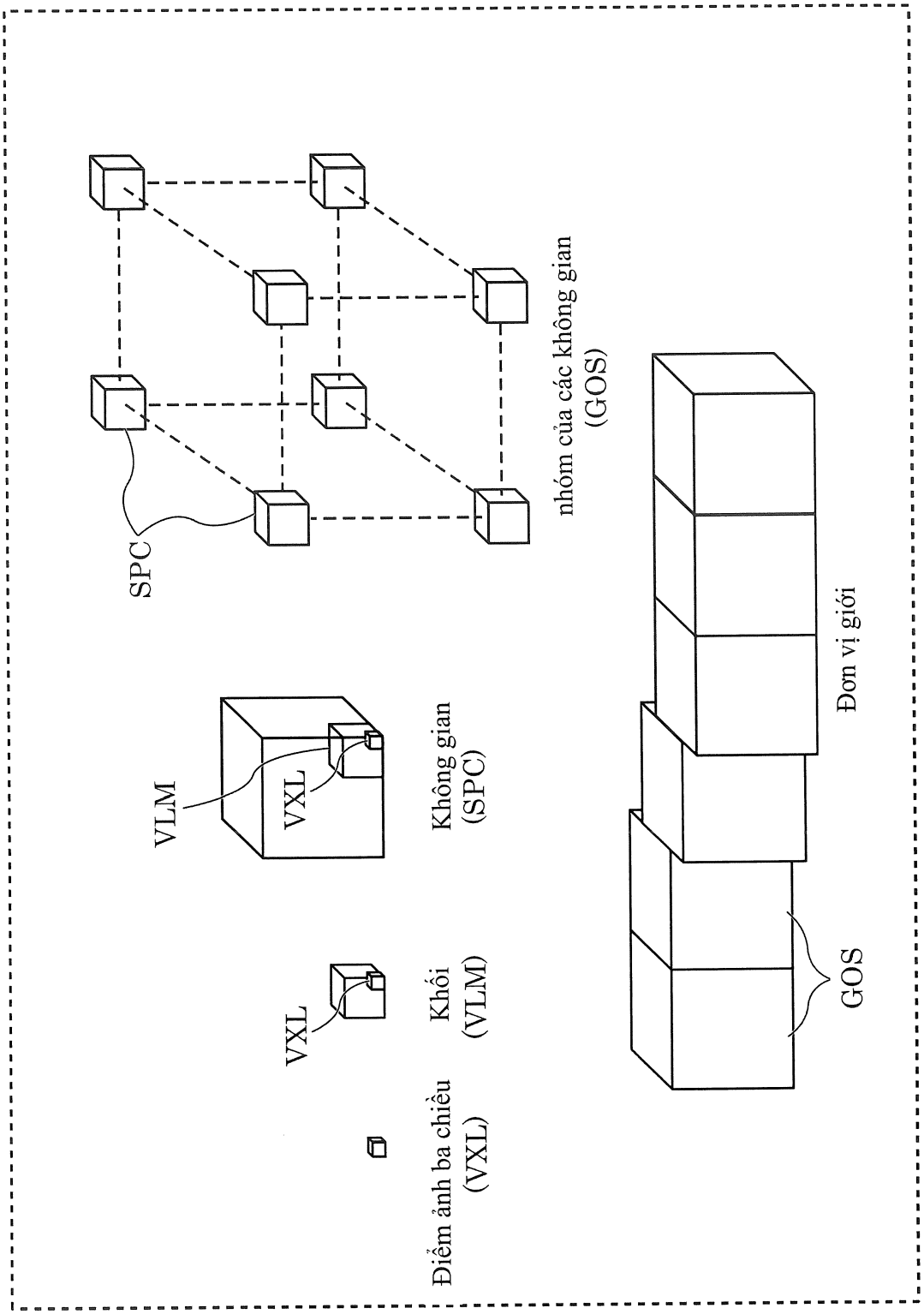

SPC
nhóm của các không gian
(GOS)
VLM
VXL
Không gian
(SPC)
VXL
Khối
(VLM)
Điểm ảnh ba chiều
(VXL)
Đơn vị giới
GOS

FIG. 2

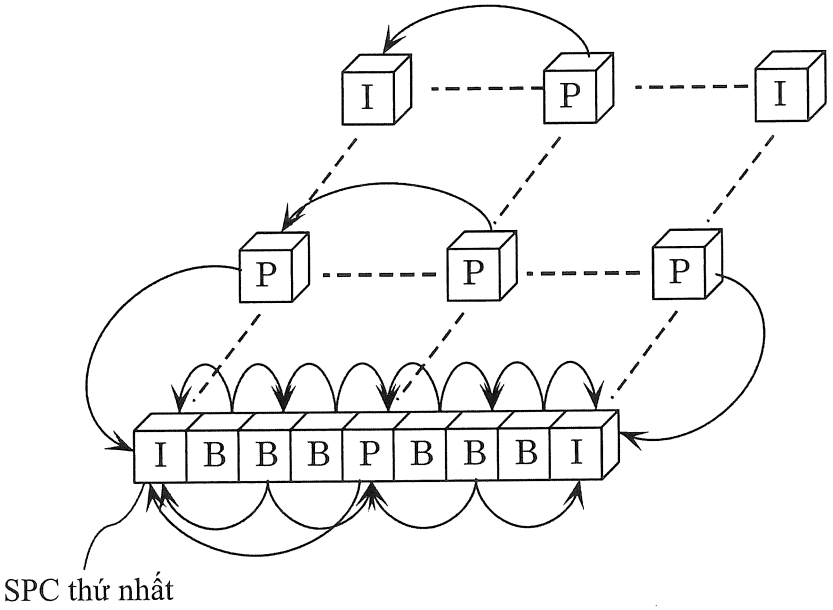


FIG. 3

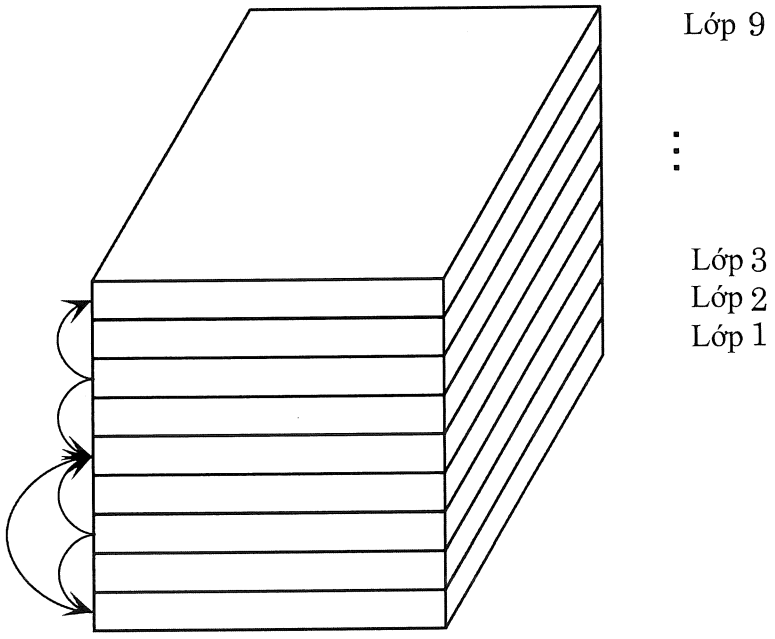


FIG. 4

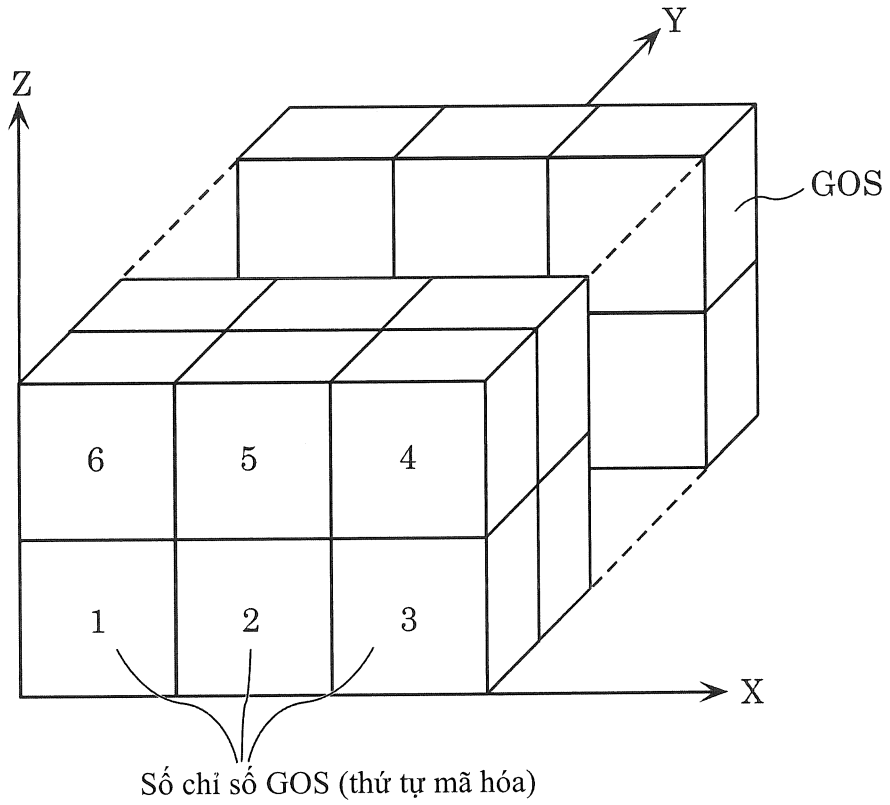

Y
Z
GOS
6
5
4
1
2
3
X
Số chỉ số GOS (thứ tự mã hóa)

FIG. 5

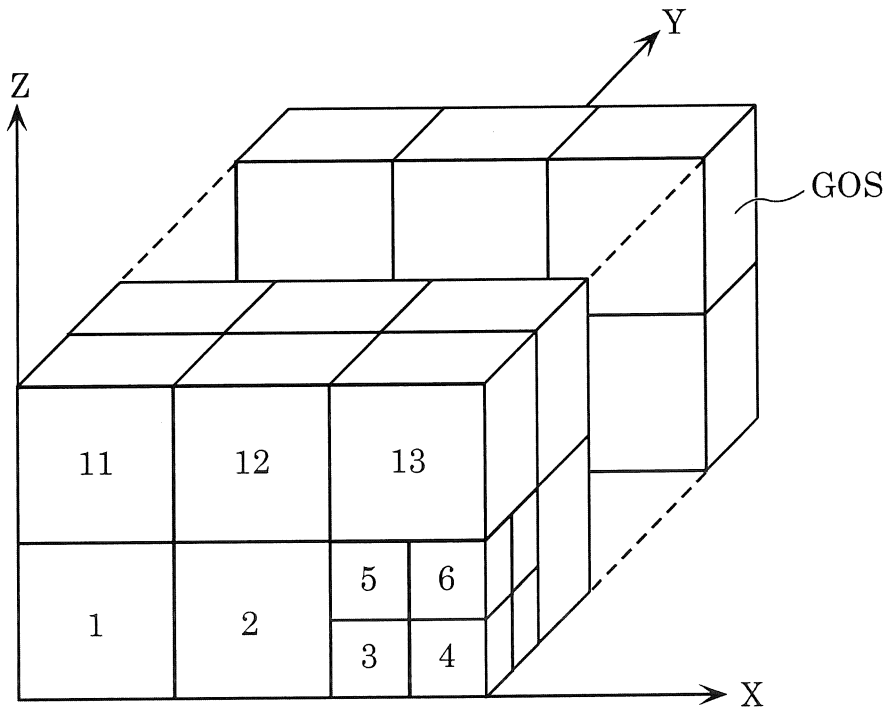

Y
Z
GOS
11
12
13
1
2
5
6
3
4
X

FIG. 6

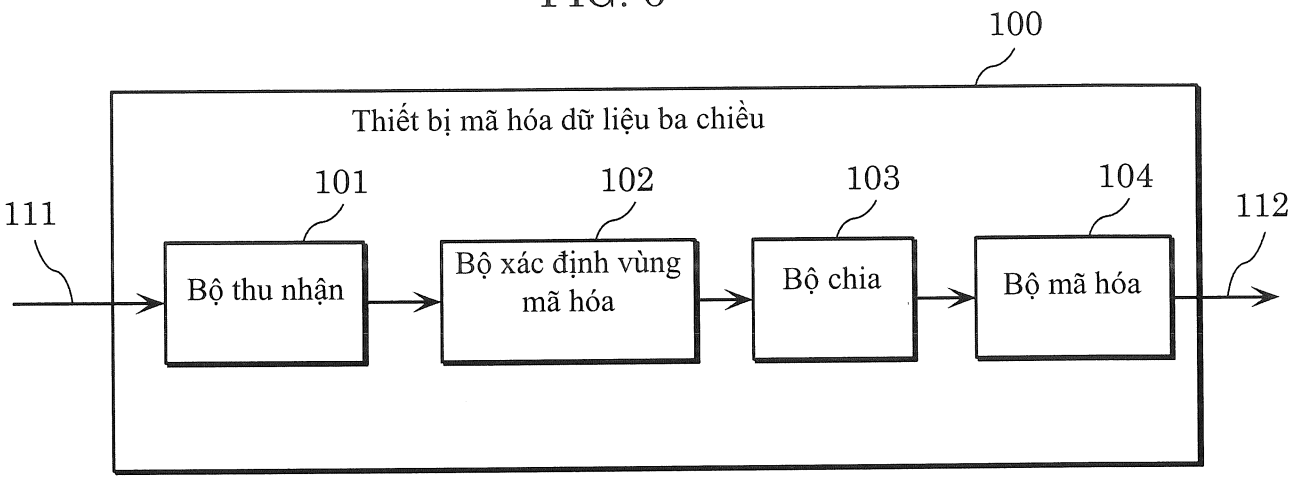


FIG. 7

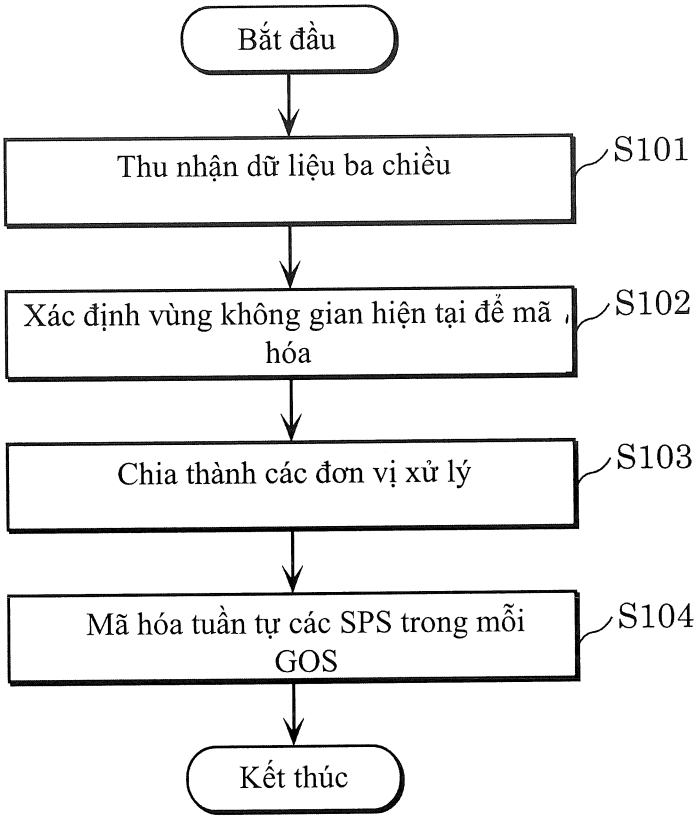


FIG. 8

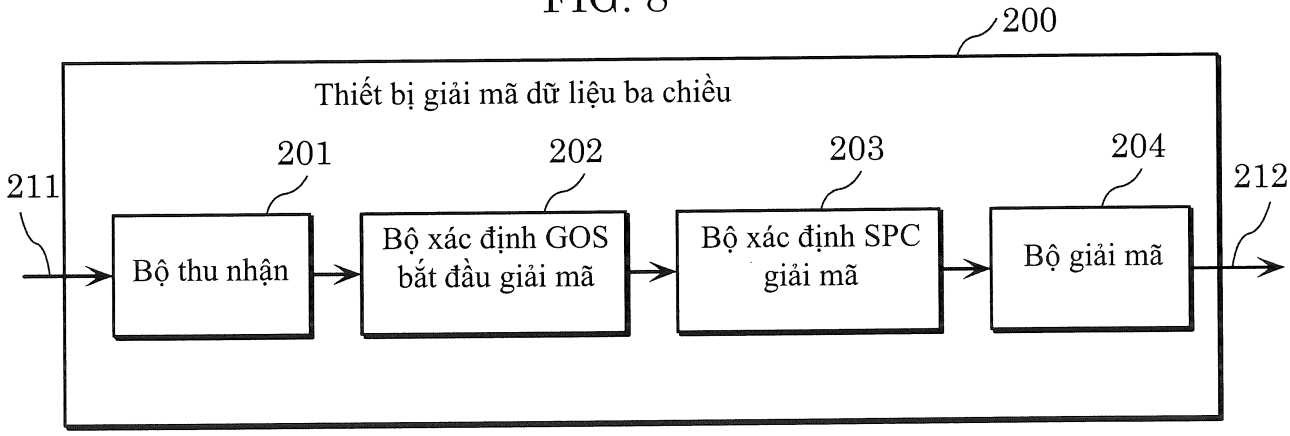


FIG. 9

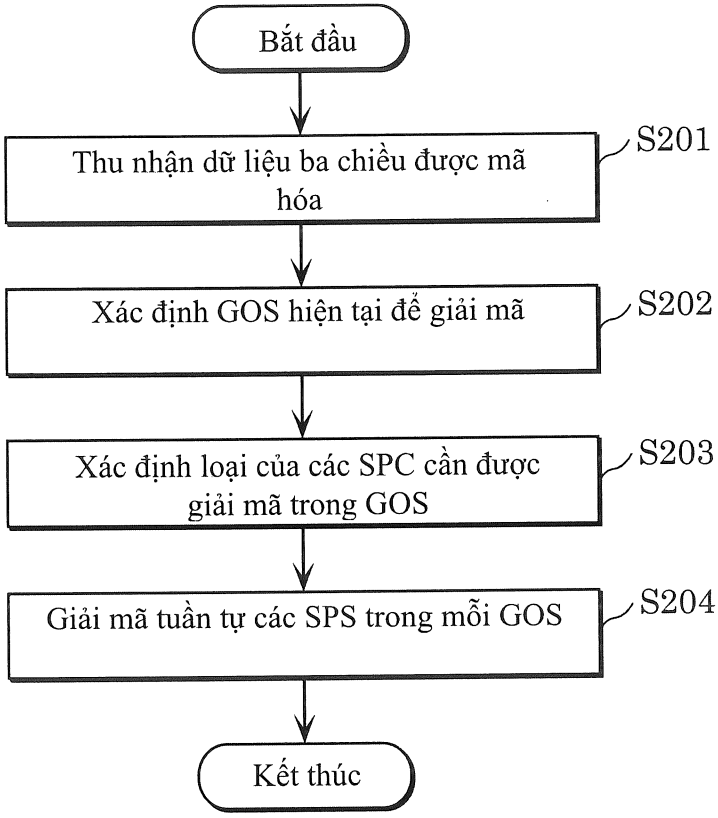


FIG. 10

Đối tượng	Số GOS
đối tượng (1)	1, 2
đối tượng (2)	5
đối tượng (3)	8, 9, 10
...	...
đối tượng (N)	101, 113, 125

Bảng đối tượng-GOS

Tọa độ	Số GOS
(x1, y1, z1)	1
(x2, y2, z2)	2
(x3, y3, z3)	3
...	...
(xN, yN, zN)	N

Bảng tọa độ-GOS

Thời gian	Số GOS
pts(1)	1
pts(2)	30
pts(3)	50
...	...
pts(N)	200

Bảng thời gian-GOS

Số GOS	Địa chỉ GOS
1	addr(1)
2	addr(2)
3	addr(3)
...	...
N	addr(N)

Bảng GOS địa chỉ

FIG. 11

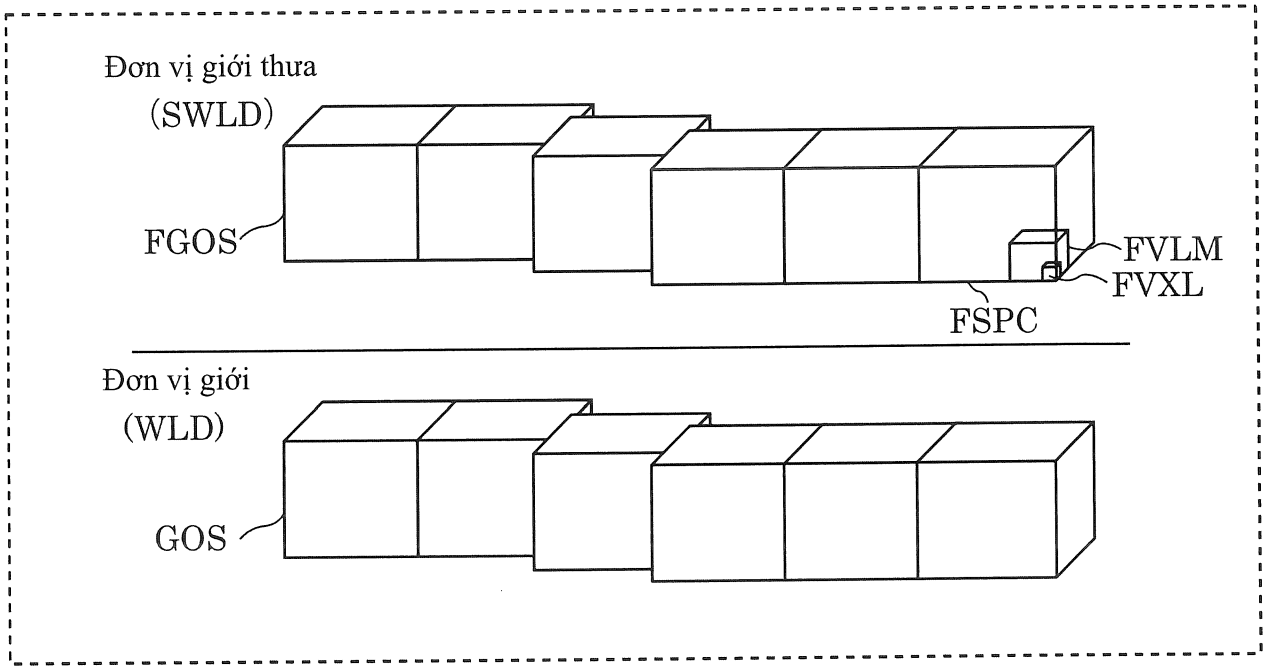

Đơn vị giới thưa
(SWLD)
FGOS
FVLM
FVXL
FSPC
Đơn vị giới
(WLD)
GOS

FIG. 12

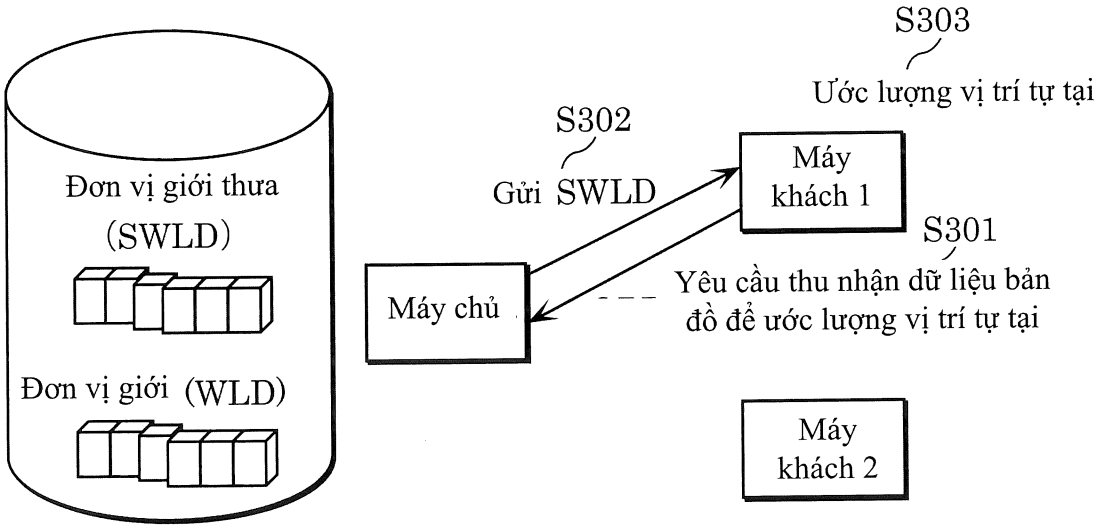

S303
Ước lượng vị trí tự tại
S302
Gửi SWLD
Máy khách 1
S301
Yêu cầu thu nhận dữ liệu bản đồ để ước lượng vị trí tự tại
Máy chủ
Máy khách 2
Đơn vị giới thưa
(SWLD)
Đơn vị giới (WLD)

FIG. 13

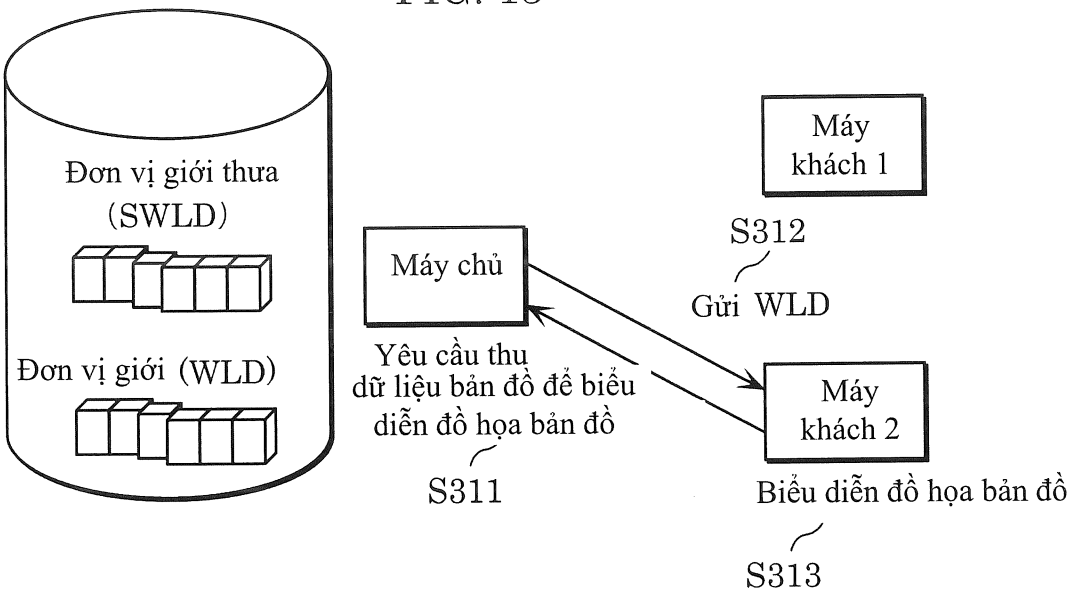


FIG. 14

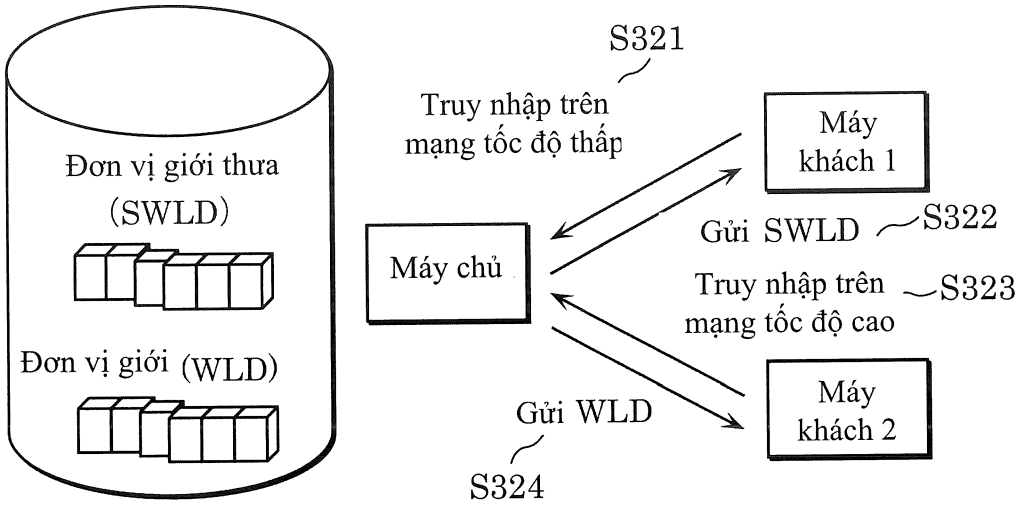


FIG. 15

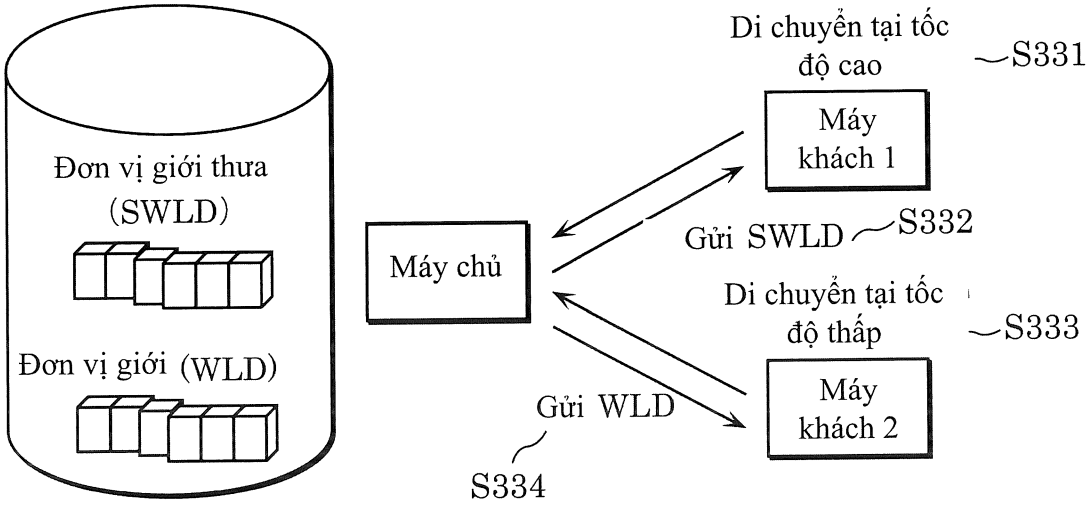


FIG. 16

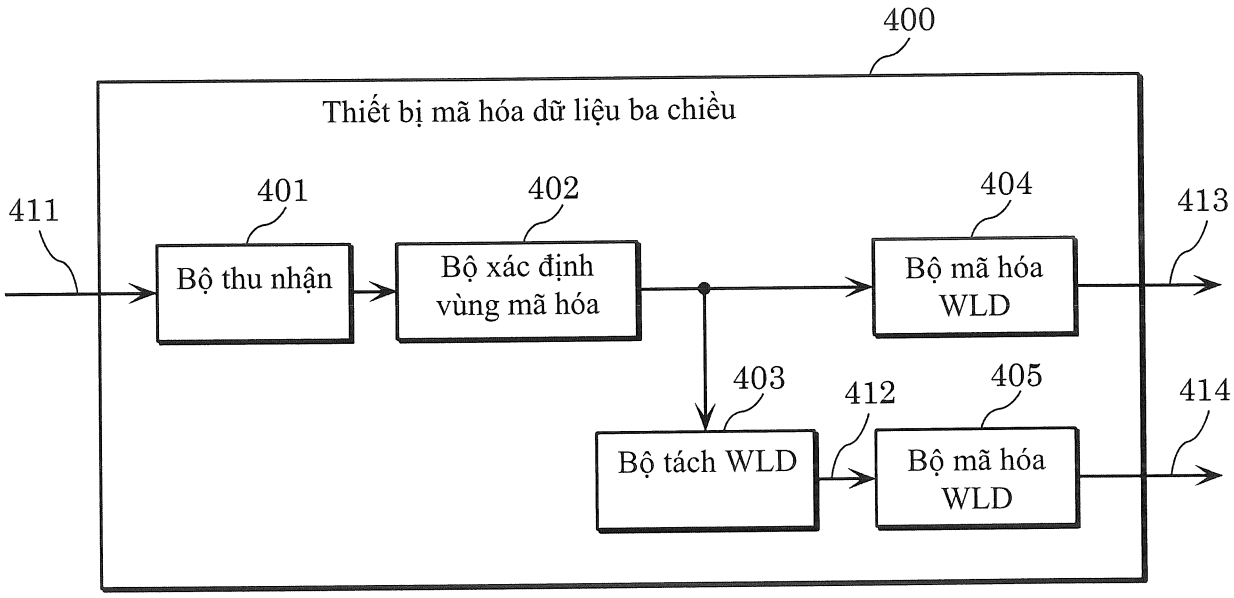

400
Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều
411
401
Bộ thu nhận
402
Bộ xác định vùng mã hóa
404
Bộ mã hóa WLD
413
403
Bộ tách WLD
412
405
Bộ mã hóa WLD
414

FIG. 17

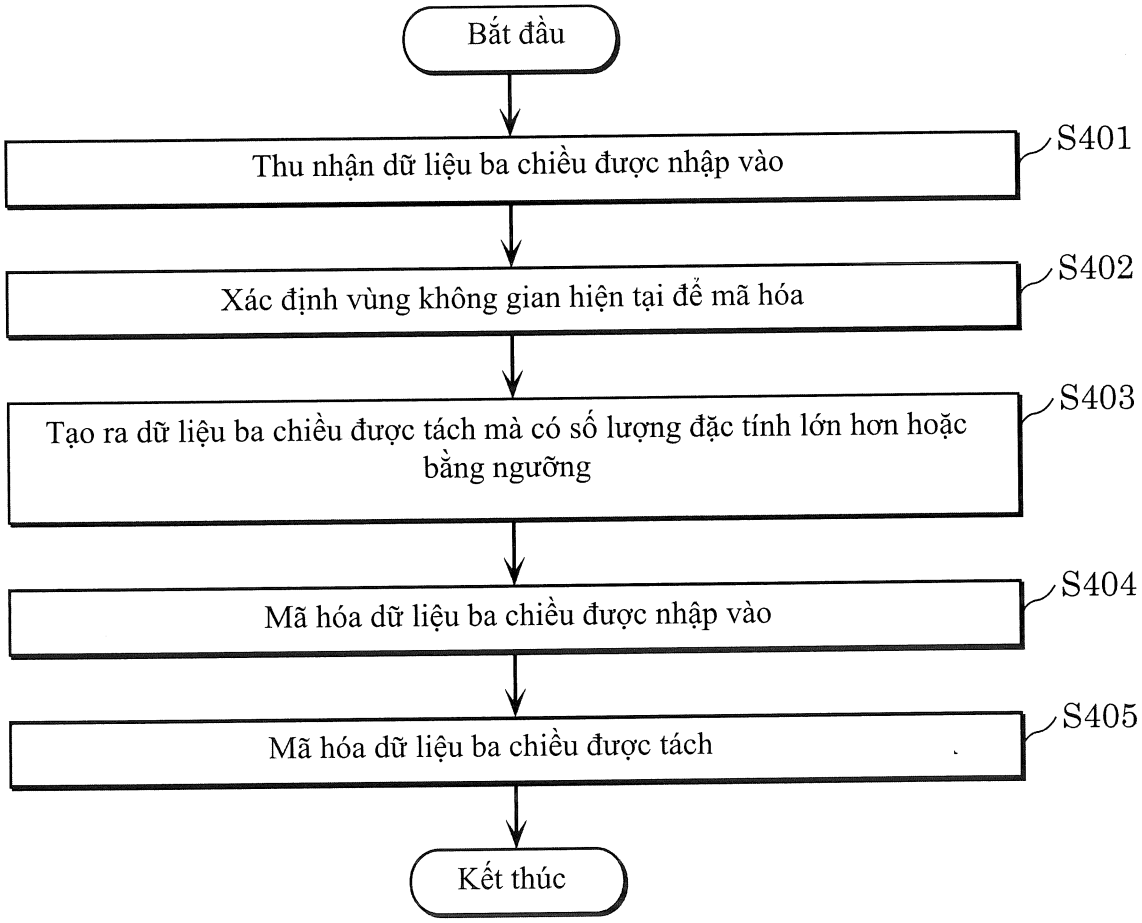

Bắt đầu
Thu nhận dữ liệu ba chiều được nhập vào
S401
Xác định vùng không gian hiện tại để mã hóa
S402
Tạo ra dữ liệu ba chiều được tách mà có số lượng đặc tính lớn hơn hoặc bằng ngưỡng
S403
Mã hóa dữ liệu ba chiều được nhập vào
S404
Mã hóa dữ liệu ba chiều được tách
S405
Kết thúc

FIG. 18

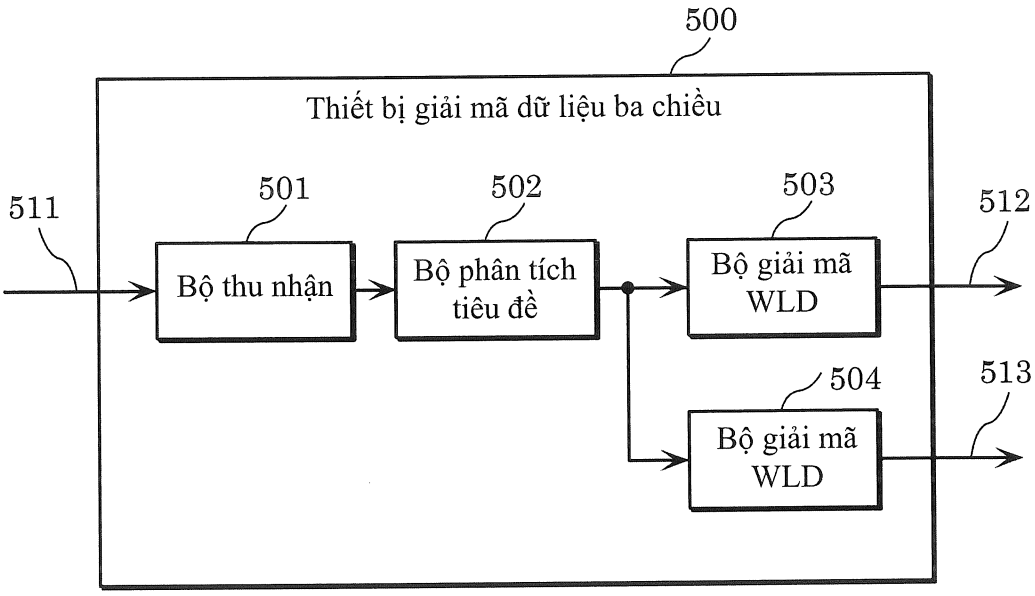

500
Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều
511
501
Bộ thu nhận
502
Bộ phân tích tiêu đề
503
Bộ giải mã WLD
512
504
Bộ giải mã WLD
513

FIG. 19

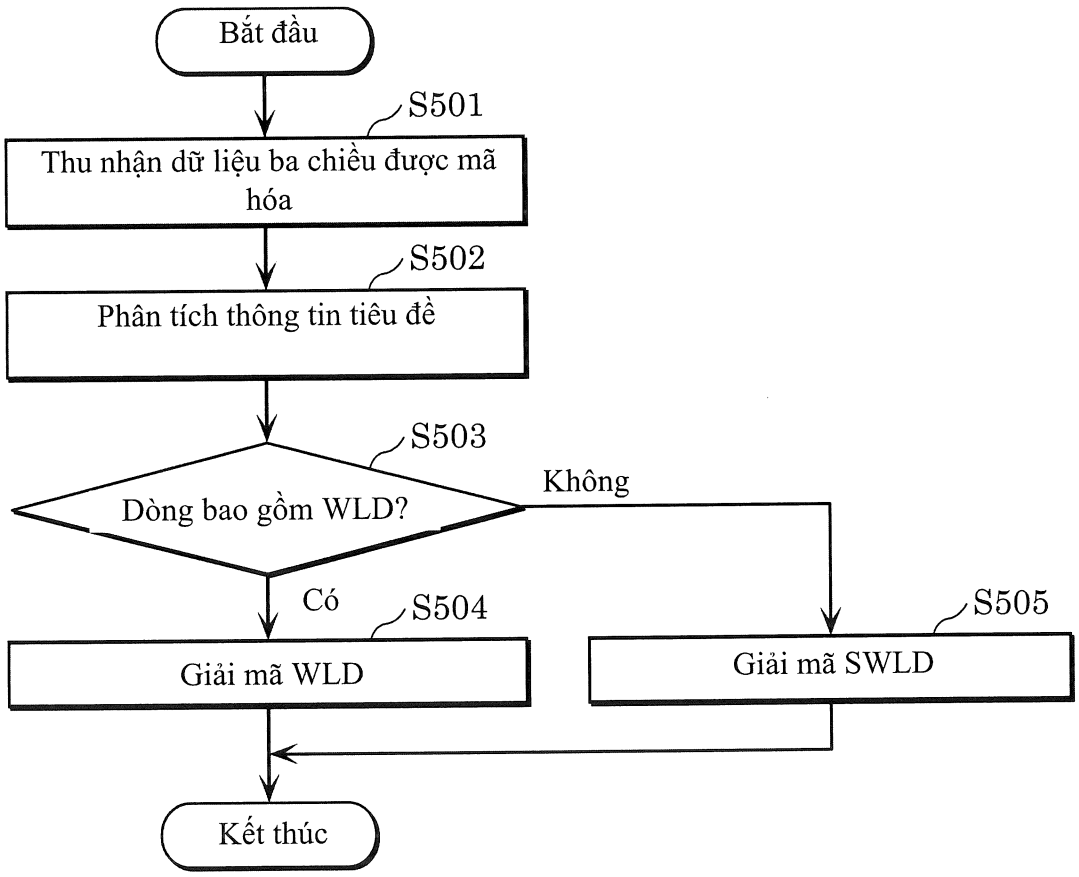

Bắt đầu
S501
Thu nhận dữ liệu ba chiều được mã hóa
S502
Phân tích thông tin tiêu đề
S503
Dòng bao gồm WLD?
Không
Có
S504
Giải mã WLD
S505
Giải mã SWLD
Kết thúc

FIG. 20

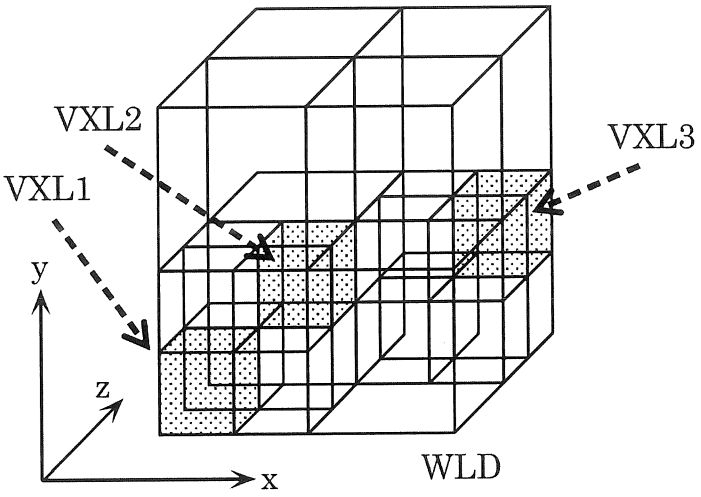


FIG. 21

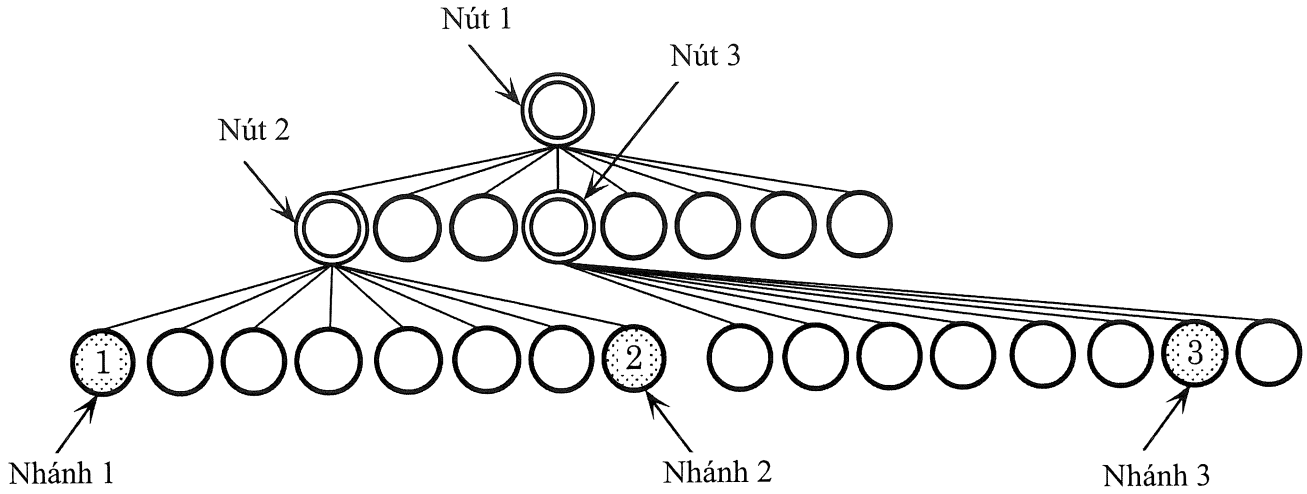


FIG. 22

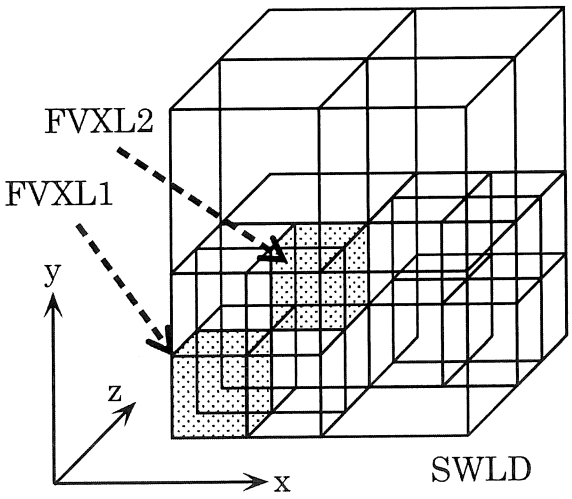


FIG. 23

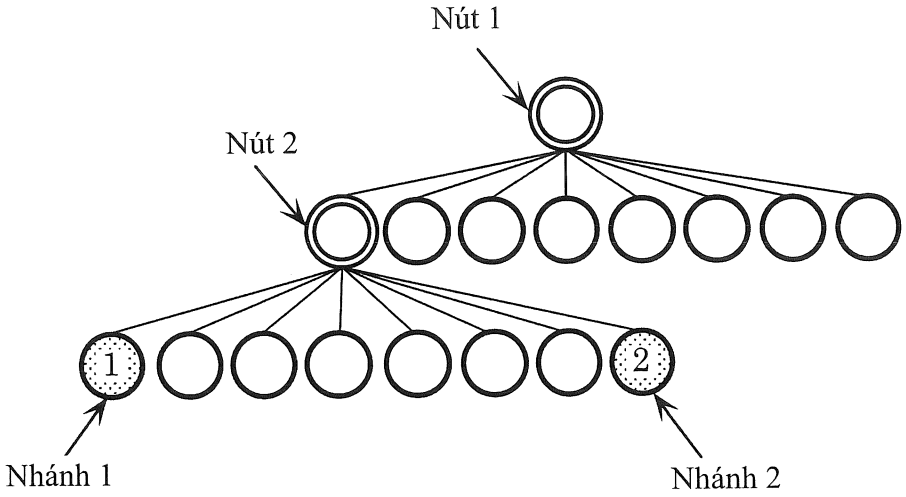

Nút 1
Nút 2
1
2
Nhánh 1
Nhánh 2

FIG. 24

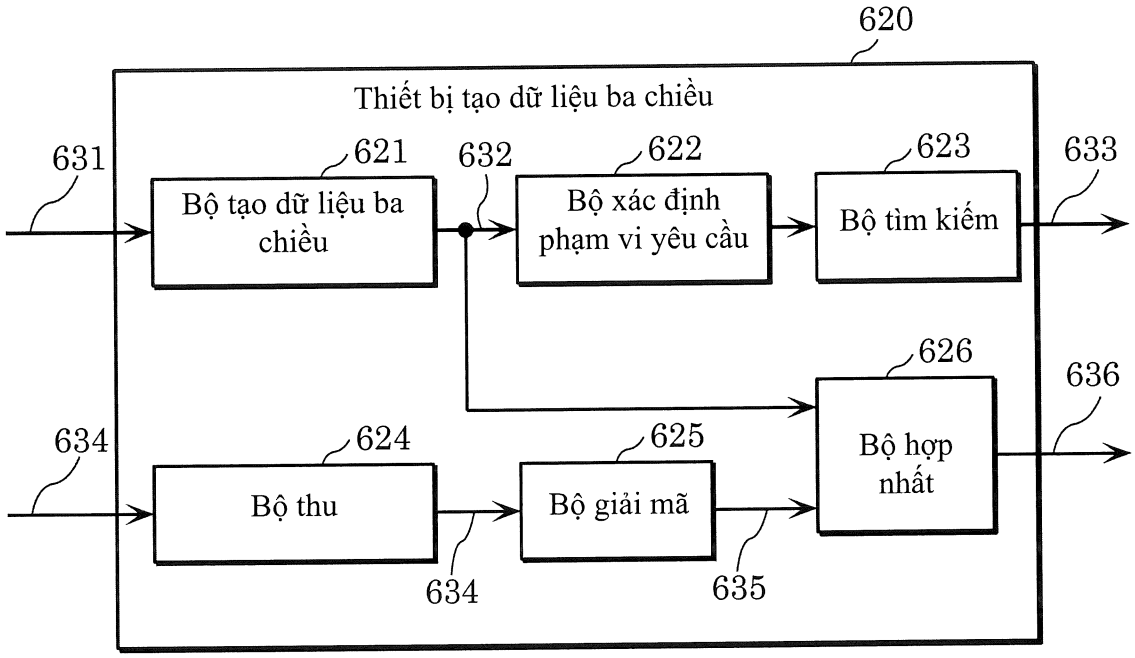

620
Thiết bị tạo dữ liệu ba chiều
631
621
Bộ tạo dữ liệu ba chiều
632
622
Bộ xác định phạm vi yêu cầu
623
Bộ tìm kiếm
633
626
636
634
624
Bộ thu
625
Bộ giải mã
Bộ hợp nhất
634
635

FIG. 25

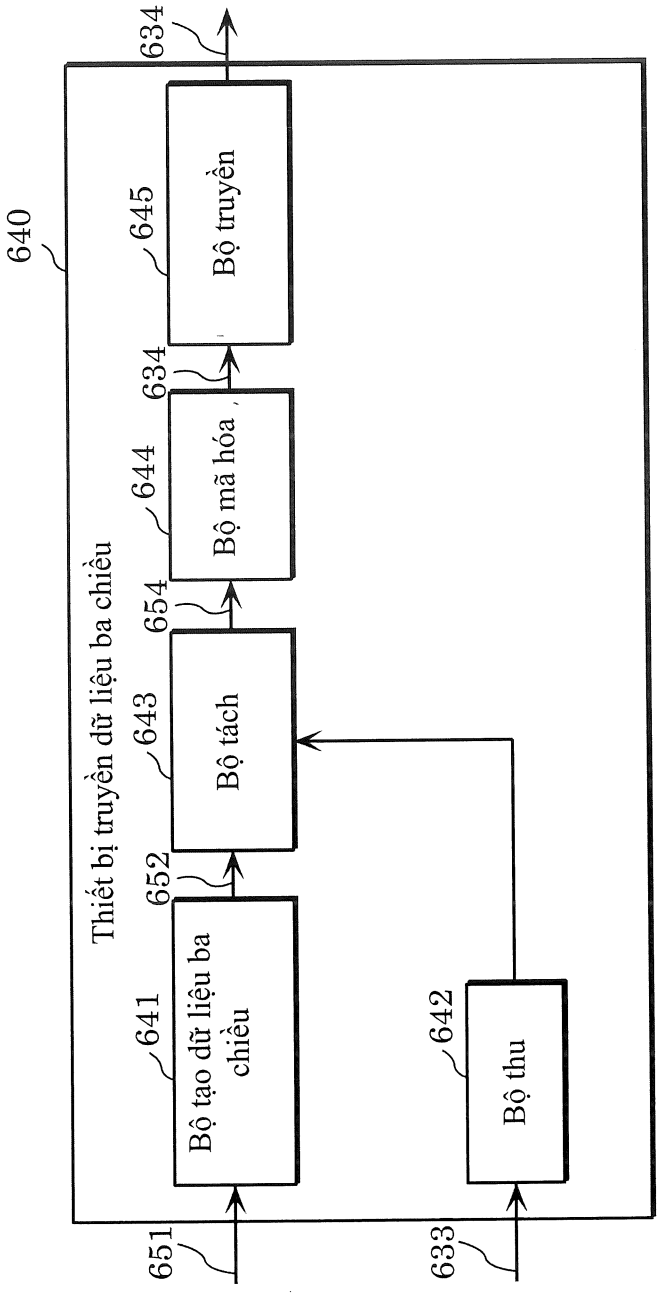

640
Thiết bị truyền dữ liệu ba chiều
651
633
641
Bộ tạo dữ liệu ba chiều
652
642
Bộ thu
643
Bộ tách
654
644
Bộ mã hóa
634
645
Bộ truyền
634

FIG. 26

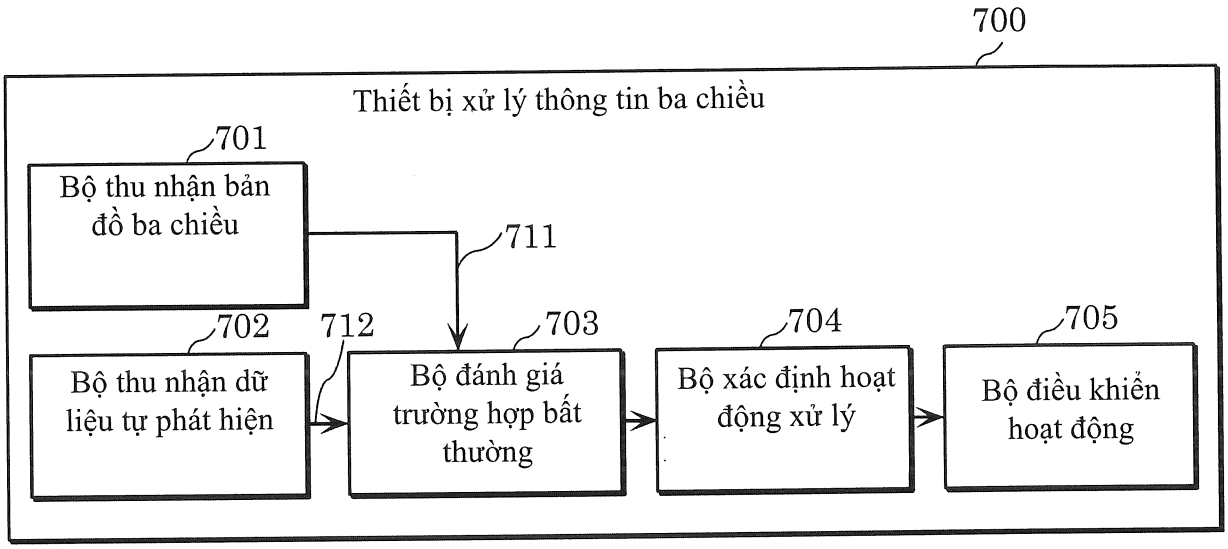

700
Thiết bị xử lý thông tin ba chiều
701
Bộ thu nhận bản đồ ba chiều
711
702
712
703
704
705
Bộ thu nhận dữ liệu tự phát hiện
Bộ đánh giá trường hợp bất thường
Bộ xác định hoạt động xử lý
Bộ điều khiển hoạt động

FIG. 27

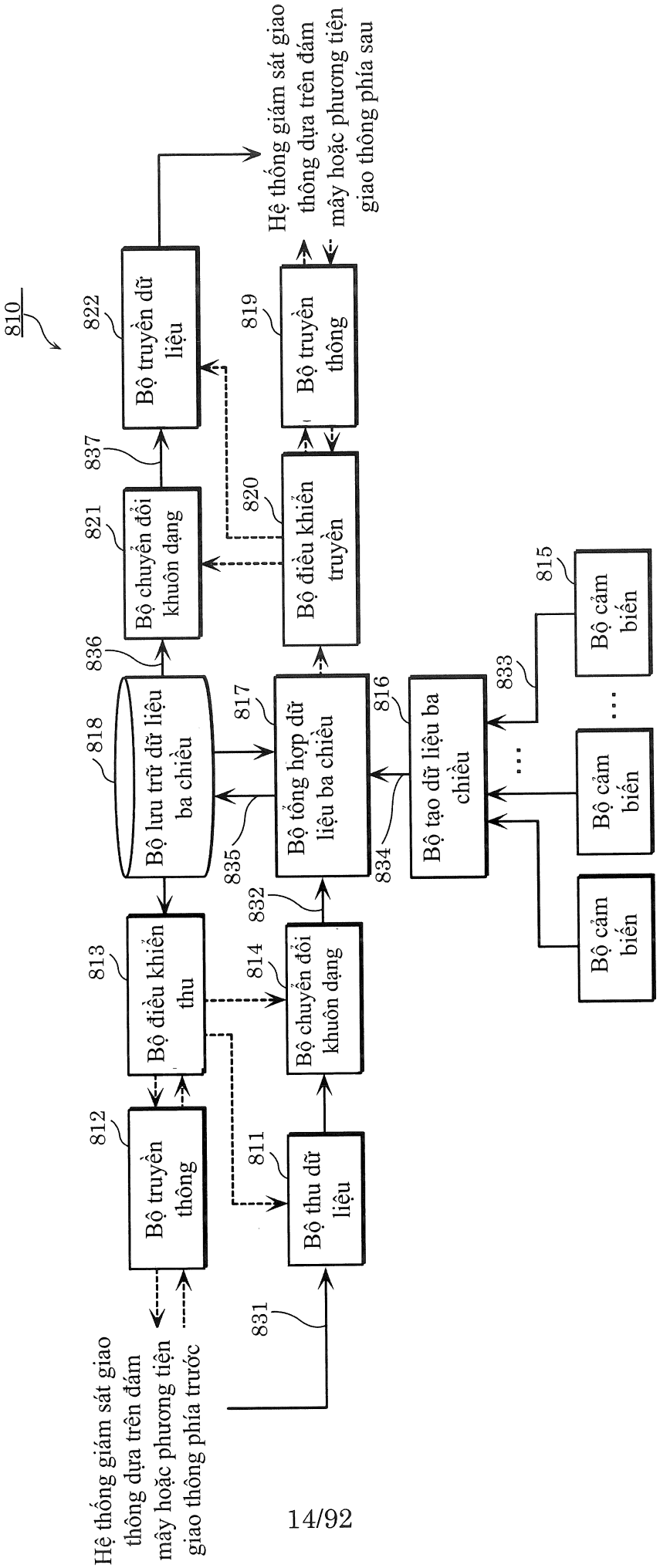

810
Hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía trước
831
Bộ thu dữ liệu
811
Bộ truyền thông
812
Bộ điều khiển thu
813
Bộ chuyển đổi khuôn dạng
814
832
Bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều
818
835
Bộ tổng hợp dữ liệu ba chiều
817
834
Bộ tạo dữ liệu ba chiều
816
Bộ cảm biến
833
Bộ cảm biến
Bộ cảm biến
815
Bộ chuyển đổi khuôn dạng
821
836
Bộ điều khiển truyền
820
Bộ truyền thông
819
Bộ truyền dữ liệu
822
837
Hệ thống giám sát giao thông dựa trên đám mây hoặc phương tiện giao thông phía sau

FIG. 28

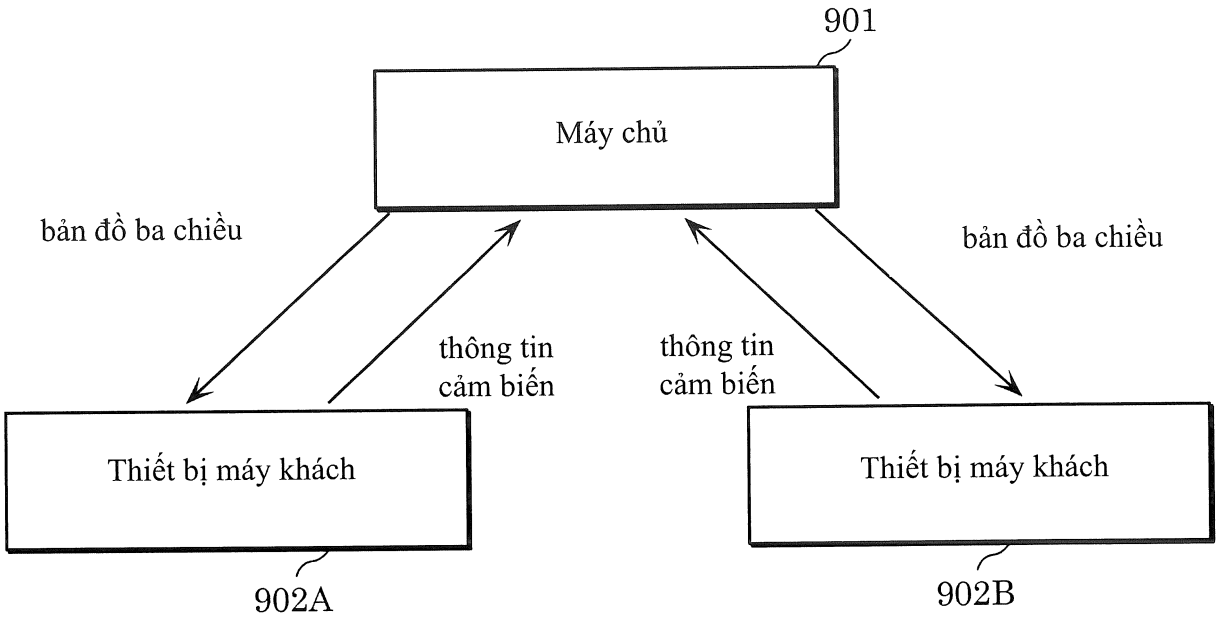

901
Máy chủ
bản đồ ba chiều
bản đồ ba chiều
thông tin cảm biến
thông tin cảm biến
Thiết bị máy khách
Thiết bị máy khách
902A
902B

FIG. 29

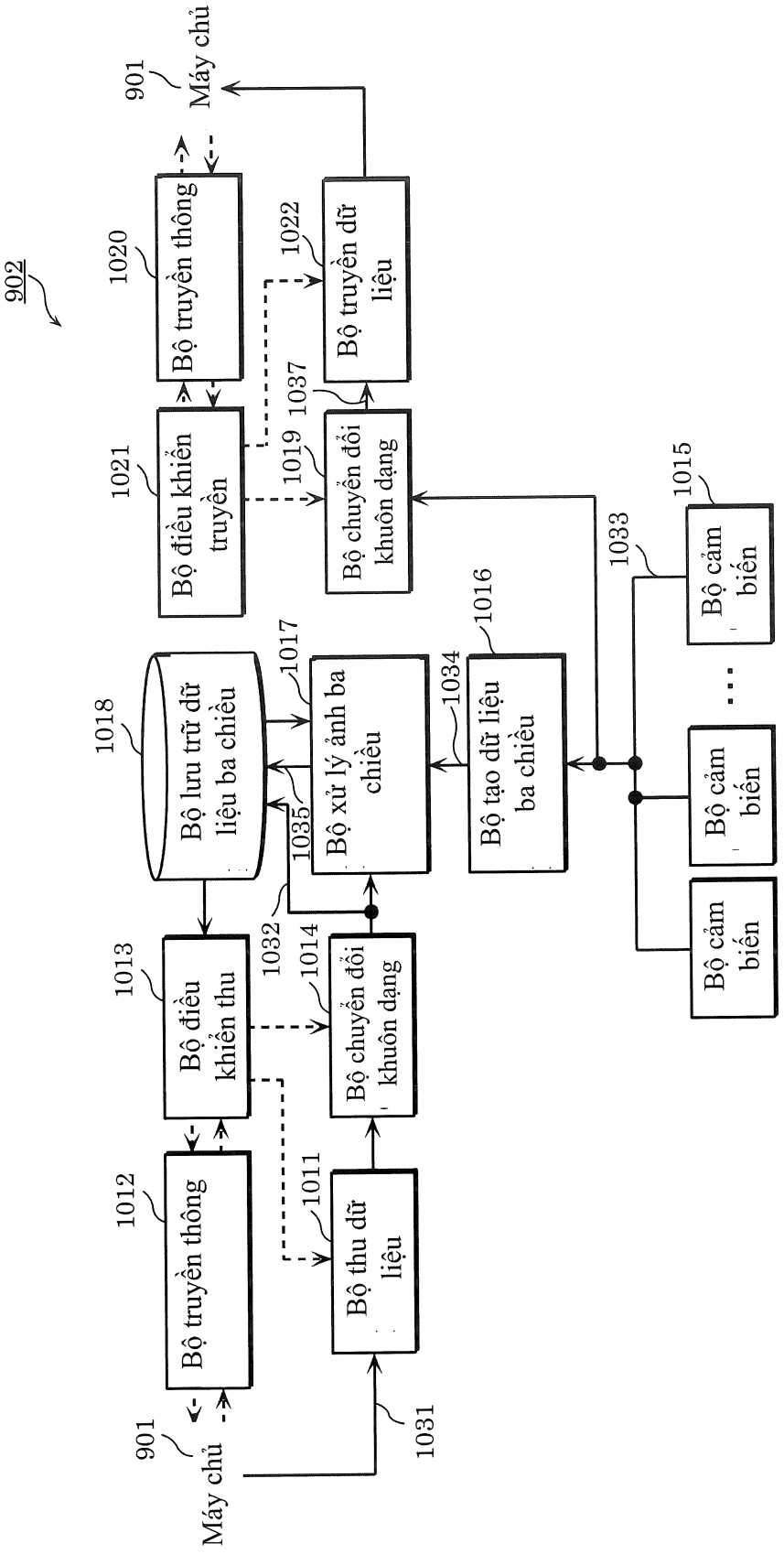

902
901
Máy chủ
1020
Bộ truyền thông
1022
Bộ truyền dữ liệu
1021
Bộ điều khiển truyền
1019
1037
Bộ chuyển đổi khuôn dạng
1015
Bộ cảm biến
1033
1016
1017
1018
Bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều
Bộ xử lý ảnh ba chiều
1034
Bộ tạo dữ liệu ba chiều
1035
1013
Bộ điều khiển thu
1032
1014
Bộ chuyển đổi khuôn dạng
1012
Bộ truyền thông
1011
Bộ thu dữ liệu
901
Máy chủ
1031

FIG. 30

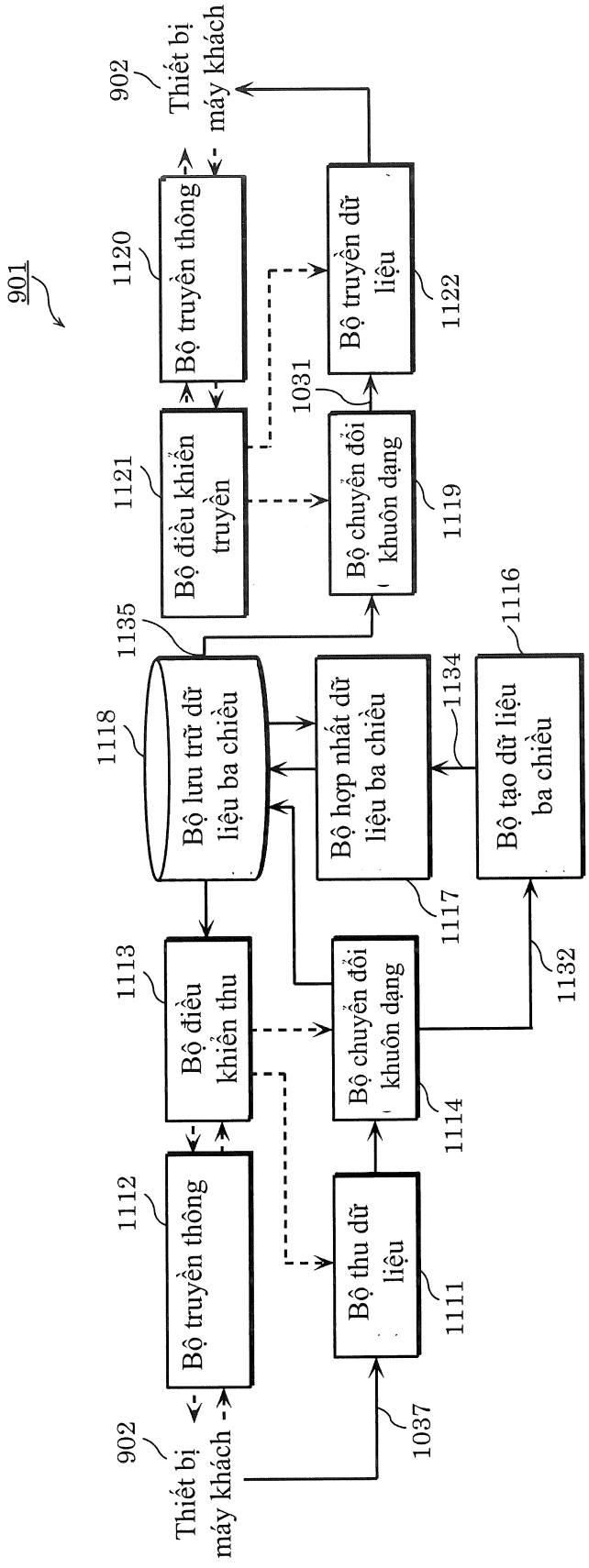

901
902
Thiết bị máy khách
1120
Bộ truyền thông
1122
Bộ truyền dữ liệu
1121
Bộ điều khiển truyền
1031
1119
Bộ chuyển đổi khuôn dạng
1135
1116
1118
Bộ lưu trữ dữ liệu ba chiều
1134
Bộ hợp nhất dữ liệu ba chiều
Bộ tạo dữ liệu ba chiều
1113
Bộ điều khiển thu
1117
1132
1112
Bộ truyền thông
Bộ chuyển đổi khuôn dạng
1114
902
Thiết bị máy khách
Bộ thu dữ liệu
1111
1037

FIG. 31

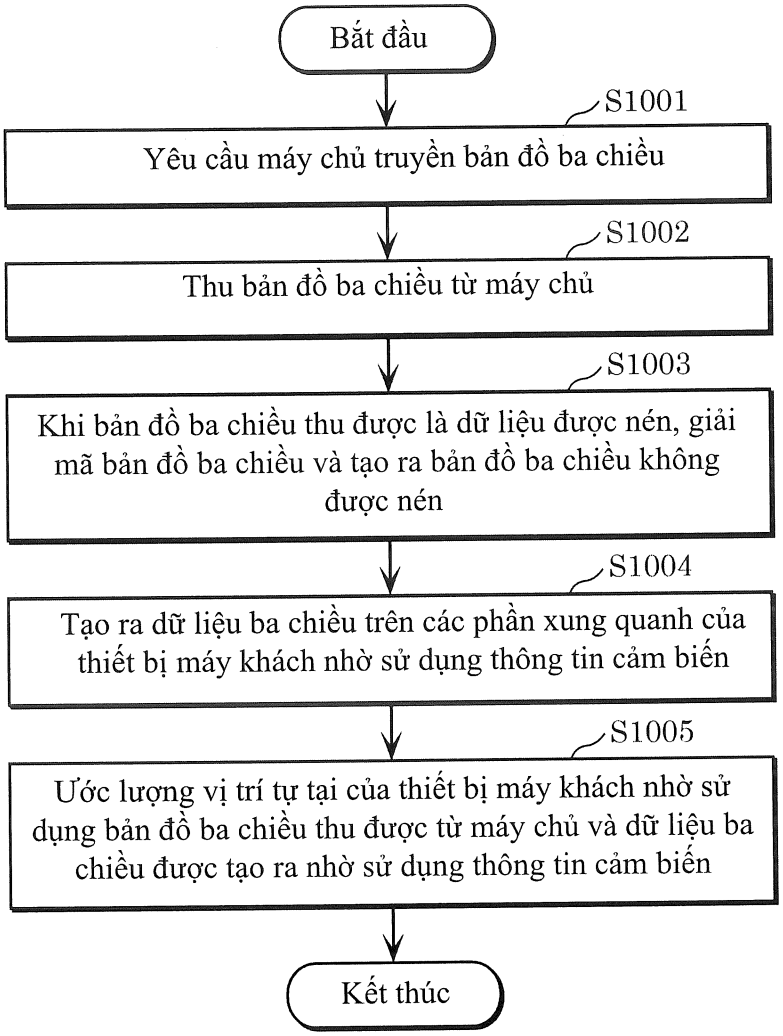

Bắt đầu
S1001
Yêu cầu máy chủ truyền bản đồ ba chiều
S1002
Thu bản đồ ba chiều từ máy chủ
S1003
Khi bản đồ ba chiều thu được là dữ liệu được nén, giải mã bản đồ ba chiều và tạo ra bản đồ ba chiều không được nén
S1004
Tạo ra dữ liệu ba chiều trên các phần xung quanh của thiết bị máy khách nhờ sử dụng thông tin cảm biến
S1005
Ước lượng vị trí tự tại của thiết bị máy khách nhờ sử dụng bản đồ ba chiều thu được từ máy chủ và dữ liệu ba chiều được tạo ra nhờ sử dụng thông tin cảm biến
Kết thúc

FIG. 32

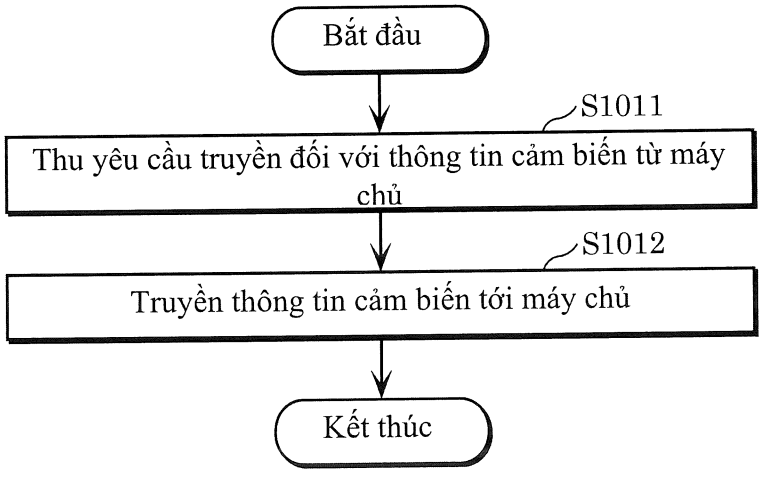

Bắt đầu
S1011
Thu yêu cầu truyền đối với thông tin cảm biến từ máy chủ
S1012
Truyền thông tin cảm biến tới máy chủ
Kết thúc

FIG. 33

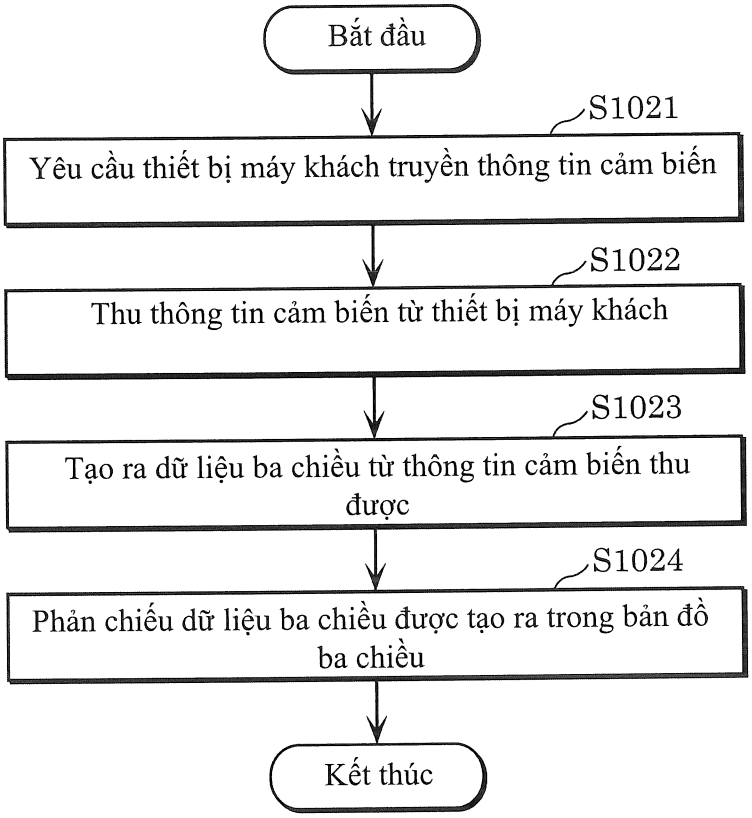

Bắt đầu
S1021
Yêu cầu thiết bị máy khách truyền thông tin cảm biến
S1022
Thu thông tin cảm biến từ thiết bị máy khách
S1023
Tạo ra dữ liệu ba chiều từ thông tin cảm biến thu được
S1024
Phản chiếu dữ liệu ba chiều được tạo ra trong bản đồ ba chiều
Kết thúc

FIG. 34

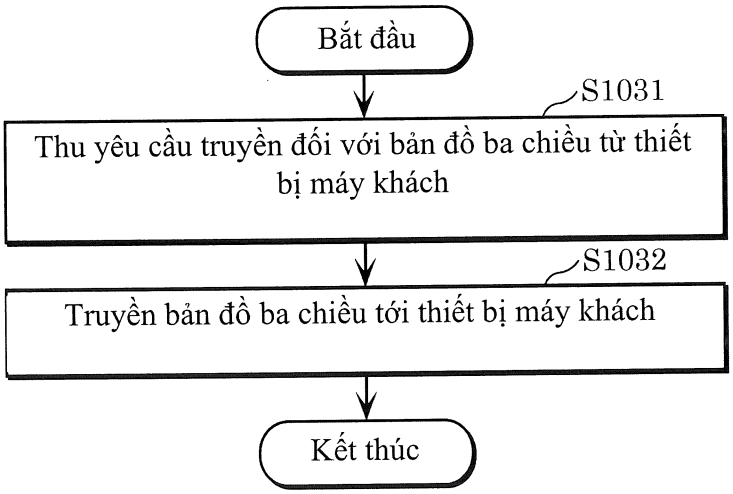

Bắt đầu
S1031
Thu yêu cầu truyền đối với bản đồ ba chiều từ thiết bị máy khách
S1032
Truyền bản đồ ba chiều tới thiết bị máy khách
Kết thúc

FIG. 35

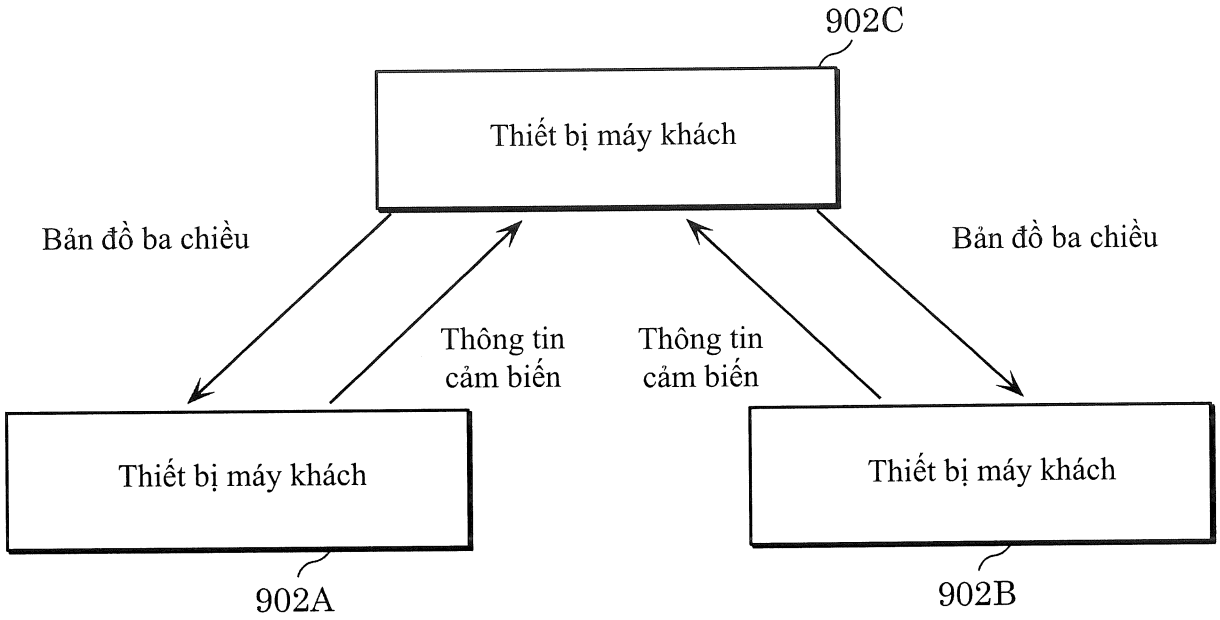

902C
Thiết bị máy khách
Bản đồ ba chiều
Bản đồ ba chiều
Thông tin cảm biến
Thông tin cảm biến
Thiết bị máy khách
Thiết bị máy khách
902A
902B

FIG. 36

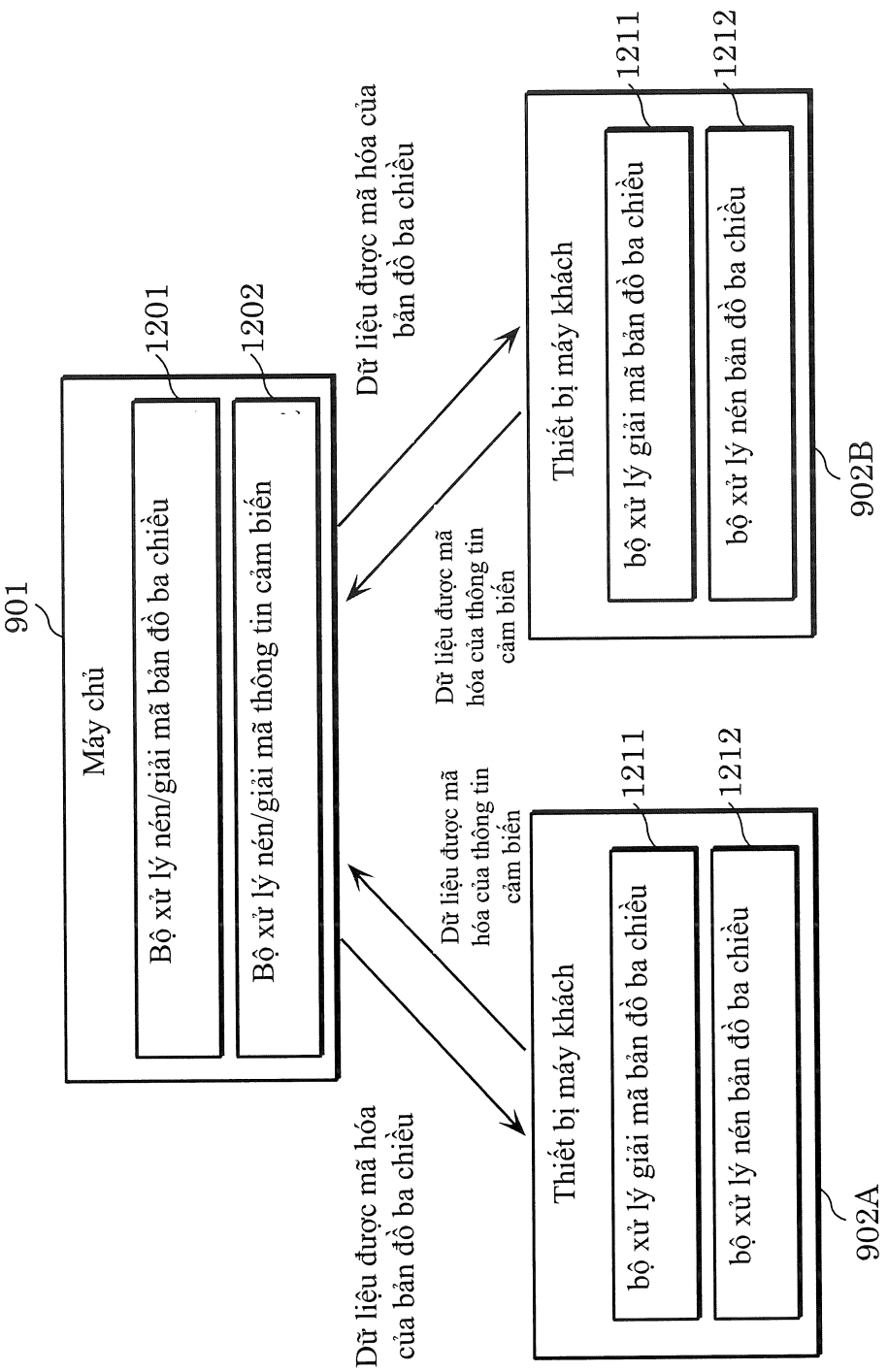

901
Máy chủ
1201
Bộ xử lý nén/giải mã bản đồ ba chiều
1202
Bộ xử lý nén/giải mã thông tin cảm biến
Dữ liệu được mã hóa của bản đồ ba chiều
Dữ liệu được mã hóa của thông tin cảm biến
Thiết bị máy khách
1211
bộ xử lý giải mã bản đồ ba chiều
1212
bộ xử lý nén bản đồ ba chiều
902B
Dữ liệu được mã hóa của thông tin cảm biến
Dữ liệu được mã hóa của bản đồ ba chiều
Thiết bị máy khách
1211
bộ xử lý giải mã bản đồ ba chiều
1212
bộ xử lý nén bản đồ ba chiều
902A

FIG. 37

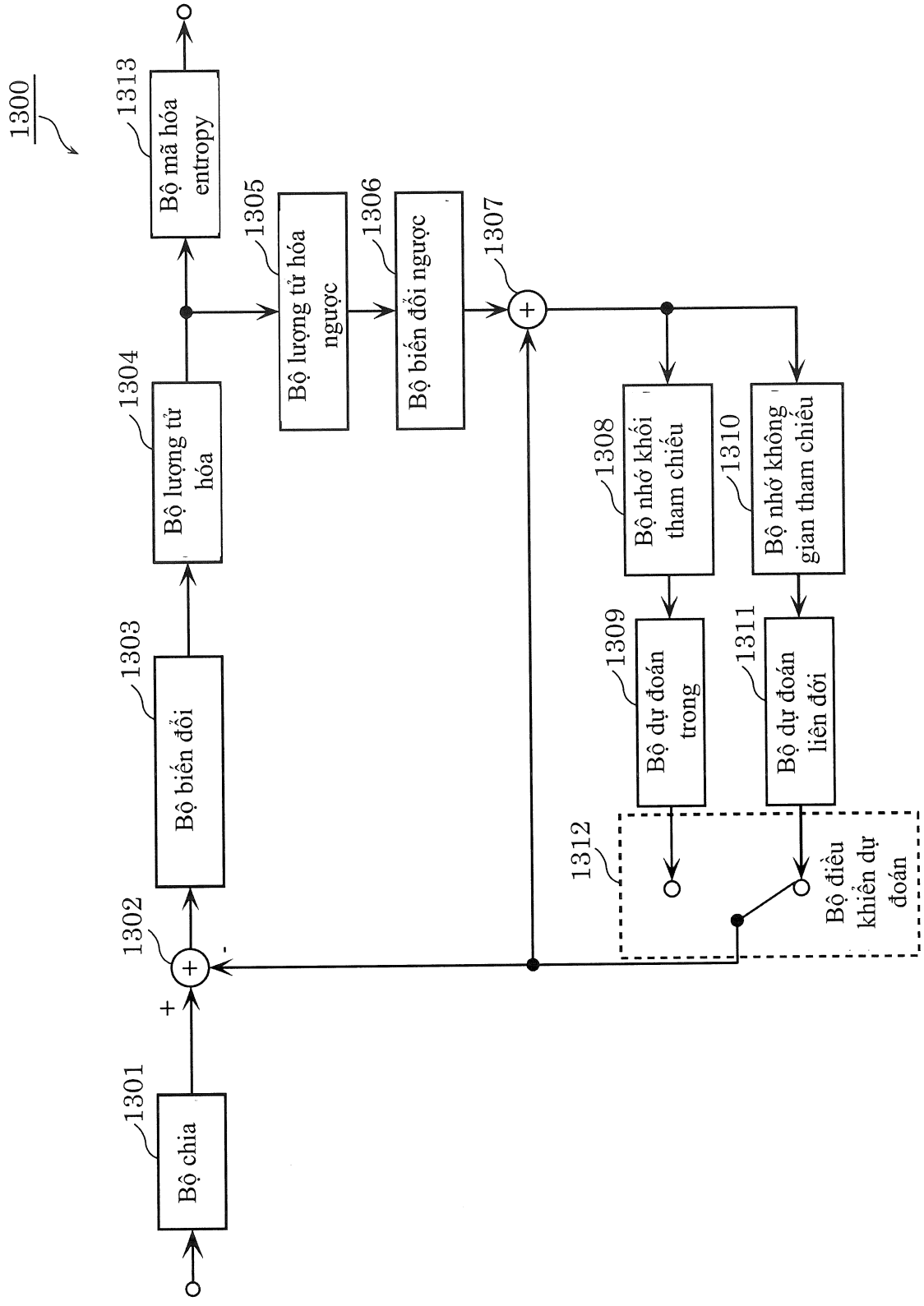

1300
1301
Bộ chia
1302
+
-
1303
Bộ biến đổi
1304
Bộ lượng tử hóa
1305
Bộ lượng tử hóa ngược
1306
Bộ biến đổi ngược
1307
1308
Bộ nhớ khối tham chiếu
1309
Bộ dự đoán trong
1310
Bộ nhớ không gian tham chiếu
1311
Bộ dự đoán liên đới
1312
Bộ điều khiển dự đoán
1313
Bộ mã hóa entropy

FIG. 38

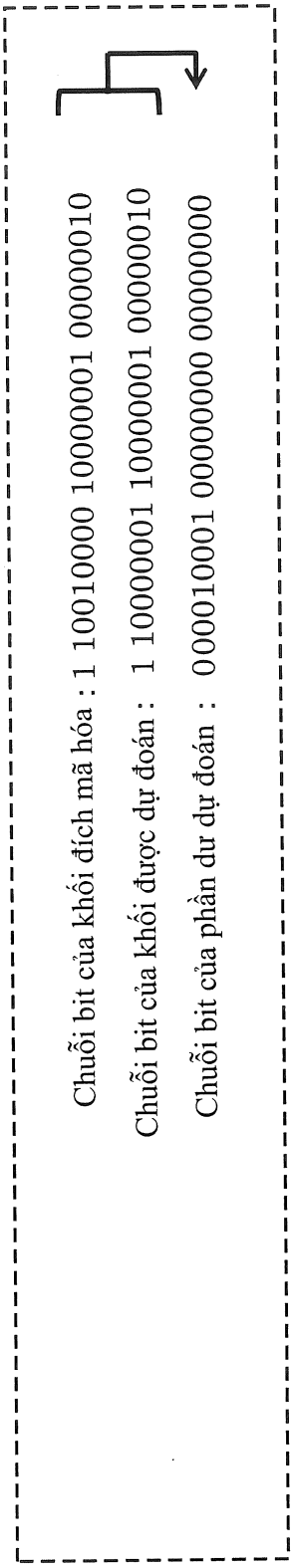

Chuỗi bit của khối đích mã hóa : 1 10010000 10000001 00000010
Chuỗi bit của khối được dự đoán : 1 10000001 10000001 00000010
Chuỗi bit của phần dư dự đoán : 000010001 00000000 00000000

FIG. 39

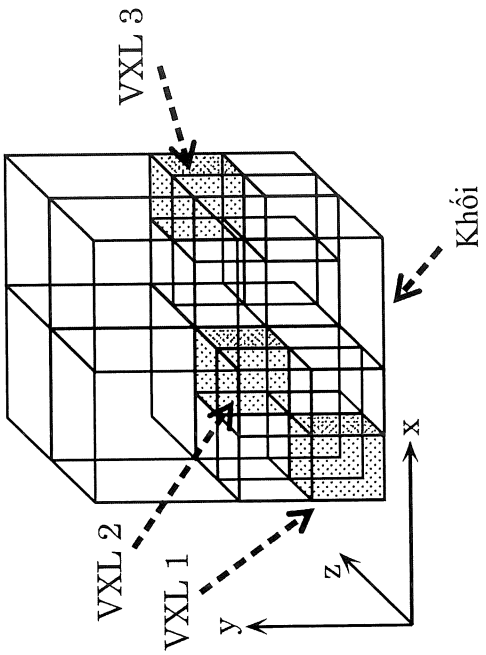


FIG. 40

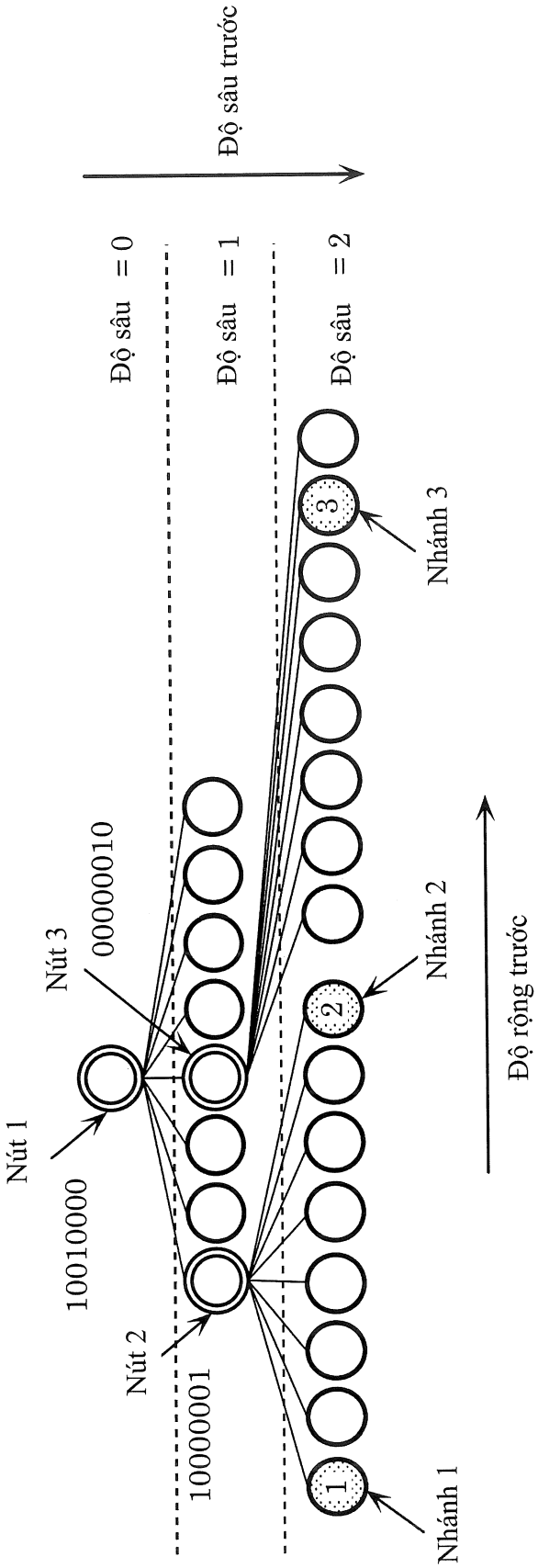

Độ sâu trước
Độ sâu = 0
Độ sâu = 1
Độ sâu = 2
Nút 1
10010000
Nút 2
10000001
Nút 3
00000010
Nhánh 1
Nhánh 2
Nhánh 3
Độ rộng trước

FIG. 41

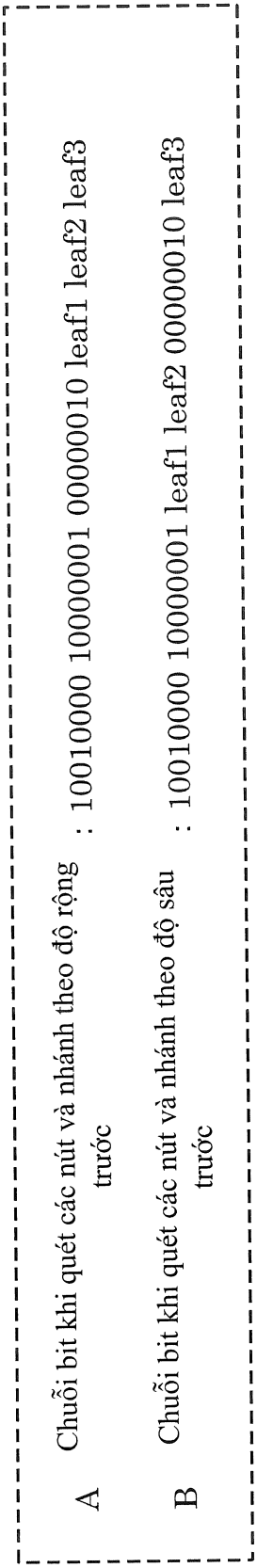

A
Chuỗi bit khi quét các nút và nhánh theo độ rộng trước
: 10010000 10000001 00000010 leaf1 leaf2 leaf3
B
Chuỗi bit khi quét các nút và nhánh theo độ sâu trước
: 10010000 10000001 leaf1 leaf2 00000010 leaf3

FIG. 42

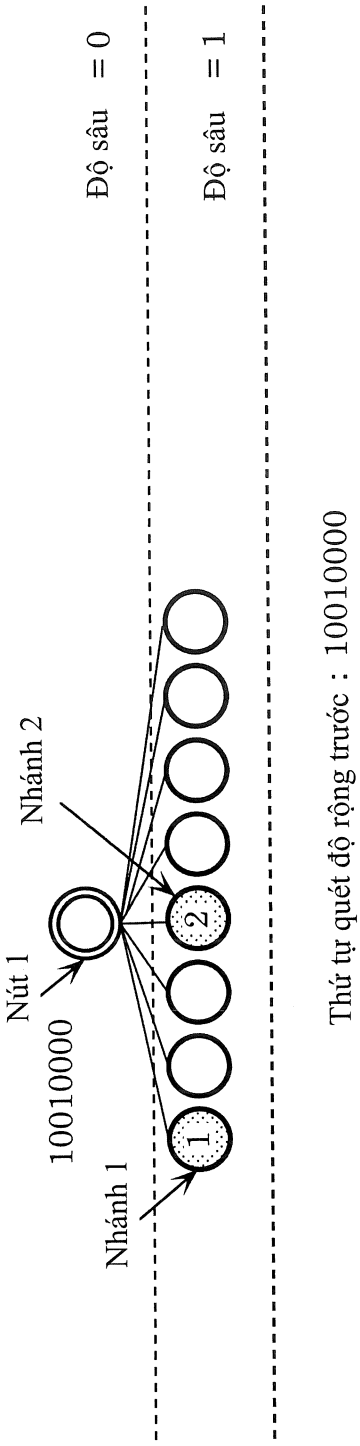

Độ sâu = 0
Độ sâu = 1
Nút 1
10010000
Nhánh 2
Nhánh 1
1
2
Thứ tự quét độ rộng trước : 10010000

FIG. 43

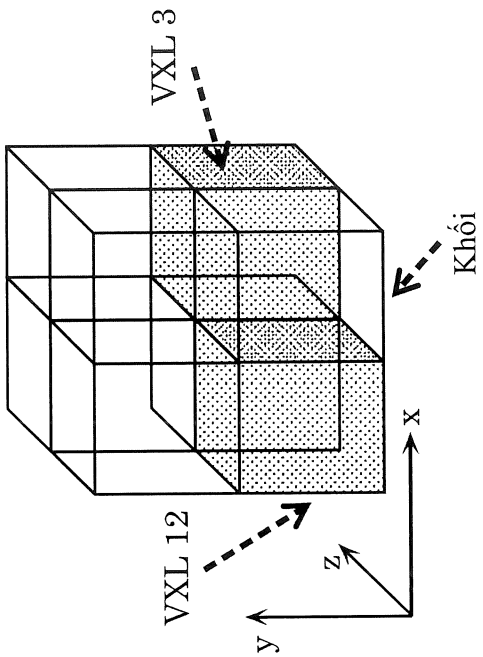


FIG. 44

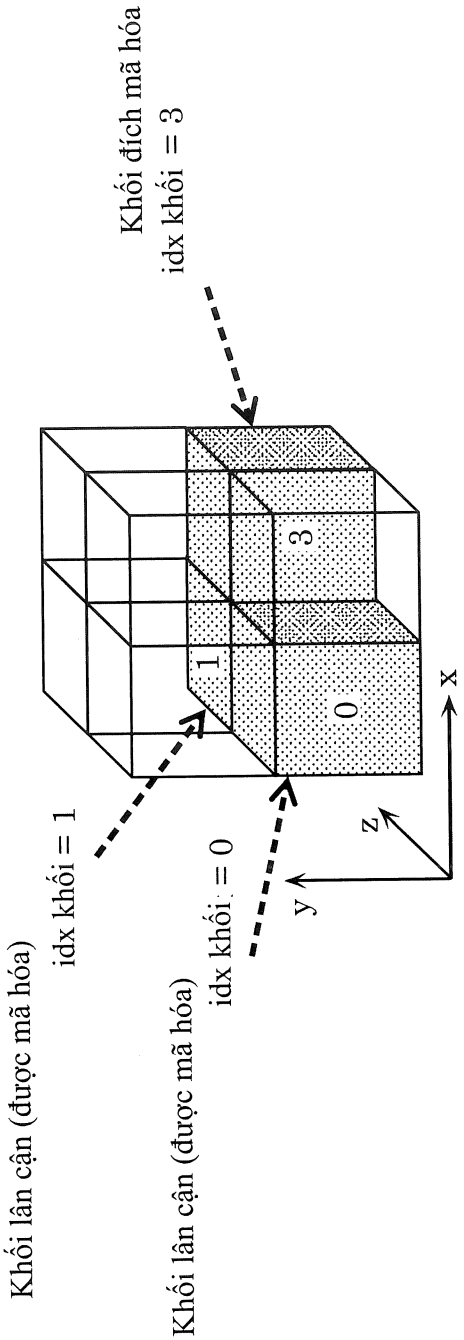

Khối đích mã hóa
idx khối = 3
Khối lân cận (được mã hóa)
idx khối = 1
Khối lân cận (được mã hóa)
idx khối = 0
3
1
0
x
z
y

FIG. 45

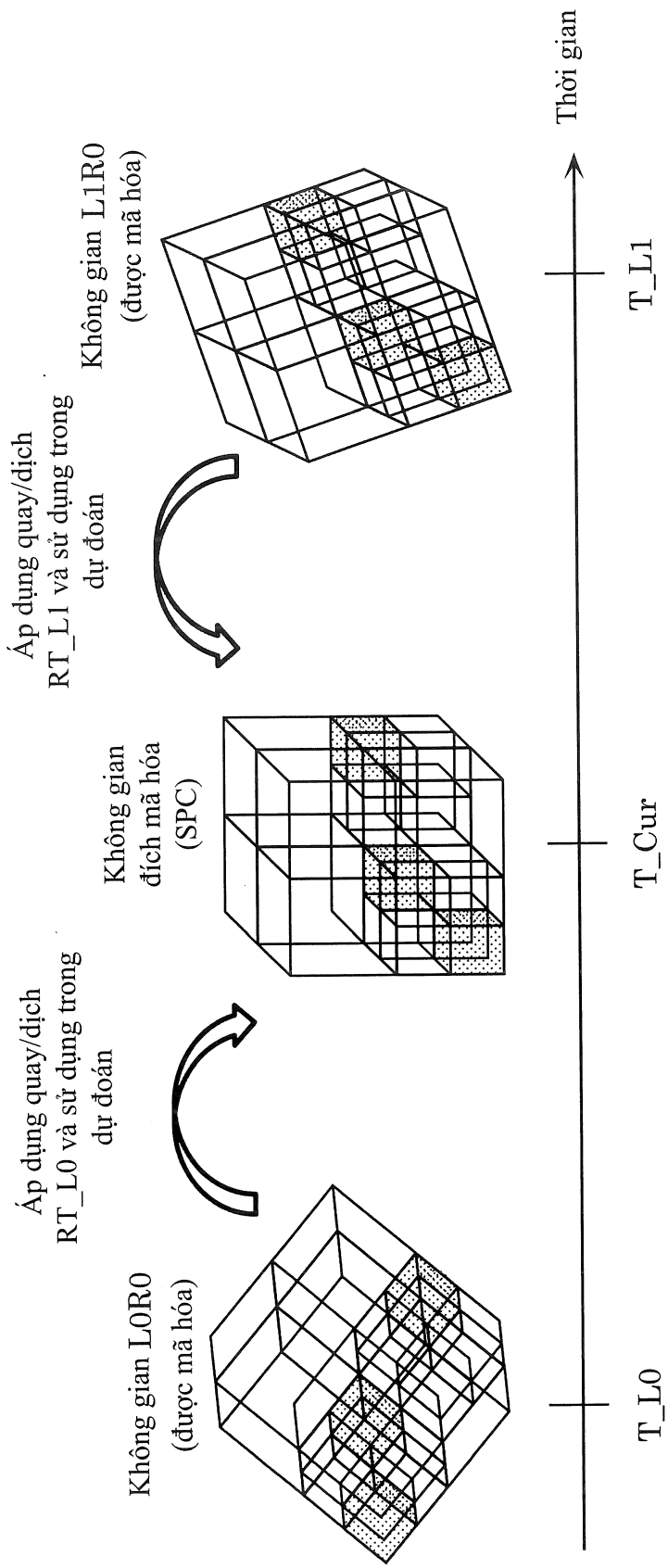

Thời gian
T_L0
T_Cur
T_L1
Không gian L0R0
(được mã hóa)
Áp dụng quay/dịch
RT_L0 và sử dụng trong
dự đoán
Không gian
đích mã hóa
(SPC)
Áp dụng quay/dịch
RT_L1 và sử dụng trong
dự đoán
Không gian L1R0
(được mã hóa)

FIG. 46

```
space_header() {
  ...
  for (i=0; i<MaxRefSpc_l0;i++) {
    RT_flag_l0[i]
    if (RT_flag_l0[i]) {
      R_l0[i]
      T_l0[i]
    }
  }
  ...
  for (i=0; i<MaxRefSpc_l1;i++) {
    RT_flag_l1[i]
    if (RT_flag_l1[i]) {
      R_l1[i]
      T_l1[i]
    }
  }
  ...
}
```

FIG. 47

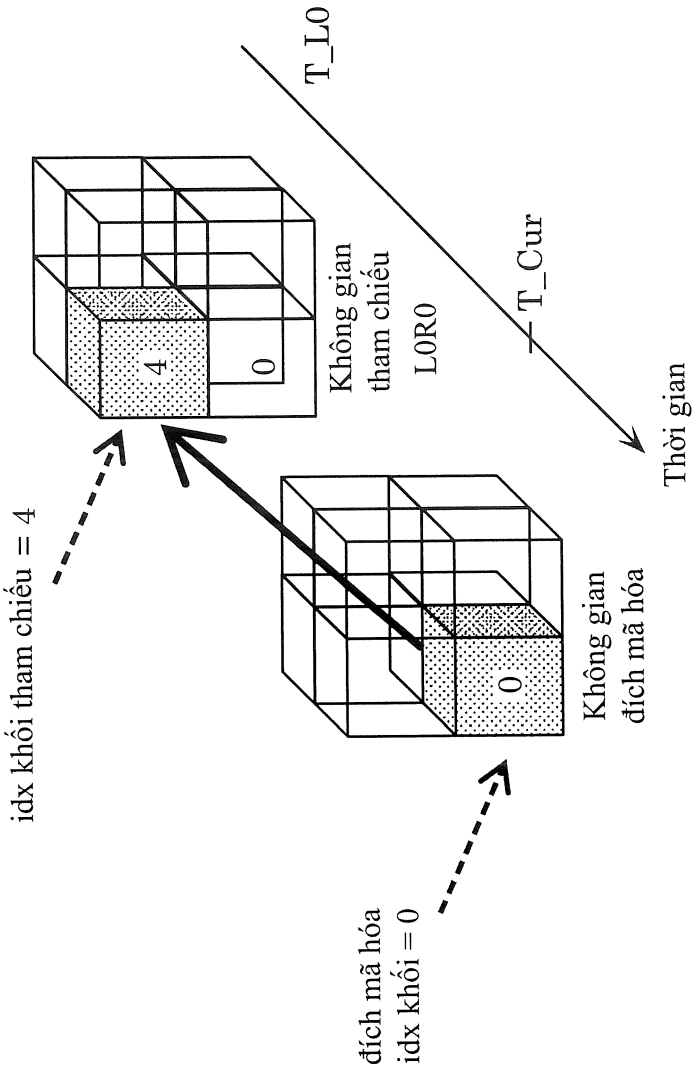

T_L0
T_Cur
Thời gian
Không gian
tham chiếu
L0R0
4
0
idx khối tham chiếu = 4
Không gian
đích mã hóa
0
đích mã hóa
idx khối = 0

FIG. 48

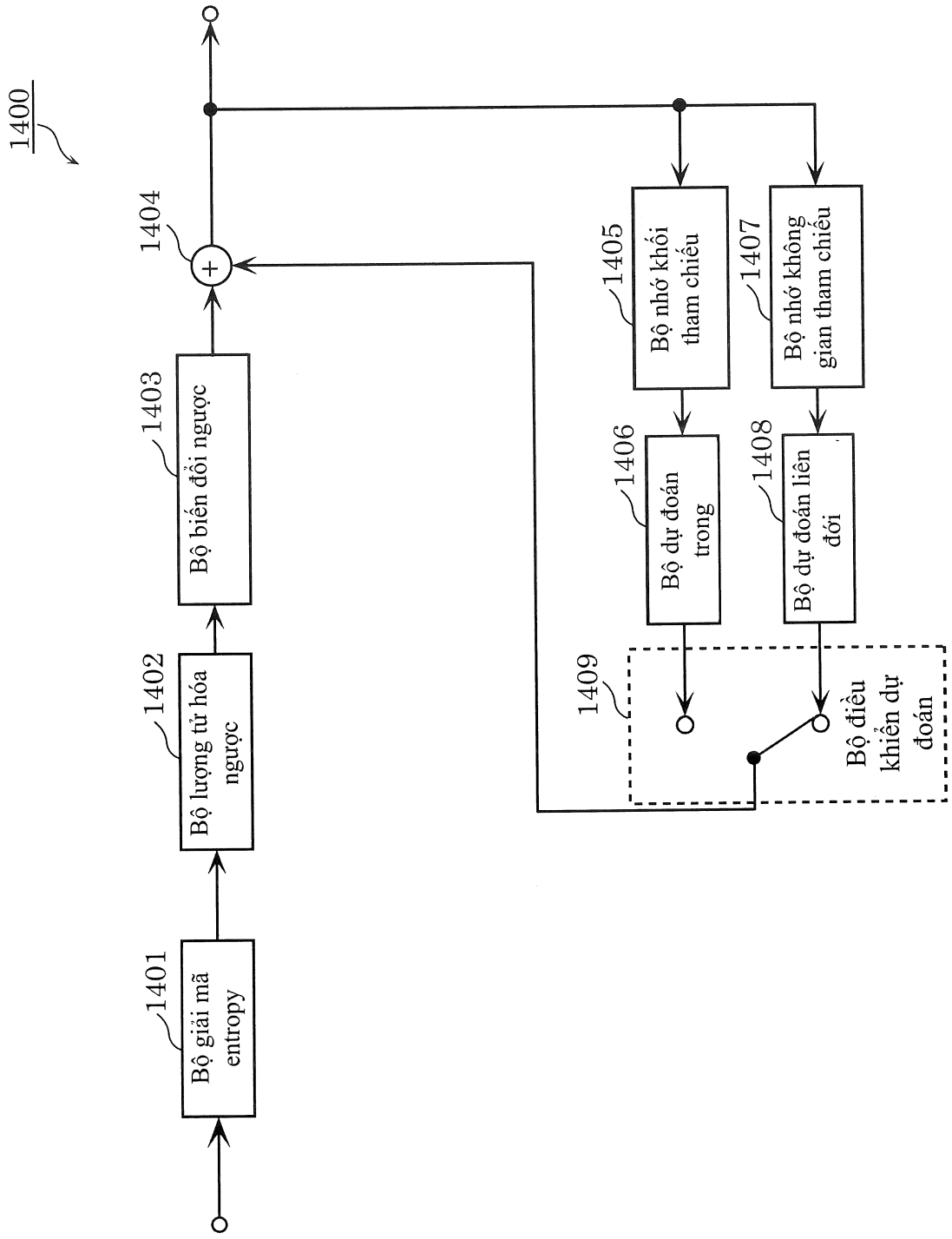

1400
1401
Bộ giải mã entropy
1402
Bộ lượng tử hóa ngược
1403
Bộ biến đổi ngược
1404
+
1405
Bộ nhớ khối tham chiếu
1406
Bộ dự đoán trong
1407
Bộ nhớ không gian tham chiếu
1408
Bộ dự đoán liên đới
1409
Bộ điều khiển dự đoán

FIG. 49

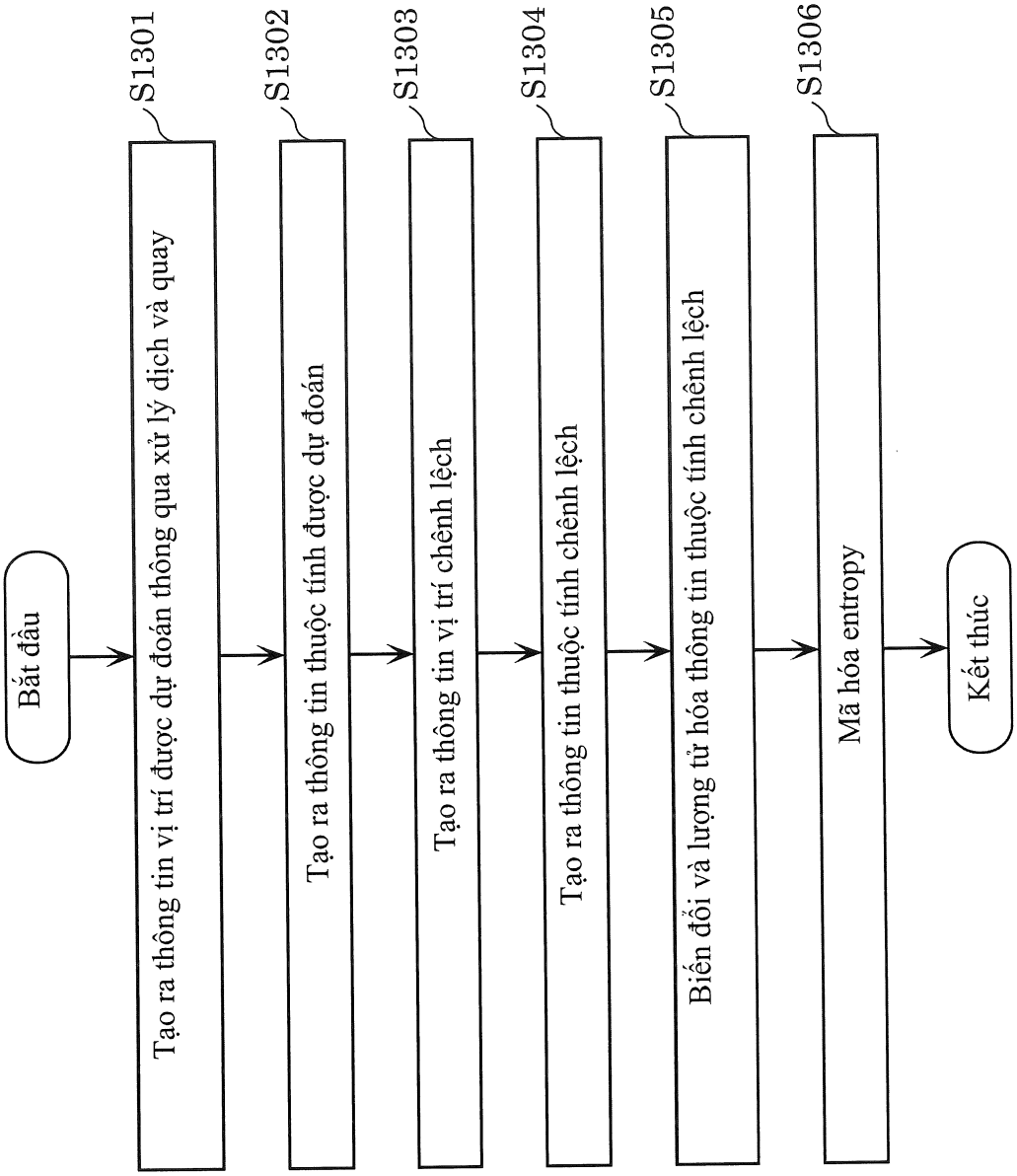

Bắt đầu
S1301
Tạo ra thông tin vị trí được dự đoán thông qua xử lý dịch và quay
S1302
Tạo ra thông tin thuộc tính được dự đoán
S1303
Tạo ra thông tin vị trí chênh lệch
S1304
Tạo ra thông tin thuộc tính chênh lệch
S1305
Biến đổi và lượng tử hóa thông tin thuộc tính chênh lệch
S1306
Mã hóa entropy
Kết thúc

FIG. 50

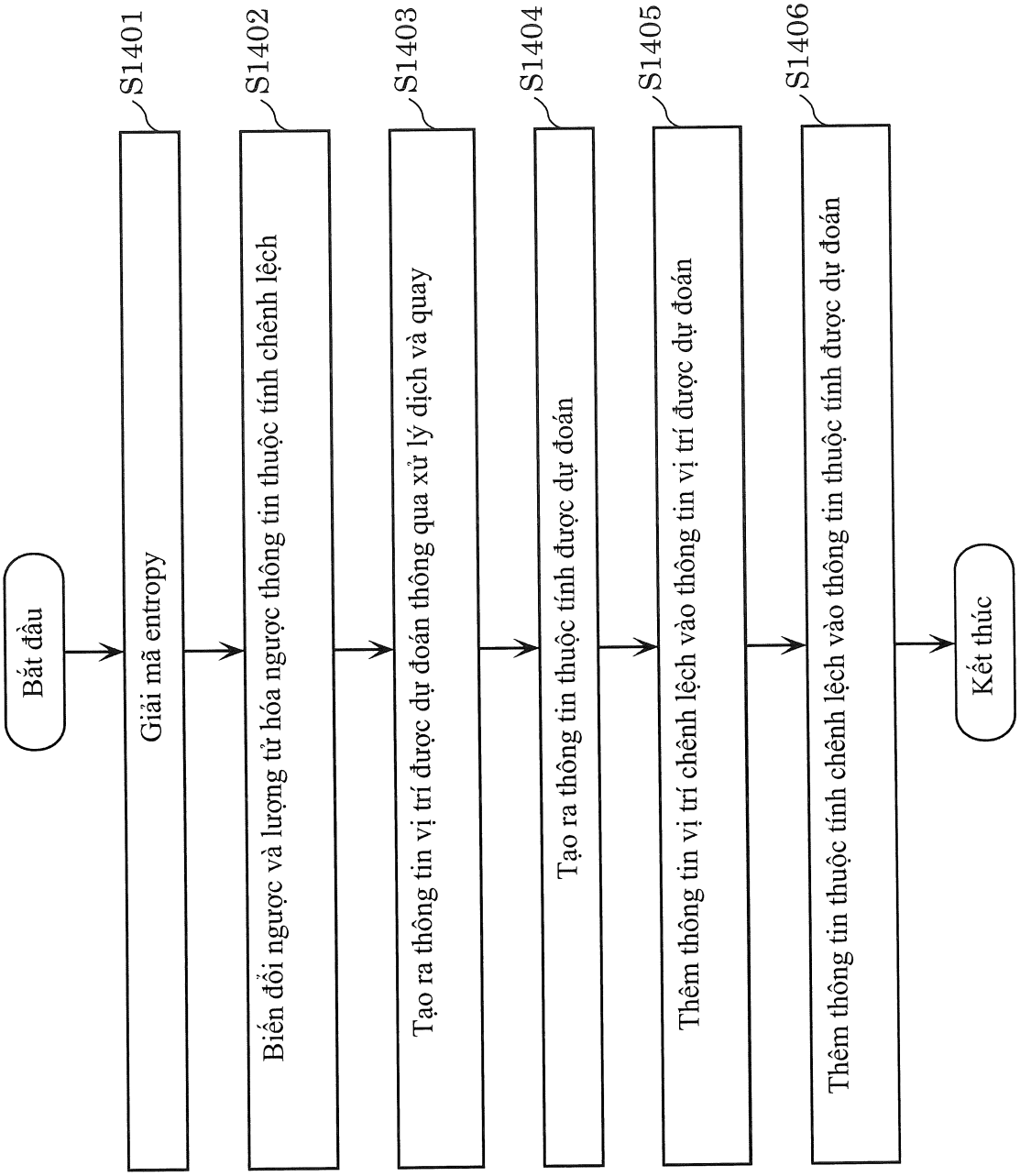

Bắt đầu
S1401
Giải mã entropy
S1402
Biến đổi ngược và lượng tử hóa ngược thông tin thuộc tính chênh lệch
S1403
Tạo ra thông tin vị trí được dự đoán thông qua xử lý dịch và quay
S1404
Tạo ra thông tin thuộc tính được dự đoán
S1405
Thêm thông tin vị trí chênh lệch vào thông tin vị trí được dự đoán
S1406
Thêm thông tin thuộc tính chênh lệch vào thông tin thuộc tính được dự đoán
Kết thúc

FIG. 51

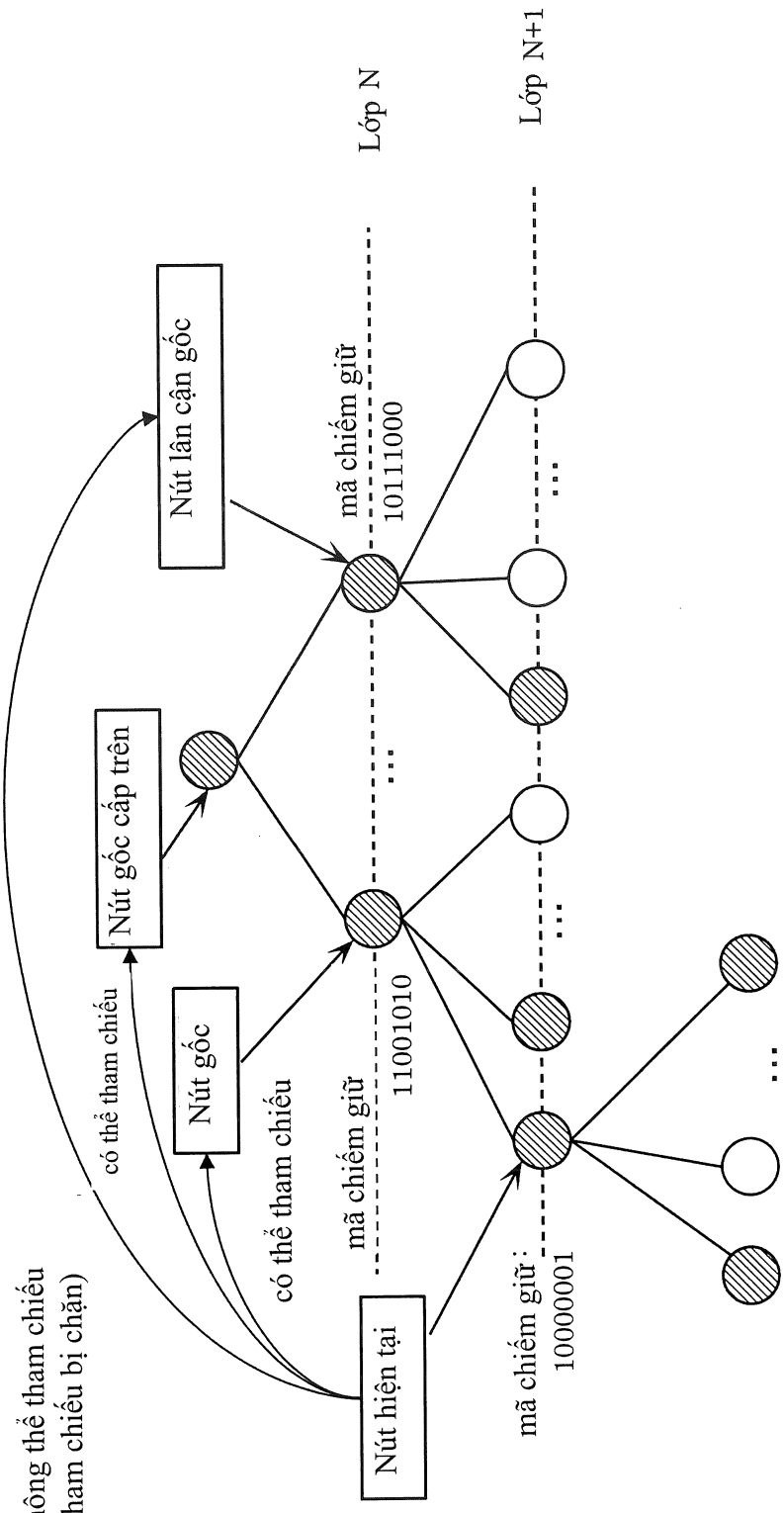

không thể tham chiếu
(tham chiếu bị chặn)
có thể tham chiếu
có thể tham chiếu
Nút hiện tại
Nút gốc
Nút gốc cấp trên
Nút lân cận gốc
mã chiếm giữ
11001010
mã chiếm giữ
10111000
mã chiếm giữ :
10000001
Lớp N
Lớp N+1

FIG. 52

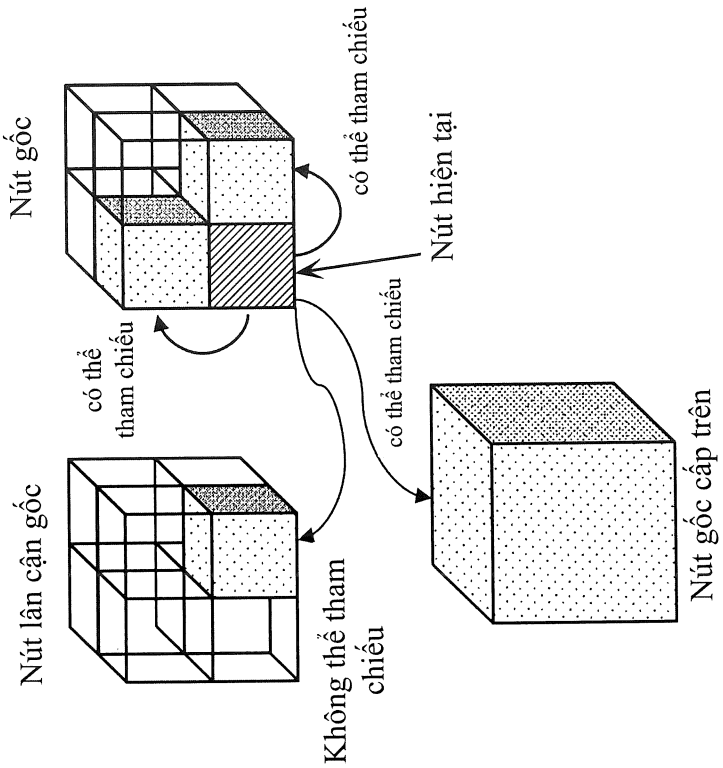

Nút gốc
có thể tham chiếu
Nút hiện tại
có thể tham chiếu
có thể tham chiếu
Nút lân cận gốc
Không thể tham chiếu
Nút gốc cấp trên

FIG. 53

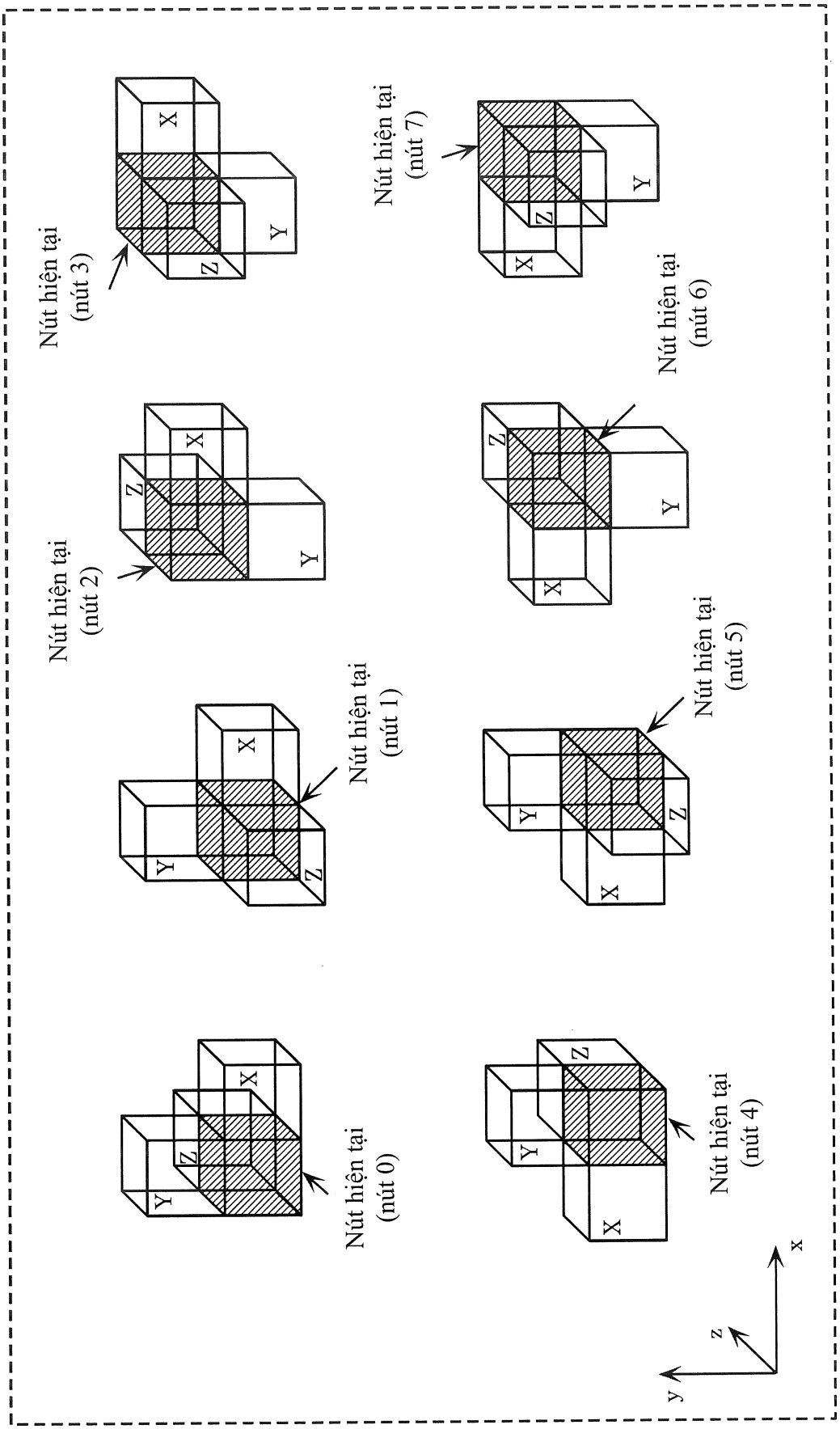

Nút hiện tại
(nút 0)
Nút hiện tại
(nút 1)
Nút hiện tại
(nút 2)
Nút hiện tại
(nút 3)
Nút hiện tại
(nút 4)
Nút hiện tại
(nút 5)
Nút hiện tại
(nút 6)
Nút hiện tại
(nút 7)
X
Y
Z
x
y
z

FIG. 54

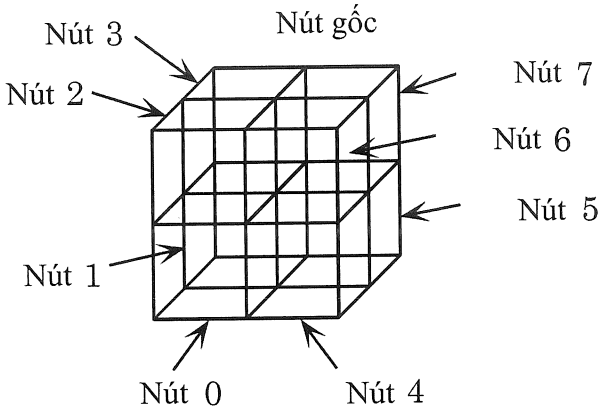


FIG. 55

Ví dụ của mã chiếm giữ của nút gốc:

0 0 1 0 1 0 1 1

Thông tin chiếm giữ của nút 7

Thông tin chiếm giữ của nút 0

FIG. 56

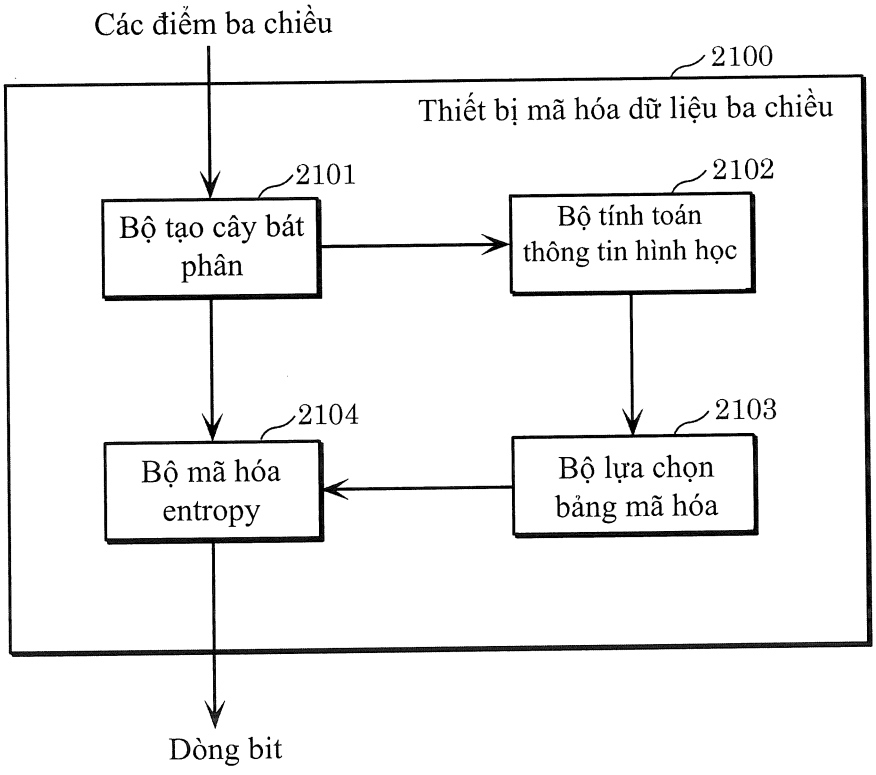


FIG. 57

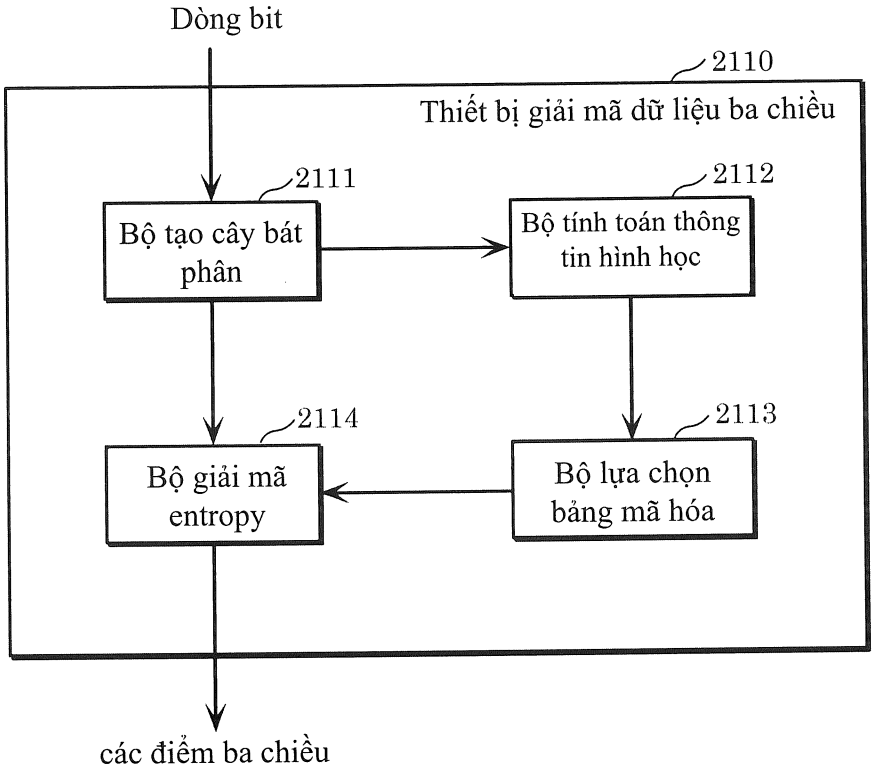

Dòng bit
2110
Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều
2111
Bộ tạo cây bát phân
2112
Bộ tính toán thông tin hình học
2114
Bộ giải mã entropy
2113
Bộ lựa chọn bảng mã hóa
các điểm ba chiều

FIG. 58

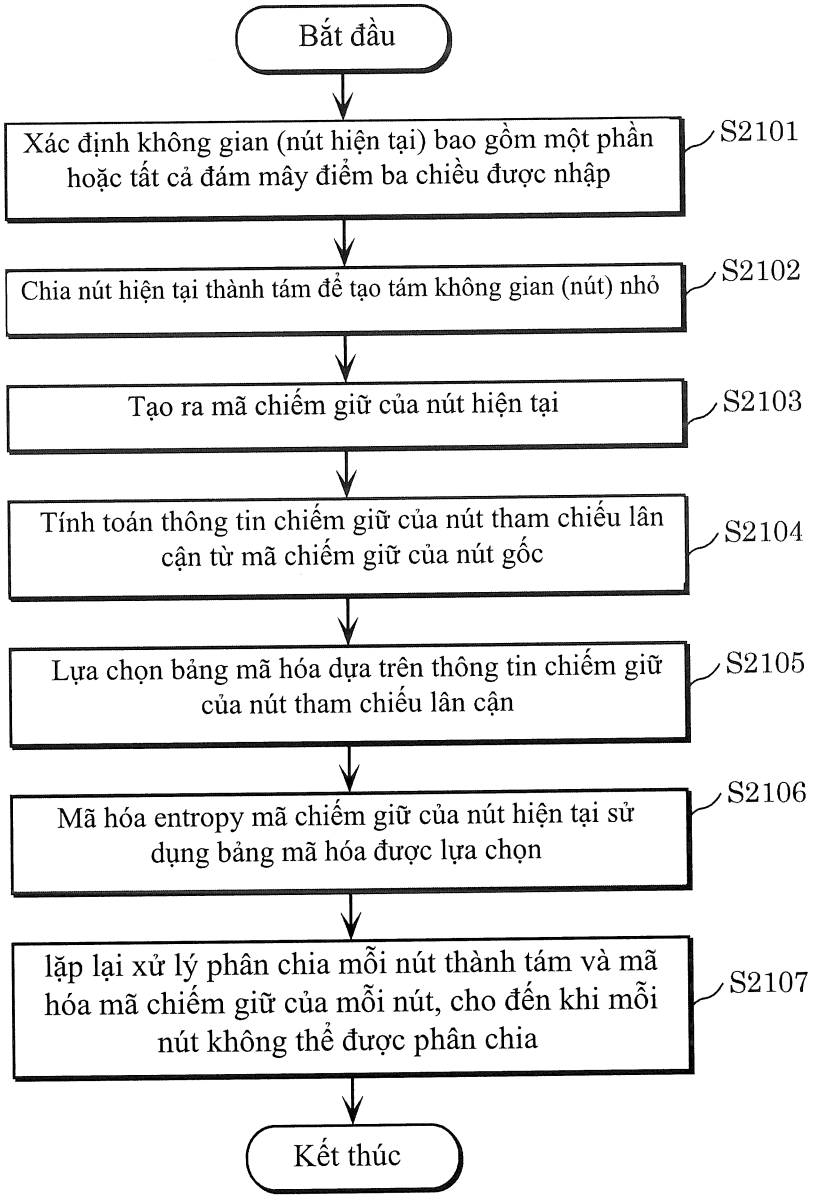

Bắt đầu
Xác định không gian (nút hiện tại) bao gồm một phần hoặc tất cả đám mây điểm ba chiều được nhập
S2101
Chia nút hiện tại thành tám để tạo tám không gian (nút) nhỏ
S2102
Tạo ra mã chiếm giữ của nút hiện tại
S2103
Tính toán thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận từ mã chiếm giữ của nút gốc
S2104
Lựa chọn bảng mã hóa dựa trên thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận
S2105
Mã hóa entropy mã chiếm giữ của nút hiện tại sử dụng bảng mã hóa được lựa chọn
S2106
lặp lại xử lý phân chia mỗi nút thành tám và mã hóa mã chiếm giữ của mỗi nút, cho đến khi mỗi nút không thể được phân chia
S2107
Kết thúc

FIG. 59

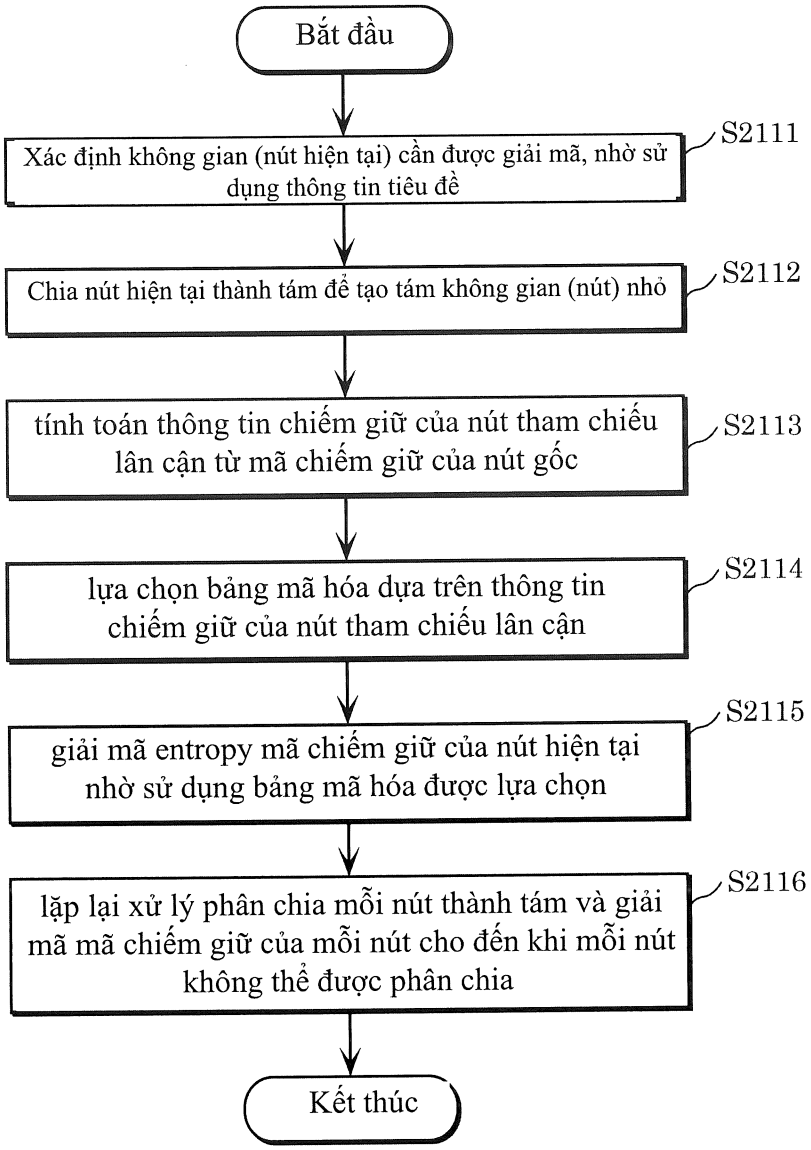

Bắt đầu
Xác định không gian (nút hiện tại) cần được giải mã, nhờ sử dụng thông tin tiêu đề
S2111
Chia nút hiện tại thành tám để tạo tám không gian (nút) nhỏ
S2112
tính toán thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận từ mã chiếm giữ của nút gốc
S2113
lựa chọn bảng mã hóa dựa trên thông tin chiếm giữ của nút tham chiếu lân cận
S2114
giải mã entropy mã chiếm giữ của nút hiện tại nhờ sử dụng bảng mã hóa được lựa chọn
S2115
lặp lại xử lý phân chia mỗi nút thành tám và giải mã mã chiếm giữ của mỗi nút cho đến khi mỗi nút không thể được phân chia
S2116
Kết thúc

FIG. 60

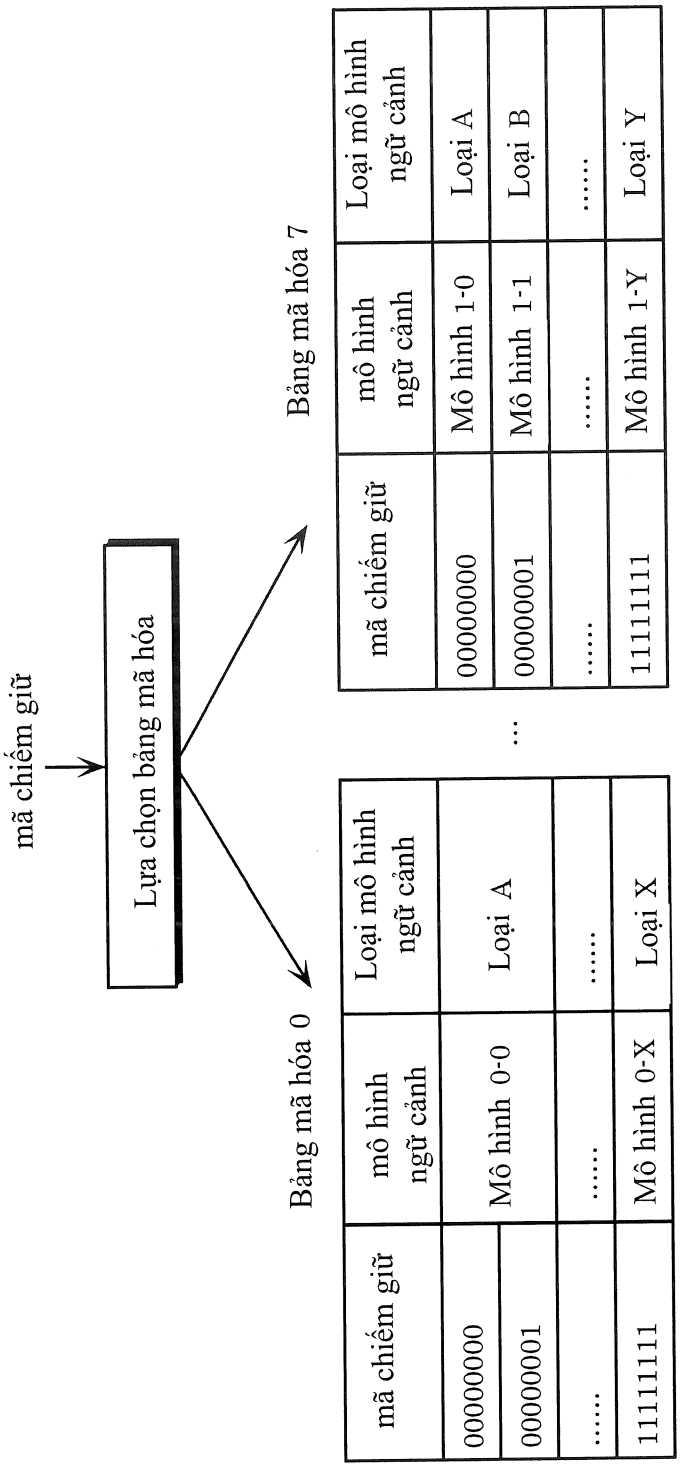

mã chiếm giữ
Lựa chọn bảng mã hóa
Bảng mã hóa 0
mã chiếm giữ
mô hình ngữ cảnh
Loại mô hình ngữ cảnh
00000000
Mô hình 0-0
Loại A
00000001
.....
.....
11111111
Mô hình 0-X
Loại X
...
Bảng mã hóa 7
mã chiếm giữ
mô hình ngữ cảnh
Loại mô hình ngữ cảnh
00000000
Mô hình 1-0
Loại A
00000001
Mô hình 1-1
Loại B
.....
.....
.....
11111111
Mô hình 1-Y
Loại Y

FIG. 61

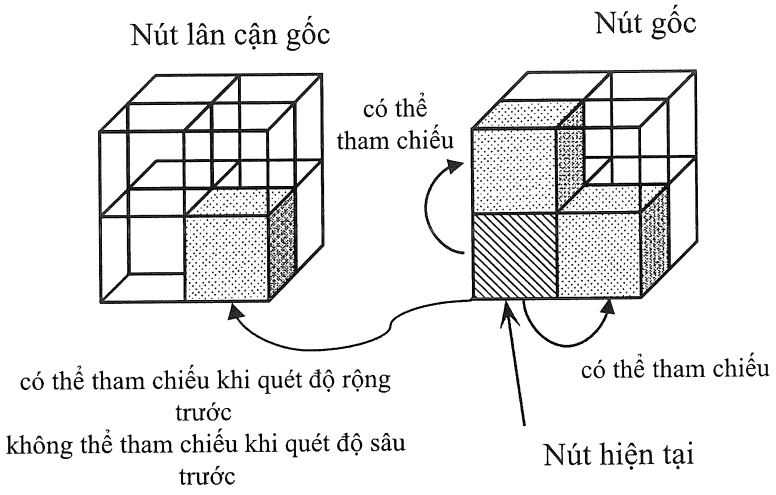


FIG. 62

```
pc_header () {
...
octree_scan_order
...
}
```

FIG. 63

```
pc_header () {
...
limit_refer_flag
...
}
```

FIG. 64

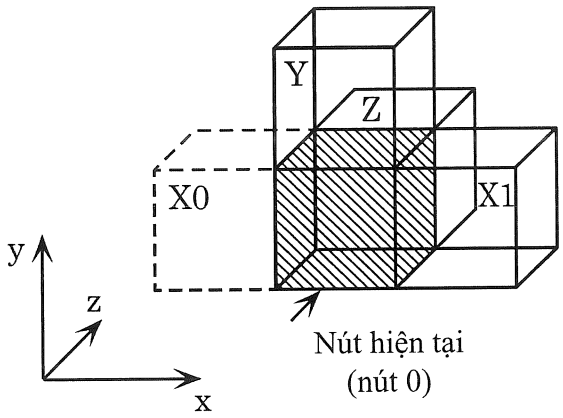

Y
Z
X0
X1
y
z
x
Nút hiện tại
(nút 0)

FIG. 65

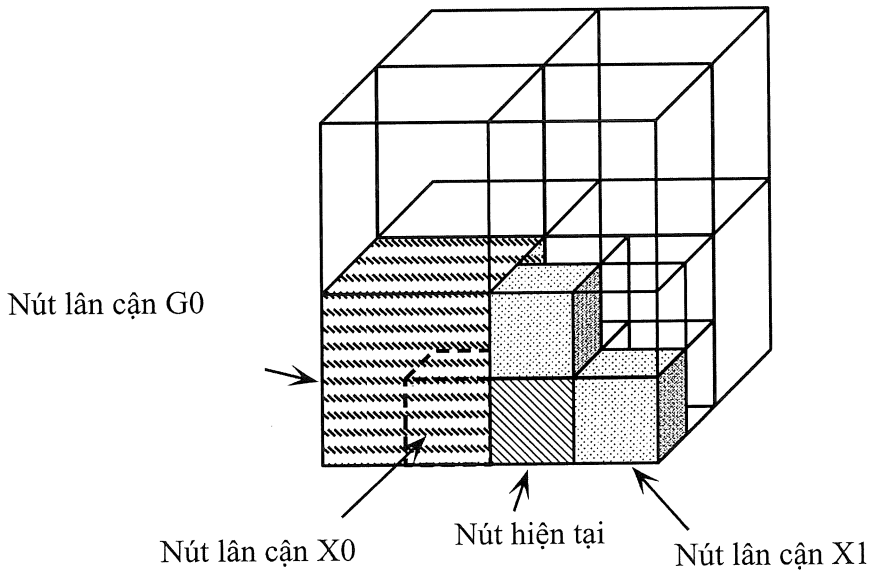

Nút lân cận G0
Nút lân cận X0
Nút hiện tại
Nút lân cận X1

FIG. 66

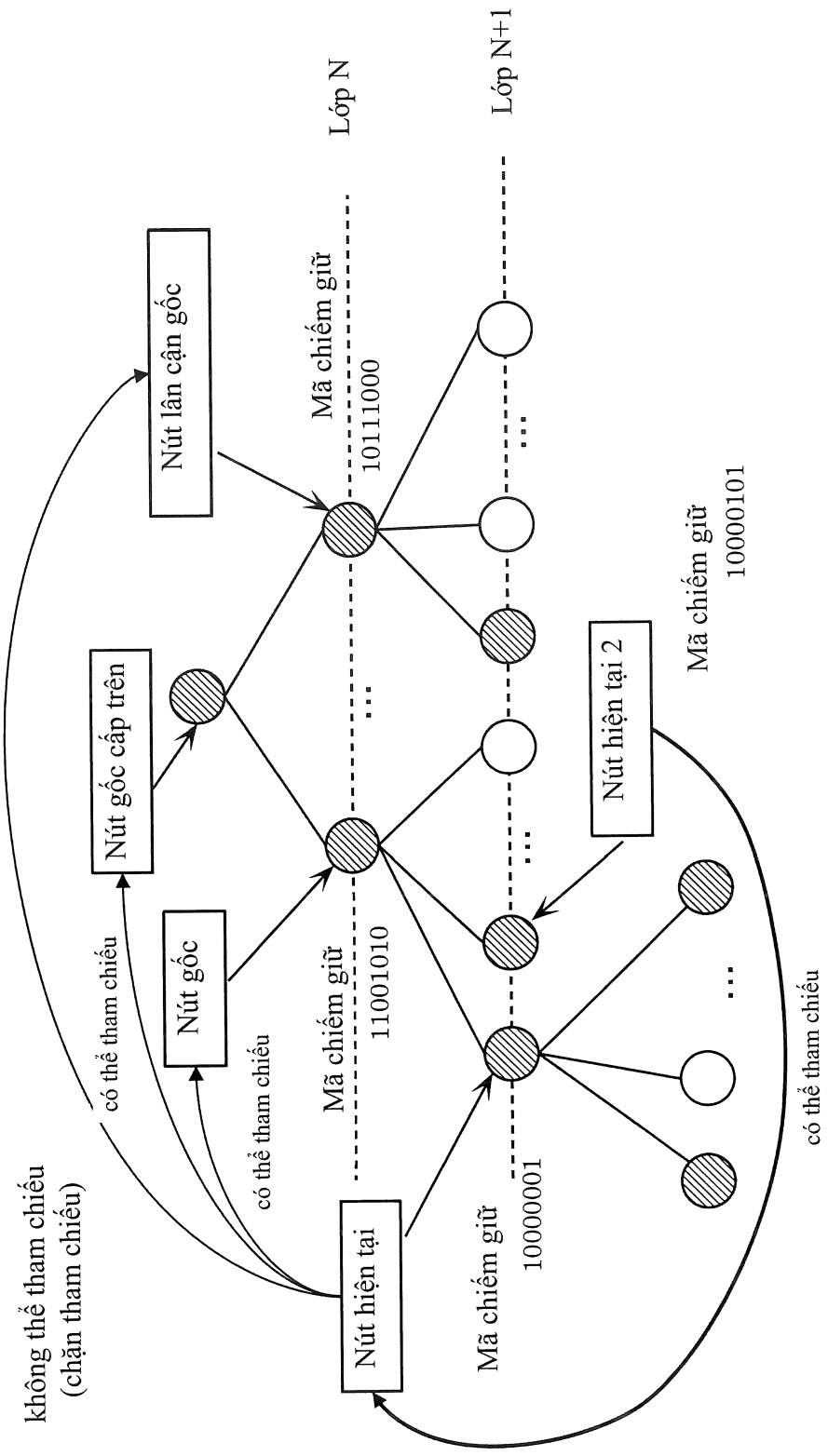

Lớp N
Lớp N+1
Nút lân cận gốc
Nút gốc cấp trên
Nút gốc
Nút hiện tại
Nút hiện tại 2
Mã chiếm giữ
10111000
Mã chiếm giữ
11001010
Mã chiếm giữ
10000001
Mã chiếm giữ
10000101
không thể tham chiếu
(chặn tham chiếu)
có thể tham chiếu
có thể tham chiếu
có thể tham chiếu

FIG. 67

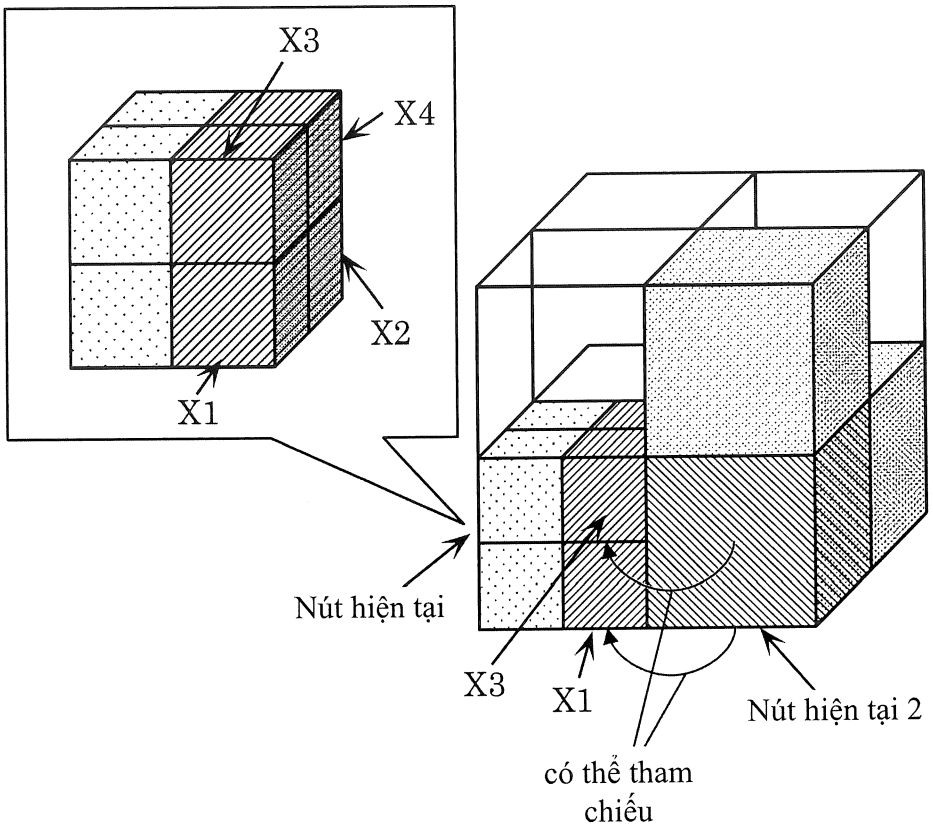


FIG. 68

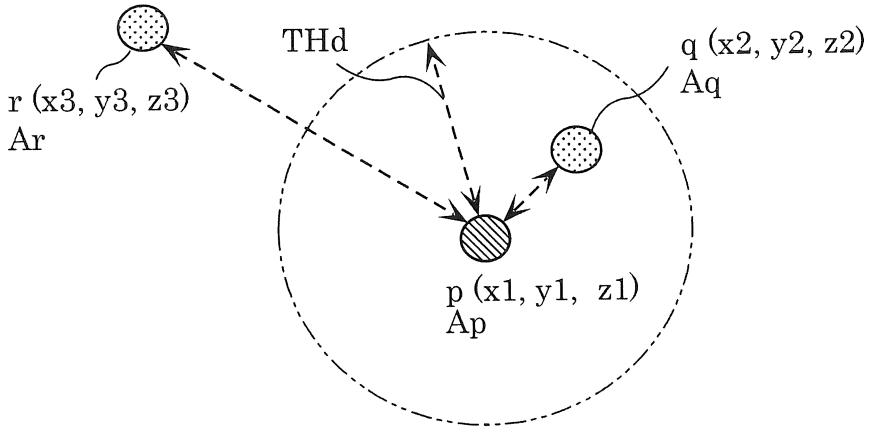

THd
q (x2, y2, z2)
Aq
r (x3, y3, z3)
Ar
p (x1, y1, z1)
Ap

FIG. 69

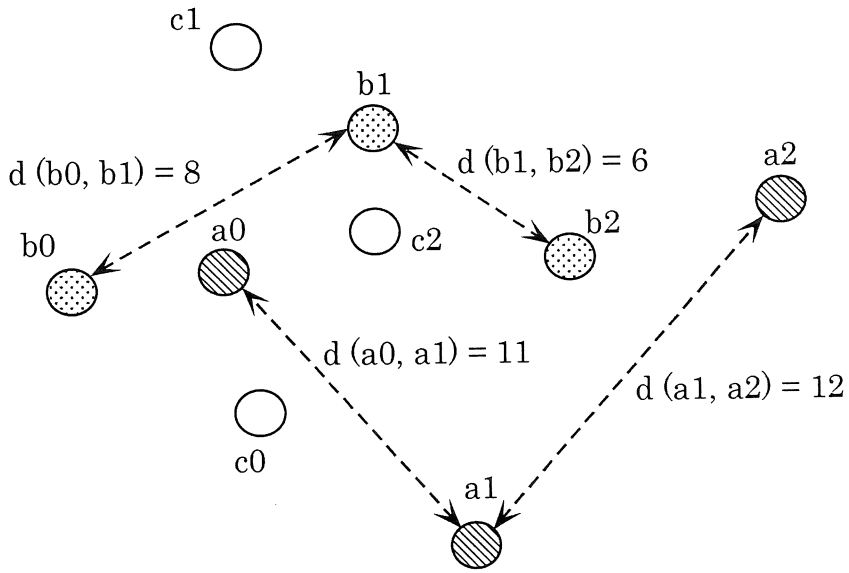

c1
b1
d (b0, b1) = 8
d (b1, b2) = 6
a2
b0
a0
c2
b2
d (a0, a1) = 11
d (a1, a2) = 12
c0
a1

FIG. 70

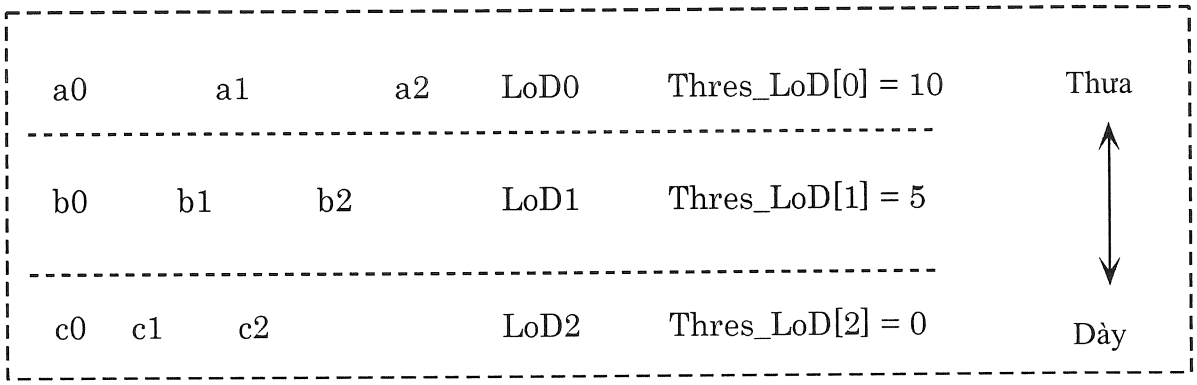

a0
a1
a2
LoD0
Thres_LoD[0] = 10
Thưa
b0
b1
b2
LoD1
Thres_LoD[1] = 5
c0
c1
c2
LoD2
Thres_LoD[2] = 0
Dày

FIG. 71

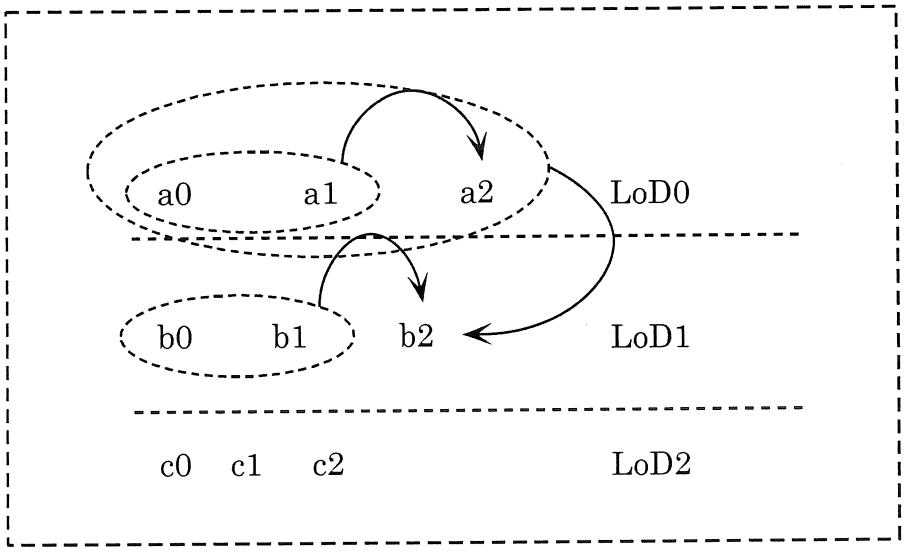

a0
a1
a2
LoD0
b0
b1
b2
LoD1
c0
c1
c2
LoD2

FIG. 72

Giá trị	BIT
0	1
1	010
2	011
3	00100
4	00101
5	00110
6	00111
7	0001000
...	...

FIG. 73

Giá trị	BIT
3	00100
4	00101
5	00110
6	00111

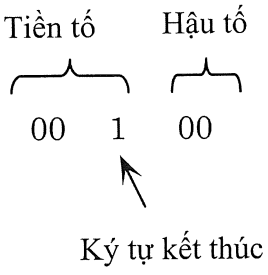


FIG. 74

```
attribute_header{
 ...
 NumLoD
 ...
 for (i=0; i<NumLoD; i++) {
  NumOfPoint[i]
 }
 ...
 for (i=0; i<NumLoD-1; i++) {
  Thres_LoD[i]
 }
 ...
 for (i=0; i<NumLoD; i++) {
  NumNeighborPoint[i]
 }
 ...
 for (i=0; i<NumLoD; i++) {
  THd[i]
 }
 ...
 for (i=0; i<NumLoD; i++) {
  QS[i]
 }
 ...
 for (i=0; i<NumLoD; i++) {
  R_TH[i]
 }
 ...
}
```

FIG. 75

```
attribute_data{
 ...
 for (i=0; i<NumLoD; i++) {
  for(j=0; j<NumOfPoint[i]; j++) {
   n-bit code
   if (n-bit code == R_TH[i])
    remaining code
  }
 }
 ...
}
```

FIG. 76

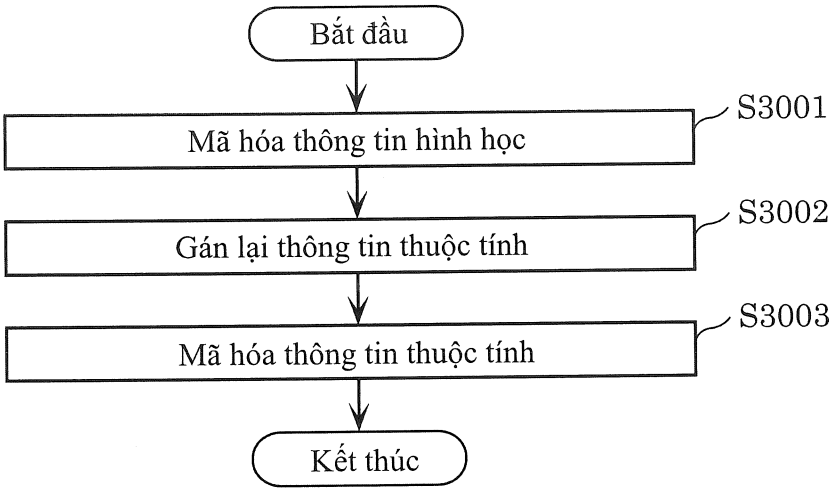

Bắt đầu
Mã hóa thông tin hình học
S3001
Gán lại thông tin thuộc tính
S3002
Mã hóa thông tin thuộc tính
S3003
Kết thúc

FIG. 77

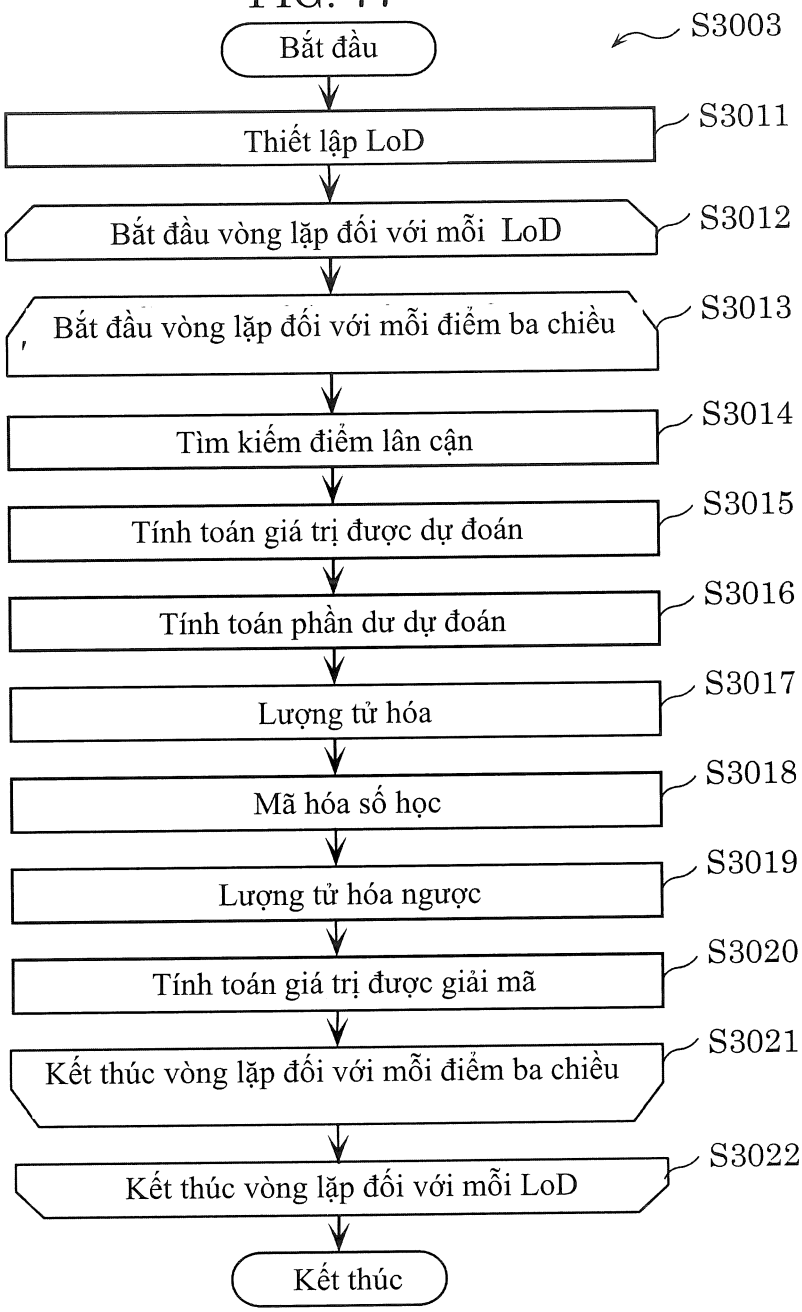

S3003
Bắt đầu
Thiết lập LoD
S3011
Bắt đầu vòng lặp đối với mỗi LoD
S3012
Bắt đầu vòng lặp đối với mỗi điểm ba chiều
S3013
Tìm kiếm điểm lân cận
S3014
Tính toán giá trị được dự đoán
S3015
Tính toán phần dư dự đoán
S3016
Lượng tử hóa
S3017
Mã hóa số học
S3018
Lượng tử hóa ngược
S3019
Tính toán giá trị được giải mã
S3020
Kết thúc vòng lặp đối với mỗi điểm ba chiều
S3021
Kết thúc vòng lặp đối với mỗi LoD
S3022
Kết thúc

FIG. 78

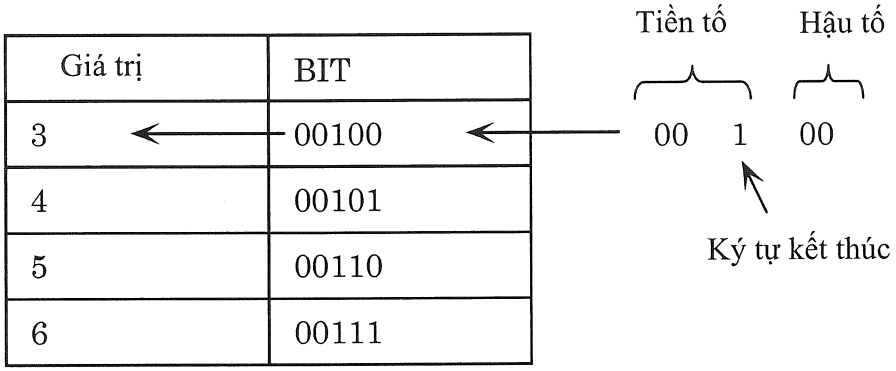


FIG. 79

Giá trị	BIT
0	1
1	010
2	011
3	00100 Tra cứu ngược
4	00101
5	00110
6	00111
7	0001000
…	…

FIG. 80

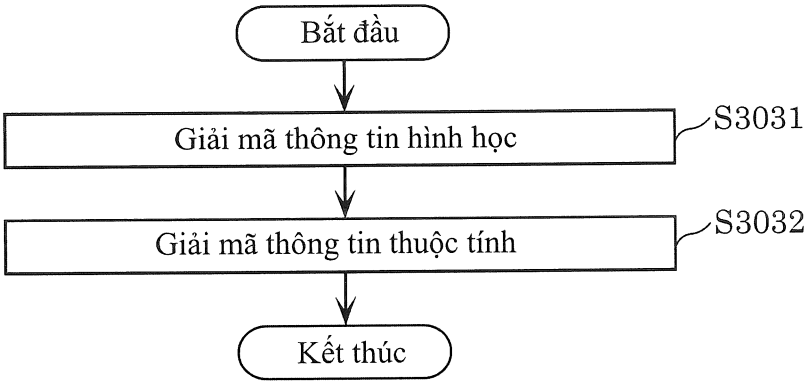

Bắt đầu
Giải mã thông tin hình học
S3031
Giải mã thông tin thuộc tính
S3032
Kết thúc

FIG. 81

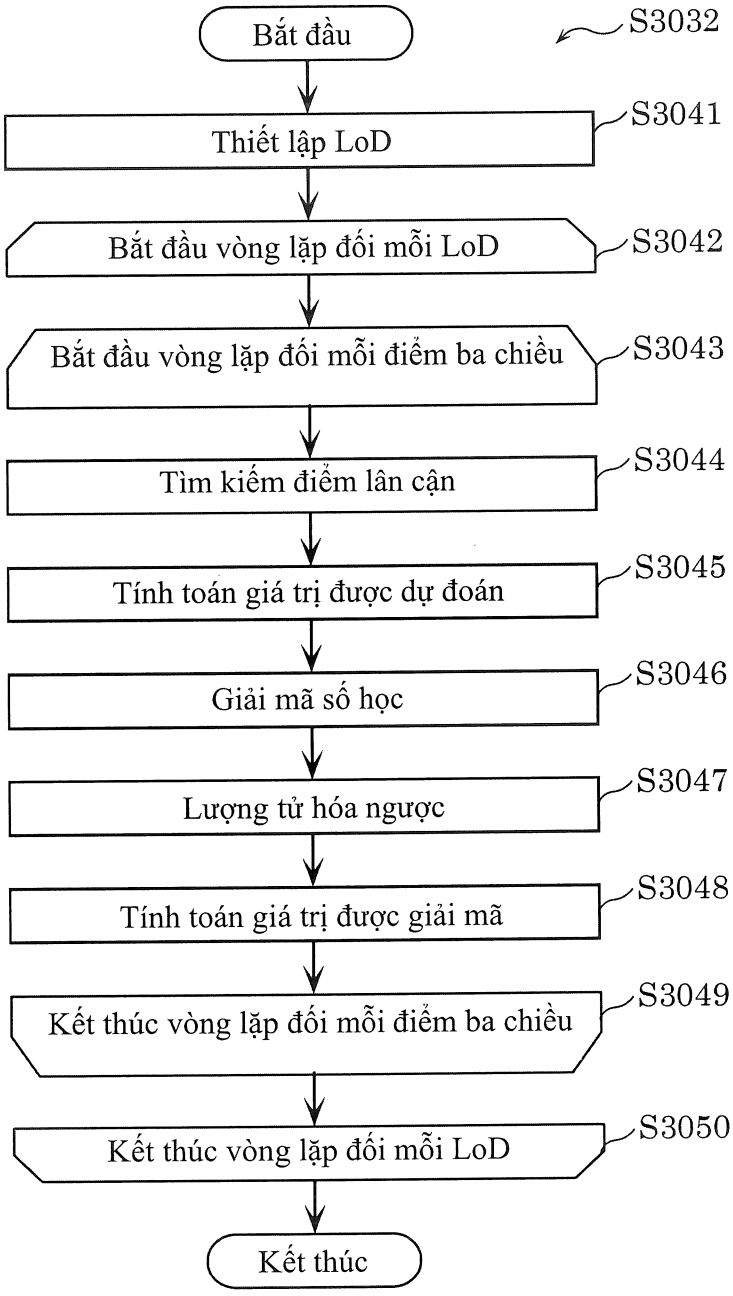

Bắt đầu
S3032
Thiết lập LoD
S3041
Bắt đầu vòng lặp đối mỗi LoD
S3042
Bắt đầu vòng lặp đối mỗi điểm ba chiều
S3043
Tìm kiếm điểm lân cận
S3044
Tính toán giá trị được dự đoán
S3045
Giải mã số học
S3046
Lượng tử hóa ngược
S3047
Tính toán giá trị được giải mã
S3048
Kết thúc vòng lặp đối mỗi điểm ba chiều
S3049
Kết thúc vòng lặp đối mỗi LoD
S3050
Kết thúc

FIG. 82

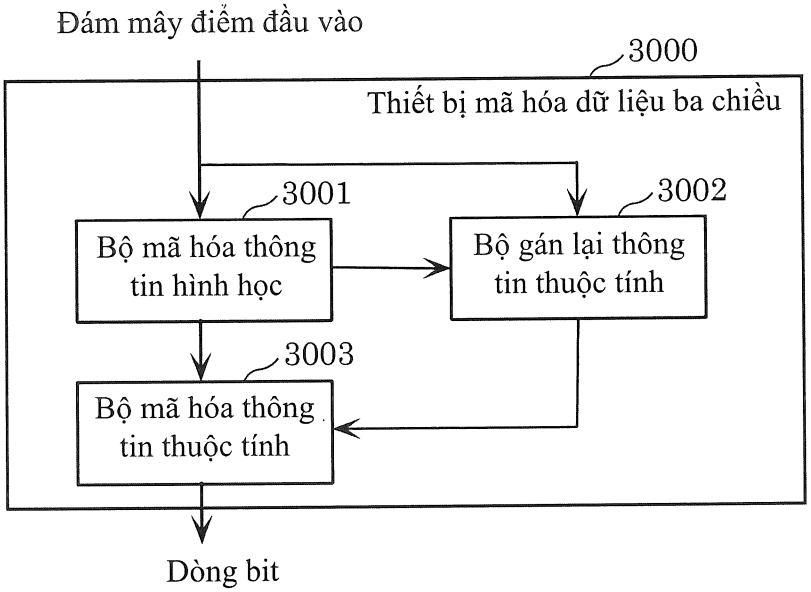

Đám mây điểm đầu vào
3000
Thiết bị mã hóa dữ liệu ba chiều
3001
Bộ mã hóa thông tin hình học
3002
Bộ gán lại thông tin thuộc tính
3003
Bộ mã hóa thông tin thuộc tính
Dòng bit

FIG. 83

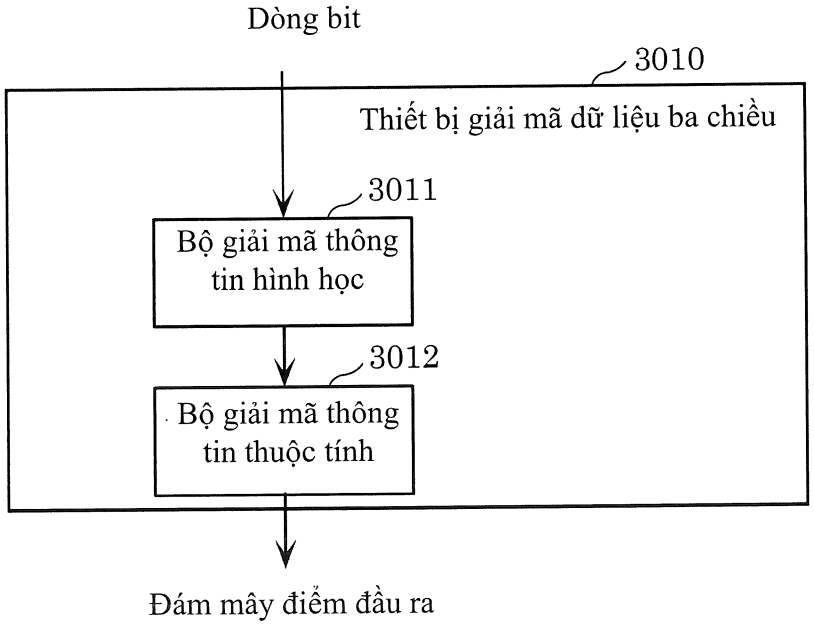

Dòng bit
3010
Thiết bị giải mã dữ liệu ba chiều
3011
Bộ giải mã thông tin hình học
3012
Bộ giải mã thông tin thuộc tính
Đám mây điểm đầu ra

FIG. 84

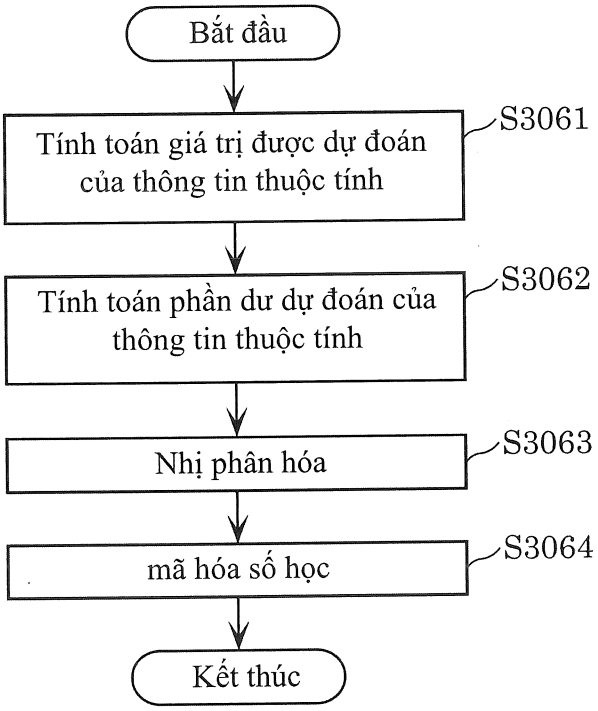

Bắt đầu
Tính toán giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính
S3061
Tính toán phần dư dự đoán của thông tin thuộc tính
S3062
Nhị phân hóa
S3063
mã hóa số học
S3064
Kết thúc

FIG. 85

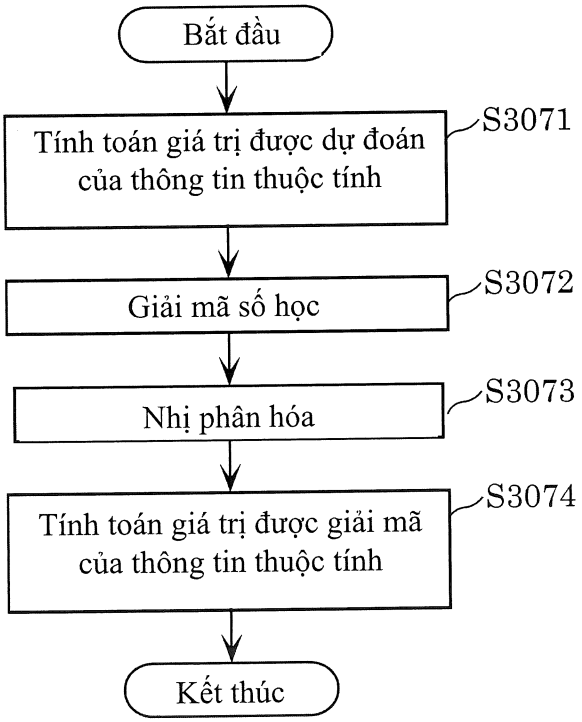

Bắt đầu
Tính toán giá trị được dự đoán của thông tin thuộc tính
S3071
Giải mã số học
S3072
Nhị phân hóa
S3073
Tính toán giá trị được giải mã của thông tin thuộc tính
S3074
Kết thúc

FIG. 86

Chế độ dự đoán	Giá trị được dự đoán
0	Giá trị trung bình của a0, a1, a2, b1
1	b1
2	a2
3	a1
4	a0

FIG. 87

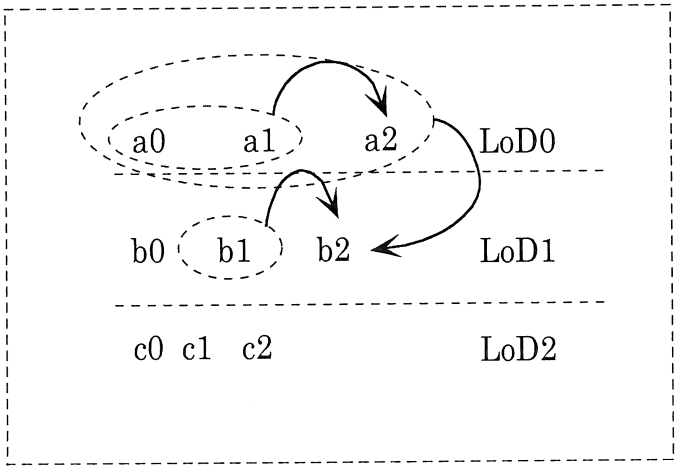


FIG. 88

Chế độ dự đoán	Giá trị được dự đoán
0	Giá trị trung bình của a0, a1
1	a1
2	a0
3	Không khả dụng
4	Không khả dụng

FIG. 89

Chế độ dự đoán	Giá trị được dự đoán
0	Giá trị trung bình của a0, a1, a2, b1 (Yave, Uave, Vave)
1	b1 = (Yb1, Ub1, Vb1)
2	a2 = (Ya2, Ua2, Va2)
3	a1 = (Ya1, Ua1, Va1)
4	a0 = (Ya0, Ua0, Va0)

FIG. 90

Chế độ dự đoán	Giá trị được dự đoán
0	Giá trị trung bình của a0, a1, a2, b1 Rave
1	b1 = Rb1
2	a2 = Ra2
3	a1 = Ra1
4	a0 = Ra0

FIG. 91

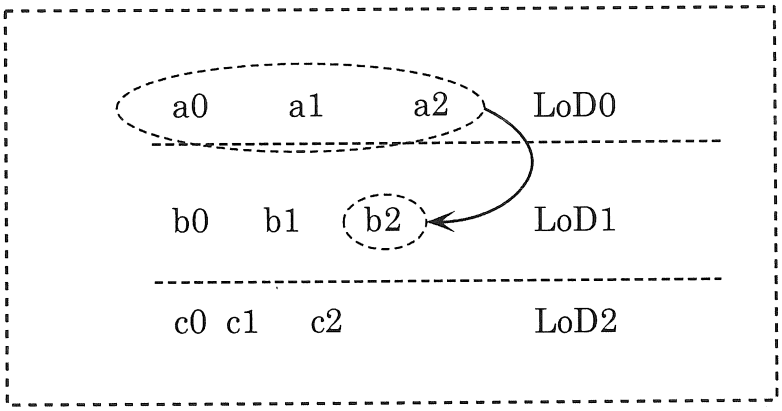


FIG. 92

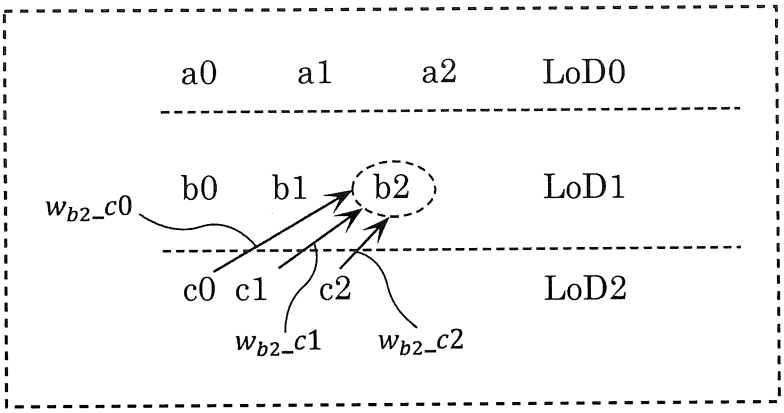


FIG. 93

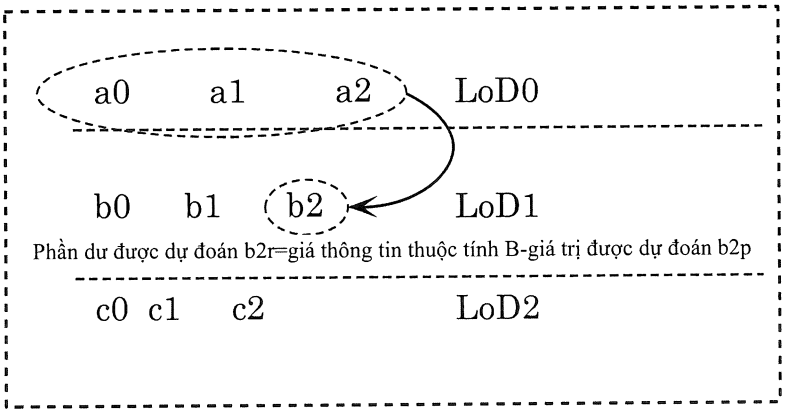


FIG. 94

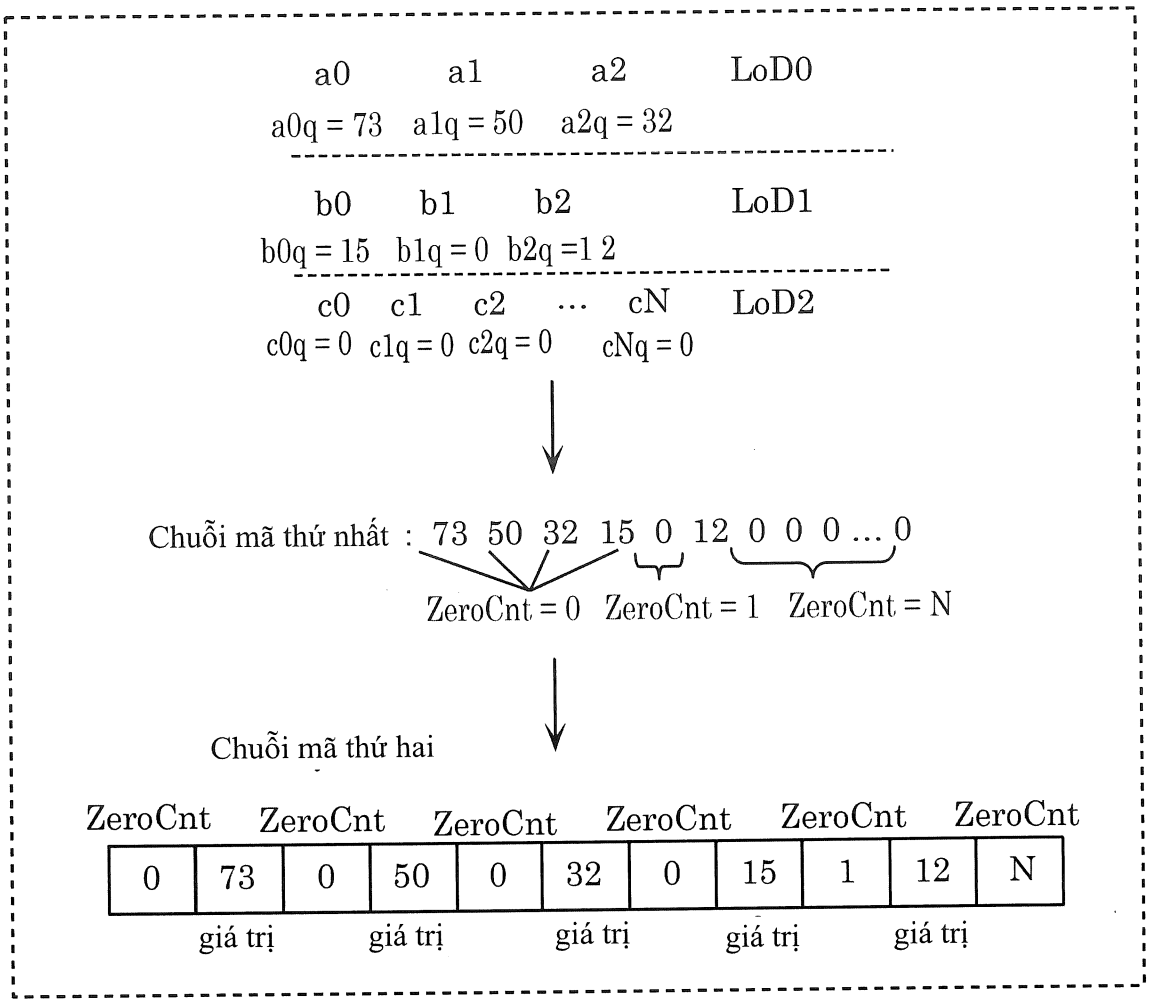


FIG. 95

ZeroCnt	Dữ liệu được nhị phân
0	0
1	10
2	110
...	...
T-1	11111...10
T	11111...11

FIG. 96

```
attribute_data {
 ...
 ZeroCnt
 for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {
  if (ZeroCnt > 0 ) {
    for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
         value[j][i] = 0
    --ZeroCnt
  }
  else {
     for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
       value[j][i]
     for(d=1, j=1; j<attribute_dimension; j++)
       if (value[j][i] != value[j-1][i])
         d = 0
     for(j=0; j< attribute_dimension; j++ )
       value[j][i] += d
     ZeroCnt
  }
 }
 ...
}
```

FIG. 97

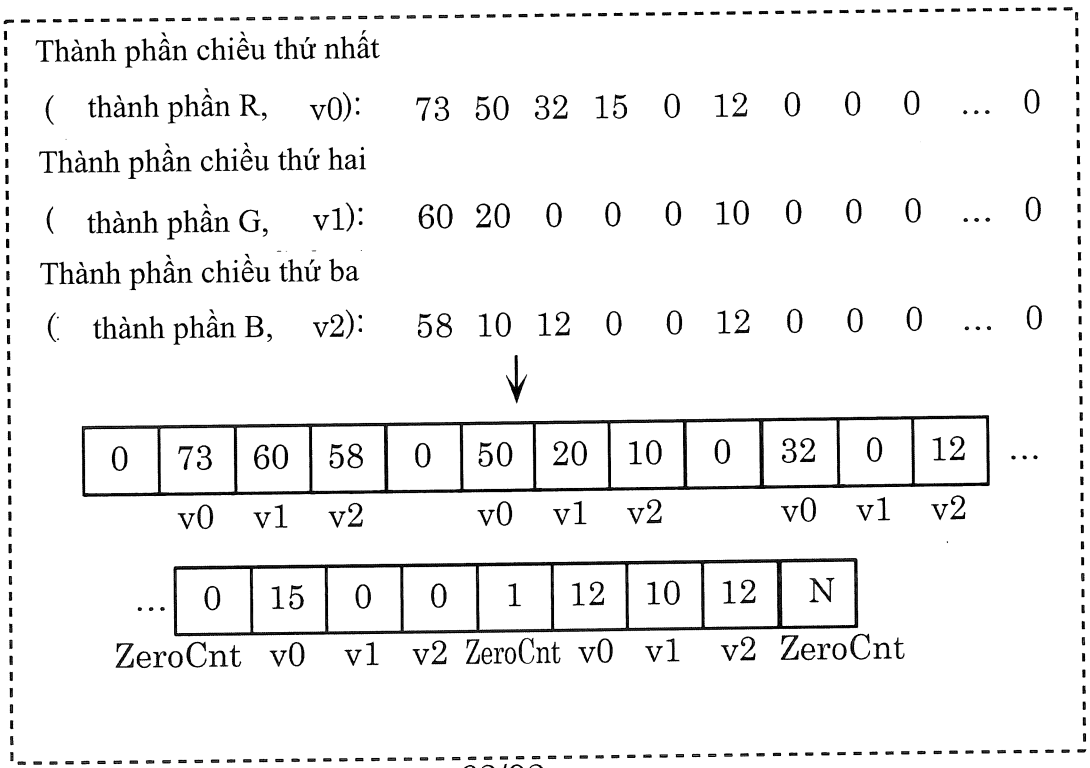


FIG. 98

```
attribute_data {
 ...
 ZeroCnt
 for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {
  if (maxdiff >= Thfix && NumPredMode[i] > 1)
   PredMode
  if (ZeroCnt > 0 ) {
   for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
        value[j][i] = 0
   --ZeroCnt
  }
  else {
    for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
      value [j][i]
    for(d=1, j=1; j<attribute_dimension; j++)
      if (value[j][i] != value[j-1][i])
        d = 0
    for(j=0; j< attribute_dimension; j++ )
      value[j][i] += d
    ZeroCnt
  }
 }
  ...
}
```

FIG. 99

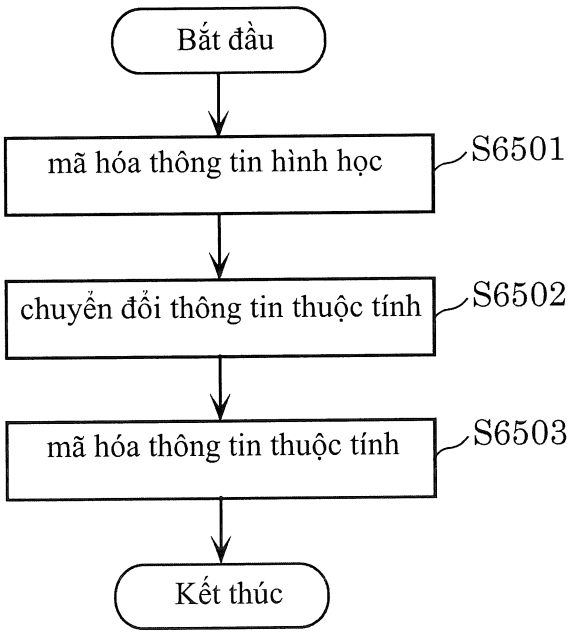


FIG. 100

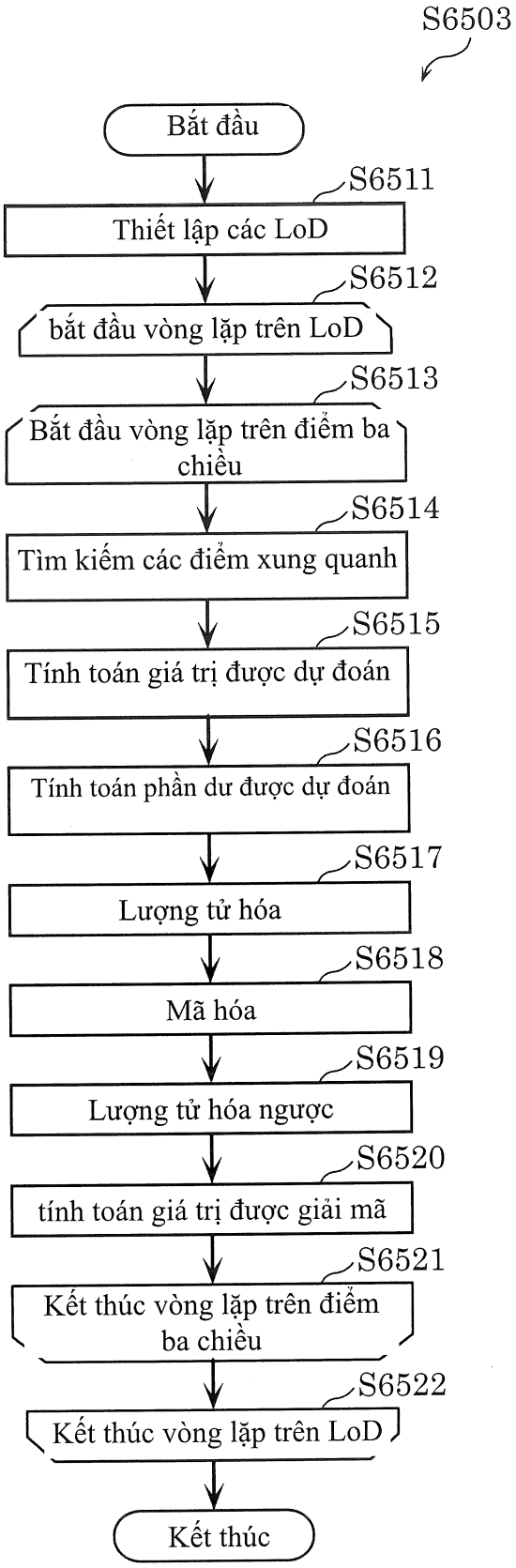

S6503
Bắt đầu
S6511
Thiết lập các LoD
S6512
bắt đầu vòng lặp trên LoD
S6513
Bắt đầu vòng lặp trên điểm ba chiều
S6514
Tìm kiếm các điểm xung quanh
S6515
Tính toán giá trị được dự đoán
S6516
Tính toán phần dư được dự đoán
S6517
Lượng tử hóa
S6518
Mã hóa
S6519
Lượng tử hóa ngược
S6520
tính toán giá trị được giải mã
S6521
Kết thúc vòng lặp trên điểm ba chiều
S6522
Kết thúc vòng lặp trên LoD
Kết thúc

FIG. 101

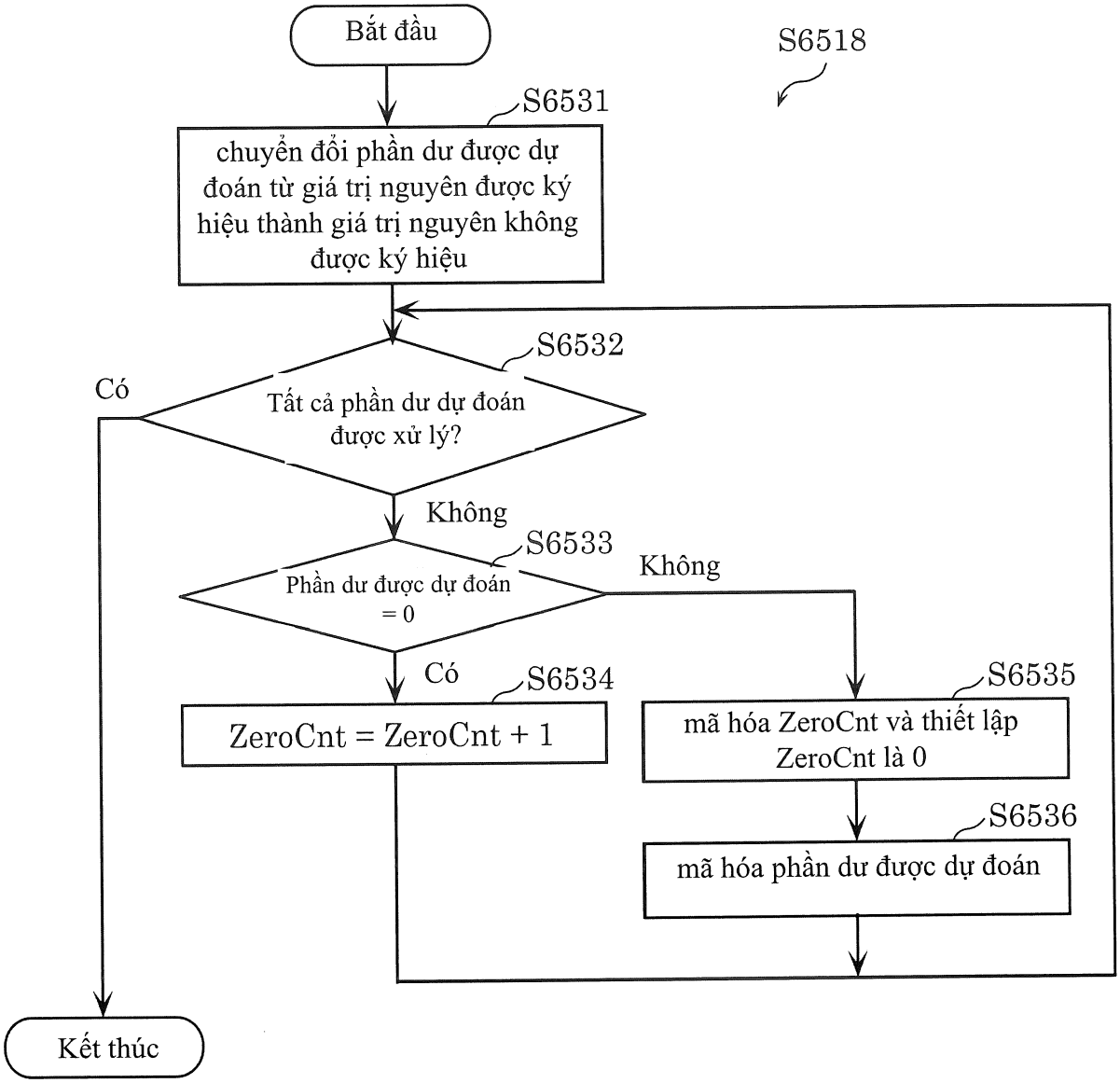


FIG. 102

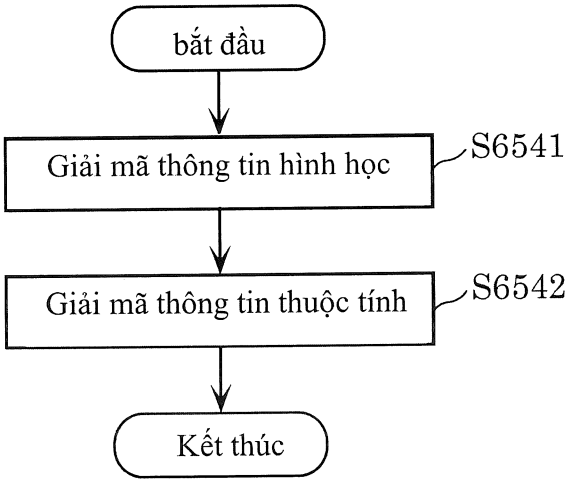


FIG. 103

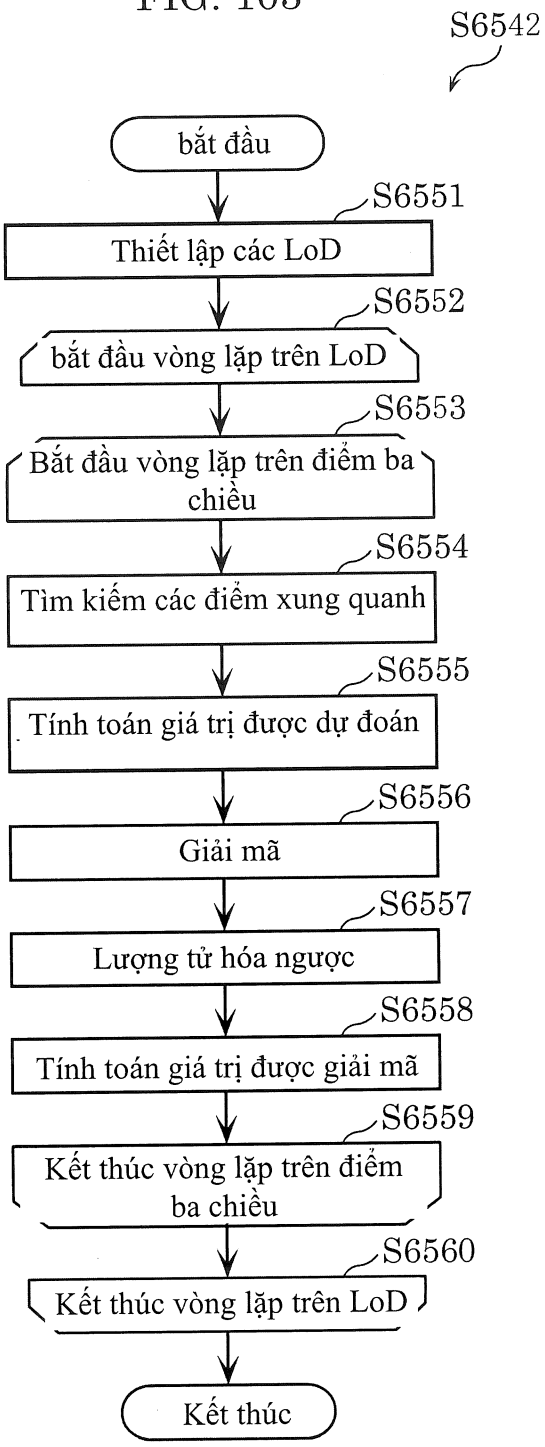

S6542
bắt đầu
S6551
Thiết lập các LoD
S6552
bắt đầu vòng lặp trên LoD
S6553
Bắt đầu vòng lặp trên điểm ba chiều
S6554
Tìm kiếm các điểm xung quanh
S6555
Tính toán giá trị được dự đoán
S6556
Giải mã
S6557
Lượng tử hóa ngược
S6558
Tính toán giá trị được giải mã
S6559
Kết thúc vòng lặp trên điểm ba chiều
S6560
Kết thúc vòng lặp trên LoD
Kết thúc

FIG. 104

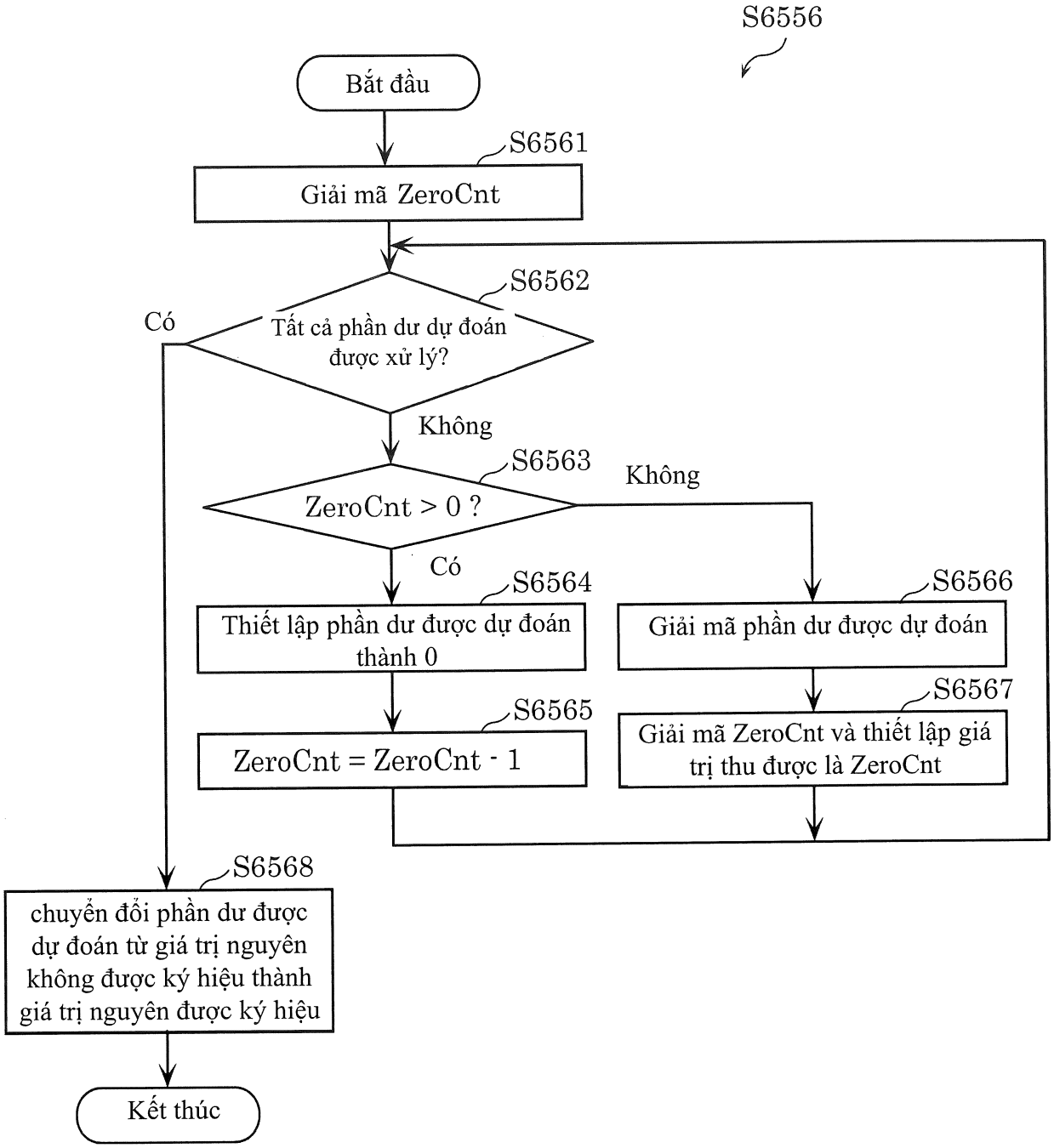

S6556
Bắt đầu
S6561
Giải mã ZeroCnt
S6562
Tất cả phần dư dự đoán được xử lý?
Có
Không
S6563
ZeroCnt > 0 ?
Không
Có
S6564
Thiết lập phần dư được dự đoán thành 0
S6565
ZeroCnt = ZeroCnt - 1
S6566
Giải mã phần dư được dự đoán
S6567
Giải mã ZeroCnt và thiết lập giá trị thu được là ZeroCnt
S6568
chuyển đổi phần dư được dự đoán từ giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu
Kết thúc

FIG. 105

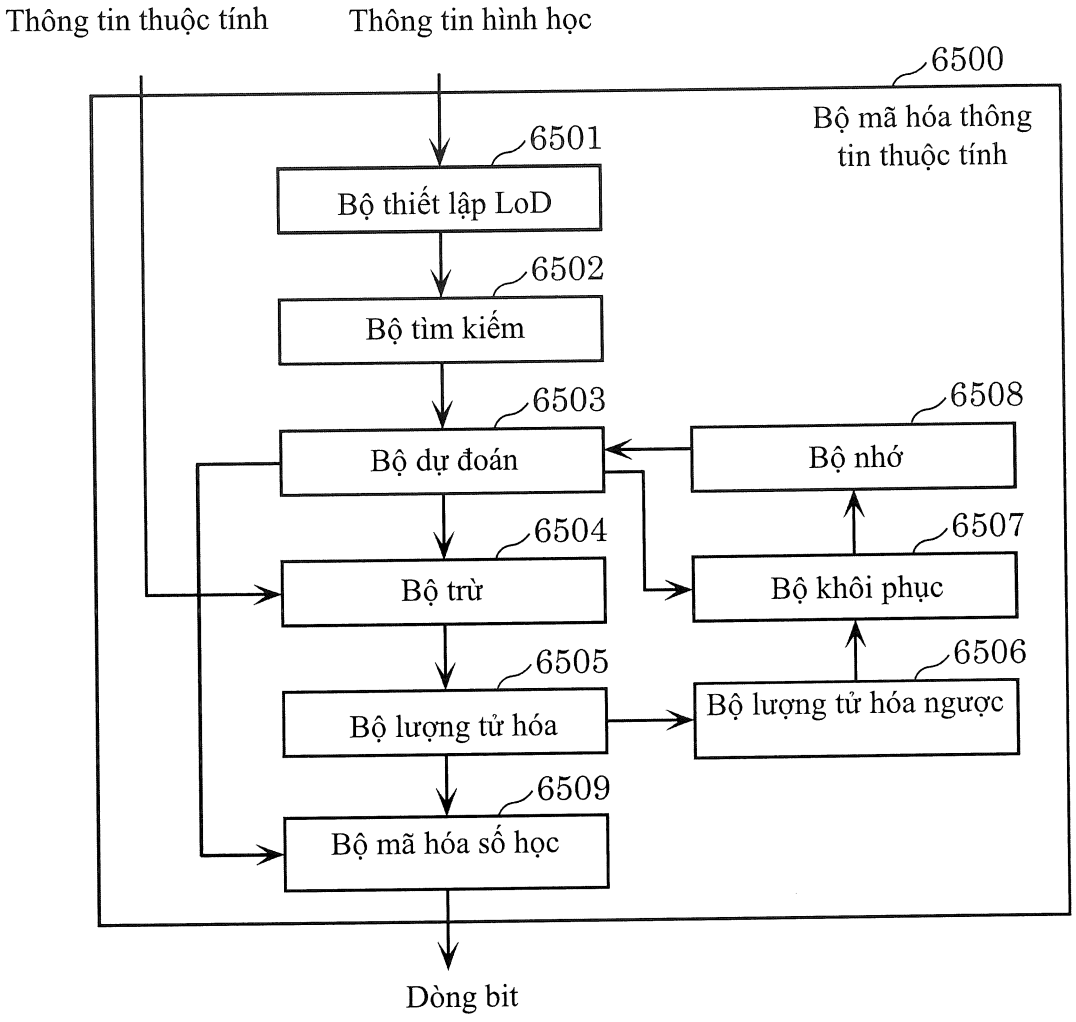

Thông tin thuộc tính
Thông tin hình học
6500
Bộ mã hóa thông tin thuộc tính
6501
Bộ thiết lập LoD
6502
Bộ tìm kiếm
6503
Bộ dự đoán
6508
Bộ nhớ
6504
Bộ trừ
6507
Bộ khôi phục
6505
Bộ lượng tử hóa
6506
Bộ lượng tử hóa ngược
6509
Bộ mã hóa số học
Dòng bit

FIG. 106

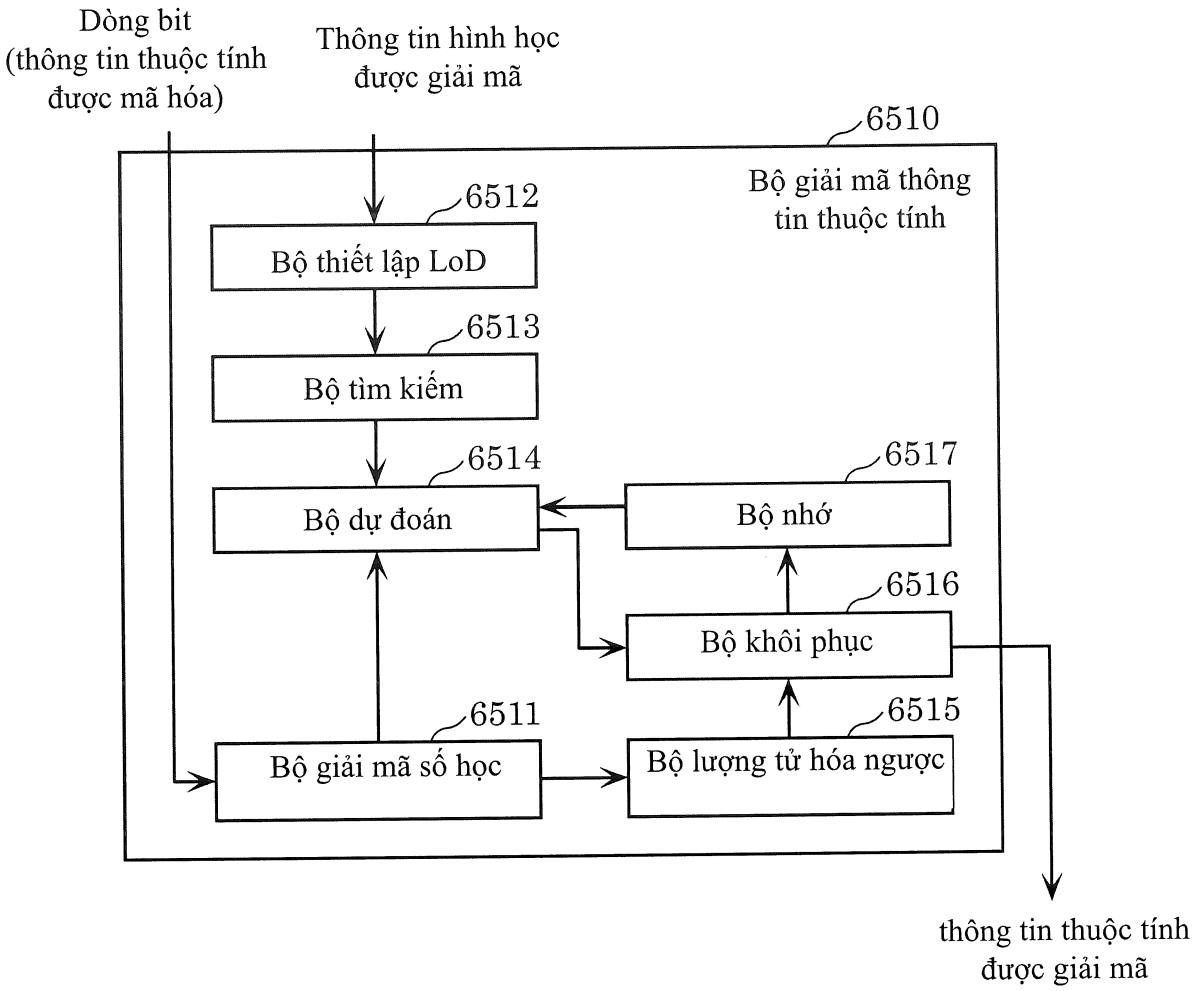

Dòng bit
(thông tin thuộc tính
được mã hóa)
Thông tin hình học
được giải mã
6510
Bộ giải mã thông
tin thuộc tính
6512
Bộ thiết lập LoD
6513
Bộ tìm kiếm
6514
Bộ dự đoán
6517
Bộ nhớ
6516
Bộ khôi phục
6511
Bộ giải mã số học
6515
Bộ lượng tử hóa ngược
thông tin thuộc tính
được giải mã

FIG. 107

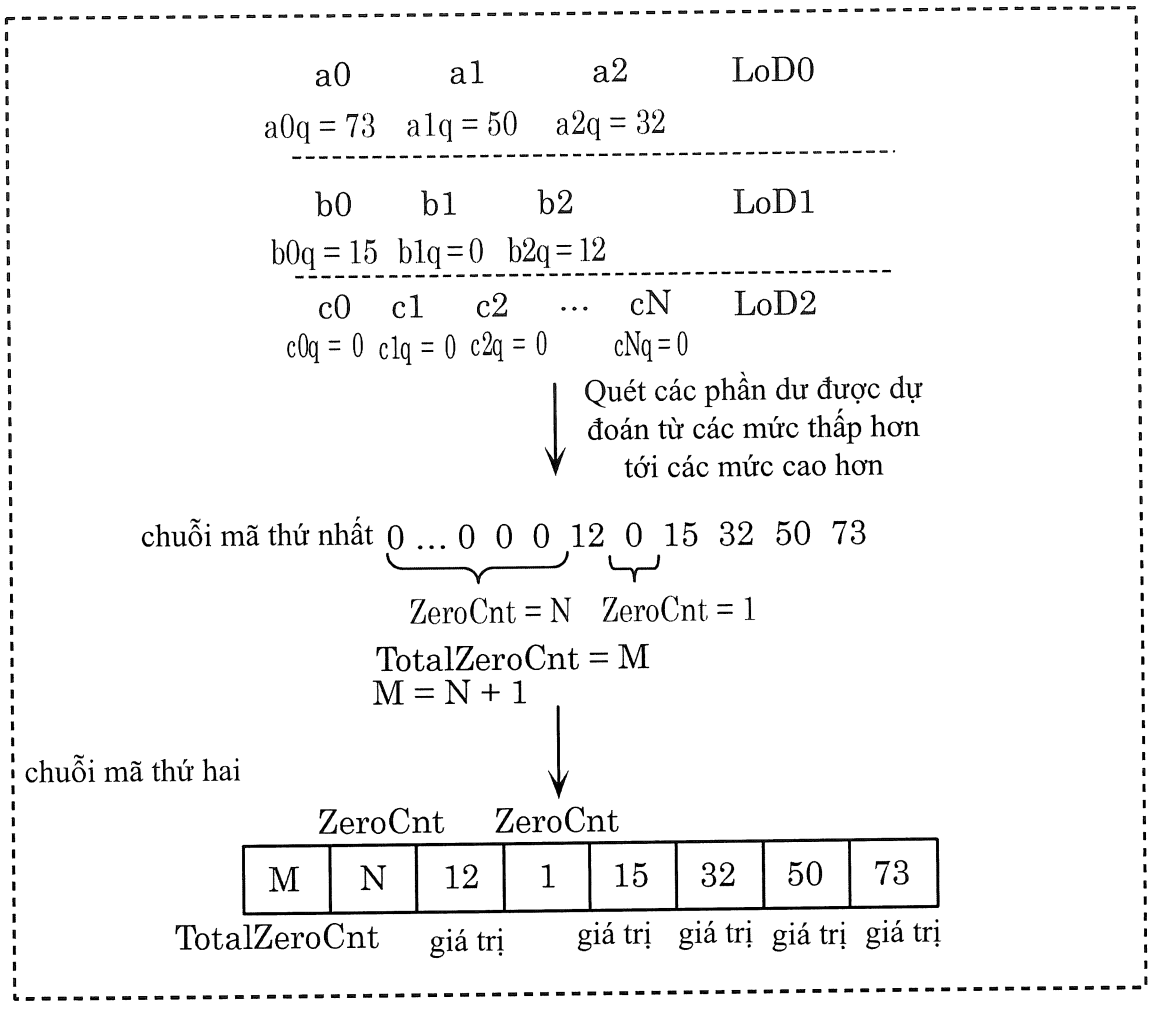

a0 a1 a2 LoD0
a0q = 73 a1q = 50 a2q = 32
b0 b1 b2 LoD1
b0q = 15 b1q = 0 b2q = 12
c0 c1 c2 ... cN LoD2
c0q = 0 c1q = 0 c2q = 0 cNq = 0
Quét các phần dư được dự đoán từ các mức thấp hơn tới các mức cao hơn
chuỗi mã thứ nhất 0 ... 0 0 0 12 0 15 32 50 73
ZeroCnt = N ZeroCnt = 1
TotalZeroCnt = M
M = N + 1
chuỗi mã thứ hai
ZeroCnt ZeroCnt
M N 12 1 15 32 50 73
TotalZeroCnt giá trị giá trị giá trị giá trị giá trị

FIG. 108

```
attribute_data {
 ...
 TotalZeroCnt
 ZeroCnt
 for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {
  if (ZeroCnt > 0 ) {
    for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
          value[j][i] = 0
    --ZeroCnt
  }
  else {
    for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
      value [j][i]
    for(d=1, j=1; j<attribute_dimension; j++)
      if (value[j][i] != value[j-1][i])
        d = 0
    for(j=0; j< attribute_dimension; j++ )
      value[j][i] += d
    if (TotalZeroCnt > 0) {
        ZeroCnt
      TotalZeroCnt = TotalZeroCnt – ZeroCnt
    }
  }
 }
 ...
}
```

FIG. 109

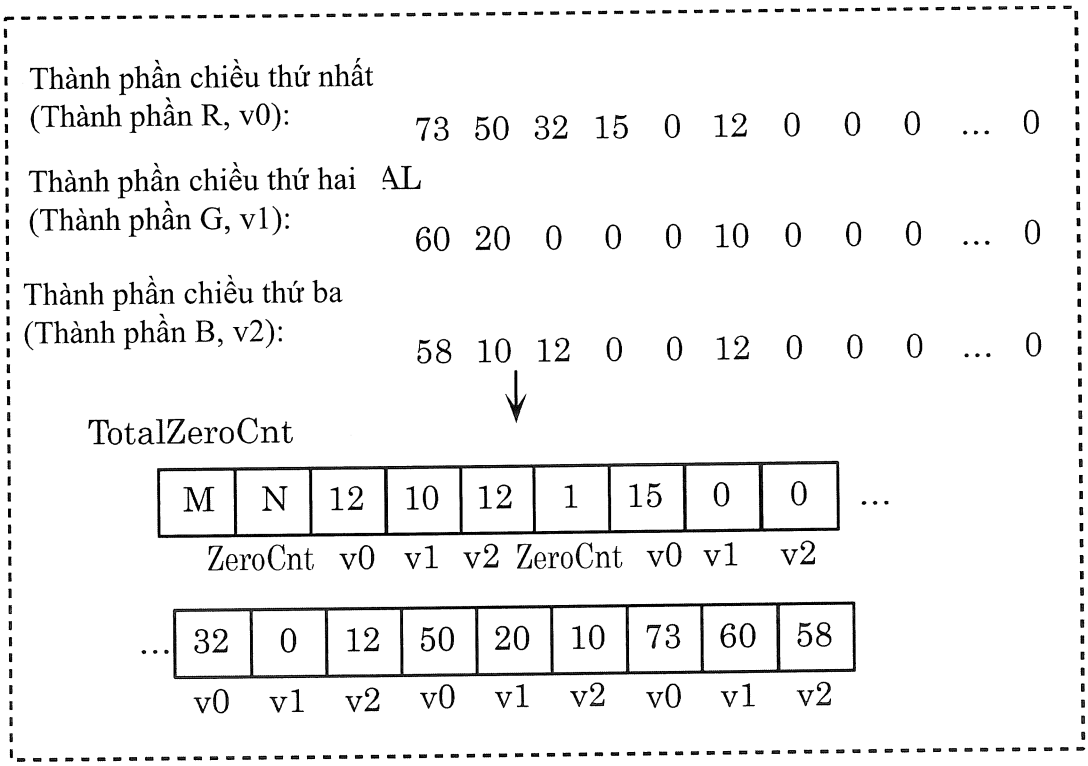


FIG. 110

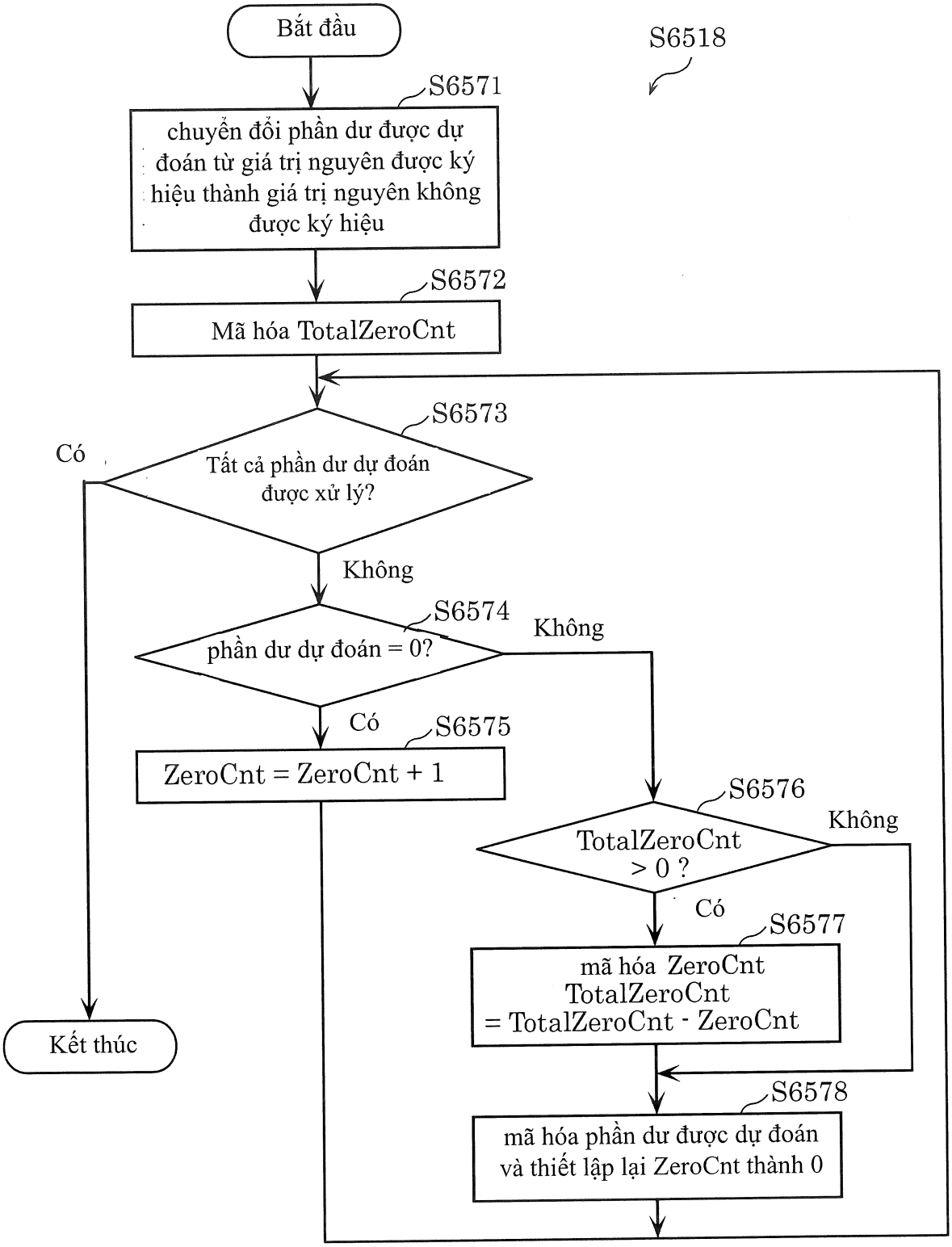

Bắt đầu
S6518
S6571
chuyển đổi phần dư được dự đoán từ giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu
S6572
Mã hóa TotalZeroCnt
S6573
Có
Tất cả phần dư dự đoán được xử lý?
Không
S6574
phần dư dự đoán = 0?
Không
Có
S6575
ZeroCnt = ZeroCnt + 1
S6576
Không
TotalZeroCnt > 0 ?
Có
S6577
mã hóa ZeroCnt
TotalZeroCnt
= TotalZeroCnt - ZeroCnt
S6578
mã hóa phần dư được dự đoán và thiết lập lại ZeroCnt thành 0
Kết thúc

FIG. 111

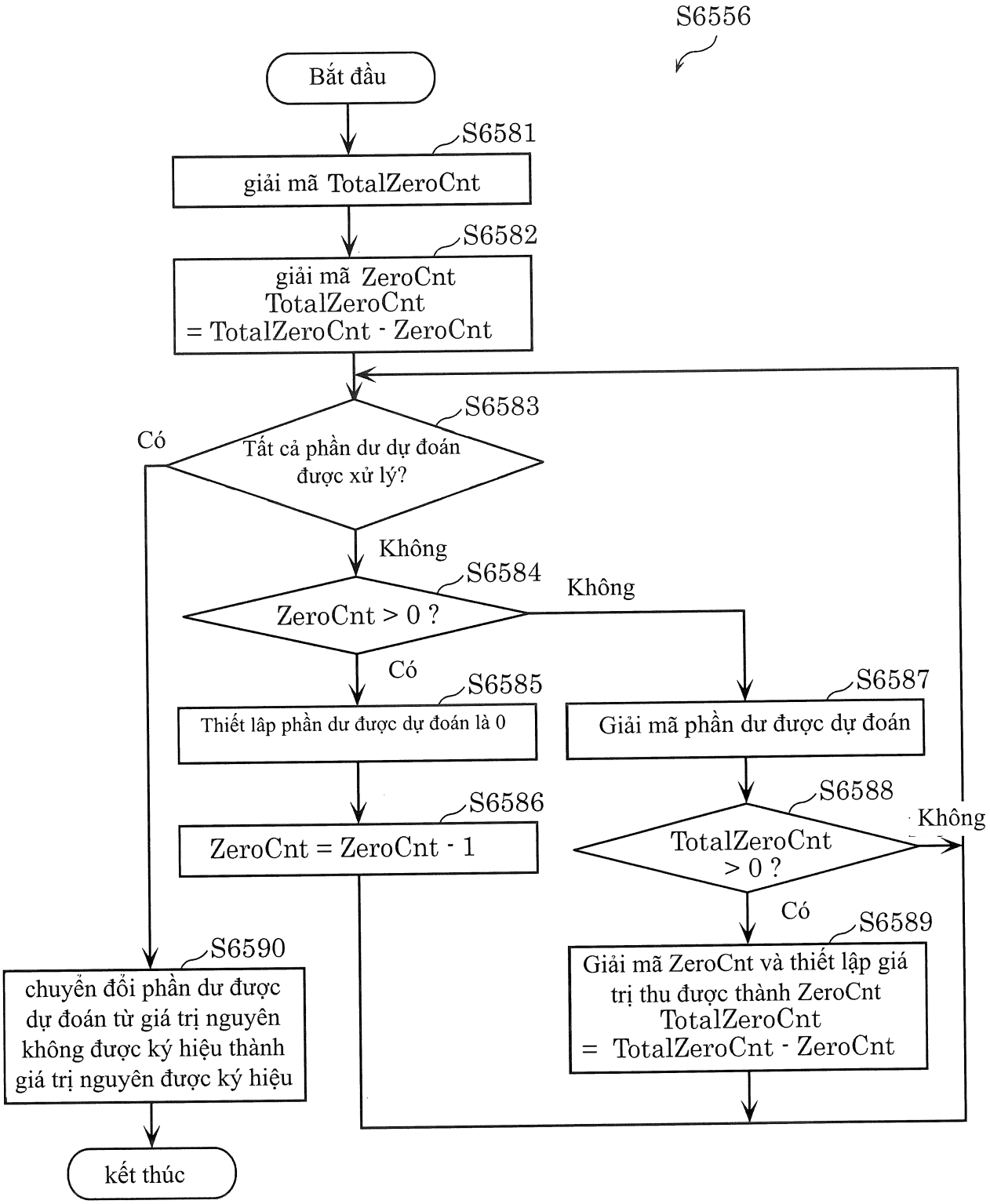

S6556
Bắt đầu
S6581
giải mã TotalZeroCnt
S6582
giải mã ZeroCnt
TotalZeroCnt
= TotalZeroCnt - ZeroCnt
S6583
Tất cả phần dư dự đoán được xử lý?
Có
Không
S6584
ZeroCnt > 0 ?
Không
Có
S6585
Thiết lập phần dư được dự đoán là 0
S6586
ZeroCnt = ZeroCnt - 1
S6587
Giải mã phần dư được dự đoán
S6588
TotalZeroCnt > 0 ?
Không
Có
S6589
Giải mã ZeroCnt và thiết lập giá trị thu được thành ZeroCnt
TotalZeroCnt
= TotalZeroCnt - ZeroCnt
S6590
chuyển đổi phần dư được dự đoán từ giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu
kết thúc

FIG. 112

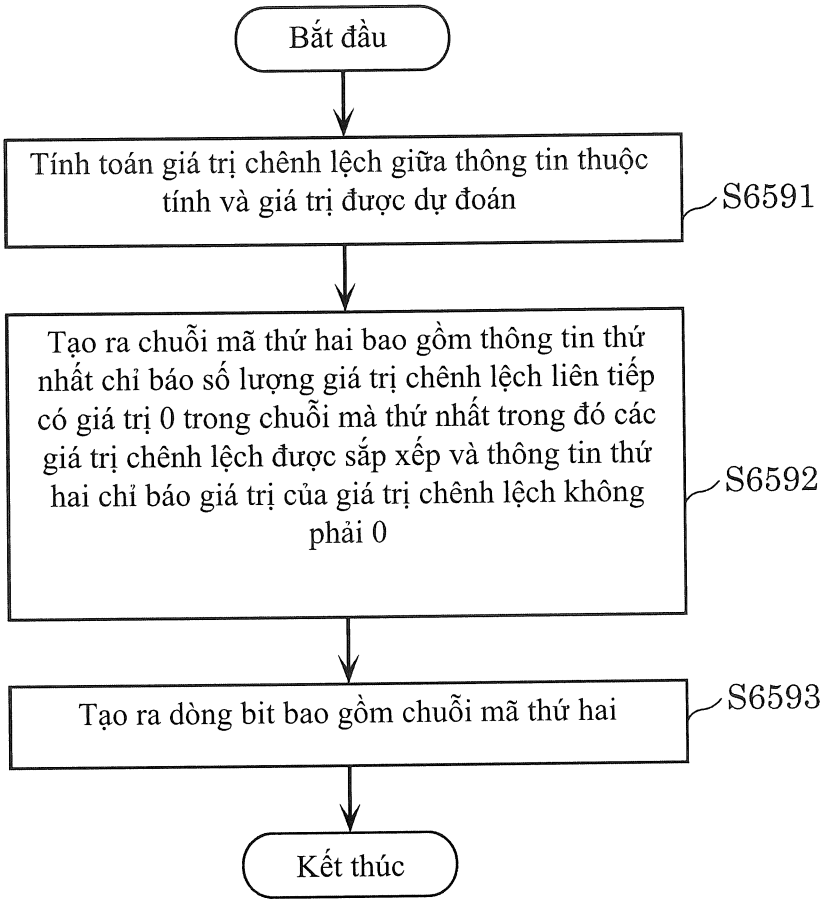


FIG. 113

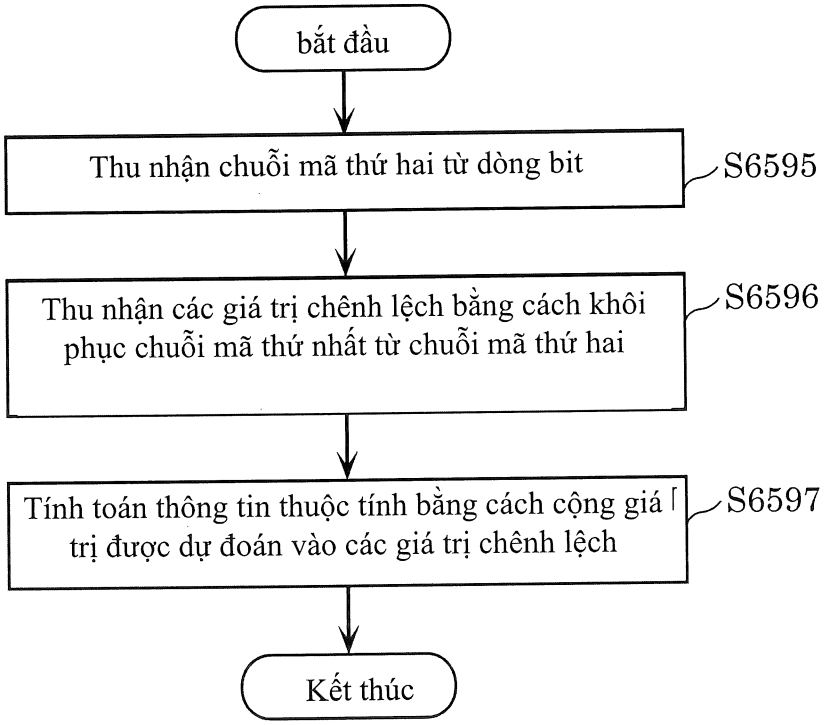


FIG. 114

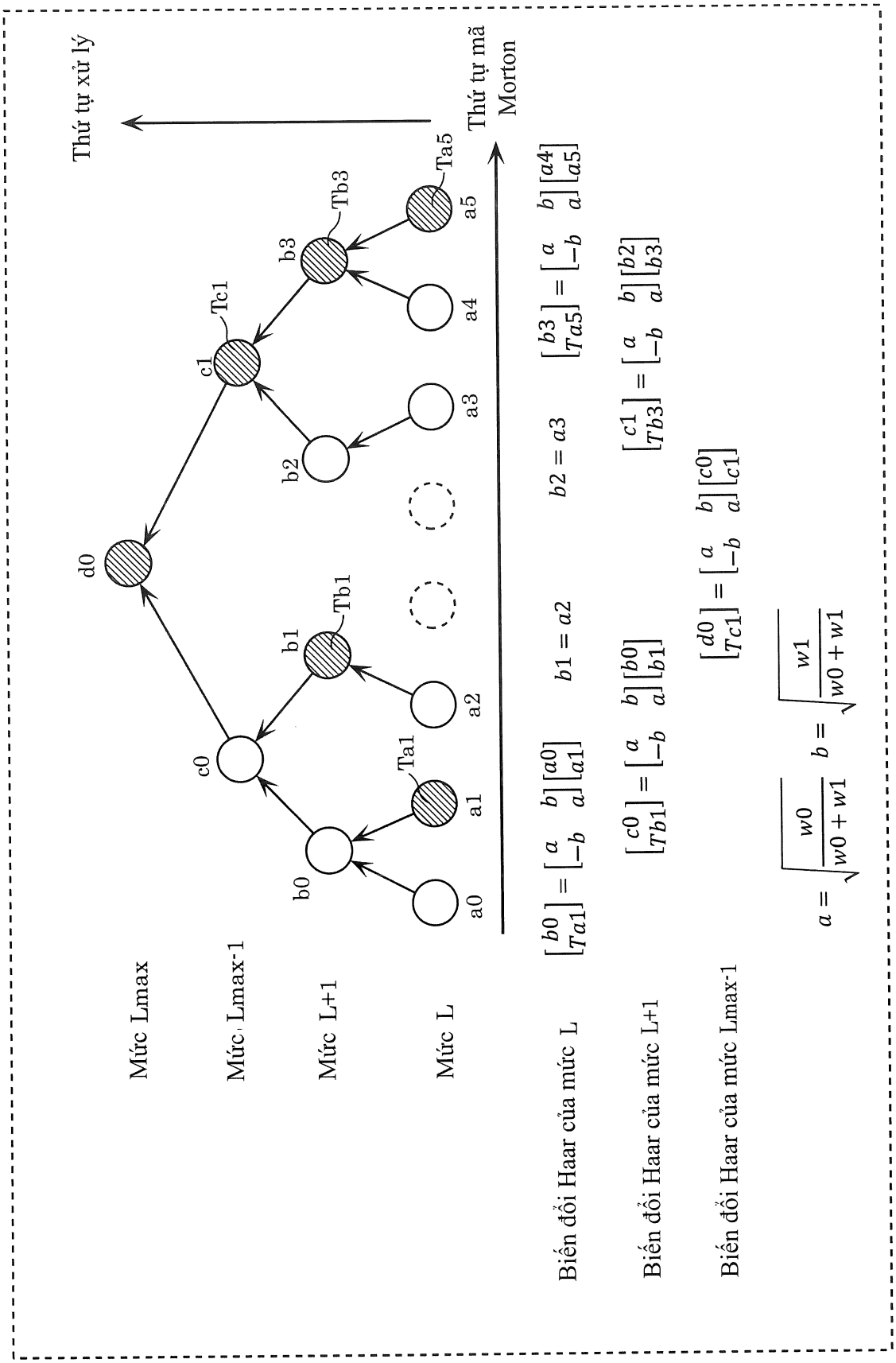

Thứ tự xử lý
Thứ tự mã Morton
Mức Lmax
Mức Lmax-1
Mức L+1
Mức L
d0
c0
c1
Tc1
b0
b1
Tb1
b2
b3
Tb3
Ta1
Ta5
a0
a1
a2
a3
a4
a5
Biến đổi Haar của mức L
$\begin{bmatrix} b0 \\ Ta1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a0 \\ a1 \end{bmatrix}$
$b1 = a2$
$b2 = a3$
$\begin{bmatrix} b3 \\ Ta5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a4 \\ a5 \end{bmatrix}$
Biến đổi Haar của mức L+1
$\begin{bmatrix} c0 \\ Tb1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b0 \\ b1 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} c1 \\ Tb3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b2 \\ b3 \end{bmatrix}$
Biến đổi Haar của mức Lmax-1
$\begin{bmatrix} d0 \\ Tc1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c0 \\ c1 \end{bmatrix}$
$a = \sqrt{\frac{w0}{w0+w1}} \quad b = \sqrt{\frac{w1}{w0+w1}}$

FIG. 115

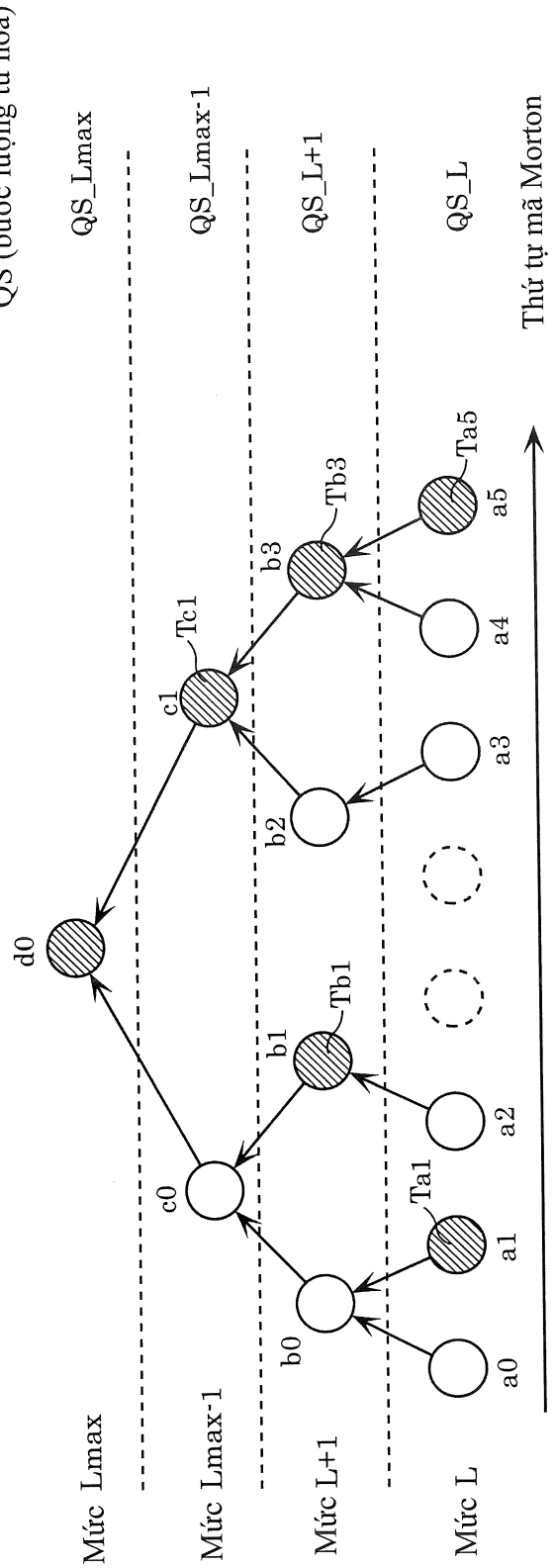

QS (bước lượng tử hóa)
QS_Lmax
QS_Lmax-1
QS_L+1
QS_L
Thứ tự mã Morton
Mức Lmax
Mức Lmax-1
Mức L+1
Mức L
d0
c0
c1
b0
b1
b2
b3
Tc1
Tb1
Tb3
Ta1
Ta5
a0
a1
a2
a3
a4
a5

FIG. 116

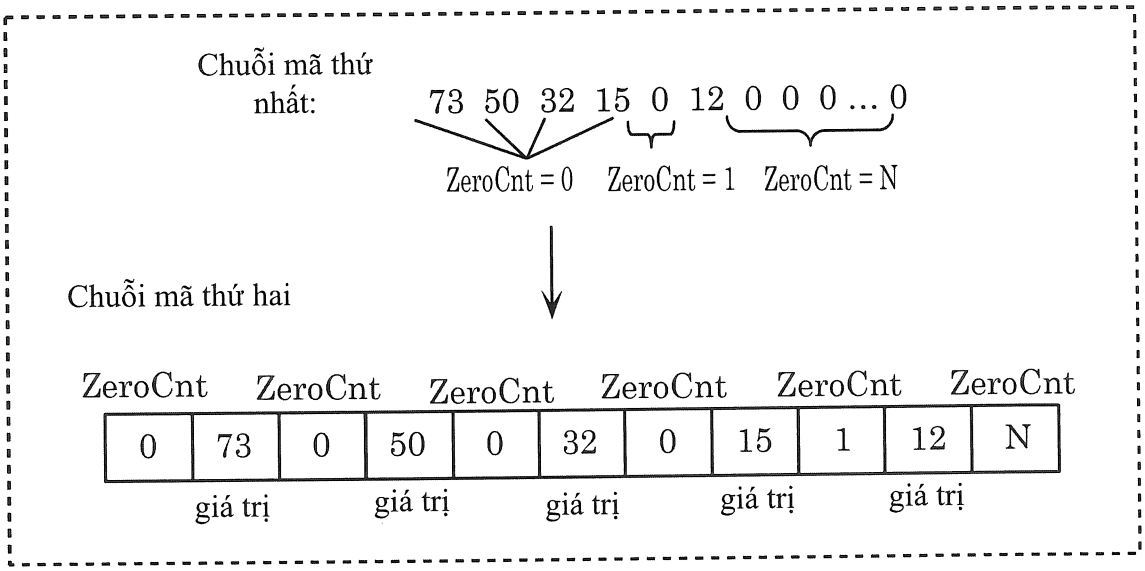


FIG. 117

ZeroCnt	Dữ liệu được nhị phân
0	0
1	10
2	110
...	...
T-1	11111...10
T	11111...11

FIG. 118

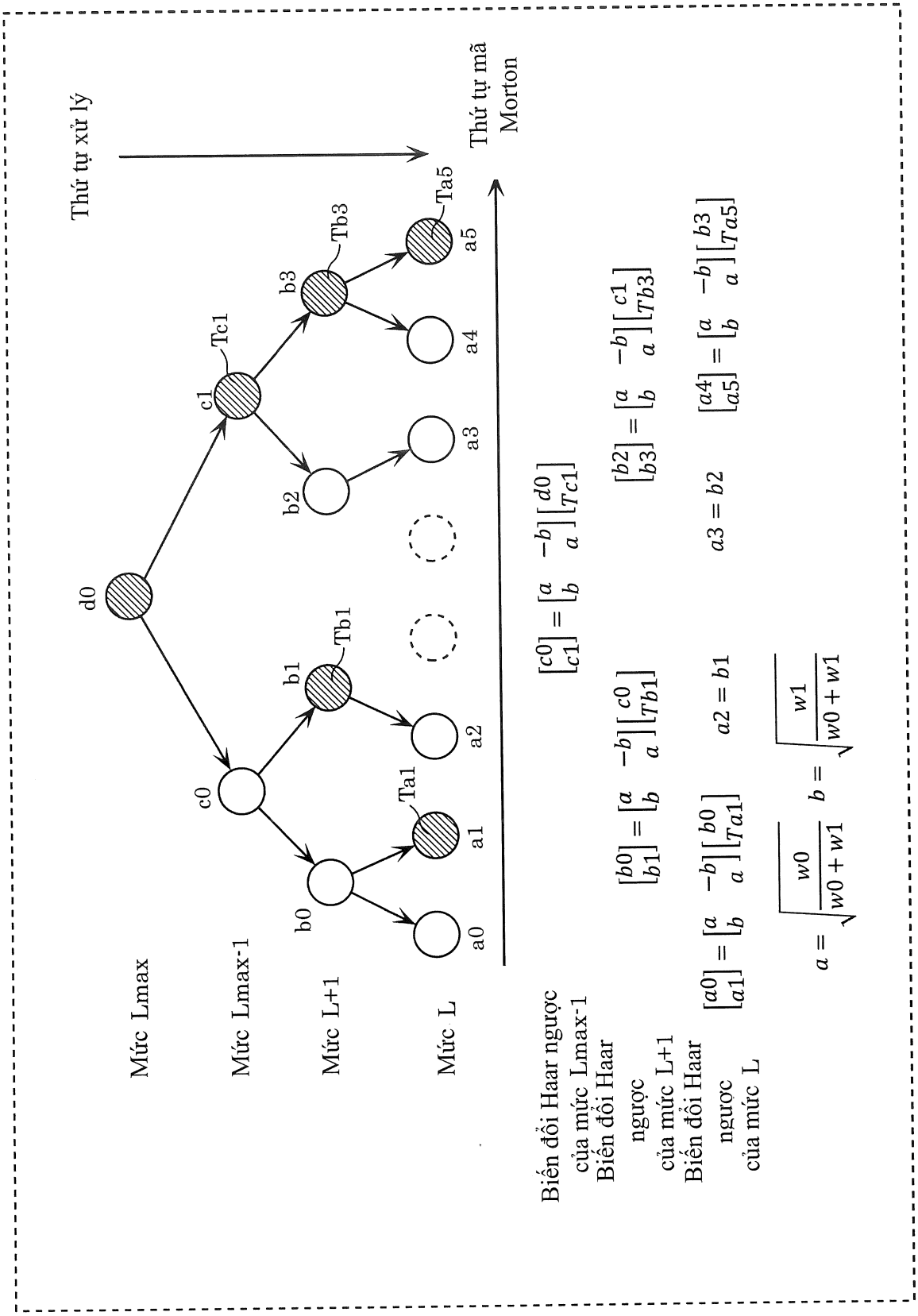

Thứ tự xử lý
Thứ tự mã Morton
Mức Lmax
Mức Lmax-1
Mức L+1
Mức L
d0
c0
c1
b0
b1
b2
b3
a0
a1
a2
a3
a4
a5
Tc1
Tb1
Tb3
Ta1
Ta5
Biến đổi Haar ngược của mức Lmax-1
$\begin{bmatrix} c0 \\ c1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d0 \\ Tc1 \end{bmatrix}$
Biến đổi Haar ngược của mức L+1
$\begin{bmatrix} b0 \\ b1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c0 \\ Tb1 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} b2 \\ b3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c1 \\ Tb3 \end{bmatrix}$
Biến đổi Haar ngược của mức L
$\begin{bmatrix} a0 \\ a1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b0 \\ Ta1 \end{bmatrix}$
$a2 = b1$
$a3 = b2$
$\begin{bmatrix} a4 \\ a5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b3 \\ Ta5 \end{bmatrix}$
$a = \sqrt{\frac{w0}{w0+w1}}$ $b = \sqrt{\frac{w1}{w0+w1}}$

FIG. 119

```
attribute_data {
 ...
 ZeroCnt
 for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {
  if (layerL >= TH_layer) {
   if (ZeroCnt > 0 ) {
     for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
           value[j][i] = 0
     --ZeroCnt
   }
   else {
      for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
         value[j][i]
      for(d=1, j=1; j<attribute_dimension; j++)
         if (value[j][i] != value[j-1][i])
           d = 0
      for(j=0; j< attribute_dimension; j++ )
         value[j][i] += d
      ZeroCnt
   }
  }
  else {
   if (ZeroCnt > 0 ) {
     value[0][i] = 0
     --ZeroCnt
   }
   else {
     value[0][i]
     value[0][i] += 1
      ZeroCnt
   }
  }
 }
  ...
}
```

FIG. 120

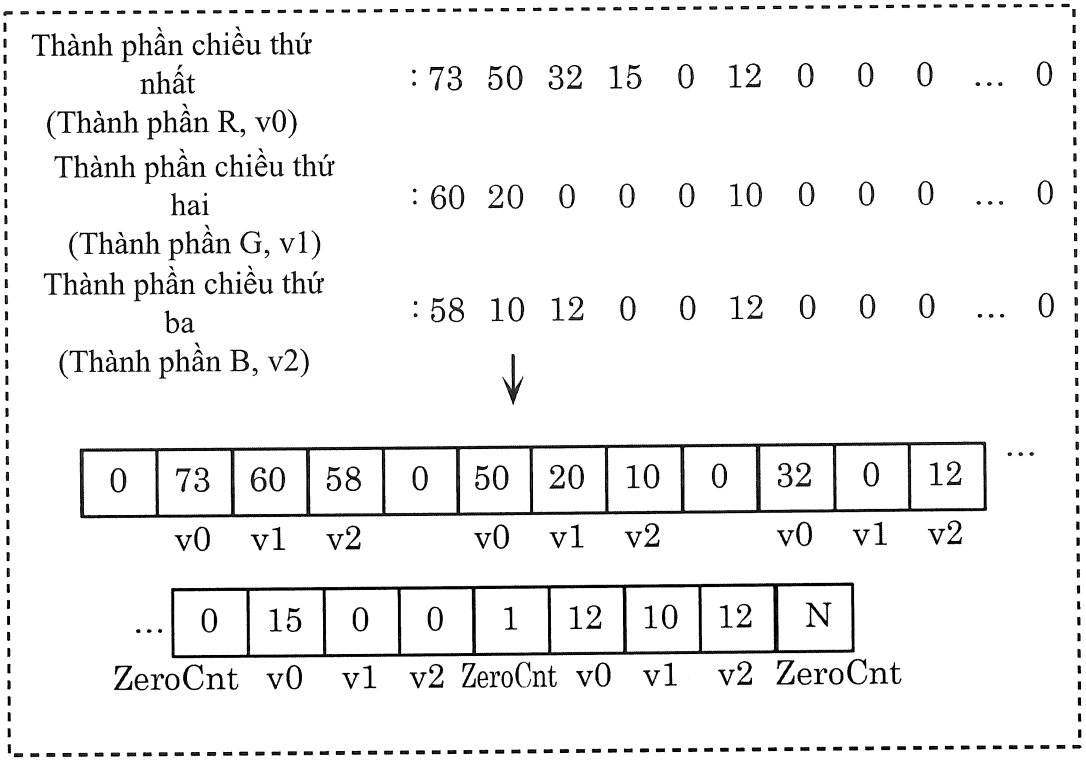

Thành phần chiều thứ nhất (Thành phần R, v0)
: 73 50 32 15 0 12 0 0 0 ... 0
Thành phần chiều thứ hai (Thành phần G, v1)
: 60 20 0 0 0 10 0 0 0 ... 0
Thành phần chiều thứ ba (Thành phần B, v2)
: 58 10 12 0 0 12 0 0 0 ... 0
0 73 60 58 0 50 20 10 0 32 0 12 ...
v0 v1 v2 v0 v1 v2 v0 v1 v2
... 0 15 0 0 1 12 10 12 N
ZeroCnt v0 v1 v2 ZeroCnt v0 v1 v2 ZeroCnt

FIG. 121

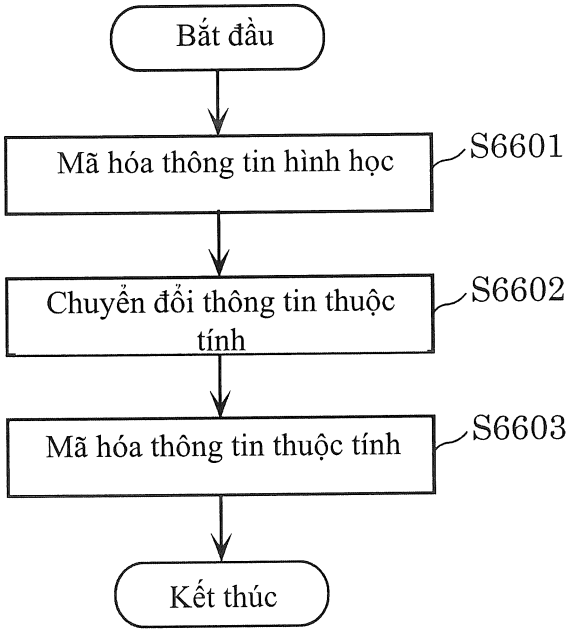


FIG. 122

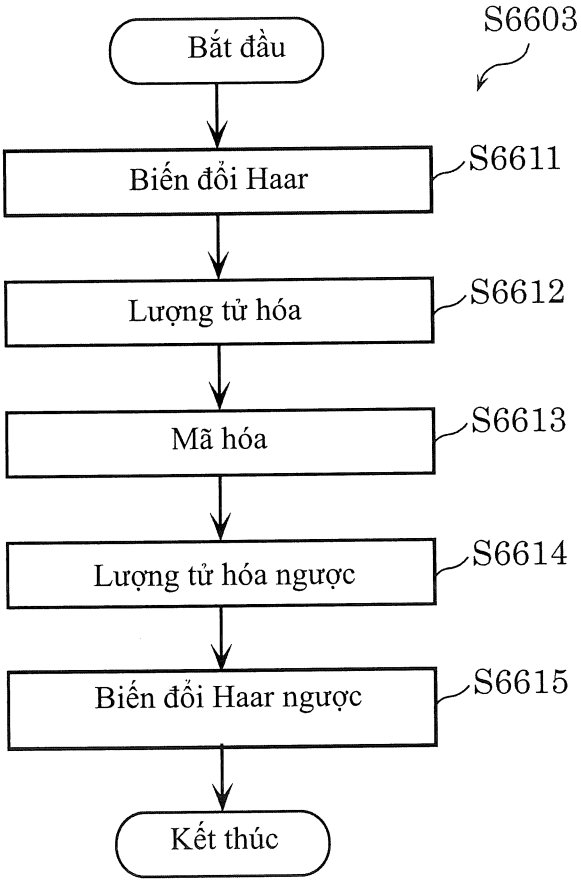


FIG. 123

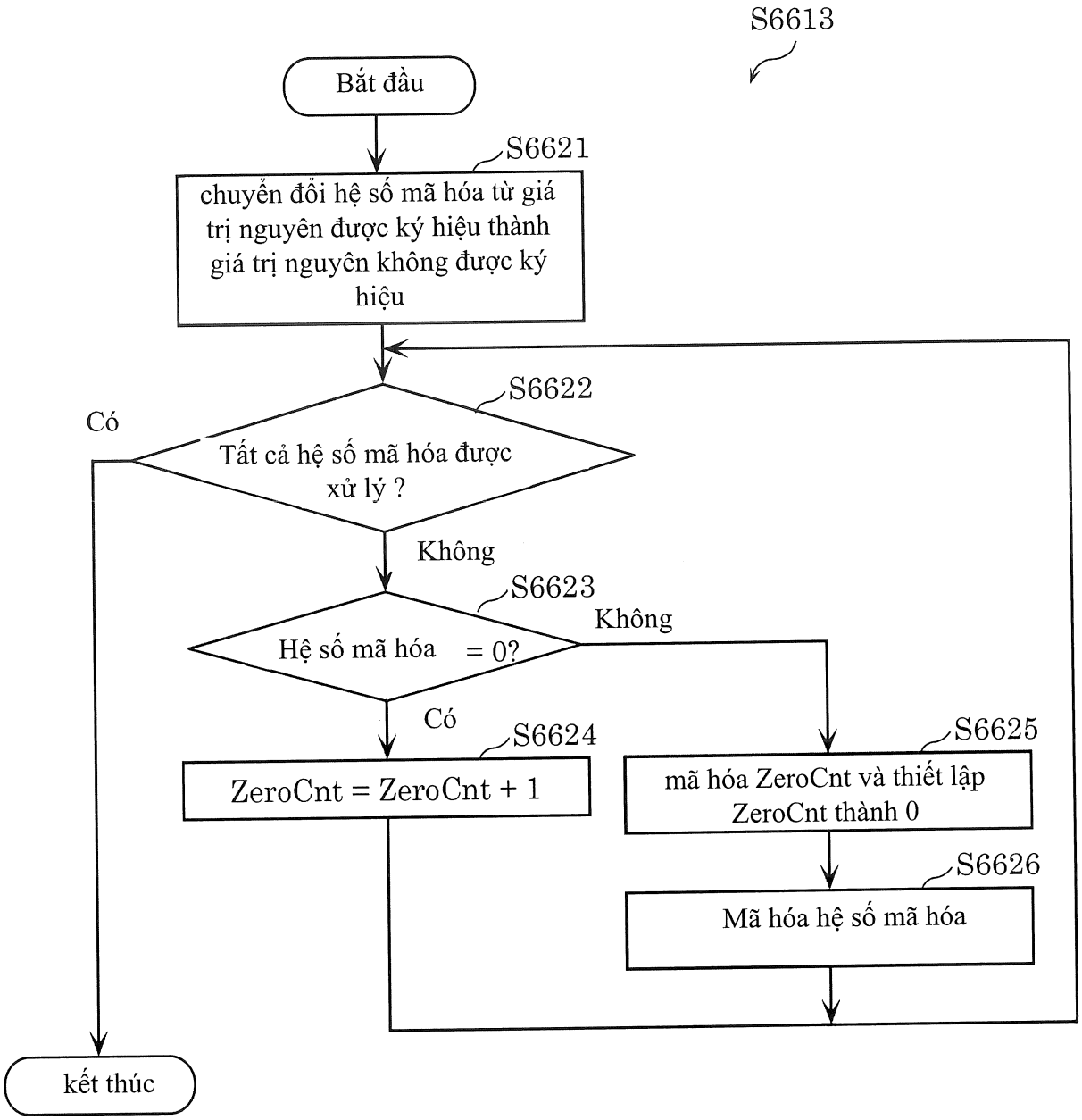

S6613
Bắt đầu
S6621
chuyển đổi hệ số mã hóa từ giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu
S6622
Tất cả hệ số mã hóa được xử lý ?
Có
Không
S6623
Hệ số mã hóa = 0?
Không
Có
S6624
ZeroCnt = ZeroCnt + 1
S6625
mã hóa ZeroCnt và thiết lập ZeroCnt thành 0
S6626
Mã hóa hệ số mã hóa
kết thúc

FIG. 124

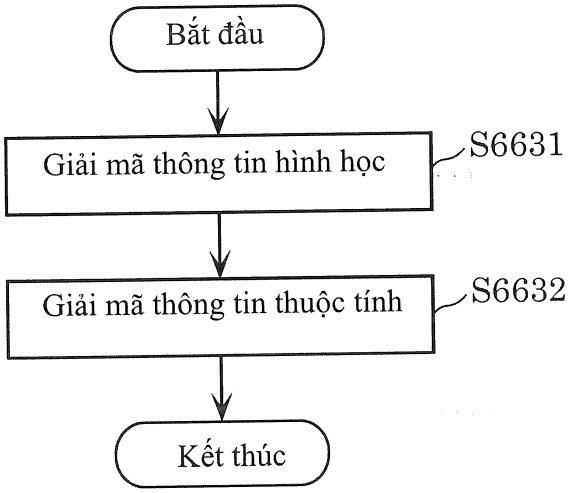


FIG. 125

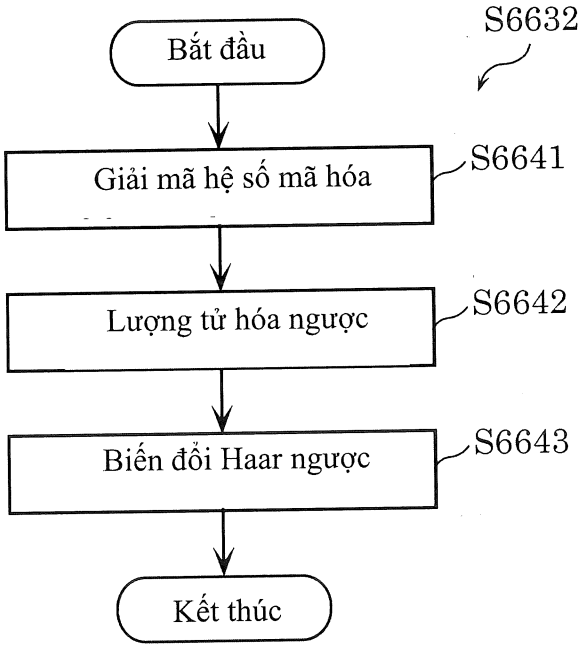


FIG. 126

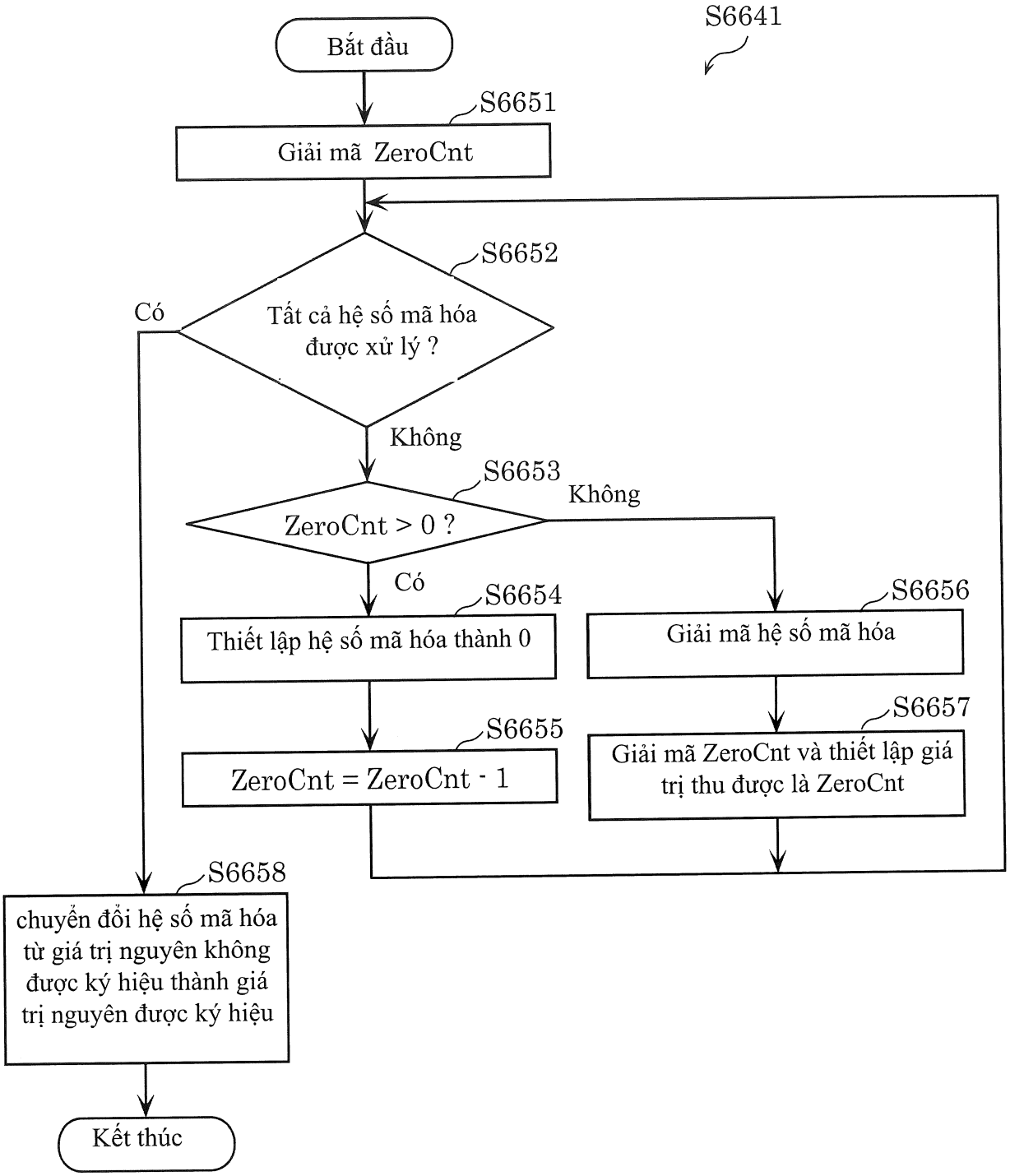

S6641
Bắt đầu
S6651
Giải mã ZeroCnt
S6652
Tất cả hệ số mã hóa được xử lý ?
Có
Không
S6653
ZeroCnt > 0 ?
Không
Có
S6654
Thiết lập hệ số mã hóa thành 0
S6656
Giải mã hệ số mã hóa
S6655
ZeroCnt = ZeroCnt - 1
S6657
Giải mã ZeroCnt và thiết lập giá trị thu được là ZeroCnt
S6658
chuyển đổi hệ số mã hóa từ giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu
Kết thúc

FIG. 127

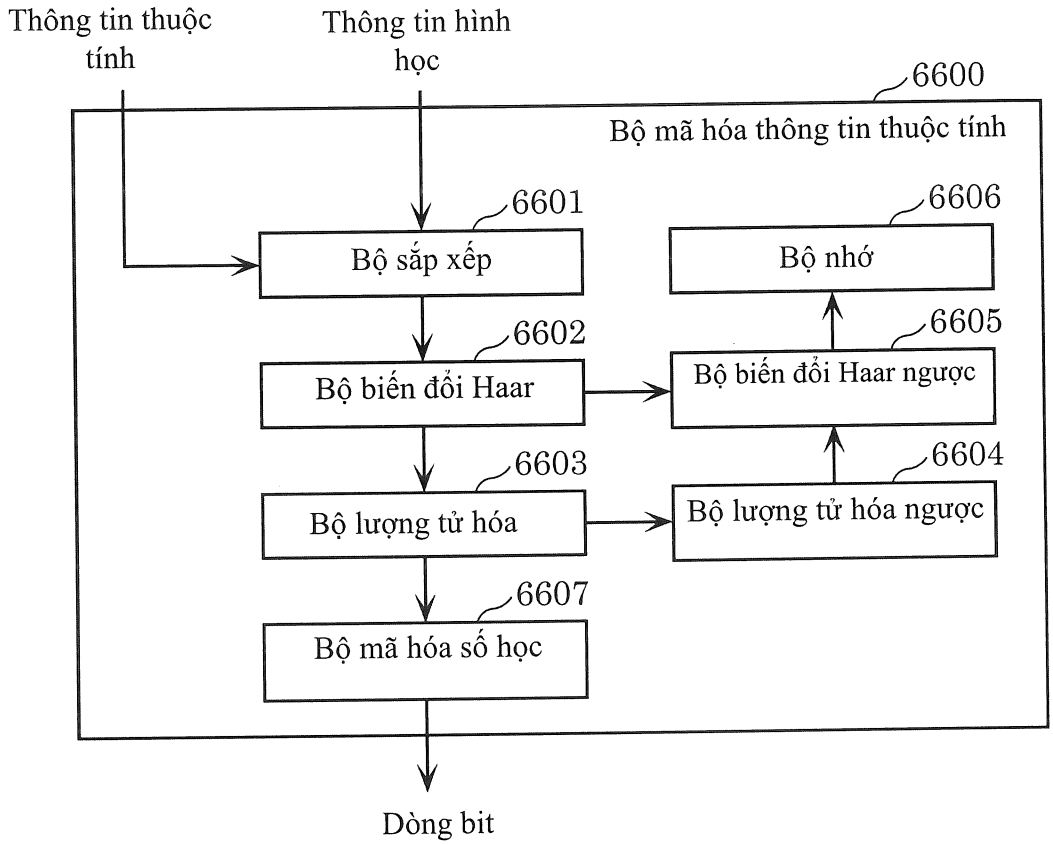


FIG. 128

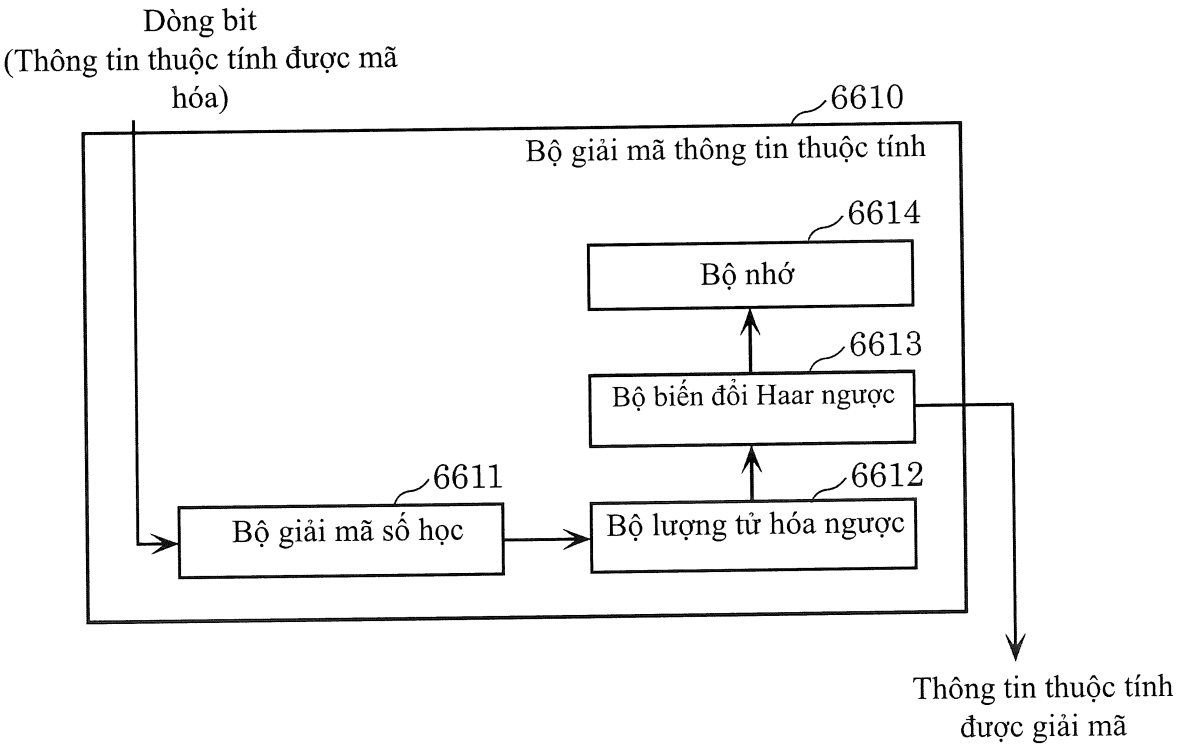


FIG. 129

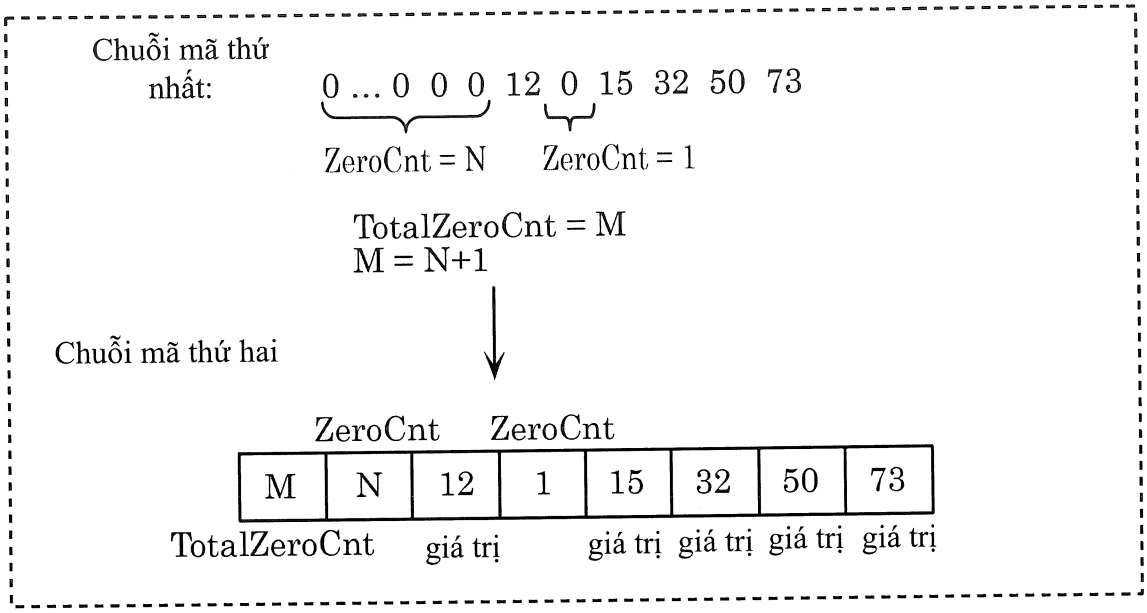

Chuỗi mã thứ nhất:
0 ... 0 0 0 12 0 15 32 50 73
ZeroCnt = N
ZeroCnt = 1
TotalZeroCnt = M
M = N+1
Chuỗi mã thứ hai
ZeroCnt
ZeroCnt
M
N
12
1
15
32
50
73
TotalZeroCnt
giá trị
giá trị
giá trị
giá trị
giá trị

FIG. 130

```
attribute_data {
 ...
 TotalZeroCnt
 ZeroCnt
 for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {
  if (layerL >= TH_layer) {
   if (ZeroCnt > 0 ) {
     for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
          value[j][i] = 0
     --ZeroCnt
   }
   else {
     for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
        value[j][i]
     for(d=1, j=1; j<attribute_dimension; j++)
        if (value[j][i] != value[j-1][i])
          d = 0
     for(j=0; j< attribute_dimension; j++ )
        value[j][i] += d
     if (TotalZeroCnt > 0) {
          ZeroCnt
       TotalZeroCnt = TotalZeroCnt – ZeroCnt
     }
   }
  }
  else {
   if (ZeroCnt > 0 ) {
     value[0][i] = 0
     --ZeroCnt
   }
   else {
     value[0][i]
     value[j][i] += 1
     if (TotalZeroCnt > 0) {
          ZeroCnt
       TotalZeroCnt = TotalZeroCnt – ZeroCnt
     }
    }
   }
  }
  ...
}
```

FIG. 131

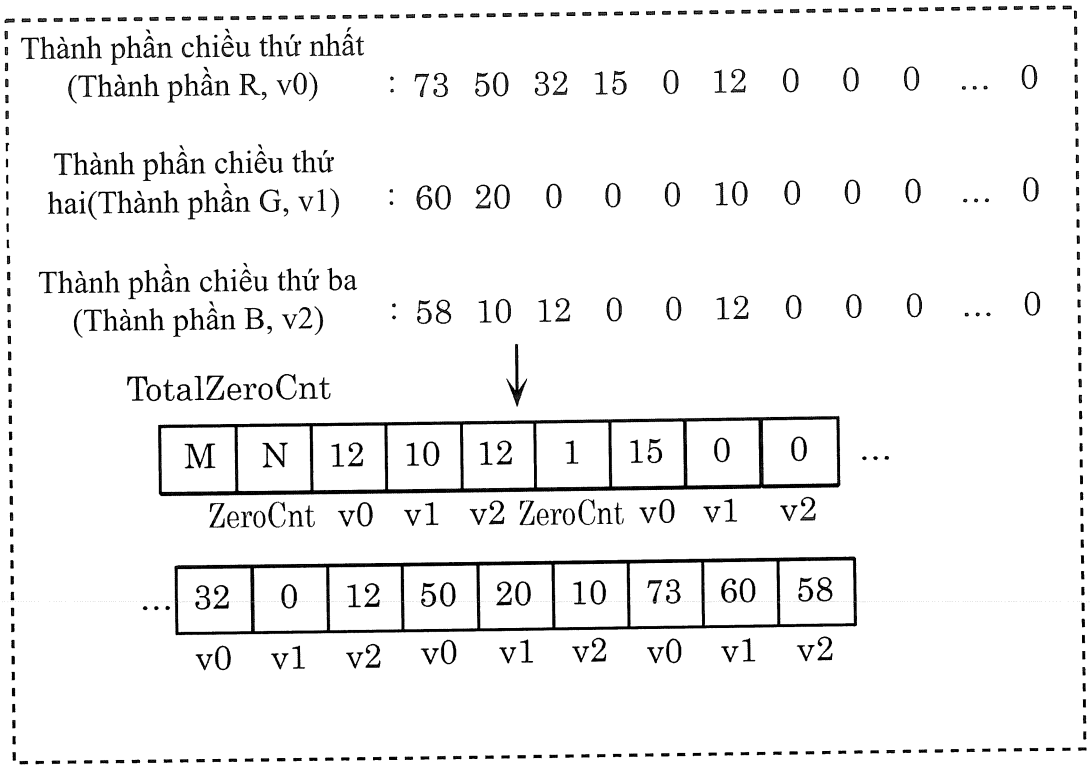

Thành phần chiều thứ nhất
(Thành phần R, v0) : 73 50 32 15 0 12 0 0 0 ... 0
Thành phần chiều thứ hai(Thành phần G, v1) : 60 20 0 0 0 10 0 0 0 ... 0
Thành phần chiều thứ ba
(Thành phần B, v2) : 58 10 12 0 0 12 0 0 0 ... 0
TotalZeroCnt
M N 12 10 12 1 15 0 0 ...
ZeroCnt v0 v1 v2 ZeroCnt v0 v1 v2
... 32 0 12 50 20 10 73 60 58
v0 v1 v2 v0 v1 v2 v0 v1 v2

FIG. 132

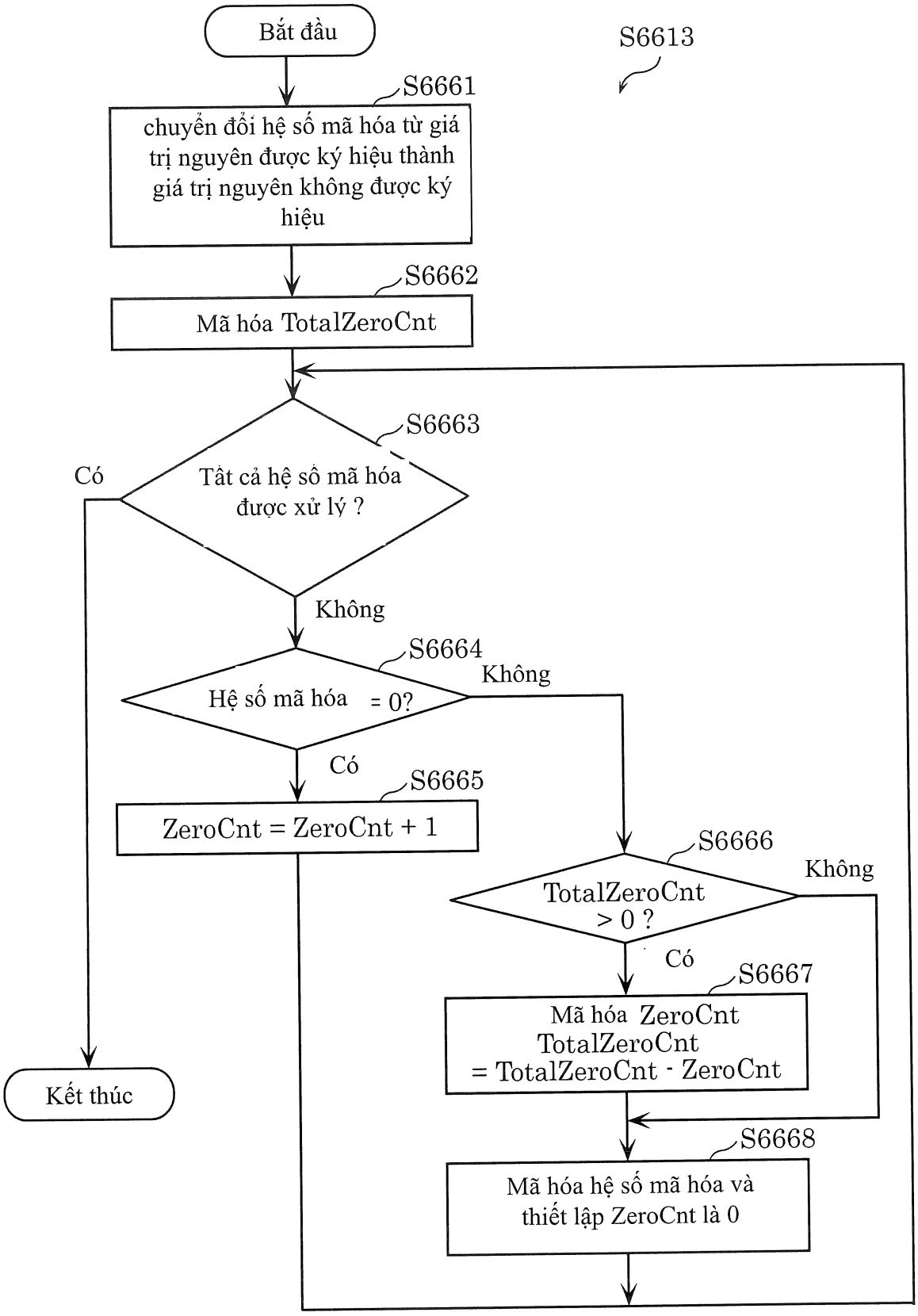

Bắt đầu
S6613
S6661
chuyển đổi hệ số mã hóa từ giá trị nguyên được ký hiệu thành giá trị nguyên không được ký hiệu
S6662
Mã hóa TotalZeroCnt
S6663
Tất cả hệ số mã hóa được xử lý ?
Có
Không
S6664
Hệ số mã hóa = 0?
Không
Có
S6665
ZeroCnt = ZeroCnt + 1
S6666
TotalZeroCnt > 0 ?
Không
Có
S6667
Mã hóa ZeroCnt
TotalZeroCnt
= TotalZeroCnt - ZeroCnt
S6668
Mã hóa hệ số mã hóa và thiết lập ZeroCnt là 0
Kết thúc

FIG. 133

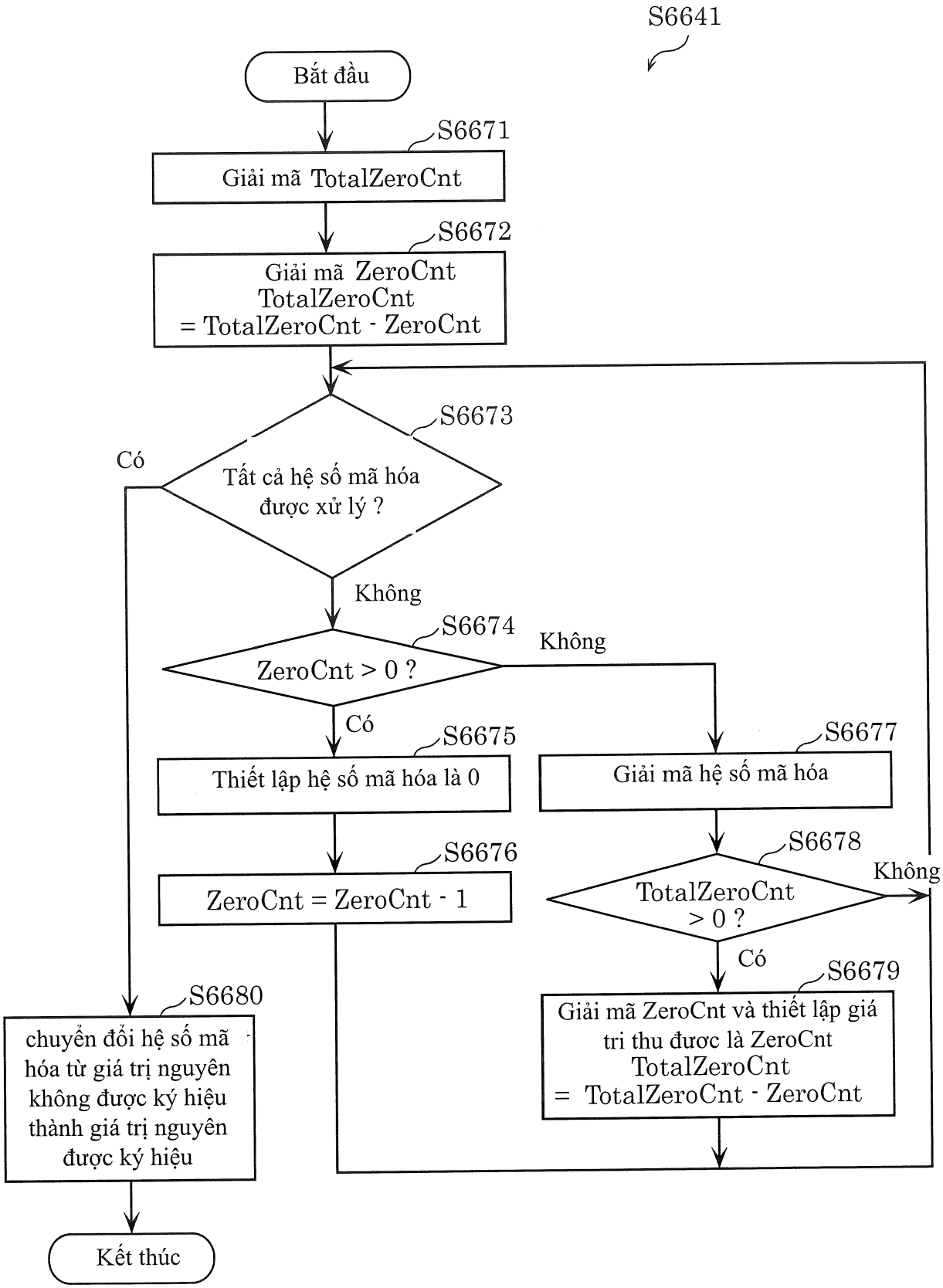

S6641
Bắt đầu
S6671
Giải mã TotalZeroCnt
S6672
Giải mã ZeroCnt
TotalZeroCnt
= TotalZeroCnt - ZeroCnt
S6673
Tất cả hệ số mã hóa được xử lý ?
Có
Không
S6674
ZeroCnt > 0 ?
Không
Có
S6675
Thiết lập hệ số mã hóa là 0
S6676
ZeroCnt = ZeroCnt - 1
S6677
Giải mã hệ số mã hóa
S6678
TotalZeroCnt > 0 ?
Không
Có
S6679
Giải mã ZeroCnt và thiết lập giá tri thu được là ZeroCnt
TotalZeroCnt
= TotalZeroCnt - ZeroCnt
S6680
chuyển đổi hệ số mã hóa từ giá trị nguyên không được ký hiệu thành giá trị nguyên được ký hiệu
Kết thúc

FIG. 134

```
attribute_data {
 ...
 ZeroCnt
 for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {
  if (ZeroCnt > 0 ) {
    for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
          value[j][i] = 0
    --ZeroCnt
  }
  else {
     for (j=0; j<attribute_dimension; j++)
        value[j][i]_greater_zero_flag
        if (value[j][i]_greater_zero_flag == 1) {
            value[j][i]_greater_one_flag
            if (value[j][i]_greater_one_flag == 1) {
                value[j][i]
                value[j][i] = value[j][i] + 2
            }
            else
                value[j][i] = 1
        }
        else
          value[j][i] = 0
     for(d=1, j=1; j<attribute_dimension; j++)
        if (value[j][i] != value[j-1][i])
          d = 0
     for(j=0; j< attribute_dimension; j++ )
        value[j][i] += d
     ZeroCnt
  }
 }
 ...
}
```

FIG. 135

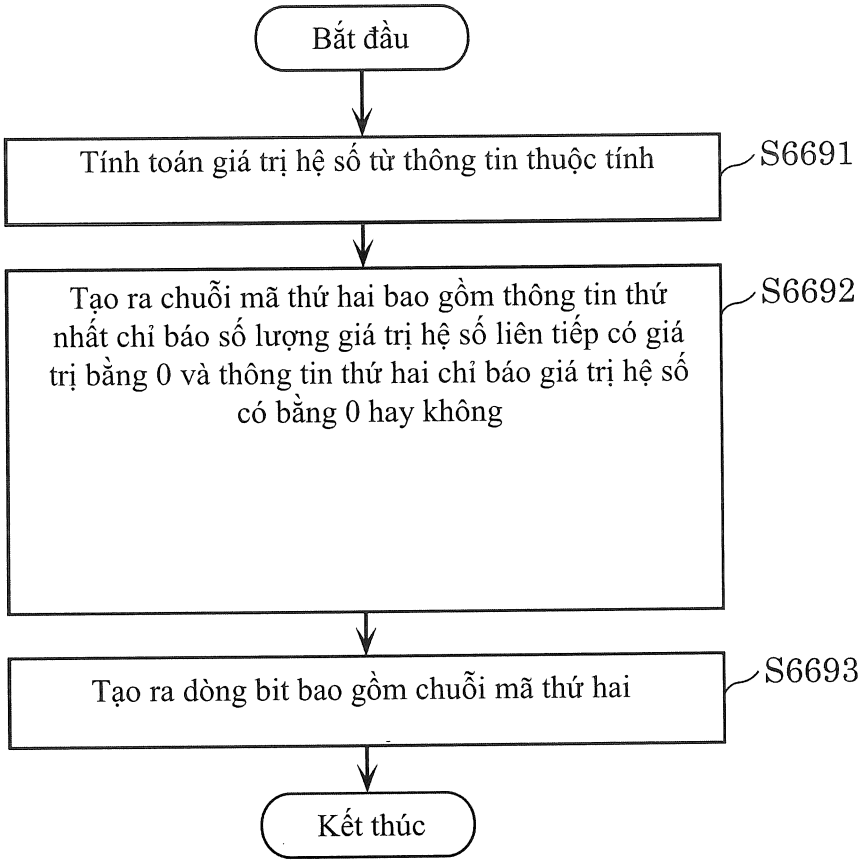


FIG. 136

