



(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)



1-0052633

(51)^{2020.01} H04N 19/96

(13) B

(21) 1-2021-06497

(22) 01/09/2020

(86) PCT/US2020/048913 01/09/2020

(87) WO2021/046038 11/03/2021

(30) 62/895,339 03/09/2019 US; 17/004,616 27/08/2020 US

(45) 27/10/2025 451

(43) 27/06/2022 411A

(73) TENCENT AMERICA LLC (US)

2747 Park Boulevard, Palo Alto, California 94306, United States of America

(72) VOSOUGHI, Arash (IR); YEA, Sehoon (KR); WENGER, Stephan (DE); LIU, Shan (US).

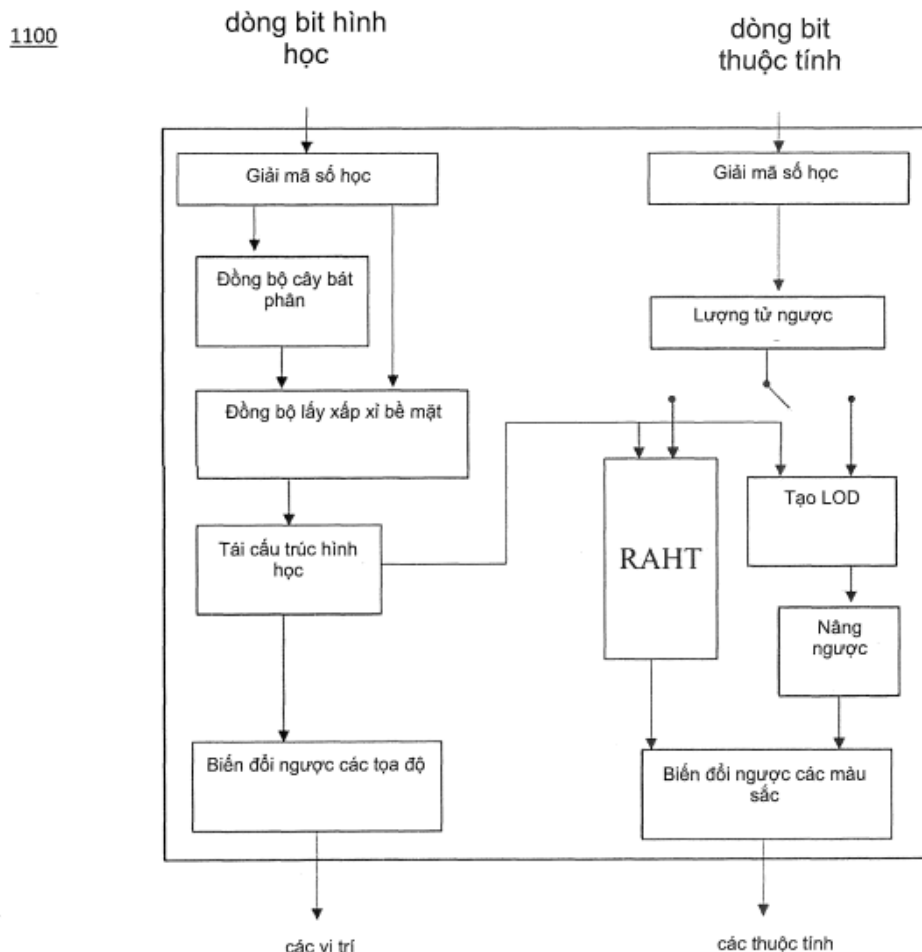
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA VIDEO, THIẾT BỊ MÃ HÓA VIDEO VÀ PHƯƠNG TIỆN BẤT BIẾN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2021-06497

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị bao gồm mã máy tính được tạo cấu hình để khiến bộ xử lý hoặc các bộ xử lý thực hiện thu nhận nút nhánh của dữ liệu nén đám mây điểm dựa trên hình học (G-PCC), phân chia nút nhánh thành nhiều khối phỏng lập phương, lấy các hỗn hợp tam giác phi kết nối riêng biệt cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương, và mã hóa các cờ theo cách tương ứng cho mỗi trong số các cạnh của mỗi trong số các khối phỏng lập phương, trong đó các cờ chỉ báo xem các đỉnh của các hỗn hợp tam giác phi kết nối riêng biệt được thể hiện trên mỗi trong số các cạnh hay không.

Fig.11



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các kỹ thuật mã hóa đám mây điểm cụ thể hơn là việc nén hình học đám mây điểm bao gồm tạo ra việc nén có tổn hao hỗn hợp tam giác phi kết nối (Trisoup) của MPEG/G-PCC và bao gồm cơ chế RDO nhanh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự biểu diễn 3D nâng cao của thế giới đang cho phép các hình thức tương tác và giao tiếp phong phú hơn. Chúng cũng cho phép máy móc hiểu, diễn giải và điều hướng thế giới của chúng ta. Các đám mây điểm đã được sử dụng rộng rãi dưới dạng biểu diễn 3D của thế giới. Một số trường hợp sử dụng được kết hợp với dữ liệu đám mây điểm đã được xác định, và các yêu cầu tương ứng cho việc biểu diễn và nén đám mây điểm đã được phát triển.

Đám mây điểm là tập hợp các điểm trong không gian 3D, mỗi điểm có các thuộc tính được liên kết, ví dụ như màu sắc, các tính chất vật liệu, v.v.. Các đám mây điểm có thể được sử dụng để tái cấu trúc đối tượng hoặc cảnh dưới dạng một kết hợp của các đám mây điểm này. Chúng có thể được chụp bằng cách sử dụng nhiều camera và các cảm biến độ sâu trong các thiết lập khác nhau và có thể được thực hiện lên tới hàng nghìn đến hàng tỷ điểm để biểu thị một cách chân thực các cảnh được tái cấu trúc.

Các kỹ thuật nén cần dùng để giảm lượng dữ liệu được yêu cầu để biểu thị đám mây điểm. Theo đó, các kỹ thuật cần dùng cho việc nén có tổn hao của các đám mây điểm cho việc sử dụng trong truyền thông thời gian thực và sáu Mức độ tự do (6 DoF) của thực tế ảo. Ngoài ra, kỹ thuật được tìm kiếm cho việc nén đám mây điểm không tổn hao trong ngữ cảnh của ánh xạ động để lái xe tự động và các ứng dụng di sản văn hóa, v.v.. MPEG bắt đầu làm việc trên tiêu chuẩn để thực hiện nén của hình học và các thuộc tính như là các màu sắc và độ phản

chiều, mã hóa có thể lấy tỷ lệ/cấp tiến, việc mã hóa của các chuỗi của các đám mây điểm được chụp theo thời gian, và truy nhập ngẫu nhiên cho các tập con của đám mây điểm.

Trong mã hóa hình học Trisoup G-PCC có tổn hao, có thể xảy ra sự đa tạp, ví dụ, việc tạo mô hình là quá phức tạp bởi việc sử dụng số lượng giới hạn các tham số tự do.

Do đó, cần có giải pháp kỹ thuật cho các vấn đề trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết một hoặc nhiều vấn đề kỹ thuật khác nhau, phần bộc lộ này khái quát kỹ thuật Trisoup (hỗn hợp tam giác phi kết nối) được áp dụng trong MPEG/G-PCC để giải quyết vấn đề này và cơ chế tối ưu hóa tỷ lệ biến dạng (RDO) cũng được dự đoán cho Trisoup tổng quát được đề xuất.

Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị bao gồm bộ nhớ có cấu trúc để lưu trữ mã chương trình máy tính và bộ xử lý hoặc các bộ xử lý có cấu trúc để truy nhập mã chương trình máy tính và hoạt động như được chỉ dẫn bởi mã chương trình máy tính. Mã chương trình máy tính bao gồm mã thu nhận được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý thu nhận nút nhánh của dữ liệu nén đám mây điểm dựa trên hình học (G-PCC), mã phân chia được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý phân chia nút nhánh thành nhiều khối phỏng lập phương, mã dẫn xuất được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý lấy các hỗn hợp tam giác phi kết nối riêng biệt cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương, và mã mã hóa được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý để mã hóa các cờ theo cách tương ứng cho mỗi trong số các cạnh của mỗi trong số các khối phỏng lập phương, trong đó các cờ chỉ báo xem các đỉnh của các hỗn hợp tam giác phi kết nối riêng biệt được thể hiện trên một trong số các cạnh.

Theo các phương án mẫu, mã mã hóa còn được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý để mã hóa entropi báo hiệu của mẫu phân chia của nút nhánh theo hai bit, và hai bit chỉ báo xem nút nhánh có được chia thành các khối phỏng lập phương theo một nửa trong số trục x, trục y, và trục z.

Theo các phương án mẫu, vị trí, mà ở đó nút nhánh được phân chia và đi theo ít nhất một trong số trục x và trục y được báo hiệu cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương.

Theo các phương án mẫu, mã dẫn xuất còn được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý lấy các hỗn hợp tam giác phi kết nối đệ quy tạo nút nhánh trong số các nút nhánh của dữ liệu G-PCC.

Theo các phương án mẫu, mã mã hóa còn được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý mã hóa entropi báo hiệu của mẫu phân chia của nút nhánh bằng ba bit, và ba bit này chỉ báo xem nút nhánh được phân chia thành các khối phỏng lập phương một nửa theo trục x, trục y, trục z, kết hợp của trục x và trục y, kết hợp của trục x và trục z, kết hợp của trục y và trục z, và kết hợp của trục x, trục y, và trục z.

Theo các phương án mẫu, vị trí, mà ở đó nút nhánh được phân chia và đi theo ít nhất một trong số trục x, trục y, và trục z được báo hiệu cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương.

Theo các phương án mẫu, mã chương trình máy tính còn bao gồm mã xác định được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý để xác định xem cờ được thiết đặt cho việc định thời nút nhánh ít nhất một chiều theo nút nhánh có thể không được chia.

Theo các phương án mẫu, mã chương trình máy tính còn bao gồm mã xác định được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý để xác định mẫu phân chia theo cơ chế tối ưu hóa tỷ lệ biến dạng (RDO)

Theo các phương án mẫu, việc phân chia nút nhánh thành các khối phỏng lập phương bao gồm việc chia nửa nút nhánh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các đặc điểm, bản chất, và các ưu điểm khác của đối tượng được bộc lộ sẽ được làm rõ hơn với phần mô tả chi tiết và các hình vẽ kèm theo dưới đây mà trong đó:

Các Fig.1-9B là các minh họa giản lược của các sơ đồ theo các phương án.

Các Fig.10 và 11 là các sơ đồ khối được làm đơn giản theo các phương án.

Fig.12 là minh họa đơn giản theo các phương án.

Fig.13 là minh họa tiến trình đơn giản theo các phương án.

Fig.14 là hình minh họa giản lược của sơ đồ khối theo các phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các đặc điểm được đề xuất được thảo luận dưới đây có thể được sử dụng một cách riêng biệt hoặc được kết hợp trong thứ tự bất kỳ. Ngoài ra, các phương án có thể được thực hiện bởi hệ mạch xử lý (ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều mạch tích hợp). Trong một ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi chương trình mà được lưu trữ trong phương tiện bất biến đọc được bởi máy tính.

Fig.1 minh họa sơ đồ khối đơn giản của hệ thống truyền thông 100 theo phương án của sáng chế. Hệ thống truyền thông 100 có thể bao gồm ít nhất hai thiết bị đầu cuối 102 và 103 được kết nối với nhau qua mạng 105. Đối với việc truyền dữ liệu đơn hướng, thiết bị đầu cuối thứ nhất 103 có thể mã hóa dữ liệu video tại vị trí cục bộ cho việc truyền tới thiết bị đầu cuối khác 102 thông qua mạng 105. Thiết bị đầu cuối thứ hai 102 có thể thu dữ liệu video được mã hóa của thiết bị đầu cuối khác từ mạng 105, giải mã dữ liệu được mã hóa và hiển thị dữ liệu video được khôi phục. Việc truyền dữ liệu đơn hướng có thể dùng chung trong các ứng dụng phục vụ nội dung đa phương tiện và loại tương tự.

Fig.1 minh họa cặp thiết bị đầu cuối thứ hai 101 và 104 được bố trí để hỗ trợ việc truyền hai chiều của video được mã hóa mà có thể diễn ra, ví dụ, trong hội nghị video. Đối với việc truyền dữ liệu hai chiều, mỗi thiết bị đầu cuối 101 và 104 có thể mã hóa dữ liệu video được thu tại vị trí cục bộ cho việc truyền tới thiết bị đầu cuối khác thông qua mạng 105. Mỗi thiết bị đầu cuối (101 và 104) cũng có thể thu dữ liệu video được mã hóa được truyền bởi thiết bị đầu cuối khác, có thể giải mã dữ liệu được mã hóa và có thể hiển thị dữ liệu video được khôi phục tại thiết bị hiển thị cục bộ.

Trong Fig.1, các thiết bị đầu cuối (101, 102, 103 và 104) có thể được minh họa như là các máy chủ, máy tính cá nhân và điện thoại thông minh tuy nhiên các nguyên tắc của sáng chế có thể không bị giới hạn ở đó. Các phương án của sáng chế tìm kiếm ứng dụng bằng các máy tính xách tay, máy tính bảng, các máy chơi nội dung đa phương tiện và/hoặc thiết bị hội nghị video chuyên dụng. Mạng 105 biểu diễn số lượng mạng bất kỳ mà truyền dữ liệu video được mã hóa giữa các thiết bị đầu cuối (101, 102, 103 và 104), bao gồm ví dụ các mạng truyền thông đường dây và/hoặc không dây. Mạng truyền thông 105 có thể trao đổi dữ liệu trong các kênh được chuyển đổi tròn và/hoặc các kênh được chuyển đổi theo gói tin. Các mạng đại diện bao gồm các mạng viễn thông, các mạng vùng cục bộ, các mạng diện rộng và/hoặc Internet. Nhằm mục đích thảo luận hiện tại, cấu trúc và cấu trúc liên kết của mạng 105 có thể không được xem xét đối với hoạt động của sáng chế trừ khi được giải thích dưới đây.

Fig.2 minh họa, như là ví dụ đối với ứng dụng cho đối tượng được bộc lộ, việc bố trí của bộ mã hóa video và bộ giải mã video trong môi trường tạo dòng. Đối tượng được bộc lộ có thể được áp dụng đồng đều tới các ứng dụng cho phép video khác, bao gồm, ví dụ, hội nghị video, TV số, lưu trữ video được nén trên nội dung đa phương tiện số bao gồm CD, DVD, thẻ nhớ và loại tương tự, và v.v.

Hệ thống tạo dòng có thể bao gồm hệ thống thu phụ 203, mà có thể bao gồm nguồn video 201, ví dụ camera số, tạo ra, ví dụ, dòng mẫu video không được nén 213. Dòng mẫu 213 có thể được thể hiện như đường đậm để nhấn mạnh khối lượng dữ liệu cao khi được so sánh với các dòng bit video được mã hóa, có thể được xử lý bởi bộ mã hóa 202 được ghép nối tới camera 201. Bộ mã hóa 202 có thể bao gồm phần cứng, phần mềm, hoặc kết hợp của chúng để cho phép hoặc thực hiện các khía cạnh của đối tượng được bộc lộ được mô tả chi tiết dưới đây. Dòng bit video được mã hóa 204 mà có thể được thể hiện như là đường mỏng để nhấn mạnh khối lượng dữ liệu thấp hơn khi được so sánh với dòng mẫu, có thể được lưu trữ trên máy chủ tạo dòng 205 cho việc sử dụng trong tương lai. Một hoặc nhiều các máy khách tạo dòng (212 và 207) có thể truy nhập máy chủ tạo dòng 205 để phục hồi các bản sao (208 và 206) của dòng

bit video được mã hóa 204. Máy khách 212 có thể bao gồm bộ giải mã video 211 mà giải mã bản sao đi vào của dòng bit video được mã hóa 208 và tạo ra video dòng mẫu đi ra 210 mà có thể được kết xuất đồ họa trên màn hình 209 hoặc thiết bị kết xuất đồ họa khác (không được thể hiện). Trong các hệ thống tạo dòng khác, các dòng bit video được mã hóa (204, 206 và 208) có thể được mã hóa theo các tiêu chuẩn nén/mã hóa video định trước. Ví dụ về các tiêu chuẩn này được lưu ý ở trên và được mô tả thêm ở đây.

Fig.3 có thể là sơ đồ khối chức năng của bộ giải mã video 300 theo phương án của sáng chế.

Bộ thu 302 có thể thu một hoặc nhiều chuỗi video được mã hóa-giải mã cần được giải mã bởi bộ giải mã 300; trong cùng phương án hoặc phương án khác, một chuỗi video được mã hóa tại thời điểm, trong đó việc giải mã của mỗi chuỗi video được mã hóa độc lập với các chuỗi video được mã hóa khác. Chuỗi video được mã hóa có thể thu được từ kênh 301, mà có thể là liên kết phần cứng/phần mềm tới thiết bị lưu trữ mà lưu trữ dữ liệu video được mã hóa. Bộ thu 302 có thể thu dữ liệu video được mã hóa với dữ liệu khác, ví dụ, dữ liệu audio được mã hóa và/hoặc các dòng dữ liệu bổ trợ, mà có thể được chuyển tiếp tới các phần tương ứng sử dụng các thực thể (không được thể hiện). Bộ thu 302 có thể tách biệt chuỗi video được mã hóa từ dữ liệu khác. Để đối phó với sự biến động mạng, bộ nhớ đệm 303 có thể được ghép nối giữa bộ thu 302 và bộ giải mã entropy / bộ phân tích 304 (sau đây gọi là "bộ phân tích"). Khi bộ thu 302 đang thu dữ liệu từ thiết bị lưu trữ/chuyển tiếp có băng thông và khả năng điều khiển đủ, hoặc từ mạng đồng bộ, bộ đệm 303 có thể không cần thiết, hoặc có thể là nhỏ. Để sử dụng trên các mạng gói tin nổi lực cao nhất như là mạng Internet, bộ đệm 303 có thể được yêu cầu, có thể là tương đối lớn và có thể có lợi về kích cỡ thích ứng.

Bộ giải mã video 300 có thể bao gồm bộ phân tích 304 để khôi phục các ký tự 313 từ chuỗi video được mã hóa entropy. Các mục của các ký tự này bao gồm thông tin được sử dụng để quản lý hoạt động của bộ giải mã 300, và thông tin có khả năng để điều khiển thiết bị kết xuất đồ họa như màn hình 312 mà không

phải phân liên khối của bộ giải mã mà có thể được ghép nối tới đó. Thông tin điều khiển dùng cho các thiết bị kết xuất đồ họa có thể nằm trong dạng của thông tin nâng cao bổ sung (các bản tin SEI -Supplementary Enhancement Information) hoặc các các phân đoạn tập hợp tham số thông có khả năng sử dụng video (VUI-Video Usability Information) (không được thể hiện). Bộ phân tích 304 có thể phân tích/giải mã entropy chuỗi video được mã hóa thu được. Việc mã hóa chuỗi video được mã hóa có thể tuân theo kỹ thuật hoặc tiêu chuẩn mã hóa video, và có thể tuân theo các nguyên tắc đã được biết đến rộng rãi đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, bao gồm mã hóa độ dài biến thiên, mã hóa Huffman, mã hóa số học có hoặc không có cảm nhận ngữ cảnh, và v.v. Bộ phân tích 304 có thể tách từ chuỗi video được mã hóa, tập hợp của các tham số nhóm con đối với ít nhất một trong số các nhóm con của các điểm ảnh trong bộ giải mã video, dựa trên ít nhất một tham số tương ứng với nhóm. Các nhóm con có thể bao gồm các Nhóm của các ảnh (GOPs), các ảnh, các ô, các lát, các khối macrô, các đơn vị mã hóa (CU-Coding Unit), các khối, các đơn vị biến đổi (TU-Transform Unit), các đơn vị dự đoán (PU-Prediction Unit) và v.v. Bộ giải mã entropy / bộ phân tích có thể cũng trích xuất từ thông tin chuỗi video được mã hóa như là các hệ số biến đổi, các giá trị tham số lượng tử hóa, các vectơ chuyển động, và v.v..

Bộ phân tích 304 có thể thực hiện hoạt động giải mã entropy/phân tích trên chuỗi video thu được từ bộ đệm 303, để tạo ra các ký tự 313. Bộ phân tích 304 có thể thu dữ liệu được mã hóa, và giải mã chọn lọc các ký tự cụ thể 313. Hơn nữa, bộ phân tích 304 có thể xác định xem các ký tự cụ thể 313 được cung cấp cho bộ phận dự đoán bù chuyển động 306, bộ lấy tỷ lệ / bộ phận biến đổi ngược 305, Bộ phận dự đoán nội bộ 307, hoặc bộ lọc vòng 311.

Việc khôi phục của các ký tự 313 có thể bao hàm các đơn vị khác nhau phụ thuộc vào kiểu của hình ảnh video được mã hóa hoặc các phần của nó (như là: hình ảnh liên đới và hình ảnh nội bộ, khối liên đới và khối nội bộ), và các hệ số khác. Các đơn vị mà được bao hàm, và cách thức, có thể được điều khiển bởi thông tin điều khiển nhóm con mà được phân tích từ chuỗi video được mã hóa

bởi bộ phân tích 304. Tiến trình của thông tin điều khiển nhóm con này giữa bộ phân tích 304 và nhiều đơn vị dưới đây không được mô tả một cách rõ ràng.

Ngoài các khối chức năng đã được đề cập, bộ giải mã 300 có thể được phân chia về mặt khái niệm thành các bộ phận chức năng như được mô tả dưới đây. Trong vận hành thực hiện thực tế theo các điều kiện thương mại, nhiều bộ phận này tương tác khăng khít với nhau và có thể, ít nhất một phần, được tích hợp vào nhau. Tuy nhiên, nhằm mục đích mô tả đối tượng được bộc lộ, việc phân chia theo khái niệm thành các bộ phận chức năng dưới đây là thích hợp.

Bộ phận thứ nhất là bộ biến đổi tỷ lệ/bộ biến đổi ngược 305. Bộ biến đổi tỷ lệ/bộ biến đổi ngược 305 thu hệ số biến đổi được lượng tử hóa cũng như thông tin điều khiển, bao gồm biến đổi nào được sử dụng, kích cỡ khối, hệ số lượng tử hóa, các ma trận biến đổi tỷ lệ lượng tử hóa, v.v như các ký tự 313 từ bộ phân tích 304. Bộ biến đổi tỷ lệ/bộ biến đổi ngược 351 có thể xuất ra các khối bao gồm các giá trị mẫu, mà có thể được đưa vào bộ kết hợp 310.

Trong một số trường hợp, các mẫu đầu ra của bộ định tỷ lệ / biến đổi ngược 305 có thể thuộc về khối được mã hóa nội bộ; tức là: khối mà không sử dụng thông tin mang tính dự đoán từ các hình ảnh được tái cấu trúc trước đó, nhưng có thể sử dụng thông tin mang tính dự đoán từ các phần được tái cấu trúc trước đó của hình ảnh hiện thời. Thông tin dự đoán này có thể được cấp bởi bộ dự đoán nội ảnh 307. Trong một vài trường hợp, bộ dự đoán nội ảnh 307 tạo ra khối có cùng dạng và kích cỡ của khối đang được khôi phục, nhờ sử dụng thông tin đã được khôi phục xung quanh được truy xuất từ ảnh hiện tại (được khôi phục một phần) 309. Bộ tổng hợp 310, trong một số trường hợp, thêm, trên cơ sở mỗi mẫu, thông tin dự đoán của bộ phận dự đoán nội bộ 307 được tạo ra cho thông tin mẫu đầu ra như được đưa ra bởi bộ định tỷ lệ / bộ phận biến đổi ngược 305.

Trong các trường hợp khác, các mẫu đầu ra của bộ định tỷ lệ / bộ phận biến đổi ngược 305 có thể thuộc về khối được mã hóa liên đới và có khả năng được bù chuyển động. Trong trường hợp này, bộ phận dự đoán bù chuyển động 306 có thể truy nhập bộ nhớ hình ảnh tham chiếu 308 để lấy các mẫu được sử

dụng cho việc dự đoán. Sau khi bù chuyển động các mẫu được truy xuất theo các ký tự 313 thuộc về khối, các mẫu này có thể được bổ sung bởi bộ kết hợp 310 tới đầu ra của bộ biến đổi tỷ lệ/bộ biến đổi ngược (trong trường hợp này gọi là các mẫu dư hoặc tín hiệu dư) để tạo ra thông tin mẫu đầu ra. Các địa chỉ trong dạng bộ nhớ ảnh tham chiếu trong đó bộ bù chuyển động truy xuất các mẫu dự đoán có thể được điều khiển bởi các vector chuyển động, khả dụng đối với bộ bù chuyển động trong dạng của các ký tự 313 mà có thể có, ví dụ X, Y, và các thành phần ảnh tham chiếu. Việc bù chuyển động cũng có thể bao gồm việc nội suy các giá trị mẫu như được truy xuất từ bộ nhớ ảnh tham chiếu khi các vector chuyển động chính xác mẫu con được sử dụng, các cơ chế dự đoán vector chuyển động, và v.v.

Các mẫu đầu ra của bộ kết hợp 310 có thể được đưa vào các kỹ thuật lọc vòng khác nhau trong bộ lọc vòng 311. Các kỹ thuật nén video có thể bao gồm các kỹ thuật lọc vòng trong mà được điều khiển bởi các tham số được chứa trong dòng bit được mã hóa và khả dụng đối với bộ lọc vòng 311 như các ký tự 313 từ bộ phân tích 304, nhưng có thể cũng phản hồi lại siêu thông tin thu được trong khi giải mã các phần trước đó (trong thứ tự giải mã) của ảnh được mã hóa hoặc chuỗi video được mã hóa, cũng như phản hồi lại các giá trị mẫu được lọc vòng và được khôi phục trước đó.

Đầu ra của bộ lọc vòng 311 có thể là dòng mẫu mà có thể được xuất ra tới thiết bị kết xuất đồ họa 312 cũng như được lưu trữ trong bộ nhớ ảnh tham chiếu 557 để sử dụng trong việc dự đoán liên ảnh tương lai.

Các ảnh được mã hóa định trước, được khôi phục đầy đủ một lần, có thể được sử dụng như là các ảnh tham chiếu cho việc dự đoán tương lai. Một khi ảnh được mã hóa được khôi phục đầy đủ và ảnh được mã hóa đã được nhận dạng là ảnh tham chiếu (ví dụ, bởi bộ phân tích 304), ảnh tham chiếu hiện tại 309 có thể trở thành một phần của bộ đệm ảnh tham chiếu 308, và bộ nhớ ảnh hiện tại làm mới có thể được cấp phát lại trước khi bắt đầu khôi phục ảnh được mã hóa tiếp theo..

Bộ giải mã video 300 có thể thực hiện các hoạt động giải mã theo kỹ thuật nén video định trước mà được mô tả trong tiêu chuẩn, như khuyến nghị ITU-T H.265. Chuỗi video được mã hóa có thể tuân theo cú pháp được chỉ rõ bởi kỹ thuật nén video hoặc tiêu chuẩn đang được sử dụng, trong trường hợp mà tuân theo cú pháp của kỹ thuật hoặc tiêu chuẩn nén video, như được chỉ rõ trong tiêu chuẩn hoặc tài liệu kỹ thuật nén video và một cách cụ thể trong tài liệu mẫu. Điều cần tuân theo có thể là việc độ phức tạp của chuỗi video được mã hóa nằm trong giới hạn đã được xác định bởi cấp độ của kỹ thuật hoặc tiêu chuẩn nén video. Trong một số trường hợp, các cấp độ giới hạn kích cỡ ảnh tối đa, tốc độ khung tối đa, tỷ lệ mẫu tái cấu trúc tối đa (được đo theo, ví dụ các siêu mẫu trên giây), kích cỡ ảnh tham chiếu tối đa, và v.v.. Các giới hạn được thiết lập bởi các cấp độ có thể, trong một số trường hợp, còn được giới hạn thông qua các mô tả kỹ thuật về Bộ giải mã tham chiếu giả thuyết (HRD) và siêu dữ liệu dùng cho việc quản lý bộ đệm HRD được báo hiệu trong chuỗi video được mã hóa.

Trong phương án của sáng chế, bộ thu 302 có thể thu dữ liệu bổ sung (dư thừa) với video được mã hóa. Dữ liệu bổ sung có thể được bao gồm như là một phần của (các) chuỗi video được mã hóa. Dữ liệu bổ sung có thể được sử dụng bởi bộ giải mã video 300 để giải mã một cách thích hợp dữ liệu và/hoặc khôi phục chính xác hơn dữ liệu video gốc. Dữ liệu bổ sung có thể nằm trong dạng của, ví dụ, các lớp nâng cao tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm (SNR) hoặc theo thời gian, không gian, các lát dư thừa, các ảnh dư thừa, các mã sửa lỗi tiến, và loại tương tự.

Fig.4 có thể là sơ đồ khối chức năng của bộ mã hóa video 400 theo phương án của sáng chế.

Bộ mã hóa 400 có thể thu các mẫu video từ nguồn video 401 (mà không phải một phần của bộ mã hóa) mà có thể chụp các ảnh video cần được mã hóa bởi bộ mã hóa 400.

Nguồn video 401 có thể cấp chuỗi video nguồn cần được mã hóa bởi bộ mã hóa 303 trong dạng của dòng mẫu video số mà có thể có độ sâu bit thích hợp bất kỳ (ví dụ: 8 bit, 10 bit, 12 bit, ...), bất kỳ không gian màu (ví dụ, BT.601 Y

CrCB, RGB, ...), và bất kỳ cấu trúc lấy mẫu thích hợp (ví dụ Y CrCb 4:2:0, Y CrCb 4:4:4). Trong hệ thống phục vụ nội dung đa phương tiện, nguồn video 401 có thể là thiết bị lưu trữ mà lưu trữ video được xử lý trước. Trong hệ thống hội thảo video, nguồn video 401 có thể là camera mà chụp thông tin ảnh cục bộ như chuỗi video. Dữ liệu video có thể được cung cấp dưới dạng các hình ảnh chuyên biệt mà thể hiện chuyển động khi được nhìn theo chuỗi. Bản thân các ảnh có thể được sắp xếp như là mảng không gian của các điểm ảnh, trong đó mỗi điểm ảnh có thể bao gồm một hoặc nhiều mẫu phụ thuộc vào cấu trúc lấy mẫu, không gian màu, v.v được sử dụng. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể dễ hiểu mối liên hệ giữa các điểm ảnh và các mẫu. Phần mô tả dưới đây tập trung vào các mẫu.

Theo phương án của sáng chế, bộ mã hóa 400 có thể mã hóa và nén các ảnh của chuỗi video nguồn thành chuỗi video được mã hóa 410 trong thời gian thực hoặc theo bất kỳ điều kiện thời gian khác như được yêu cầu bởi ứng dụng. Cường ép tốc độ mã hóa thích hợp là một chức năng của bộ điều khiển 402. Bộ điều khiển sẽ điều khiển các bộ phận chức năng khác như được mô tả dưới đây và được ghép nối chức năng tới các bộ phận này. Việc ghép nối không được mô tả rõ ràng. Các tham số được thiết lập bởi bộ điều khiển có thể bao gồm các tham số dành cho điều khiển tốc độ (bỏ qua ảnh, lượng tử hóa, giá trị lambda của các kỹ thuật tối ưu hóa biến dạng tỷ lệ, ...), kích cỡ ảnh, nhóm bản thiết kế ảnh (GOP), phạm vi tìm kiếm vectơ chuyển động tối đa, và v.v.. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể dễ dàng nhận ra các chức năng khác của bộ điều khiển 402 do chúng có thể thuộc về bộ mã hóa video 400 được tối ưu hóa cho thiết kế hệ thống định trước.

Một vài bộ mã hóa video hoạt động theo cách mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật dễ dàng nhận biết là “vòng mã hóa”. Đối với phần mô tả đơn giản hóa, vòng mã hóa có thể bao gồm phần mã hóa của bộ mã hóa 402 (sau đây gọi là “bộ mã hóa nguồn”) (chịu trách nhiệm tạo ra các ký tự dựa trên ảnh đầu vào cần được mã hóa, và (các) ảnh tham chiếu), và bộ giải mã (cục bộ) 406 được gắn trong bộ mã hóa 400 mà khôi phục các ký tự để tạo ra dữ liệu

mẫu, bộ giải mã (từ xa) cũng sẽ tạo ra (khi việc nén bất kỳ giữa các ký tự và dòng bit video được mã hóa là không tổn hao trong các kỹ thuật nén video được xem xét trong đối tượng được bộc lộ). Dòng mẫu được khôi phục này được đưa vào bộ nhớ ảnh tham chiếu 405. Khi việc giải mã của dòng ký tự dẫn tới các kết quả chính xác bit độc lập với vị trí bộ giải mã (cục bộ hoặc từ xa), nội dung bộ đệm ảnh tham chiếu cũng là chính xác bit giữa bộ mã hóa cục bộ và bộ mã hóa từ xa. Nói cách khác, phần dự đoán của bộ mã hóa “thấy được” như là các mẫu ảnh tham chiếu một cách chính xác tương tự các giá trị mẫu khi bộ giải mã “thấy được” khi sử dụng việc dự đoán trong khi giải mã. Nguyên tắc cơ bản này của đồng bộ ảnh tham chiếu (và độ trượt hệ quả, nếu tính đồng bộ có thể không được duy trì, ví dụ do các lỗi kênh) cũng được biết đến với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật.

Hoạt động bộ giải mã “cục bộ” 406 có thể giống với của bộ giải mã “từ xa” 300, mà đã được mô tả chi tiết nêu trên dựa trên Fig.3. Tuy nhiên, viện dẫn ngắn gọn tới Fig 4, khi các ký tự là khả dụng và việc mã hóa/giải mã các ký tự đối với chuỗi video được mã hóa bởi bộ mã hóa entropy 408 và bộ phân tích 304 có thể là không tổn hao, các phần giải mã entropy của bộ giải mã 300, bao gồm kênh 301, bộ thu 302, bộ đệm 303, và bộ phân tích 304 có thể không được thực hiện đầy đủ trong bộ giải mã cục bộ 406.

Việc quan sát có thể được thực hiện tại điểm này đó là bất kỳ kỹ thuật bộ giải mã ngoại trừ việc phân tích/giải mã entropy mà được hiện diện trong bộ giải mã cũng cần được hiện diện, về cơ bản trong dạng chức năng đồng nhất, trong bộ mã hóa tương ứng. Phần mô tả của các kỹ thuật của bộ mã hóa có thể được vắn tắt khi chúng ngược với các kỹ thuật của bộ giải mã được mô tả hoàn chỉnh. Chỉ trong các phần nhất định thì việc mô tả chi tiết hơn được yêu cầu và được cung cấp dưới đây.

Đối với một phần của hoạt động, bộ mã hóa nguồn 403 có thể thực hiện mã hóa dự đoán bù chuyển động, mã mã hóa khung đầu vào theo cách dự đoán có viện dẫn tới một hoặc nhiều khung được mã hóa trước đó từ chuỗi video mà được chỉ định là “các khung tham chiếu.” Theo cách thức này, cơ cấu mã hóa

407 mã hóa các độ chênh lệch giữa các khối điểm ảnh của khung đầu vào và các khối điểm ảnh của các khung tham chiếu mà có thể được lựa chọn như là các tham chiếu dự đoán đối với khung đầu vào.

Bộ giải mã video cục bộ 406 có thể giải mã dữ liệu video được mã hóa của các khung mà có thể được chỉ định là các khung tham chiếu, dựa trên các ký tự đã được tạo ra bởi bộ mã hóa nguồn 403. Các thao tác của cơ cấu mã hóa 407 có thể là các quá trình tổn hao. Khi dữ liệu video được mã hóa có thể được giải mã tại bộ giải mã video (không được thể hiện trong Fig.4), chuỗi video được khôi phục thường có thể là bản sao của chuỗi video nguồn với một vài lỗi. Bộ giải mã video cục bộ 406 sao chép các xử lý giải mã mà có thể được thực hiện bởi bộ giải mã video trên các khung tham chiếu và có thể làm cho các khung tham chiếu được khôi phục được lưu trữ trong bộ lưu trữ đệm ảnh tham chiếu 405. Theo cách thức này, bộ mã hóa 400 có thể lưu trữ các bản sao của các khung tham chiếu được khôi phục cục bộ mà có nội dung chung như các khung tham chiếu được khôi phục mà sẽ thu được bởi bộ giải mã video phía xa (không có các lỗi truyền).

Bộ dự đoán 404 có thể thực hiện dự đoán tìm kiếm cho cơ cấu mã hóa 407. Tức là, đối với khung mới cần được mã hóa, bộ dự đoán 404 có thể tìm kiếm bộ nhớ ảnh tham chiếu 405 đối với dữ liệu mẫu (như các khối điểm ảnh tham chiếu ứng viên) hoặc siêu dữ liệu định trước như các vector chuyển động ảnh tham chiếu, các dạng khối, và v.v, mà có thể đóng vai trò là tham chiếu dự đoán thích hợp đối với các ảnh mới. Bộ dự đoán 404 có thể thao tác trên cơ sở khối với điểm ảnh khối mẫu để tìm ra các tham chiếu dự đoán thích hợp. Trong một số trường hợp, như được xác định bằng cách tìm kiếm các kết quả được thu nhận bởi bộ dự đoán 404, hình ảnh đầu vào có thể có các tham chiếu dự đoán được rút ra từ các hình ảnh tham chiếu được lưu trữ trong bộ nhớ hình ảnh tham chiếu 405.

Bộ điều khiển 402 có thể quản lý các thao tác mã hóa của bộ mã hóa video 403, bao gồm, ví dụ, việc thiết lập của các tham số và các tham số nhóm con được sử dụng để mã hóa dữ liệu video.

Đầu ra của tất cả các bộ phận chức năng nêu trên có thể được đưa vào mã hóa entropý trong bộ mã hóa entropý 408. Bộ mã hóa entropý dịch các ký tự như được tạo ra bởi các bộ phận chức năng khác nhau thành chuỗi video được mã hóa, bằng cách nén không tổn hao các ký tự theo các kỹ thuật đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật như, ví dụ mã hóa Huffman, mã hóa độ dài biến thiên, mã hóa số học, và v.v.

Bộ truyền 409 có thể lưu trữ đệm (các) chuỗi video được mã hóa như được tạo ra bởi bộ mã hóa entropý 408 để chuẩn bị cho việc truyền thông qua kênh truyền thông 411, mà có thể là liên kết phần cứng/phần mềm tới thiết bị lưu trữ mà sẽ lưu trữ dữ liệu video được mã hóa. Bộ truyền 409 có thể hợp nhất dữ liệu video được mã hóa từ bộ mã hóa video 403 với dữ liệu khác cần được truyền, ví dụ, dữ liệu audio được mã hóa và/hoặc các dòng dữ liệu bổ trợ (các nguồn không được thể hiện).

Bộ điều khiển 402 có thể quản lý hoạt động của bộ mã hóa 400. Trong khi mã hóa, bộ điều khiển 405 có thể gán tới mỗi ảnh được mã hóa loại ảnh được mã hóa định trước, mà có thể ảnh hưởng tới các kỹ thuật mã hóa mà có thể được áp dụng tới ảnh tương ứng. Ví dụ, các ảnh thường có thể được gán như là một trong số các loại khung sau đây:

Ảnh nội dự đoán (ảnh I) có thể là ảnh mà có thể được mã hóa và giải mã mà không sử dụng bất kỳ khung khác trong chuỗi như là nguồn dự đoán. Một vài bộ mã hóa-giải mã video cho phép các loại ảnh nội dự đoán khác nhau, bao gồm, ví dụ các ảnh làm mới bộ giải mã độc lập. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ nhận ra các biến thể của các ảnh I và các ứng dụng và các đặc tính tương ứng của chúng.

Ảnh dự đoán (ảnh P) có thể là ảnh mà có thể được mã hóa và giải mã nhờ sử dụng việc nội dự đoán hoặc việc dự đoán liên đới nhờ sử dụng nhiều nhất một vectơ chuyển động và chỉ số tham chiếu để dự đoán các giá trị mẫu của mỗi khối.

Ảnh dự đoán hai chiều (ảnh B) có thể là ảnh mà có thể được mã hóa và được giải mã nhờ sử dụng việc nội dự đoán hoặc việc dự đoán liên đới nhờ sử

dụng nhiều nhất hai vectơ chuyển động và các chỉ số tham chiếu để dự đoán các giá trị mẫu của mỗi khối. Tương tự, các ảnh đa dự đoán có thể sử dụng nhiều hơn hai ảnh tham chiếu và siêu dữ liệu được kết hợp cho việc khôi phục khối đơn.

Các ảnh nguồn thường có thể được phân chia về mặt không gian thành nhiều khối mẫu (ví dụ, các khối của các mẫu 4x4, 8x8, 4x8, hoặc 16x16) và được mã hóa trên cơ sở lần lượt từng khối. Các khối có thể được mã hóa dự đoán có viện dẫn tới các khối khác (đã được mã hóa) như được xác định bởi việc gán mã hóa được áp dụng tới các ảnh tương ứng của các khối. Ví dụ, các khối của các ảnh I có thể được mã hóa không dự đoán hoặc chúng có thể được mã hóa dự đoán có viện dẫn tới các khối đã được mã hóa của cùng ảnh (dự đoán không gian hoặc nội dự đoán). Các khối điểm ảnh của các ảnh P có thể được mã hóa không dự đoán, thông qua dự đoán không gian hoặc thông qua dự đoán theo thời gian có viện dẫn tới một ảnh tham chiếu được mã hóa trước đó. Các khối của các ảnh B có thể được mã hóa không dự đoán, thông qua dự đoán theo không gian hoặc thông qua dự đoán theo thời gian có viện dẫn tới một hoặc hai ảnh tham chiếu được mã hóa trước đó.

Bộ mã hóa video 400 có thể thực hiện các hoạt động mã hóa theo kỹ thuật hoặc tiêu chuẩn mã hóa video định trước, như Khuyến nghị ITU-T H.265. Trong hoạt động của bộ mã hóa video 400, bộ mã hóa video 603 có thể thực hiện các hoạt động nén khác nhau, bao gồm các hoạt động mã hóa dự đoán mà khai thác các dư thừa về mặt không gian và thời gian trong chuỗi video đầu vào. Do đó, dữ liệu video được mã hóa, có thể tuân theo cú pháp được chỉ rõ bởi kỹ thuật hoặc tiêu chuẩn mã hóa video đang được sử dụng.

Trong phương án của sáng chế, bộ truyền 409 có thể truyền dữ liệu bổ sung với video được mã hóa. Bộ mã hóa nguồn 403 có thể bao gồm dữ liệu này như là một phần của chuỗi video được mã hóa. Dữ liệu bổ sung có thể bao gồm các lớp nâng cao SNR/theo thời gian/không gian, các dạng khác của dữ liệu dư thừa như các ảnh và các lát dư thừa, các bản tin thông tin tăng cường bổ sung (SEI-Supplementary Enhancement Information), các phân đoạn tập hợp tham số

thông tin khả năng sử dụng trực quan (VUI-Visual Usability Information), và v.v.

Fig.5 minh họa các chế độ dự đoán nội bộ được sử dụng trong HEVC và JEM. Để chụp các hướng cạnh tùy ý được thể hiện trong video tự nhiên, số lượng các chế độ dự đoán nội bộ được mở rộng từ 33, như được sử dụng HEVC, là 65. Các chế độ hướng bổ sung trong JEM trên cùng của HEVC được mô tả dưới dạng các mũi tên chấm trên Fig.1 (b), và các chế độ phẳng và DC giữ nguyên. Các chế độ dự đoán nội bộ theo hướng dày đặc hơn này áp dụng cho tất cả kích cỡ khối và cả hai dự đoán nội bộ luma và chroma. Như được thể hiện trên Fig.5, các chế độ dự đoán nội bộ như được nhận dạng bởi các mũi tên chấm, mà được kết hợp với chỉ số chế độ dự đoán nội bộ lẻ, được gọi là các chế độ dự đoán nội bộ lẻ. Các chế độ dự đoán nội bộ như được nhận dạng bởi các mũi tên đặc, mà được kết hợp với chỉ số chế độ dự đoán nội bộ chẵn, được gọi là các chế độ dự đoán nội bộ chẵn. Trong tài liệu này, các chế độ dự đoán nội bộ, như được chỉ báo bởi các mũi tên đặc hoặc chấm trên Fig. 5 cũng được coi là các chế độ góc.

Trong JEM, tổng 67 chế độ dự đoán nội bộ được sử dụng cho dự đoán nội bộ luma. Để mã hóa chế độ nội bộ, danh sách chế độ khả thi nhất (MPM) của kích cỡ 6 được xây dựng dựa trên các chế độ nội bộ của các khối lân cận. Nếu chế độ nội bộ không từ danh sách MPM, cờ được báo hiệu để chỉ báo xem chế độ nội bộ thuộc về các chế độ được lựa chọn. Trong JEM-3.0, có 16 chế độ được lựa chọn, mà được chọn thống nhất theo mỗi bốn chế độ góc. Trong JVET-D0114 và JVET-G0060, 16 MPM thứ cấp được lấy để thay thế các chế độ được lựa chọn thống nhất.

Fig.6 minh họa N bậc tham chiếu được khai thác cho các chế độ hướng nội bộ. Có đơn vị khối 611, phân đoạn A 601, phân đoạn B 602, phân đoạn C 603, phân đoạn D 604, phân đoạn E 605, phân đoạn F 606, bậc tham chiếu thứ nhất 610, bậc tham chiếu thứ hai 609, bậc tham chiếu thứ ba 608 và bậc tham chiếu thứ tư 607.

Trong cả hai HEVC và JEM, cũng như một số tiêu chuẩn khác như là H.264/AVC, các mẫu tham chiếu được sử dụng để dự đoán khối hiện thời được giới hạn ở đường tham chiếu gần nhất (hàng hoặc cột). Trong phương pháp của dự đoán nội bộ theo nhiều đường tham chiếu, số lượng các đường tham chiếu ứng viên (hàng hoặc các cột) được tăng lên từ một (tức là gần nhất) đến N cho các chế độ hướng nội bộ, trong đó N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng một. Fig.2 lấy đơn vị dự đoán (PU) 4×4 làm ví dụ để thể hiện khái niệm của phương pháp dự đoán hướng nội bộ nhiều đường. Chế độ dự đoán nội bộ có thể lựa chọn tùy ý một trong N bậc tham chiếu để tạo ra các bộ dự đoán. Nói cách khác, bộ dự đoán $p(x,y)$ được tạo ra từ một trong các mẫu tham chiếu $S_1, S_2, \dots$, và S_N . Cờ được báo hiệu để chỉ báo việc bậc tham chiếu được chọn cho chế độ dự đoán nội bộ. Nếu N được thiết đặt là 1, phương pháp dự đoán theo hướng nội bộ tương tự như phương pháp truyền thống trong JEM 2.0. Trên Fig. 6, đường tham chiếu 610, 609, 608 và 607 được bao gồm sáu phân đoạn 601, 602, 603, 604, 605 và 606 cùng với mẫu tham chiếu trên cùng bên trái. Trong tài liệu này, bậc tham chiếu cũng được gọi là đường tham chiếu. Tọa độ của điểm ảnh trên cùng bên trái nằm trong đơn vị khối hiện tại là 0,0 và điểm ảnh trên cùng bên trái trong đường tham chiếu thứ 1 là $(-1,-1)$.

Trong JEM, đối với thành phần luma, các mẫu lân cận được sử dụng cho các lần tạo mẫu dự đoán nội bộ được lọc trước quá trình tạo. Việc lọc được điều khiển bởi chế độ dự đoán nội bộ đã cho và biến đổi kích cỡ khối. Nếu chế độ dự đoán nội bộ là DC hoặc biến đổi kích cỡ khối bằng 4×4 , các mẫu lân cận không được lọc. Nếu khoảng cách giữa chế độ dự đoán nội bộ đã cho và chế độ dọc (hoặc chế độ ngang) lớn hơn ngưỡng định trước, xử lý lọc được cho phép. Đối với việc lọc mẫu lân cận, bộ lọc $[1, 2, 1]$ và các bộ lọc song tuyến được sử dụng.

Phương pháp kết hợp dự đoán nội bộ phụ thuộc vào vị trí (PDPC) là phương pháp dự đoán nội bộ mà gọi ra kết hợp của các mẫu tham chiếu biên chưa được lọc và dự đoán nội bộ kiểu HEVC với các mẫu tham chiếu biên được lọc. Mỗi mẫu dự đoán $\text{pred}[x][y]$ được định vị ở (x, y) được tính toán như sau:

$$pred[x][y] = (wL * R_{-1,y} + wT * R_{x,-1} + wTL * R_{-1,-1} + (64 - wL - wT - wTL) * pred[x][y] + 32) \gg 6$$

(Phương trình 2-1)

trong đó $R_{x,-1}, R_{-1,y}$ thể hiện các mẫu tham chiếu chưa được lọc được định vị ở trên cùng và bên trái của mẫu hiện tại (x, y) , theo cách tương ứng, và $R_{-1,-1}$ thể hiện mẫu tham chiếu chưa được lọc được định vị ở góc trên cùng bên trái của khối hiện thời. Các trọng số được tính toán như sau,

$$wT = 32 \gg ((y \ll 1) \gg shift) \quad (\text{Công thức 2-2})$$

$$wL = 32 \gg ((x \ll 1) \gg shift) \quad (\text{Công thức 2-3})$$

$$wTL = -(wL \gg 4) - (wT \gg 4) \quad (\text{Công thức 2-4})$$

$$shift = (\log_2(width) + \log_2(height) + 2) \gg 2 \quad (\text{Công thức 2-5}).$$

Fig.7 minh họa sơ đồ khối 700 mà trong đó các trọng số PDPC chế độ DC (wL, wT, wTL) dùng cho các vị trí $(0, 0)$ và $(1, 0)$ bên trong một khối 4×4 . Nếu PDPC được áp dụng cho các chế độ nội bộ DC, phẳng, ngang, và dọc, các bộ lọc biên bổ sung không cần dùng, như là bộ lọc biên chế độ HEVC DC hoặc các bộ lọc cạnh chế độ ngang/dọc. Fig.7 minh họa định nghĩa của các mẫu tham chiếu $R_{x,-1}, R_{-1,y}$ và $R_{-1,-1}$ cho PDPC được áp dụng cho chế độ đường chéo trên cùng bên phải. Mẫu dự đoán $pred(x', y')$ nằm tại (x', y') bên trong khối dự đoán. Tọa độ x của mẫu tham chiếu $R_{x,-1}$ được cho bởi: $x = x' + y' + 1$, và tọa độ y của mẫu tham chiếu $R_{-1,y}$ một cách tương tự được cho bởi: $y = x' + y' + 1$.

Fig.8 minh họa sơ đồ Bộ chiếu sáng cục bộ (LIC) 800 và dựa trên mô hình tuyến tính cho các thay đổi chiếu sáng, bằng cách sử dụng hệ số biến đổi tỷ lệ a và dịch vị b . Và được kích hoạt hoặc vô hiệu một cách thích ứng cho mỗi đơn vị mã hóa được mã hóa chế độ liên đới (CU).

Khi LIC đối với CU, phương pháp bình phương sai số nhỏ nhất được thực hiện để lấy các tham số a và b bằng cách sử dụng các mẫu lân cận của CU hiện tại và các mẫu tham chiếu tương ứng của chúng. Cụ thể hơn, như được minh họa trên Fig.8, các mẫu lân cận được lấy mẫu con (lấy mẫu con 2:1) của CU và các

mẫu tương ứng (được nhận dạng bởi thông tin chuyển động của CU hiện tại hoặc CU con) trong hình ảnh tham chiếu được sử dụng. Các tham số IC được lấy và áp dụng cho mỗi hướng dự đoán riêng biệt.

Khi CU được mã hóa với chế độ sáp nhập, cờ LIC được sao chép từ các khối lân cận, theo cách tương tự với sao chép thông tin chuyển động trong chế độ sáp nhập; nếu không thì, cờ LIC được báo hiệu cho CU để chỉ báo xem LIC áp dụng hay không.

Fig.9A minh họa các chế độ dự đoán nội bộ 900 được sử dụng trong HEVC. Trong HEVC, có tổng 35 chế độ dự đoán nội bộ, trong số đó chế độ 10 là chế độ ngang, chế độ 26 là chế độ dọc, và chế độ 2, chế độ 18 và chế độ 34 các chế độ chéo. Các chế độ dự đoán nội bộ được báo hiệu bởi ba chế độ khả thi nhất (MPM) và 32 chế độ còn lại.

Fig.9B minh họa, trong phương án của VVC, có tổng 87 chế độ dự đoán nội bộ, trong đó chế độ 18 là chế độ ngang, chế độ 50 là chế độ dọc, và chế độ 2, chế độ 34 và chế độ 66 các chế độ chéo. Các chế độ -1 ~ -10 và các chế độ 67 ~ 76 được gọi là các chế độ dự đoán nội bộ góc rộng (WAIP).

Mẫu dự đoán $\text{pred}(x,y)$ được định vị ở vị trí (x, y) được dự đoán bằng cách sử dụng chế độ dự đoán nội bộ (DC, phẳng, góc) và kết hợp tuyến tính của các mẫu tham chiếu theo biểu thức PDPC:

$$\text{pred}(x,y) = (wL \times R_{-1,y} + wT \times R_{x,-1} - wTL \times R_{-1,-1} + (64 - wL - wT + wTL) \times \text{pred}(x,y) + 32) \gg 6$$

trong đó $R_{x,-1}$, $R_{-1,y}$ biểu thị các mẫu tham chiếu được định vị ở trên cùng và bên trái của mẫu hiện tại tại (x, y) , theo cách tương ứng, và $R_{-1,-1}$ biểu thị mẫu tham chiếu được định vị ở góc trên cùng bên trái của khối hiện thời.

Đối với chế độ DC các trọng số được tính toán như sau cho khối với các chiều độ rộng và độ cao:

$$wT = 32 \gg ((y \ll 1) \gg nScale), wL = 32 \gg ((x \ll 1) \gg nScale), wTL = (wL \gg 4) + (wT \gg 4),$$

Với $nScale = (\log_2(\text{width}) - 2 + \log_2(\text{height}) - 2 + 2) \gg 2$, trong đó wT ký hiệu hệ số lấy trọng số cho mẫu tham chiếu được đặt trong đường tham

chiều nêu trên với cùng tọa độ ngang, wL ký hiệu hệ số lấy trọng số cho mẫu tham chiếu được đặt trong đường tham chiếu trái với cùng tọa độ dọc, và wTL ký hiệu hệ số lấy trọng số cho mẫu tham chiếu trên cùng bên trái của khối hiện thời, $nScale$ chỉ định cách thức các hệ số trọng số nhanh giảm theo trục (wL giảm từ trái sang phải hoặc wT giảm từ trên xuống dưới), cụ thể là tốc độ giảm hệ số trọng số, và giống dọc theo trục x (từ trái sang phải) và trục y (từ trên xuống dưới) trong thiết kế hiện tại. Và 32 biểu thị cho các hệ số trọng số gốc cho các mẫu lân cận, và hệ số trọng số gốc cũng là trọng số trên cùng (trái hoặc trên cùng bên trái) được gán cho mẫu trên cùng bên trái trong CB hiện tại, và các hệ số trọng số của các mẫu lân cận trong quá trình PDPC cần bằng hoặc nhỏ hơn hệ số trọng số gốc này.

Đối với chế độ phẳng $wTL = 0$, trong khi đó chế độ ngang $wTL = wT$ và chế độ dọc $wTL = wL$. Các trọng số PDPC có thể được tính toán với chỉ thêm và dịch. Giá trị của $pred(x,y)$ có thể được tính toán trong một bước bằng cách sử dụng Công thức 1.

Các Fig.10 và 11 là các sơ đồ khối được làm đơn giản 1000 và 1100 theo cách tương ứng theo các phương án và cung cấp tổng quan khác nhau của việc nén đám mây điểm dựa trên hình học (G-PCC) của bộ mã hóa và bộ giải mã. Trong cả hai bộ mã hóa và bộ giải mã, các vị trí đám mây điểm được mã hóa đầu tiên. Mã hóa thuộc tính phụ thuộc vào hình học được giải mã. Các Fig.10 và 11, biến đổi phân cấp thích ứng vùng (RAHT) và các mô đun lấy xấp xỉ bề mặt là các tùy chọn thường được sử dụng cho dữ liệu Danh mục 1. Tạo ra mức độ chi tiết (LOD) và các mô đun nâng là các tùy chọn thường được sử dụng cho dữ liệu Danh mục 3. Tất cả các mô đun khác là chung giữa các Danh mục 1 và 3.

Đối với dữ liệu Danh mục 3, hình học được nén có thể được thể hiện dưới dạng cây bát phân từ gốc đến cấp độ nhánh của các điểm ảnh ba chiều riêng. Đối với dữ liệu Danh mục 1, hình học được nén có thể được thể hiện bởi cây bát phân được cắt tỉa (tức là, cây bát phân từ từ cấp độ gốc đến nhánh của các khối lớn hơn các điểm ảnh ba chiều) cộng với mô hình mà lấy xấp xỉ bề mặt trong mỗi nhánh của cây bát phân được cắt tỉa. Theo cách này, cả dữ liệu Danh mục 1

và 3 đều chia sẻ cơ chế mã hóa cây bát phân, trong khi đó dữ liệu Danh mục 1 có thể còn lấy xấp xỉ các điểm ảnh ba chiều trong mỗi nhánh với mô hình bề mặt. Mô hình bề mặt được sử dụng là tam giác bao gồm 1-10 tam giác trên mỗi khối, tạo nên mô hình phi kết nối tam giác. Bộ mã hóa-giải mã hình học Danh mục 1 do đó được biết đến là mã hóa-giải mã hình học phi kết nối tam giác, trong khi đó bộ mã hóa-giải mã hình học Danh mục 3 được biết đến là bộ mã hóa-giải mã hình học cây bát phân.

Có ba phương pháp mã hóa thuộc tính trong G-PCC: Mã hóa RAHT, dự đoán lân cận gần nhất phân cấp dựa trên phép nội suy (Predicting Transform, Biến đổi dự đoán), và dự đoán lân cận gần nhất phân cấp dựa trên phép nội suy với bước cập nhật/nâng (Lifting Transform, Biến đổi nâng). RAHT và Nâng thường được sử dụng cho dữ liệu Danh mục 1, trong khi đó Dự đoán thường được sử dụng cho dữ liệu Danh mục 3. Tuy nhiên, một trong hai phương pháp có thể được sử dụng cho dữ liệu bất kỳ, và, cũng tương tự với các mã hóa-giải mã hình học trong G-PCC, người dùng có tùy chọn để chọn trong số 3 loại mã hóa-giải mã thuộc tính mà họ muốn sử dụng.

Theo các phương án mẫu, hình học đầu tiên có thể được mã hóa không tổn hao đến cấp độ người dùng cụ thể bằng cách sử dụng mã hóa cây bát phân. Các chi tiết hình học hoàn thiện hơn sau đó có thể được lấy xấp xỉ theo cách thức nén có tổn hao bằng cách sử dụng tập hợp (còn được gọi là hỗn hợp (soup)) của các tam giác. Tập hợp riêng của các tam giác có thể được lấy ở mỗi nút nhánh của cây bát phân mà lấy xấp xỉ có chọn lọc qua (đa tạp) bề mặt qua khối lập phương tương ứng. Để tạo hỗn hợp, một đỉnh có thể được lấy cho mỗi cạnh của khối lập phương mà ngầm hiểu rằng có nhiều nhất 12 đỉnh theo cách thức này để lấy xấp xỉ cho bề mặt. Các bề mặt nhẵn có thể được tạo mô hình một cách đầy đủ bằng cách sử dụng 12 tham số tự do khả dụng; tuy nhiên, có thể xảy ra việc sự đa tạp quá phức tạp cho mô hình bằng cách sử dụng số lượng có hạn các tham số tự do. Như vậy, các phương án mẫu khái quát kỹ thuật Trisoup (tạo hỗn hợp tam giác phi kết nối) được áp dụng trong MPEG/G-PCC để giải quyết

vấn đề này và cơ chế tối ưu hóa tỷ lệ biến dạng (RDO) cũng được dự đoán cho kỹ thuật Trisoup tổng quát được đề xuất.

Các phương pháp được đề xuất được thảo luận dưới đây có thể được sử dụng một cách riêng biệt hoặc được kết hợp trong thứ tự bất kỳ. Ngoài ra, mỗi phương pháp (hoặc các phương án), bộ mã hóa, và bộ giải mã có thể được thực hiện bởi hệ mạch xử lý (ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều mạch tích hợp). Trong một ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi chương trình mà được lưu trữ trong phương tiện bất biến đọc được bởi máy tính.

Fig.12 minh họa đơn giản 1200 theo các phương án và thể hiện các ví dụ 1201 của các kỹ thuật Trisoup được tạo ở các nhánh. Đối với mỗi cạnh duy nhất, như là cạnh mẫu 1202 trong số các cạnh khác được thể hiện trong số các ví dụ 1201, có thể được mã hóa chỉ báo xem có điểm ảnh ba chiều hay không, như là điểm ảnh mẫu 1203 trong số các điểm ảnh khác, hoặc không. Nếu cạnh có điểm ảnh ba chiều, vị trí của điểm ảnh ba chiều theo cạnh đó cũng có thể được mã hóa. Mỗi cạnh có thể được cho phép có nhiều nhất một điểm ảnh ba chiều theo các phương án mẫu.

Fig.13 mà minh họa tiến trình đơn giản 1300 theo các phương án và sẽ được hiểu rằng một hoặc nhiều đặc điểm có thể được sử dụng một cách riêng biệt từ một hoặc nhiều đặc điểm khác được minh họa và/hoặc theo thứ tự khác với thứ tự được minh họa.

Theo các phương án mẫu, khi S1301 có sự được thu nhận một hoặc nhiều nút nhánh, và ở S1302 có tạo ra hai hoặc nhiều hỗn hợp tam giác ở mỗi nút nhánh. Điều này sẽ giúp lập mô hình đa tạp tốt hơn mà quá phức tạp để lập mô hình bằng cách sử dụng chỉ một hỗn hợp các tam giác. Đến cuối cùng, có sự phân chia ở S1302 đầu tiên của mỗi nút nhánh thành hai hoặc nhiều khối phỏng lập phương chữ nhật/vuông nhỏ hơn. Hỗn hợp tam giác riêng biệt có thể sau đó được lấy ở S1303 cho mỗi khối phỏng lập phương được tạo ra. Việc phân chia nút nhánh thành các khối phỏng lập phương nhỏ hơn mang đến tập hợp mới của các điểm góc cũng như tập mới của các cạnh. Ví dụ, cạnh của nút nhánh có thể bị vỡ một nửa mà kết quả là tạo ra một điểm góc mới giữa các điểm cuối của

cạnh đó, và cũng thay thế cạnh với hai cạnh mới ngắn hơn theo các phương án mẫu, và cũng mẫu phân chia được cố định có thể được sử dụng để tất cả các nhánh và/hoặc, như được mô tả thêm dưới đây, mẫu phân chia có thể được lấy một cách thích ứng cho mỗi nút nhánh và được báo hiệu theo đó.

Theo các phương án mẫu, như được minh họa trên Fig.13, S1302 có thể bao gồm một hoặc nhiều bước S1304-S1310. Ví dụ, ở S1306, có thể là tín hiệu của mẫu phân chia của mỗi nút nhánh, và theo các phương án, chiến lược có thể chỉ báo hiệu 2 bit trên mỗi nút nhánh để chỉ báo mẫu phân chia:

00 $\Rightarrow$ không phân chia (1 Trisoup)

01 $\Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục x (2 Trisoup)

10 $\Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục y (2 Trisoup)

11 $\Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục z (2 Trisoup)

Mẫu phân chia như trên có thể được mã hóa entropy và được ghi ở S1321 cho dòng bit cuối. Các mẫu phân chia khác nhau có thể được thiết kế và làm thích ứng. Nếu số lượng các mẫu phân chia được làm thích ứng là N, các bit $\lceil \log_2 N \rceil$ cần dùng để báo hiệu mẫu trên mỗi nút nhánh.

Cũng vậy theo một hoặc nhiều các phương án mẫu, các hỗn hợp tam giác phi kết nối có thể được lấy đệ quy ở S1309 ở mỗi nút nhánh. Đối với mỗi khối phỏng lập phương, ba bit, được biểu thị bởi xyz, có thể được báo hiệu ở mỗi cấp độ phân chia. Ví dụ, ở cấp độ phân chia 0, nút nhánh có thể được phân chia theo tám cách:

xyz = 000 $\Rightarrow$ không phân chia (1 Trisoup)

xyz = 001 $\Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục x (2 Trisoup)

xyz = 010 $\Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục y (2 Trisoup)

xyz = 011 $\Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục z (2 Trisoup)

xyz = 100 $\Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục x và y (4 Trisoup)

xyz = 101 $\Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục x và z (4 Trisoup)

$xyz = 110 \Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục y và z (4 Trisoup)

$xyz = 111 \Rightarrow$ phân chia nút nhánh một nửa theo trục x , y , và z (8 Trisoup)

Một cách tương tự, ở mức độ phân chia 1, ba bit bổ sung có thể được dùng để báo hiệu mẫu phân chia ở mỗi khối phỏng lập phương được tạo ở cấp độ 0. Các bit này có thể được mã hóa entropi và được ghi vào dòng bit ở S1321.

Cũng vậy theo một hoặc nhiều các phương án mẫu, việc phân chia trong các phương án đối với S1306 và S1309 có thể được hoàn tất ở vị trí tùy ý theo trục cụ thể. Trong (các) trường hợp đó, đối với mỗi khối phỏng lập phương, có thể cũng có báo hiệu cho vị trí phân chia trên mỗi trục. Ở bất kỳ mức độ phân chia nào, nếu số lượng các điểm ảnh ba chiều theo trục cụ thể là L , các bit $\lceil \log_2 L \rceil$ cần dùng để báo hiệu vị trí phân chia theo trục đó. Các bit này được mã hóa entropi và được ghi vào dòng bit ở S1321.

Cũng như vậy theo một hoặc nhiều các phương án mẫu, tập các cờ phân chia tương ứng với tập các phân đoạn duy nhất có thể được báo hiệu ở S1304. Ví dụ, mỗi nút nhánh, hoặc một hoặc nhiều của nó, có thể được phép phân chia chỉ theo một chiều (i.e., x , y , hoặc z), hoặc không phân chia ở tất cả các chiều theo các cờ. Các ví dụ này có thể dễ dàng được khái quát cho các mẫu phân chia tùy ý, theo số lượng tùy ý các trục, ở các vị trí tùy ý, theo cách đệ quy. Ví dụ, nếu việc phân chia được cho phép chỉ ở phần giữa của phân đoạn, cờ được báo hiệu cho mỗi phân đoạn duy nhất để chỉ báo xem phân đoạn được phân chia hay không. Nếu cờ tắt, nhiều nhất một điểm ảnh ba chiều được báo hiệu cho phân đoạn duy nhất đó. Nếu cờ mở, hai đỉnh được báo hiệu cho phân đoạn duy nhất đó. Việc biết tập hợp của các phân đoạn 0 phân chia và không phân chia của nút nhánh, bộ giải mã, như là ở S1331, có thể dễ dàng lấy trục theo nút nhánh mà được phân chia và tạo ra hoặc 1 hoặc 2 hoặc 0 hỗn hợp tam giác phi kết nối.

Cũng vậy, theo một hoặc nhiều các phương án mẫu, ở S1321, cơ chế RDO (tối ưu hóa tỷ lệ biến dạng) có thể được sử dụng ở bộ mã hóa để xác định mẫu phân chia tối ưu. Bộ mã hóa này có thể thực hiện chiến lược bất kỳ để tìm

kiểm lựa chọn phân chia tối ưu. Các phương án mẫu, ví dụ, biểu thị tập hợp các tùy chọn phân chia cần được kiểm tra bởi bộ mã hóa bằng Ω . Đối với mỗi tùy chọn $\omega \in \Omega$, bộ mã hóa lấy bề mặt mà là thống nhất của tất cả các hỗn hợp tam giác phi kết nối được tạo ra bởi tùy chọn phân chia được biểu thị bởi $T(\omega)$. $T(\omega)$ được đưa ra, bộ mã hóa có thể tính toán biến dạng, $D(\omega)$, giữa các điểm không được mã hóa và các điểm được tái cấu trúc (các điểm được tái cấu trúc được tạo ra bằng cách sử dụng $T(\omega)$ và bước tạo tam giác đi theo bước lấy mẫu lên). Tùy chọn phân chia tối ưu sau đó được tính toán bởi:

$$\omega^* = \min_{\omega \in \Omega} D(\omega) + \lambda R(\omega)$$

where $R(\omega)$ là tỷ lệ mã hóa, và λ là hệ số Lagrangian. Hơn nữa, việc tính toán biến dạng (cho mỗi tùy chọn phân chia) bằng cách sử dụng các số liệu hình học chung có thể tốn kém về mặt tính toán. Các phương pháp ít phức tạp hơn có thể được sử dụng bởi bộ mã hóa với việc đạt được việc giảm chi phí mã hóa. Các ví dụ có thể, theo các phương án mẫu: tính toán biến dạng $D(\omega)$ như khoảng cách trung bình của các điểm không được mã hóa từ bề mặt $T(\omega)$, sử dụng việc kết thúc sớm hơn để dừng việc phân chia nếu số lượng các điểm nằm trong khối phỏng lập phương rơi xuống dưới ngưỡng nhất định, và/hoặc phân chia có lợi để tạo ra các khối phỏng lập phương với mật độ điểm lớn hơn.

Theo các phương án mẫu, mẫu phân chia cụ thể (được lấy hoặc theo đệ quy hoặc không theo đệ quy), trong số tập các mẫu phân chia khả dụng, có thể được báo hiệu cho mỗi nút nhánh, trong đó mỗi phân chia luôn chia nửa cạnh khối phỏng lập phương, và trong Bảng 4.3.1 dưới đây, tuy nhiên, phân chia có thể được hoàn tất ở các vị trí tùy ý trong Bảng 4.3.2.

Bảng 4.3.1 Báo hiệu ở cấp độ nút nhánh: luôn chia nửa các cạnh

generalized_trisoup_metadata () {	Ký hiệu mô tả
if(generalized_trisoup_enabled_flag) {	

generalized_trisoup_present_flag	u(1)
if(generalized_trisoup_present_flag) {	
for (i = 0; i < num_leaf_nodes; ++i) {	
split_pattern[i]	u(8)
}	
}	
}	

Bảng 4.3.2 Báo hiệu ở cấp độ nút nhánh: phân chia phân chia ở các vị trí tùy ý

generalized_trisoup_metadata () {	Ký hiệu mô tả
if(generalized_trisoup_enabled_flag) {	
generalized_trisoup_present_flag	u(1)
if(generalized_trisoup_present_flag) {	
for (i = 0; i < num_leaf_nodes; ++i) {	
split_pattern[i]	u(8)
split_location[i]	u(8)
}	
}	
}	

Bảng 4.3.3 Báo hiệu ở cấp độ phân đoạn duy nhất cho ví dụ được đề cập đến trong phương án e

generalized_trisoup_metadata () {	Ký hiệu
-----------------------------------	----------------

	mô tả
if(generalized_trisoup_enabled_flag) {	
generalized_trisoup_present_flag	u(1)
if(generalized_trisoup_present_flag) {	
count = 0	
for (i = 0; i < num_unique_segments; ++i) {	
split_flag[i]	u(8)
if (split_flag[i]) {	
vertex count++] // vertex 1	u(8)
vertex count++] // vertex 2	
}	
}	
}	
}	

Theo các phương án mẫu trên quan điểm của các bảng trên, về mặt ngữ nghĩa:

generalized_trisoup_present_flag chỉ báo xem Trisoup được tạo có được sử dụng hay không,

split_pattern[i] chỉ báo mẫu bit mà xác định mẫu phân chia của nút nhánh i, và nếu việc phân chia được hoàn thành theo đệ quy, **split_pattern[i]** là bội số của 3 tương ứng với các trục x, y, và z, và/hoặc **split_location [i]** chỉ báo vị trí phân chia. Tương ứng với mỗi 1 trong **split_pattern[i]**, vị trí phân chia của kích cỡ $\lceil \log_2 L \rceil$ bit được báo hiệu, trong đó L ký hiệu số lượng các điểm ảnh ba chiều.

Hơn nữa, ở S1331, có thể có quá trình giải mã bao gồm báo hiệu ở cấp độ nút nhánh mà trong đó các đầu vào cho quá trình này có thể là: mẫu phân chia tương ứng với nút nhánh, và/hoặc vị trí phân chia trên mỗi mẫu phân chia (nếu các cạnh được cho phép phân chia ở các vị trí tùy ý).

Theo đó, nếu các cạnh chỉ được cho phép chia nửa, bộ giải mã giải mã mẫu phân chia cho mỗi nút nhánh và tạo ra Trisoup riêng cho mỗi khối phỏng lập phương bằng cách sử dụng các điểm ảnh ba chiều được giải mã, và nếu các cạnh được cho phép phân chia ở các vị trí tùy ý, mẫu phân chia và các vị trí phân chia được giải mã cho mỗi nút nhánh. Mẫu phân chia và các vị trí phân chia đã cho, bộ giải mã nhờ đó tạo ra tập các hỗn hợp tam giác phi kết nối.

Hơn nữa theo các phương án mẫu, ở S1331, đối với các đặc điểm của cờ phân đoạn duy nhất của S1304, có thể là, theo các phương án mẫu, các đầu vào cho quá trình báo hiệu tại một hoặc nhiều cấp độ phân đoạn duy nhất dưới dạng: dòng các cờ phân chia trên mỗi phân đoạn duy nhất, và/hoặc dòng các đỉnh.

Theo đó, đối với mỗi phân đoạn duy nhất, bộ giải mã có thể giải mã cờ phân chia, và nếu cờ phân chia là 1, bộ giải mã có thể sau đó giải mã hai đỉnh từ dòng các đỉnh, và đối với nút nhánh, một khi tập hợp của các phân đoạn phân chia và không phân chia được xác định, bộ giải mã có thể lấy trực theo nút nhánh mà được phân chia. Bộ giải mã có thể sau đó hoặc tạo ra 1 hoặc tạo ra 2 Trisoup cho nút hoặc có thể không tạo ra Trisoup nào.

Theo đó, bằng các phương án mẫu được mô tả ở đây, các vấn đề kỹ thuật được lưu ý ở trên có thể được cải thiện một cách hiệu quả với một hoặc nhiều giải pháp kỹ thuật này.

Các kỹ thuật được mô tả nêu trên, có thể được thực hiện như là phần mềm máy tính nhờ sử dụng các lệnh có thể đọc được bởi máy tính và được lưu trữ vật lý trong một hoặc nhiều phương tiện đọc được bởi máy tính hoặc bởi một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng được cấu hình cụ thể. Ví dụ, Fig. 14 thể hiện hệ thống máy tính 1400 thích hợp để thực hiện các phương án của đối tượng được bộc lộ.

Phần mềm máy tính có thể được mã hóa nhờ sử dụng bất kỳ mã máy hoặc ngôn ngữ máy tính thích hợp, mà có thể được tập hợp, biên dịch, liên kết, hoặc

cơ chế tương tự để tạo ra mã bao gồm các lệnh mà có thể được thực thi trực tiếp, hoặc thông qua diễn dịch, thực thi vi mã, và loại tương tự, bởi các bộ xử lý trung tâm (CPU) máy tính, các bộ xử lý đồ họa (GPU), và loại tương tự.

Các lệnh có thể được thực thi trên các loại máy tính khác nhau hoặc các thành phần của chúng, bao gồm, ví dụ, các máy tính cá nhân, máy tính bảng, máy chủ, điện thoại thông minh, thiết bị chơi trò chơi, thiết bị Internet vạn vật, và loại tương tự.

Các thành phần được thể hiện trên Fig. 14 đối với hệ thống máy tính 1400 là ví dụ về mặt bản chất và không dự định đề xuất bất kỳ giới hạn nào đối với phạm vi sử dụng hoặc chức năng của phần mềm máy tính mà thực hiện các phương án của sáng chế. Cấu trúc của các bộ phận không được hiểu là có bất kỳ sự phụ thuộc hoặc yêu cầu liên quan đến bất kỳ một hoặc kết hợp của các bộ phận được minh họa trong phương án ví dụ của hệ thống máy tính 1400.

Hệ thống máy tính 1400 có thể bao gồm các thiết bị đầu vào giao diện người dùng định trước. Thiết bị đầu vào giao diện người dùng này có thể phản hồi lại việc nhập vào bởi một hoặc nhiều người dùng thông qua, ví dụ, việc nhập xúc giác (như: nhấn phím, trượt, di chuyển bao dữ liệu), nhập audio (như: thoại, vỗ tay), nhập trực quan (như: các cử chỉ), nhập khứu giác (không được thể hiện). Các thiết bị giao diện người dùng có thể cũng được sử dụng để quay nội dung đa phương tiện không cần thiết liên quan trực tiếp đến việc nhập nhận thức bởi người dùng, như audio (như: âm nhạc xung quanh, âm nhạc thoại), các ảnh (như: các ảnh được quét, các ảnh chụp thu nhận từ camera ảnh tĩnh), video (như video hai chiều, video ba chiều bao gồm video lập thể).

Các thiết bị giao diện người dùng đầu vào có thể bao gồm một hoặc nhiều trong số (chỉ một trong số các thiết bị được thể hiện): bàn phím 1401, chuột 1402, bàn di chuột 1403, màn chạm 1410, cần điều khiển 1405, microphôn 1406, máy quét 1408, camera 1407.

Hệ thống máy tính 1400 có thể cũng bao gồm các thiết bị đầu ra giao diện người dùng định trước. Các thiết bị đầu ra giao diện người dùng này có thể là sự mô phỏng các giác quan của một hoặc nhiều người dùng thông qua, ví dụ, xúc

giác, âm thanh, ánh sáng, và mùi/vị giác. Các thiết bị đầu ra giao diện người dùng này có thể bao gồm các thiết bị đầu ra xúc giác (ví dụ xúc giác phản hồi bởi màn chạm 1410, hoặc cần điều khiển 1405, nhưng có thể cũng có các thiết bị phản hồi xúc giác mà không đóng vai trò là các thiết bị đầu vào), các thiết bị xuất audio (như: các loa 1409, các tai nghe (không được thể hiện)), các thiết bị đầu ra trực quan (như các màn hình 1410 bao gồm các màn hình CRT, màn hình LCD, màn hình plasma, màn hình OLED, mỗi trong số chúng có hoặc không có khả năng nhập màn chạm, có hoặc không có khả năng phản hồi xúc giác—một vài trong số chúng có thể có khả năng xuất ra đầu ra trực quan hai chiều hoặc đầu ra nhiều hơn ba chiều thông qua phương tiện như đầu ra lập thể; các kính thực tế ảo (không được thể hiện), các màn hình toàn ký và bề khối (không được thể hiện)), và các máy in (không được thể hiện).

Hệ thống máy tính 1400 có thể cũng bao gồm các thiết bị lưu trữ có thể truy nhập được bởi người dùng và phương tiện được kết hợp của chúng như phương tiện quang bao gồm CD/DVD ROM/RW 1420 với CD/DVD 1411 hoặc phương tiện tương tự, ổ chớp 1422, ổ cứng tháo rời hoặc ổ bán dẫn 1423, phương tiện từ truyền thống như băng và đĩa mềm (không được thể hiện), các thiết bị dựa trên ROM/ASIC/PLD chuyên dụng như các khóa điện tử bảo mật (không được thể hiện), và loại tương tự.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật cũng sẽ hiểu rằng thuật ngữ “phương tiện đọc được bởi máy tính” như được sử dụng kết hợp với đối tượng được bộc lộ không bao hàm môi trường truyền, các sóng mang, hoặc các tín hiệu chuyển tiếp khác.

Hệ thống máy tính 1400 có thể cũng bao gồm giao diện 1499 tới một hoặc nhiều mạng truyền thông 1498. Các mạng 1498 có thể ví dụ là mạng không dây, nối dây, quang học. Các mạng 1498 có thể là mạng cục bộ, mạng diện rộng, mạng đô thị, mạng phương tiện giao thông và công nghiệp, thời gian thực, dung sai trễ, và v.v. Các ví dụ của các mạng 1498 bao gồm các mạng cục bộ như Ethernet, LAN không dây, mạng tế bào bao gồm GSM, 3G, 4G, 5G, LTE và loại tương tự, TV các mạng số diện rộng có dây hoặc không dây bao gồm TV cáp,

TV vệ tinh, và TV quảng bá mặt đất, phương tiện giao thông và công nghiệp bao gồm CANBus, và v.v. Các mạng 1498 nhất định thường yêu cầu các bộ thích ứng giao diện mạng phía ngoài mà được gắn vào cổng dữ liệu mục đích chung định trước hoặc các kênh truyền ngoại vi (1450 và 1451) (như, ví dụ các cổng USB của hệ thống máy tính 1400); các phần khác thường được tích hợp vào lõi của hệ thống máy tính 1400 bằng cách gắn tới kênh truyền hệ thống như được mô tả dưới đây (ví dụ giao diện Ethernet vào hệ thống máy tính PC hoặc giao diện mạng tế bào vào hệ thống máy tính điện thoại thông minh). Nhờ sử dụng bất kỳ các mạng 1498 này, hệ thống máy tính 1400 có thể truyền thông với các thực thể khác. Việc truyền thông này có thể là chỉ thu đơn hướng (ví dụ, TV quảng bá), chỉ gửi đơn hướng (ví dụ các thiết bị CANbus tới CANbus định trước), hoặc hai chiều, ví dụ tới các hệ thống máy tính khác nhờ sử dụng các mạng số diện rộng hoặc cục bộ. Các giao thức định trước và các ngăn giao thức có thể được sử dụng trên mỗi mạng và giao diện mạng này như được mô tả nêu trên.

Các thiết bị giao diện người dùng, các thiết bị lưu trữ có thể truy nhập được bởi người dùng, và các giao diện mạng nêu trên có thể được gắn vào lõi 1440 của hệ thống máy tính 1400.

Lõi 1440 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (CPU) 1441, các bộ xử lý đồ họa (GPU) 1442, bộ điều hợp đồ họa 1417, các bộ xử lý khả trình chuyên dụng dưới dạng của mảng cổng khả trình dạng trường (FPGA) 1443, các bộ tăng tốc phần cứng đối với các tác vụ định trước 1444, và v.v. Các thiết bị này, cùng với bộ nhớ chỉ đọc (ROM) 1445, bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên 1446, bộ lưu trữ khối bên trong như các ổ cứng không thể truy nhập bởi người dùng bên trong, SSD, và loại tương tự 1447, có thể được kết nối thông qua kênh truyền hệ thống 1448. Trong một vài hệ thống máy tính, kênh truyền hệ thống 1448 có thể truy nhập được trong dạng của một hoặc nhiều đầu cắm vật lý để cho phép các phần mở rộng bởi các CPU, GPU bổ sung, và loại tương tự. Các thiết bị ngoại vi có thể được gắn trực tiếp tới kênh truyền hệ thống của lõi 1448,

hoặc thông qua kênh truyền ngoại vi 1451. Các cấu trúc của các kênh truyền ngoại vi bao gồm PCI, USB, và loại tương tự.

Các CPU 1441, GPU 1442, FPGA 1443, và các bộ tăng tốc 1444 có thể thực thi các lệnh định trước mà, một cách kết hợp, có thể thực thi mã máy tính nêu trên. Mã máy tính có thể được lưu trữ trong ROM 1445 hoặc RAM 1446. Dữ liệu chuyển tiếp có thể cũng được lưu trữ trong RAM 1446, trong khi dữ liệu cố định có thể được lưu trữ ví dụ, trong bộ nhớ khối bên trong 1447. Việc lưu trữ nhanh và truy xuất tới bất kỳ thiết bị bộ nhớ có thể được cho phép thông qua việc sử dụng của bộ nhớ lưu trữ đệm, mà có thể được kết hợp mật thiết với một hoặc nhiều CPU 1441, GPU 1442, bộ lưu trữ cỡ lớn 1447, ROM 1445, RAM 1446, và loại tương tự.

Phương tiện đọc được bởi máy tính có thể có mã máy tính trên đó để thực hiện các hoạt động được thực hiện bởi máy tính khác nhau. Phương tiện và mã máy tính có thể được thiết kế và xây dựng đặc biệt cho mục đích của sáng chế, hoặc chúng có thể là loại được biết đến rộng rãi và khả dụng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực phần mềm máy tính.

Theo ví dụ của sáng chế và không bị giới hạn, hệ thống máy tính có cấu trúc 1400, và cụ thể, lõi 1440 có thể cung cấp chức năng như là kết quả của các bộ xử lý (bao gồm các CPU, GPU, FPGA, các bộ tăng tốc, và loại tương tự) mà thực thi phần mềm trong một hoặc nhiều phương tiện hữu hình đọc được bởi máy tính. Các phương tiện đọc được bởi máy tính này có thể là phương tiện được kết hợp với bộ lưu trữ khối có thể truy nhập bởi người dùng như được giới thiệu nêu trên, cũng như bộ lưu trữ định trước của lõi 1440 mà có bản chất bất biến, như bộ lưu trữ khối bên trong của lõi 1447 hoặc ROM 1445. Phần mềm mà thực hiện các phương án của sáng chế có thể được lưu trữ trong các thiết bị này và được thực thi bởi lõi 1440. Phương tiện đọc được bởi máy tính có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị bộ nhớ hoặc chip, theo nhu cầu cụ thể. Phần mềm có thể làm cho lõi 1440 và một cách cụ thể, các bộ xử lý trong đó (bao gồm CPU, GPU, FPGA, và loại tương tự) thực hiện các xử lý cụ thể hoặc các phần cụ thể của các xử lý cụ thể được mô tả ở đây, bao gồm xác định các cấu

trúc dữ liệu được lưu trữ trong RAM 1446 và cải biến các cấu trúc dữ liệu này theo các xử lý được xác định bởi phần mềm. Ngoài ra hoặc như là tùy chọn khác, hệ thống máy tính có thể cung cấp chức năng như là kết quả của mạng cứng logic hoặc được lắp trong mạch (ví dụ: bộ tăng tốc 1444), mà có thể hoạt động trong vị trí của hoặc cùng với phần mềm để thực hiện các xử lý cụ thể hoặc các phần cụ thể của các xử lý cụ thể được mô tả ở đây. Việc tham chiếu tới phần mềm có thể bao hàm logic, và ngược lại, nếu cần. Việc tham chiếu tới phương tiện đọc được bởi máy tính có thể bao hàm mạch (như mạch tích hợp (IC)) mà lưu trữ phần mềm để thực thi, mạch thực hiện logic để thực thi, hoặc cả hai, nếu cần. Sáng chế bao hàm kết hợp thích hợp của phần cứng và phần mềm.

Trong khi sáng chế đã mô tả một vài phương án ví dụ, có các phương án khác, các hoán vị, và các thay thế tương đương khác nhau, mà nằm trong phạm vi của sáng chế. Do đó, sẽ được hiểu rằng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ có thể nghĩ ra các hệ thống và phương pháp, mặc dù không được thể hiện cụ thể hoặc được mô tả ở đây, áp dụng các nguyên tắc của sáng chế và do đó nằm trong bản chất và phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa video được thực hiện bởi ít nhất một bộ xử lý, phương pháp này bao gồm:

thu nhận nút nhánh của dữ liệu nén đám mây điểm dựa trên hình học (G-PCC);

phân chia nút nhánh thành nhiều khối phỏng lập phương;

lấy các hỗn hợp tam giác phi kết nối riêng biệt cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương; và

mã hóa các cờ theo cách tương ứng cho các cạnh của mỗi trong số các khối phỏng lập phương,

trong đó các cờ chỉ báo xem các đỉnh của các hỗn hợp tam giác phi kết nối riêng biệt có được thể hiện trên một trong số các cờ này hay không.

2. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm:

mã hóa entropi báo hiệu của mẫu phân chia của nút nhánh bằng hai bit,

trong đó hai bit này chỉ báo xem nút nhánh có được chia nửa thành các khối phỏng lập phương theo một trong các trục x, trục y, và trục z hay không.

3. Phương pháp theo điểm 2,

trong đó nút nhánh được phân chia tại vị trí bất kỳ mà không phải một nửa, vị trí đi theo ít nhất một trong số trục x và trục y được báo hiệu cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 3, còn bao gồm:

lấy các hỗn hợp tam giác phi tuyến tính đệ quy tại nút nhánh trong số các nút nhánh của dữ liệu G-PCC.

5. Phương pháp theo điểm 4, còn bao gồm:

mã hóa entropi báo hiệu của mẫu phân chia của nút nhánh bằng ba bit,

trong đó ba bit này chỉ báo xem nút nhánh có được chia nửa thành các khối phỏng lập phương theo trục x, trục y, trục z, kết hợp của trục x và trục y, kết hợp của trục x và trục z, kết hợp của trục y và trục z, và kết hợp của trục x, trục y, và trục z hay không.

6. Phương pháp theo điểm 5,

trong đó nếu nút nhánh được phân chia tại vị trí bất kỳ mà không phải một nửa, vị trí đi theo ít nhất một của trục x, trục y, và trục z, được báo hiệu cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, còn bao gồm:

xác định mẫu phân chia theo cơ chế tối ưu hóa tỷ lệ biến dạng (RDO)

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7,

trong đó phân chia nút nhánh thành các khối phỏng lập phương bao gồm việc chia nửa nút nhánh.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7,

trong đó phân chia nút nhánh thành các khối phỏng lập phương bao gồm việc chia nửa nút nhánh thành các phần có kích cỡ không bằng nhau.

10. Thiết bị mã hóa video, thiết bị này bao gồm:

ít nhất một bộ nhớ có cấu trúc để lưu trữ mã chương trình máy tính;

ít nhất một bộ xử lý có cấu trúc để truy nhập mã chương trình máy tính và hoạt động như được chỉ dẫn bởi mã chương trình máy tính, mã chương trình máy tính này bao gồm:

mã thu nhận được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý thu nhận nút nhánh của dữ liệu nén đám mây điểm dựa trên hình học (G-PCC);

mã phân chia được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý phân chia nút nhánh thành nhiều khối phỏng lập phương;

mã dẫn xuất được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý lấy ra các hỗn hợp tam giác phi tuyến tính cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương; và

mã mã hóa được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý mã hóa các cờ theo cách tương ứng cho các cạnh của mỗi trong số các khối phỏng lập phương,

trong đó các cờ chỉ báo xem các đỉnh của các hỗn hợp tam giác phi kết nối riêng biệt có được thể hiện trên một trong số các cờ này hay không.

11. Thiết bị theo điểm 10,

trong đó mã mã hóa còn được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý để mã hóa entropi báo hiệu của mẫu phân chia của nút nhánh bằng hai bit,

trong đó hai bit này chỉ báo xem nút nhánh có được chia nửa thành các khối phỏng lập phương theo một trong các trục x, trục y, và trục z hay không.

12. Thiết bị theo điểm 11, trong đó nếu nút nhánh được phân chia tại vị trí bất kỳ mà không phải một nửa, vị trí đi theo ít nhất một của trục x và trục y được báo hiệu cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương.

13. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm 10 đến 12, trong đó mã dẫn xuất còn được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý lấy các hỗn hợp tam giác phi kết nối theo cách đệ quy tại nút nhánh trong số các nút nhánh của dữ liệu G-PCC.

14. Thiết bị theo điểm 13,

trong đó mã mã hóa còn được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý để mã hóa entropi báo hiệu của mẫu phân chia của nút nhánh bằng ba bit,

trong đó ba bit này chỉ báo xem nút nhánh có được chia nửa thành các khối phỏng lập phương theo trục x, trục y, trục z, kết hợp của trục x và trục y, kết hợp của trục x và trục z, kết hợp của trục y và trục z, và kết hợp của trục x, trục y, và trục z hay không.

15. Thiết bị theo điểm 14,

trong đó nếu nút nhánh được phân chia tại vị trí bất kỳ mà không phải một nửa, vị trí đi theo ít nhất một của trục x , trục y , và trục z , được báo hiệu cho mỗi trong số các khối phỏng lập phương.

16. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 15, trong đó mã chương trình máy tính còn bao gồm mã xác định được tạo cấu hình để khiến ít nhất một bộ xử lý để xác định mẫu phân chia theo cơ chế tối ưu hóa tỷ lệ biến dạng (RDO)

17. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 16,

trong đó phân chia nút nhánh thành các khối phỏng lập phương bao gồm việc chia nửa nút nhánh.

18. Phương tiện bất biến đọc được bởi máy tính mà lưu trữ chương trình được tạo cấu hình để làm cho máy tính thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9.

FIG. 1

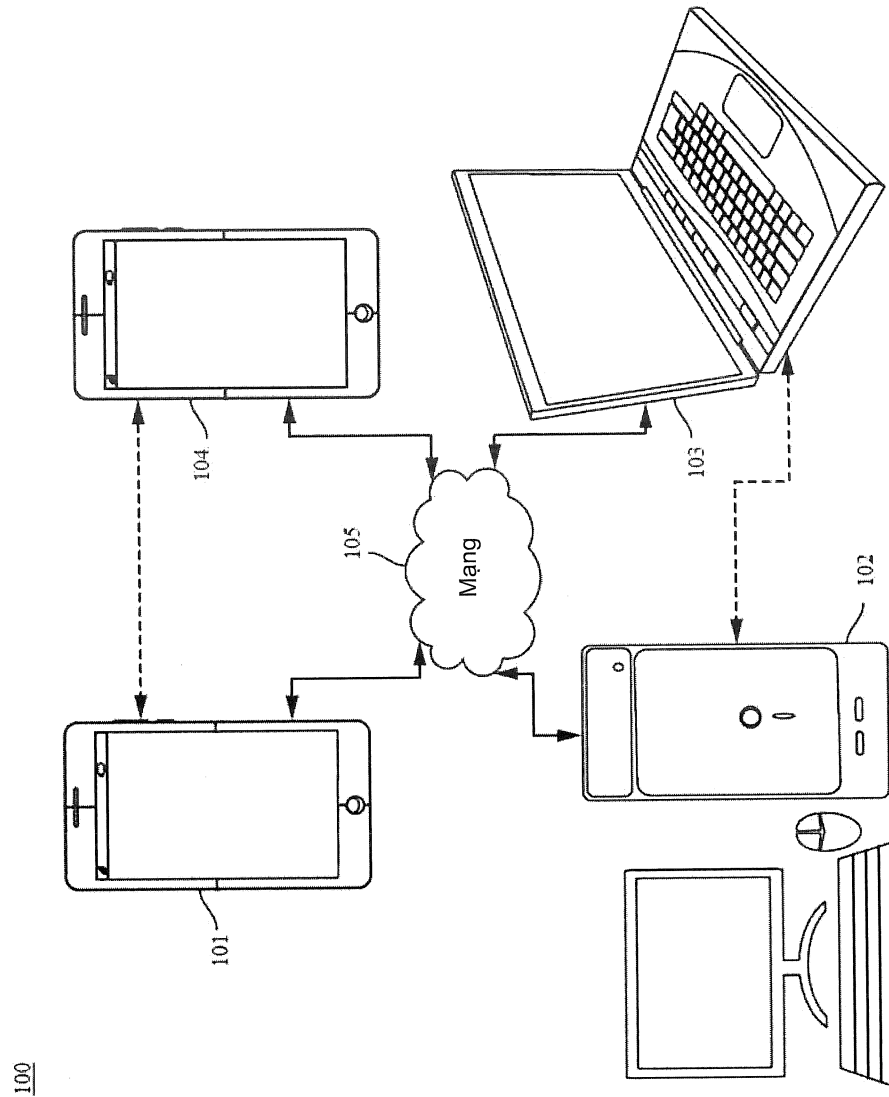


FIG. 2

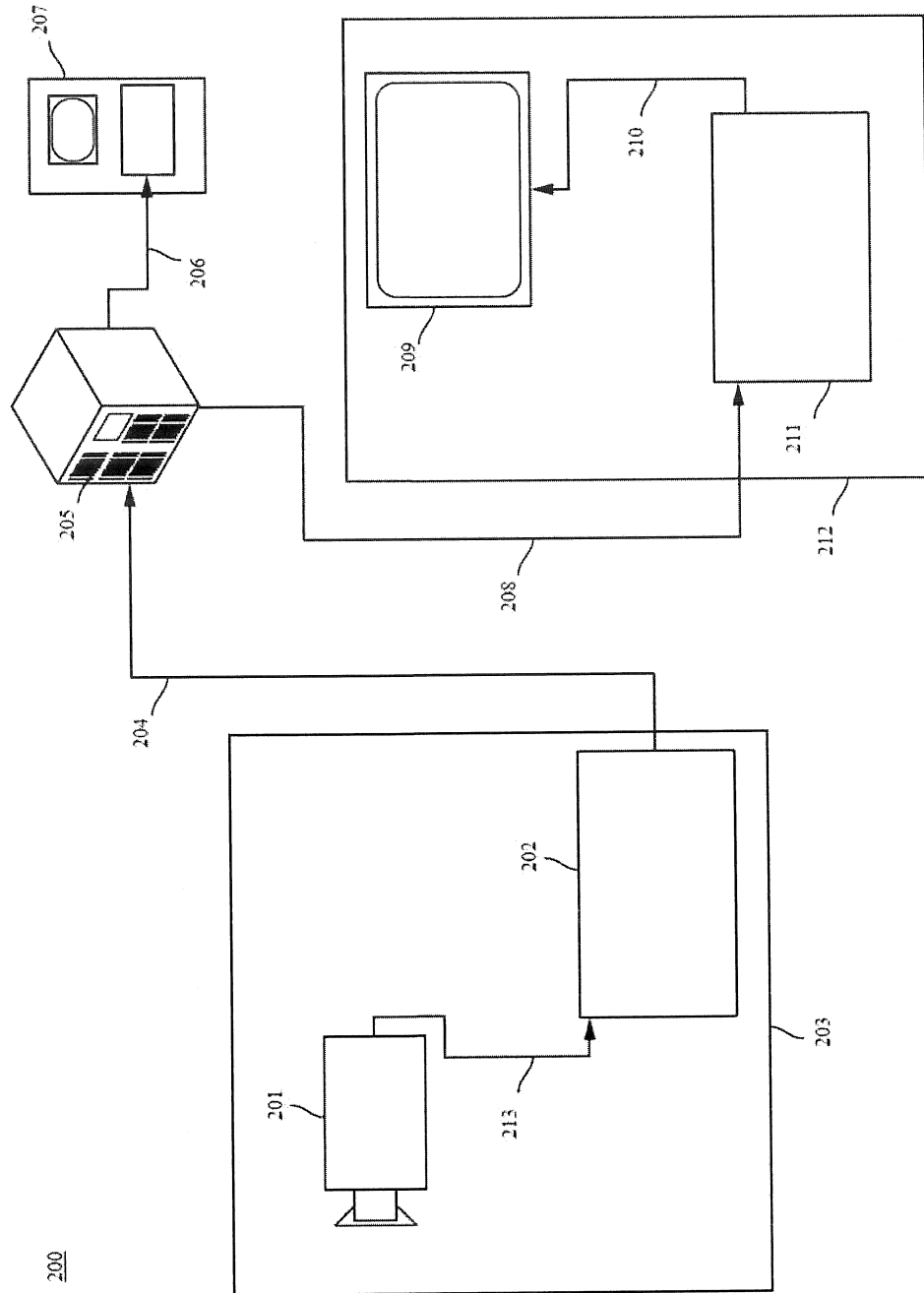


FIG. 3

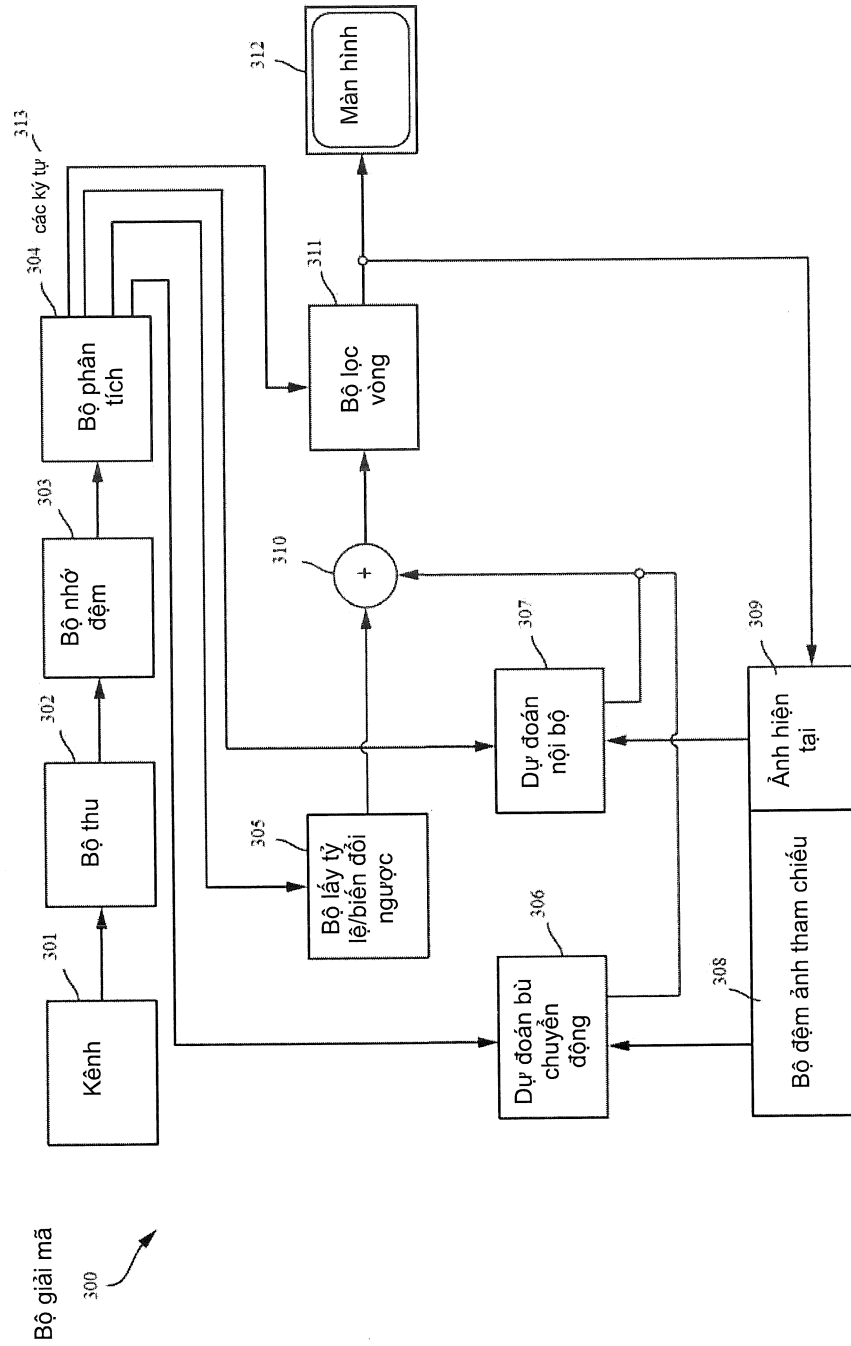
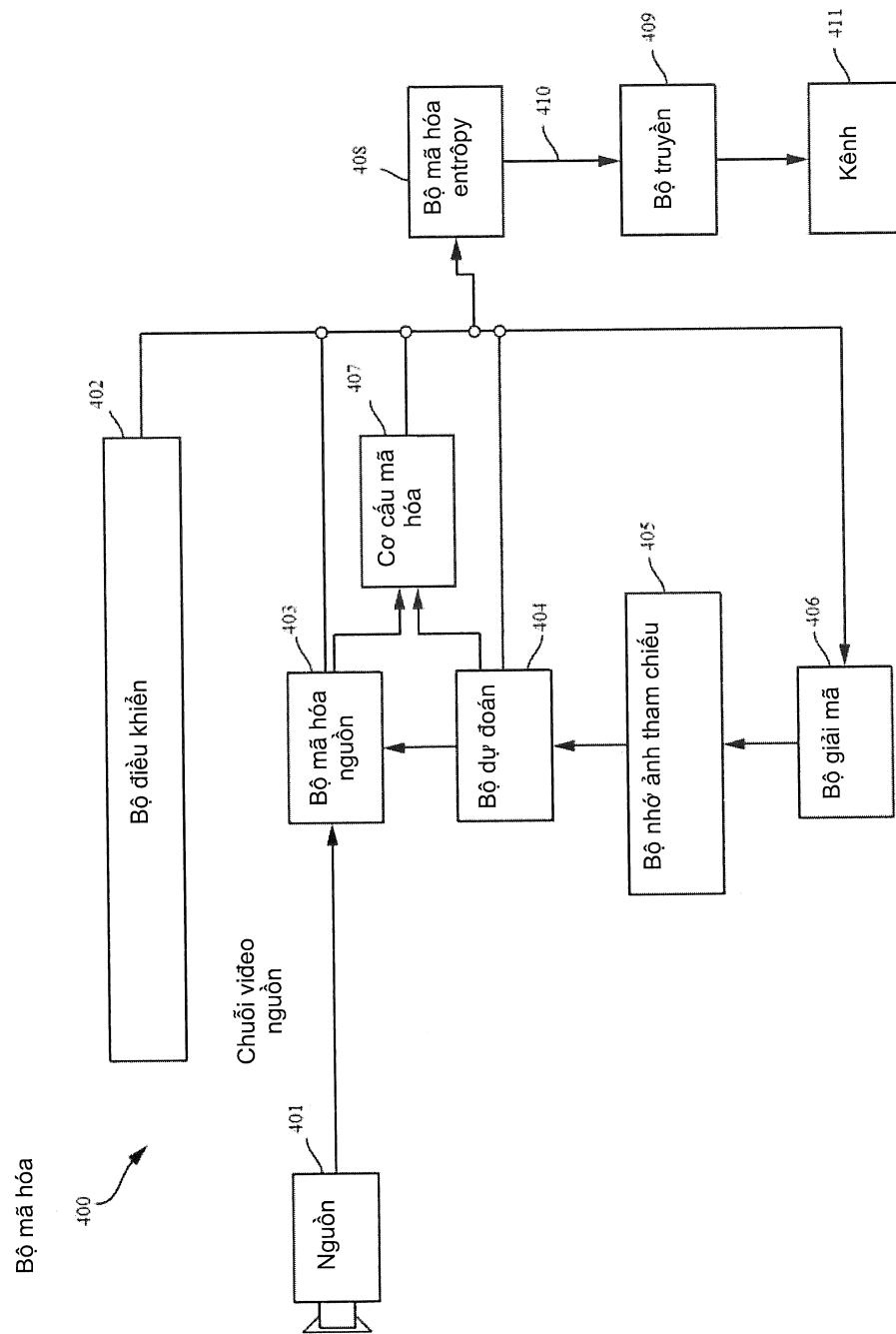


FIG. 4



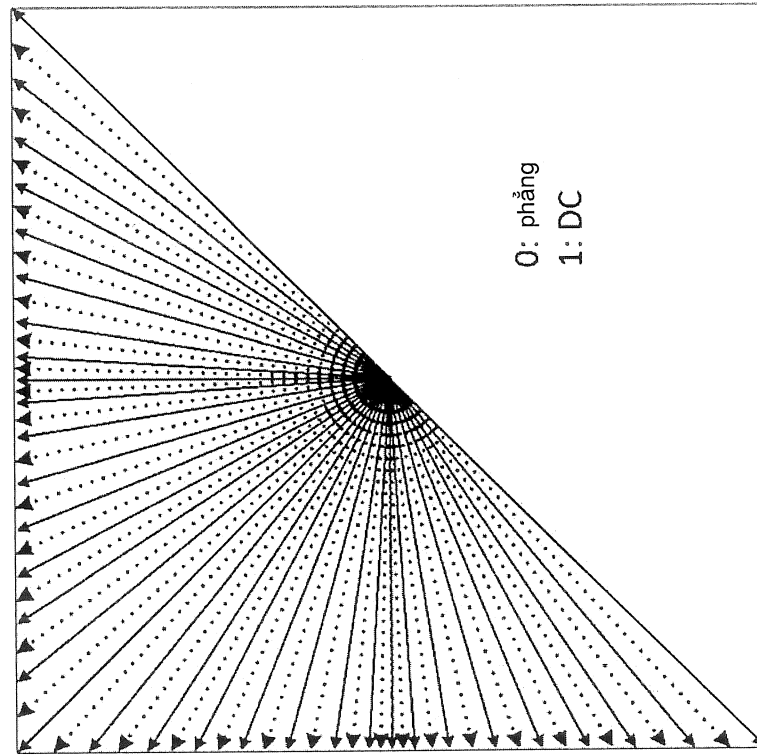
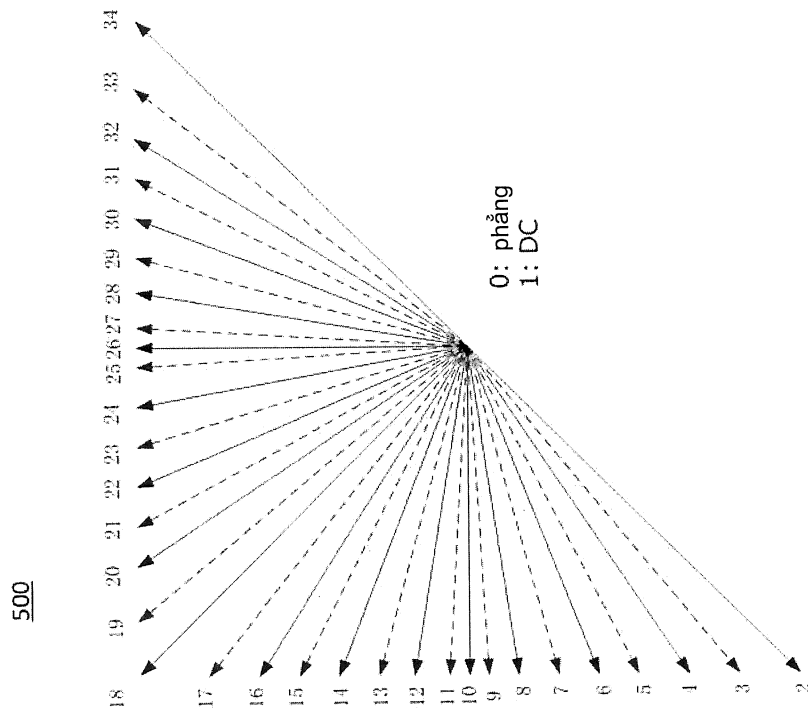


FIG. 5



500

FIG. 6

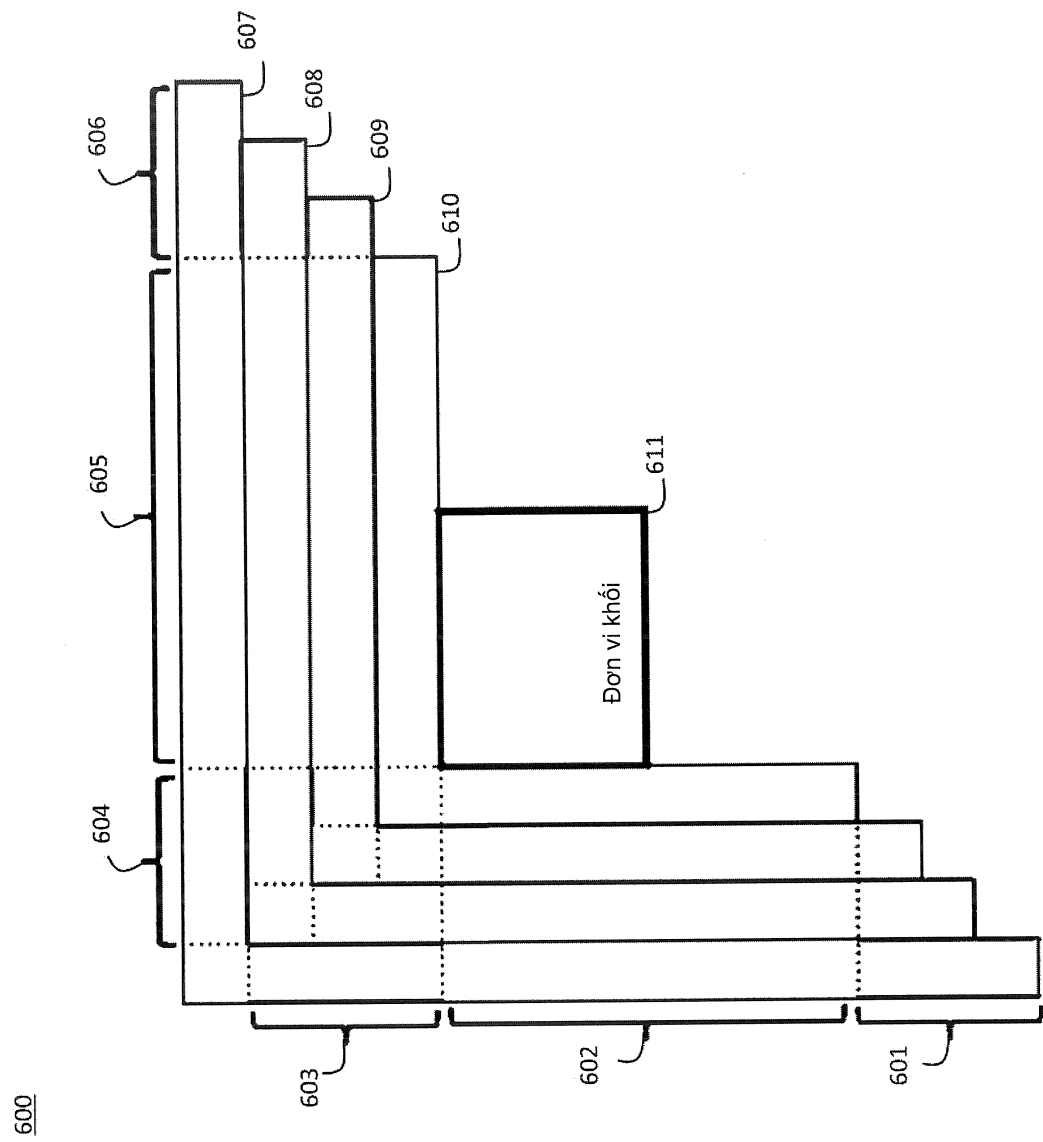


FIG. 7

700

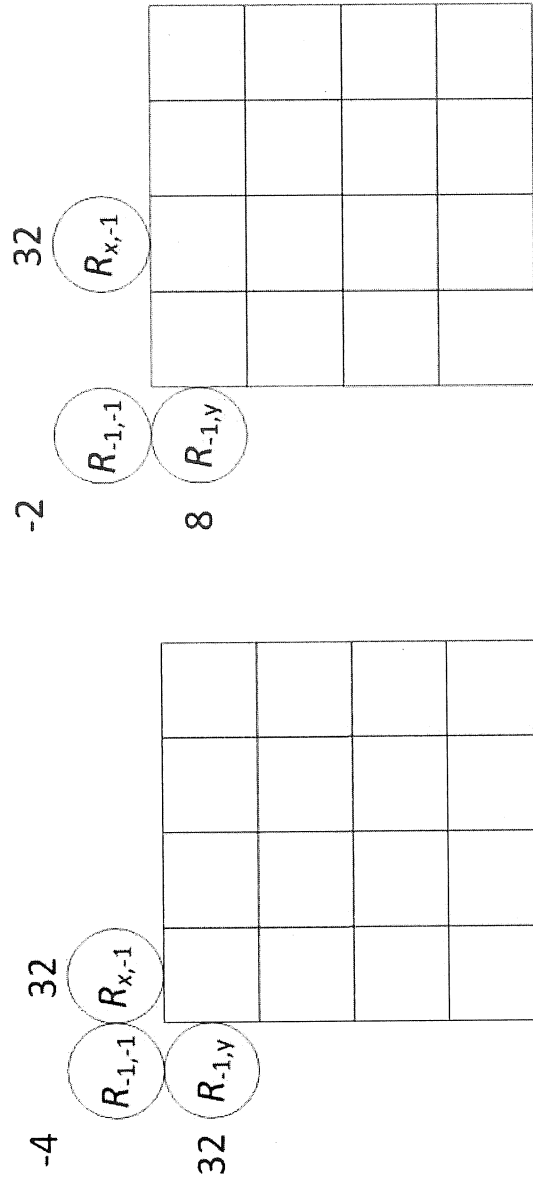


Fig. 8

800

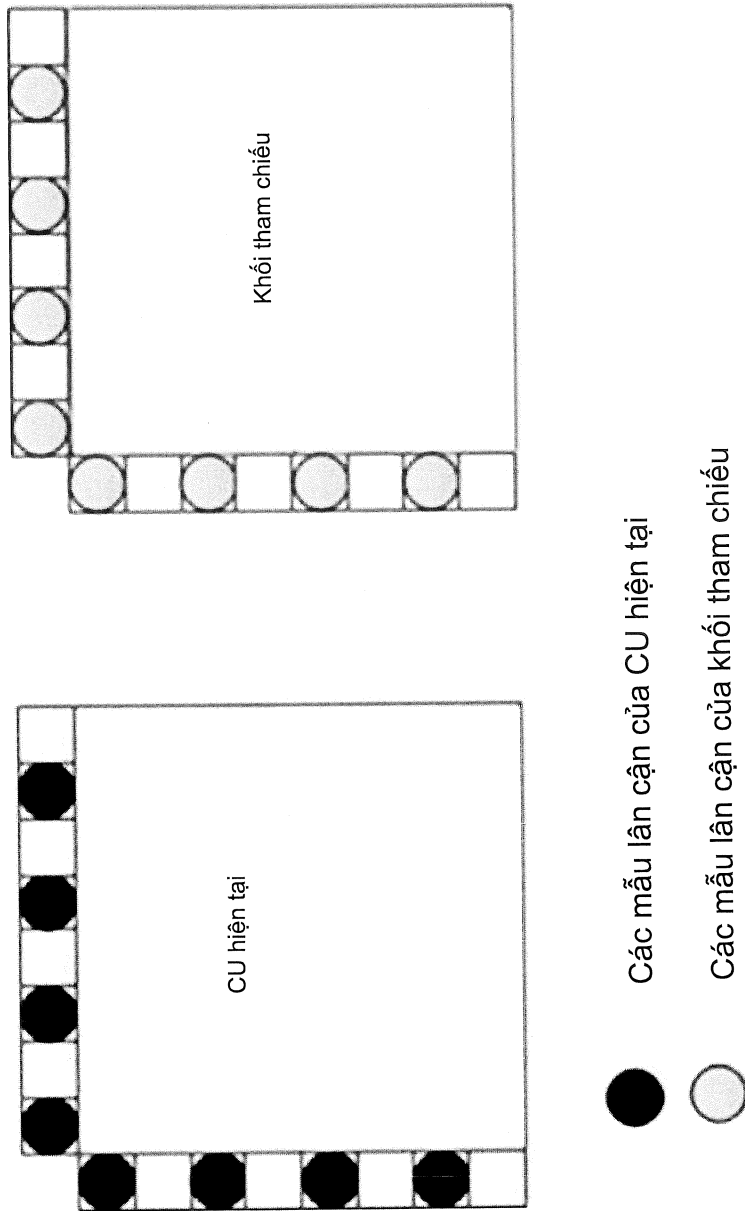


Fig.9B

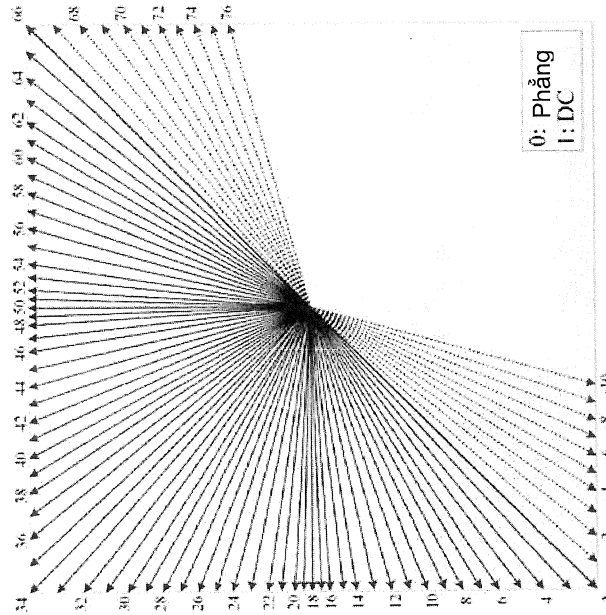
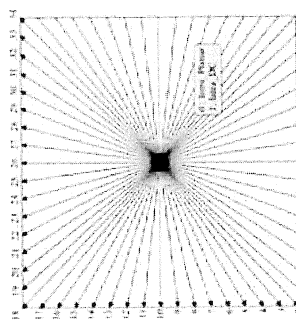


Fig.9A



901

900

Fig.10

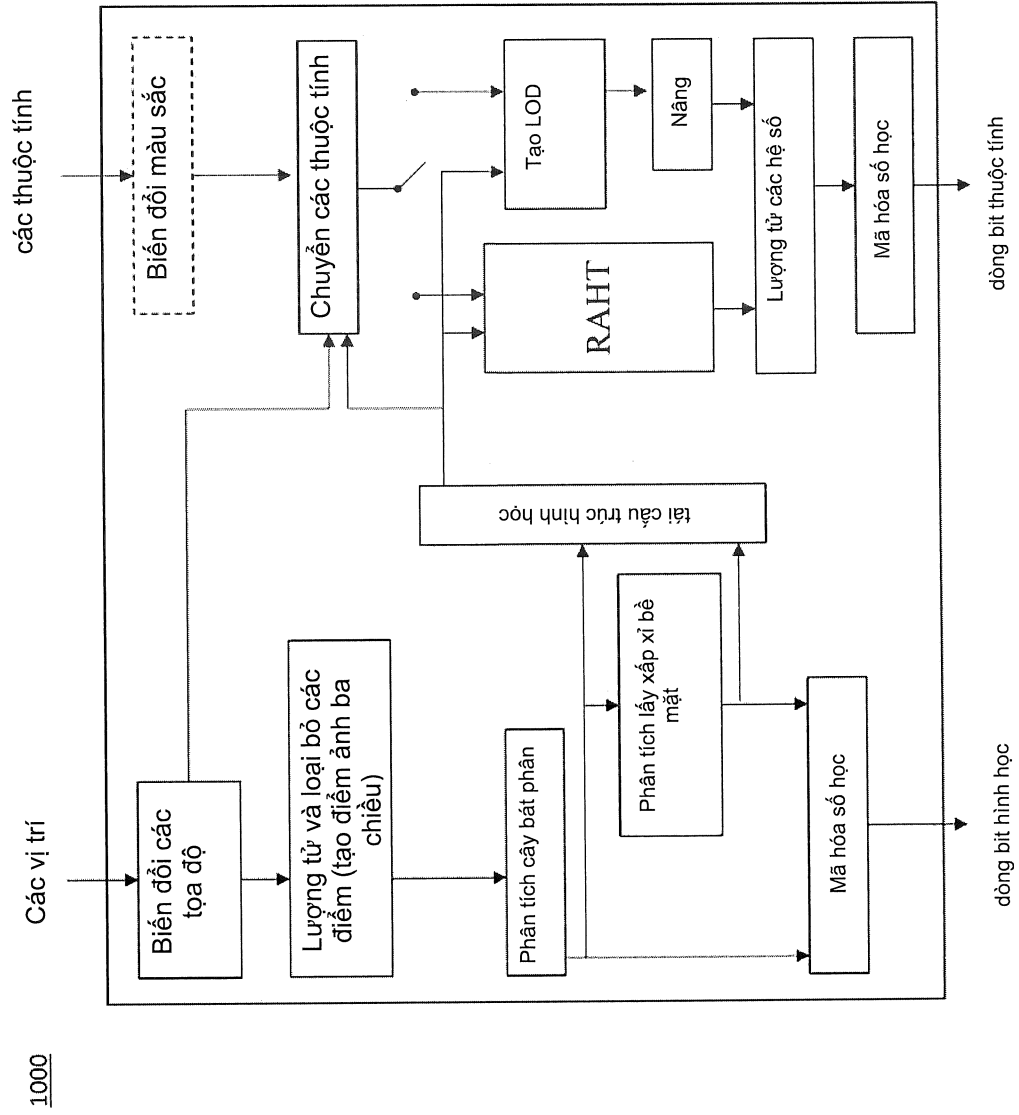


Fig.11

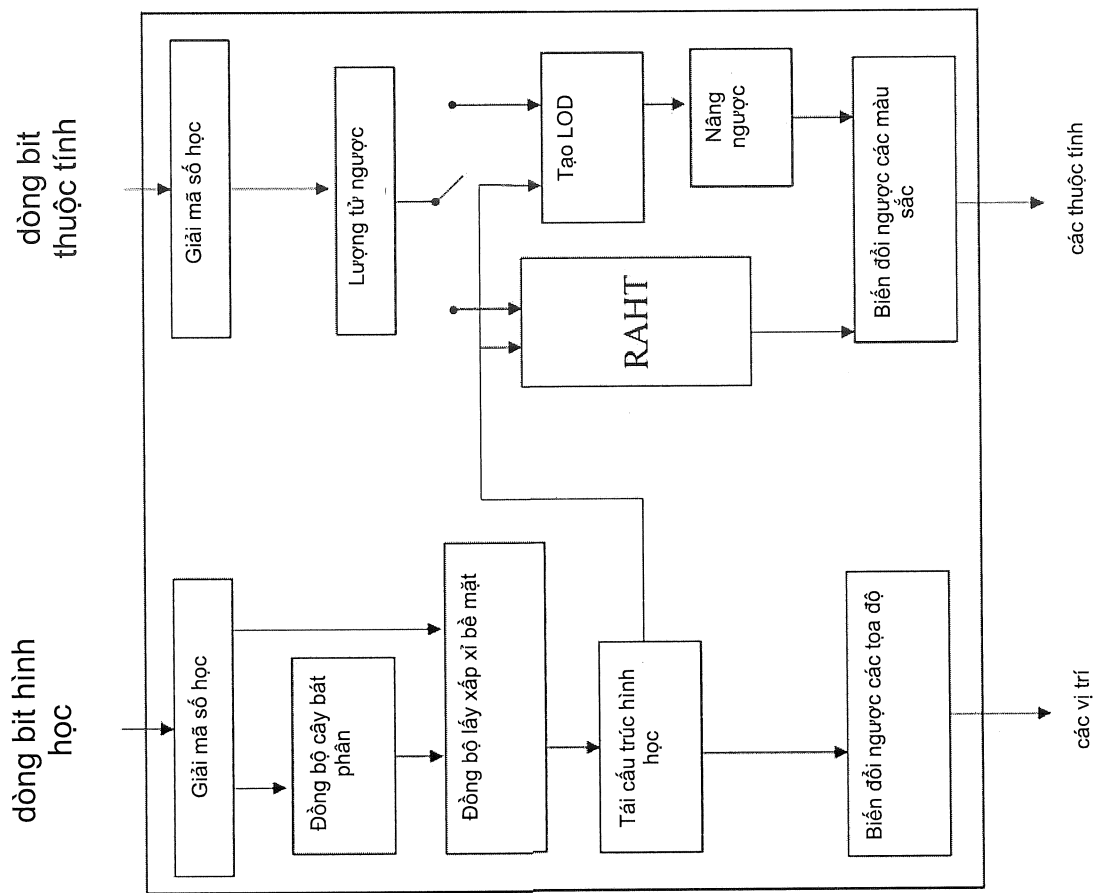


Fig.12

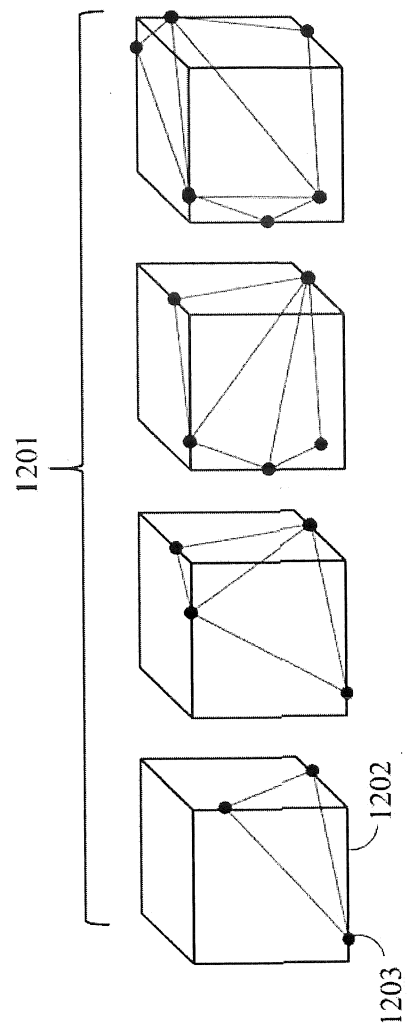
1200

Fig.13

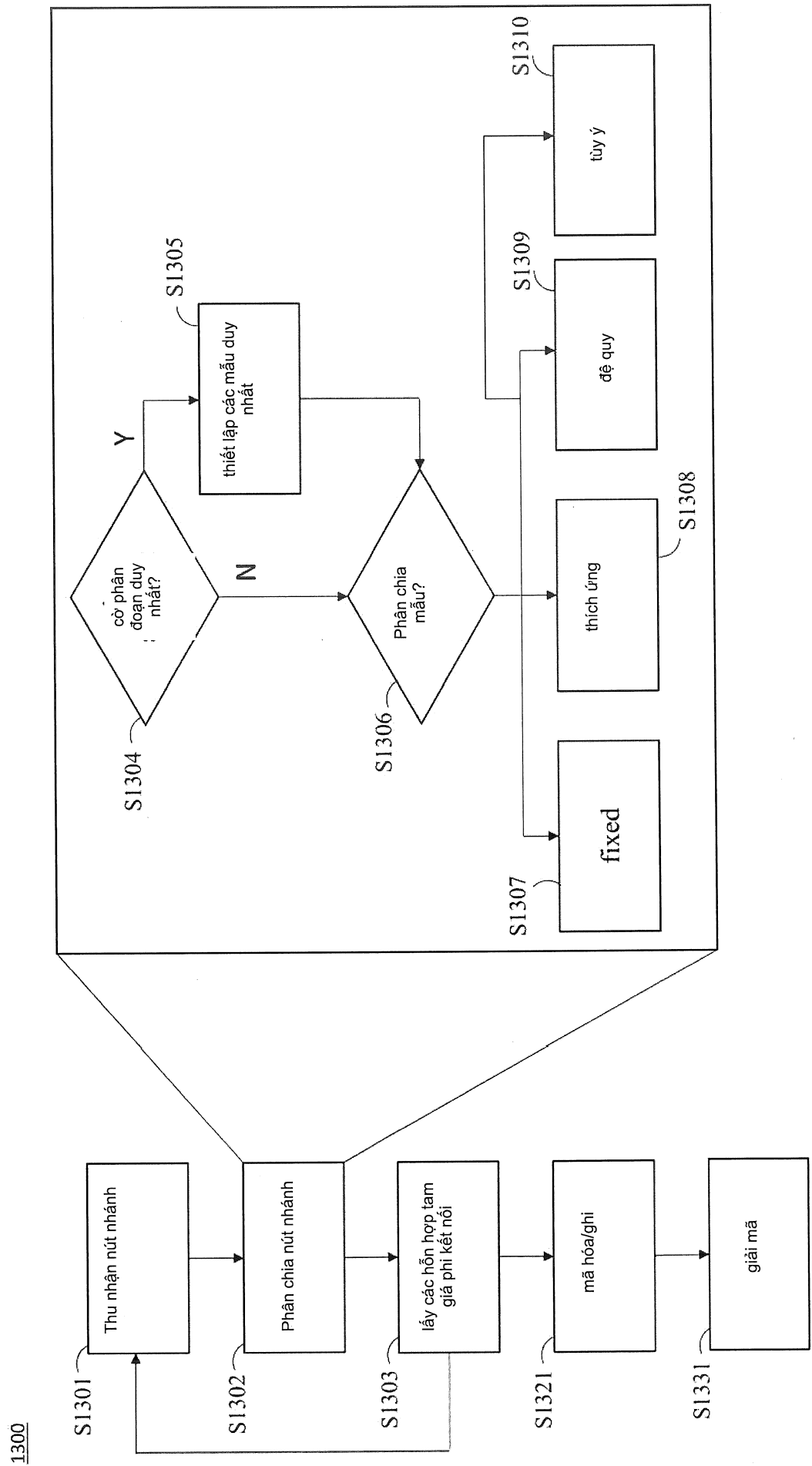


FIG. 14

