



(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)



1-0045139

(51)^{2020.01} H04N 19/61; H04N 19/124; H04N
19/70; H04N 19/593; H04N 19/11;
H04N 19/176

(13) B

(21) 1-2021-03277

(22) 05/12/2019

(86) PCT/KR2019/017104 05/12/2019

(87) WO2020/116961 11/06/2020

(30) 62/775,914 06/12/2018 US

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/10/2021 403A

(71) LG ELECTRONICS INC. (KR)

128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu, Seoul 07336, Republic of Korea

(72) KOO, Moonmo (KR); LIM, Jaehyun (KR); KIM, Seunghwan (KR).

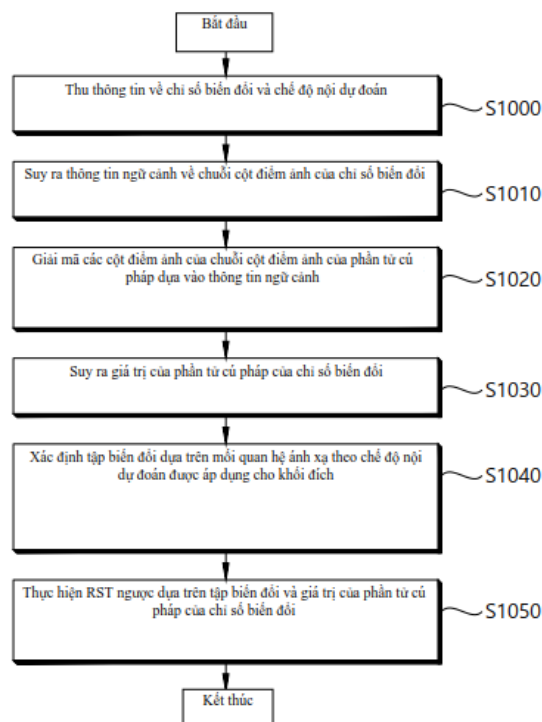
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ VÀ MÃ HÓA ẢNH, VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ
PHI CHUYỂN TIẾP ĐỌC ĐƯỢC BỞI MÁY TÍNH

(21) 1-2021-03277

(57) Sáng chế liên quan đến phương pháp giải mã ảnh, phương pháp mã hóa ảnh, và phương tiện lưu trữ phi chuyển tiếp đọc được bằng máy tính, trong đó phương pháp giải mã ảnh theo sáng chế bao gồm các bước: suy ra các hệ số biến đổi thông qua việc lượng tử hóa ngược dựa trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu; suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên phép biến đổi thứ cấp rút gọn (Reduced secondary transform, RST) ngược cho các hệ số biến đổi; và tạo ra hình ảnh khôi phục dựa trên các mẫu dư cho khối mục tiêu, dựa trên phép biến đổi sơ cấp ngược cho các hệ số biến đổi được điều chỉnh, trong đó RST ngược được thực hiện dựa trên: các tập biến đổi được xác định bằng quan hệ ánh xạ theo chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu; và ma trận nhân biến đổi được chọn từ trong số hai ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong mỗi tập biến đổi trong số các tập biến đổi, và được thực hiện dựa trên: việc liệu RST ngược được áp dụng hay không; và chỉ số biến đổi để chỉ báo bất kỳ trong số các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong các tập biến đổi.

Fig.10



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế nhìn chung đề cập đến công nghệ lập mã ảnh và, cụ thể hơn, đề cập đến phương pháp lập mã ảnh dựa trên việc biến đổi trong hệ thống lập mã ảnh và thiết bị cho phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ngày nay, nhu cầu về các ảnh/các video độ phân giải cao và chất lượng cao như các ảnh/các video 4K, 8K hoặc độ phân giải siêu cao (Ultra High Definition, UHD) khác đang gia tăng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Bởi vì dữ liệu ảnh/video ngày càng có độ phân giải cao hơn và chất lượng cao hơn, nên lượng thông tin được truyền hoặc lượng bit tăng lên so với dữ liệu ảnh thông thường. Do đó, khi dữ liệu ảnh/video được truyền sử dụng các phương tiện như đường băng rộng dùng dây/không dây thông thường, hoặc dữ liệu ảnh/video được lưu trữ bằng phương tiện lưu trữ hiện có, thì chi phí truyền và chi phí lưu trữ bị tăng lên.

Thêm nữa, ngày nay, sự quan tâm và nhu cầu cho phương tiện nhúng như nội dung thực tế ảo (Virtual reality, VR), nội dung thực tế nhân tạo (Artificial reality, AR) hoặc ảnh toàn ký, hoặc tương tự đang gia tăng, và việc quảng bá cho các ảnh/các video có các đặc điểm ảnh khác so với các đặc điểm của các ảnh thực tế, như ảnh trò chơi đang gia tăng.

Theo đó, có nhu cầu cho kỹ thuật nén ảnh/video chất lượng cao để nén và truyền hiệu quả hoặc lưu trữ, và tái tạo thông tin của các ảnh/các video độ phân giải cao và chất lượng cao có các đặc điểm khác nhau như được mô tả ở trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích kỹ thuật của sáng chế là để cung cấp phương pháp và thiết bị để tăng hiệu quả lập mã ảnh.

Khía cạnh khác của sáng chế là để cung cấp phương pháp và thiết bị để tăng hiệu quả biến đổi.

Khía cạnh kỹ thuật khác nữa của sáng chế là để cung cấp phương pháp và thiết bị để tăng hiệu quả của phép biến đổi thứ cấp thông qua việc lập mã chỉ số biến đổi.

Khía cạnh kỹ thuật khác nữa của sáng chế là để cung cấp phương pháp lập mã ảnh và thiết bị lập mã ảnh mà được dựa trên phép biến đổi thứ cấp rút gọn (Reduced secondary transform, RST).

Khía cạnh kỹ thuật khác nữa của sáng chế là để cung cấp phương pháp lập mã ảnh và thiết bị lập mã ảnh mà được dựa trên tập biến đổi và có khả năng để tăng hiệu quả lập mã.

Theo phương án của sáng chế, có phương pháp giải mã ảnh được thực hiện bằng thiết bị giải mã được cung cấp. Phương pháp có thể bao gồm: bước suy ra các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu từ luồng bit; suy ra các hệ số biến đổi thông qua việc giải lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu; suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên phép biến đổi thứ cấp rút gọn (RST) ngược cho các hệ số biến đổi; suy ra các mẫu dư cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp ngược cho các hệ số biến đổi được điều chỉnh; và tạo ra hình ảnh được dựng lại dựa trên các mẫu dư cho khối mục tiêu, trong đó RST ngược có thể được thực hiện dựa trên tập biến đổi được xác định dựa trên mối quan hệ ánh xạ theo chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu và ma trận nhân biến đổi được chọn từ trong số hai ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong mỗi tập biến đổi, và có thể được thực hiện dựa trên chỉ số biến đổi liên quan đến việc liệu RST ngược được áp dụng hay không và một trong các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi.

Theo phương án khác của sáng chế, có thiết bị giải mã để thực hiện việc giải mã ảnh được cung cấp. Thiết bị giải mã có thể bao gồm: bộ giải mã entropy để suy ra thông tin về dự đoán và các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu từ luồng bit; bộ dự đoán để tạo ra mẫu dự đoán cho khối mục tiêu dựa trên thông tin về dự đoán; bộ giải lượng tử hóa để suy ra các hệ số biến đổi thông qua việc giải lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu; bộ biến đổi

ngược để bao gồm bộ biến đổi thứ cấp rút gọn (RST) ngược mà suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên RST ngược của các hệ số biến đổi và bộ biến đổi sơ cấp ngược mà suy ra các mẫu dự cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi ngược thứ nhất của các hệ số biến đổi được điều chỉnh; và bộ cộng để tạo ra các mẫu được dựng lại dựa trên các mẫu dự và các mẫu dự đoán, trong đó RST ngược có thể được thực hiện dựa trên tập biến đổi được xác định dựa trên mối quan hệ ánh xạ theo chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu và ma trận nhân biến đổi được chọn từ trong số hai ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong mỗi tập biến đổi, và có thể được thực hiện dựa trên chỉ số biến đổi chỉ báo việc liệu RST ngược được áp dụng hay không và một trong các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, có phương pháp mã hoá ảnh được thực hiện bởi thiết bị mã hoá được cung cấp. Phương pháp có thể bao gồm: bước suy ra các mẫu dự đoán dựa trên chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu; suy ra các mẫu dự cho khối mục tiêu dựa trên mẫu dự đoán; suy ra các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp cho các mẫu dự; suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên phép biến đổi thứ cấp rút gọn (RST) của các hệ số biến đổi, RST ngược đang được thực hiện dựa trên tập biến đổi được xác định dựa trên mối quan hệ ánh xạ theo chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu và ma trận nhân biến đổi được chọn từ hai trong số hai ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong mỗi tập biến đổi; suy ra các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bằng cách thực hiện việc lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi được điều chỉnh; và tạo ra chỉ số biến đổi chỉ báo xem liệu RST ngược được áp dụng hay không và một trong các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi.

Theo phương án khác nữa của sáng chế này, có thể có phương tiện lưu trữ số mà lưu trữ dữ liệu ảnh bao gồm thông tin ảnh được mã hóa được tạo ra theo phương pháp mã hóa ảnh bởi thiết bị mã hóa được cung cấp.

Theo phương án khác nữa của sáng chế này, có thể có phương tiện lưu trữ số mà lưu trữ dữ liệu ảnh bao gồm thông tin ảnh được mã hóa để khiến thiết bị giải mã thực hiện phương pháp giải mã ảnh được cung cấp.

Theo sáng chế này, có thể tăng hiệu quả nén ảnh/video tổng thể.

Theo sáng chế này, có thể tăng hiệu quả của phép biến đổi thứ cấp thông qua việc lập mã chỉ số biến đổi.

Theo sáng chế này, có thể tăng hiệu quả lập mã ảnh bằng cách thực hiện việc lập mã ảnh dựa trên tập biến đổi.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ minh họa theo cách sơ lược ví dụ về hệ thống lập mã video/ảnh mà sáng chế có thể áp dụng với.

Fig.2 là sơ đồ minh họa theo cách sơ lược cấu hình của thiết bị mã hóa video/ảnh mà sáng chế có thể áp dụng với.

Fig.3 là sơ đồ minh họa theo cách sơ lược cấu hình của thiết bị giải mã video/ảnh mà sáng chế có thể áp dụng với.

Fig.4 là hình vẽ minh họa theo cách sơ lược kỹ thuật đa biến đổi theo phương án của sáng chế.

Fig.5 là hình vẽ minh họa các nội chế độ có hướng trong 65 hướng dự đoán.

Fig.6 là sơ đồ minh họa RST theo phương án của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ minh họa thứ tự quét hệ số biến đổi theo phương án của sáng chế.

Fig.8 là sơ đồ tiến trình minh họa quy trình RST ngược theo phương án của sáng chế.

Fig.9 là sơ đồ tiến trình minh họa hoạt động vận hành của thiết bị giải mã video theo phương án của sáng chế.

Fig.10 là sơ đồ tiến trình điều khiển minh họa RST ngược theo phương án của sáng chế.

Fig.11 là sơ đồ tiến trình minh họa hoạt động vận hành của thiết bị mã hóa video theo phương án của sáng chế.

Fig.12 là sơ đồ tiến trình điều khiển minh họa RST theo phương án của sáng chế.

Fig.13 là hình vẽ minh họa cấu trúc của hệ thống tạo luồng nội dung mà sáng chế được áp dụng với.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong khi sáng chế có thể là dễ dàng để có các biến đổi khác nhau và bao gồm các phương án khác nhau, các phương án cụ thể của chúng đã được thể hiện trên các hình vẽ theo cách ví dụ và sẽ được mô tả chi tiết ngay. Tuy nhiên, điều này không được nhằm để giới hạn sáng chế đến các phương án cụ thể được bộc lộ ở đây. Thuật ngữ được sử dụng ở đây là cho mục đích mô tả chỉ các phương án cụ thể, và không được nhằm để giới hạn ý tưởng kỹ thuật của sáng chế. Các dạng số ít có thể bao gồm cả dạng số nhiều, trừ khi ngữ cảnh nêu rõ ngược lại. Thuật ngữ “chứa” và “có” nhằm chỉ thị rằng các dấu hiệu, các số, các bước, các thao tác, các chi tiết, các thành phần, hoặc các tổ hợp của chúng được sử dụng phần mô tả sau đây sẽ tồn tại và do đó không nên được hiểu là có khả năng tồn tại hoặc thêm vào một hoặc nhiều dấu hiệu, các số, các bước, các thao tác, các chi tiết, các thành phần, hoặc các tổ hợp khác của chúng mà không bị loại trừ.

Trong khi đó, từng thành phần trên các hình vẽ được mô tả ở đây được minh họa một cách độc lập để tạo thuận tiện cho việc mô tả để thể hiện đặc trưng các chức năng khác nhau, và, tuy nhiên, nó không có nghĩa là từng phần tử được nhận biết bởi phần cứng hoặc phần mềm tách biệt. Ví dụ, hai hoặc hơn hai thành phần bất kỳ trong số các thành phần này có thể được kết hợp để tạo thành thành phần đơn, và thành phần đơn bất kỳ có thể được chia thành nhiều thành phần. Các phương án mà trong đó các thành phần được kết hợp và/hoặc được chia sẽ thuộc vào phạm vi của quyền sáng chế của sáng chế này với điều kiện chúng không tách khỏi nguyên lý của tài liệu này.

Ở dưới đây, các phương án ưu tiên của sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn trong khi tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo. Ngoài ra, các dấu hiệu tham chiếu giống nhau được sử dụng cho các thành phần giống nhau trên các hình vẽ, và các phần mô tả lặp lại cho các thành phần giống nhau sẽ được lược bỏ.

Tài liệu này liên quan đến việc lập mã video/ảnh. Ví dụ, phương pháp/ví dụ được bộc lộ trong tài liệu này có thể liên quan đến chuẩn lập mã video đa năng

(Versatile Video Coding, VVC) (ITU-T Rec. H.266), chuẩn lập mã video/ảnh thế hệ tiếp theo sau VVC, hoặc các chuẩn liên quan đến việc lập mã video khác (ví dụ, chuẩn HEVC (High Efficiency Video Coding, lập mã video hiệu quả cao) (ITU-T Rec. H.265), chuẩn EVC (essential video coding, lập mã video cần thiết), chuẩn AVS2, v.v.).

Trong tài liệu này, nhiều phương án liên quan đến việc lập mã video/ảnh có thể được cung cấp, và trừ khi được mô tả ngược lại, các phương án có thể được kết hợp với nhau và có thể được thực hiện.

Trong tài liệu này, video có thể nghĩa là chuỗi ảnh theo thời gian. Nhìn chung, hình ảnh nghĩa là đơn vị biểu diễn ảnh ở vùng thời gian cụ thể, và lát/ngói là đơn vị cấu thành phần của hình ảnh. Lát/ngói có thể bao gồm một hoặc nhiều đơn vị cây lập mã (Coding tree unit, CTU). Một hình ảnh có thể được cấu thành bằng một hoặc nhiều lát/ngói. Một hình ảnh có thể được cấu thành bằng một hoặc nhiều nhóm ngói. Một nhóm ngói có thể bao gồm một hoặc nhiều ngói.

Điểm ảnh (pixel) hoặc pel có thể đề cập tới đơn vị nhỏ nhất cấu thành một hình ảnh (hoặc ảnh). Cũng như vậy, “mẫu” có thể được sử dụng như thuật ngữ tương ứng với điểm ảnh. Mẫu có thể nhìn chung biểu diễn điểm ảnh hoặc giá trị của điểm ảnh, và có thể biểu diễn chỉ điểm ảnh/giá trị điểm ảnh của thành phần độ chói hoặc chỉ điểm ảnh/giá trị điểm ảnh của thành phần sắc độ. Thay vào đó, mẫu có thể đề cập đến giá trị điểm ảnh trong miền không gian, hoặc khi giá trị điểm ảnh này được chuyển đổi sang miền tần số, thì nó có thể đề cập đến hệ số biến đổi trong miền tần số.

Đơn vị có thể biểu diễn đơn vị cơ bản về việc xử lý ảnh. Đơn vị có thể bao gồm ít nhất một trong vùng cụ thể và thông tin liên quan đến vùng này. Một đơn vị có thể bao gồm một khối độ chói và hai khối sắc độ (ví dụ, cb, cr). Đơn vị và thuật ngữ như khối, khu vực, hoặc tương tự có thể được sử dụng thay thế lẫn nhau theo các tình huống. Trong trường hợp chung, khối $M \times N$ có thể bao gồm tập (hoặc mảng) các mẫu (hoặc các mảng mẫu) hoặc các hệ số biến đổi bao gồm M cột và N hàng.

Trong tài liệu này, thuật ngữ “/” và “,” nên được diễn dịch để thể hiện “và/hoặc.” Ví dụ, cách diễn đạt “A/B” có thể nghĩa là “A và/hoặc B.” Thêm nữa, “A, B” có thể nghĩa là “A và/hoặc B.” Thêm nữa, “A/B/C” có thể nghĩa là “ít nhất một trong số A,

B, và/hoặc C.” Cũng như vậy, “A/B/C” có thể nghĩa là “ít nhất một trong số A, B, và/hoặc C.”

Thêm nữa, trong sáng chế này, thuật ngữ “hoặc” nên được diễn dịch để thể hiện “và/hoặc”. Ví dụ, biểu diễn “A hoặc B” có thể bao gồm 1) chỉ có A, 2) chỉ có B, và/hoặc 3) cả hai A và B. Nói cách khác, thuật ngữ “hoặc” trong tài liệu này nên được dẫn giải là để chỉ thị “việc thêm vào hoặc thay vào đó”.

Fig.1 là hình vẽ minh họa theo cách sơ lược ví dụ về hệ thống lập mã video/ảnh mà sáng chế có thể áp dụng với.

Tham chiếu đến Fig.1, hệ thống lập mã video/ảnh có thể bao gồm thiết bị thứ nhất (thiết bị nguồn) và thiết bị thứ hai (thiết bị thu). Thiết bị nguồn có thể phân phối thông tin hoặc dữ liệu video/ảnh được mã hóa ở dạng của tệp hoặc tạo luồng tới thiết bị thu thông qua phương tiện lưu trữ dạng số hoặc mạng.

Thiết bị nguồn có thể bao gồm nguồn video, thiết bị mã hóa, và bộ truyền. Thiết bị thu có thể bao gồm bộ thu, thiết bị giải mã, và bộ kết xuất. Thiết bị mã hóa có thể được gọi là thiết bị mã hóa video/ảnh, và thiết bị giải mã có thể được gọi là thiết bị giải mã video/ảnh. bộ truyền có thể được chứa trong thiết bị mã hóa. Bộ thu có thể được chứa trong thiết bị giải mã. Bộ kết xuất có thể bao gồm bộ hiển thị, và bộ hiển thị có thể được tạo cấu hình như bộ phận riêng biệt hoặc thành phần bên ngoài.

Nguồn video có thể thu được video/ảnh qua quy trình chụp, tổng hợp, hoặc tạo ra video/ảnh. Nguồn video có thể bao gồm thiết bị chụp video/ảnh và/hoặc thiết bị tạo ra video/ảnh. Thiết bị chụp video/ảnh có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều camera, các mục lưu trữ video/ảnh bao gồm các video/ảnh đã được chụp trước đó, hoặc dạng tương tự. Thiết bị tạo ra video/ảnh có thể bao gồm, ví dụ, máy tính, máy tính bảng, và điện thoại thông minh, và có thể tạo ra (theo cách điện tử) video/ảnh. Ví dụ, video/ảnh ảo có thể được tạo ra qua máy tính hoặc dạng tương tự. Trong trường hợp này, quy trình chụp video/ảnh có thể được thay thế bởi quy trình tạo ra dữ liệu liên quan.

Thiết bị mã hóa có thể mã hóa video/ảnh đầu vào. Thiết bị mã hóa có thể thực hiện các chuỗi thủ tục như dự đoán, biến đổi, và lượng tử hóa cho việc nén và mã hóa

hiệu quả. Dữ liệu được mã hóa (thông tin video/ảnh được mã hóa) có thể được xuất ra ở dạng của luồng bit.

Bộ truyền có thể truyền thông tin hoặc dữ liệu video/ảnh được mã hóa được xuất ra dạng luồng bit đến bộ thu của thiết bị thu thông qua phương tiện lưu trữ số hoặc mạng dưới dạng tập tin hoặc tạo luồng. Phương tiện lưu trữ số có thể bao gồm phương tiện lưu trữ khác nhau như USB, SD, CD, DVD, Blu-ray, HDD, SSD, và tương tự. Bộ truyền có thể bao gồm phần tử để tạo ra tập tin phương tiện thông qua định dạng tập tin định trước và có thể bao gồm phần tử để truyền qua mạng quảng bá/truyền thông. Bộ thu có thể nhận/tách luồng bit và truyền luồng bit nhận được tới thiết bị giải mã.

Thiết bị giải mã có thể giải mã video/ảnh bằng cách thực hiện chuỗi các thủ tục như giải lượng tử hóa, biến đổi ngược, dự đoán và tương tự tương ứng với hoạt động vận hành của thiết bị mã hóa. Bộ kết xuất có thể kết xuất video/ảnh được giải mã. Video/ảnh được kết xuất có thể được hiển thị qua bộ hiển thị.

Fig.2 là sơ đồ minh họa theo cách sơ lược cấu hình của thiết bị mã hóa video/ảnh mà sáng chế có thể áp dụng với. Dưới đây, phần được đề cập tới như là thiết bị mã hóa video có thể chứa thiết bị mã hóa hình ảnh.

Tham chiếu đến Fig.2, thiết bị mã hóa 200 có thể bao gồm bộ phân chia ảnh 210, bộ dự đoán 220, bộ xử lý phần dư 230, bộ mã hóa entropy 240, bộ cộng 250, bộ lọc 260, và bộ nhớ 270. Bộ dự đoán 220 có thể bao gồm bộ liên dự đoán 221 và bộ nội dự đoán 222. Bộ xử lý phần dư 230 có thể bao gồm bộ biến đổi 232, bộ lượng tử hóa 233, bộ giải lượng tử hóa 234, bộ biến đổi ngược 235. Bộ xử lý phần dư 230 có thể còn bao gồm bộ trừ 231. Bộ cộng 250 có thể được gọi là bộ tái tạo hoặc bộ sinh khối được xây dựng lại. Bộ phân chia hình ảnh 210, bộ dự đoán 220, bộ xử lý phần dư 230, bộ mã hóa entropy 240, bộ cộng 250, và bộ lọc 260, đã được mô tả bên trên, có thể được cấu thành bởi một hoặc nhiều thành phần phần cứng (ví dụ, các bộ chip hoặc các bộ xử lý bộ mã hóa) theo một phương án thực hiện. Ngoài ra, bộ nhớ 270 có thể bao gồm bộ đệm hình ảnh được giải mã (Decoded picture buffer, DPB) có thể được cấu thành bằng phương tiện lưu trữ số. Thành phần phần cứng có thể còn bao gồm bộ nhớ 270 như thành phần bên trong/bên ngoài.

Bộ phân chia ảnh 210 có thể phân chia ảnh đầu vào (hoặc hình ảnh hoặc khung) được nhập vào thiết bị mã hóa 200 vào trong một hoặc nhiều đơn vị xử lý. Như một ví dụ, đơn vị xử lý có thể được gọi là đơn vị lập mã (Coding unit, CU). Trong trường hợp này, bắt đầu với đơn vị cây lập mã (Coding tree unit, CTU) hoặc đơn vị lập mã lớn nhất (Largest coding unit, LCU), đơn vị lập mã có thể được phân chia theo cách đệ quy theo cấu trúc cây tứ phân nhị phân tam phân (Quad-tree binary-tree ternary-tree, QTBTNT). Ví dụ, một đơn vị lập mã có thể được phân chia thành nhiều đơn vị lập mã có độ sâu sâu hơn dựa trên cấu trúc cây tứ phân, cấu trúc cây nhị phân, và/hoặc cấu trúc tam phân. Trong trường hợp này, ví dụ, cấu trúc cây tứ phân có thể được áp dụng đầu tiên và cấu trúc cây nhị phân và/hoặc cấu trúc tam phân có thể được áp dụng sau. Thay vào đó, cấu trúc cây nhị phân có thể được áp dụng trước. Thủ tục lập mã theo sáng chế này có thể được thực hiện dựa trên đơn vị lập mã cuối cùng mà không được phân chia thêm. Trong trường hợp này, đơn vị lập mã lớn nhất có thể được sử dụng trực tiếp như đơn vị lập mã cuối cùng dựa trên hiệu quả lập mã theo đặc tính ảnh. Thay vào đó, đơn vị lập mã có thể được phân chia theo cách đệ quy thành các đơn vị lập mã có chiều sâu sâu hơn như được yêu cầu sao cho đơn vị lập mã có kích thước tối ưu có thể được sử dụng như đơn vị lập mã cuối cùng. Ở đây, thủ tục lập mã có thể bao gồm các thủ tục như dự đoán, biến đổi, và dựng lại, mà sẽ được mô tả sau. Như là một ví dụ khác, đơn vị xử lý có thể còn chứa đơn vị dự đoán (Prediction unit, PU) hoặc đơn vị biến đổi (Transform unit, TU). Trong trường hợp này, đơn vị dự đoán và đơn vị biến đổi có thể được chia hoặc phân chia từ đơn vị lập mã cuối cùng được mô tả đến ở trên. Đơn vị dự đoán có thể là đơn vị của việc dự đoán mẫu, và đơn vị biến đổi có thể là đơn vị để suy ra hệ số biến đổi và/hoặc đơn vị để suy ra tín hiệu dư từ hệ số biến đổi.

Đơn vị và thuật ngữ như khối, khu vực, hoặc tương tự có thể được sử dụng thay thế lẫn nhau theo các tình huống. Trong trường hợp chung, khối $M \times N$ có thể biểu diễn bộ các mẫu hoặc các hệ số biến đổi bao gồm M cột và N hàng. Nhìn chung mẫu biểu diễn điểm ảnh hoặc giá trị của điểm ảnh, và có thể biểu diễn chỉ điểm ảnh/giá trị điểm ảnh của thành phần độ chói hoặc chỉ điểm ảnh/giá trị điểm ảnh của thành phần sắc độ. Mẫu có thể được sử dụng như thuật ngữ tương ứng với điểm ảnh hoặc pel của một hình ảnh (hoặc ảnh).

Bộ trừ 231 trừ tín hiệu dự đoán (khởi được dự đoán, mảng mẫu dự đoán) được xuất từ bộ liên dự đoán 221 hoặc bộ nội dự đoán 222 từ tín hiệu ảnh đầu vào (khởi gốc, mảng mẫu gốc) để tạo ra khối dư tín hiệu dư, mảng mẫu dư), và tín hiệu dư được tạo ra được truyền đến bộ biến đổi 232. Trong trường hợp này, như được thể hiện, đơn vị mà trừ tín hiệu dự đoán (khởi được dự đoán, mảng mẫu dự đoán) từ tín hiệu ảnh đầu vào (khởi gốc, mảng mẫu gốc) trong bộ mã hóa 200 có thể được gọi là bộ trừ 231. Bộ dự đoán có thể thực hiện việc dự đoán trên khối mục tiêu cần xử lý (ở dưới đây, được đề cập tới như là “khởi hiện tại”) và có thể tạo ra khối được dự đoán bao gồm các mẫu dự đoán cho khởi hiện tại. Bộ dự đoán có thể xác định xem liệu việc nội dự đoán hay liên dự đoán được áp dụng trên cơ sở khởi hiện tại hoặc CU. Như được thảo luận sau trong phần mô tả về mỗi chế độ dự đoán, bộ dự đoán có thể tạo ra thông tin khác nhau liên quan đến dự đoán, như thông tin chế độ dự đoán, và truyền thông tin được tạo ra đến bộ mã hóa entropy 240. Thông tin về dự đoán có thể được mã hóa trong bộ mã hóa entropy 240 và được xuất ra dưới dạng luồng bit.

Bộ nội dự đoán 222 có thể dự đoán khởi hiện tại bằng cách tham chiếu đến các mẫu trong ảnh hiện tại. Các mẫu được tham chiếu có thể được đặt ở vùng lân cận hoặc xa khởi khởi hiện tại theo chế độ dự đoán. Trong nội dự đoán, các chế độ dự đoán có thể bao gồm chứa nhiều chế độ không có hướng và nhiều chế độ có hướng. Các chế độ không hướng có thể bao gồm, ví dụ, chế độ DC và chế độ phẳng. Chế độ có hướng có thể bao gồm, ví dụ, 33 chế độ dự đoán có hướng hoặc 65 chế độ dự đoán có hướng theo cấp độ chi tiết của hướng dự đoán. Tuy nhiên, điều này chỉ đơn thuần là ví dụ, và nhiều hoặc ít chế độ dự đoán có hướng hơn có thể được sử dụng thứ cấp thuộc vào việc cài đặt. Bộ nội dự đoán 222 có thể xác định chế độ dự đoán được áp dụng cho khởi hiện tại bằng cách sử dụng chế độ dự đoán được áp dụng cho khởi lân cận.

Bộ liên dự đoán 221 có thể suy ra khối được dự đoán cho khởi hiện tại dựa trên khối tham chiếu (mảng mẫu tham chiếu) được đặc tả bằng vector chuyển động trên hình ảnh tham chiếu. Lúc này, để giảm lượng thông tin chuyển động được truyền trong chế độ liên dự đoán, thông tin chuyển động có thể được dự đoán trên cơ sở khối, khối con hoặc mẫu dựa trên sự tương quan về thông tin chuyển động giữa khởi lân cận và khởi hiện tại. Thông tin chuyển động có thể bao gồm vector chuyển động và

chỉ số hình ảnh tham chiếu. Thông tin chuyển động có thể còn bao gồm thông tin hướng liên dự đoán (dự đoán L0, dự đoán L1, song dự đoán, v.v.). Trong trường hợp của việc liên dự đoán, khối lân cận có thể bao gồm khối lân cận không gian hiện có trong hình ảnh hiện tại và khối lân cận thời gian hiện có trong hình ảnh tham chiếu. Hình ảnh tham chiếu bao gồm khối tham chiếu và ảnh tham chiếu bao gồm khối lân cận thời gian có thể là giống nhau hoặc khác với nhau. Khối lân cận thời gian có thể được gọi là khối tham chiếu được sắp xếp vào một chỗ, CU được đặt cùng vị trí (Collocated CU, colCU), và tương tự, và hình ảnh tham chiếu bao gồm khối lân cận thời gian có thể được gọi là hình ảnh được sắp xếp vào một chỗ (Collocated picture, colPic). Ví dụ, bộ liên dự đoán 221 có thể tạo cấu hình danh sách ứng viên thông tin chuyển động dựa trên các khối lân cận và tạo ra thông tin chỉ báo ứng viên nào được sử dụng để suy ra vector chuyển động và/hoặc chỉ số hình ảnh tham chiếu của khối hiện tại. Việc liên dự đoán có thể được thực hiện dựa trên các chế độ dự đoán khác nhau. Ví dụ, trong trường hợp chế độ nhảy cóc và chế độ hợp nhất, bộ liên dự đoán 221 có thể sử dụng thông tin chuyển động của khối lân cận như thông tin chuyển động của khối hiện tại. Trong chế độ nhảy cóc, không giống chế độ hợp nhất, tín hiệu dư có thể không được truyền. Trong trường hợp chế độ dự đoán thông tin chuyển động (Motion vector prediction, MVP), vector chuyển động của khối lân cận có thể được sử dụng như bộ dự đoán vector chuyển động và vector chuyển động của khối hiện tại có thể được chỉ báo bằng cách báo hiệu sự chênh lệch vector chuyển động.

Bộ dự đoán 220 có thể tạo ra tín hiệu dự đoán dựa trên các phương pháp dự đoán khác nhau. Ví dụ, bộ dự đoán có thể áp dụng việc nội dự đoán hoặc việc liên dự đoán cho việc dự đoán trên một khối, và cũng như vậy, có thể áp dụng việc nội dự đoán và việc liên dự đoán cùng lúc. Điều này có thể được gọi là liên dự đoán và nội dự đoán kết hợp (Combined inter and intra prediction, CIIP). Hơn nữa, bộ dự đoán có thể dựa trên chế độ dự đoán sao chép khối nội (intra block copy, IBC) hoặc chế độ bảng màu (palette) để thực hiện việc dự đoán trên khối. Chế độ dự đoán IBC hoặc chế độ bảng màu có thể được sử dụng cho việc mã hóa image/video nội dung của trò chơi hoặc dạng tương tự, ví dụ, lập mã nội dung màn (screen content coding, SCC). Mặc dù IBC về cơ bản thực hiện việc dự đoán trong khối hiện tại, nhưng nó có thể được thực hiện tương tự với việc liên dự đoán trong đó nó suy ra khối tham chiếu

trong khối hiện tại. Tức là, IBC có thể sử dụng ít nhất một trong các kỹ thuật liên dự đoán được mô tả trong sáng chế.

Tín hiệu dự đoán được tạo ra bởi bộ liên dự đoán 221 và/hoặc bộ nội dự đoán 222 có thể được sử dụng để tạo ra tín hiệu được dựng lại hoặc để tạo ra tín hiệu dư. Bộ biến đổi 232 có thể tạo ra các hệ số biến đổi bằng cách áp dụng kỹ thuật biến đổi cho tín hiệu dư. Ví dụ, kỹ thuật biến đổi có thể bao gồm ít nhất một trong số biến đổi cosin rời rạc (Discrete cosine transform, DCT), biến đổi sin rời rạc (Discrete sine transform, DST), biến đổi Karhunen-Loève (Karhunen-loève transform, KLT), biến đổi dựa trên đồ thị (Graph-based transform, GBT), hoặc biến đổi phi tuyến có điều kiện (Conditionally non-linear transform, CNT). Ở đây, GBT nghĩa là sự biến đổi thu được từ đồ thị khi thông tin mối quan hệ giữa các điểm ảnh được biểu thị bằng đồ thị. CNT đề cập đến sự biến đổi được thu được dựa trên tín hiệu dự đoán được tạo ra sử dụng tất cả các điểm ảnh được dựng lại từ trước. Thêm vào đó, quy trình biến đổi có thể được áp dụng cho các khối điểm ảnh hình vuông có cùng kích thước hoặc có thể được áp dụng cho các khối có kích thước thay đổi chứ không phải kích thước vuông.

Bộ lượng tử hóa 233 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi và truyền chúng tới bộ mã hóa entropy 240 và bộ mã hóa entropy 240 có thể mã hóa tín hiệu đã lượng tử hóa (thông tin về các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa) và xuất ra tín hiệu được mã hóa trong luồng bit. Thông tin về các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa có thể được đề cập đến như là thông tin dư. Bộ lượng tử hóa 233 có thể sắp xếp lại các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa loại khối thành dạng vector một chiều dựa trên thứ tự quét hệ số và tạo ra thông tin về các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa có dạng vector một chiều. Bộ mã hóa entropy 240 có thể thực hiện các phương pháp mã hóa khác nhau, ví dụ như Golomb hàm số mũ, lập mã chiều dài biến đổi thích ứng ngữ cảnh (Context-Adaptive Variable Length Coding, CAVLC), lập mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding, CABAC), và dạng tương tự. Bộ mã hóa entropy 240 có thể mã hóa thông tin cần thiết cho việc dựng lại video/ảnh khác với các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa (ví dụ các giá trị của các phần tử cú pháp, v.v.) cùng nhau hoặc tách biệt. Thông tin được mã hóa (ví dụ, thông tin video/ảnh được mã hóa) có thể được truyền hoặc được lưu giữ trên cơ sở đơn vị là lớp trừu tượng mạng (Network

Abstraction Layer, NAL) ở dạng luồng bit. Thông tin video/ảnh có thể còn bao gồm thông tin về các bộ thông số khác nhau như tập thông số thích ứng (Adaptation parameter set, APS), tập thông số hình ảnh (Picture parameter set, PPS), tập thông số trình tự (Sequence parameter set, SPS), tập thông số video (Video parameter set, VPS) hoặc tương tự. Ngoài ra, thông tin video/ảnh có thể còn bao gồm thông tin ràng buộc chung. Trong sáng chế này, thông tin và/hoặc các phần tử cú pháp mà được truyền/được báo hiệu cho thiết bị giải mã từ thiết bị mã hóa có thể được bao gồm trong thông tin video/ảnh. Thông tin video/ảnh có thể được mã hóa thông qua thủ tục mã hóa được mô tả ở trên và được bao gồm trong luồng bit. Luồng bit có thể được truyền qua mạng, hoặc được lưu trong môi trường lưu trữ kỹ thuật số. Ở đây, mạng có thể bao gồm mạng quảng bá, mạng truyền thông và/hoặc tương tự, và phương tiện lưu trữ số có thể bao gồm các phương tiện lưu trữ khác nhau như USB, SD, CD, DVD, Blu-ray, HDD, SSD và tương tự. Bộ truyền (không được thể hiện) truyền tín hiệu được xuất ra từ bộ mã hóa entropy 240 và/hoặc bộ lưu trữ (không được thể hiện) mà lưu trữ tín hiệu này có thể được tạo cấu hình làm thành phần bên trong/bên ngoài của thiết bị mã hóa 200, hoặc bộ truyền cũng có thể được chứa trong bộ mã hóa entropy 240.

Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa được xuất ra từ bộ lượng tử hóa 233 có thể được sử dụng để tạo ra tín hiệu dự đoán. Ví dụ, bằng cách áp dụng việc giải lượng tử hóa và biến đổi ngược cho các hệ số biến đổi được lượng tử hóa thông qua bộ giải lượng tử hóa 234 và bộ biến đổi ngược 235, tín hiệu dư (khối dư hoặc các mẫu dư) có thể được dựng lại. Bộ cộng 155 cộng tín hiệu dư được dựng lại vào tín hiệu dự đoán được xuất ra từ bộ liên dự đoán 221 hoặc bộ nội dự đoán 222 sao cho tín hiệu được dựng lại (hình ảnh được dựng lại, khối được dựng lại, mảng mẫu được dựng lại) có thể được tạo ra. Khi không có tín hiệu dư cho khối mục tiêu xử lý như trong trường hợp chế độ nhảy cóc được áp dụng, thì khối được dự đoán có thể được sử dụng như khối được dựng lại. Bộ cộng 250 có thể được gọi là bộ dựng lại hoặc bộ tạo khối được dựng lại. Tín hiệu được dựng lại được tạo ra có thể được sử dụng cho việc nội dự đoán khối mục tiêu xử lý kế tiếp trong khối hiện tại, và như được mô tả sau, có thể được sử dụng cho việc liên dự đoán hình ảnh tiếp theo thông qua việc lọc.

Trong đó, trong quy trình mã hóa và/hoặc dựng lại hình ảnh, việc ánh xạ độ chói với việc định cỡ sắc độ (Luma mapping with chroma scaling, LMCS) có thể được áp dụng.

Bộ lọc 260 có thể nâng cao chất lượng video chủ quan/khách quan bằng cách áp dụng việc lọc cho tín hiệu được dựng lại. Ví dụ, bộ lọc 260 có thể tạo ra hình ảnh được dựng lại được điều chỉnh bằng cách áp dụng các phương pháp lọc khác nhau đối với hình ảnh được dựng lại, và có thể lưu trữ hình ảnh được dựng lại được điều chỉnh trong bộ nhớ 270, cụ thể, trong DPB của bộ nhớ 270. Các phương pháp lọc khác nhau có thể chứa, ví dụ, lọc khử khối, dịch chuyển tương thích mẫu, bộ lọc vòng lặp tương thích, bộ lọc song phương, hoặc dạng tương tự. Như được thảo luận sau trong phần mô tả về mỗi phương pháp lọc, bộ lọc 260 có thể tạo ra thông tin khác nhau liên quan đến việc lọc, và truyền thông tin được tạo ra đến bộ mã hóa entropy 240. Thông tin về việc lọc có thể được mã hóa trong bộ mã hóa entropy 240 và được xuất ra dưới dạng luồng bit.

Hình ảnh được dựng lại được điều chỉnh mà được truyền tới bộ nhớ 270 có thể được sử dụng làm hình ảnh tham chiếu trong bộ liên dự đoán 221. Thông qua điều này, thiết bị mã hóa có thể tránh việc không khớp dự đoán trong thiết bị mã hóa 100 và thiết bị giải mã khi việc liên dự đoán được áp dụng, và có thể cũng nâng cao hiệu quả lập mã.

Bộ nhớ DPB 270 có thể lưu trữ hình ảnh được dựng lại được điều chỉnh để sử dụng nó như hình ảnh tham chiếu trong bộ liên dự đoán 221. Bộ nhớ 270 có thể lưu trữ thông tin chuyển động của khối trong hình ảnh hiện tại mà thông tin chuyển đã được suy ra (hoặc được mã hóa) và/hoặc thông tin chuyển động của các khối trong hình ảnh đã được dựng lại từ đó. Thông tin chuyển động được lưu trữ có thể được truyền tới bộ liên dự đoán 221 để được tận dụng làm thông tin chuyển động của khối lân cận hoặc thông tin chuyển động của khối lân cận về mặt thời gian. Bộ nhớ 270 có thể lưu trữ các mẫu được dựng lại của các khối được dựng lại trong hình ảnh hiện tại, và truyền chúng đến bộ nội dự đoán 222.

Fig.3 là sơ đồ minh họa theo cách sơ lược cấu hình của thiết bị giải mã video/ảnh mà sáng chế có thể áp dụng với.

Tham chiếu đến Fig.3, thiết bị giải mã video 300 có thể bao gồm bộ giải mã entropy 310, bộ xử lý phần dư 320, bộ dự đoán 330, bộ cộng 340, bộ lọc 350 và bộ nhớ 360. Bộ dự đoán 330 có thể bao gồm bộ liên dự đoán 331 và bộ nội dự đoán 332. Bộ xử lý phần dư 320 có thể bao gồm bộ giải lượng tử hóa 321 và bộ biến đổi ngược 321. Bộ giải mã entropy 310, bộ xử lý phần dư 320, bộ dự đoán 330, bộ cộng 340, và bộ lọc 350 mà được mô tả ở bên trên, có thể được tạo cấu thành bằng một hoặc nhiều thành phần phần cứng (ví dụ, các bộ chip hoặc bộ xử lý bộ giải mã) theo một phương án thực hiện. Ngoài ra, bộ nhớ 360 có thể bao gồm bộ đệm hình ảnh được giải mã (Decoded picture buffer, DPB) có thể được cấu thành bằng phương tiện lưu trữ dạng số. Thành phần phần cứng có thể còn bao gồm bộ nhớ 360 như thành phần bên trong/bên ngoài.

Khi luồng bit bao gồm thông tin video/ảnh được nhập vào, thì thiết bị giải mã 300 có thể dựng lại ảnh tương ứng với quy trình mà thông tin video/ảnh được xử lý bởi thiết bị mã hóa của Fig.2. Ví dụ, thiết bị giải mã 300 có thể suy ra các đơn vị/các khối dựa trên thông tin liên quan đến sự phân chia khối thu được từ luồng bit. Thiết bị giải mã 300 có thể thực hiện việc giải mã bằng cách sử dụng đơn vị xử lý trong thiết bị mã hóa. Do đó, đơn vị xử lý việc giải mã có thể là, ví dụ, đơn vị lập mã, có thể được phân chia theo cấu trúc cây tứ phân, cấu trúc cây nhị phân, và/hoặc cấu trúc cây tam phân từ đơn vị cây lập mã hoặc đơn vị lập mã lớn nhất. Một hoặc nhiều đơn vị biến đổi có thể được suy ra từ đơn vị lập mã. Và, tín hiệu ảnh được dựng lại được giải mã và được xuất ra thông qua thiết bị giải mã 300 có thể được tái tạo qua bộ tái tạo.

Thiết bị giải mã 300 có thể thu tín hiệu mà được xuất ra từ thiết bị mã hóa trên Fig.2 dưới dạng luồng bit, và tín hiệu thu được có thể được giải mã thông qua bộ giải mã entropy 310. Ví dụ, bộ giải mã entropy 310 có thể phân tích cú pháp luồng bit để suy ra thông tin (ví dụ, thông tin video/ảnh) cần thiết cho việc dựng lại ảnh (hoặc dựng lại hình ảnh). Thông tin video/ảnh có thể còn bao gồm thông tin về các bộ thông số khác nhau như tập thông số thích ứng (Adaptation parameter set, APS), tập thông số hình ảnh (Picture parameter set, PPS), tập thông số trình tự (Sequence parameter set, SPS), tập thông số video (Video parameter set, VPS) hoặc tương tự. Ngoài ra, thông tin video/ảnh có thể còn bao gồm thông tin ràng buộc chung. Thiết bị giải mã

có thể giải mã hình ảnh còn dựa trên thông tin về tập thông số và/hoặc thông tin ràng buộc chung. Trong phần bộc lộ này, thông tin được báo hiệu/thu được và/hoặc các phần tử cú pháp, mà sẽ được mô tả sau, có thể được giải mã thông qua thủ tục giải mã và được thu được từ luồng bit. Ví dụ, bộ giải mã entropy 310 có thể giải mã thông tin trong luồng bit dựa trên phương pháp mã hoá như mã hoá Golomb hàm số mũ, CAVLC, CABAC, hoặc tương tự, và có thể xuất ra giá trị của phần tử cú pháp cần thiết cho việc dựng lại ảnh và các giá trị được lượng tử hoá của hệ số biến đổi liên quan đến phần dư. Cụ thể hơn, phương pháp giải mã entropy CABAC có thể nhận cột điểm ảnh (bin) tương ứng với mỗi phần tử cú pháp trong luồng bit, xác định mô hình ngữ cảnh nhờ sử dụng thông tin về phần tử cú pháp mục tiêu giải mã và thông tin giải mã của các khối lân cận và các khối mục tiêu giải mã hoặc thông tin về ký hiệu/cột điểm ảnh được giải mã ở bước trước đó, dự đoán xác suất tạo cột điểm ảnh theo mô hình ngữ cảnh xác định được và thực hiện việc giải mã số học đối với cột điểm ảnh này để tạo ra ký hiệu tương ứng với mỗi giá trị phần tử cú pháp. Ở đây, phương pháp giải mã entropy CABAC có thể cập nhật mô hình ngữ cảnh nhờ sử dụng thông tin về ký hiệu/cột điểm ảnh được giải mã cho mô hình ngữ cảnh của ký hiệu/cột điểm ảnh tiếp theo sau khi xác định mô hình ngữ cảnh này. Thông tin về việc dự đoán trong số thông tin được giải mã ở bộ giải mã entropy 310 có thể được cung cấp cho bộ dự đoán (bộ liên dự đoán 332 và bộ nội dự đoán 331), và các giá trị còn dư, tức là các hệ số biến đổi đã được lượng tử hoá, mà việc giải mã entropy đã được thực hiện trong bộ giải mã entropy 310 và thông tin thông số liên quan có thể được nhập vào bộ xử lý phần dư 320. Bộ xử lý phần dư 320 có thể suy ra tín hiệu dư (khối dư, các mẫu dư, mảng mẫu dư). Thêm nữa, thông tin về việc lọc trong số thông tin được giải mã bởi bộ giải mã entropy 310 có thể được cấp đến bộ lọc 350. Trong khi đó, bộ thu (không được thể hiện) mà thu tín hiệu được xuất ra từ thiết bị mã hóa có thể còn cấu thành thiết bị giải mã 300 như thành phần bên trong/bên ngoài, và bộ thu có thể là thành phần của bộ giải mã entropy 310. Trong khi đó, thiết bị giải mã theo phần bộc lộ này có thể được gọi là thiết bị lập mã video/ảnh/hình ảnh, và thiết bị giải mã cũng có thể được phân loại thành bộ giải mã thông tin (bộ giải mã thông tin video/ảnh/hình ảnh) và bộ giải mã mẫu (bộ giải mã mẫu video/ảnh/hình ảnh). Bộ giải mã thông tin có thể bao gồm bộ giải mã entropy 310, và bộ giải mã mẫu có thể bao gồm ít nhất

một trong bộ giải lượng tử hóa 321, bộ biến đổi ngược 322, bộ cộng 340, bộ lọc 350, bộ nhớ 360, bộ liên dự đoán 332, và bộ nội dự đoán 331.

Bộ giải lượng tử hóa 321 có thể xuất ra các hệ số biến đổi bằng cách giải lượng tử hóa các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Bộ giải lượng tử hóa 321 có thể sắp xếp lại các hệ số biến đổi được lượng tử hóa dưới dạng của khối hai chiều. Trong trường hợp này, việc sắp xếp lại có thể thực hiện việc sắp xếp lại dựa trên thứ tự quét hệ số mà đã được thực hiện trong thiết bị mã hóa. Bộ giải lượng tử hóa 321 có thể thực hiện việc giải lượng tử hóa trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa sử dụng thông số lượng tử hóa (ví dụ, thông tin kích thước bước lượng tử hóa), và thu được các hệ số biến đổi.

Bộ giải lượng tử hóa 322 thu được tín hiệu dư (khối dư, mảng mẫu dư) bằng việc biến đổi ngược các hệ số biến đổi.

Bộ dự đoán có thể thực hiện việc dự đoán trên khối hiện tại và sinh ra khối được dự đoán chứa các mẫu dự đoán cho khối hiện tại. Bộ dự đoán có thể xác định xem liệu việc nội dự đoán hoặc việc liên dự đoán được áp dụng cho khối hiện tại dựa trên thông tin về dự đoán được xuất ra từ bộ giải mã entropy 310 và cụ thể có thể xác định chế độ nội/liên dự đoán.

Bộ dự đoán có thể tạo ra tín hiệu dự đoán dựa trên các phương pháp dự đoán khác nhau. Ví dụ, bộ dự đoán có thể áp dụng việc nội dự đoán hoặc việc liên dự đoán cho việc dự đoán trên một khối, và cũng như vậy, có thể áp dụng việc nội dự đoán và việc liên dự đoán cùng lúc. Điều này có thể được gọi là liên dự đoán và nội dự đoán kết hợp (Combined inter and intra prediction, CIIP). Ngoài ra, bộ dự đoán có thể thực hiện việc sao chép nội khối (Intra block copy, IBC) cho việc dự đoán trên khối. Việc sao chép nội khối có thể được sử dụng cho việc lập mã ảnh/video nội dung của trò chơi hoặc tương tự, như lập mã nội dung màn (Screen content coding, SCC). Mặc dù IBC về cơ bản thực hiện việc dự đoán trong khối hiện tại, nhưng nó có thể được thực hiện tương tự với việc liên dự đoán trong đó nó suy ra khối tham chiếu trong khối hiện tại. Tức là, IBC có thể sử dụng ít nhất một trong các kỹ thuật liên dự đoán được mô tả trong sáng chế.

Bộ nội dự đoán 331 có thể dự đoán khối hiện tại bằng cách tham chiếu đến các mẫu trong hình ảnh hiện tại. Các mẫu được tham chiếu có thể được đặt ở vùng lân cận hoặc xa khỏi khối hiện tại theo chế độ dự đoán. Trong nội dự đoán, các chế độ dự đoán có thể bao gồm nhiều chế độ không có hướng và nhiều chế độ có hướng. Bộ nội dự đoán 331 có thể xác định chế độ dự đoán được áp dụng cho khối hiện tại bằng cách sử dụng chế độ dự đoán được áp dụng cho khối lân cận.

Bộ liên dự đoán 332 có thể suy ra khối được dự đoán cho khối hiện tại dựa trên khối tham chiếu (mảng mẫu tham chiếu) được đặc tả bằng vector chuyển động trên hình ảnh tham chiếu. Lúc này, để giảm lượng thông tin chuyển động được truyền trong chế độ liên dự đoán, thông tin chuyển động có thể được dự đoán trên cơ sở khối, khối con hoặc mẫu dựa trên sự tương quan về thông tin chuyển động giữa khối lân cận và khối hiện tại. Thông tin chuyển động có thể bao gồm vector chuyển động và chỉ số hình ảnh tham chiếu. Thông tin chuyển động có thể còn bao gồm thông tin hướng liên dự đoán (dự đoán L0, dự đoán L1, song dự đoán, v.v.). Trong trường hợp của việc liên dự đoán, khối lân cận có thể bao gồm khối lân cận không gian hiện có trong hình ảnh hiện tại và khối lân cận thời gian hiện có trong hình ảnh tham chiếu. Ví dụ, bộ liên dự đoán 332 có thể tạo cấu trúc danh sách ứng viên thông tin chuyển động dựa trên các khối lân cận, và suy ra vector chuyển động và/hoặc chỉ số hình ảnh tham chiếu của khối hiện tại dựa trên thông tin chọn ứng viên nhận được. Việc liên dự đoán có thể được thực hiện dựa trên các chế độ dự đoán khác nhau, và thông tin về việc dự đoán có thể bao gồm thông tin chỉ thị chế độ liên dự đoán cho khối hiện tại.

Bộ cộng 340 có thể tạo ra tín hiệu được dựng lại (hình ảnh được dựng lại, khối được dựng lại, mảng mẫu được dựng lại) bằng cộng tín hiệu dư thu được vào tín hiệu dự đoán (khối được dự đoán, mảng mẫu được dự đoán) được xuất ra từ bộ dự đoán 330). Khi không có tín hiệu dư cho khối mục tiêu xử lý như trong trường hợp chế độ nhảy cóc được áp dụng, thì khối được dự đoán có thể được sử dụng như khối được dựng lại.

Bộ cộng 340 có thể được gọi là bộ dựng lại hoặc bộ tạo khối được dựng lại. Tín hiệu được dựng lại được tạo ra có thể được sử dụng cho việc nội dự đoán của khối

mục tiêu xử lý kế tiếp trong khối hiện tại, và như được mô tả sau, có thể được xuất ra thông qua việc lọc hoặc được sử dụng cho việc liên dự đoán hình ảnh tiếp theo.

Trong khi đó, trong quy trình giải mã hình ảnh, việc ánh xạ độ chói với việc định cỡ sắc độ (LMCS) có thể được áp dụng.

Bộ lọc 350 có thể nâng cao chất lượng video chủ quan/khách quan bằng cách áp dụng việc lọc cho tín hiệu được dựng lại. Ví dụ, bộ lọc 350 có thể tạo ra hình ảnh được dựng lại được điều chỉnh bằng cách áp dụng các phương pháp lọc khác nhau đối với hình ảnh được dựng lại, và có thể truyền hình ảnh được dựng lại được điều chỉnh trong bộ nhớ 360, cụ thể, trong DPB của bộ nhớ 360. Các phương pháp lọc khác nhau có thể bao gồm, ví dụ, lọc khử khối, dịch chuyển tương thích mẫu, bộ lọc vòng lặp tương thích, bộ lọc song phương, hoặc dạng tương tự.

Hình ảnh được dựng lại (được điều chỉnh) mà đã được lưu trữ trong DPB của bộ nhớ 360 có thể được sử dụng như hình ảnh tham chiếu trong bộ liên dự đoán 332. Bộ nhớ 360 có thể lưu trữ thông tin chuyển động của khối trong hình ảnh hiện tại mà thông tin chuyển động đã được suy ra (hoặc được giải mã) và/hoặc thông tin chuyển động của các khối trong hình ảnh đã được dựng lại. Thông tin chuyển động được lưu trữ có thể được truyền tới bộ liên dự đoán 260 để được tận dụng làm thông tin chuyển động của khối lân cận hoặc thông tin chuyển động của khối lân cận về mặt thời gian. Bộ nhớ 360 có thể lưu trữ các mẫu được dựng lại của các khối được dựng lại trong hình ảnh hiện tại, và truyền chúng đến bộ nội dự đoán 331.

Trong bản mô tả này, các ví dụ được mô tả trong bộ dự đoán 330, bộ giải lượng tử hóa 321, bộ biến đổi ngược 322, và bộ lọc 350 của thiết bị giải mã 300 có thể được áp dụng tương tự hoặc tương ứng lần lượt cho bộ dự đoán 220, bộ giải lượng tử hóa 234, bộ biến đổi ngược 235, và bộ lọc 260 của thiết bị mã hóa 200.

Như được mô tả ở trên, việc dự đoán được thực hiện để tăng hiệu quả nén trong khi thực hiện việc lập mã video. Thông qua điều này, khối được dự đoán bao gồm các mẫu dự đoán cho khối hiện tại, mà là khối mục tiêu lập mã, có thể được tạo ra. Ở đây, khối được dự đoán bao gồm các mẫu dự đoán trong miền không gian (hoặc miền điểm ảnh). Khối được dự đoán có thể được suy ra theo cách giống nhau trong thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã, và thiết bị mã hóa có thể tăng hiệu quả lập mã ảnh bằng

cách báo hiệu đến thiết bị giải mã không phải giá trị mẫu gốc của chính khối gốc mà là thông tin về phần dư (thông tin dư) giữa khối gốc và khối được dự đoán. Thiết bị giải mã có thể suy ra khối dư bao gồm các mẫu dư dựa trên thông tin dư, tạo ra khối được dựng lại bao gồm các mẫu được dựng lại bằng cách cộng khối dư vào khối được dự đoán, và tạo ra hình ảnh được dựng lại bao gồm các khối được dựng lại.

Thông tin dư có thể được tạo ra qua các thủ tục biến đổi và lượng tử hóa. Ví dụ, thiết bị mã hóa có thể suy ra khối dư giữa khối gốc và khối được dự đoán, suy ra các hệ số biến đổi bằng cách thực hiện thủ tục biến đổi trên các mẫu dư (mảng mẫu dư) được bao gồm trong khối dư, và suy ra các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa bằng cách thực hiện thủ tục lượng tử hóa trên các hệ số biến đổi, sao cho nó có thể báo hiệu thông tin dư liên quan đến thiết bị giải mã (qua luồng bit). Ở đây, thông tin dư có thể bao gồm thông tin giá trị, thông tin vị trí, kỹ thuật biến đổi, nhân biến đổi, thông số lượng tử hóa hoặc tương tự của các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Thiết bị giải mã có thể thực hiện thủ tục lượng tử hóa/giải lượng tử hóa và suy ra các mẫu dư (hoặc khối mẫu dư), dựa trên thông tin dư. Thiết bị giải mã có thể tạo ra khối được dựng lại dựa trên khối được dự đoán và khối dư. Thiết bị mã hóa có thể suy ra khối dư bằng cách giải lượng tử hóa/biến đổi ngược các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để tham khảo cho việc liên dự đoán hình ảnh tiếp theo, và có thể tạo ra hình ảnh được dựng lại dựa trên điều này.

Fig.4 là hình vẽ minh họa theo cách sơ lược kỹ thuật đa biến đổi theo phương án của sáng chế.

Tham chiếu đến Fig.4, bộ biến đổi có thể tương ứng với bộ biến đổi trong thiết bị mã hóa của Fig.2 đề cập đến ở trên, và bộ biến đổi ngược có thể tương ứng với bộ biến đổi ngược trong thiết bị mã hóa của Fig.2 được đề cập đến ở trên, hoặc với bộ biến đổi ngược trong thiết bị giải mã của Fig.3.

Bộ biến đổi này có thể suy ra các hệ số biến đổi (sơ cấp) bằng cách thực hiện phép biến đổi sơ cấp dựa trên các mẫu dư (mảng mẫu dư) trong khối dư (S410). Phép biến đổi sơ cấp này có thể được đề cập đến như phép biến đổi lõi. Ở đây, phép biến đổi sơ cấp có thể được dựa trên việc chọn đa biến đổi (Multiple transform selection,

MTS), và khi đa biến đổi được áp dụng như phép biến đổi sơ cấp, thì nó có thể được đề cập đến như phép biến đổi đa lỗi.

Phép biến đổi đa lỗi này có thể biểu thị phương pháp biến đổi sử dụng thêm phép biến đổi cosin rời rạc (Discrete Cosine Transform, DCT) loại 2 và phép biến đổi sin rời rạc (Discrete Sine Transform, DST) loại 7, DCT loại 8, và/hoặc DST loại 1. Tức là, phép biến đổi đa lỗi này có thể biểu thị phương pháp biến đổi để biến đổi tín hiệu dư (hoặc khối dư) của miền không gian thành các hệ số biến đổi (hoặc các hệ số biến đổi sơ cấp) của miền tần số dựa trên nhiều nhân biến đổi được chọn từ trong số DCT loại 2, DST loại 7, DCT loại 8 và DST loại 1. Ở đây, các hệ số biến đổi sơ cấp có thể được gọi các hệ số biến đổi tạm thời từ góc độ của bộ biến đổi.

Nói cách khác, khi phương pháp biến đổi thông thường được áp dụng, thì các hệ số biến đổi có thể được tạo ra bằng cách áp dụng phép biến đổi từ miền không gian sang miền tần số đối với tín hiệu dư (hoặc khối dư) dựa trên DCT loại 2. Không giống việc này, khi phép biến đổi đa lỗi được áp dụng, thì các hệ số biến đổi (hoặc các hệ số biến đổi sơ cấp) có thể được tạo ra bằng cách áp dụng phép biến đổi từ miền không gian sang miền tần số đối với tín hiệu dư (hoặc khối dư) dựa trên DCT loại 2, DST loại 7, DCT loại 8, và/hoặc DST loại 1. Ở đây, DCT loại 2, DST loại 7, DCT loại 8, và DST loại 1 có thể được gọi là loại biến đổi, nhân biến đổi hoặc lỗi biến đổi.

Để tham khảo, thì các loại biến đổi DCT/DST có thể được xác định dựa trên các hàm cơ sở, và các hàm cơ sở này có thể được biểu diễn như trong bảng sau đây.

[Bảng 1]

Loại biến đổi	Hàm cơ sở $T_i(j)$, $i, j=0, 1, \dots, N-1$
DCT-II	$T_i(j) = \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{2}{N}} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot i \cdot (2j+1)}{2N}\right)$ Trong đó $\omega_0 = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{N}} & i=0 \\ 1 & i \neq 0 \end{cases}$
DCT-V	$T_i(j) = \omega_0 \cdot \omega_1 \cdot \sqrt{\frac{2}{2N-1}} \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot i \cdot j}{2N-1}\right)$ Trong đó $\omega_0 = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{N}} & i=0 \\ 1 & i \neq 0 \end{cases}$, $\omega_1 = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{N}} & j=0 \\ 1 & j \neq 0 \end{cases}$
DCT-VIII	$T_i(j) = \sqrt{\frac{4}{2N+1}} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (2i+1) \cdot (2j+1)}{4N+2}\right)$
DST-I	$T_i(j) = \sqrt{\frac{2}{N+1}} \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot (i+1) \cdot (j+1)}{N+1}\right)$
DST-VII	$T_i(j) = \sqrt{\frac{4}{2N+1}} \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot (2i+1) \cdot (j+1)}{2N+1}\right)$

Nếu phép biến đổi đa lõi được thực hiện, thì nhân biến đổi thẳng và nhân biến đổi ngang dành cho khối mục tiêu có thể được chọn từ trong số các nhân biến đổi, phép biến đổi thẳng dành cho khối mục tiêu có thể được thực hiện dựa trên nhân biến đổi thẳng, và phép biến đổi ngang dành cho khối mục tiêu có thể được thực hiện dựa trên nhân biến đổi ngang. Ở đây, phép biến đổi ngang có thể biểu thị phép biến đổi dành cho các thành phần ngang của khối mục tiêu, và phép biến đổi thẳng có thể biểu thị phép biến đổi dành cho các thành phần thẳng của khối mục tiêu. Nhân biến đổi thẳng/nhân biến đổi ngang có thể được xác định theo cách thích ứng dựa trên chế độ dự đoán và/hoặc chỉ số biến đổi của khối mục tiêu (CU hoặc khối con) bao gồm khối dư.

Thêm nữa, theo ví dụ, nếu phép biến đổi sơ cấp được thực hiện bằng cách áp dụng MTS, thì mối quan hệ ánh xạ cho các nhân biến đổi có thể được thiết đặt bằng cách thiết đặt các hàm cơ sở cụ thể thành các giá trị định trước và kết hợp các hàm cơ sở cần được áp dụng trong phép biến đổi thẳng hoặc phép biến đổi ngang. Ví dụ, khi nhân biến đổi ngang được biểu diễn như trTypeHor và nhân biến đổi hướng thẳng được biểu diễn như trTypeVer, thì giá trị trTypeHor hoặc trTypeVer là 0 có thể được thiết đặt là DCT2, giá trị trTypeHor hoặc trTypeVer là 1 có thể được thiết đặt là DST7, và giá trị trTypeHor hoặc trTypeVer là 2 có thể được thiết đặt là DCT8.

Trong trường hợp này, thông tin chỉ số MTS có thể được mã hóa và được báo hiệu đến thiết bị giải mã để chỉ báo tập nhân biến đổi bất kỳ trong nhiều tập nhân biến

đổi. Ví dụ, chỉ số MTS là 0 có thể chỉ báo rằng cả giá trị $trTypeHor$ và $trTypeVer$ là 0, chỉ số MTS là 1 có thể chỉ báo rằng cả giá trị $trTypeHor$ và $trTypeVer$ là 1, chỉ số MTS là 2 có thể chỉ báo rằng giá trị $trTypeHor$ là 2 và giá trị $trTypeVer$ là 1, chỉ số MTS là 3 có thể chỉ báo rằng giá trị $trTypeHor$ là 1 và giá trị $trTypeVer$ là 2, và chỉ số MTS là 4 có thể chỉ báo rằng cả giá trị $trTypeHor$ và $trTypeVer$ là 2.

Bộ biến đổi có thể suy ra các hệ số biến đổi (thứ cấp) được điều chỉnh bằng cách thực hiện phép biến đổi thứ cấp dựa trên các hệ số biến đổi (sơ cấp) (S420). Phép biến đổi sơ cấp là sự biến đổi từ miền không gian sang miền tần số, và phép biến đổi thứ cấp đề cập đến sự biến đổi thành biểu thức gọn hơn qua việc sử dụng mối tương quan tồn tại giữa các hệ số biến đổi (sơ cấp). Phép biến đổi thứ cấp có thể bao gồm phép biến đổi không phân tách được. Trong trường hợp này, phép biến đổi thứ cấp này có thể được gọi là phép biến đổi thứ cấp không phân tách được (Non-separable secondary transform, NSST), hoặc phép biến đổi thứ cấp không phân tách được thứ cấp phụ thuộc chế độ (Mode-dependent non-separable secondary transform, MDNSST). Phép biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể biểu thị phép biến đổi mà tạo ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh (hoặc các hệ số biến đổi thứ cấp) cho tín hiệu dư bằng cách biến đổi thứ cấp, dựa trên ma trận biến đổi không phân tách được, các hệ số biến đổi (sơ cấp) mà được suy ra thông qua phép biến đổi sơ cấp. Lúc này, phép biến đổi thẳng và phép biến đổi ngang có thể là không được áp dụng một cách riêng rẽ (phép biến đổi ngang và phép biến đổi thẳng có thể là không được áp dụng một cách độc lập) cho các hệ số biến đổi (sơ cấp), nhưng các phép biến đổi này có thể được áp dụng cùng một lúc dựa trên ma trận biến đổi không phân tách được. Nói cách khác, phép biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể biểu thị phương pháp biến đổi trong đó các thành phần thẳng và ngang của các hệ số biến đổi (sơ cấp) không được phân tách, và ví dụ, các tín hiệu hai chiều (các hệ số biến đổi) được sắp xếp lại thành tín hiệu một chiều thông qua hướng được xác định nhất định (ví dụ, hướng hàng-thứ nhất hoặc hướng cột-thứ nhất), và sau đó các hệ số biến đổi được điều chỉnh (hoặc các hệ số biến đổi thứ cấp) được tạo ra dựa trên ma trận biến đổi không phân tách được. Ví dụ, theo thứ tự hàng-thứ nhất, các khối $M \times N$ được sắp xếp theo tuyến với thứ tự là hàng thứ nhất, hàng thứ hai, ..., và hàng thứ N. Theo thứ tự cột-thứ nhất, các khối $M \times N$ được sắp xếp trong hàng theo tuyến với thứ tự là cột

thứ nhất, cột thứ hai, ..., và cột thứ N. Phép biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể được áp dụng cho vùng trên cùng-bên trái của khối được tạo cấu hình với các hệ số biến đổi (sơ cấp) (sau đây có thể được gọi là khối hệ số biến đổi). Ví dụ, nếu chiều rộng (W) và chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi đều bằng hoặc lớn hơn 8, thì phép biến đổi thứ cấp không phân tách được 8x8 có thể được áp dụng cho vùng 8x8 trên cùng-bên trái của khối hệ số biến đổi. Thêm nữa, nếu chiều rộng (W) và chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi đều bằng hoặc lớn hơn 4, và chiều rộng (W) hoặc chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi là dưới 8, sau đó phép biến đổi thứ cấp không phân tách được 4x4 có thể được áp dụng cho vùng $\min(8,W) \times \min(8,H)$ trên cùng-bên trái của khối hệ số biến đổi. Tuy nhiên, phương án không được giới hạn ở điều này, và ví dụ, thậm chí nếu chỉ điều kiện mà chiều rộng (W) hoặc chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi là bằng hoặc lớn hơn 4 được thỏa mãn, thì phép biến đổi thứ cấp không phân tách được 4x4 có thể được áp dụng cho vùng $\min(8,W) \times \min(8,H)$ trên cùng-bên trái của khối hệ số biến đổi.

Cụ thể là, ví dụ, nếu khối đầu vào 4 x 4 được sử dụng, thì phép biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể được thực hiện như sau.

Khối đầu vào 4 x 4 X có thể được biểu diễn như sau.

[Phương trình 1]

$$X = \begin{bmatrix} X_{00} & X_{01} & X_{02} & X_{03} \\ X_{10} & X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{20} & X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{30} & X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{bmatrix}$$

Nếu X được biểu diễn dưới dạng vector, thì vector $\vec{X}$ có thể được biểu diễn như sau.

[Phương trình 2]

$$\vec{X} = [X_{00} \ X_{01} \ X_{02} \ X_{03} \ X_{10} \ X_{11} \ X_{12} \ X_{13} \ X_{20} \ X_{21} \ X_{22} \ X_{23} \ X_{30} \ X_{31} \ X_{32} \ X_{33}]^T$$

Ở phương trình 2, vectơ $\vec{X}$ là vectơ một chiều thu được bằng cách sắp xếp lại khối hai chiều X của Phương trình 1 theo thứ tự hàng-thứ nhất.

Trong trường hợp này, phép biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể được tính toán như sau.

[Phương trình 3]

$$\vec{F} = T \cdot \vec{X}$$

Ở phương trình này, $\vec{F}$ biểu diễn vectơ hệ số biến đổi, và T biểu diễn ma trận biến đổi (không thể phân tách được) 16×16 .

Thông qua Phương trình 3 nêu trên, vectơ hệ số biến đổi 16×1 $\vec{F}$ có thể được suy ra, và $\vec{F}$ có thể được tổ chức lại thành khối 4×4 thông qua thứ tự quét (ngang, thẳng, đường chéo và tương tự). Tuy nhiên, phép tính nêu trên là một ví dụ, và phép biến đổi hypercube-Givens (Hypercube-Givens Transform, HyGT) v.v., cũng có thể được dùng để tính toán phép biến đổi thứ cấp không phân tách được để giảm sự phức tạp tính toán của phép biến đổi thứ cấp không phân tách được.

Trong khi đó, theo phép biến đổi thứ cấp không phân tách được, thì nhân biến đổi (hoặc lõi biến đổi, loại biến đổi) là có thể được chọn để là chế độ phụ thuộc. Trong trường hợp này, chế độ này có thể bao gồm chế độ nội dự đoán và/hoặc chế độ liên dự đoán.

Như đã mô tả trên đây, phép biến đổi thứ cấp không phân tách được là có thể được thực hiện dựa trên phép biến đổi 8×8 hoặc phép biến đổi 4×4 mà xác định được dựa trên chiều rộng (W) và chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi. Phép biến đổi 8×8 đề cập đến phép biến đổi mà có thể áp dụng được cho vùng 8×8 được bao gồm trong khối hệ số biến đổi khi cả W và H là bằng hoặc lớn hơn 8, và vùng 8×8 có thể là vùng 8×8 trên cùng-bên trái trong khối hệ số biến đổi. Tương tự, phép biến đổi 4×4 đề cập đến phép biến đổi mà có thể áp dụng được cho vùng 4×4 được bao gồm trong khối hệ số biến đổi khi cả W và H là bằng hoặc lớn hơn 4, và vùng 4×4 có thể là vùng 4×4 trên cùng-bên trái trong khối hệ số biến đổi. Ví dụ, ma trận nhân biến đổi 8×8 có

thể là ma trận $64 \times 64 / 16 \times 64$, và ma trận nhân biến đổi 4×4 có thể là ma trận $16 \times 16 / 8 \times 16$.

Ở đây, để chọn nhân biến đổi dựa trên chế độ, ba nhân biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể được tạo cấu hình trên tập biến đổi cho phép biến đổi thứ cấp không phân tách được cho cả phép biến đổi 8×8 và phép biến đổi 4×4 , và có thể có 35 tập biến đổi. Tức là, 35 tập biến đổi có thể được tạo cấu hình cho phép biến đổi 8×8 , và 35 tập biến đổi có thể được tạo cấu hình cho phép biến đổi 4×4 . Trong trường hợp này, ba hạt nhân biến đổi 8×8 có thể được bao gồm trong mỗi tập biến đổi trong số 35 tập biến đổi cho phép biến đổi 8×8 , và ba hạt nhân biến đổi 4×4 có thể được bao gồm trong mỗi tập biến đổi trong 35 tập biến đổi cho phép biến đổi 4×4 . Các kích thước của các phép biến đổi, số lượng các tập, và số lượng các nhân biến đổi trong mỗi tập được đề cập đến ở trên chỉ để minh họa. Thay vào đó, kích thước khác 8×8 hoặc 4×4 có thể được sử dụng, n tập có thể được tạo cấu hình, và k nhân biến đổi có thể được bao gồm trong mỗi tập.

Tập hợp biến đổi này có thể được gọi là tập hợp NSST, và nhân biến đổi trong tập NSST này có thể được gọi là nhân NSST. Việc chọn tập cụ thể từ trong số các tập biến đổi này là có thể được thực hiện, ví dụ, dựa trên chế độ nội dự đoán của khối mục tiêu (CU hoặc khối con).

Để tham khảo, như một ví dụ, thì chế độ nội dự đoán có thể bao gồm hai chế độ nội dự đoán không có hướng (hoặc không có góc) và 65 chế độ nội dự đoán có hướng (hoặc có góc). Các chế độ nội dự đoán không có hướng có thể bao gồm chế độ nội dự đoán phẳng số 0 và chế độ nội dự đoán DC số 1, và các chế độ nội dự đoán có hướng có thể bao gồm 65 chế độ nội dự đoán giữa chế độ nội dự đoán số 2 và chế độ nội dự đoán số 66. Tuy nhiên, đây là một ví dụ, và sáng chế có thể được áp dụng cho trường hợp mà trong đó có số lượng chế độ nội dự đoán khác. Trong khi đó, theo các tình huống, thì chế độ nội dự đoán số 67 có thể còn được sử dụng, và chế độ nội dự đoán số 67 này có thể biểu thị chế độ mô hình tuyến tính (Linear Model, LM).

Fig.5 là hình vẽ minh họa các nội chế độ có hướng trong số 65 hướng dự đoán.

Tham chiếu đến Fig.5, dựa trên chế độ nội dự đoán số 34 mà có hướng dự đoán chéo lên trên sang trái, chế độ nội dự đoán có hướng tính ngang và chế độ nội dự

đoán có hướng tính thẳng có thể được phân loại. H và V của Fig.5 lần lượt nghĩa là hướng tính ngang và hướng tính thẳng, và các số từ -32 đến 32 thể hiện các độ dịch theo 1/32 đơn vị trên vị trí lưới mẫu. Điều này biểu diễn độ dịch cho giá trị chỉ số chế độ. Các chế độ nội dự đoán từ số 2 đến số 33 có hướng tính ngang, và các chế độ nội dự đoán từ số 34 đến 66 có hướng tính thẳng. Trong khi đó, theo cách nói chặt chẽ, chế độ nội dự đoán số 34 có thể được xem như không ngang cũng không thẳng, nhưng nó có thể được phân loại như thuộc về hướng tính ngang về khía cạnh để xác định tập biến đổi của phép biến đổi thứ cấp. Điều này là bởi vì dữ liệu đầu vào được chuyển vị để được sử dụng cho chế độ hướng thẳng đối xứng trên cơ sở của chế độ nội dự đoán số 34, và phương pháp sắp thẳng hàng dữ liệu đầu vào cho chế độ ngang được sử dụng cho chế độ nội dự đoán số 34. Việc chuyển vị dữ liệu đầu vào nghĩa là các hàng và các cột của dữ liệu khối hai chiều $M \times N$ được chuyển dịch thành dữ liệu $N \times M$.

Chế độ nội dự đoán số 18 và chế độ nội dự đoán số 50 có thể lần lượt biểu thị chế độ nội dự đoán ngang và chế độ nội dự đoán thẳng và chế độ nội dự đoán số 2 có thể được gọi là chế độ nội dự đoán đường chéo hướng lên trên bởi vì nó có điểm ảnh tham chiếu bên trái và dự đoán theo hướng hướng lên trên bên phải. Theo cách tương tự, chế độ nội dự đoán số 34 có thể được gọi là chế độ nội dự đoán đường chéo hướng xuống dưới, và chế độ nội dự đoán số 66 có thể được gọi là chế độ nội dự đoán đường chéo hướng xuống dưới bên trái.

Trong trường hợp này, phép ánh xạ giữa 35 tập biến đổi và các chế độ nội dự đoán là có thể, ví dụ, được biểu diễn như trong bảng sau đây. Để tham khảo, nếu chế độ LM được áp dụng cho khối mục tiêu, thì phép biến đổi thứ cấp là có thể không được áp dụng cho khối mục tiêu.

[Bảng 2]

Nội chế độ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Tập	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Nội chế độ	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67 (LM)
Tập	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	NULL

Trong khi đó, nếu tập cụ thể được xác định là được sử dụng, thì một trong số k nhân biến đổi trong tập cụ thể này có thể được chọn thông qua chỉ số biến đổi thứ cấp

không phân tách được. Thiết bị mã hoá có thể suy ra chỉ số biến đổi thứ cấp không phân tách được mà chỉ thị nhân biến đổi cụ thể dựa trên việc kiểm tra sự méo tốc độ (Rate-Distortion, RD), và có thể báo hiệu chỉ số biến đổi thứ cấp không phân tách được này cho thiết bị giải mã. Thiết bị giải mã có thể chọn một trong số k nhân biến đổi trong tập cụ thể này dựa trên chỉ số biến đổi thứ cấp không phân tách được này. Ví dụ, giá trị chỉ số NSST 0 có thể chỉ báo nhân biến đổi thứ cấp không phân tách được thứ nhất, giá trị chỉ số NSST 1 có thể chỉ thị nhân biến đổi thứ cấp không phân tách được thứ hai, và giá trị chỉ số NSST 2 có thể chỉ thị nhân biến đổi thứ cấp không phân tách được thứ ba. Theo cách khác, giá trị chỉ số NSST 0 có thể chỉ thị phép biến đổi thứ cấp không phân tách được thứ nhất là không được áp dụng cho khối mục tiêu, và các giá trị chỉ số NSST từ 1 đến 3 có thể chỉ thị ba nhân biến đổi này.

Tham chiếu lại đến Fig.3, bộ biến đổi có thể thực hiện phép biến đổi thứ cấp không phân tách được dựa trên các nhân biến đổi được chọn, và có thể thu thập các hệ số biến đổi (thứ cấp) được điều chỉnh. Như đã mô tả trên đây, các hệ số biến đổi được điều chỉnh có thể được suy ra dưới dạng các hệ số biến đổi mà được lượng tử hoá thông qua bộ lượng tử hoá, và có thể được mã hoá và được báo hiệu cho thiết bị giải mã và được chuyển đến bộ giải lượng tử/bộ biến đổi ngược ở thiết bị mã hoá.

Trong khi đó, nếu phép biến đổi thứ cấp được lược bỏ, thì các hệ số biến đổi (sơ cấp), mà là đầu ra của phép biến đổi (phân tách được) sơ cấp, có thể được suy ra dưới dạng các hệ số biến đổi mà được lượng tử hoá thông qua bộ lượng tử hoá như đã mô tả trên đây, và có thể được mã hoá và được báo hiệu cho thiết bị giải mã và được chuyển đến bộ giải lượng tử/bộ biến đổi ngược ở thiết bị mã hoá.

Bộ biến đổi ngược có thể thực hiện một loạt thủ tục theo thứ tự ngược lại so với thứ tự mà các thủ tục đã được thực hiện ở bộ biến đổi nêu trên. Bộ biến đổi ngược có thể nhận các hệ số biến đổi (đã được giải lượng tử), và suy ra các hệ số biến đổi (sơ cấp) bằng cách thực hiện phép biến đổi (ngược) thứ cấp (S450), và có thể thu được khối dư (các mẫu dư) bằng cách thực hiện phép biến đổi (ngược) sơ cấp trên các hệ số biến đổi (sơ cấp) (S460). Về mặt này, các hệ số biến đổi sơ cấp này có thể được gọi là các hệ số biến đổi được điều chỉnh từ góc độ của bộ biến đổi ngược. Như đã mô tả trên đây, thiết bị mã hoá và thiết bị giải mã có thể tạo ra khối được dựng lại dựa

trên khối dư và khối được dự đoán, và có thể tạo ra hình ảnh được dựng lại dựa trên khối được dựng lại này.

Thiết bị giải mã có thể còn bao gồm bộ xác định áp dụng phép biến đổi ngược thứ cấp (hoặc phần tử để xác định việc liệu để áp dụng phép biến đổi ngược thứ cấp hay không) và bộ xác định phép biến đổi ngược thứ cấp (hoặc phần tử để xác định phép biến đổi ngược thứ cấp). Bộ xác định áp dụng phép biến đổi ngược thứ cấp có thể xác định việc liệu để áp dụng phép biến đổi ngược thứ cấp hay không. Ví dụ, phép biến đổi ngược thứ cấp có thể là NSST hoặc RST, và bộ xác định áp dụng phép biến đổi ngược thứ cấp có thể xác định xem liệu để áp dụng phép biến đổi ngược thứ cấp dựa trên cờ biến đổi thứ cấp thu được bằng cách phân tích cú pháp luồng bit hay không. Ở ví dụ khác, bộ xác định áp dụng phép biến đổi ngược thứ cấp có thể xác định xem liệu để áp dụng phép biến đổi ngược thứ cấp dựa trên hệ số biến đổi của khối dư hay không.

Bộ xác định phép biến đổi ngược thứ cấp có thể xác định phép biến đổi ngược thứ cấp. Trong trường hợp này, bộ xác định phép biến đổi ngược thứ cấp có thể xác định phép biến đổi ngược thứ cấp được áp dụng cho khối hiện tại dựa trên tập biến đổi NSST (hoặc RST) được xác định theo chế độ nội dự đoán. Ở một phương án, phương pháp xác định phép biến đổi thứ cấp có thể được xác định phụ thuộc vào phương pháp xác định phép biến đổi sơ cấp. Các cách kết hợp khác nhau giữa các phép biến đổi sơ cấp và các phép biến đổi thứ cấp có thể được xác định theo chế độ nội dự đoán. Thêm nữa, ở một ví dụ, bộ xác định phép biến đổi ngược thứ cấp có thể xác định vùng mà phép biến đổi ngược thứ cấp được áp dụng với dựa trên kích thước của khối hiện tại.

Trong khi đó, như đã mô tả trên đây, nếu phép biến đổi (ngược) thứ cấp được lược bỏ, thì các hệ số biến đổi (được giải lượng tử) là có thể được thu, phép biến đổi (phân tách được) sơ cấp có thể được thực hiện, và khối dư (các mẫu dư) là có thể thu được. Như đã mô tả trên đây, thiết bị mã hoá và thiết bị giải mã có thể tạo ra khối được dựng lại dựa trên khối dư và khối được dự đoán, và có thể tạo ra hình ảnh được dựng lại dựa trên khối được dựng lại này.

Trong khi đó, trong phần bộc lộ này, phép biến đổi thứ cấp rút gọn (RST) trong đó kích thước của ma trận (nhân) biến đổi được rút gọn có thể được áp dụng theo khái niệm của NSST để giảm lượng phép tính và bộ nhớ được đòi hỏi cho phép biến đổi thứ cấp không phân tách được.

Trong khi đó, nhân biến đổi, ma trận biến đổi, và hệ số cấu thành ma trận nhân biến đổi, tức là, hệ số nhân hoặc hệ số ma trận, được mô tả trong sáng chế này có thể được biểu diễn thành 8 bit. Điều này có thể là điều kiện để triển khai trong thiết bị giải mã và thiết bị mã hóa, và có thể giảm lượng bộ nhớ được đòi hỏi để lưu trữ nhân biến đổi có sự giảm về hiệu quả hoạt động mà có thể được chứa hợp lý so với 9 bit hoặc 10 bit. Ngoài ra, việc biểu diễn ma trận nhân thành 8 bit có thể cho phép số nhân nhỏ được sử dụng, và có thể là thích hợp hơn cho các lệnh dạng đơn lệnh đa dữ liệu (Single instruction multiple data, SIMD) được sử dụng cho việc triển khai phần mềm tối ưu.

Trong bản mô tả này, thuật ngữ “RST” có thể có nghĩa là phép biến đổi mà được thực hiện trên các mẫu dữ liệu cho khối mục tiêu dựa trên ma trận biến đổi mà có kích thước được giảm theo nhân tố rút gọn. Trong trường hợp thực hiện phép biến đổi rút gọn, lượng phép tính toán được đòi hỏi cho phép biến đổi có thể được giảm theo sự giảm về kích thước của ma trận biến đổi. Tức là, RST này có thể được sử dụng để giải quyết vấn đề về sự phức tạp tính toán xuất hiện ở phép biến đổi không phân tách được hoặc phép biến đổi khối có kích thước lớn.

RST có thể được đề cập đến như các thuật ngữ khác nhau, như phép biến đổi rút gọn, phép biến đổi thứ cấp rút gọn, phép biến đổi giảm, phép biến đổi được đơn giản hóa, phép biến đổi đơn giản, và tương tự, và tên mà RST có thể được đề cập đến là không bị giới hạn ở các ví dụ được liệt kê. Thay vào đó, bởi vì RST được thực hiện chính trong vùng tần số thấp bao gồm hệ số khác không trong khối biến đổi, nên nó có thể được đề cập đến như phép biến đổi không phân tách được tần số thấp (Low-Frequency Non-Separable Transform, LFNST).

Trong khi đó, khi phép biến đổi ngược thứ cấp được thực hiện dựa trên RST, thì bộ biến đổi ngược 235 của thiết bị mã hóa 200 và bộ biến đổi ngược 322 của thiết bị giải mã 300 có thể bao gồm bộ biến đổi thứ cấp rút gọn ngược mà suy ra các hệ số

biến đổi được điều chỉnh dựa trên RST ngược của các hệ số biến đổi, và bộ biến đổi sơ cấp ngược mà suy ra các mẫu dư cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp ngược của các hệ số biến đổi được điều chỉnh. Phép biến đổi sơ cấp ngược đề cập phép biến đổi ngược của phép biến đổi sơ cấp được áp dụng cho phần dư. Trong sáng chế này, việc suy ra hệ số biến đổi dựa trên phép biến đổi có thể đề cập đến việc suy ra hệ số biến đổi bằng cách áp dụng phép biến đổi.

Fig.6 là sơ đồ minh họa RST theo phương án của sáng chế.

Trong bản mô tả này, thì thuật ngữ “khối mục tiêu” có thể có nghĩa là khối hiện tại hoặc khối dư mà việc lập mã được thực hiện trên đó.

Trong RST theo một ví dụ, vector có hướng N có thể được ánh xạ đến vector có hướng R được đặt ở không gian khác, sao cho ma trận biến đổi rút gọn có thể được xác định, trong đó R là thấp hơn N. N có thể nghĩa là bình phương chiều dài của cạnh của khối mà phép biến đổi được áp dụng với, hoặc tổng số các hệ số biến đổi tương ứng với khối mà phép biến đổi được áp dụng với, và nhân tố rút gọn có thể nghĩa là giá trị R/N . Nhân tố rút gọn có thể được đề cập đến như nhân tố rút gọn, nhân tố giảm, nhân tố giản lược, nhân tố đơn giản, và các thuật ngữ khác nhau. Trong khi đó, R có thể được đề cập đến như hệ số rút gọn, nhưng theo các tình huống, nhân tố rút gọn có thể nghĩa là R. Thêm nữa, theo các tình huống, nhân tố rút gọn có thể nghĩa là giá trị N/R .

Trong ví dụ, nhân tố rút gọn hoặc hệ số rút gọn có thể được báo hiệu qua luồng bit, nhưng ví dụ không được giới hạn ở điều này. Ví dụ, giá trị được xác định trước cho nhân tố rút gọn hoặc hệ số rút gọn có thể được lưu trữ trong mỗi thiết bị mã hóa 200 và thiết bị giải mã 300, và trong trường hợp này, nhân tố rút gọn hoặc hệ số rút gọn có thể không được báo hiệu riêng rẽ.

Kích thước của ma trận biến đổi rút gọn theo ví dụ có thể là $R \times N$ thấp hơn $N \times N$, kích thước của ma trận biến đổi thông thường, và có thể được xác định như trong Phương trình 4 dưới đây.

[Phương trình 4]

$$T_{RxN} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & \cdots & t_{1N} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & \cdots & t_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{R1} & t_{R2} & t_{R3} & \cdots & t_{RN} \end{bmatrix}$$

Ma trận T trong khối biến đổi rút gọn được thể hiện trong Fig.6A có thể nghĩ là ma trận TRxN của Phương trình 4. Như được thể hiện trên FIG.6A, khi ma trận biến đổi rút gọn TRxN được nhân với các mẫu dư cho khối mục tiêu, thì các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu có thể được suy ra.

Ở một ví dụ, nếu kích thước của khối mà phép biến đổi được áp dụng với là 8x8 và R=16 (tức là, R/N = 16/64 = 1/4), thì sau đó RST theo FIG.6A có thể được biểu diễn như phép toán ma trận như được thể hiện ở Phương trình 5 dưới đây. Trong trường hợp này, việc tính toán bộ nhớ và phép nhân có thể được giảm xuống xấp xỉ 1/4 bằng nhân tố rút gọn.

[Phương trình 5]

$$\begin{bmatrix} t_{1,1} & t_{1,2} & t_{1,3} & \cdots & t_{1,64} \\ t_{2,1} & t_{2,2} & t_{2,3} & \cdots & t_{2,64} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{16,1} & t_{16,2} & t_{16,3} & \cdots & t_{16,64} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ r_{64} \end{bmatrix}$$

Ở Phương trình 5, từ r_1 đến r_{64} có thể biểu thị các mẫu dư cho khối mục tiêu và có thể cụ thể là các hệ số biến đổi được tạo ra bằng cách áp dụng phép biến đổi sơ cấp. Như kết quả tính toán của Phương trình 5, các hệ số biến đổi c_i cho khối mục tiêu có thể được suy ra, và quy trình suy ra c_i có thể là như trong Phương trình 6.

[Phương trình 6]

```

for i from 1 to R:
    ci = 0
    for j from 1 to N:
        ci += ti,j * rj

```

Như kết quả tính toán của Phương trình 6, các hệ số biến đổi từ c_1 đến c_R cho khối mục tiêu có thể được suy ra. Tức là, khi $R=16$, thì các hệ số biến đổi từ c_1 đến c_{16} cho khối mục tiêu có thể được suy ra. Nếu, thay vì RST, thì phép biến đổi thông thường được áp dụng và ma trận biến đổi có kích thước là 64×64 ($N \times N$) được nhân với các mẫu dư có kích thước là 64×1 ($N \times 1$), thì sau đó chỉ 16 (R) hệ số biến đổi được suy ra cho khối mục tiêu bởi vì RST được áp dụng, mặc dù 64 (N) hệ số biến đổi được suy ra cho khối mục tiêu. Bởi vì tổng số các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu được giảm từ N xuống R , nên lượng dữ liệu được truyền bởi thiết bị mã hóa 200 đến thiết bị giải mã 300 giảm, sao cho hiệu quả truyền giữa thiết bị mã hóa 200 và thiết bị giải mã 300 có thể được nâng cao.

Khi được xem xét từ góc độ về kích thước của ma trận biến đổi, kích thước của ma trận biến đổi thông thường là 64×64 ($N \times N$), nhưng kích thước của ma trận biến đổi rút gọn được giảm xuống 16×64 ($R \times N$), vì vậy việc sử dụng bộ nhớ trong trường hợp thực hiện RST có thể được giảm bằng tỉ số R/N khi được so sánh với trường hợp thực hiện phép biến đổi thông thường. Ngoài ra, khi được so sánh với số lượng phép nhân $N \times N$ trong trường hợp sử dụng ma trận biến đổi thông thường, thì việc sử dụng ma trận biến đổi rút gọn có thể giảm số lượng các phép nhân bằng tỉ số R/N ($R \times N$).

Ở một ví dụ, bộ biến đổi 232 của thiết bị mã hóa 200 có thể suy ra các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu bằng cách thực hiện phép biến đổi sơ cấp và phép biến đổi thứ cấp dựa trên RST trên các mẫu dư cho khối mục tiêu. Các hệ số biến đổi này có thể được chuyển đến bộ biến đổi ngược của thiết bị giải mã 300, và bộ biến đổi ngược 322 của thiết bị giải mã 300 có thể suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên phép biến đổi thứ cấp rút gọn (RST) ngược cho các hệ số biến đổi, và có thể suy ra các mẫu dư cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp ngược cho các hệ số biến đổi được điều chỉnh.

Kích thước của ma trận RST ngược $T_{N \times R}$ theo ví dụ là $N \times R$ thấp hơn kích thước $N \times N$ của ma trận biến đổi ngược thông thường, và là mối quan hệ chuyển vị với ma trận biến đổi rút gọn $T_{R \times N}$ được thể hiện ở Phương trình 4.

Ma trận T_t trong khối biến đổi ngược rút gọn được thể hiện ở Fig.6B có thể nghĩa là ma trận RST ngược $T_{R \times N}^T$ (chỉ số trên T nghĩa là sự chuyển vị). Khi ma trận

RST ngược $T_{R \times N}^T$ được nhân với các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu như được thể hiện ở Fig.6B, các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối mục tiêu hoặc các mẫu dư cho khối mục tiêu có thể được suy ra. Ma trận RST ngược $T_{R \times N}^T$ có thể được biểu diễn như $(T_{R \times N}^T)_{N \times R}$.

Cụ thể hơn, khi RST ngược được áp dụng như phép biến đổi ngược thứ cấp, thì các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối mục tiêu có thể được suy ra khi ma trận RST ngược $T_{R \times N}^T$ được nhân với các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu. Trong khi đó, RST ngược có thể được áp dụng như phép biến đổi sơ cấp ngược, và trong trường hợp này, các mẫu dư cho khối mục tiêu có thể được suy ra khi ma trận RST ngược $T_{R \times N}^T$ được nhân với các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu.

Ở ví dụ, nếu kích thước của khối mà phép biến đổi ngược được áp dụng với là 8×8 và $R = 16$ (tức là, $R/N = 16/64 = 1/4$), thì sau đó RST theo Fig.6B có thể được biểu diễn như phép toán ma trận như được thể hiện ở Phương trình 7 dưới đây.

[Phương trình 7]

$$\begin{bmatrix} t_{1,1} & t_{2,1} & & t_{16,1} \\ t_{1,2} & t_{2,2} & \dots & t_{16,1} \\ t_{1,2} & t_{2,3} & & t_{16,1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ & \vdots & & \vdots \\ t_{1,64} & t_{2,64} & \dots & t_{16,64} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} c_1 \\ c_{11} \\ \vdots \\ c_{16} \end{bmatrix}$$

Ở Phương trình 7, từ c_1 đến c_{16} có thể biểu thị các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu. Như kết quả tính toán của Phương trình 7, r_j biểu thị các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối mục tiêu hoặc các mẫu dư cho khối mục tiêu có thể được suy ra, và quy trình suy ra r_j có thể là như ở Phương trình 8.

[Phương trình 8]

```

for i from 1 to N:
     $r_j = 0$ 
    for j from 1 to R:
         $r_j += t_{j,i} * c_i$ 

```

Như kết quả của phép tính của Phương trình 8, từ r_1 từ r_N biểu thị các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối mục tiêu hoặc các mẫu dư cho khối mục tiêu có thể được suy ra. Khi được xem xét từ góc độ về kích thước của ma trận biến đổi ngược, kích thước của ma trận biến đổi ngược thông thường là 64×64 ($N \times N$), nhưng kích thước của ma trận biến đổi ngược rút gọn được giảm xuống 64×16 ($R \times N$), vì vậy việc sử dụng bộ nhớ trong trường hợp thực hiện RST ngược có thể được giảm bằng tỉ số R/N khi được so sánh với trường hợp thực hiện phép biến đổi ngược thông thường. Ngoài ra, khi được so sánh với số lượng phép nhân $N \times N$ trong trường hợp sử dụng ma trận biến đổi ngược thông thường, thì việc sử dụng ma trận biến đổi ngược rút gọn có thể giảm số lượng các phép nhân bằng tỉ số R/N ($N \times R$).

Cấu hình tập biến đổi được thể hiện ở Bảng 2 có thể cũng được áp dụng cho RST 8×8 . Tức là, RST 8×8 có thể được áp dụng theo tập biến đổi trong Bảng 2. Bởi vì một tập biến đổi bao gồm hai hoặc ba phép biến đổi (các nhân) theo chế độ nội dự đoán, thì nó có thể được tạo cấu hình để chọn một trong đến bốn phép biến đổi bao gồm trong trường hợp mà không có phép biến đổi thứ cấp được áp dụng. Ở phép biến đổi trong đó không có phép biến đổi thứ cấp được áp dụng, nó có thể được xem xét để áp dụng ma trận đơn vị. Giả sử rằng các chỉ số 0, 1, 2, và 3 lần lượt được gán cho bốn phép biến đổi (ví dụ, chỉ số 0 có thể được phân bổ cho trường hợp trong đó ma trận đơn vị được áp dụng, tức là, trường hợp trong đó không có phép biến đổi thứ cấp được áp dụng), chỉ số NSST như phần tử cú pháp có thể được báo hiệu cho mỗi khối hệ số biến đổi, nhờ đó chỉ định phép biến đổi cần được áp dụng. Tức là, thông qua chỉ số NSST, có thể để chỉ định NSST 8×8 cho khối 8×8 trên cùng-bên trái và để chỉ định RST 8×8 trong cấu hình RST. NSST 8×8 và RST 8×8 đề cập đến các phép biến đổi có thể áp dụng được cho vùng 8×8 được bao gồm trong khối hệ số biến đổi khi cả W và H của khối mục tiêu cần được biến đổi là bằng hoặc lớn hơn 8, và vùng 8×8 có thể là vùng 8×8 trên cùng-bên trái trong khối hệ số biến đổi. Tương tự, NSST 4×4 và RST 4×4 đề cập đến các phép biến đổi có thể áp dụng được cho vùng 4×4 được bao gồm trong khối hệ số biến đổi khi cả W và H của khối mục tiêu là bằng hoặc lớn hơn 4, và vùng 4×4 có thể là vùng 4×4 trên cùng-bên trái trong khối hệ số biến đổi.

Nếu RST 8×8 (chuyển tiếp) được minh họa ở Phương trình 4 được áp dụng, thì 16 hệ số biến đổi hợp lệ được tạo ra. Do đó, xem xét thấy rằng 64 mảnh thông tin đầu

vào tạo thành vùng 8×8 được giảm xuống 16 mảnh dữ liệu đầu ra, và chỉ $1/4$ vùng được điền các hệ số biến đổi hợp lệ từ góc độ của vùng hai chiều. Theo đó, 16 mảnh dữ liệu đầu ra thu được bằng cách áp dụng RST 8×8 chuyển tiếp có thể điền vùng trên cùng-bên trái (các hệ số biến đổi từ 1 đến 16) của khối như được thể hiện ở Fig.7.

Fig.7 là sơ đồ minh họa thứ tự quét hệ số biến đổi theo phương án của sáng chế. Như được mô tả ở trên, khi thứ tự quét chuyển tiếp bắt đầu từ hệ số biến đổi thứ nhất, thì việc quét ngược có thể được thực hiện theo các hướng và các thứ tự được thể hiện bằng các mũi tên được thể hiện ở Fig.7, các hệ số biến đổi từ thứ 64 đến thứ 17 theo thứ tự quét chuyển tiếp.

Ở Fig.7, vùng 4×4 trên cùng-bên trái là vùng lợi ích (Region of interest, ROI) được điền bằng các hệ số biến đổi hợp lệ, và vùng còn lại là trống. Vùng trống có thể được điền mặc định bằng 0s.

Tức là, khi RST 8×8 có ma trận biến đổi chuyển tiếp 16×64 được áp dụng cho vùng 8×8 , thì các hệ số biến đổi đầu ra có thể được sắp xếp trong vùng 4×4 trên cùng-bên trái, và vùng trong đó không có hệ số biến đổi đầu ra tồn tại có thể được điền bằng 0s (các hệ số biến đổi từ thứ 64 đến thứ 17) theo thứ tự quét của Fig.7.

Nếu hệ số biến đổi hợp lệ khác không được tìm thấy ngoài ROI của Fig.7, thì chắc chắn rằng RST 8×8 không được áp dụng, và do đó việc lập mã chỉ số NSST có thể được lược bỏ. Ngược lại, nếu hệ số biến đổi khác không không được tìm thấy ngoài ROI của Fig.7 (ví dụ, nếu hệ số biến đổi được thiết đặt là 0 trong vùng ngoài ROI trong trường hợp RST 8×8 được áp dụng), thì RST 8×8 chắc chắn được áp dụng, và do đó việc lập mã chỉ số NSST có thể được thực hiện. Việc lập mã chỉ số NSST có điều kiện này có thể được thực hiện sau quy trình lập mã phần dư bởi vì việc kiểm tra sự có mặt hay vắng mặt hệ số biến đổi khác không là cần thiết.

Sáng chế này bộc lộ các phương pháp để tối ưu hóa thiết kế và sự kết hợp RST mà có thể được áp dụng cho khối 4×4 từ cấu trúc RST được mô tả trong phương án này. Một số khái niệm có thể được áp dụng không chỉ cho RST 4×4 mà còn cho RST 8×8 hoặc các loại phép biến đổi khác.

Fig.8 là sơ đồ tiến trình minh họa quy trình RST ngược theo phương án của sáng chế.

Mỗi hoạt động vận hành được bộc lộ ở Fig.8 có thể được thực hiện bởi thiết bị giải mã 300 được minh họa ở Fig.3. Cụ thể, S800 có thể được thực hiện bằng bộ giải lượng tử hóa 321 được minh họa ở Fig.3, và S810 và S820 có thể được thực hiện bằng bộ biến đổi ngược 322 được minh họa ở Fig.3. Do đó, phần mô tả các chi tiết cụ thể chồng lấn với các chi tiết được giải thích ở trên tham chiếu đến Fig.3 sẽ được lược bỏ hoặc sẽ được đưa ra ngắn gọn. Ở sáng chế này, RST có thể được áp dụng cho phép biến đổi theo hướng chuyển tiếp, và RST ngược có thể nghĩa là phép biến đổi được áp dụng theo hướng ngược.

Ở một phương án, các hoạt động vận hành cụ thể theo RST ngược có thể là khác so với các hoạt động vận hành cụ thể theo RST chỉ trong đó các thứ tự vận hành của chúng là đối ngược nhau, và các hoạt động vận hành cụ thể theo RST ngược có thể về cơ bản là giống với các hoạt động vận hành cụ thể theo RST. Theo đó, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ dễ dàng hiểu rằng các phần mô tả về S800 đến S820 cho RST ngược được mô tả dưới đây có thể được áp dụng cho RST theo cùng một cách thức hoặc theo cách thức tương tự.

Thiết bị giải mã 300 theo một phương án có thể suy ra các hệ số biến đổi bằng cách thực hiện việc giải lượng tử hóa trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu (S800).

Thiết bị giải mã 300 có thể xác định việc liệu để áp dụng phép biến đổi thứ cấp ngược sau phép biến đổi sơ cấp ngược và trước phép biến đổi thứ cấp ngược hay không. Ví dụ, phép biến đổi thứ cấp ngược có thể là NSST hoặc RST. Ví dụ, thiết bị giải mã có thể xác định việc liệu để áp dụng phép biến đổi thứ cấp ngược dựa trên cờ biến đổi thứ cấp được phân tích cú pháp từ luồng bit hay không. Ở ví dụ khác, thiết bị giải mã có thể xác định việc liệu để áp dụng phép biến đổi thứ cấp ngược dựa trên hệ số biến đổi của khối dư.

Thiết bị giải mã 300 có thể xác định phép biến đổi thứ cấp ngược. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã 300 có thể xác định phép biến đổi ngược thứ cấp được áp dụng cho khối hiện tại dựa trên tập biến đổi NSST (hoặc RST) được đặc tả theo chế

độ nội dự đoán. Ở một phương án, phương pháp xác định phép biến đổi thứ cấp có thể được xác định phụ thuộc vào phương pháp xác định phép biến đổi sơ cấp. Ví dụ, có thể xác định được để áp dụng RST hoặc LFNST chỉ khi DCT-2 được áp dụng như nhân biến đổi trong phép biến đổi sơ cấp. Thay vào đó, các cách kết hợp khác nhau giữa các phép biến đổi sơ cấp và các phép biến đổi thứ cấp có thể được xác định theo chế độ nội dự đoán.

Thêm nữa, ở một ví dụ, thiết bị giải mã 300 có thể xác định vùng mà phép biến đổi thứ cấp ngược được áp dụng với dựa trên kích thước của khối hiện tại trước khi xác định phép biến đổi thứ cấp ngược.

Thiết bị giải mã 300 theo phương án có thể chọn nhân biến đổi (S810). Cụ thể hơn, thiết bị giải mã 300 có thể chọn nhân biến đổi dựa trên ít nhất một trong thông tin về chỉ số biến đổi, chiều rộng và chiều cao của vùng mà phép biến đổi được áp dụng, chế độ nội dự đoán được sử dụng trong giải mã ảnh, và thành phần màu của khối mục tiêu. Tuy nhiên, ví dụ không được giới hạn ở điều này, và ví dụ, nhân biến đổi có thể được xác định trước, và thông tin riêng biệt để chọn nhân biến đổi có thể không được báo hiệu.

Ở một ví dụ, thông tin về thành phần màu của khối mục tiêu có thể được chỉ báo qua CIdx. Nếu khối mục tiêu là khối độ chói, thì CIdx có thể chỉ báo 0, và nếu khối mục tiêu là khối sắc độ, ví dụ, khối Cb hoặc khối Cr, thì sau đó CIdx có thể chỉ báo giá trị khác không (ví dụ, 1).

Thiết bị giải mã 300 theo một phương án có thể áp dụng RST ngược để biến đổi các hệ số dựa trên nhân biến đổi được chọn và nhân tổ rút gọn (S820).

Ở dưới đây, phương pháp để xác định tập NSST thứ cấp, tức là, tập biến đổi thứ cấp hoặc tập biến đổi, xét đến chế độ nội dự đoán và kích thước của khối theo phương án của sáng chế được đề xuất.

Ở một phương án, tập cho khối biến đổi hiện tại có thể được tạo cấu hình dựa trên chế độ nội dự đoán được mô tả ở trên, nhờ đó áp dụng tập biến đổi bao gồm các nhân biến đổi có các kích thước khác với khối biến đổi. Các tập biến đổi trong Bảng 3 được biểu diễn sử dụng từ 0 đến 3 như trong Bảng 4.

[Bảng 3]

Nội chế độ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Tập NSST	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Nội chế độ	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	
Tập NSST	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

[Bảng 4]

Nội chế độ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Tập NSST	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Nội chế độ	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	
Tập NSST	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Các chỉ số 0, 2, 18, và 34 được minh họa trong Bảng 3 lần lượt tương ứng với 0, 1, 2, và 3 trong Bảng 4. Trong Bảng 3 và Bảng 4, chỉ bốn tập biến đổi được sử dụng thay vì 35 tập biến đổi, nhờ đó giảm đáng kể không gian bộ nhớ.

Số lượng ma trận nhân biến đổi khác nhau mà có thể được bao gồm trong mỗi tập biến đổi có thể được thiết đặt như được thể hiện trong các bảng sau đây.

[Bảng 5]

Tập NSST	0 (DC, phẳng)	1	2	3
# của các nhân biến đổi	2	2	2	2

[Bảng 6]

Tập NSST	0 (DC, phẳng)	1	2	3
# của các nhân biến đổi	2	1	1	1

[Bảng 7]

Tập NSST	0 (DC, phẳng)	1	2	3
# của các nhân biến đổi	1	1	1	1

Theo Bảng 5, hai nhân biến đổi sẵn có được sử dụng cho mỗi tập biến đổi, và theo đó chỉ số biến đổi nằm trong khoảng từ 0 đến 2.

Theo Bảng 6, hai nhân biến đổi sẵn có được sử dụng cho tập biến đổi 0, tức là, tập biến đổi theo chế độ DC và chế độ phẳng trong số các chế độ nội dự đoán, và một nhân biến đổi được sử dụng cho mỗi tập biến đổi trong các tập biến đổi còn lại. Ở đây, chỉ số biến đổi sẵn có cho tập biến đổi 1 nằm trong khoảng từ 0 đến 2, và chỉ số biến đổi cho các tập biến đổi từ 1 đến 3 còn lại nằm trong khoảng từ 0 đến 1.

Theo Bảng 7, một nhân biến đổi sẵn có được sử dụng cho mỗi tập biến đổi, và theo đó chỉ số biến đổi nằm trong khoảng từ 0 đến 1.

Trong phép ánh xạ tập biến đổi của Bảng 3, tổng bốn tập biến đổi có thể được sử dụng, và bốn tập biến đổi có thể được sắp xếp lại để được phân biệt bằng các chỉ số 0, 1, 2, và 3 như được thể hiện trong Bảng 4. Bảng 8 và Bảng 9 minh họa bốn tập biến đổi sẵn có cho phép biến đổi thứ cấp, trong đó Bảng 8 thể hiện các ma trận nhân biến đổi có thể áp dụng được cho khối 8x8, và Bảng 9 thể hiện các ma trận nhân biến đổi có thể áp dụng được cho khối 4x4. Bảng 8 và Bảng 9 bao gồm hai ma trận nhân biến đổi cho mỗi tập biến đổi, và hai ma trận nhân biến đổi có thể được áp dụng cho tất cả các chế độ nội dự đoán như được thể hiện trong Bảng 5.

[Bảng 8]

```
const int g_aiNest8x8[4][2][16][64] = {
{ //0
{
{-118,22,21,3,4,1,2,1,31,-17,-3,0,-1,0,0,0,16,0,-4,0,-1,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,3,0,-
1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{-22,-88,46,0,9,0,3,0,-50,29,-7,3,0,1,0,0,35,2,-8,-1,-2,0,-1,0,-3,3,0,0,0,0,0,0,7,2,-2,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,0,3,1,-
1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{-10,68,-13,-7,-3,-2,-1,-1,-90,1,32,-1,4,0,2,0,32,-32,-3,4,-1,1,0,0,7,2,-5,0,0,0,0,0,6,-3,0,0,0,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,2,-
1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0},
{16,-16,12,1,-1,0,0,0,-10,-11,12,0,18,4,4,2,1,20,24,-33,-1,0,0,0,0,-4,17,1,-7,0,-1,0,0,0,4,0,0,0,0,0,0,-1,3,0,-1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,-
1,1,0,0,0,0,0,0},
{-31,-40,-94,48,-5,10,-2,4,-25,-13,15,-14,6,-2,2,-1,-18,17,19,-9,-1,-1,0,-1,15,-5,-3,2,-1,0,0,0,0,4,2,-2,0,0,0,0,3,0,0,0,0,0,0,0,1,1,-
1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0},
{13,3,-42,11,-2,3,-1,1,31,16,-15,-5,-2,-1,-1,0,99,4,-10,-5,-4,-1,-2,-1,-49,10,13,0,2,0,1,0,6,-5,3,0,0,0,0,0,-9,1,2,0,0,0,0,0,3,-1,1,0,0,0,0,0,-
4,0,1,0,0,0,0,0},
{3,-32,-2,-2,2,0,1,0,37,-2,70,-15,-3,-3,-1,-1,9,-81,-2,28,-2,4,0,2,8,20,-30,-1,3,-1,0,0,-5,4,3,-4,1,0,0,0,1,3,-4,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,0,0,0,0,1,-
2,0,0,0,0,0},
{0,6,13,-7,-1,-1,0,0,10,30,89,-20,-3,-5,0,-2,6,76,-13,4,-3,-2,-1,-1,-5,-27,0,5,3,1,1,1,-1,-3,-7,2,1,1,0,0,0,-4,-1,1,0,0,0,0,0,1,-1,1,0,0,0,0,0,-
2,-1,0,0,0,0,0},
{-13,-18,-41,-108,26,-10,7,-3,-6,-12,-4,-7,-11,3,-1,1,-5,8,21,20,-9,0,-1,0,-15,-3,5,4,2,-1,0,0,5,-1,0,3,-1,0,0,0,-
2,0,1,0,0,0,0,0,1,0,0,2,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,0,0},
{9,2,-10,-18,4,-1,1,0,13,8,-16,0,-2,1,0,0,44,19,-11,-3,-4,-1,-1,0,107,9,-17,-2,-5,-1,-2,0,-27,10,9,0,1,0,0,0,10,-3,0,1,0,0,0,0,-
7,1,2,1,0,0,0,0,3,-1,0,0,0,0,0},
{12,1,27,11,0,0,0,0,2,-33,-6,-43,8,-2,2,0,28,-4,83,-5,-16,0,-2,0,5,-48,-15,36,1,2,0,1,2,6,-18,-6,4,0,1,0,-1,-2,2,2,-1,0,0,0,1,2,-2,-
1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0},
{0,3,4,0,9,-4,2,-1,4,7,21,68,-14,5,-3,2,7,18,66,-37,7,-4,1,-1,-5,47,-42,-14,4,0,0,0,7,-21,-1,9,-1,1,0,0,-3,6,-3,-2,1,0,0,0,2,-3,1,1,0,0,0,0,-
1,2,-1,-1,0,0,0,0},
{0,-8,-14,-2,-2,-1,-1,0,8,0,6,78,-8,3,-3,1,11,-20,-13,5,18,-1,2,0,6,-88,-3,0,2,6,0,2,5,13,-23,-4,-1,0,0,0,-1,-3,5,-6,-1,0,0,0,1,3,-
3,0,0,0,0,0,0,-1,1,-2,0,0,0,0},
{5,3,-3,-1,2,0,0,0,8,3,-1,-9,-1,1,0,0,-2,2,-9,-3,2,-1,1,0,28,17,-1,2,-1,-1,0,0,108,25,-36,-6,-4,-1,-2,0,-32,2,13,-2,0,0,0,0,11,-1,-3,1,0,0,0,0,-
4,1,1,0,0,0,0,0},
{6,9,-1,31,108,-27,11,-4,-1,-1,1,-2,-31,15,-4,2,-4,-4,-11,-6,-33,3,0,0,1,-8,6,-1,10,-4,0,0,-2,2,1,0,-1,1,0,0,1,0,0,0,1,0,0,0,0,-1,0,-
1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0},
{1,-8,3,-12,1,-1,0,0,7,-4,25,-6,0,0,1,-1,3,-27,10,-72,8,-1,1,0,16,-7,77,-8,-32,3,-5,1,1,-7,3,42,-7,-3,0,-1,0,-2,-3,2,5,-1,1,0,0,-2,0,4,-
1,0,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,0},
}
}
```

42

43

```

{
  {70,-48,6,-4,1,-1,0,-75,43,2,1,0,0,0,0,33,-5,-12,3,-2,1,-1,0,-9,-9,0,0,0,0,0,3,6,-2,-2,0,0,0,0,-2,-2,0,1,0,0,0,0,2,1,0,0,0,0,0,0,-1,-
  1,0,0,0,0,0,0},
  {-81,3,14,2,3,0,1,0,-13,55,-19,1,-3,1,-1,0,53,-46,-4,6,-2,1,-1,0,-18,3,20,-7,2,-1,1,0,7,6,-12,-1,1,-1,0,0,-2,-4,3,4,-1,0,0,0,3,1,-1,-2,0,0,0,0,-
  1,-1,1,0,0,0,0,0},
  {48,-19,12,-3,1,-1,0,0,54,3,-29,2,-4,1,-2,0,-6,-62,34,2,3,0,1,0,-34,49,6,-15,4,-3,1,-1,7,-4,-23,9,-1,1,0,0,-5,-1,1,2,-3,1,0,0,1,0,-3,-
  3,1,0,0,0,-3,1,2,1,0,0,0,0},
  {31,18,-23,7,-3,2,-1,1,50,-5,10,-7,-1,-2,0,-1,33,-20,-36,10,-2,2,-1,1,-2,-52,50,3,-2,1,0,0,-22,40,0,-27,7,-4,2,-1,-1,-6,-20,15,3,0,1,0,-
  3,3,9,2,-6,0,0,0,0,-3,-2,-2,0,1,0,0},
  {-19,-75,28,1,5,0,2,0,37,42,-1,-14,0,-3,0,-1,-54,12,-29,18,-1,3,-1,1,35,-9,18,1,-7,2,-2,1,-10,-5,-2,-11,6,-1,1,0,2,5,0,6,0,-1,0,0,-2,-1,-2,-
  1,-2,0,0,0,1,0,2,1,0,1,0,0},
  {17,4,36,-11,1,-2,1,-1,43,33,-28,12,-4,2,-2,1,42,7,-2,-15,-3,-2,-1,-1,11,-30,-45,20,1,3,0,1,4,-38,54,7,-7,2,-1,1,-11,23,-6,-25,7,-3,1,-1,0,-
  10,-6,14,2,0,1,0,-2,3,6,-4,-3,0,0,0},
  {-17,-29,9,-13,4,-2,2,-1,-18,-30,-3,20,-3,3,-1,1,-14,-20,25,-17,5,-1,2,0,-21,10,12,23,-2,1,-1,0,4,17,34,-47,-4,-2,0,-1,-19,29,-57,7,26,-
  5,5,-1,10,-8,9,31,-18,-1,-1,0,-1,2,0,-14,-5,5,-1,1},
  {-19,-64,-9,1,0,1,0,0,30,-30,47,-4,4,-1,2,0,42,27,-13,-20,1,-4,0,-1,-52,4,-20,12,4,1,1,0,16,10,-3,14,-9,2,-2,1,2,-17,12,-6,-3,2,-1,1,-1,9,2,-
  8,5,-1,0,0,-3,0,-5,3,2,-1,0,0},
  {-10,-33,22,2,-2,-1,-1,0,-6,-41,-21,-1,4,2,1,1,29,2,44,13,-7,1,-2,0,25,-28,-1,-44,9,-4,3,-1,-48,26,0,30,12,-3,3,-1,10,20,-8,-10,-24,2,-4,1,-
  4,-13,-8,5,12,6,0,2,7,2,15,-3,-2,-4,-1,-1},
  {5,5,6,-8,2,-1,1,0,15,20,0,0,2,-1,0,0,28,41,6,-13,3,-2,1,-1,15,24,-32,-15,1,-5,0,-2,-21,-7,-55,-7,11,0,3,0,-9,-5,-29,57,14,1,3,0,13,-
  8,25,28,-26,-2,-3,0,3,-10,7,-13,-10,6,-1,1},
  {-3,-24,-13,3,1,1,0,0,-4,-45,2,9,-4,0,-1,0,38,-24,7,10,2,2,1,1,63,4,18,6,-13,-1,-4,0,14,-57,-7,-27,-1,2,0,1,-15,-10,28,13,18,-24,-1,-
  1,17,6,-11,-10,-5,0,-2,-6,1,-11,5,3,4,1,0},
  {5,15,74,-17,7,-6,3,-2,-2,-34,-44,-13,6,-2,1,-1,11,37,-21,39,-7,3,-1,1,-33,-7,16,-4,-16,5,-4,1,30,-4,-2,-14,9,1,0,1,-4,-15,6,5,6,-5,2,-1,-
  1,9,3,-3,-4,0,1,-1,-3,1,-7,2,1,1,0,0},
  {-9,-13,-18,-4,0,-1,0,0,-18,-25,-33,-6,1,-1,0,0,-28,-38,-36,-2,4,0,0,0,-35,-44,-30,13,9,3,2,1,-28,-31,-6,30,10,4,3,1,-8,-
  7,19,35,4,1,1,0,2,0,26,16,-11,-3,-2,-1,0,-2,13,-5,-9,1,-1,0},
  {0,0,-3,6,-10,3,-2,1,-1,-2,1,-11,14,-4,2,-2,-1,-1,-6,11,-14,4,-2,2,4,2,8,-11,17,-3,2,-1,-1,3,-14,8,-27,1,-4,1,1,-18,8,-40,46,2,7,0,-15,30,-
  31,65,-2,-22,4,-5,10,-16,18,-9,-44,17,-3,2},
  {0,4,-18,25,2,1,-1,0,-2,-7,25,-35,-4,0,1,0,9,1,-22,27,11,-3,1,-1,-18,17,10,-21,-23,5,-3,1,16,-33,3,1,34,-1,3,0,-30,51,-7,0,-20,-9,0,-2,11,-
  19,-30,18,3,12,-2,2,6,-9,40,-9,-7,-3,-2,1},
  {-7,-18,-74,0,-9,-1,-3,0,5,18,-49,28,-2,6,-1,2,-4,46,32,32,-9,3,-2,1,-30,-9,17,-17,-15,2,-3,0,7,-11,4,-16,6,2,0,1,6,-7,5,-2,6,-4,2,-1,-7,0,3,-
  1,-2,-1,2,-1,-3,4,-1,-1,0,1,0,0},
}
}

```

```

{ //2
{
{ 117,-39,-4,-5,-1,-2,0,-1,23,-4,-2,0,-1,0,0,0,-21,6,1,1,0,0,0,0,-11,3,1,0,0,0,0,0,-5,2,0,0,0,0,0,0,-3,1,0,0,0,0,0,0,-2,1,0,0,0,0,0,0,-
1,0,0,0,0,0,0,0}
{ 22,-3,-2,-1,-1,0,0,0,-116,29,5,3,1,1,1,0,-27,-1,3,0,1,0,0,0,24,-6,-1,0,0,0,0,0,12,-1,-1,0,0,0,0,0,5,-
1,0,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0}
{ -21,17,-4,2,-1,1,0,0,23,4,-3,0,-1,0,0,0,-118,19,7,2,2,1,1,0,-18,-4,3,0,1,0,0,0,19,-5,-1,0,0,0,0,0,7,-1,-1,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,2,-
1,0,0,0,0,0,0}
{ -34,-101,54,-11,9,-3,4,-1,-7,-23,10,-1,1,0,0,0,-9,28,-11,3,-2,1,-1,0,6,8,-3,0,-1,0,0,0,8,1,-2,0,0,0,0,0,2,1,-1,0,0,0,0,0,1,2,-
1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0}
{ 6,2,-3,0,0,0,0,28,-13,1,-1,0,-1,0,0,-12,-14,3,-1,1,0,0,0,117,-16,-8,-1,-2,0,-1,0,28,6,-4,0,-1,0,0,0,-12,3,1,0,1,0,0,0,-
5,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0}
{ 6,16,1,-1,0,0,0,0,-23,-102,36,-8,6,-2,2,-1,-14,-49,10,0,1,0,1,0,-12,24,-9,3,-1,1,0,0,3,17,-4,1,-1,0,0,0,4,5,-
2,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0}
{ 8,0,0,-1,0,0,0,0,6,2,-1,0,0,0,0,0,24,-7,1,-1,0,0,0,0,-25,-11,3,-1,1,0,0,0,116,-14,-8,-1,-2,0,-1,0,33,2,-4,0,-1,0,0,0,7,2,0,0,0,0,0,0,-
1,0,0,0,0,0,0,0}
{ -9,-30,18,-5,2,-1,1,-1,12,44,0,0,-1,0,0,0,-14,-99,24,-4,3,-1,1,0,-14,-31,-3,2,0,0,0,0,-8,31,-7,2,0,0,0,0,2,5,0,0,0,0,0,0,1,-2,0,-
1,0,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0}
{ -19,-51,-93,27,-6,5,-4,2,-8,-21,-50,15,-1,2,-2,1,-2,-8,12,-4,4,-1,1,-1,-1,3,16,-4,1,-1,1,0,3,8,9,-2,0,0,0,0,0,3,4,-1,-
1,0,0,0,0,2,2,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0}
{ 2,-1,-1,0,0,0,0,0,6,-3,-1,0,0,0,0,0,0,-2,0,0,0,0,0,0,20,-3,1,0,0,0,0,0,-33,-13,3,0,1,0,0,0,117,-10,-9,0,-2,0,-1,0,24,6,-3,0,-1,0,0,0,-
5,0,1,0,0,0,0,0}
{ 0,5,1,0,0,0,0,0,5,29,-10,2,-1,0,-1,0,-2,2,-10,1,-1,0,-1,0,8,94,-19,1,-2,0,-1,0,16,72,1,0,0,0,0,0,14,-7,7,1,1,1,0,0,2,-16,2,-1,0,0,0,0,-1,-
2,0,0,0,0,0,0}
{ 7,19,48,-1,2,-1,2,0,-9,-25,-87,24,-6,4,-4,2,-6,-22,-51,7,0,0,-1,0,0,-5,29,-15,4,-2,1,-1,1,2,18,-6,1,-1,0,0,0,2,7,2,-
1,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
{ -2,0,1,0,0,0,0,0,-2,1,1,0,0,0,0,0,0,-2,1,1,0,0,0,0,0,-3,1,0,0,0,0,0,16,0,-1,0,-1,0,0,0,-96,6,6,0,2,0,1,0,-82,0,6,-1,2,0,1,0}
{ 2,9,-1,1,1,0,0,0,-4,-17,1,0,-1,0,0,0,7,41,-1,1,0,0,0,0,-9,-69,3,-3,1,-1,0,0,0,91,-13,6,-1,2,0,0,13,9,7,1,0,1,0,0,-1,-25,3,-4,0,0,0,0,-4,3,-2,-
1,0,0,0,0}
{ -3,-7,-27,5,2,0,-1,0,4,9,42,7,0,1,2,0,-7,-14,-80,17,-10,4,-3,1,-5,-18,-39,-23,1,-3,-1,-1,4,2,59,-16,3,-2,1,0,2,4,17,5,1,0,0,0,0,2,-
3,3,0,0,0,0,0,0,-2,1,0,0,0,0}
{ 3,-2,24,69,-55,22,-7,4,2,1,15,26,-21,7,-1,1,0,2,-3,-56,39,-15,5,-3,-1,1,-13,-26,15,-5,0,-1,-1,-1,-6,1,-6,1,-1,0,0,0,-1,1,-2,1,-1,0,0,-
1,0,3,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0}
}
}
}

```

```

{
  {-72,45,-8,5,-1,2,-1,1,77,-39,2,-3,0,-1,0,0,-37,9,5,-1,1,0,0,0,11,2,-4,1,-1,0,0,0,-4,-2,1,0,0,0,0,0,2,1,0,0,0,0,0,0,-
  2,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0}
  {-87,11,10,0,2,0,1,0,-28,33,-11,3,-2,1,-1,0,67,-31,0,0,-1,0,0,0,-31,5,6,-1,1,0,1,0,9,4,-3,0,0,0,0,0,-2,-2,0,0,0,0,0,0,3,-1,0,0,0,0,0,0,-
  1,0,1,0,0,0,0,0}
  {19,-50,33,-8,5,-2,2,-1,77,29,-31,2,-4,0,-2,0,-2,-40,10,2,1,0,0,0,-40,26,5,-2,1,-1,1,0,18,-3,-6,2,-1,0,0,0,-9,0,3,0,0,0,0,0,3,0,-1,0,0,0,0,0,-
  3,0,1,0,0,0,0,0}
  {-45,-54,39,-8,6,-2,2,-1,-17,44,-21,1,-1,0,-1,0,-50,19,-6,8,-2,2,-1,1,57,-19,2,-2,-1,0,0,0,-20,0,3,-1,1,0,0,0,7,2,0,0,0,0,0,0,-3,0,-
  1,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0}
  {-5,30,-8,1,-1,0,0,0,-45,14,-13,8,-3,2,-1,1,-65,-39,33,-7,5,-1,2,0,-4,52,-17,-2,0,-1,0,0,37,-30,-5,5,-2,1,-1,0,-20,6,8,-2,1,0,0,0,8,-1,-
  2,0,0,0,0,0,-3,1,0,0,0,0,0,0}
  {-23,-40,10,-1,2,0,1,0,-16,-29,25,-8,4,-2,2,-1,-22,57,-25,5,-2,0,-1,0,-56,-7,4,4,-1,2,0,1,61,-9,0,-3,0,-1,0,0,-27,0,3,0,1,0,1,0,11,4,-1,0,-
  1,0,0,0,-5,-1,-1,0,0,0,0,0}
  {-5,-8,-52,29,-8,6,-3,2,10,46,52,-28,5,-5,2,-1,-28,-36,-48,15,1,1,-1,1,-1,2,39,1,-3,1,0,0,2,17,-15,-9,3,-2,0,-1,0,-8,1,7,-2,1,0,0,1,2,0,-
  4,1,0,0,0,0,-3,0,2,0,0,0,0}
  {-2,10,13,-7,1,-1,1,0,-23,-9,-16,7,-1,1,-1,0,-47,-8,10,-3,0,0,0,0,-70,-17,13,0,4,-1,1,0,-36,52,-4,1,-1,0,0,0,51,-15,-10,1,-2,1,-1,0,-22,-
  4,5,0,1,0,0,0,3,1,0,0,0,0,0,0}
  {-23,-69,-31,9,-2,2,-2,0,-6,-35,41,-4,0,0,1,0,8,-13,30,-17,7,-3,2,-1,-2,44,-35,40,-1,0,0,-34,-12,2,8,-2,2,0,1,30,6,1,-2,0,0,0,0,-12,-
  4,1,0,1,0,0,0,3,3,-1,0,0,0,0,0}
  {1,5,-53,8,-3,2,-3,1,19,69,-2,17,-6,4,-1,1,-3,46,37,-20,2,-2,1,-1,-28,-35,-39,1,2,-1,0,0,0,-15,12,8,-2,2,0,0,5,4,4,-4,1,-1,0,0,-
  5,0,1,1,0,0,0,0,-1,1,-2,0,0,0,0,0}
  {6,23,19,-1,1,0,1,0,1,19,-2,-12,5,-2,1,-1,1,25,-45,24,-6,2,-2,1,-27,38,4,-3,-7,3,-2,1,-35,-75,20,-3,5,-1,1,0,37,19,3,-2,1,-1,1,0,-20,-1,-1,0,-
  1,0,0,0,1,4,-2,0,0,0,0,0}
  {-3,-2,0,0,-1,0,0,0,-6,-5,0,-1,0,0,0,0,-10,-5,-1,-1,0,0,0,0,-28,-7,1,0,0,0,0,0,-80,-7,2,-1,1,0,0,0,-90,8,8,1,1,0,1,0,23,11,-3,-1,-1,0,0,0,2,-3,-
  1,1,0,0,0,0}
  {0,-3,-8,9,-4,1,-2,0,-2,-5,-8,-8,5,0,2,0,6,19,26,33,-13,5,-2,1,-1,1,20,-70,12,-6,3,-2,-5,-8,-60,43,13,-2,2,0,5,1,35,5,-23,5,-2,1,0,-1,-8,-
  15,13,0,0,0,-1,1,0,7,-2,-2,1,0}
  {-3,0,-19,-62,50,-15,4,-4,3,1,25,61,-45,10,-1,2,-2,-1,-26,-20,10,5,-4,1,4,7,24,-12,14,-12,5,-2,-4,-7,-15,10,-11,5,-1,0,2,2,5,0,2,1,-
  1,0,1,0,-1,-1,0,-1,0,0,-1,0,0,1,1,0,0,0}
  {0,-2,-3,0,1,0,0,0,-1,-2,4,-2,0,1,0,0,-4,-8,4,8,-2,1,-1,0,-4,-14,9,-14,5,-1,1,0,1,8,14,6,5,-1,1,-1,2,83,-36,-1,-9,0,-2,0,28,-74,0,5,1,2,-1,1,-
  17,16,14,-2,1,-1,1,0}
  {7,26,72,0,1,2,4,0,7,25,83,-5,3,1,4,0,-2,-4,10,-18,6,-4,0,-1,-2,-8,-37,-5,3,-3,0,-1,-2,8,-21,15,-1,2,0,0,0,2,6,2,-3,1,-1,0,3,-5,-2,-
  3,2,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0}
}
}

```


47

```

{
  {102,-43,-2,-4,-1,-1,0,-1,35,10,-12,1,-3,0,-1,0,-33,32,-1,0,0,0,0,0,-17,2,8,-1,1,0,0,0,-6,-1,3,1,0,0,0,0,-3,-1,1,1,0,0,0,0,-2,0,0,0,0,0,0,-
  1,0,1,0,0,0,0,0},
  {-51,4,9,0,2,0,1,0,100,-31,-11,-1,-3,0,-1,0,-5,40,-9,0,-2,0,-1,0,-26,5,12,-1,2,0,1,0,0,-6,2,2,0,0,0,0,-3,0,0,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,0,-
  2,0,1,0,0,0,0,0},
  {-26,5,3,2,0,1,0,0,7,41,-11,0,-2,0,-1,0,-88,2,33,-2,6,-1,2,0,30,-58,2,6,0,2,0,1,14,5,-18,2,-1,0,-1,0,3,2,-1,-3,1,-1,0,0,1,1,-1,-1,0,0,0,0,2,-
  1,0,0,0,0,0,0},
  {-13,-72,21,-1,4,0,2,0,27,-14,-7,0,-1,0,0,0,7,-40,0,6,0,2,0,1,49,9,-47,3,-5,1,-2,0,-15,50,-1,-14,0,-3,0,-1,-2,-1,14,-1,-1,0,0,0,-
  3,5,0,0,0,0,0,0,0,3,0,-1,0,0,0},
  {34,81,-28,2,-6,1,-2,0,42,-11,21,-7,3,-2,1,-1,-22,-47,5,9,0,2,0,1,15,18,-30,-1,-2,0,-1,0,-13,21,13,-10,0,-2,0,-1,-1,-7,10,5,-1,0,0,0,-3,-1,-
  1,2,1,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,0},
  {23,9,8,-5,1,-1,1,-1,-4,-74,18,4,3,1,1,1,7,-6,-4,2,-1,1,0,0,-1,-50,-3,14,-1,4,0,1,28,8,-61,3,-2,1,-1,0,-10,39,-2,-24,2,-4,1,-1,4,1,13,-4,-4,0,-
  1,0,-24,2,1,-1,0,0,0},
  {-9,-6,13,-2,3,-1,1,0,-35,-63,13,8,1,2,0,1,-72,13,-45,6,-1,2,-1,1,19,34,4,-23,3,-5,1,-2,2,-11,29,1,-1,1,0,0,7,-9,-4,8,-2,1,0,0,0,1,-
  4,1,1,0,0,0,2,1,-2,-1,1,0,0,0},
  {4,32,6,-3,-2,0,-1,0,-24,-11,-39,6,-2,2,-1,1,11,65,2,-14,-2,-3,0,-1,12,-10,-9,4,1,0,0,0,-1,60,5,-27,-1,-5,0,-2,-12,-17,52,7,-2,0,0,0,4,-11,-
  10,11,1,1,0,1,-3,0,6,-1,1,-1,0,0},
  {11,14,-6,-3,0,-1,0,0,14,0,-5,2,-3,1,-1,0,22,19,-9,-17,1,-4,0,-1,92,7,51,-1,-3,0,-2,0,-29,-3,-8,41,3,5,1,2,-8,1,-21,-12,9,-1,2,0,-3,0,5,-5,-
  3,0,-1,0,1,1,-1,0,0,0,0,0},
  {13,-1,32,-4,1,-2,1,-1,4,-35,10,1,3,-1,1,0,17,-14,38,-3,0,-1,0,0,5,-43,13,14,1,1,0,1,3,-16,30,9,-4,2,-1,1,1,-45,-11,52,-2,7,-1,3,-3,6,-
  56,9,12,0,3,0,-3,7,-8,-9,5,-1,1,0},
  {7,1,-5,-1,-2,0,-1,0,13,15,-3,-6,-1,-1,0,-1,16,5,-12,3,-3,0,-1,0,32,2,-2,-22,4,-6,1,-2,94,-1,32,-7,-12,0,-4,0,-7,44,-1,35,-6,3,-1,1,-
  16,9,4,5,12,-1,3,0,-4,-6,0,1,3,1,0,0},
  {13,31,99,-18,11,-5,5,-2,9,33,-9,27,-6,6,-2,2,4,-21,-44,5,4,1,1,0,-6,-8,1,-16,2,-1,0,0,-5,-2,-6,-1,-2,1,0,0,-2,3,1,-7,-1,-1,0,-1,0,-1,4,1,-2,0,-
  1,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
  {-2,-10,-5,-1,2,-2,0,-1,6,4,20,-1,-4,0,-1,0,-1,-12,-5,0,2,-2,1,-1,4,0,25,-3,-6,-1,-2,0,-1,-12,-11,2,2,-3,1,-1,24,7,51,-9,-17,0,-5,0,-1,-
  12,0,87,-3,2,0,1,-13,6,-45,0,32,-2,5,0},
  {7,14,22,0,-2,1,0,0,-5,-21,-45,-2,1,-1,0,-1,4,13,41,-7,-2,0,0,0,18,13,-29,12,2,1,1,1,-24,-47,2,-28,-2,-3,0,-1,50,31,-9,5,-12,-1,-3,0,-
  22,25,26,9,5,-1,1,0,4,-21,-4,7,4,1,1,1},
  {-1,-2,-9,-3,0,-1,1,-1,4,17,63,-3,2,0,1,0,17,49,-22,44,-1,6,0,2,24,-40,-38,-18,18,-1,4,0,-31,-22,2,-28,-10,2,-2,1,2,-3,-4,5,-9,-4,-1,-1,-
  2,7,0,0,2,-1,-1,0,2,-2,0,1,-1,1,0,0},
  {2,-3,-44,22,-4,5,-2,2,5,-9,-64,26,-2,5,-2,2,10,-31,-48,-5,13,-2,3,-1,1,-48,-1,-36,14,-3,2,-1,-13,-23,6,-19,-4,3,-2,1,-1,-12,-2,-2,-9,3,-
  2,0,2,2,-9,3,-6,1,-1,0,1,5,-2,-1,-1,-1,0,-1},
}
}
}
}

```

[Bảng 9]

```

const int g_alNsst4x4[4][2][16][16]={

{ //0

{

{108,-44,-16,2,-43,19,6,-1,-11,6,2,-1,0,-1,0,0},

{37,100,-55,-13,2,-26,14,2,-14,-22,13,4,1,2,-2,0},

{28,-21,-8,6,102,-17,-31,1,-53,19,14,-3,-8,1,4,0},

{-33,-38,-94,53,-5,-15,29,-8,7,19,19,-14,3,1,-4,1},

{8,-11,27,-7,-15,-105,35,25,-5,37,-26,-5,4,17,-6,-6},

{-25,1,14,-2,-36,12,15,-2,-98,3,29,1,55,-9,-20,2},

{7,7,14,2,37,33,98,-37,-6,12,-42,10,-9,-15,-14,9},

{0,33,-7,-2,-12,21,-26,1,3,100,-23,-27,8,-45,22,10},

{16,28,39,108,-5,-8,-15,-22,-5,-17,-16,-27,4,5,3,4},

{-10,-10,-34,0,-8,1,-25,6,-33,-26,-98,32,14,5,37,-16},

{-16,3,5,4,-26,5,13,11,-47,1,13,-7,-104,3,42,-4},

{3,5,1,17,16,33,26,109,3,-9,-9,-34,10,-2,-9,-26},

{-3,14,-5,-3,-3,30,-10,-11,-6,40,-11,-5,-7,108,-32,-22},

{4,9,11,33,1,5,8,15,11,31,31,99,7,-6,20,-50},

{3,-2,8,-11,10,4,28,-15,9,-4,23,-34,42,33,101,-16},

{0,-2,-1,-13,-1,-7,-4,-35,-1,-8,-3,-38,-8,-31,-21,-109},

}

}

```

```

{ //1
{
{-110,40,5,3,44,13,-12,-1,8,-15,-6,2,3,-2,4,2},
{-47,-29,16,-1,-91,42,22,-2,20,40,-15,-5,10,-5,-13,1},
{36,21,-3,-4,17,74,-32,-6,58,-17,-49,5,1,-39,-2,11},
{-13,-93,27,2,49,-14,33,-5,51,-12,-1,-10,-1,-17,2,-2},
{11,28,-3,-2,47,3,38,-10,1,85,-12,-27,17,1,-58,-5},
{0,-35,34,-4,25,58,-4,-16,-83,2,-30,1,-36,23,2,12},
{-17,-47,-93,16,9,-5,-42,30,-13,28,-25,18,0,-6,-12,14},
{-5,4,20,-6,-15,-58,3,-24,-31,-16,-68,3,25,-59,-17,38},
{6,-16,34,-4,9,-1,-49,-4,3,12,-7,24,95,51,4,2},
{-3,2,38,-15,-7,-41,-58,-5,37,32,-20,17,-71,31,-21,4},
{-3,-5,-28,-9,-13,-1,10,-18,9,-64,-30,-38,2,58,-68,-19},
{5,16,-19,29,2,-10,49,-9,22,10,-53,8,-7,59,62,40},
{-6,-8,-36,-86,1,1,-9,-75,4,14,14,-16,2,1,33,10},
{0,4,-3,-55,5,9,41,30,4,-14,13,85,-2,10,-36,39},
{1,-2,-6,63,-3,9,-9,-70,7,-5,49,20,-4,-1,-32,58},
{1,0,11,-22,0,4,-15,51,3,-3,23,-70,3,8,-2,86},
}
}

```

```

{
  {-118,32,21,3,27,4,-5,-2,16,-3,-6,0,4,-2,0,0},
  {-30,-97,33,16,-51,3,25,3,21,30,-6,-8,6,3,-5,-2},
  {0,65,20,-16,-99,3,35,1,10,-15,-5,4,14,-1,-8,0},
  {24,4,63,-10,21,90,-5,-27,14,-8,-40,-1,-10,-18,0,8},
  {18,5,91,-2,25,-74,10,17,-21,-12,-20,4,-1,13,-3,-4},
  {8,-3,-1,-7,-24,-27,-90,8,69,-9,-33,10,-2,1,20,3},
  {19,30,-9,5,29,-15,43,5,69,75,-19,-29,-1,-5,-22,-6},
  {-3,21,22,-3,-20,9,-57,-9,-55,86,15,-22,15,10,7,-4},
  {-7,-17,-1,-112,7,-16,9,-41,8,15,17,26,-2,3,-1,9},
  {10,5,37,0,7,22,-11,36,44,-4,101,10,-8,15,10,-19},
  {2,6,11,34,-10,-29,1,-85,12,-7,35,-30,-46,-27,27,32},
  {8,-2,2,17,11,0,-4,-56,17,-21,9,-15,86,63,-20,-5},
  {-4,4,-8,-8,-4,12,16,-2,-2,-1,-22,-22,-54,90,53,-30},
  {-4,-7,-1,-24,-7,-2,-24,1,-4,-29,5,-75,-34,-2,-78,-37},
  {1,-6,0,-30,6,-1,11,25,0,-18,1,-79,46,-36,70,0},
  {1,0,-1,9,0,-7,3,-34,-1,3,-5,26,8,-38,20,-112},
}
}

```

```

{
  {-88,55,-6,3,66,-28,-8,1,-11,-10,11,-1,3,6,-1,-2},
  {-58,-19,26,-2,-28,75,-30,0,46,-43,-10,11,-7,-2,19,-5},
  {45,-34,29,-5,69,-1,-34,2,-7,-58,32,3,-26,32,7,-11},
  {-34,-72,43,-1,32,16,15,-18,-55,43,-31,7,19,-4,-5,9},
  {19,-3,-36,21,50,6,36,-22,30,-19,-63,16,-7,-42,51,6},
  {30,49,11,-9,2,32,-59,5,-52,1,-14,30,52,-32,27,-9},
  {9,18,77,-44,8,-42,-18,5,54,33,-24,11,-20,-29,2,1},
  {-21,-37,6,5,-32,-63,7,-1,-3,-26,34,23,37,-20,61,-40},
  {5,-26,-16,4,36,13,-11,24,48,12,38,-36,67,-51,-32,5},
  {14,27,43,43,-1,2,29,-73,24,-16,7,22,49,29,-31,-6},
  {0,12,27,-49,-13,-6,46,11,-26,-66,-12,-40,27,-13,0,55},
  {9,24,18,-31,19,46,59,17,5,32,28,-25,8,26,46,-54},
  {1,14,33,50,-7,12,3,-29,-25,5,46,-41,-50,-65,18,12},
  {-3,-2,-22,-59,4,16,28,-32,-11,-12,34,61,-24,-47,-43,-22},
  {-1,-4,-20,-31,5,6,-16,-44,17,33,44,14,7,25,50,77},
  {3,7,23,41,5,10,36,73,2,3,25,69,-3,-2,1,43},
}
}

```

```

{ //2
{
{-112,49,-13,-28,11,1,0,19,-8,0,0,10,-4,0,0},
{-24,8,-2,1,112,-42,-3,0,31,-11,-3,1,-16,6,0,0},
{37,87,-73,14,10,26,-20,3,-11,-17,14,-3,-6,-8,6,-1},
{28,-6,-3,1,-19,9,-3,1,109,-38,-5,0,39,-13,-3,1},
{9,18,-14,5,-32,-89,65,-9,-10,-38,27,-44,10,-8,2},
{-22,-58,-66,78,-8,-16,-21,23,5,16,13,-17,4,6,6,-8},
{2,-2,0,0,-26,6,1,1,36,-8,0,-1,-116,28,8,-1},
{11,30,-16,-1,-10,-24,15,-3,28,89,-51,4,13,46,-25,-1},
{2,8,8,-12,-21,-51,-68,61,-14,-30,-46,40,0,3,1,-3},
{16,33,63,90,7,15,26,30,-5,-11,-25,-10,-4,-6,-13,-5},
{-1,-1,-16,3,-4,-19,24,-10,6,28,-40,17,-23,-103,35,5},
{-10,-24,-35,9,8,28,28,-30,-17,-44,-58,46,-4,11,-55,30},
{-2,-6,-13,-17,12,26,53,83,8,18,37,60,1,0,-1,1},
{1,4,7,-5,-4,-13,-26,16,6,20,36,-24,-16,-43,-91,49},
{4,10,21,37,-5,-12,-27,-46,8,19,41,77,5,10,24,51},
{-1,-2,-4,-9,2,5,13,29,-3,-7,-21,-43,7,19,47,102},
}

```

```

{
  {-98,41,-1,3,65,-21,-4,0,-14,-2,5,-1,1,3,-1,0},
  {59,36,-29,4,36,-61,21,-1,-61,32,3,-4,22,-3,-8,3},
  {-8,75,-46,5,-56,-33,24,2,53,-5,-2,-5,-18,3,-1,2},
  {47,4,4,-4,73,-11,-15,4,51,-38,12,-2,-61,22,3,-2},
  {-14,-50,-14,20,20,-21,56,-26,31,55,-52,8,-31,-23,14,5},
  {1,14,74,-51,-14,-49,-34,30,20,50,-9,-3,-12,-18,8,-1},
  {18,16,-3,2,38,21,-10,0,61,3,-15,5,89,-43,10,-2},
  {14,53,-7,2,6,61,-24,-3,-31,19,-36,18,-46,-47,41,-7},
  {-8,-22,-51,-18,9,22,-10,52,7,37,48,-54,-19,-41,-23,19},
  {-3,-4,-22,-81,8,13,47,51,-11,-29,-47,0,11,24,19,-8},
  {-8,-30,-16,5,-13,-53,-12,8,-13,-59,14,4,-4,-67,58,-18},
  {5,21,50,-18,2,13,65,-26,-8,-36,16,-18,-11,-58,-42,30},
  {4,7,25,49,-2,-3,-1,25,-7,-16,-42,-85,7,18,34,44},
  {2,11,24,0,4,20,50,-7,6,27,65,-20,7,22,72,-39},
  {2,5,24,59,2,3,26,77,-2,-4,-9,20,-5,-12,-35,-61},
  {0,1,7,19,1,2,16,45,2,4,27,68,2,7,27,86},
}
}

```



```

{ //3
{
{114,-38,-3,-2,20,23,-12,1,-22,18,4,-2,-5,-15,0},
{19,43,-17,2,-84,59,14,-6,-18,-34,33,-1,11,-20,-1,7},
{-34,29,-21,2,45,55,-33,-7,-44,58,27,-17,-8,-21,32,0},
{31,79,-42,3,56,-5,31,-17,42,-19,7,9,-10,20,-9,6},
{13,29,-31,6,-49,-5,-39,12,25,49,-61,-15,-12,41,21,-33},
{11,43,20,-7,-7,-45,46,9,-85,18,-31,24,-22,-10,2,-8},
{-10,-18,-78,37,12,-12,-37,9,-48,-46,-21,4,7,-3,-43,-10},
{18,16,-15,7,-8,-71,-21,-2,6,-6,27,-45,40,-55,51,-1},
{835,43,-12,26,30,-27,42,4,-21,-46,14,71,-26,-14,-21},
{8,28,40,17,1,-10,-56,51,5,-51,20,-13,-77,-6,-8,18},
{-5,-12,6,-24,17,19,16,-12,-11,-57,-7,-39,-27,11,43,-83},
{-3,-20,-24,44,2,15,29,45,28,1,-12,62,-21,-47,53,-13},
{1,2,17,74,4,0,33,47,-12,13,38,-31,33,55,-3,-21},
{-3,-2,-19,-52,0,-12,-22,36,-20,-22,30,46,23,61,52,23},
{2,6,33,60,5,9,-20,-63,-14,-32,-35,12,7,24,50,40},
{5,11,20,16,-8,-20,-39,-42,4,13,49,65,4,1,-19,-68},
}
}

```

```

{
  {-98,30,5,2,67,-29,-4,-1,-18,14,1,-1,5,-2,0,0},
  {-15,-88,29,3,36,62,-38,-4,-18,-4,24,0,3,-6,-5,2},
  {65,24,-20,0,57,-3,5,-2,-81,16,14,1,26,-14,-6,2},
  {-29,24,-39,13,-17,54,35,-18,-24,-77,19,18,20,13,-29,-4},
  {1,41,73,-34,-26,-6,-50,36,-24,-39,20,-15,25,13,-12,0},
  {-30,-38,0,9,-63,-28,16,-3,-49,27,-19,-1,68,-29,-1,-2},
  {11,-32,22,-15,31,-18,31,16,-10,-41,-78,13,12,54,12,-30},
  {12,-29,-25,32,8,-64,-33,-23,19,-19,40,-11,29,56,-37,12},
  {-10,-24,-57,-92,3,-2,14,63,6,6,21,-28,5,8,-14,8},
  {-7,19,-43,18,-8,34,-51,2,-6,8,-23,-42,27,40,72,1},
  {-13,-17,-14,6,-33,-26,-14,1,-70,-10,5,-5,-90,20,9,-5},
  {-3,5,-13,-47,-11,0,-29,-30,0,26,22,86,10,24,19,-50},
  {-3,-2,37,-18,-5,8,60,-24,-9,22,41,-1,5,54,42,59},
  {5,-17,-10,-24,11,-39,-7,-23,8,-67,14,8,5,-57,68,22},
  {-2,6,-10,-48,-3,9,-34,-58,-7,3,-57,2,-6,0,-40,66},
  {-1,0,-12,35,-1,0,-18,68,-1,-2,-11,74,2,4,6,66},
}
}

```

Tất cả các ma trận nhân biến đổi minh họa được thể hiện trong Bảng 8 là các ma trận nhân biến đổi được nhân với 128 như giá trị thang đo. Trong mảng `g_aiNsst8x8[N1][N2][16][64]` có mặt trong các mảng ma trận của Bảng 8, N1 biểu thị số lượng tập biến đổi (N1 là 4 hoặc 35, được phân biệt bằng chỉ số 0, 1, ..., và N1-1), N2 biểu thị số lượng (1 hoặc 2) ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong mỗi tập biến đổi, và [16][64] biểu thị phép biến đổi thứ cấp rút gọn (RST) 16x64.

Như được thể hiện trong Bảng 3 và Bảng 4, khi tập biến đổi bao gồm một ma trận nhân biến đổi, hoặc là ma trận nhân biến đổi thứ nhất hoặc ma trận nhân biến đổi thứ hai có thể được sử dụng cho tập biến đổi trong Bảng 8.

Trong khi 16 hệ số biến đổi được xuất ra khi RST được áp dụng, thì chỉ m hệ số biến đổi có thể được xuất ra khi chỉ phần mx64 của ma trận 6x64 được áp dụng. Ví dụ, khi chỉ tám hệ số biến đổi được xuất ra bằng cách thiết đặt $m=8$ và nhân chỉ ma trận 8x64 từ trên cùng, thì có thể giảm lượng tính toán xuống một nửa. Để giảm lượng tính toán trong trường hợp xấu nhất, ma trận 8x64 có thể được áp dụng cho đơn vị biến đổi (Transform unit, TU) 8x8.

Tất cả các ma trận nhân biến đổi minh họa được thể hiện trong Bảng 9 có thể áp dụng cho vùng 4×4 là các ma trận nhân biến đổi được nhân với 128 như giá trị thang độ. Trong mảng $g_aiNsst4 \times 4[N1][N2][16][64]$ có mặt trong các mảng ma trận của Bảng 9, $N1$ biểu thị số lượng tập biến đổi ($N1$ là 4 hoặc 35, được phân biệt bằng chỉ số 0, 1, ..., và $N1-1$), $N2$ biểu thị số lượng (1 hoặc 2) ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong mỗi tập biến đổi, và $[16][16]$ biểu thị phép biến đổi 16×16 .

Như được thể hiện trong Bảng 3 và Bảng 4, khi tập biến đổi bao gồm một ma trận nhân biến đổi, hoặc là ma trận nhân biến đổi thứ nhất hoặc ma trận nhân biến đổi thứ hai có thể được sử dụng cho tập biến đổi trong Bảng 9.

Như trong RST 8×8 , chỉ m hệ số biến đổi có thể được xuất ra khi chỉ vùng $m \times 16$ của ma trận 16×16 được áp dụng. Ví dụ, khi chỉ tám hệ số biến đổi được xuất ra bằng cách thiết đặt $m=8$ và nhân chỉ ma trận 8×16 từ trên cùng, thì có thể giảm lượng tính toán xuống một nửa. Để giảm lượng tính toán trong trường hợp xấu nhất, ma trận 8×16 có thể được áp dụng cho đơn vị biến đổi (Transform unit, TU) 4×4 .

Về cơ bản, các ma trận nhân biến đổi có thể áp dụng được cho vùng 4×4 , được thể hiện trong Bảng 9, có thể được áp dụng cho TU 4×4 , TU $4 \times M$, và TU $M \times 4$ ($M > 4$, TU $4 \times M$ và TU $M \times 4$ có thể được chia thành các vùng 4×4 , mà mỗi ma trận nhân biến đổi được chỉ định có thể được áp dụng, hoặc các ma trận nhân biến đổi có thể được áp dụng chỉ cho vùng 4×8 trên cùng-bên trái hoặc 8×4 trên cùng-bên trái lớn nhất) hoặc có thể được áp dụng chỉ cho vùng 4×4 trên cùng-bên trái. Nếu phép biến đổi thứ hai được tạo cấu hình để được áp dụng chỉ cho vùng 4×4 trên cùng-bên trái, thì các ma trận nhân biến đổi có thể áp dụng được cho vùng 8×8 , được thể hiện trong Bảng 8, có thể là không cần thiết.

Các phương án sau đây có thể được đề xuất để giảm lượng tính toán trong trường hợp xấu nhất. Ở dưới đây, ma trận bao gồm M hàng và N cột được biểu diễn như ma trận $M \times N$, và ma trận $M \times N$ đề cập đến ma trận biến đổi được áp dụng cho phép biến đổi chuyển tiếp, tức là, khi thiết bị mã hóa thực hiện phép biến đổi (RST). Theo đó, trong phép biến đổi ngược (RST ngược) được thực hiện bởi thiết bị giải mã, ma trận $N \times M$ thu được bằng cách chuyển vị ma trận $M \times N$ có thể được sử dụng.

1) Trong trường hợp khối (ví dụ, đơn vị biến đổi) có chiều rộng là W và chiều cao là H trong đó $W \geq 8$ và $H \geq 8$, thì ma trận nhân biến đổi có thể áp dụng được cho vùng 8×8 được áp dụng cho vùng 8×8 trên cùng-bên trái của khối. Trong trường hợp trong đó $W=8$ và $H=8$, chỉ phần 8×64 của ma trận 16×64 có thể được áp dụng. Tức là, tám hệ số biến đổi có thể được tạo ra.

2) Trong trường hợp khối (ví dụ, đơn vị biến đổi) có chiều rộng là W và chiều cao là H trong đó một trong W và H là nhỏ hơn 8, tức là, một trong W và H là 4, thì ma trận nhân biến đổi có thể áp dụng được cho vùng 4×4 được áp dụng cho vùng trên cùng-bên trái của khối. Trong trường hợp trong đó $W=4$ và $H=4$, chỉ phần 8×16 của ma trận 16×16 có thể được áp dụng, trong trường hợp tám hệ số biến đổi được tạo ra.

Nếu $(W, H) = (4, 8)$ hoặc $(8, 4)$, thì phép biến đổi thứ cấp được áp dụng chỉ cho vùng 4×4 trên cùng-bên trái. Nếu W hoặc H là lớn hơn 8, tức là, nếu một trong W và H là bằng hoặc lớn hơn 16 và chiều khác là 4, thì phép biến đổi thứ cấp được áp dụng chỉ cho hai khối 4×4 trên cùng-bên trái. Tức là, chỉ vùng 4×8 hoặc 8×4 trên cùng-bên trái có thể được chia thành hai khối 4×4 , và ma trận nhân biến đổi được chỉ định có thể được áp dụng với vùng này.

3) Trong trường hợp khối (ví dụ, đơn vị biến đổi) có chiều rộng là W và chiều cao là H trong đó cả W và H là 4, thì phép biến đổi thứ cấp có thể không được áp dụng.

4) Trong trường hợp khối (ví dụ, đơn vị biến đổi) có chiều rộng là W và chiều cao là H , số lượng hệ số được tạo ra bằng cách áp dụng phép biến đổi thứ cấp có thể được duy trì để là $1/4$ hoặc nhỏ hơn diện tích của đơn vị biến đổi (tức là, tổng số điểm ảnh được bao gồm trong đơn vị biến đổi $= W \times H$). Ví dụ, khi cả W và H là 4, thì ma trận 4×16 trên cùng của ma trận 16×16 có thể được áp dụng để bốn hệ số biến đổi được tạo ra.

Giả sử rằng phép biến đổi thứ cấp được áp dụng chỉ cho vùng 8×8 trên cùng-bên trái của toàn bộ đơn vị biến đổi (TU), thì tám hệ số hoặc ít hơn cần được tạo ra cho đơn vị biến đổi 4×8 hoặc đơn vị biến đổi 8×4 , và do đó ma trận 8×16 trên cùng của ma trận 16×16 có thể được áp dụng cho vùng 4×4 trên cùng-bên trái. Ma trận lên đến 16×64 có thể được áp dụng cho đơn vị biến đổi 8×8 (lên đến 16 hệ số có thể

được tạo ra). Trong đơn vị biến đổi $4 \times N$ hoặc $N \times 4$ ($N \geq 16$), ma trận 16×16 có thể được áp dụng cho khối 4×4 trên cùng-bên trái, hoặc ma trận 8×16 trên cùng của ma trận 16×16 có thể được áp dụng cho hai khối 4×4 trên cùng-bên trái. Tương tự, trong đơn vị biến đổi 4×8 hoặc đơn vị biến đổi 8×4 , tám hệ số biến đổi có thể được tạo ra bằng cách áp dụng ma trận 4×16 trên cùng của ma trận 16×16 cho hai khối 4×4 trên cùng-bên trái.

5) Kích thước tối đa của phép biến đổi thứ cấp được áp dụng cho vùng 4×4 có thể được giới hạn là 8×16 . Trong trường hợp này, lượng bộ nhớ được đòi hỏi để lưu trữ các ma trận nhân biến đổi được áp dụng cho vùng 4×4 có thể được giảm một nửa so với lượng bộ nhớ trong ma trận 16×16 .

Ví dụ, trong tất cả các ma trận nhân biến đổi được thể hiện trong Bảng 9, kích thước tối đa có thể được giới hạn là 8×16 bằng cách trích chỉ ma trận 8×16 trên cùng của mỗi ma trận 16×16 , và hệ thống lập mã ảnh thực sự có thể được thực hiện để lưu trữ chỉ các ma trận 8×16 của các ma trận nhân biến đổi.

Nếu kích thước biến đổi áp dụng được tối đa là 8×16 và số lượng phép nhân tối đa được đòi hỏi để tạo ra một hệ số được giới hạn là 8, ma trận lên đến 8×16 có thể được áp dụng cho khối 4×4 , và ma trận lên đến 8×16 có thể được áp dụng cho mỗi khối trong hai khối lên đến 4×4 trên cùng-bên trái được bao gồm trong khối $4 \times N$ hoặc khối $N \times 4$ ($N \geq 8$, $N=2n$, $n \geq 3$). Ví dụ, ma trận 8×16 có thể được lưu trữ cho một khối 4×4 trên cùng-bên trái trong khối $4 \times N$ hoặc khối $N \times 4$ ($N \geq 8$, $N=2n$, $n \geq 3$).

Theo một phương án, khi việc lập mã chỉ số đặc tả phép biến đổi thứ cấp cần được áp dụng cho thành phần sắc độ, cụ thể, khi một tập biến đổi bao gồm hai ma trận nhân biến đổi, thì cần thiết để đặc tả việc liệu để áp dụng phép biến đổi thứ cấp và ma trận nhân biến đổi nào để áp dụng trong phép biến đổi thứ cấp. Ví dụ, khi không có phép biến đổi thứ cấp được áp dụng, thì chỉ số biến đổi có thể được lập mã như 0, và khi phép biến đổi thứ cấp được áp dụng, thì các chỉ số biến đổi cho hai tập biến đổi có thể được lập mã lần lượt như 1 và 2.

Trong trường hợp này, khi lập mã chỉ số biến đổi, việc lập mã đơn phân được cắt cụt có thể được sử dụng. Ví dụ, các mã nhị phân là 0, 10, và 11 có thể lần lượt được phân bổ cho các chỉ số biến đổi 0, 1, và 2, nhờ đó lập mã các chỉ số biến đổi.

Ngoài ra, khi việc lập mã chỉ số biến đổi bằng cách lập mã đơn phân được cắt cụt, ngữ cảnh CABAC khác nhau có thể được gán cho mỗi cột điểm ảnh. Khi việc lập mã các chỉ số biến đổi 0, 10, và 11 trong ví dụ trên, hai ngữ cảnh CABAC có thể được sử dụng.

Khi việc lập mã chỉ số biến đổi đặc tả phép biến đổi thứ cấp cần được áp dụng cho thành phần sắc độ, cụ thể, khi một tập biến đổi bao gồm hai ma trận nhân biến đổi, cần thiết để đặc tả việc liệu để áp dụng phép biến đổi thứ cấp và ma trận nhân biến đổi nào để áp dụng phép biến đổi thứ cấp tương tự với khi lập mã chỉ số biến đổi của phép biến đổi thứ cấp cho thành phần sắc độ. Ví dụ, khi không có phép biến đổi thứ cấp được áp dụng, thì chỉ số biến đổi có thể được lập mã như 0, và khi phép biến đổi thứ cấp được áp dụng, thì các chỉ số biến đổi cho hai tập biến đổi có thể được lập mã lần lượt như 1 và 2.

Trong trường hợp này, khi lập mã chỉ số biến đổi, việc lập mã đơn phân được cắt cụt có thể được sử dụng. Ví dụ, các mã nhị phân là 0, 10, và 11 có thể lần lượt được phân bổ cho các chỉ số biến đổi 0, 1, và 2, nhờ đó lập mã các chỉ số biến đổi.

Ngoài ra, khi việc lập mã chỉ số biến đổi bằng cách lập mã đơn phân được cắt cụt, ngữ cảnh CABAC khác nhau có thể được gán cho mỗi cột điểm ảnh. Khi lập mã các chỉ số biến đổi 0, 10, và 11 trong ví dụ trên, hai ngữ cảnh CABAC có thể được sử dụng.

Theo một phương án, tập ngữ cảnh CABAC khác nhau có thể được phân bổ theo chế độ nội dự đoán sắc độ. Ví dụ, khi các chế độ nội dự đoán sắc độ được chia thành các chế độ không hướng, như chế độ phẳng hoặc chế độ DC, và các chế độ có hướng khác (tức là, được chia thành hai nhóm), thì tập ngữ cảnh CABAC tương ứng (bao gồm hai ngữ cảnh) có thể được phân bổ cho mỗi nhóm khi lập mã 0, 10, và 11 trong ví dụ trên.

Khi các chế độ nội dự đoán sắc độ được chia thành nhiều nhóm và tập ngữ cảnh CABAC được phân bổ, thì cần để tìm ra giá trị chế độ nội dự đoán trước khi lập mã chỉ số biến đổi của phép biến đổi thứ cấp. Tuy nhiên, trong chế độ trực tiếp (Direct mode, DM) sắc độ, bởi vì giá trị chế độ nội dự đoán độ chói được sử dụng như vốn có, cũng cần để tìm ra giá trị chế độ nội dự đoán cho thành phần độ chói. Do đó, khi

lập mã thông tin về thành phần sắc độ, thì sự phụ thuộc dữ liệu về thông tin thành phần độ chói có thể xuất hiện. Do đó, trong DM sắc độ, khi lập mã chỉ số biến đổi của phép biến đổi thứ cấp mà không có thông tin về chế độ nội dự đoán, thì sự phụ thuộc dữ liệu có thể được loại trừ bằng cách ánh xạ đến nhóm cụ thể. Ví dụ, nếu chế độ nội dự đoán sắc độ là DM sắc độ, thì chỉ số biến đổi có thể được lập mã sử dụng tập ngữ cảnh CABAC tương ứng giả sử ở chế độ phẳng hoặc chế độ DC, hoặc tập ngữ cảnh CABAC tương ứng có thể được áp dụng giả sử ở các chế độ có hướng khác.

Fig.9 là sơ đồ tiến trình minh họa hoạt động vận hành của thiết bị giải mã video theo phương án của sáng chế.

Mỗi hoạt động vận hành được minh họa ở Fig.9 có thể được thực hiện bởi thiết bị giải mã 300 được minh họa ở Fig.3. Cụ thể, S910 có thể được thực hiện bằng bộ giải mã entropy 310 được minh họa ở Fig.3, S920 có thể được thực hiện bằng bộ giải lượng tử hóa 321 được minh họa ở Fig.3, S930 và S940 có thể được thực hiện bằng bộ biến đổi ngược 322 được minh họa ở Fig.3, và S950 có thể được thực hiện bởi bộ cộng 340 được minh họa ở Fig.3. Các hoạt động vận hành theo S910 đến S950 được dựa trên một số trong các chi tiết đề cập ở trên được giải thích tham chiếu đến Fig.4 đến Fig.8. Do đó, phần mô tả các chi tiết cụ thể chồng lấn với các chi tiết được giải thích ở trên tham chiếu đến Fig.3 đến Fig.8 sẽ được lược bỏ hoặc sẽ được đưa ra ngắn gọn.

Thiết bị giải mã 300 theo phương án có thể suy ra các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu từ luồng bit (S910). Cụ thể, thiết bị giải mã 300 có thể giải mã thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu từ luồng bit và có thể suy ra các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu dựa trên thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu. Thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu có thể được bao gồm trong tập tham số trình tự (Sequence parameter set, SPS) hoặc tiêu đề lát và có thể bao gồm ít nhất một trong số thông tin về việc liệu phép biến đổi rút gọn (Reduced transform, RST) được áp dụng, thông tin về nhân tố rút gọn, thông tin về kích thước biến đổi tối thiểu mà RST được áp dụng với, thông tin về kích thước biến đổi tối đa mà RST được áp dụng với, thông tin về kích thước biến đổi ngược rút gọn, và thông tin về chỉ số

biến đổi chỉ báo bất kỳ trong số các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi.

Thiết bị giải mã 300 theo phương án có thể suy ra các hệ số biến đổi bằng cách giải lượng tử hóa các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu (S920).

Thiết bị giải mã 300 theo một phương án có thể suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên phép biến đổi thứ cấp rút gọn (RST) ngược của các hệ số biến đổi (S930).

Ở một ví dụ, RST ngược có thể được thực hiện dựa trên ma trận biến đổi RST ngược, và ma trận biến đổi RST ngược có thể là ma trận không vuông trong đó số lượng cột là nhỏ hơn số lượng hàng.

Ở một phương án, S930 có thể bao gồm việc giải mã chỉ số biến đổi, việc xác định xem liệu điều kiện để áp dụng RST ngược được thỏa mãn dựa trên chỉ số biến đổi hay không, việc chọn ma trận nhân biến đổi, và việc áp dụng RST ngược cho các hệ số biến đổi dựa trên ma trận nhân biến đổi và/hoặc nhân tố rút gọn được chọn khi điều kiện để áp dụng RST ngược được thỏa mãn. Trong trường hợp này, kích thước của ma trận biến đổi ngược rút gọn có thể được xác định dựa trên nhân tố rút gọn.

Thiết bị giải mã 300 theo một phương án có thể suy ra các mẫu dư cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi ngược của các hệ số biến đổi được điều chỉnh (S940).

Thiết bị giải mã 300 có thể thực hiện phép biến đổi sơ cấp ngược trên các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối mục tiêu, trong đó trường hợp mà phép biến đổi ngược rút gọn có thể được áp dụng hoặc phép biến đổi phân tách được thông thường có thể được sử dụng như phép biến đổi sơ cấp ngược.

Thiết bị giải mã 300 theo phương án có thể tạo ra các mẫu được dựng lại dựa trên các mẫu dư cho khối mục tiêu và các mẫu dự đoán cho khối mục tiêu (S950).

Tham chiếu đến S930, có thể xác định được rằng các mẫu dư cho khối mục tiêu được suy ra dựa trên RST ngược của các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu. Từ góc độ về kích thước của ma trận biến đổi ngược, bởi vì kích thước của ma trận biến đổi ngược thông thường là $N \times N$ nhưng kích thước của ma trận RST ngược được giảm xuống $N \times R$, nên có khả năng để giảm sử dụng bộ nhớ trong trường hợp thực hiện

RST ngược bằng tỉ số R/N so với việc sử dụng bộ nhớ trong trường hợp thực hiện phép biến đổi thông thường. Thêm nữa, việc sử dụng ma trận RST ngược có thể giảm số lượng phép nhân ($N \times R$) bằng tỉ số R/N , so với số lượng phép nhân $N \times N$ trong trường hợp sử dụng ma trận biến đổi ngược thông thường. Ngoài ra, bởi vì chỉ R hệ số biến đổi cần được giải mã khi RST ngược được áp dụng, nên tổng số hệ số biến đổi cho khối mục tiêu có thể được giảm từ N xuống R , so với tổng số hệ số biến đổi trong trường hợp N hệ số biến đổi cần được giải mã khi phép biến đổi ngược thông thường được áp dụng, do đó làm tăng hiệu quả giải mã. Tức là, theo S930, hiệu quả biến đổi (ngược) và hiệu quả giải mã của thiết bị giải mã 300 có thể được tăng thông qua RST ngược.

Fig.10 là sơ đồ tiến trình điều khiển minh họa RST ngược theo phương án của sáng chế.

Thiết bị giải mã 300 thu thông tin về chỉ số biến đổi và chế độ nội dự đoán từ luồng bit (S1000).

Thông tin này được thu như thông tin cú pháp, và thông tin cú pháp được thu như chuỗi cột điểm ảnh bao gồm 0 và 1.

Bộ giải mã entropy 310 có thể suy ra thông tin nhị phân hóa trên phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi.

Hoạt động vận hành này đang tạo ra tập ứng viên cho giá trị nhị phân mà phần tử cú pháp của chỉ số biến đổi thu được có thể có. Theo phương án này, phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể được nhị phân hóa bằng cách lập mã đơn phân được cắt cụt.

Phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi theo phương án này có thể chỉ báo xem liệu RST ngược được áp dụng và một trong các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi. Khi tập biến đổi bao gồm hai ma trận nhân biến đổi, thì phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể có ba giá trị.

Tức là, theo phương án, giá trị của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể bao gồm 0 chỉ báo RST ngược không được áp dụng cho khối mục tiêu, 1 chỉ báo ma

trận nhân biến đổi thứ nhất của các ma trận nhân biến đổi, và 2 chỉ báo ma trận nhân biến đổi thứ hai của các ma trận nhân biến đổi.

Trong trường hợp này, ba giá trị của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể được lập mã lần lượt thành 0, 10, và 11, theo cách lập mã đơn phân được cắt cụt. Tức là, giá trị của phần tử cú pháp là 0 có thể được nhị phân hóa thành '0', giá trị của phần tử cú pháp là 1 có thể được nhị phân hóa thành '10', và giá trị của phần tử cú pháp là 2 có thể được nhị phân hóa thành '11'.

Bộ giải mã entropy 310 có thể suy ra thông tin ngữ cảnh, tức là, mô hình ngữ cảnh, về chuỗi cột điểm ảnh của chỉ số biến đổi (S1010) và có thể giải mã các cột điểm ảnh của chuỗi cột điểm ảnh của phần tử cú pháp dựa trên thông tin ngữ cảnh (S1020).

Tức là, bộ giải mã entropy 310 thu chuỗi cột điểm ảnh được nhị phân hóa bằng cách lập mã đơn phân được cắt cụt và giải mã phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi thông qua tập ứng viên cho giá trị nhị phân.

Theo phương án này, các mảnh thông tin ngữ cảnh khác nhau, tức là, các mô hình xác suất khác nhau, có thể được áp dụng lần lượt cho hai cột điểm ảnh của chỉ số biến đổi. Tức là, tất cả trong số hai cột điểm ảnh của chỉ số biến đổi có thể được giải mã bằng phương pháp ngữ cảnh chứ không phải phương pháp vòng, trong đó cột điểm ảnh thứ nhất của các cột điểm ảnh của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể được giải mã dựa trên thông tin ngữ cảnh thứ nhất, và cột điểm ảnh thứ hai của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể được giải mã dựa trên thông tin ngữ cảnh thứ hai.

Giá trị của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi được áp dụng cho khối mục tiêu trong số các giá trị nhị phân mà phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể có, có thể được suy ra bằng việc giải mã dựa trên thông tin ngữ cảnh này (S1030).

Tức là, loại nào trong số các chỉ số biến đổi là 0, 1, và 2 được áp dụng cho khối mục tiêu hiện tại có thể được suy ra.

Bộ biến đổi ngược 322 của thiết bị giải mã 300 xác định tập biến đổi dựa trên mối quan hệ ánh xạ theo chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu (S1040)

và có thể thực hiện RST ngược dựa trên tập biến đổi và giá trị của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi (S1050).

Như được mô tả ở trên, nhiều tập biến đổi có thể được xác định theo chế độ nội dự đoán của khối biến đổi cần được biến đổi, và RST có thể được thực hiện dựa trên một trong số các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi được chỉ báo bằng chỉ số biến đổi.

Fig.11 là sơ đồ tiến trình minh họa hoạt động vận hành của thiết bị mã hóa video theo phương án của sáng chế.

Mỗi hoạt động vận hành được minh họa ở Fig.11 có thể được thực hiện bởi thiết bị mã hóa 200 được minh họa ở Fig.2. Cụ thể, S1110 có thể được thực hiện bằng bộ dự đoán 220 được minh họa ở Fig.2, S1120 có thể được thực hiện bằng bộ trừ 231 được minh họa ở FIG.2, S1130 và S1140 có thể được thực hiện bằng bộ biến đổi 232 được minh họa ở Fig.2, và S1150 có thể được thực hiện bởi bộ lượng tử hóa 233 và bộ mã hóa entropy 240 được minh họa ở Fig.2. Các hoạt động vận hành theo S1110 đến S1150 được dựa trên một số trong các nội dung được mô tả ở Fig.4 đến Fig.8. Do đó, phần mô tả các chi tiết cụ thể chồng lấn với các chi tiết được giải thích ở trên tham chiếu đến Fig.4 đến Fig.8 sẽ được lược bỏ hoặc sẽ được đưa ra ngắn gọn.

Thiết bị mã hóa 200 theo phương án có thể suy ra các mẫu dự đoán dựa trên chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu (S1110).

Thiết bị mã hóa 200 theo phương án có thể suy ra các mẫu dư cho khối mục tiêu (S1120).

Thiết bị mã hóa 200 theo phương án có thể suy ra các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp của mẫu dư (S1130). Phép biến đổi sơ cấp có thể được thực hiện thông qua nhiều nhân biến đổi, và các nhân biến đổi có thể được chọn dựa trên chế độ nội dự đoán.

Thiết bị giải mã 300 có thể thực hiện phép biến đổi thứ cấp, cụ thể NSST, trên các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu, trong đó trường hợp NSST có thể được thực hiện dựa trên phép biến đổi rút gọn (RST) hoặc không được dựa trên RST. Khi NSST

được thực hiện dựa trên phép biến đổi rút gọn, thì hoạt động vận hành theo S1140 có thể được thực hiện.

Thiết bị mã hóa 200 theo một phương án có thể suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối mục tiêu dựa trên RST của các hệ số biến đổi (S1140). Ở một ví dụ, RST có thể được thực hiện dựa trên ma trận biến đổi rút gọn hoặc ma trận nhân biến đổi, và ma trận biến đổi rút gọn có thể ma trận khác vuông trong đó số lượng hàng là ít hơn số lượng cột.

Ở một phương án, S1140 có thể bao gồm việc xác định xem liệu điều kiện để áp dụng RST được thỏa mãn hay chưa, tạo ra và mã hóa chỉ số biến đổi dựa trên việc xác định này, chọn nhân biến đổi, và áp dụng RST cho các mẫu dư dựa trên ma trận nhân biến đổi và/hoặc nhân tố rút gọn được chọn khi điều kiện để áp dụng RST được thỏa mãn. Trong trường hợp này, kích thước của ma trận nhân biến đổi rút gọn có thể được xác định dựa trên nhân tố rút gọn.

Thiết bị mã hóa 200 theo một phương án có thể suy ra các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bằng cách thực hiện việc lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối mục tiêu và có thể mã hóa thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa (S1150).

Cụ thể, thiết bị mã hóa 200 có thể tạo ra thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa và có thể mã hóa thông tin được tạo ra trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa.

Ở một ví dụ, thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể bao gồm ít nhất một trong số thông tin về xem liệu RST được áp dụng hay không, thông tin về nhân tố rút gọn, thông tin về kích thước biến đổi tối thiểu mà RST được áp dụng với, và thông tin về kích thước biến đổi tối đa mà RST được áp dụng với.

Tham chiếu đến S1140, có thể được xác định các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu được suy ra dựa trên RST của các mẫu dư. Từ quan điểm về kích thước của ma trận nhân biến đổi, bởi vì kích thước của ma trận nhân biến đổi thông thường là $N \times N$ nhưng kích thước của ma trận biến đổi rút gọn được giảm xuống $R \times N$, nên có thể giảm việc sử dụng bộ nhớ trong trường hợp thực hiện RST bằng tỉ số R/N so với việc

sử dụng bộ nhớ trong trường hợp sử dụng phép biến đổi thông thường. Thêm nữa, việc sử dụng ma trận nhân biến đổi rút gọn có thể giảm số lượng phép nhân ($R \times N$) bằng tỉ số R/N , so với số lượng phép nhân $N \times N$ trong trường hợp sử dụng ma trận nhân biến đổi thông thường. Ngoài ra, bởi vì chỉ R hệ số biến đổi được suy ra khi RST được áp dụng, nên tổng số hệ số biến đổi cho khối mục tiêu có thể được rút gọn từ N xuống R , so với tổng số hệ số biến đổi trong trường hợp mà N hệ số biến đổi được suy ra khi phép biến đổi thông thường được áp dụng, do đó giảm lượng dữ liệu được truyền bởi thiết bị mã hóa 200 đến thiết bị giải mã 300. Tức là, theo S1140, hiệu quả biến đổi và hiệu quả lập mã của thiết bị mã hóa 320 có thể được tăng thông qua RST.

Fig.12 là sơ đồ tiến trình điều khiển minh họa RST theo phương án của sáng chế.

Thứ nhất, thiết bị mã hóa 200 có thể xác định tập biến đổi dựa trên mối quan hệ ánh xạ theo chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu (S1200).

Bộ biến đổi 232 có thể suy ra hệ số biến đổi bằng cách thực hiện RST dựa trên bất kỳ trong số các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi (S1210).

Ở phương án này, hệ số biến đổi có thể là hệ số biến đổi được điều chỉnh sinh ra từ phép biến đổi sơ cấp và sau đó phép biến đổi thứ cấp, và hai ma trận nhân biến đổi có thể được bao gồm trong mỗi tập biến đổi.

Khi RST được thực hiện, thì thông tin về RST có thể được mã hóa bằng bộ mã hóa entropy 240.

Bộ mã hóa entropy 240 có thể suy ra giá trị của phần tử cú pháp của chỉ số biến đổi chỉ báo bất kỳ trong số các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi (S1220).

Phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi theo phương án này có thể chỉ báo việc liệu RST (ngược) được áp dụng và bất kỳ trong số các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi. Khi tập biến đổi bao gồm hai ma trận nhân biến đổi, thì phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể có ba giá trị.

Theo phương án, giá trị của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể được suy ra như 0 chỉ báo rằng RST (ngược) không được áp dụng cho khối mục tiêu, như 1 chỉ báo rằng ma trận nhân biến đổi thứ nhất của các ma trận nhân biến đổi, hoặc như 2 chỉ báo rằng ma trận nhân biến đổi thứ hai của các ma trận nhân biến đổi.

Bộ mã hóa entropy 240 có thể nhị phân hóa giá trị được suy ra của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi (S1230).

Bộ mã hóa entropy 240 có thể nhị phân hóa ba giá trị của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi thành 0, 10, và 11 theo việc lập mã đơn phân được cắt cụt. Tức là, giá trị của phần tử cú pháp là 0 có thể được nhị phân hóa thành '0', giá trị của phần tử cú pháp là 1 có thể được nhị phân hóa thành '10', và giá trị của phần tử cú pháp là 2 có thể được nhị phân hóa thành '11', và bộ mã hóa entropy 240 có thể nhị phân hóa phần tử cú pháp được suy ra cho chỉ số biến đổi thành một trong số '0', '10, và '11'.

Bộ mã hóa entropy 240 có thể suy ra thông tin ngữ cảnh, tức là, mô hình ngữ cảnh, về chuỗi cột điểm ảnh của chỉ số biến đổi (S1240) và có thể mã hóa các cột điểm ảnh của chuỗi cột điểm ảnh của phần tử cú pháp dựa trên thông tin ngữ cảnh (S1250).

Theo phương án này, các mảnh thông tin ngữ cảnh khác nhau có thể được áp dụng lần lượt cho hai cột điểm ảnh của chỉ số biến đổi. Tức là, tất cả trong số hai cột điểm ảnh của chỉ số biến đổi có thể được mã hóa bằng phương pháp ngữ cảnh chứ không phải phương pháp vòng, trong đó cột điểm ảnh thứ nhất của các cột điểm ảnh của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể được giải mã dựa trên thông tin ngữ cảnh thứ nhất, và cột điểm ảnh thứ hai của phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể được giải mã dựa trên thông tin ngữ cảnh thứ hai.

Chuỗi cột điểm ảnh được mã hóa của phần tử cú pháp có thể được xuất ra như luồng bit đến thiết bị giải mã 300 hoặc ra bên ngoài.

Theo các phương án nêu trên, thì các phương pháp được giải thích dựa trên các lưu đồ bằng hàng loạt các bước hoặc các khối, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở thứ tự đó của các bước, và bước nhất định có thể được thực hiện với thứ tự khác so với thứ tự được mô tả trên đây, hoặc xuất hiện đồng thời với bước khác. Ngoài ra,

người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực có thể hiểu rằng các bước được thể hiện trên lưu đồ là không có tính loại trừ, và rằng bước khác là có thể được kết hợp hoặc một hoặc nhiều bước của lưu đồ là có thể được loại bỏ mà không ảnh hưởng đến phạm vi của sáng chế.

Các phương pháp nêu trên theo sáng chế là có thể được thực hiện dưới dạng dạng phần mềm, và thiết bị mã hoá và/hoặc thiết bị giải mã theo sáng chế là có thể được bao gồm trong thiết bị xử lý hình ảnh, chẳng hạn TV (TeleVision - ti vi), máy tính, điện thoại thông minh, hộp thu tín hiệu truyền hình, thiết bị hiển thị hoặc tương tự.

Khi các phương án theo sáng chế được thực hiện bằng phần mềm, thì các phương pháp nêu trên có thể được thực hiện dưới dạng các mô đun (các tiến trình, các chức năng hoặc tương tự) để thực hiện các chức năng được mô tả trên đây. Các mô đun này có thể được lưu giữ trong bộ nhớ và có thể được thực thi bởi bộ xử lý. Bộ nhớ có thể ở bên trong hoặc bên ngoài của bộ xử lý và có thể được kết nối tới bộ xử lý theo các cách thức đã biết. Bộ xử lý này có thể bao gồm mạch tích hợp chuyên dụng (Application-Specific Integrated Circuit, ASIC), con chip khác, mạch logic, và/hoặc thiết bị xử lý dữ liệu. Bộ nhớ này có thể bao gồm bộ nhớ chỉ đọc (Read-Only Memory, ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), bộ nhớ tốc độ nhanh (flash), thẻ nhớ, phương tiện lưu trữ, và/hoặc thiết bị lưu trữ khác. Nghĩa là, các phương án thực hiện được mô tả trong phần bộc lộ này có thể được áp dụng và thực hiện trên bộ xử lý, bộ vi xử lý, bộ điều khiển hoặc con chip. Ví dụ, các đơn vị chức năng được thể hiện trên mỗi hình vẽ là có thể được áp dụng và thực hiện trên máy tính, bộ xử lý, bộ vi xử lý, bộ điều khiển hoặc con chip.

Ngoài ra, thiết bị giải mã và thiết bị mã hoá mà sáng chế được áp dụng vào đó là có thể được bao gồm trong bộ thu phát quảng bá đa phương tiện, thiết bị đầu cuối truyền thông di động, thiết bị video rạp chiếu phim gia đình, thiết bị video rạp chiếu phim kỹ thuật số, camera giám sát, thiết bị chat video, thiết bị truyền thông thời gian thực như truyền thông video, thiết bị tạo luồng (streaming) di động, phương tiện lưu trữ, máy ghi hình cầm tay, thiết bị cung cấp dịch vụ video theo yêu cầu (Video on Demand, VoD), thiết bị video của dịch vụ cung cấp nội dung trên nền mạng viễn

thông (Over The Top, OTT), thiết bị cung cấp dịch vụ tạo luồng Internet, thiết bị video ba chiều (Three Dimensional, 3D), thiết bị điện thoại video, và thiết bị video y tế, và có thể được dùng để xử lý tín hiệu video hoặc tín hiệu dữ liệu. Ví dụ, thiết bị video của dịch vụ cung cấp nội dung trên nền mạng viễn thông (Over The Top, OTT) có thể bao gồm máy chơi game chuyên dụng, máy chơi đĩa Blu-ray, tivi truy cập Internet, hệ thống rạp hát gia đình, điện thoại thông minh, máy tính bảng, đầu ghi video kỹ thuật số (Digital Video Recorder, DVR), và dạng tương tự.

Thêm vào đó, phương pháp xử lý mà phần bộc lộ này được áp dụng vào đó là có thể được tạo ra dưới dạng chương trình được thực thi bởi máy tính, và được lưu giữ trên phương tiện ghi đọc được bằng máy tính. Dữ liệu đa phương tiện mà có cấu trúc dữ liệu theo sáng chế thì cũng có thể được lưu trữ trên phương tiện ghi đọc được bằng máy tính. Phương tiện ghi đọc được bằng máy tính này bao gồm tất cả các loại thiết bị lưu trữ và các thiết bị lưu trữ phân tán mà dữ liệu đọc được bằng máy tính được lưu giữ trong đó. Phương tiện ghi đọc được bằng máy tính này có thể bao gồm, ví dụ, đĩa Blu-ray (Blu-ray Disc, BD), thiết bị bus nối tiếp vạn năng (Universal Serial Bus, USB), ROM, PROM, EPROM, EEPROM, RAM, đĩa CD-ROM, băng từ, đĩa mềm, và thiết bị lưu trữ dữ liệu quang học. Ngoài ra, phương tiện ghi đọc được bằng máy tính này bao gồm các phương tiện được thực hiện dưới dạng sóng mang (ví dụ, truyền qua mạng Internet). Ngoài ra, luồng bit được tạo ra bởi phương pháp mã hóa này là có thể được lưu giữ trên phương tiện ghi đọc được bằng máy tính hoặc được truyền qua mạng truyền thông dùng dây hoặc không dây. Ngoài ra, các phương án theo sáng chế là có thể được thực hiện dưới dạng sản phẩm chương trình máy tính bằng các mã chương trình, và các mã chương trình này có thể được thực thi trên máy tính bởi các phương án theo sáng chế. Các mã chương trình này có thể được lưu giữ trên bộ mang đọc được bằng máy tính.

Fig.13 là hình vẽ minh họa cấu trúc của hệ thống tạo luồng nội dung mà sáng chế được áp dụng với.

Ngoài ra, hệ thống tạo luồng nội dung mà sáng chế được áp dụng vào đó là có thể về quy mô lớn bao gồm máy chủ mã hoá, máy chủ tạo luồng, máy chủ web, bộ lưu trữ phương tiện, thiết bị người dùng, và thiết bị đầu vào đa phương tiện.

Máy chủ mã hóa có chức năng nén thành các dữ liệu kỹ thuật số, các nội dung được nhập vào từ các thiết bị đầu vào đa phương tiện, chẳng hạn điện thoại thông minh, camera, máy ghi hình cầm tay, và dạng tương tự, để sinh ra luồng bit, và truyền nó đến máy chủ tạo luồng. Như là một ví dụ khác, trong trường hợp mà thiết bị đầu vào đa phương tiện, chẳng hạn điện thoại thông minh, camera, máy ghi hình cầm tay, hoặc dạng tương tự, trực tiếp tạo ra luồng bit, thì máy chủ mã hóa có thể được bỏ qua. Luồng bit này có thể được tạo ra bằng phương pháp mã hoá hoặc phương pháp tạo luồng bit mà sáng chế được áp dụng vào đó. Và máy chủ tạo luồng có thể tạm thời lưu giữ luồng bit này trong quá trình truyền hoặc nhận luồng bit này.

Máy chủ tạo luồng truyền dữ liệu đa phương tiện đến thiết bị người dùng dựa trên cơ sở của yêu cầu của người dùng thông qua máy chủ web, có chức năng như trang thiết bị để báo cho người dùng biết có dịch vụ gì. Khi người dùng yêu cầu dịch vụ mà mình cần, thì máy chủ web truyền yêu cầu đó đến máy chủ tạo luồng, và máy chủ tạo luồng truyền dữ liệu đa phương tiện đến người dùng. Về mặt này, thì hệ thống tạo luồng nội dung có thể chứa máy chủ điều khiển riêng biệt, và trong trường hợp này, thì máy chủ điều khiển này có chức năng điều khiển các lệnh/các phản hồi giữa các thiết bị tương ứng trong hệ thống tạo luồng nội dung này.

Máy chủ tạo luồng có thể nhận các nội dung từ bộ lưu trữ phương tiện và/hoặc máy chủ mã hóa. Ví dụ, trong trường hợp các nội dung này được nhận từ máy chủ mã hóa, thì các nội dung này có thể nhận được trong thời gian thực. Trong trường hợp này, máy chủ tạo luồng có thể lưu giữ luồng bit này trong một khoảng thời gian định trước để cung cấp dịch vụ tạo luồng một cách trơn tru.

Ví dụ, thiết bị người dùng có thể bao gồm điện thoại di động, điện thoại thông minh, laptop (máy tính xách tay), thiết bị đầu cuối truyền quảng bá kỹ thuật số, máy trợ lý cá nhân kỹ thuật số (Personal Digital Assistant, PDA), máy chơi đa phương tiện di động (Portable multimedia player, PMP), thiết bị dẫn đường, máy tính bảng lai laptop, máy tính bảng, máy tính xách tay siêu mỏng nhẹ, thiết bị đeo được (ví dụ, thiết bị đầu cuối kiểu đồng hồ (đồng hồ thông minh), thiết bị đầu cuối kiểu kính mắt (kính thông minh), thiết bị hiển thị gắn trên đầu (Head Mounted Display, HMD)), tivi kỹ thuật số, máy tính để bàn, biển chỉ dẫn kỹ thuật số, hoặc dạng tương tự. Mỗi

máy chủ trong số các máy chủ trong hệ thống tạo luồng nội dung này có thể được vận hành dưới dạng máy chủ phân tán, và trong trường hợp này, thì dữ liệu mà mỗi máy chủ nhận được là có thể được xử lý theo cách phân tán.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp giải mã ảnh được thực hiện bởi thiết bị giải mã, phương pháp bao gồm các bước:

suy ra các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu từ luồng bit;

suy ra các hệ số biến đổi thông qua việc giải lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu;

suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên phép biến đổi thứ cấp ngược cho các hệ số biến đổi;

suy ra các mẫu dư cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp ngược cho các hệ số biến đổi được điều chỉnh; và

tạo ra hình ảnh được dựng lại dựa trên các mẫu dư cho khối mục tiêu,

trong đó phép biến đổi thứ cấp ngược được thực hiện dựa trên ma trận nhân biến đổi,

trong đó ma trận nhân biến đổi thu được dựa trên hệ số biến đổi và tập biến đổi,

trong đó hệ số biến đổi biểu diễn ít nhất một trong số thông tin chỉ số thứ nhất, thông tin chỉ số thứ hai, và thông tin chỉ số thứ ba, thông tin chỉ số thứ nhất chỉ báo phép biến đổi thứ cấp ngược không được áp dụng cho khối mục tiêu, thông tin chỉ số thứ hai chỉ báo ma trận nhân biến đổi thứ nhất như ma trận nhân biến đổi cho phép biến đổi thứ cấp ngược, và thông tin chỉ số thứ ba chỉ báo ma trận nhân biến đổi thứ hai như ma trận nhân biến đổi cho phép biến đổi thứ cấp ngược,

trong đó tập biến đổi được xác định dựa trên chế độ nội dự đoán của khối mục tiêu,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là bằng 0 hoặc 1, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ nhất,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 2 và nhỏ hơn hoặc bằng 12, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ hai,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 13 và nhỏ hơn hoặc bằng 23, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ ba,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 24 và nhỏ hơn hoặc bằng 44, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ tư,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 45 và nhỏ hơn hoặc bằng 55, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ ba, và

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 56, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ hai.

2. Phương pháp mã hóa ảnh được thực hiện bởi thiết bị mã hóa ảnh, phương pháp bao gồm các bước:

suy ra các mẫu dự đoán dựa trên chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu;

suy ra các mẫu dư cho khối mục tiêu dựa trên các mẫu dự đoán;

suy ra các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp cho các mẫu dư;

suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên phép biến đổi thứ cấp rút gọn của các hệ số biến đổi;

suy ra các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bằng cách thực hiện việc lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi được điều chỉnh; và

xác định tập biến đổi và ma trận nhân biến đổi; và

tạo ra hệ số biến đổi mà biểu diễn ít nhất một trong số thông tin chỉ số thứ nhất, thông tin chỉ số thứ hai, và thông tin chỉ số thứ ba, thông tin chỉ số thứ nhất chỉ báo phép biến đổi thứ cấp ngược không được áp dụng cho khối mục tiêu, thông tin chỉ số thứ hai chỉ báo ma trận nhân biến đổi thứ nhất như ma trận nhân biến đổi cho phép biến đổi thứ cấp ngược, và thông tin chỉ số thứ ba chỉ báo ma trận nhân biến đổi thứ hai như ma trận nhân biến đổi cho phép biến đổi thứ cấp ngược,

trong đó tập biến đổi được xác định dựa trên chế độ nội dự đoán của khối mục tiêu,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là bằng 0 hoặc 1, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ nhất,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 2 và nhỏ hơn hoặc bằng 12, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ hai,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 13 và nhỏ hơn hoặc bằng 23, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ ba,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 24 và nhỏ hơn hoặc bằng 44, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ tư,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 45 và nhỏ hơn hoặc bằng 55, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ ba, và

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 56, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ hai.

3. Phương tiện lưu trữ phi chuyển tiếp đọc được bởi máy tính lưu trữ thông tin được mã hóa được tạo ra bởi phương pháp mã hóa, phương pháp bao gồm các bước:

suy ra các mẫu dự đoán dựa trên chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối mục tiêu;

suy ra các mẫu dư cho khối mục tiêu dựa trên các mẫu dự đoán;

suy ra các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp cho các mẫu dư;

suy ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên phép biến đổi thứ cấp rút gọn của các hệ số biến đổi;

suy ra các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bằng cách thực hiện việc lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi được điều chỉnh; và

xác định tập biến đổi và ma trận nhân biến đổi; và

tạo ra hệ số biến đổi mà biểu diễn ít nhất một trong số thông tin chỉ số thứ nhất, thông tin chỉ số thứ hai, và thông tin chỉ số thứ ba, thông tin chỉ số thứ nhất chỉ báo phép biến đổi thứ cấp ngược không được áp dụng cho khối mục tiêu, thông tin chỉ số

thứ hai chỉ báo ma trận nhân biến đổi thứ nhất như ma trận nhân biến đổi cho phép biến đổi thứ cấp ngược, và thông tin chỉ số thứ ba chỉ báo ma trận nhân biến đổi thứ hai như ma trận nhân biến đổi cho phép biến đổi thứ cấp ngược,

trong đó tập biến đổi được xác định dựa trên chế độ nội dự đoán của khối mục tiêu,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là bằng 0 hoặc 1, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ nhất,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 2 và nhỏ hơn hoặc bằng 12, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ hai,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 13 và nhỏ hơn hoặc bằng 23, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ ba,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 24 và nhỏ hơn hoặc bằng 44, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ tư,

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 45 và nhỏ hơn hoặc bằng 55, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ ba, và

trong đó tập biến đổi được xác định, dựa trên việc chế độ nội dự đoán là lớn hơn hoặc bằng 56, như giá trị chỉ số tập biến đổi thứ hai.

FIG. 1

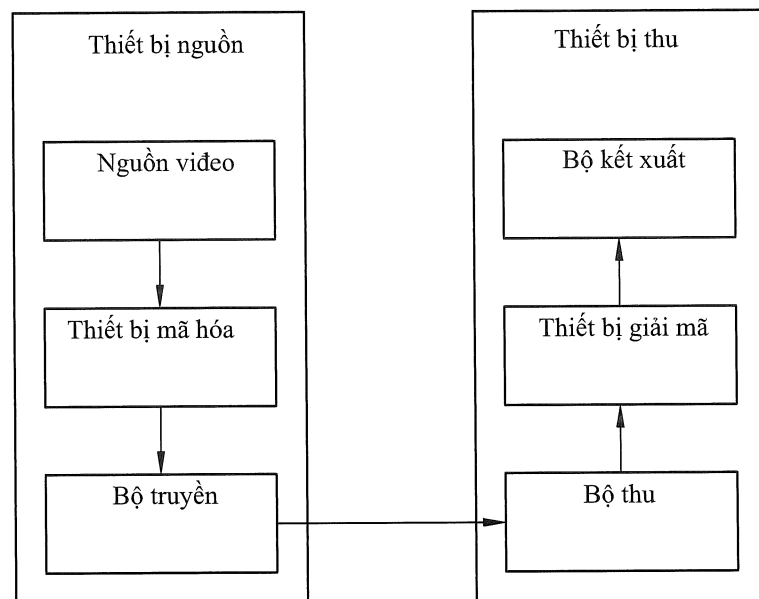


FIG. 2

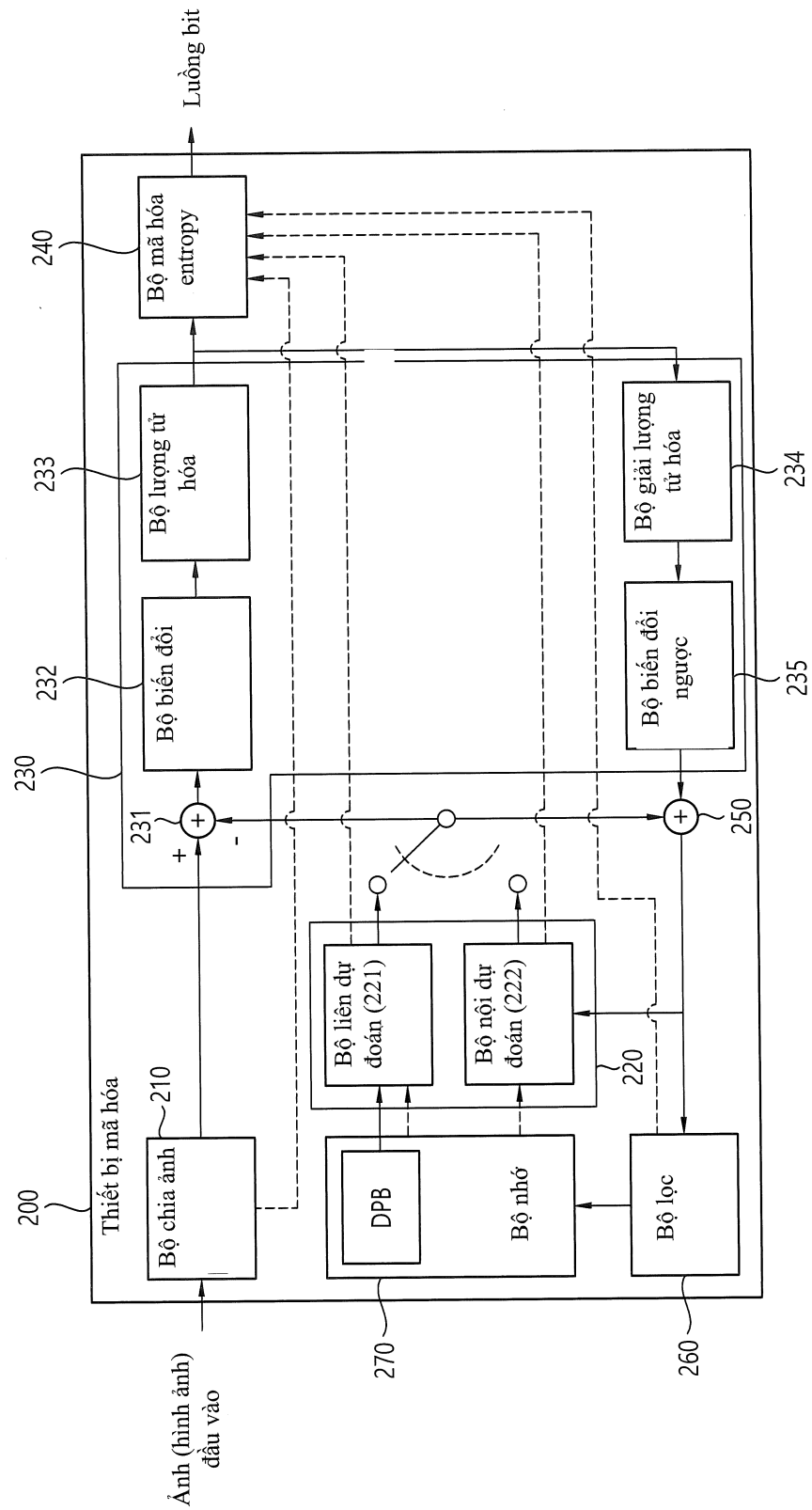


FIG. 3

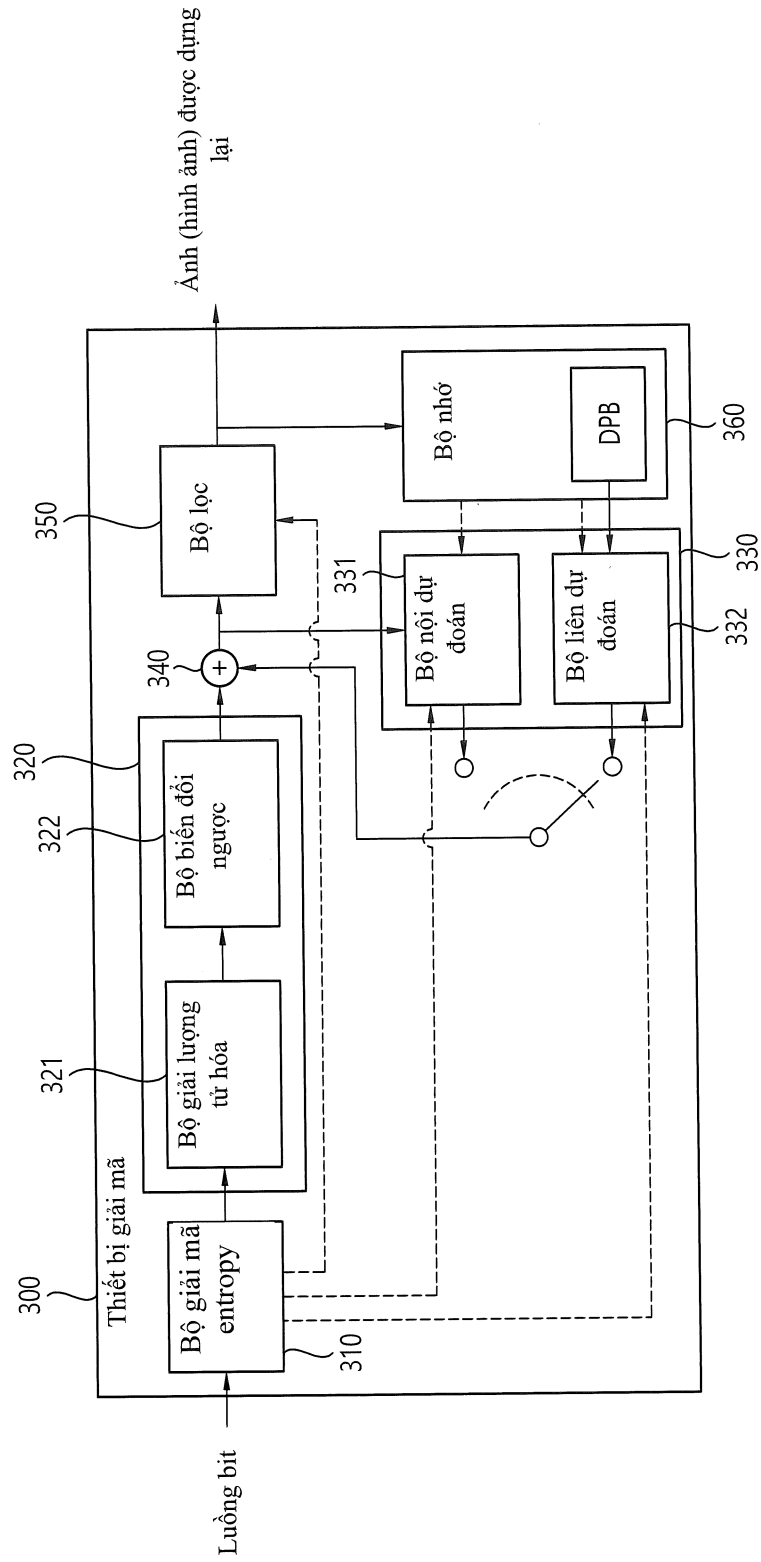


FIG. 4

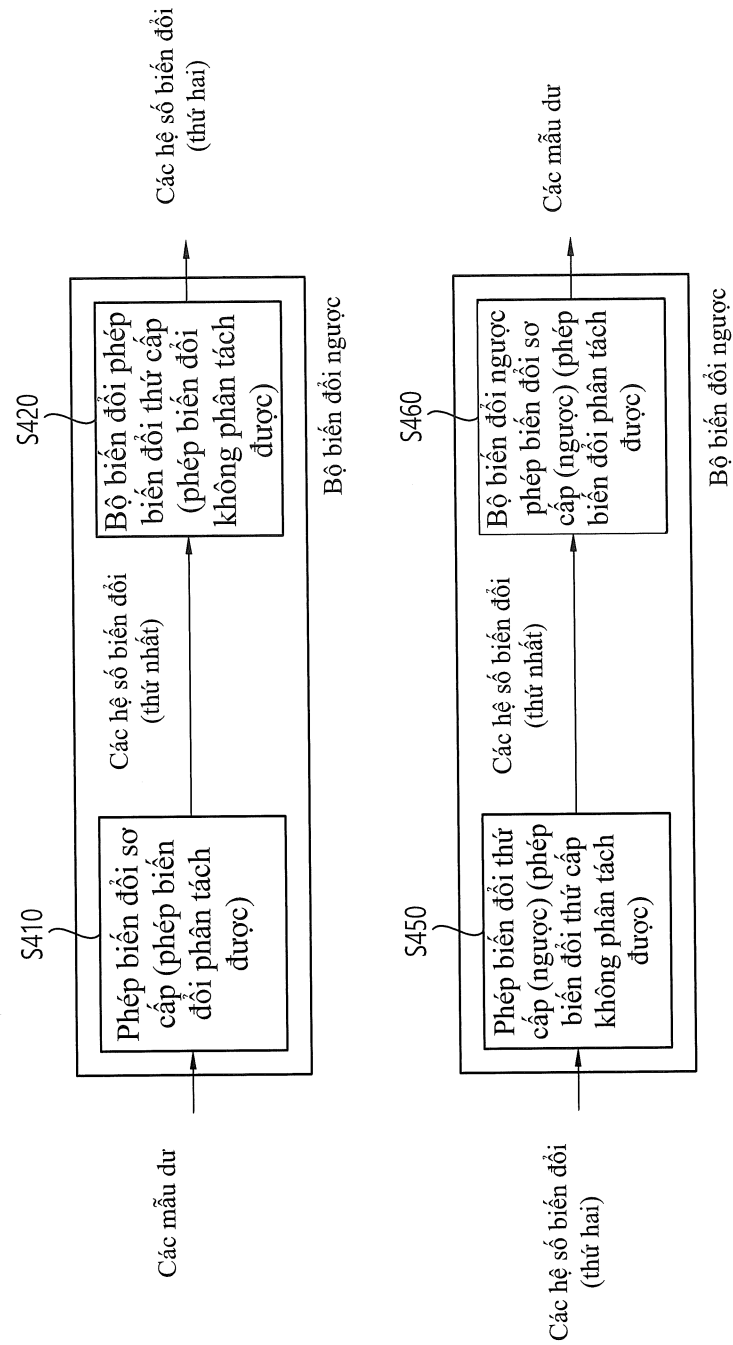


FIG. 5

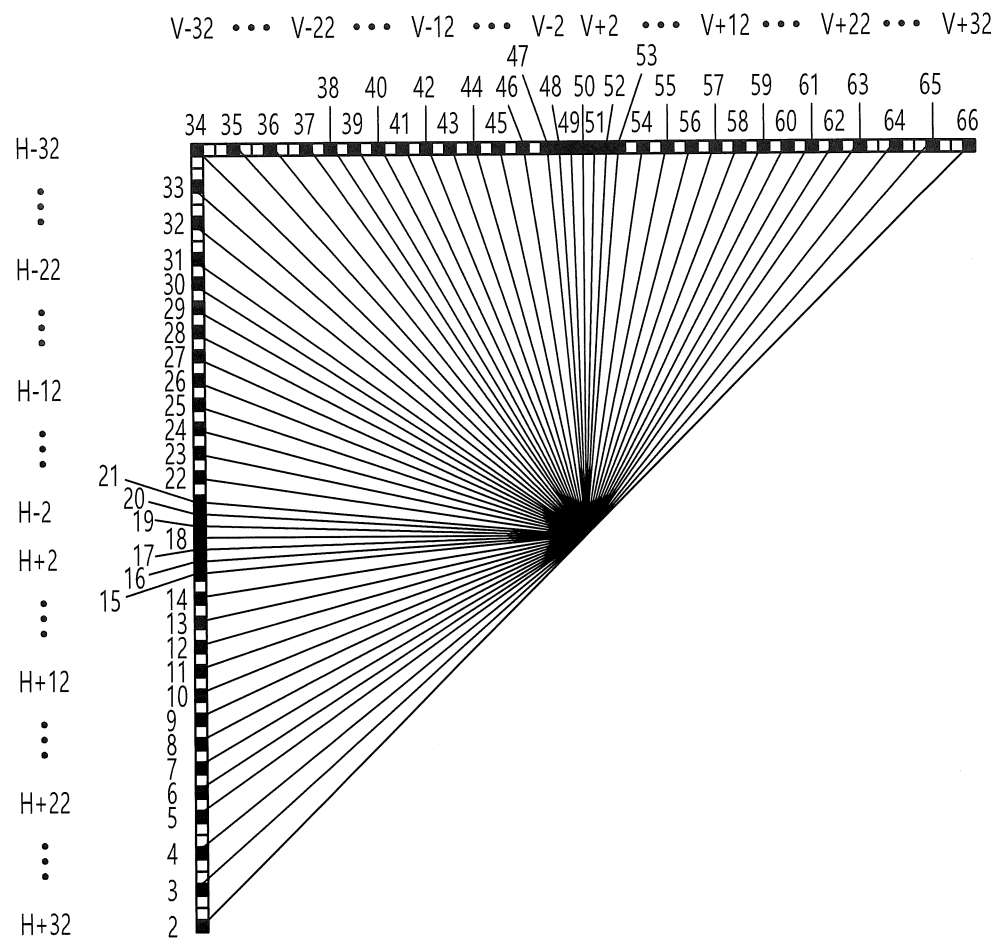


FIG. 6

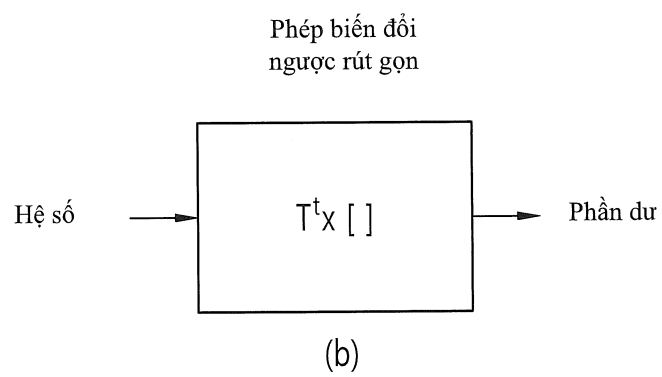
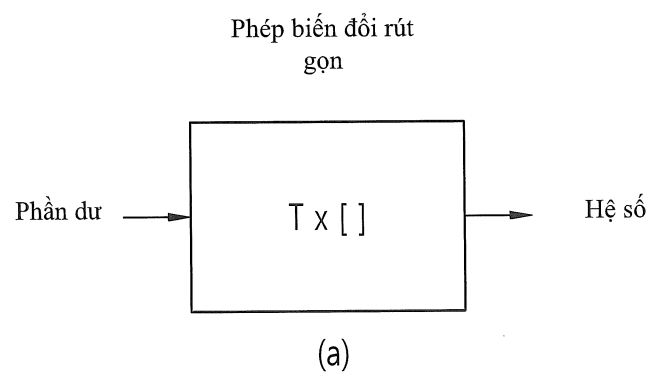


FIG. 7

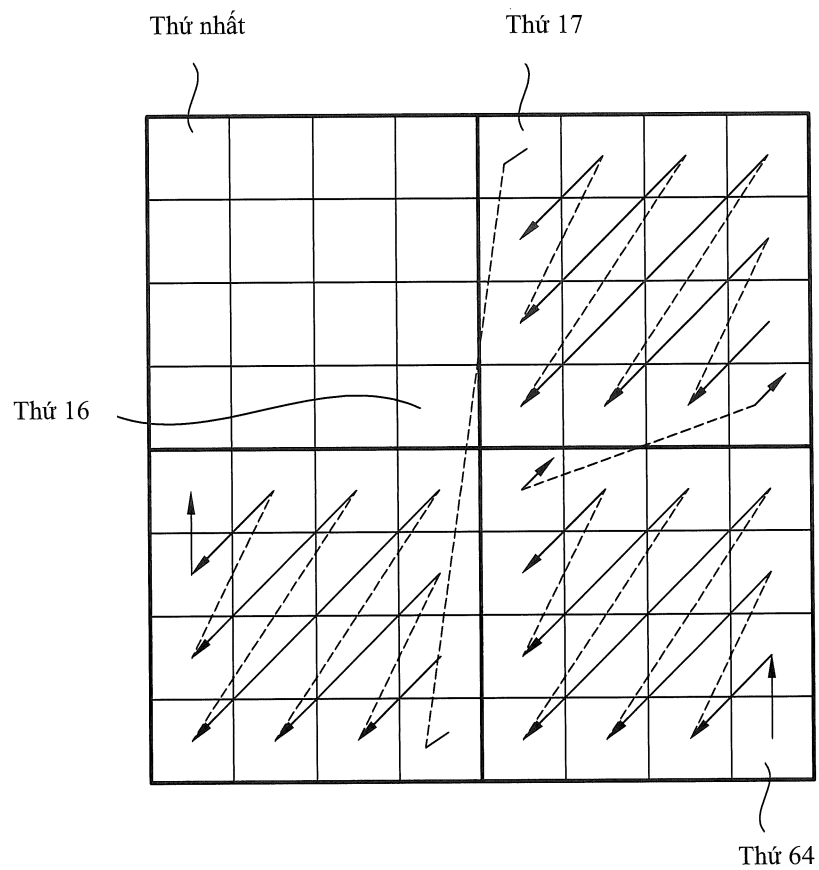


FIG. 8

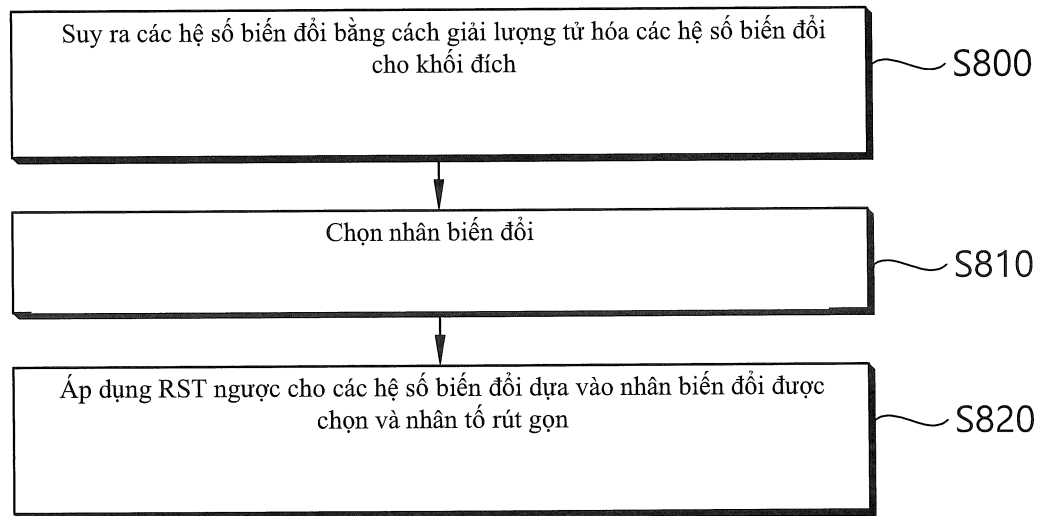


FIG. 9

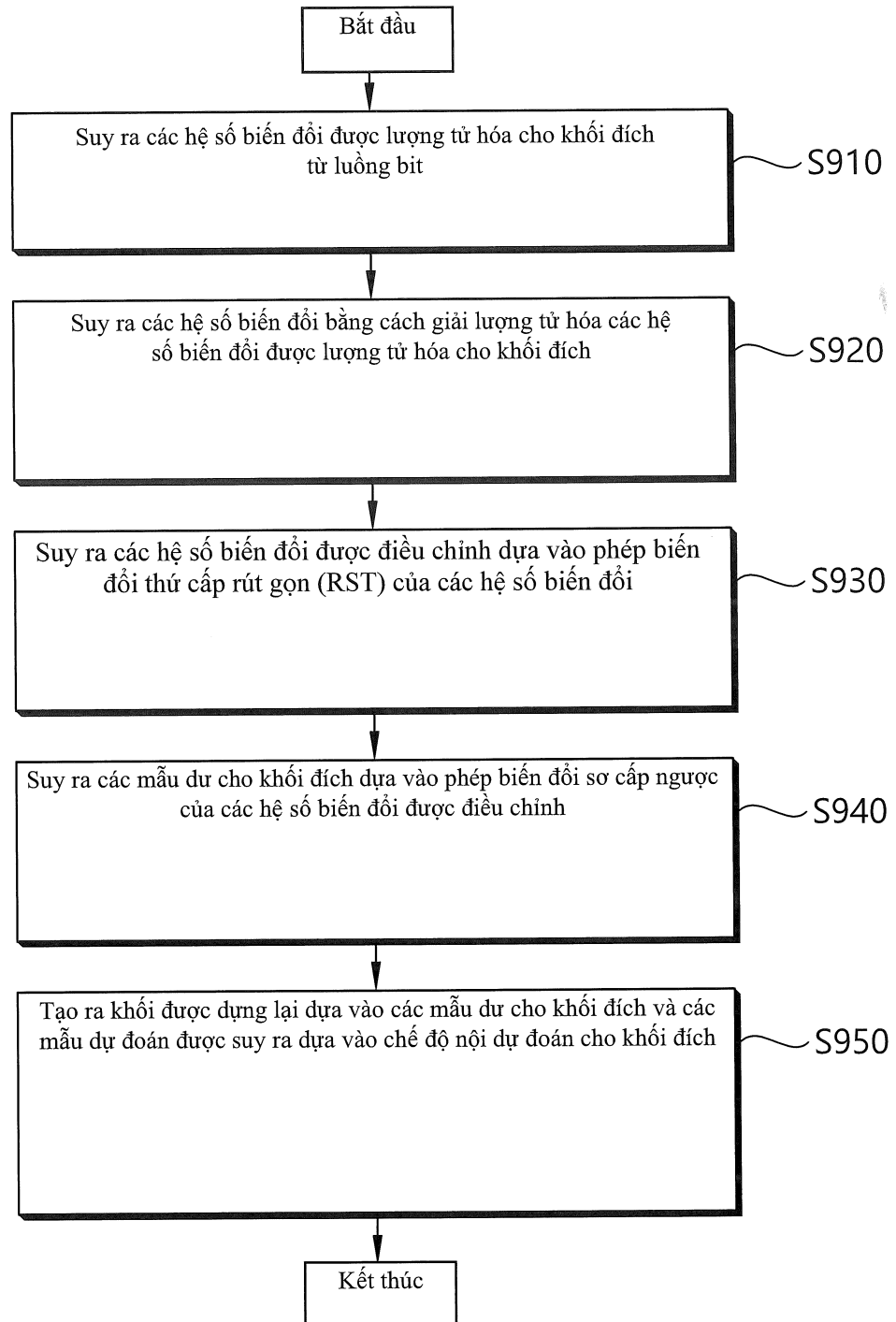


FIG. 10

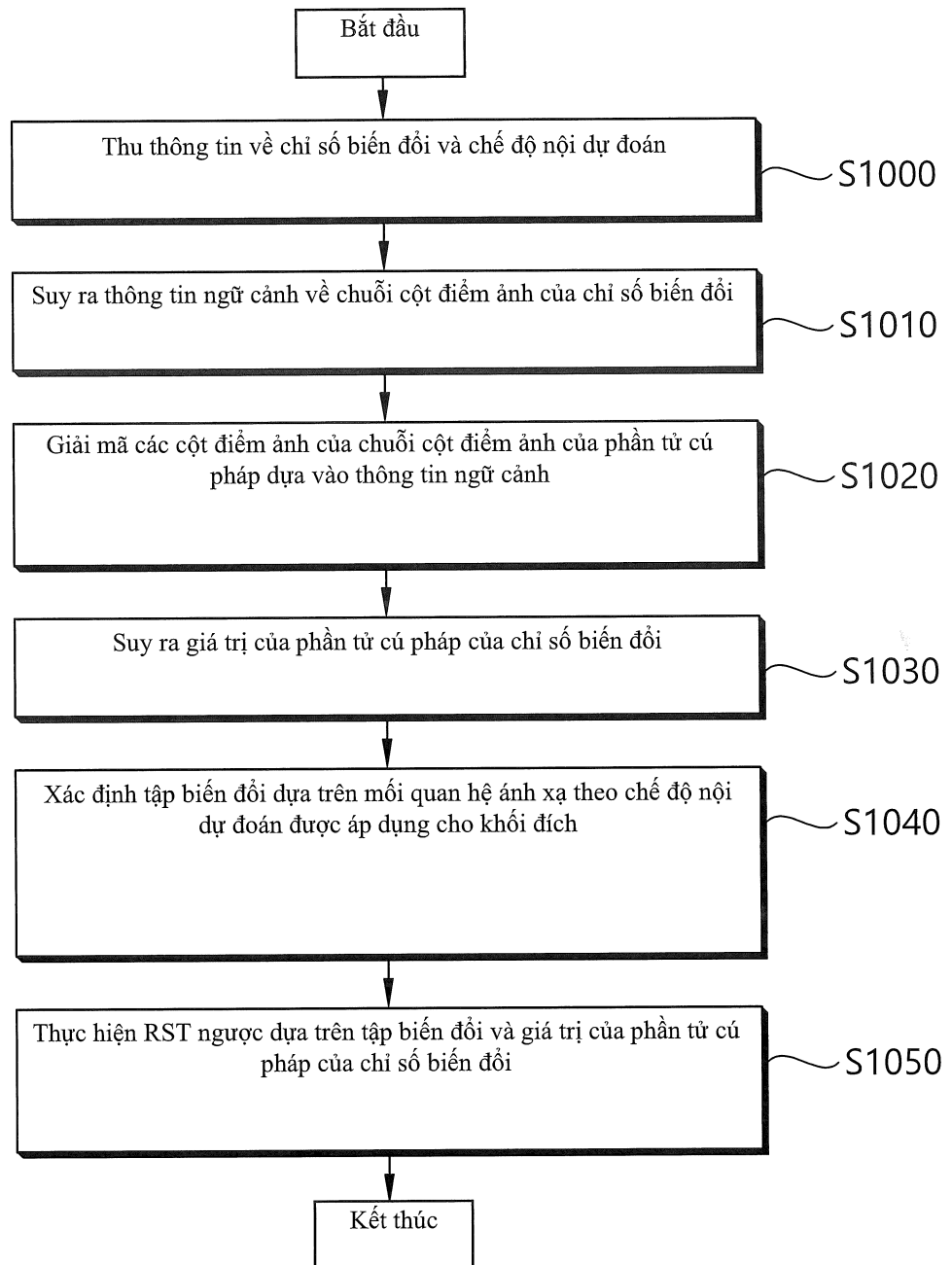


FIG. 11

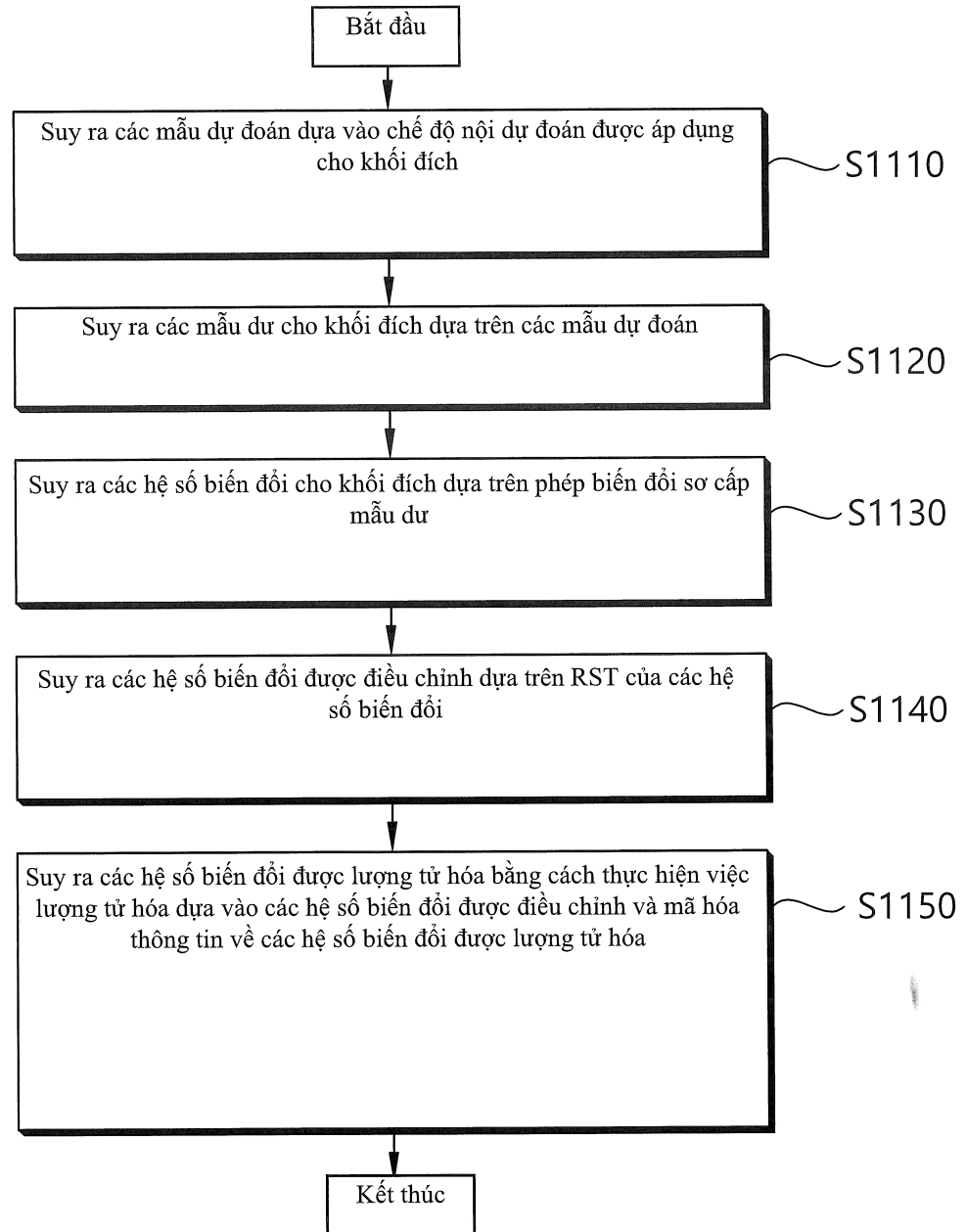


FIG. 12

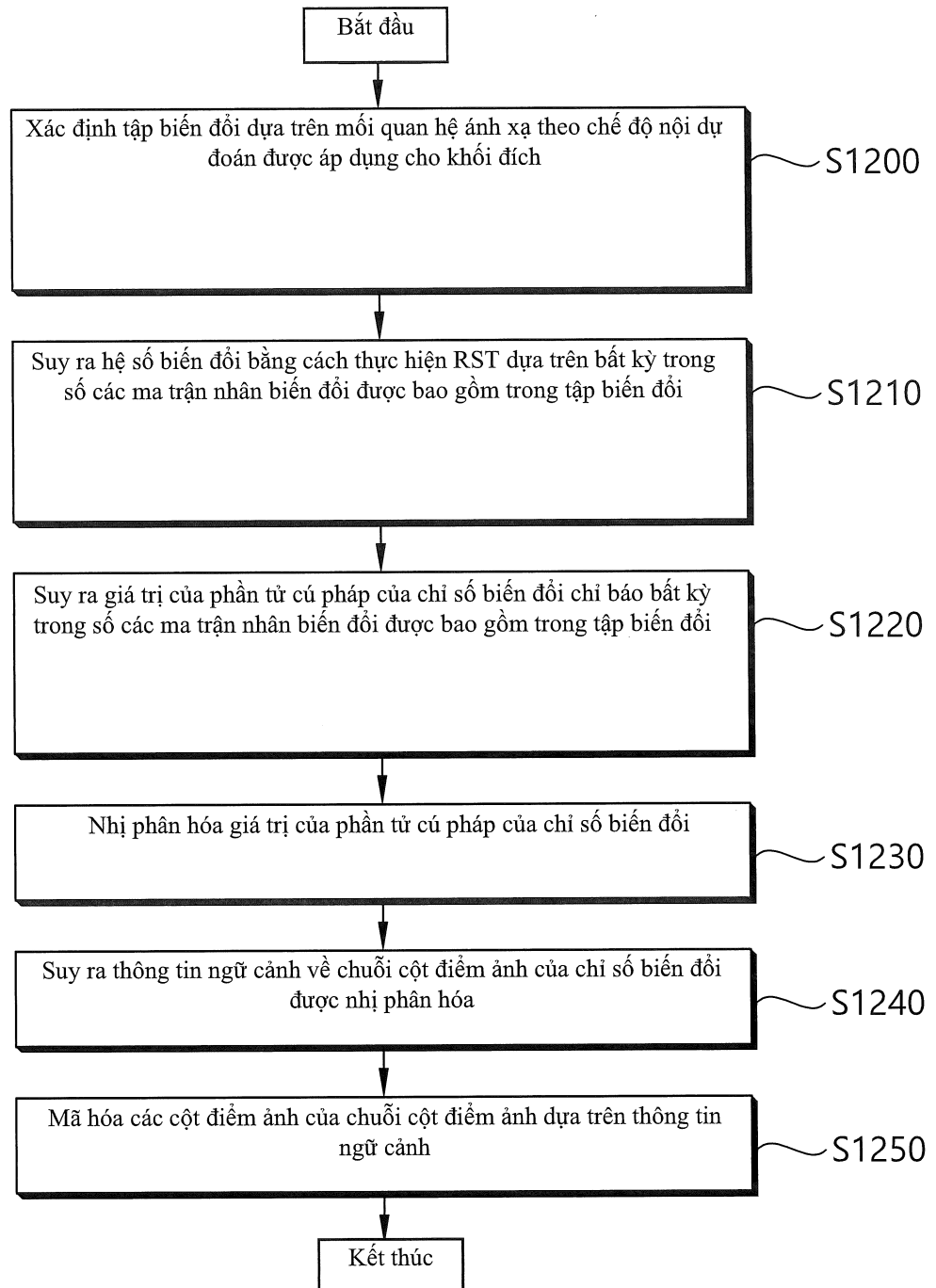


FIG. 13

