



(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)



1-0052096

(51)^{2021.01} H04N 19/60; H04N 19/132; H04N
19/18; H04N 19/96; H04N 19/70; H04N
19/122; H04N 19/186

(13) B

(21) 1-2022-03220

(22) 02/11/2020

(86) PCT/KR2020/015143 02/11/2020

(87) WO2021/086151 06/05/2021

(30) 62/929,765 01/11/2019 US

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/07/2022 412A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

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

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

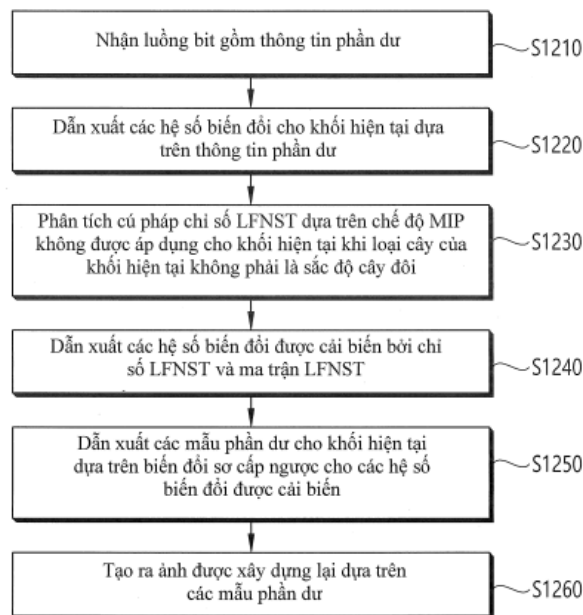
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ HÌNH ẢNH, PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA HÌNH ẢNH,
PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ KỸ THUẬT SỐ ĐƯỢC ĐỌC BỞI MÁY TÍNH VÀ
PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN DỮ LIỆU CHO THÔNG TIN HÌNH ẢNH

(21) 1-2022-03220

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp giải mã hình ảnh, phương pháp mã hóa hình ảnh, phương tiện lưu trữ kỹ thuật số đọc được bởi máy tính và phương pháp truyền dữ liệu cho thông tin hình ảnh. Phương pháp giải mã hình ảnh theo sáng chế bao gồm các bước: dẫn xuất các mẫu phần dư đối với khối mục tiêu trên cơ sở biến đổi sơ cấp ngược đối với các hệ số biến đổi được cải biến; và trên cơ sở các mẫu phần dư, tạo ra ảnh được xây dựng lại, trong đó bước dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến có thể bao gồm các bước: phân tích cú pháp chỉ số biến đổi không thể phân tách tần số thấp (low-frequency non-separable transform, LFNST) trên cơ sở loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ dự đoán nội dựa trên ma trận (matrix-based intra prediction, MIP) không thể áp dụng cho khối hiện tại; và dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến trên cơ sở chỉ số LFNST và ma trận LFNST.

FIG. 12



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kỹ thuật lập mã hình ảnh và, cụ thể hơn là, đến phương pháp và thiết bị để lập mã hình ảnh dựa trên việc biến đổi trong hệ thống lập mã hình ảnh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ngày nay, nhu cầu về các hình ảnh/các video chất lượng cao và độ phân giải cao chẳng hạn như các hình ảnh/các video 4K, 8K hoặc độ phân giải cực cao (ultra high definition, UHD) khác đang gia tăng trong các lĩnh vực khác nhau. Do dữ liệu hình ảnh/video trở nên có độ phân giải cao hơn và chất lượng cao hơn, lượng thông tin hoặc lượng bit được truyền tăng khi so sánh với dữ liệu hình ảnh thông thường. Do đó, khi dữ liệu hình ảnh được truyền sử dụng phương tiện như là đường băng rộng có dây/không dây thông thường hoặc dữ liệu hình ảnh/video được lưu trữ sử dụng phương tiện lưu trữ sẵn có, chi phí truyền và chi phí lưu trữ của chúng tăng.

Ngoài ra, ngày nay, sự quan tâm và nhu cầu về phương tiện nhập vai chẳng hạn như nội dung thực tế ảo (virtual reality, VR), thực tế nhân tạo (artificial reality, AR) hoặc ảnh ba chiều, hoặc tương tự đang tăng, và việc phát rộng cho các hình ảnh/các video có các đặc tính hình ảnh khác với của các hình ảnh thực, chẳng hạn như hình ảnh trò chơi đang tăng.

Theo đó, có đòi hỏi về kỹ thuật nén hình ảnh/video hiệu quả cao để nén và truyền hoặc lưu trữ, và tái tạo một cách hiệu quả thông tin của các hình ảnh/các video chất lượng cao và độ phân giải cao có các đặc tính khác nhau như được mô tả ở trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một khía cạnh kỹ thuật của sáng chế là nhằm đề xuất phương pháp và thiết bị để tăng hiệu quả lập mã hình ảnh.

Khía cạnh kỹ thuật khác của sáng chế là để đề xuất phương pháp và thiết bị để làm tăng hiệu quả trong việc lập mã chỉ số biến đổi không thể phân tách tần số thấp (low-frequency non-separable transform, LFNST).

Khía cạnh kỹ thuật khác nữa của sáng chế là để đề xuất phương pháp và thiết bị để làm tăng hiệu quả của việc biến đổi thứ hai cho khối sắc độ cây đôi thông qua việc lập mã của chỉ số LFNST.

Theo một phương án của sáng chế, có đề xuất phương pháp giải mã hình ảnh được thực hiện bởi thiết bị giải mã. Phương pháp có thể bao gồm: dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối mục tiêu dựa trên biến đổi sơ cấp ngược cho các hệ số biến đổi được cải biến; và tạo ra ảnh được xây dựng lại dựa trên các mẫu phần dư, trong đó việc dẫn xuất của các hệ số biến đổi được cải biến bao gồm: phân tích cú pháp chỉ số LFNST dựa trên loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ dự đoán nội dựa trên ma trận (matrix-based intra prediction, MIP) không được áp dụng cho khối hiện tại; và dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến dựa trên chỉ số LFNST và ma trận LFNST.

Chỉ số LFNST được phân tích cú pháp dựa trên loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi.

Khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp bất kể liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không.

Khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp bất kể liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có là 16 hoặc lớn hơn hay không.

Khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP được áp dụng cho khối hiện tại, chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp dựa trên độ rộng

được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại là 16 hoặc lớn hơn.

Độ rộng được áp dụng LFNST có thể được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại được chia bởi số lượng các phân vùng con được phân chia khi khối hiện tại được phân chia dọc, và có thể được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại khi khối hiện tại không được phân chia, và khối hiện tại có thể là khối lập mã.

Độ cao được áp dụng LFNST có thể được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại được chia bởi số lượng các phân vùng con được phân chia khi khối hiện tại được phân chia ngang, và có thể được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại khi khối hiện tại không được phân chia, và khối hiện tại có thể là khối lập mã.

Theo một phương án của sáng chế, có đề xuất phương pháp mã hóa hình ảnh được thực hiện bởi thiết bị mã hóa. Phương pháp có thể bao gồm: dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến từ các hệ số biến đổi bằng việc áp dụng LFNST; và mã hóa thông tin phần dư được lượng tử hóa và chỉ số LFNST chỉ ra ma trận LFNST được áp dụng cho LFNST, trong đó chỉ số LFNST được mã hóa dựa trên loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP không được áp dụng cho khối hiện tại.

Theo một phương án khác nữa của sáng chế, có đề xuất phương tiện lưu trữ kỹ thuật số mà lưu trữ dữ liệu hình ảnh gồm thông tin hình ảnh được mã hóa và luồng bit được tạo ra theo phương pháp mã hóa hình ảnh được thực hiện bởi thiết bị mã hóa.

Theo một phương án khác nữa của sáng chế, có đề xuất phương tiện lưu trữ kỹ thuật số mà lưu trữ dữ liệu hình ảnh gồm thông tin hình ảnh được mã hóa và luồng bit để khiến thiết bị giải mã thực hiện phương pháp giải mã hình ảnh.

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

Theo sáng chế, có thể tăng hiệu quả trong việc lập mã chỉ số LFNST.

Theo sáng chế, có thể tăng hiệu quả của việc biến đổi thứ hai cho khối sắc độ cây đôi thông qua việc lập mã của chỉ số LFNST.

Các hiệu quả mà có thể thu nhận được thông qua các ví dụ cụ thể của sáng chế không bị giới hạn ở các hiệu quả được liệt kê ở trên. Ví dụ, có thể có các hiệu quả kỹ thuật khác nhau người có trình độ trung bình trong kỹ thuật liên quan có thể hiểu hoặc dẫn xuất từ sáng chế. Theo đó, các hiệu quả cụ thể của sáng chế không bị giới hạn ở các hiệu quả được mô tả rõ ràng trong sáng chế và có thể gồm các hiệu quả khác nhau mà có thể được hiểu hoặc được dẫn xuất từ các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa sơ lược cấu hình của thiết bị mã hóa video/hình ảnh mà cho nó sáng chế có thể được áp dụng.

Fig.2 là sơ đồ minh họa sơ lược cấu hình của thiết bị giải mã video/hình ảnh mà cho nó sáng chế có thể được áp dụng.

Fig.3 minh họa sơ lược kỹ thuật đa biến đổi theo một phương án của sáng chế.

Fig.4 thể hiện ví dụ các chế độ hướng nội của 65 chế độ dự đoán.

Fig.5 là sơ đồ minh họa RST theo một phương án của sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu đầu ra của việc biến đổi sơ cấp xuôi thành vectơ một chiều theo một ví dụ.

Fig.7 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu đầu ra của việc biến đổi thứ cấp xuôi thành khối hai chiều theo một ví dụ.

Fig.8 là sơ đồ minh họa hình dạng khối mà cho nó LFNST được áp dụng.

Fig.9 là sơ đồ minh họa việc sắp xếp của dữ liệu đầu ra của LFNST xuôi theo một ví dụ.

Fig.10 minh họa việc đặt bằng không trong khối mà cho nó LFNST 4 x 4 được áp dụng theo một ví dụ.

Fig.11 minh họa việc đặt bằng không trong khối mà cho nó LFNST 8 x 8 được áp dụng theo một ví dụ.

Fig.12 minh họa phương pháp giải mã hình ảnh theo một ví dụ.

Fig.13 minh họa phương pháp mã hóa hình ảnh theo một ví dụ.

Fig.14 minh họa sơ lược ví dụ của hệ thống lập mã video/hình ảnh mà cho nó sáng chế là có thể ứng dụng.

Fig.15 minh họa cấu trúc của hệ thống phát luồng nội dung mà cho nó sáng chế được áp dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong khi sáng chế có thể là khả dĩ với các cải biến khác nhau và bao gồm các phương án khác nhau, các phương án cụ thể của nó đã được thể hiện trong các hình vẽ làm ví dụ và sau đây sẽ được mô tả chi tiết. Tuy nhiên, điều này không nhằm giới hạn sáng chế ở các phương án cụ thể được bộc lộ ở đây. Thuật ngữ được sử dụng ở đây chỉ nhằm mục đích mô tả các phương án cụ thể, và không nhằm giới hạn bản chất kỹ thuật của sáng chế. Các dạng số ít có thể gồm các dạng số nhiều trừ khi ngữ cảnh được chỉ ra rõ ràng khác đi. Các từ ngữ như “gồm” và “có” được nhằm để chỉ ra rằng các dấu hiệu, các số lượng, các bước, các hoạt động, các phần tử, các thành phần, hoặc các tổ hợp của chúng, mà được sử dụng trong phần mô tả sau đây, là tồn tại, và do đó không nên hiểu rằng khả năng tồn tại hoặc bổ sung của một hoặc nhiều dấu hiệu, số lượng, bước, hoạt động, phần tử, thành phần khác, hoặc những tổ hợp của chúng, là bị loại trừ từ trước.

Trong khi đó, mỗi thành phần trên các hình vẽ được mô tả ở đây được minh họa một cách độc lập để thuận tiện cho việc mô tả cho các chức năng đặc tính khác nhau, và tuy nhiên, nó không có nghĩa là mỗi thành phần đạt được bằng phần cứng hoặc phần mềm tách biệt. Ví dụ, hai hoặc nhiều thành phần bất kỳ 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 trong đó các thành phần được kết hợp và/hoặc được chia sẽ thuộc về phạm vi của quyền sáng chế của sáng chế miễn là chúng không chệch khỏi bản chất của sáng chế.

Sau đây, các phương án ưu tiên của sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn trong khi tham chiếu tới các hình vẽ kèm theo. Ngoài ra, các ký hiệu chỉ dẫn giống nhau được sử dụng cho các bộ phận giống nhau trong các hình vẽ, và các phần mô tả lặp lại cho các bộ phận giống nhau sẽ được bỏ qua.

Sáng chế liên quan đến việc lập mã video/hình ảnh. Ví dụ, phương pháp/ví dụ được bộc lộ trong bản mô tả này có thể liên quan đến tiêu chuẩn lập mã video vạn năng (Versatile Video Coding, VVC) (ITU-T Rec. H.266), tiêu chuẩn lập mã video/hình ảnh thế hệ tiếp theo sau VVC, hoặc các tiêu chuẩn liên quan đến việc lập mã video khác (ví dụ, tiêu chuẩn lập mã video hiệu quả cao (High Efficiency Video Coding, HEVC) (ITU-T Rec. H.265), tiêu chuẩn lập mã video thiết yếu (essential video coding, EVC), tiêu chuẩn AVS2, v.v.).

Trong bản mô tả này, các phương án khác nhau liên quan đến việc lập mã video/hình ảnh có thể được đề xuất, và, trừ khi được nêu rõ khác đi, các phương án có thể được kết hợp với nhau và được thực hiện.

Trong bản mô tả này, video có thể nghĩa là tập các chuỗi hình ảnh theo thời gian. Thông thường ảnh có nghĩa là đơn vị biểu diễn hình ảnh ở khoảng thời gian cụ thể, và lát/phiến là đơn vị cấu thành một phần của ảnh. Lát/phiến có thể gồm một hoặc nhiều đơn vị cây lập mã (coding tree unit, CTU). Một ảnh có thể được cấu thành từ một hoặc nhiều lát/phiến. Một ảnh có thể được cấu thành từ một hoặc nhiều nhóm phiến. Một nhóm phiến có thể gồm một hoặc nhiều phiến.

Điểm ảnh (pixel) hoặc pel có thể có nghĩa là đơn vị nhỏ nhất cấu thành một ảnh (hoặc hình ảnh). Ngoài ra, ‘mẫu’ có thể được sử dụng như là thuật ngữ tương ứng với điểm ảnh. Mẫu có thể biểu diễn chung cho điểm ảnh hoặc giá trị của điểm ảnh, và có thể chỉ biểu diễn điểm ảnh/giá trị điểm ảnh của thành phần độ chói hoặc chỉ điểm ảnh/giá trị điểm ảnh của thành phần sắc độ. Mặt khác, mẫu có thể dùng để chỉ giá trị điểm ảnh trong miền không gian, hoặc khi giá trị điểm ảnh này được chuyển đổi thành miền tần số, nó có thể dùng để chỉ hệ số biến đổi trong miền tần số.

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

Trong bản mô tả này, thuật ngữ "/" và "," nên được hiểu là để chỉ ra "và/hoặc." Ví dụ, việc diễn đạt "A/B" có thể nghĩa là "A và/hoặc B." Ngoài ra, "A, B" có thể nghĩa là "A và/hoặc B." Ngoài ra, "A/B/C" có thể nghĩa là "ít nhất một trong số A, B, và/hoặc C." Ngoài ra, "A/B/C" có thể nghĩa là "ít nhất một trong số A, B, và/hoặc C."

Ngoài ra, trong sáng chế, thuật ngữ "hoặc" nên được hiểu là để chỉ ra "và/hoặc." Ví dụ, việc diễn đạt "A hoặc B" có thể gồm 1) chỉ A, 2) chỉ B, và/hoặc 3) cả A và B. Nói cách khác, thuật ngữ "hoặc" trong bản mô tả này nên được hiểu là để chỉ ra "ngoài ra hoặc mặt khác."

Trong sáng chế, "ít nhất một trong số A và B" có thể nghĩa là "chỉ A", "chỉ B", hoặc "cả A và B". Ngoài ra, trong sáng chế, việc diễn đạt "ít nhất một trong số A hoặc B" hoặc "ít nhất một trong số A và/hoặc B" có thể được diễn giải là "ít nhất một trong số A và B".

Ngoài ra, trong sáng chế, "ít nhất một trong số A, B, và C" có thể nghĩa là "chỉ A", "chỉ B", "chỉ C", hoặc "kết hợp bất kỳ của A, B, và C". Ngoài ra, "ít nhất một trong số A, B, hoặc C" hoặc "ít nhất một trong số A, B, và/hoặc C" có thể nghĩa là "ít nhất một trong số A, B, và C".

Ngoài ra, dấu ngoặc đơn được sử dụng trong sáng chế có thể nghĩa là "ví dụ". Cụ thể là, khi được chỉ ra dưới dạng "việc dự đoán (việc dự đoán nội)", có thể nghĩa là "việc dự đoán nội" được đề xuất như ví dụ của "việc dự đoán". Nói cách khác, "việc dự

đoán" của sáng chế không bị giới hạn ở "việc dự đoán nội", và "việc dự đoán nội" có thể được đề xuất như ví dụ của "việc dự đoán". Ngoài ra, khi được chỉ ra dưới dạng "việc dự đoán (nghĩa là, việc dự đoán nội)", nó có thể cũng nghĩa là "việc dự đoán nội" được đề xuất như ví dụ của "việc dự đoán".

Các dấu hiệu kỹ thuật được mô tả riêng lẻ trong một hình vẽ trong sáng chế có thể được thực hiện một cách riêng lẻ hoặc có thể được thực hiện đồng thời.

Fig.1 là sơ đồ minh họa sơ lược cấu hình của thiết bị mã hóa video/hình ảnh có thể ứng dụng cho các phương án của bản mô tả này. Sau đây, phần được gọi là thiết bị mã hóa video có thể gồm thiết bị mã hóa hình ảnh.

Tham khảo đến Fig.1, thiết bị mã hóa 100 có thể gồm và được tạo cấu hình với bộ phân vùng hình ảnh 110, bộ dự đoán 120, bộ xử lý phần dư 130, bộ mã hóa entropi 140, bộ cộng 150, bộ lọc 160, và bộ nhớ 170. Bộ dự đoán 120 có thể gồm bộ dự đoán liên 121 và bộ dự đoán nội 122. Bộ xử lý phần dư 130 có thể gồm bộ biến đổi 132, bộ lượng tử hóa 133, bộ khử lượng tử hóa 134, và bộ biến đổi ngược 135. Bộ xử lý phần dư 130 có thể còn gồm bộ trừ 131. Bộ cộng 150 có thể được gọi là bộ xây dựng lại hoặc bộ tạo khối được xây dựng lại. Bộ phân vùng hình ảnh 110, bộ dự đoán 120, bộ xử lý phần dư 130, bộ mã hóa entropi 140, bộ cộng 150, và bộ lọc 160, mà đã được mô tả ở trên, có thể được tạo cấu hình bởi một hoặc nhiều thành phần phần cứng (ví dụ, bộ chip bộ mã hóa hoặc các bộ xử lý) theo một phương án. Ngoài ra, bộ nhớ 170 có thể gồm bộ đệm ảnh được giải mã (decoded picture buffer, DPB), và có thể được cấu thành bởi phương tiện lưu trữ kỹ thuật số. Thành phần phần cứng có thể còn gồm bộ nhớ 170 như là thành phần trong/ngoài.

Bộ phân vùng hình ảnh 110 có thể phân vùng hình ảnh đầu vào (hoặc ảnh hoặc khung) được nhập vào thiết bị mã hóa 100 thành 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 vùng theo cách đệ quy

theo cấu trúc cây tứ phân cây nhị phân cây tam phân (Quad-tree binary-tree ternary-tree, QTBTNTT). Ví dụ, một đơn vị lập mã có thể được 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 đó. Mặt khác, cấu trúc cây nhị phân có thể được áp dụng đầu tiên. Thủ tục lập mã theo sáng chế có thể được thực hiện dựa trên đơn vị lập mã cuối cùng mà không được phân vùng tiếp. Trong trường hợp này, đơn vị lập mã tối đa có thể được sử dụng một cách trực tiếp làm đơn vị lập mã cuối cùng dựa trên hiệu quả lập mã theo đặc tính hình ảnh. Mặt khác, đơn vị lập mã có thể được phân vùng theo cách đệ quy thành các đơn vị lập mã của độ sâu sâu hơn nữa nếu cần thiết, sao cho đơn vị lập mã có kích thước tối ưu có thể được sử dụng làm đơn vị lập mã cuối cùng. Ở đây, thủ tục lập mã có thể gồm các thủ tục chẳng hạn như dự đoán, biến đổi, và xây dựng lại, mà sẽ được mô tả sau. Theo một ví dụ khác, đơn vị xử lý có thể còn gồm 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 phân chia hoặc được phân vùng từ đơn vị lập mã cuối cùng được mô tả 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 dẫn xuất hệ số biến đổi và/hoặc đơn vị để dẫn xuất tín hiệu phần dư từ hệ số biến đổi.

Đơn vị và thuật ngữ chẳng hạn như khối, khu vực, hoặc tương tự có thể được sử dụng thay thế cho nhau theo các hoàn cảnh. Trong trường hợp chung, khối $M \times N$ có thể thể hiện tập của các mẫu hoặc các hệ số biến đổi bao gồm M cột và N hàng. Mẫu có thể biểu diễn chung điểm ảnh hoặc giá trị của điểm ảnh, và có thể thể hiện 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 làm thuật ngữ tương ứng với điểm ảnh hoặc pel của một ảnh (hoặc hình ảnh).

Trong thiết bị mã hóa 100, tín hiệu dự đoán (khối được dự đoán, mảng mẫu dự đoán) được xuất từ bộ dự đoán liên 121 hoặc bộ dự đoán nội 122 có thể được trừ từ tín

hiệu hình ảnh đầu vào (khối gốc, mảng mẫu gốc) để tạo ra tín hiệu phần dư (khối phần dư, mảng mẫu phần dư), và tín hiệu phần dư được tạo ra được truyền tới bộ biến đổi 132. Trong trường hợp này, như được thể hiện, đơn vị trừ tín hiệu dự đoán (khối được dự đoán, mảng mẫu dự đoán) từ tín hiệu hình ảnh đầu vào (khối gốc, mảng mẫu gốc) trong thiết bị mã hóa 100 có thể được gọi là bộ trừ 131. Bộ dự đoán có thể thực hiện việc dự đoán trên khối mục tiêu xử lý (sau đây, được gọi là 'khối hiện tại'), và có thể tạo ra khối được dự đoán gồm các mẫu dự đoán cho khối hiện tại. Bộ dự đoán có thể xác định liệu việc dự đoán nội hay việc dự đoán liên được áp dụng trên cơ sở khối hiện tại hay trên CU. Như được thảo luận sau trong phần mô tả của mỗi chế độ dự đoán, bộ dự đoán có thể tạo ra thông tin liên quan đến việc dự đoán khác nhau, chẳng hạn như thông tin chế độ dự đoán, và truyền thông tin được tạo ra tới bộ mã hóa entropi 140. Thông tin liên quan đến việc dự đoán có thể được mã hóa trong bộ mã hóa entropi 140, và được xuất ra dưới dạng luồng bit.

Bộ dự đoán nội 122 có thể dự đoán khối hiện tại bằng việc tham chiếu tới các mẫu trong ảnh hiện tại. Các mẫu được tham chiếu có thể được đặt ở lân cận hoặc cách xa với khối hiện tại theo chế độ dự đoán. Trong việc dự đoán nội, các chế độ dự đoán có thể gồm nhiều chế độ không có hướng và nhiều chế độ có hướng. Các chế độ không có hướng có thể gồm, ví dụ, chế độ DC và chế độ phẳng. Chế độ có hướng có thể gồm, ví dụ, 33 chế độ dự đoán có hướng hoặc 65 chế độ dự đoán có hướng theo mức độ chi tiết của hướng dự đoán. Tuy nhiên, đây chỉ đơn thuần là ví dụ, và nhiều hoặc ít chế độ dự đoán định hướng hơn có thể được sử dụng phụ thuộc vào việc thiết đặt. Bộ dự đoán nội 122 có thể xác định chế độ dự đoán được áp dụng cho khối hiện tại bằng việc sử dụng chế độ dự đoán được áp dụng cho khối lân cận.

Bộ dự đoán liên 121 có thể dẫn xuất khối được dự đoán cho khối hiện tại dựa trên khối tham chiếu (mảng mẫu tham chiếu) được chỉ rõ bởi vectơ chuyển động trên ảnh tham chiếu. Tại thời điểm này, để làm giảm lượng thông tin chuyển động được truyền trong chế độ dự đoán liên, thông tin chuyển động có thể được dự đoán trên cơ sở

khối, khối con, hoặc mẫu dựa trên sự tương liên của thông tin chuyển động giữa khối lân cận và khối hiện tại. Thông tin chuyển động có thể gồm vector chuyển động và chỉ số ảnh tham chiếu. Thông tin chuyển động có thể còn gồm thông tin hướng dự đoán liên (việc dự đoán L0, việc dự đoán L1, việc dự đoán Bi, v.v.). Trong trường hợp dự đoán liên, khối lân cận có thể gồm khối lân cận theo không gian tồn tại trong ảnh hiện tại và khối lân cận theo thời gian có mặt trong ảnh tham chiếu. Ảnh tham chiếu gồm khối tham chiếu và ảnh tham chiếu gồm khối lân cận theo thời gian có thể là giống nhau hoặc khác nhau. Khối lân cận theo thời gian có thể được gọi là khối tham chiếu được đặt cùng một chỗ, CU được đặt cùng một chỗ (collocated CU, colCU), và tương tự, và ảnh tham chiếu gồm khối lân cận theo thời gian có thể được gọi là ảnh được đặt cùng một chỗ (collocated picture, colPic). Ví dụ, bộ dự đoán liên 121 có thể tạo cấu hình danh sách ứng viên thông tin chuyển động dựa trên các khối lân cận và tạo ra thông tin đang chỉ ra ứng viên nào được sử dụng để dẫn xuất vector chuyển động và/hoặc chỉ số ảnh tham chiếu của khối hiện tại. Việc dự đoán liên có thể được thực hiện dựa trên các chế độ dự đoán khác nhau. Ví dụ, trong trường hợp của chế độ bỏ qua và chế độ hợp nhất, bộ dự đoán liên 121 có thể sử dụng thông tin chuyển động của khối lân cận làm thông tin chuyển động của khối hiện tại. Trong chế độ bỏ qua, không giống như 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 làm bộ dự đoán vector chuyển động và vector chuyển động của khối hiện tại có thể được chỉ ra bằng việc báo hiệu sự chênh lệch vector chuyển động.

Bộ dự đoán 120 có thể tạo ra tín hiệu dự đoán dựa trên các phương pháp dự đoán khác nhau sẽ được mô tả dưới đây. Ví dụ, đối với việc dự đoán trên một khối, bộ dự đoán có thể áp dụng hoặc việc dự đoán nội hoặc việc dự đoán liên, và, cũng như là, áp dụng cả việc dự đoán nội và việc dự đoán liên cùng lúc. Việc sau có thể được gọi là việc dự đoán nội và liên được kết hợp (combined inter and intra prediction, CIIP). Ngoài ra, bộ dự đoán có thể dựa trên chế độ dự đoán sao chép khối nội (intra block copy, IBC),

hoặc chế độ bảng màu 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 lập mã hình ảnh/video nội dung của trò chơi hoặc tương tự, chẳng hạn như lập mã nội dung màn (screen content coding, SCC). IBC về cơ bản thực hiện việc dự đoán trong khối hiện tại, nhưng nó có thể được thực hiện tương tự với việc dự đoán liên mà trong đó nó dẫn xuất khối tham chiếu trong ảnh hiện tại. Nghĩa là, IBC có thể sử dụng ít nhất một trong số các kỹ thuật dự đoán liên được mô tả trong sáng chế. Chế độ bảng màu có thể được coi như là ví dụ của việc lập mã nội hoặc việc dự đoán nội. Khi chế độ bảng màu được áp dụng, giá trị mẫu trong ảnh có thể được báo hiệu dựa trên thông tin về chỉ số bảng màu và bảng của bảng màu.

Tín hiệu dự đoán được tạo ra thông qua bộ dự đoán (gồm bộ dự đoán liên 121 và/hoặc bộ dự đoán nội 122) có thể được sử dụng để tạo ra tín hiệu được xây dựng lại hoặc để tạo ra tín hiệu phần dư. Bộ biến đổi 132 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 gồm ít nhất một kỹ thuật 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 tùy theo điều kiện (Conditionally Non-Linear Transform, CNT). Ở đây, GBT nghĩa là việc biến đổi thu nhận được từ đồ thị khi thông tin quan hệ giữa các điểm ảnh được biểu diễn bởi đồ thị. CNT có nghĩa là việc biến đổi được thu nhận dựa trên tín hiệu dự đoán được tạo ra sử dụng tất cả các điểm ảnh được xây dựng lại trước đó. Ngoài ra, quy trình biến đổi có thể được áp dụng cho các khối điểm ảnh vuông có cùng kích cỡ, hoặc có thể được áp dụng cho các khối điểm ảnh không vuông có các kích cỡ khác nhau.

Bộ lượng tử hóa 133 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi và truyền chúng đến bộ mã hóa entropi 140, và bộ mã hóa entropi 140 có thể mã hóa tín hiệu được lượng tử hóa (thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa) và xuất ra tín hiệu được mã hóa trong luồng bit. Thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể được gọi là

thông tin phần dư. Bộ lượng tử hóa 133 có thể sắp xếp lại các hệ số biến đổi 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 được lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa của dạng vector một chiều. Bộ mã hóa entropi 140 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 tương tự. Bộ mã hóa entropi 140 có thể mã hóa thông tin cần thiết cho việc xây dựng lại video/hình ảnh khác với các hệ số biến đổi được lượng tử hóa (ví dụ các giá trị của các phần tử cú pháp, v.v.) cùng nhau hoặc một cách riêng biệt. Thông tin được mã hóa (ví dụ, thông tin video/hình ảnh được mã hóa) có thể được truyền hoặc được lưu trữ trên cơ sở đơn vị của lớp trừu tượng mạng (network abstraction layer, NAL) dưới dạng luồng bit. Thông tin video/hình ảnh có thể còn gồm thông tin về các tập thông số khác nhau chẳng hạn như tập thông số thích ứng (adaptation parameter set, APS), tập thông số 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/hình ảnh có thể còn gồm thông tin ràng buộc chung. Theo sáng chế, thông tin và/hoặc các phần tử cú pháp mà được truyền/được báo hiệu tới thiết bị giải mã từ thiết bị mã hóa có thể được kết hợp trong thông tin video/hình ảnh. Thông tin video/hình ảnh có thể được mã hóa thông qua thủ tục mã hóa được mô tả ở trên, và được kết hợp trong luồng bit. Luồng bit có thể được truyền qua mạng, hoặc được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ kỹ thuật số. Ở đây, mạng có thể gồm mạng phát rộng, mạng truyền thông và/hoặc tương tự, và phương tiện lưu trữ kỹ thuật số có thể gồm các phương tiện lưu trữ khác nhau, như là USB, SD, CD, DVD, Blu-ray, HDD, SSD, và tương tự. Bộ truyền (không được thể hiện) mà truyền tín hiệu được xuất từ bộ mã hóa entropi 140 và/hoặc bộ lưu trữ (không được thể hiện) mà lưu trữ có thể tạo cấu hình dưới dạng thành phần trong/ngoài của thiết bị mã hóa 100, hoặc bộ truyền có thể được gồm trong bộ mã hóa entropi 140.

Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa được xuất từ bộ lượng tử hóa 133 có thể được sử dụng để tạo ra tín hiệu dự đoán. Ví dụ, bằng việc áp dụng việc khử lượng tử hóa và việc biến đổi ngược cho các hệ số biến đổi được lượng tử hóa thông qua bộ khử lượng tử hóa 134 và bộ biến đổi ngược 135, tín hiệu phần dư (khối phần dư hoặc các mẫu phần dư) có thể được xây dựng lại. Bộ cộng 155 cộng tín hiệu phần dư được xây dựng lại vào tín hiệu dự đoán được xuất từ bộ dự đoán liên 121 hoặc bộ dự đoán nội 122, sao cho tín hiệu được xây dựng lại (ảnh được xây dựng lại, khối được xây dựng lại, mảng mẫu được xây dựng lại) có thể được tạo ra. Khi không có phần dư cho khối mục tiêu xử lý như trong trường hợp trong đó chế độ bỏ qua được áp dụng, khối được dự đoán có thể được sử dụng làm khối được xây dựng lại. Bộ cộng 150 có thể được gọi là bộ xây dựng lại hoặc bộ tạo khối được xây dựng lại. Tín hiệu xây dựng lại được tạo ra có thể được sử dụng cho việc dự đoán nội của khối mục tiêu xử lý tiếp theo trong khối hiện tại, và như được mô tả sau đây, có thể được sử dụng cho việc dự đoán liên của ảnh tiếp theo qua việc lọc.

Trong khi đó, trong quy trình mã hóa và/hoặc xây dựng lại 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 160 có thể cải thiện chất lượng video chủ quan/khách quan bằng việc áp dụng việc lọc cho tín hiệu được xây dựng lại. Ví dụ, bộ lọc 160 có thể tạo ra ảnh được xây dựng lại được cải biến bằng việc áp dụng các phương pháp lọc khác nhau cho ảnh được xây dựng lại, và có thể lưu trữ ảnh được xây dựng lại được cải biến trong bộ nhớ 170, cụ thể trong DPB của bộ nhớ 170. Các phương pháp lọc khác nhau có thể gồm, ví dụ, lọc khử khối, dịch chuyển thích ứng mẫu, bộ lọc vòng lặp thích ứng, bộ lọc song phương hoặc tương tự. Như được thảo luận sau trong phần mô tả của mỗi phương pháp lọc, bộ lọc 160 có thể tạo ra thông tin khác nhau liên quan đến việc lọc, và truyền thông tin được tạo ra tới bộ mã hóa entropi 140. Thông tin về việc lọc có thể được mã hóa trong bộ mã hóa entropi 140 và xuất ra dưới dạng luồng bit.

Ảnh được xây dựng lại được cải biến mà đã được truyền tới bộ nhớ 170 có thể được sử dụng làm ảnh tham chiếu trong bộ dự đoán liên 121. Thông qua việc này, thiết bị mã hóa có thể tránh sự không khớp của việc dự đoán trong thiết bị mã hóa 100 và thiết bị giải mã khi việc dự đoán liên được áp dụng, và có thể cũng cải thiện hiệu quả lập mã.

Bộ nhớ 170 DPB có thể lưu trữ ảnh được xây dựng lại được cải biến để sử dụng chúng làm ảnh tham chiếu trong bộ dự đoán liên 121. Bộ nhớ 170 có thể lưu trữ thông tin chuyển động của khối trong ảnh hiện tại, mà từ đó thông tin chuyển động đã được dẫn xuất (hoặc được mã hóa) và/hoặc thông tin chuyển động của các khối trong ảnh đã được xây dựng lại. Thông tin chuyển động được lưu trữ có thể được truyền tới bộ dự đoán liên 121 để được sử dụng như là thông tin chuyển động của khối lân cận hoặc thông tin chuyển động của khối lân cận theo thời gian. Bộ nhớ 170 có thể lưu trữ các mẫu được xây dựng lại của các khối được xây dựng lại trong ảnh hiện tại, và truyền chúng tới bộ dự đoán nội 122.

Fig.2 là sơ đồ minh họa sơ lược cấu hình của thiết bị giải mã video/hình ảnh có thể ứng dụng cho các phương án của bản mô tả này.

Tham khảo đến Fig.2, thiết bị giải mã 200 có thể gồm và được tạo cấu hình với bộ giải mã entropi 210, bộ xử lý phần dư 220, bộ dự đoán 230, bộ cộng 240, bộ lọc 250 và bộ nhớ 260. Bộ dự đoán 230 có thể gồm bộ dự đoán liên 232 và bộ dự đoán nội 231. Bộ xử lý phần dư 220 có thể gồm bộ khử lượng tử hóa 221 và bộ biến đổi ngược 221. Bộ giải mã entropi 210, bộ xử lý phần dư 220, bộ dự đoán 230, bộ cộng 240, và bộ lọc 250, mà đã được mô tả ở trên, có thể được tạo cấu hình bởi một hoặc nhiều thành phần phần cứng (ví dụ, các bộ chip bộ giải mã hoặc các bộ xử lý) theo một phương án. Ngoài ra, bộ nhớ 260 có thể gồm bộ đệm ảnh được giải mã (DPB), và có thể được cấu thành bởi phương tiện lưu trữ kỹ thuật số. Thành phần phần cứng có thể còn gồm bộ nhớ 260 như là thành phần trong/ngoài.

Khi luồng bit gồm thông tin video/hình ảnh được nhập, thiết bị giải mã 200 có thể xây dựng lại hình ảnh tương ứng với quy trình bởi đó thông tin video/hình ảnh đã được xử lý trong thiết bị mã hóa của Fig.1. Ví dụ, thiết bị giải mã 200 có thể dẫn xuất các đơn vị/các khối dựa trên thông tin liên quan tới việc phân vùng khối thu nhận được từ luồng bit. Thiết bị giải mã 200 có thể thực hiện việc giải mã bằng việc sử dụng đơn vị xử lý được áp dụng trong thiết bị mã hóa. Do đó, đơn vị xử lý của việc giải mã có thể là, ví dụ, đơn vị lập mã, mà có thể được phân vùng cùng 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 dẫn xuất từ đơn vị lập mã. Và, tín hiệu hình ảnh được xây dựng lại được giải mã và được xuất ra thông qua thiết bị giải mã 200 có thể được xây dựng lại thông qua bộ tái tạo.

Thiết bị giải mã 200 có thể nhận tín hiệu được xuất ra từ thiết bị mã hóa trên Fig.1 trong dạng luồng bit, và tín hiệu nhận được có thể được giải mã thông qua bộ giải mã entropi 210. Ví dụ, bộ giải mã entropi 210 có thể phân tích cú pháp luồng bit để dẫn xuất thông tin (ví dụ, thông tin video/hình ảnh) được yêu cầu cho việc xây dựng lại hình ảnh (hoặc việc xây dựng lại ảnh). Thông tin video/hình ảnh có thể còn gồm thông tin về các tập thông số khác nhau chẳng hạn như tập thông số thích ứng (APS), tập thông số ảnh (PPS), tập thông số trình tự (SPS), tập thông số video (VPS) hoặc tương tự. Ngoài ra, thông tin video/hình ảnh có thể còn gồm thông tin ràng buộc chung. Thiết bị giải mã có thể giải mã ảnh thêm dựa trên thông tin về tập thông số và/hoặc thông tin ràng buộc chung. Trong sáng chế, thông tin được báo hiệu/được nhận 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 nhận từ luồng bit. Ví dụ, bộ giải mã entropi 210 có thể giải mã thông tin trong luồng bit dựa trên phương pháp lập mã chẳng hạn như mã hóa 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 xây dựng lại hình ảnh và được lượng tử hóa các giá trị của hệ số biến đổi liên quan đến phần dư. Cụ thể hơn là, phương pháp giải mã entropi CABAC có thể nhận ngán tương ứng với

mỗi phần tử cú pháp trong luồng bit, xác định mô hình ngữ cảnh sử dụng thông tin phần tử cú pháp mục tiêu giải mã và không tin giải mã các khối mục tiêu giải mã và lân cận, hoặc thông tin của ký hiệu/ngăn được giải mã trong bước trước đó, dự đoán khả năng tạo ra ngăn theo mô hình ngữ cảnh được xác định và thực hiện việc giải mã số học của ngăn để tạo ra ký hiệu tương ứng với mỗi giá trị phần tử cú pháp. Ở đây, phương pháp giải mã entropi CABAC có thể cập nhật mô hình ngữ cảnh sử dụng thông tin của ký hiệu/ngăn được giải mã cho mô hình ngữ cảnh của ký hiệu/ngăn tiếp theo sau việc xác định của mô hình ngữ cảnh. Thông tin liên quan đến việc dự đoán trong số các thông tin được giải mã trong bộ giải mã entropi 210 có thể được cung cấp cho bộ dự đoán (bộ dự đoán liên 232 và bộ dự đoán nội 231), và các giá trị phần dư, nghĩa là, các hệ số biến đổi được lượng tử hóa, trên đó việc giải mã entropi đã được thực hiện trong bộ giải mã entropi 210, và thông tin thông số được kết hợp có thể được nhập vào bộ xử lý phần dư 220. Bộ xử lý phần dư 220 có thể dẫn xuất tín hiệu phần dư (khối phần dư, các mẫu phần dư, mảng mẫu phần dư). Ngoài ra, thông tin về việc lọc trong số các thông tin được giải mã trong bộ giải mã entropi 210 có thể được cung cấp cho bộ lọc 250. Trong khi đó, bộ nhận (không được thể hiện) mà nhận tín hiệu được xuất từ thiết bị mã hóa có thể còn cấu thành thiết bị giải mã 200 dưới dạng thành phần trong/ngoài, và bộ nhận có thể là thành phần của bộ giải mã entropi 210. Trong lúc đó, thiết bị giải mã theo sáng chế có thể được gọi là thiết bị lập mã video/hình ảnh/ảnh, và thiết bị giải mã có thể được phân loại thành bộ giải mã thông tin (bộ giải mã thông tin video/hình ảnh/ảnh) và bộ giải mã mẫu (bộ giải mã mẫu video/hình ảnh/ảnh). Bộ giải mã thông tin có thể gồm bộ giải mã entropi 210, và bộ giải mã mẫu có thể gồm ít nhất một thành phần trong số bộ khử lượng tử hóa 221, bộ biến đổi ngược 222, bộ cộng 240, bộ lọc 250, bộ nhớ 260, bộ dự đoán liên 232, và bộ dự đoán nội 231.

Bộ khử lượng tử hóa 221 có thể xuất ra các hệ số biến đổi bằng việc khử lượng tử hóa các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Bộ khử lượng tử hóa 221 có thể sắp xếp lại các hệ số biến đổi được lượng tử hóa dưới dạng khối hai chiều. Trong trường hợp

này, việc sắp xếp lại có thể thực hiện việc sắp xếp lại dựa trên thứ tự của việc quét hệ số mà đã được thực hiện trong thiết bị mã hóa. Bộ khử lượng tử hóa 221 có thể thực hiện việc khử lượng tử hóa về 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 nhận các hệ số biến đổi.

Bộ khử lượng tử hóa 222 thu nhận tín hiệu phần dư (khối phần dư, mảng mẫu phần 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 tạo ra khối được dự đoán gồm các mẫu dự đoán cho khối hiện tại. Bộ dự đoán có thể xác định xem việc dự đoán nội hay dự đoán liên được áp dụng cho khối hiện tại dựa trên thông tin về việc dự đoán được xuất từ bộ giải mã entropi 210, và có thể xác định một cách cụ thể chế độ dự đoán nội/liên.

Bộ dự đoán 220 có thể tạo ra tín hiệu dự đoán dựa trên các phương pháp dự đoán khác nhau sẽ được mô tả dưới đây. Ví dụ, đối với việc dự đoán trên một khối, bộ dự đoán có thể áp dụng hoặc việc dự đoán nội hoặc việc dự đoán liên, và, cũng như là, áp dụng cả việc dự đoán nội và việc dự đoán liên cùng lúc. Việc sau có thể được gọi là việc dự đoán nội và liên được kết hợp (CIIP). Ngoài ra, bộ dự đoán có thể dựa trên chế độ dự đoán sao chép khối nội (IBC), hoặc chế độ bảng màu 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 lập mã hình ảnh/video nội dung của trò chơi hoặc tương tự, chẳng hạn như lập mã nội dung màn (SCC). IBC về cơ bản thực hiện việc dự đoán trong khối hiện tại, nhưng nó có thể được thực hiện tương tự với việc dự đoán liên mà trong đó nó dẫn xuất khối tham chiếu trong ảnh hiện tại. Nghĩa là, IBC có thể sử dụng ít nhất một trong số các kỹ thuật dự đoán liên được mô tả trong sáng chế. Chế độ bảng màu có thể được coi như là ví dụ của việc lập mã nội hoặc việc dự đoán nội. Khi chế độ bảng màu được áp dụng, thông tin về bảng của bảng màu và chỉ số bảng màu có thể được gồm trong thông tin video/hình ảnh và được báo hiệu.

Bộ dự đoán nội 231 có thể dự đoán khối hiện tại bằng cách tham chiếu đến các mẫu trong ảnh hiện tại. Các mẫu được tham chiếu có thể được đặt ở lân cận hoặc cách xa với khối hiện tại theo chế độ dự đoán. Trong việc dự đoán nội, các chế độ dự đoán có thể gồm nhiều chế độ không có hướng và nhiều chế độ có hướng. Bộ dự đoán nội 231 có thể xác định chế độ dự đoán được áp dụng cho khối hiện tại bằng việc sử dụng chế độ dự đoán được áp dụng cho khối lân cận.

Bộ dự đoán liên 232 có thể dẫn xuất khối được dự đoán cho khối hiện tại dựa trên khối tham chiếu (mảng mẫu tham chiếu) được chỉ rõ bởi vector chuyển động trên ảnh tham chiếu. Tại thời điểm này, để làm giảm lượng thông tin chuyển động được truyền trong chế độ dự đoán liên, thông tin chuyển động có thể được dự đoán trên cơ sở khối, khối con, hoặc mẫu dựa trên sự tương liên của thông tin chuyển động giữa khối lân cận và khối hiện tại. Thông tin chuyển động có thể gồm vector chuyển động và chỉ số ảnh tham chiếu. Thông tin chuyển động có thể còn gồm thông tin hướng dự đoán liên (việc dự đoán L0, việc dự đoán L1, việc dự đoán Bi, v.v.). Trong trường hợp dự đoán liên, khối lân cận có thể gồm khối lân cận theo không gian tồn tại trong ảnh hiện tại và khối lân cận theo thời gian có mặt trong ảnh tham chiếu. Ví dụ, bộ dự đoán liên 232 có thể tạo cấu hình danh sách ứng viên thông tin chuyển động dựa trên các khối lân cận, và dẫn xuất vector chuyển động và/hoặc chỉ số ảnh tham chiếu của khối hiện tại dựa trên thông tin lựa chọn ứng viên được nhận. Việc dự đoán liên có thể được thực hiện dựa trên các chế độ dự đoán khác nhau, và thông tin về việc dự đoán có thể gồm thông tin chỉ ra chế độ của việc dự đoán liên cho khối hiện tại.

Bộ cộng 240 cộng tín hiệu phần dư được thu nhận vào tín hiệu dự đoán (khối được dự đoán, mảng mẫu được dự đoán) được xuất từ bộ dự đoán (bộ dự đoán liên 232 và/hoặc bộ dự đoán nội 231), sao cho tín hiệu được xây dựng lại (ảnh được xây dựng lại, khối được xây dựng lại, mảng mẫu được xây dựng lại) có thể được tạo ra. Khi không có phần dư cho khối mục tiêu xử lý như trong trường hợp trong đó chế độ bỏ qua được áp dụng, khối được dự đoán có thể được sử dụng làm khối được xây dựng lại.

Bộ cộng 240 có thể được gọi là bộ xây dựng lại hoặc bộ tạo khối được xây dựng lại. Tín hiệu được xây dựng lại được tạo ra có thể được sử dụng cho việc dự đoán nội của khối mục tiêu xử lý tiếp theo trong khối hiện tại, và như được mô tả sau đây, có thể được xuất ra qua việc lọc hoặc được sử dụng cho việc dự đoán liên của ảnh tiếp theo.

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

Bộ lọc 250 có thể cải thiện chất lượng video chủ quan/khách quan bằng việc áp dụng việc lọc cho tín hiệu được xây dựng lại. Ví dụ, bộ lọc 250 có thể tạo ra ảnh được xây dựng lại được cải biến bằng việc áp dụng các phương pháp lọc khác nhau cho ảnh được xây dựng lại, và có thể truyền ảnh được xây dựng lại được cải biến trong bộ nhớ 260, cụ thể trong DPB của bộ nhớ 260. Các phương pháp lọc khác nhau có thể gồm, ví dụ, lọc khử khối, dịch chuyển thích ứng mẫu, bộ lọc vòng lặp thích ứng, bộ lọc song phương hoặc tương tự.

Ảnh được xây dựng lại (được cải biến) mà đã được lưu trữ trong DPB của bộ nhớ 260 có thể được sử dụng làm ảnh tham chiếu trong bộ dự đoán liên 232. Bộ nhớ 260 có thể lưu trữ thông tin chuyển động của khối trong ảnh hiện tại, từ đó thông tin chuyển động đã được dẫn xuất (hoặc được giải mã) và/hoặc thông tin chuyển động của các khối trong ảnh đã được xây dựng lại. Thông tin chuyển động được lưu trữ có thể được truyền tới bộ dự đoán liên 160 để được sử dụng như là thông tin chuyển động của khối lân cận hoặc thông tin chuyển động của khối lân cận theo thời gian. Bộ nhớ 260 có thể lưu trữ các mẫu được xây dựng lại của các khối được xây dựng lại trong ảnh hiện tại, và truyền chúng tới bộ dự đoán nội 231.

Theo sáng chế, các phương án được mô tả trong bộ lọc 160, bộ dự đoán liên 121 và bộ dự đoán nội 122 của thiết bị mã hóa 100 có thể được áp dụng tương tự hoặc tương ứng cho bộ lọc 250, bộ dự đoán liên 232 và bộ dự đoán nội 231 của thiết bị giải mã 200.

Như được mô tả ở trên, việc dự đoán được thực hiện để tăng hiệu quả nén trong việc thực hiện lập mã video. Thông qua việc này, khối được dự đoán 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 gồm các mẫu dự đoán trong miền không gian (hoặc miền điểm ảnh). Khối được dự đoán có thể được dẫn xuất giống nhau trong thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã, và thiết bị mã hóa có thể tăng hiệu quả lập mã hình ảnh bằng việc báo hiệu tới thiết bị giải mã không phải giá trị mẫu ban đầu của chính khối gốc mà thông tin về phần dư (thông tin phần dư) giữa khối gốc và khối được dự đoán. Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất khối phần dư gồm các mẫu phần dư dựa trên thông tin phần dư, tạo ra khối được xây dựng lại gồm các mẫu được xây dựng lại bằng việc cộng khối phần dư vào khối được dự đoán, và tạo ra ảnh được xây dựng lại gồm các khối được xây dựng lại.

Thông tin phần dư có thể được tạo ra thông qua các thủ tục biến đổi và lượng tử hóa. Ví dụ, thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất khối phần dư giữa khối gốc và khối được dự đoán, dẫn xuất các hệ số biến đổi bằng việc thực hiện thủ tục biến đổi trên các mẫu phần dư (mảng mẫu phần dư) được gồm trong khối phần dư, và dẫn xuất các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bằng việc thực hiện thủ tục lượng tử hóa về các hệ số biến đổi, sao cho nó có thể báo hiệu thông tin phần dư được kết hợp tới thiết bị giải mã (thông qua luồng bit). Ở đây, thông tin phần dư có thể 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/khử lượng tử hóa và dẫn xuất các mẫu phần dư (hoặc khối mẫu phần dư), dựa trên thông tin phần dư. Thiết bị giải mã có thể tạo ra khối được xây dựng lại dựa trên khối được dự đoán và khối phần dư. Thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất khối phần dư bằng việc khử lượng tử hóa/biến đổi ngược các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để tham chiếu cho việc dự đoán liên của ảnh tiếp theo, và có thể tạo ra ảnh được xây dựng lại dựa trên điều này.

Fig.3 minh họa sơ lược kỹ thuật đa biến đổi theo một phương án của sáng chế.

Tham khảo đến Fig.3, bộ biến đổi có thể tương ứng với bộ biến đổi trong thiết bị mã hóa của Fig.1 nêu trên, và bộ biến đổi ngược có thể tương ứng với bộ biến đổi ngược trong thiết bị mã hóa của Fig.1 nêu trên, hoặc với bộ biến đổi ngược trong thiết bị giải mã của Fig.2.

Bộ biến đổi có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi (sơ cấp) bằng việc thực hiện việc biến đổi sơ cấp dựa trên các mẫu phần dư (mảng mẫu phần dư) trong khối phần dư (S410). Việc biến đổi sơ cấp này có thể được gọi là việc biến đổi lõi. Ở đây, việc biến đổi sơ cấp có thể dựa trên việc lựa chọn đa biến đổi (multiple transform selection, MTS), và khi việc đa biến đổi được áp dụng làm việc biến đổi sơ cấp, có thể được gọi là đa biến đổi lõi.

Việc đa biến đổi lõi có thể thể hiện phương pháp biến đổi sử dụng bổ sung biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform, DCT) loại 2 và biến đổi sin rời rạc (discrete sine transform, DST) loại 7, DCT loại 8, và/hoặc DST loại 1. Nghĩa là, việc đa biến đổi lõi có thể thể hiện phương pháp biến đổi để biến đổi tín hiệu phần dư (hoặc khối phần 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 các nhân biến đổi được lựa 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 là các hệ số biến đổi theo thời gian từ quan điểm bộ biến đổi.

Nói cách khác, khi phương pháp biến đổi thông thường được áp dụng, các hệ số biến đổi có thể được tạo ra bằng việc áp dụng biến đổi từ miền không gian cho miền tần số cho tín hiệu phần dư (hoặc khối phần dư) dựa trên DCT loại 2. Không giống việc này, khi việc đa biến đổi lõi được áp dụng, các hệ số biến đổi (hoặc các hệ số biến đổi sơ cấp) có thể được tạo ra bằng việc áp dụng việc biến đổi từ miền không gian cho miền tần số cho tín hiệu phần dư (hoặc khối phần dư) dựa trên DCT loại 2, DST loại 7, loại DCT 8, và/hoặc DST loại 1. Ở đây, DCT loại 2, DST loại 7, loại DCT 8, và DST loại 1 có thể được gọi là kiểu biến đổi, nhân biến đổi hoặc lõi biến đổi. Các loại biến đổi DCT/DST này có thể được xác định dựa trên các chức năng cơ bản.

Khi việc đa biến đổi lỗi được thực hiện, nhân biến đổi dọc và nhân biến đổi ngang cho khối mục tiêu có thể được lựa chọn từ trong số các nhân biến đổi, việc biến đổi dọc có thể được thực hiện trên khối mục tiêu dựa trên nhân biến đổi dọc, và việc biến đổi ngang có thể được thực hiện trên khối mục tiêu dựa trên nhân biến đổi ngang. Ở đây, việc biến đổi ngang có thể chỉ ra việc biến đổi trên các thành phần ngang của khối mục tiêu, và việc biến đổi dọc có thể chỉ ra việc biến đổi trên các thành phần dọc của khối mục tiêu. Nhân biến đổi dọc/nhân biến đổi ngang có thể được xác định thích ứng dựa trên chế độ dự đoán và/hoặc chỉ số biến đổi cho khối mục tiêu (CU hoặc khối con) gồm khối phần dư.

Ngoài ra, theo một ví dụ, nếu việc biến đổi sơ cấp được thực hiện bằng việc áp dụng MTS, mối tương quan ánh xạ cho các nhân biến đổi có thể được thiết đặt bằng việc thiết đặt các chức năng cơ sở cụ thể tới các giá trị được xác định trước và kết hợp các chức năng cơ sở cần được áp dụng trong việc biến đổi dọc hoặc việc biến đổi ngang. Ví dụ, khi nhân biến đổi ngang được diễn đạt dưới dạng trTypeHor và việc dự đoán dọc nhân biến đổi được diễn đạt dưới dạng trTypeVer , giá trị trTypeHor hoặc trTypeVer là 0 có thể được thiết đặt cho DCT2, giá trị trTypeHor hoặc trTypeVer là 1 có thể được thiết đặt cho DST7, và giá trị trTypeHor hoặc trTypeVer là 2 có thể được thiết đặt cho DCT8.

Trong trường hợp này, thông tin chỉ số MTS có thể được mã hóa và được báo hiệu tới thiết bị giải mã để chỉ ra bất kỳ trong số nhiều tập nhân biến đổi. Ví dụ, chỉ số MTS là 0 có thể chỉ ra rằng cả giá trị trTypeHor và giá trị trTypeVer là 0, chỉ số MTS là 1 có thể chỉ ra rằng cả giá trị trTypeHor và giá trị trTypeVer là 1, chỉ số MTS là 2 có thể chỉ ra rằng giá trị trTypeHor là 2 và giá trị trTypeVer là 1, chỉ số MTS là 3 có thể chỉ ra rằng giá trị trTypeHor là 1 và giá trị trTypeVer là 2, và chỉ số MTS là 4 có thể chỉ ra rằng cả giá trị trTypeHor và giá trị trTypeVer là 2.

Trong một ví dụ, các tập nhân biến đổi theo thông tin chỉ số MTS được minh họa trong bảng sau đây.

[Bảng 1]

<code>tu_mts_idx[x0][y0]</code>	0	1	2	3	4
<code>trTypeHor</code>	0	1	2	1	2
<code>trTypeVer</code>	0	1	1	2	2

Bộ biến đổi có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi (thứ cấp) được cải biến bằng việc thực hiện việc biến đổi thứ cấp dựa trên các hệ số biến đổi (sơ cấp) (S420). Việc biến đổi sơ cấp là biến đổi từ miền không gian thành miền tần số, và việc biến đổi thứ cấp dùng để chỉ việc biến đổi thành biểu thức nén thêm bằng việc sử dụng sự tương liên tồn tại giữa các hệ số biến đổi (sơ cấp). Việc biến đổi thứ cấp có thể gồm việc biến đổi không thể phân tách được. Trong trường hợp này, việc biến đổi thứ cấp có thể được gọi là việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được (non-separable secondary transform, NSST), hoặc việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được phụ thuộc vào chế độ (mode-dependent non-separable secondary transform, MDNSST). Việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được có thể thể hiện việc biến đổi mà tạo thành các hệ số biến đổi được cải biến (hoặc các hệ số biến đổi thứ cấp) cho tín hiệu phần dư bằng việc biến đổi thứ cấp, dựa trên ma trận biến đổi không thể phân tách được, các hệ số biến đổi (sơ cấp) được dẫn xuất qua việc biến đổi sơ cấp. Tại thời điểm này, việc biến đổi dọc và việc biến đổi ngang có thể không được áp dụng tách biệt (hoặc các biến đổi ngang và dọc có thể không được áp dụng một cách độc lập) cho các hệ số biến đổi (sơ cấp), nhưng các việc biến đổi có thể được áp dụng cùng lúc dựa trên ma trận biến đổi không thể phân tách được. Nói cách khác, việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được có thể thể hiện phương pháp biến đổi trong đó không được áp dụng tách biệt trong việc dự đoán dọc và việc dự đoán ngang cho các hệ số biến đổi (sơ cấp), và ví dụ, các tín hiệu hai chiều (các hệ số biến đổi) được sắp xếp lại thành tín hiệu một chiều qua hướng được xác

định nhất định (ví dụ, chiều hàng thứ nhất hoặc chiều cột thứ nhất), và sau đó các hệ số biến đổi được cải biến (hoặc các hệ số biến đổi thứ cấp) được tạo ra dựa trên ma trận biến đổi không thể phân tách được. Ví dụ, theo thứ tự hàng thứ nhất, $M \times N$ khối được bố trí theo đường theo thứ tự hàng thứ nhất, hàng thứ hai, ..., và hàng thứ N . Theo thứ tự cột thứ nhất, $M \times N$ khối được bố trí theo đường theo thứ tự cột thứ nhất, cột thứ hai, ..., và cột thứ N . Việc biến đổi thứ cấp không thể 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 độ rộng (W) và độ cao (H) của khối hệ số biến đổi là đều bằng với hoặc lớn hơn 8, việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách 8×8 có thể được áp dụng cho vùng 8×8 trên cùng bên trái của khối hệ số biến đổi. Ngoài ra, nếu độ rộng (W) và độ cao (H) của khối hệ số biến đổi là đều bằng với hoặc lớn hơn 4, và độ rộng (W) hoặc độ cao (H) của khối hệ số biến đổi là nhỏ hơn 8, thì việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách 4×4 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 bị giới hạn ở đó, và ví dụ, ngay cả nếu chỉ điều kiện rằng độ rộng (W) hoặc độ cao (H) của khối hệ số biến đổi là bằng hoặc lớn hơn 4 được thỏa mãn, việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách 4×4 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 4×4 được sử dụng, việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được có thể được thực hiện như sau đây.

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

[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, vector $\vec{X}$ có thể được biểu diễn như dưới đây.

[Phương trình 2]

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

Trong Phương trình 2, vector $\vec{X}$ là vector một chiều thu nhận được bằng việc sắp xếp lại khối hai chiều X của Phương trình 1 theo thứ tự hàng thứ nhất.

Trong trường hợp này, việc biến đổi không thể phân tách thứ cấp có thể được tính toán như dưới đây.

[Phương trình 3]

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

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

Qua Phương trình 3 nêu trên, vector hệ số biến đổi $\vec{F}$ 16×1 có thể được dẫn xuất, và $\vec{F}$ có thể có thể được tổ chức lại thành khối 4×4 qua thứ tự quét (ngang, dọc, chéo và tương tự). Tuy nhiên, việc tính toán được mô tả ở trên là ví dụ, và việc biến đổi hypercube-Givens (hypercube-Givens transform, HyGT) hoặc tương tự có thể được sử dụng cho việc tính toán của việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được để làm giảm độ phức tạp tính toán của việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được.

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

Như được mô tả ở trên, việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được có thể được thực hiện dựa trên việc biến đổi 8×8 hoặc việc biến đổi 4×4 được xác định dựa trên

độ rộng (W) và độ cao (H) của khối hệ số biến đổi. Việc biến đổi 8×8 dùng để chỉ việc biến đổi mà là có thể ứng dụng cho vùng 8×8 được 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, việc biến đổi 4×4 dùng để chỉ việc biến đổi mà là có thể ứng dụng cho vùng 4×4 được 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 $64 \times 64 / 16 \times 16$, và ma trận nhân biến đổi 4×4 có thể là ma trận $16 \times 16 / 8 \times 8$.

Ở đây, để lựa chọn nhân biến đổi phụ thuộc chế độ, hai nhân biến đổi thứ cấp không thể phân tách mỗi tập biến đổi cho việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được có thể tạo cấu hình cho cả việc biến đổi 8×8 và việc biến đổi 4×4 , và có thể có bốn tập biến đổi. Nghĩa là, bốn tập biến đổi có thể tạo cấu hình cho việc biến đổi 8×8 , và bốn tập biến đổi có thể tạo cấu hình cho việc biến đổi 4×4 . Trong trường hợp này, mỗi trong số bốn tập biến đổi cho việc biến đổi 8×8 có thể gồm hai nhân biến đổi 8×8 , và mỗi trong số bốn tập biến đổi cho việc biến đổi 4×4 có thể gồm hai nhân biến đổi 4×4 .

Tuy nhiên, đối với kích thước của việc biến đổi, nghĩa là, kích thước của vùng mà với nó việc biến đổi được áp dụng, có thể là, ví dụ, kích thước ngoài 8×8 hoặc 4×4 , số lượng của các tập có thể là n , và số lượng của các nhân biến đổi trong mỗi tập có thể là k .

Tập biến đổi có thể được gọi là tập NSST hoặc tập LFNST. Tập cụ thể trong số các tập biến đổi có thể được lựa chọn, ví dụ, dựa trên chế độ dự đoán nội của khối hiện tại (CU hoặc khối con). Việc biến đổi không thể phân tách tần số thấp (low-frequency non-separable transform, LFNST) có thể là ví dụ của việc biến đổi không thể phân tách được giảm, mà sẽ được mô tả sau, và biểu diễn việc biến đổi không thể phân tách được cho thành phần tần số thấp.

Để tham chiếu, ví dụ, chế độ dự đoán nội có thể gồm hai chế độ dự đoán nội không có hướng (hoặc không có góc) và 65 chế độ dự đoán nội có hướng (hoặc có góc). Các chế độ dự đoán nội không có hướng có thể gồm chế độ dự đoán nội phẳng số 0 và chế độ dự đoán nội DC số 1, và các chế độ dự đoán nội có hướng có thể gồm 65 chế độ dự đoán nội các số từ 2 đến 66. Tuy nhiên, đây là ví dụ, và bản mô tả này có thể được áp dụng ngay cả khi số lượng của các chế độ dự đoán nội là khác nhau. Trong khi đó, trong một số trường hợp, chế độ dự đoán nội số 67 có thể được sử dụng thêm, và chế độ dự đoán nội số 67 có thể thể hiện chế độ mô hình tuyến tính (linear model, LM).

Fig.4 thể hiện ví dụ các chế độ hướng nội của 65 chế độ dự đoán.

Tham khảo đến Fig.4, trên cơ sở của chế độ dự đoán nội 34 có hướng dự đoán chéo hướng lên bên trái, các chế độ dự đoán nội có thể được chia thành các chế độ dự đoán nội có hướng ngang và các chế độ dự đoán nội có hướng dọc. Trên Fig.4, H và V biểu thị hướng ngang và hướng dọc, một cách tương ứng, và các số -32 đến 32 chỉ ra các sự dịch chuyển trong 1/32 đơn vị trên vị trí lưới mẫu. Các số này có thể thể hiện sự dịch chuyển cho giá trị chỉ số chế độ. Các chế độ dự đoán nội 2 đến 33 có hướng ngang, và các chế độ dự đoán nội 34 đến 66 có hướng dọc. Nói nghiêm ngặt, chế độ dự đoán nội 34 có thể được coi là không phải ngang cũng như dọc, nhưng có thể được phân loại như thuộc về hướng ngang trong việc xác định tập biến đổi của việc biến đổi thứ cấp. Đó là bởi vì dữ liệu đầu vào được chuyển vị để được sử dụng cho chế độ hướng dọc đối xứng trên cơ sở của chế độ dự đoán nội 34, và phương pháp căn chỉnh dữ liệu đầu vào cho chế độ ngang được sử dụng cho chế độ dự đoán nội 34. Chuyển đổi dữ liệu đầu vào có nghĩa là các hàng và các cột của dữ liệu khối $M \times N$ hai chiều được chuyển thành dữ liệu $N \times M$. Chế độ dự đoán nội 18 và chế độ dự đoán nội 50 có thể thể hiện chế độ dự đoán nội ngang và chế độ dự đoán nội dọc, một cách tương ứng, và chế độ dự đoán nội 2 có thể được gọi là chế độ dự đoán nội chéo hướng lên bên phải bởi vì chế độ dự đoán nội 2 có điểm ảnh tham chiếu bên trái và thực hiện việc dự đoán theo hướng lên bên phải. Tương tự, chế độ dự đoán nội 34 có thể được gọi là chế độ dự đoán nội chéo hướng

xuống bên phải, và chế độ dự đoán nội 66 có thể được gọi là chế độ dự đoán nội chéo hướng xuống bên trái.

Theo một ví dụ, bốn tập biến đổi theo chế độ dự đoán nội có thể được ánh xạ, ví dụ, như được thể hiện trong bảng sau đây.

[Bảng 2]

predModeIntra	lnstTrSetIdx
$\text{predModeIntra} < 0$	1
$0 \leq \text{predModeIntra} \leq 1$	0
$2 \leq \text{predModeIntra} \leq 12$	1
$13 \leq \text{predModeIntra} \leq 23$	2
$24 \leq \text{predModeIntra} \leq 44$	3
$45 \leq \text{predModeIntra} \leq 55$	2
$56 \leq \text{predModeIntra} \leq 80$	1

Như được thể hiện trong Bảng 2, bất kỳ trong số bốn tập biến đổi, nghĩa là, **lnstTrSetIdx**, có thể được ánh xạ bất kỳ trong số bốn chỉ số, nghĩa là, 0 đến 3, theo chế độ dự đoán nội.

Khi được xác định rằng tập cụ thể được sử dụng cho việc biến đổi không thể phân tách được, một trong số k nhân biến đổi trong tập cụ thể có thể được lựa chọn qua chỉ số biến đổi thứ cấp không thể phân tách được. Thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất chỉ số biến đổi thứ cấp không thể phân tách được chỉ ra nhân biến đổi cụ thể dựa trên việc kiểm tra tốc độ-nhiều loạn (rate-distortion, RD) và có thể báo hiệu chỉ số biến đổi thứ cấp không thể phân tách được tới thiết bị giải mã. Thiết bị giải mã có thể lựa chọn một trong số k nhân biến đổi trong tập cụ thể dựa trên chỉ số biến đổi thứ cấp không thể phân tách được. Ví dụ, giá trị chỉ số **lnst** 0 có thể dùng để chỉ nhân biến đổi thứ cấp không thể phân tách thứ nhất, giá trị chỉ số **lnst** 1 có thể dùng để chỉ nhân biến đổi thứ cấp không thể phân tách thứ hai, và giá trị chỉ số **lnst** 2 có thể dùng để chỉ nhân biến đổi thứ cấp không thể phân tách thứ ba. Mặt khác, giá trị chỉ số **lnst** 0 có thể chỉ ra rằng việc

biến đổi thứ cấp không thể phân tách thứ nhất không được áp dụng cho khối mục tiêu, và các giá trị chỉ số lnst 1 đến 3 có thể chỉ ra ba nhân biến đổi.

Bộ biến đổi có thể thực hiện việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được dựa trên các nhân biến đổi được lựa chọn, và có thể thu nhận các hệ số biến đổi (thứ cấp) được cải biến. Như được mô tả ở trên, các hệ số biến đổi được cải biến có thể được dẫn xuất như các hệ số biến đổi được lượng tử hóa qua bộ lượng tử hóa, và có thể được mã hóa và được báo hiệu tới thiết bị giải mã và được chuyển tới bộ khử lượng tử hóa/bộ biến đổi ngược trong thiết bị mã hóa.

Trong khi đó, như được mô tả ở trên, nếu việc biến đổi thứ cấp được bỏ qua, các hệ số biến đổi (sơ cấp), mà là đầu ra của việc biến đổi (có thể phân tách) sơ cấp, có thể được dẫn xuất như các hệ số biến đổi được lượng tử hóa qua bộ lượng tử hóa như được mô tả ở trên, và có thể được mã hóa và được báo hiệu tới thiết bị giải mã và được chuyển tới bộ khử lượng tử hóa/bộ biến đổi ngược trong thiết bị mã hóa.

Bộ biến đổi ngược có thể thực hiện chuỗi các thủ tục theo thứ tự ngược với thứ tự trong đó chúng đã được thực hiện trong bộ biến đổi được mô tả ở trên. Bộ biến đổi ngược có thể nhận các hệ số bộ biến đổi (được khử lượng tử hóa), và dẫn xuất các hệ số biến đổi (sơ cấp) bằng việc thực hiện việc biến đổi (ngược) thứ cấp (S450), và có thể thu nhận khối phần dư (các mẫu phần dư) bằng việc thực hiện việc biến đổi (ngược) sơ cấp trên các hệ số biến đổi (sơ cấp) (S460). Theo sự kết nối này, các hệ số biến đổi sơ cấp có thể được gọi là các hệ số biến đổi được cải biến từ quan điểm bộ biến đổi ngược. Như được mô tả ở trên, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã có thể tạo ra khối được xây dựng lại dựa trên khối phần dư và khối được dự đoán, và có thể tạo ra ảnh được xây dựng lại dựa trên khối được xây dựng lại.

Thiết bị giải mã có thể còn gồm bộ xác định ứng dụng biến đổi ngược thứ cấp (hoặc bộ phận để xác định xem có áp dụng việc biến đổi ngược thứ cấp hay không) và bộ xác định biến đổi ngược thứ cấp (hoặc bộ phận để xác định việc biến đổi ngược thứ cấp). Bộ xác định ứng dụng biến đổi ngược thứ cấp có thể xác định xem có áp dụng việc

biến đổi ngược thứ cấp hay không. Ví dụ, việc biến đổi ngược thứ cấp có thể là NSST, RST, hoặc LFNST và bộ xác định ứng dụng biến đổi ngược thứ cấp có thể xác định xem có áp dụng việc biến đổi ngược thứ cấp hay không dựa trên cờ biến đổi thứ cấp được thu nhận bằng việc phân tích cú pháp luồng bit. Trong một ví dụ khác, bộ xác định ứng dụng biến đổi ngược thứ cấp có thể xác định xem có áp dụng việc biến đổi ngược thứ cấp hay không dựa trên hệ số biến đổi của khối phần dư.

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

Trong khi đó, như được mô tả ở trên, nếu việc biến đổi (ngược) thứ cấp được bỏ qua, các hệ số biến đổi (được khử lượng tử hóa) có thể được nhận, việc biến đổi ngược (có thể phân tách) sơ cấp có thể được thực hiện, và khối phần dư (các mẫu phần dư) có thể được thu nhận. Như được mô tả ở trên, thiết bị mã hóa và thiết bị giải mã có thể tạo ra khối được xây dựng lại dựa trên khối phần dư và khối được dự đoán, và có thể tạo ra ảnh được xây dựng lại dựa trên khối được xây dựng lại.

Trong khi đó, trong sáng chế, việc biến đổi thứ cấp được giảm (reduced secondary transform, RST) trong đó kích thước của ma trận biến đổi (nhân) được giảm có thể được áp dụng trong khái niệm của NSST để làm giảm lượng tính toán và bộ nhớ được yêu cầu cho việc biến đổi thứ cấp không thể phân tách được.

Trong khi đó, nhân biến đổi, ma trận biến đổi, và hệ số cấu thành ma trận nhân biến đổi, nghĩa là, hệ số nhân hoặc hệ số ma trận, được mô tả trong sáng chế có thể được

thể hiện trong 8 bit. Điều này có thể là điều kiện cho việc thực hiện trong thiết bị giải mã và thiết bị mã hóa, và có thể làm giảm lượng bộ nhớ được yêu cầu để lưu trữ nhân biến đổi với sự suy giảm hiệu quả mà có thể được cung cấp một cách hợp lý so sánh với 9 bit hoặc 10 bit hiện có. Ngoài ra, việc thể hiện của ma trận nhân trong 8 bit có thể cho phép hệ số nhân nhỏ được sử dụng, và có thể thích hợp hơn cho các lệnh đa dữ liệu lệnh đơn (single instruction multiple data, SIMD) được sử dụng cho việc thực hiện phần mềm tối ưu.

Trong bản mô tả này, thuật ngữ “RST” có thể nghĩa là việc biến đổi mà được thực hiện trên các mẫu phần dư cho khối mục tiêu dựa trên ma trận biến đổi mà kích thước của nó được giảm theo hệ số được giảm. Trong trường hợp thực hiện việc biến đổi giảm, lượng tính toán được yêu cầu cho việc biến đổi có thể được giảm do việc giảm về kích thước của ma trận biến đổi. Nghĩa là, RST có thể được sử dụng để giải quyết vấn đề độ phức tạp tính toán xảy ra ở việc biến đổi không thể phân tách được hoặc việc biến đổi của khối có kích thước lớn.

RST có thể được gọi bởi nhiều thuật ngữ khác nhau, chẳng hạn như việc biến đổi được giảm, việc biến đổi thứ cấp được giảm, việc biến đổi giảm, việc biến đổi được đơn giản hóa, việc biến đổi đơn giản, và tương tự, và tên mà RST có thể được gọi là không bị giới hạn ở các ví dụ được liệt kê. Mặt khác, do RST chủ yếu được thực hiện trong vùng tần số thấp gồm hệ số khác không trong khối biến đổi, có thể được gọi là việc biến đổi không thể phân tách tần số thấp (Low-Frequency Non-Separable Transform, LFNST). Hệ số biến đổi có thể được gọi là chỉ số LFNST.

Trong khi đó, khi việc biến đổi ngược thứ cấp được thực hiện dựa trên RST, bộ biến đổi ngược 135 của thiết bị mã hóa 100 và bộ biến đổi ngược 222 của thiết bị giải mã 200 có thể gồm bộ biến đổi thứ cấp được giảm ngược mà dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến dựa trên RST ngược của các hệ số biến đổi, và bộ biến đổi sơ cấp ngược mà dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối mục tiêu dựa trên việc biến đổi sơ cấp ngược của các hệ số biến đổi được cải biến. Việc biến đổi sơ cấp ngược dùng để chỉ việc

biến đổi ngược của việc biến đổi sơ cấp được áp dụng cho phần dư. Trong sáng chế, dẫn xuất hệ số biến đổi dựa trên việc biến đổi có thể dùng để chỉ dẫn xuất hệ số biến đổi bằng việc áp dụng việc biến đổi.

Fig.5 là sơ đồ minh họa RST theo một phương án của sáng chế.

Trong sáng chế, "khối mục tiêu" có thể dùng để chỉ khối hiện tại cần được lập mã, khối phần dư, hoặc khối biến đổi.

Trong RST theo một ví dụ, vector chiều N có thể được ánh xạ tới vector chiều R được đặt trong không gian khác, sao cho ma trận biến đổi được giảm có thể được xác định, trong đó R là nhỏ hơn N. N có thể nghĩa là bình phương của chiều dài của cạnh của khối mà cho nó việc biến đổi được áp dụng, hoặc tổng số lượng của các hệ số biến đổi tương ứng với khối mà cho nó việc biến đổi được áp dụng, và hệ số được giảm có thể nghĩa là giá trị R/N . Hệ số được giảm có thể được gọi là hệ số được giảm, hệ số giảm, hệ số được đơn giản hóa, hệ số đơn giản hoặc nhiều thuật ngữ khác. Trong khi đó, R có thể được gọi là hệ số được giảm, nhưng theo các hoàn cảnh, hệ số được giảm có thể nghĩa là R. Ngoài ra, theo các hoàn cảnh, hệ số được giảm có thể nghĩa là giá trị N/R .

Trong một ví dụ, hệ số được giảm hoặc hệ số được giảm có thể được báo hiệu qua luồng bit, nhưng ví dụ không bị giới hạn ở đây. Ví dụ, giá trị được xác định trước cho hệ số được giảm hoặc hệ số được giảm có thể được lưu trữ trong mỗi trong số thiết bị mã hóa 100 và thiết bị giải mã 200, và trong trường hợp này, hệ số được giảm hoặc hệ số được giảm có thể không được báo hiệu một cách tách biệt.

Kích thước của ma trận biến đổi được giảm theo một ví dụ có thể là $R \times N$ nhỏ 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 được giảm được thể hiện trên Fig.5(a) có thể nghĩa là ma trận T_{RxN} của Phương trình 4. Như được thể hiện trên Fig.5(a), khi ma trận biến đổi được giảm T_{RxN} được nhân với các mẫu phần dư cho khối mục tiêu, các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất.

Trong một ví dụ, nếu kích thước của khối mà cho nó việc biến đổi được áp dụng là 8×8 và $R=16$ (nghĩa là, $R/N = 16/64 = 1/4$), thì RST theo Fig.5(a) có thể được thể hiện dưới dạng thao tác ma trận như được thể hiện trong Phương trình 5 dưới đây. Trong trường hợp này, bộ nhớ và phép tính nhân có thể được giảm tới xấp xỉ $1/4$ bởi hệ số được giảm.

Trong sáng chế, thao tác ma trận có thể được hiểu là thao tác nhân vector cột cho ma trận, được bố trí trên bên trái của vector cột, để thu nhận vector cột.

[Phương trình 5]

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

Trong Phương trình 5, r_1 đến r_{64} có thể biểu diễn các mẫu phần dư cho khối mục tiêu và có thể cụ thể là các hệ số biến đổi được tạo ra bằng việc áp dụng việc biến đổi sơ cấp. Như là kết quả tính toán của Phương trình 5 các hệ số biến đổi ci cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất, và phương pháp dẫn xuất ci có thể là như trong Phương trình 6.

[Phương trình 6]

```
for i from 0 to R:
```

```
     $c_i = 0$ 
```

```
    for j from 1 to N
```

```
         $c_i += t_{ij} * r_j$ 
```

Như là kết quả tính toán của Phương trình 6, các hệ số biến đổi c_1 đến c_R cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất. Nghĩa là, khi $R=16$, các hệ số biến đổi c_1 đến c_{16} cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất. Nếu, thay vì RST, việc biến đổi thông thường được áp dụng và ma trận biến đổi có kích thước 64×64 ($N \times N$) được nhân với các mẫu phân dư có kích thước 64×1 ($N \times 1$), thì chỉ 16 (R) hệ số biến đổi được dẫn xuất cho khối mục tiêu bởi vì RST được áp dụng, mặc dù 64 (N) hệ số biến đổi được dẫn xuất cho khối mục tiêu. Do tổng số lượng của các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu được giảm từ N thành R , lượng dữ liệu được truyền bởi thiết bị mã hóa 100 tới thiết bị giải mã 200 giảm, do đó hiệu quả của việc truyền giữa thiết bị mã hóa 100 và thiết bị giải mã 200 có thể được cải thiện.

Khi được xem xét từ quan điểm 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 được giảm được giảm tới 16×64 ($R \times N$), nên việc sử dụng bộ nhớ trong trường hợp thực hiện RST có thể được giảm tới tỷ lệ R/N khi được so sánh với trường hợp thực hiện việc biến đổi thông thường. Ngoài ra, khi so sánh với số lượng của các phép tính nhân $N \times N$ trong trường hợp sử dụng ma trận biến đổi thông thường, việc sử dụng của ma trận biến đổi được giảm có thể làm giảm số lượng của các phép tính nhân tới tỷ lệ R/N ($R \times N$).

Trong một ví dụ, bộ biến đổi 132 của thiết bị mã hóa 100 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu bằng việc thực hiện việc biến đổi sơ cấp và việc biến đổi thứ cấp dựa trên RST trên các mẫu phân dư cho khối mục tiêu. Các hệ số biến đổi này có thể được truyền đến bộ biến đổi ngược của thiết bị giải mã 200, và bộ biến đổi ngược 222 của thiết bị giải mã 200 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải thiện dựa trên

việc biến đổi thứ cấp được giảm (RST) ngược cho các hệ số biến đổi, và có thể dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối mục tiêu dựa trên việc biến đổi sơ cấp ngược cho các hệ số biến đổi được cải biến.

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

Ma trận T^t trong khối biến đổi ngược được giảm được thể hiện trên Fig.5(b) có thể nghĩa là ma trận RST ngược $T_{R \times N}^T$ (chỉ số trên T có nghĩa là 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 trên Fig.5(b), các hệ số biến đổi được cải biến cho khối mục tiêu hoặc các mẫu phần dư cho khối hiện tại có thể được dẫn xuất. Ma trận RST ngược $T_{R \times N}^T$ có thể được thể hiện dưới dạng $(T_{R \times N}^T)_{N \times R}$.

Cụ thể hơn là, khi RST ngược được áp dụng làm việc biến đổi ngược thứ cấp, các hệ số biến đổi được cải biến cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất 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 làm việc biến đổi sơ cấp ngược, và trong trường hợp này, các mẫu phần dư cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất khi ma trận RST ngược $T_{R \times N}^T$ được nhân với các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu.

Trong một ví dụ, nếu kích thước của khối mà cho nó việc biến đổi ngược được áp dụng là 8×8 và $R = 16$ (nghĩa là, $R/N = 16/64 = 1/4$), thì RST theo Fig.5(b) có thể được thể hiện dưới dạng thao tác ma trận như được thể hiện trong Phương trình 7 dưới đây.

[Phương trình 7]

$$\begin{bmatrix} t_{1,1} & t_{2,1} & & t_{16,1} \\ t_{1,2} & t_{2,2} & \dots & t_{16,2} \\ t_{1,3} & t_{2,3} & & t_{16,3} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{1,64} & t_{2,64} & \dots & t_{16,64} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_{16} \end{bmatrix}$$

Trong Phương trình 7, c_1 đến c_{16} có thể biểu diễn các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu. Như là kết quả tính toán của Phương trình 7, r_i biểu diễn các hệ số biến đổi được cải biến cho khối mục tiêu hoặc các mẫu phần dư cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất, và quy trình dẫn xuất r_i có thể là như trong Phương trình 8.

[Phương trình 8]

```

For i from 1 to N
   $r_i = 0$ 
  for j from 1 to R
     $r_i += t_{ji} * c_j$ 

```

Như là kết quả tính toán của Phương trình 8, r_1 đến r_N biểu diễn các hệ số biến đổi được cải biến cho khối mục tiêu hoặc các mẫu phần dư cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất. Khi được xem xét từ quan điểm 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 được giảm được giảm tới 64×16 ($R \times N$), nên việc sử dụng bộ nhớ trong trường hợp thực hiện RST ngược có thể được giảm tới tỷ lệ R/N khi được so sánh với trường hợp thực hiện việc biến đổi ngược thông thường. Ngoài ra, khi so sánh với số lượng của các phép tính nhân $N \times N$ trong trường hợp sử dụng ma trận biến đổi ngược thông thường, việc sử dụng ma trận biến đổi ngược được giảm có thể làm giảm số lượng của các phép tính nhân tới tỷ lệ R/N ($N \times R$).

Cấu hình tập biến đổi được thể hiện trong Bảng 2 cũng có thể được áp dụng cho 8×8 RST. Nghĩa là, 8×8 RST có thể được áp dụng theo tập biến đổi trong Bảng 2. Do một tập biến đổi gồm hai hoặc ba biến đổi (nhân) theo chế độ dự đoán nội, có thể tạo

cấu hình để lựa chọn một trong số tới bốn biến đổi gồm mà trong trường hợp trong đó không việc biến đổi thứ cấp nào được áp dụng. Trong việc biến đổi trong đó không việc biến đổi thứ cấp nào được áp dụng, nó có thể được xem xét để áp dụng ma trận xác thực. Giả định rằng các chỉ số 0, 1, 2, và 3 một cách tương ứng được gán cho bốn biến đổi (ví dụ, chỉ số 0 có thể được phân phối cho trường hợp trong đó ma trận xác thực được áp dụng, nghĩa là, trường hợp trong đó không có việc biến đổi thứ cấp nào được áp dụng), chỉ số biến đổi hoặc chỉ số lfnst dưới dạng phần tử cú pháp có thể được báo hiệu cho mỗi khối hệ số biến đổi, nhờ đó chỉ định việc biến đổi cần được áp dụng. Nghĩa là, đối với khối 8×8 trên cùng bên trái, thông qua chỉ số biến đổi, có thể chỉ định 8×8 RST trong cấu hình RST, hoặc chỉ định 8×8 lfnst khi LFNST được áp dụng. 8×8 lfnst và 8×8 RST dùng để chỉ các biến đổi có thể ứng dụng cho vùng 8×8 được 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, 4×4 lfnst và 4×4 RST dùng để chỉ các việc biến đổi có thể ứng dụng cho vùng 4×4 được 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.

Theo một phương án của sáng chế, cho việc biến đổi trong quy trình mã hóa, chỉ 48 mẫu dữ liệu có thể được lựa chọn và tối đa 16×48 ma trận nhân biến đổi có thể được áp dụng cho nó, thay vì áp dụng 16×64 ma trận nhân biến đổi cho 64 mẫu dữ liệu tạo thành vùng 8×8 . Ở đây, "tối đa" có nghĩa là m có giá trị tối đa là 16 trong $m \times 48$ ma trận nhân biến đổi để tạo ra m hệ số. Nghĩa là, khi RST được thực hiện bằng việc áp dụng $m \times 48$ ma trận nhân biến đổi ($m \leq 16$) cho vùng 8×8 , 48 mẫu dữ liệu được nhập và m hệ số được tạo ra. Khi m là 16, 48 mẫu dữ liệu được nhập và 16 hệ số được tạo ra. Nghĩa là, giả định rằng 48 mẫu dữ liệu tạo thành 48×1 vector, 16×48 ma trận và 48×1 vector được nhân lần lượt, nhờ đó tạo ra 16×1 vector. Ở đây, 48 mẫu dữ liệu tạo thành vùng 8×8 có thể được sắp xếp hợp lý, nhờ đó tạo thành 48×1 vector. Ví dụ, 48×1 vector có thể được xây dựng dựa trên 48 mẫu dữ liệu cấu thành vùng ngoại trừ vùng 4×4

4 dưới cùng bên phải trong số các vùng 8×8 . Ở đây, khi thao tác ma trận được thực hiện bằng việc áp dụng tối đa 16×48 ma trận nhân biến đổi, 16 hệ số biến đổi được cải biến được tạo ra, và 16 hệ số biến đổi được cải biến có thể được sắp xếp trong vùng 4×4 trên cùng bên trái theo thứ tự quét, và vùng 4×4 trên cùng bên phải và vùng 4×4 dưới cùng bên trái có thể được điền với các số không.

Đối với việc biến đổi ngược trong quy trình giải mã, ma trận được chuyển vị của ma trận nhân biến đổi nêu trên có thể được sử dụng. Nghĩa là, khi RST ngược hoặc LFNST được thực hiện trong quy trình biến đổi ngược được thực hiện bởi thiết bị giải mã, dữ liệu hệ số đầu vào cho nó RST ngược được áp dụng được tạo cấu hình trong vector một chiều theo thứ tự sắp xếp được xác định trước, và vector hệ số được cải biến được thu nhận bằng việc nhân vector một chiều và ma trận RST ngược tương ứng ở bên trái của vector một chiều có thể được sắp xếp trong khối hai chiều theo thứ tự sắp xếp được xác định trước.

Tóm lại, trong quy trình biến đổi, khi RST hoặc LFNST được áp dụng cho vùng 8×8 , thao tác ma trận của 48 hệ số biến đổi trong các vùng trên cùng bên trái, trên cùng bên phải, và dưới cùng bên trái của vùng 8×8 ngoại trừ vùng dưới cùng bên phải trong số các hệ số biến đổi trong vùng 8×8 và ma trận nhân biến đổi 16×48 . Đối với thao tác ma trận, 48 hệ số biến đổi được nhập trong mảng một chiều. Khi thao tác ma trận được thực hiện, 16 hệ số biến đổi được cải biến được dẫn xuất, và các hệ số biến đổi được cải biến có thể được sắp xếp trong vùng trên cùng bên trái của vùng 8×8 .

Ngược lại, trong quy trình biến đổi ngược, khi RST ngược hoặc LFNST được áp dụng cho vùng 8×8 , 16 hệ số biến đổi tương ứng với vùng trên cùng bên trái của vùng 8×8 trong số các hệ số biến đổi trong vùng 8×8 có thể được nhập vào trong mảng một chiều theo thứ tự quét và có thể được tiến hành thao tác ma trận với ma trận nhân biến đổi 48×16 . Nghĩa là, thao tác ma trận có thể được thể hiện dưới dạng $(\text{ma trận } 48 \times 16) * (\text{vector hệ số biến đổi } 16 \times 1) = (\text{vector hệ số biến đổi được cải biến } 48 \times 1)$. Ở đây, vector $n \times 1$ có thể được diễn giải là có cùng ý nghĩa như ma trận $n \times 1$ và có thể do

đó được thể hiện dưới dạng vector cột $n \times 1$. Ngoài ra, * biểu thị phép nhân ma trận. Khi thao tác ma trận được thực hiện, 48 hệ số biến đổi được cải biến có thể được dẫn xuất, và 48 hệ số biến đổi được cải biến có thể được sắp xếp trong các vùng trên cùng bên trái, trên cùng bên phải, và dưới cùng bên trái của vùng 8×8 ngoại trừ vùng dưới cùng bên phải.

Khi việc biến đổi ngược thứ cấp là dựa trên RST, bộ biến đổi ngược 135 của thiết bị mã hóa 100 và bộ biến đổi ngược 222 của thiết bị giải mã 200 có thể gồm bộ biến đổi thứ cấp được giảm ngược để dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến dựa trên RST ngược về các hệ số biến đổi và bộ biến đổi sơ cấp ngược để dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối mục tiêu dựa trên việc biến đổi sơ cấp ngược trên các hệ số biến đổi được cải biến. Việc biến đổi sơ cấp ngược dùng để chỉ việc biến đổi ngược của việc biến đổi sơ cấp được áp dụng cho phần dư. Trong sáng chế, dẫn xuất hệ số biến đổi dựa trên việc biến đổi có thể dùng để chỉ dẫn xuất hệ số biến đổi bằng việc áp dụng việc biến đổi.

Trong việc biến đổi không được phân tách được mô tả ở trên, LFNST, sẽ được mô tả chi tiết như sau đây. LFNST có thể gồm việc biến đổi xuôi bởi thiết bị mã hóa và việc biến đổi ngược bởi thiết bị giải mã.

Thiết bị mã hóa nhận kết quả (hoặc một phần của kết quả) được dẫn xuất sau khi áp dụng việc biến đổi (lỗi) sơ cấp dưới dạng đầu vào, và áp dụng việc biến đổi thứ cấp xuôi (biến đổi thứ cấp).

[Phương trình 9]

$$y = G^T x$$

Trong Phương trình 9, x và y là các đầu vào và các đầu ra của việc biến đổi thứ cấp, một cách tương ứng, và G là ma trận biểu diễn việc biến đổi thứ cấp, và các vector cơ bản biến đổi được cấu thành từ các vector cột. Trong trường hợp LFNST ngược, khi kích thước của ma trận biến đổi G được diễn đạt dưới dạng [số hàng x số cột], trong trường hợp LFNST xuôi, sự chuyển vị của ma trận G trở thành kích thước của G^T .

Đối với LFNST ngược, các kích thước của ma trận G là $[48 \times 16]$, $[48 \times 8]$, $[16 \times 16]$, $[16 \times 8]$, và ma trận $[48 \times 8]$ và ma trận $[16 \times 8]$ là các ma trận một phần mà lấy mẫu 8 vector cơ bản biến đổi từ bên trái của ma trận $[48 \times 16]$ và ma trận $[16 \times 16]$, một cách tương ứng.

Mặt khác, đối với LFNST xuôi, các kích thước của ma trận G^T là $[16 \times 48]$, $[8 \times 48]$, $[16 \times 16]$, $[8 \times 16]$, và ma trận $[8 \times 48]$ và ma trận $[8 \times 16]$ là các ma trận một phần được thu thập bằng việc lấy mẫu 8 vector cơ bản biến đổi từ trên cùng của ma trận $[16 \times 48]$ và ma trận $[16 \times 16]$, một cách tương ứng.

Do đó, trong trường hợp LFNST xuôi, vector $[48 \times 1]$ hoặc vector $[16 \times 1]$ là có thể dưới dạng đầu vào x , và vector $[16 \times 1]$ hoặc vector $[8 \times 1]$ là có thể dưới dạng đầu ra y . Trong việc lập mã và giải mã video, đầu ra của việc biến đổi sơ cấp xuôi là dữ liệu hai chiều (2D), để xây dựng vector $[48 \times 1]$ hoặc vector $[16 \times 1]$ dưới dạng đầu vào x , vector một chiều phải được xây dựng bằng việc sắp xếp thích hợp dữ liệu 2D mà là đầu ra của việc biến đổi xuôi.

Fig.6 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu đầu ra của việc biến đổi sơ cấp xuôi thành vector một chiều theo một ví dụ. Các biểu đồ bên trái của (a) và (b) của Fig.6 thể hiện trình tự cho việc xây dựng vector $[48 \times 1]$, và các biểu đồ bên phải của (a) và (b) của Fig.6 thể hiện trình tự cho việc xây dựng vector $[16 \times 1]$. Trong trường hợp LFNST, vector một chiều x có thể được thu nhận bằng việc sắp xếp tuần tự dữ liệu 2D trong cùng thứ tự như trong (a) và (b) của Fig.6.

Hướng sắp xếp của dữ liệu đầu ra của việc biến đổi sơ cấp xuôi có thể được xác định theo chế độ dự đoán nội của khối hiện tại. Ví dụ, khi chế độ dự đoán nội của khối hiện tại là trong việc dự đoán ngang đối với hướng chéo, dữ liệu đầu ra của việc biến đổi sơ cấp xuôi có thể được sắp xếp trong thứ tự của (a) của Fig.6, và khi chế độ dự đoán nội của khối hiện tại là trong việc dự đoán dọc đối với hướng chéo, dữ liệu đầu ra của việc biến đổi sơ cấp xuôi có thể được sắp xếp trong thứ tự của (b) của Fig.6.

Theo một ví dụ, thứ tự sắp xếp khác với các thứ tự sắp xếp của (a) và (b) Fig.6 có thể được áp dụng, và theo thứ tự để dẫn xuất cùng kết quả (vector y) như khi các thứ tự sắp xếp của (a) và (b) Fig.6 được áp dụng, các vector cột của ma trận G có thể được sắp xếp lại theo thứ tự sắp xếp. Nghĩa là, nó có thể sắp xếp lại các vector cột của G sao cho mỗi thành phần cấu thành vector x luôn được nhân với cùng vector cơ bản biến đổi.

Do đầu ra y được dẫn xuất qua Phương trình 9 là vector một chiều, khi dữ liệu hai chiều được yêu cầu dưới dạng dữ liệu đầu vào trong quy trình sử dụng kết quả của việc biến đổi thứ cấp xuôi dưới dạng đầu vào, ví dụ, trong quy trình thực hiện việc lượng tử hóa hoặc lập mã phần dư, vector đầu ra y của Phương trình 9 phải được sắp xếp hợp lý dưới dạng dữ liệu 2D một lần nữa.

Fig.7 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu đầu ra của việc biến đổi thứ cấp xuôi thành khối hai chiều theo một ví dụ.

Trong trường hợp LFNST, các giá trị đầu ra có thể được sắp xếp trong khối 2D theo thứ tự quét được xác định trước. (a) của Fig.7 thể hiện rằng khi đầu ra y là vector $[16 \times 1]$, các giá trị đầu ra được sắp xếp ở 16 vị trí của khối 2D theo thứ tự quét chéo. (b) của Fig.7 thể hiện rằng khi đầu ra y là vector $[8 \times 1]$, các giá trị đầu ra được sắp xếp ở 8 vị trí của khối 2D theo thứ tự quét chéo, và 8 vị trí còn lại được điền với các số không. X trong (b) của Fig.7 chỉ ra rằng nó được điền với số không.

Theo một ví dụ khác, do thứ tự trong đó vector đầu ra y được xử lý trong việc thực hiện việc lượng tử hóa hoặc lập mã phần dư có thể được thiết đặt trước, vector đầu ra y có thể không được sắp xếp trong khối 2D như được thể hiện trên Fig.7. Tuy nhiên, trong trường hợp việc lập mã phần dư, việc lập mã dữ liệu có thể được thực hiện trong các đơn vị khối 2D (ví dụ, 4×4) chẳng hạn như nhóm hệ số (Coefficient Group, CG), và trong trường hợp này, dữ liệu được sắp xếp theo thứ tự cụ thể như trong thứ tự quét chéo của Fig.7.

Trong khi đó, thiết bị giải mã có thể tạo cấu hình vector đầu vào một chiều y bằng việc sắp xếp dữ liệu hai chiều được xuất thông qua quy trình khử lượng tử hóa hoặc tương tự theo thứ tự quét được thiết đặt trước cho việc biến đổi ngược. Vector đầu vào y có thể được xuất ra dưới dạng vector đầu ra x bằng phương trình sau.

[Phương trình 10]

$$x = Gy$$

Trong trường hợp LFNST ngược, vector đầu ra x có thể được dẫn xuất bằng việc nhân vector đầu vào y , mà là vector $[16 \times 1]$ hoặc vector $[8 \times 1]$, bởi ma trận G . Đối với LFNST ngược, vector đầu ra x có thể là hoặc vector $[48 \times 1]$ hoặc vector $[16 \times 1]$.

Vector đầu ra x được sắp xếp trong khối hai chiều theo thứ tự được thể hiện trên Fig.6 và được sắp xếp dưới dạng dữ liệu hai chiều, và dữ liệu hai chiều này trở thành dữ liệu đầu vào (hoặc một phần của dữ liệu đầu vào) của việc biến đổi sơ cấp ngược.

Theo đó, việc biến đổi thứ cấp ngược là ngược với quy trình biến đổi thứ cấp xuôi một cách tổng thể, và trong trường hợp việc biến đổi ngược, không giống trong hướng xuôi, việc biến đổi thứ cấp ngược được áp dụng đầu tiên, và sau đó việc biến đổi sơ cấp ngược được áp dụng.

Trong LFNST ngược, một trong số 8 ma trận $[48 \times 16]$ và 8 ma trận $[16 \times 16]$ có thể được lựa chọn làm ma trận biến đổi G . Việc lựa chọn áp dụng ma trận $[48 \times 16]$ hay ma trận $[16 \times 16]$ phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của khối.

Ngoài ra, 8 ma trận có thể được dẫn xuất từ bốn tập biến đổi như được thể hiện trong Bảng 2 ở trên, và mỗi tập biến đổi có thể cấu thành từ hai ma trận. Tập biến đổi nào để sử dụng trong số 4 tập biến đổi được xác định theo chế độ dự đoán nội, và cụ thể hơn là, tập biến đổi được xác định dựa trên giá trị của chế độ dự đoán nội được mở rộng bằng việc xem xét việc dự đoán nội góc rộng (Wide Angle Intra Prediction, WAIP). Ma trận nào để lựa chọn từ trong số hai ma trận cấu thành tập biến đổi được lựa chọn được dẫn xuất qua việc báo hiệu chỉ số. Cụ thể hơn là, 0, 1, và 2 là có thể dưới dạng giá trị

chỉ số được truyền, 0 có thể chỉ ra rằng LFNST không được áp dụng, và 1 và 2 có thể chỉ ra bất kỳ một trong số hai ma trận biến đổi cấu thành tập biến đổi được lựa chọn dựa trên giá trị chế độ dự đoán nội.

Trong khi đó, như được mô tả ở trên, ma trận biến đổi nào trong số ma trận $[48 \times 16]$ và ma trận $[16 \times 16]$ được áp dụng cho LFNST được xác định bởi kích thước và hình dạng của khối mục tiêu biến đổi.

Fig.8 là sơ đồ minh họa hình dạng khối mà cho nó LFNST được áp dụng. (a) của Fig.8 thể hiện các khối 4×4 , (b) thể hiện các khối 4×8 và 8×4 , (c) thể hiện các khối $4 \times N$ hoặc $N \times 4$ trong đó N là 16 hoặc lớn hơn, (d) thể hiện các khối 8×8 , (e) thể hiện các khối $M \times N$ trong đó $M \geq 8$, $N \geq 8$, và $N > 8$ hoặc $M > 8$.

Trên Fig.8, các khối với các biên dày chỉ ra các vùng mà cho nó LFNST được áp dụng. Đối với các khối của Fig.10 (a) và (b), LFNST được áp dụng cho vùng 4×4 trên cùng bên trái, và đối với khối của Fig.8 (c), LFNST được áp dụng riêng lẻ hai vùng 4×4 trên cùng bên trái được sắp xếp liên tục. Trong (a), (b), và (c) của Fig.8, do LFNST được áp dụng trong các đơn vị của các vùng 4×4 , LFNST này sau đây sẽ được gọi là “LFNST 4×4 ”. Dựa trên kích thước ma trận cho G, ma trận $[16 \times 16]$ hoặc $[16 \times 8]$ có thể được áp dụng.

Cụ thể hơn là, ma trận $[16 \times 8]$ được áp dụng cho khối 4×4 (4×4 TU hoặc 4×4 CU) của Fig.8 (a) và ma trận $[16 \times 16]$ được áp dụng cho các khối trong (b) và (c) của Fig.8. Việc này là để điều chỉnh độ phức tạp tính toán cho trường hợp xấu nhất tới 8 phép nhân mỗi mẫu.

Đối với (d) và (e) của Fig.8, LFNST được áp dụng cho vùng 8×8 trên cùng bên trái, và LFNST này sau đây được gọi là “LFNST 8×8 ”. Đối với ma trận biến đổi tương ứng, ma trận $[48 \times 16]$ hoặc ma trận $[48 \times 8]$ có thể được áp dụng. Trong trường hợp LFNST xuôi, do vector $[48 \times 1]$ (x vector trong Phương trình 9) được nhập dưới dạng dữ liệu đầu vào, tất cả các giá trị mẫu của vùng 8×8 trên cùng bên trái không được sử dụng

dưới dạng các giá trị đầu vào của LFNST xuôi. Nghĩa là, như có thể được thấy ở bên trái của Fig.6 (a) hoặc bên trái của Fig.6 (b), vector $[48 \times 1]$ có thể được xây dựng dựa trên các mẫu thuộc về 3 khối 4×4 còn lại trong khi để nguyên khối 4×4 dưới cùng bên phải.

Ma trận $[48 \times 8]$ có thể được áp dụng cho khối 8×8 (8×8 TU hoặc 8×8 CU) trên Fig.8 (d), và ma trận $[48 \times 16]$ có thể được áp dụng cho khối 8×8 trên Fig.8(e). Việc này cũng để điều chỉnh độ phức tạp tính toán cho trường hợp xấu nhất tới 8 phép nhân mỗi mẫu.

Phụ thuộc vào hình dạng khối, khi LFNST xuôi tương ứng (LFNST 4×4 hoặc LFNST 8×8) được áp dụng, 8 hoặc 16 dữ liệu đầu ra (vector y trong Phương trình 9, vector $[8 \times 1]$ hoặc $[16 \times 1]$) được tạo ra. Trong LFNST xuôi, số lượng của dữ liệu đầu ra là bằng hoặc nhỏ hơn số lượng của dữ liệu đầu vào do các tính chất của ma trận G^T .

Fig.9 là sơ đồ minh họa việc sắp xếp của dữ liệu đầu ra của LFNST xuôi theo một ví dụ, và thể hiện khối trong đó dữ liệu đầu ra của LFNST xuôi được sắp xếp theo hình dạng khối.

Diện tích mờ ở trên cùng bên trái của khối được thể hiện trên Fig.9 tương ứng với khu vực tại đó dữ liệu đầu ra của LFNST xuôi được đặt, các vị trí được đánh dấu với 0 chỉ ra các mẫu được điền với các giá trị 0, và diện tích còn lại biểu diễn các vùng mà không được thay đổi bởi LFNST xuôi. Trong khu vực không được thay đổi bởi LFNST, dữ liệu đầu ra của việc biến đổi sơ cấp xuôi duy trì không được thay đổi.

Như được mô tả ở trên, do kích thước của ma trận biến đổi được áp dụng thay đổi theo hình dạng của khối, số lượng của dữ liệu đầu ra cũng thay đổi. Theo Fig.9, dữ liệu đầu ra của LFNST xuôi có thể không điền hoàn toàn khối 4×4 trên cùng bên trái. Trong trường hợp (a) và (d) của Fig.9, ma trận $[16 \times 8]$ và ma trận $[48 \times 8]$ được áp dụng cho khối được chỉ ra bởi đường đậm hoặc một phần vùng bên trong khối, một cách tương ứng, và vector $[8 \times 1]$ dưới dạng đầu ra của LFNST xuôi được tạo ra. Nghĩa là,

theo thứ tự quét được thể hiện trong (b) của Fig.7, chỉ 8 dữ liệu đầu ra có thể được điền như được thể hiện trong (a) và (d) của Fig.9, và 0 có thể được điền vào 8 vị trí còn lại. Trong trường hợp khối được áp dụng LFNST của Fig.8 (d), như được thể hiện trên Fig.9(d), hai khối 4x4 ở trên cùng bên phải và dưới cùng bên trái lân cận với khối 4x4 trên cùng bên trái cũng được điền với các giá trị 0.

Như được mô tả ở trên, về cơ bản, bằng việc báo hiệu chỉ số LFNST, việc liệu có áp dụng LFNST hay không và ma trận biến đổi cần được áp dụng được cụ thể hóa. Như được thể hiện trên Fig.9, khi LFNST được áp dụng, do số lượng của dữ liệu đầu ra của LFNST xuôi có thể bằng với hoặc nhỏ hơn số lượng của dữ liệu đầu vào, vùng được điền với giá trị không xảy ra như sau đây.

1) Như được thể hiện trên (a) của Fig.9, các mẫu từ vị trí thứ 8 và sau đó trong thứ tự quét trong khối 4x4 trên cùng bên trái, nghĩa là, các mẫu từ thứ 9 đến thứ 16.

2) Như được thể hiện trên (d) và (e) của Fig.9, khi ma trận [48 x 16] hoặc ma trận [48 x 8] được áp dụng, hai khối 4x4 liên kề với khối 4x4 trên cùng bên trái hoặc các khối 4x4 thứ hai và thứ ba trong thứ tự quét.

Do đó, nếu dữ liệu khác không tồn tại bằng việc kiểm tra các diện tích 1) và 2), rõ ràng rằng LFNST không được áp dụng, sao cho việc báo hiệu của chỉ số LFNST tương ứng có thể được bỏ qua.

Theo một ví dụ, ví dụ, trong trường hợp LFNST được áp dụng trong tiêu chuẩn VVC, do việc báo hiệu của chỉ số LFNST được thực hiện sau khi việc lập mã phần dư, thiết bị mã hóa có thể biết liệu có dữ liệu khác không (các hệ số đáng kể) cho tất cả các vị trí trong khối TU hoặc CU hay không thông qua việc lập mã phần dư. Theo đó, thiết bị mã hóa có thể xác định xem có thực hiện việc báo hiệu trên chỉ số LFNST hay không dựa trên sự tồn tại của dữ liệu khác không, và thiết bị giải mã có thể xác định xem chỉ số LFNST có được phân tích cú pháp hay không. Khi dữ liệu khác không không tồn tại

trong khu vực được chỉ định trong 1) và 2) ở trên, việc báo hiệu của chỉ số LFNST được thực hiện.

Trong khi đó, đối với LFNST được áp dụng, các phương pháp đơn giản hóa sau đây có thể được áp dụng.

(i) Theo một ví dụ, số lượng của dữ liệu đầu ra cho LFNST xuôi có thể được giới hạn ở tối đa là 16.

Trong trường hợp (c) của Fig.8, LFNST 4x4 có thể được áp dụng cho hai vùng 4x4 liền kề với trên cùng bên trái, một cách tương ứng, và trong trường hợp này, tối đa là 32 dữ liệu đầu ra LFNST có thể được tạo ra. Khi số lượng của dữ liệu đầu ra cho LFNST xuôi được giới hạn ở tối đa là 16, trong trường hợp các khối 4xN/Nx4 ($N \geq 16$) (TU hoặc CU), LFNST 4x4 chỉ được áp dụng cho một vùng 4x4 ở trên cùng bên trái, LFNST có thể được áp dụng chỉ một lần cho tất cả các khối của Fig.8. Thông qua việc này, việc thực hiện của việc lập mã hình ảnh có thể được đơn giản hóa.

(ii) Theo một ví dụ, việc đặt bằng không có thể được áp dụng bổ sung cho vùng mà với nó LFNST không được áp dụng. Trong bản mô tả này, việc đặt bằng không có thể nghĩa là điền các giá trị của tất cả các vị trí thuộc về vùng cụ thể với giá trị của 0. Nghĩa là, việc đặt bằng không có thể được áp dụng cho vùng mà không được thay đổi do LFNST và duy trì kết quả của việc biến đổi sơ cấp xuôi. Như được mô tả ở trên, do LFNST được chia thành LFNST 4x4 và LFNST 8x8, việc đặt bằng không có thể được chia thành hai loại ((ii)-(A) và (ii)-(B)) như sau đây.

(ii)-(A) Khi LFNST 4x4 được áp dụng, vùng mà với nó LFNST 4x4 không được áp dụng có thể được đặt bằng không. Fig.10 minh họa việc đặt bằng không trong khối mà cho nó LFNST 4 x 4 được áp dụng theo một ví dụ.

Như được thể hiện trong Fig.10, đối với khối mà cho nó LFNST 4 x 4 được áp dụng, nghĩa là, đối với các khối trong (a), (b), và (c) của Fig.9, ngay cả vùng mà cho nó không có LFNST nào được áp dụng có thể được điền với các số 0.

(d) của Fig.10 thể hiện rằng việc đặt bằng không được thực hiện trên khối còn lại mà cho nó LFNST 4×4 không được áp dụng khi số lượng tối đa của các mảnh của dữ liệu đầu ra của LFNST xuôi được giới hạn ở 16 theo một ví dụ.

(ii)-(B) Khi LFNST 8×8 được áp dụng, vùng mà cho nó LFNST 8×8 không được áp dụng có thể được đặt bằng không. Fig.11 minh họa việc đặt bằng không trong khối mà cho nó LFNST 8×8 được áp dụng theo một ví dụ.

Như được thể hiện trong Fig.11, đối với khối mà cho nó LFNST 8×8 được áp dụng, nghĩa là, đối với các khối trong (d) và (e) của Fig.9, ngay cả vùng mà cho nó không có LFNST nào được áp dụng có thể được điền với các số 0.

(iii) Do việc đặt bằng không được đề xuất trong (ii), khi LFNST được áp dụng, vùng được điền với các số 0 có thể thay đổi. Theo đó, theo việc đặt bằng không được đề xuất trong (ii), việc liệu dữ liệu khác không có tồn tại hay không có thể được kiểm tra trên vùng rộng hơn trong LFNST của Fig.9.

Ví dụ, khi (ii)-(B) được áp dụng, việc liệu dữ liệu khác không có tồn tại hay không có thể được kiểm tra trong cho tới vùng được điền thêm với các số 0 trên Fig.11 ngoài các vùng được điền với các số 0 trên Fig.(d) và (e) của Fig.9, và sau đó chỉ số LFNST có thể được báo hiệu chỉ khi dữ liệu khác không không tồn tại.

Đương nhiên, ngay cả nếu việc đặt bằng không được đề xuất trong (ii) được áp dụng, có thể kiểm tra xem dữ liệu khác không có tồn tại theo cùng cách như việc báo hiệu chỉ số LFNST đang tồn tại hay không. Nghĩa là, sau khi kiểm tra xem dữ liệu khác không có tồn tại trong khối được điền với các số không trên Fig.9 hay không, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được áp dụng. Trong trường hợp này, thiết bị mã hóa chỉ thực hiện việc đặt bằng không và thiết bị giải mã không giả định việc đặt bằng không, nghĩa là, chỉ kiểm tra xem dữ liệu khác không có tồn tại chỉ trong khu vực được đánh dấu tường minh là 0 trên Fig.9 hay không, có thể thực hiện việc phân tích cú pháp chỉ số LFNST.

Các phương án khác nhau trong đó các kết hợp của các phương pháp đơn giản hóa ((i), (ii)-(A), (ii)-(B), (iii)) cho LFNST được áp dụng có thể được dẫn xuất. Đương nhiên, các kết hợp của các phương pháp đơn giản hóa nêu trên không bị giới hạn ở phương án sau đây, và kết hợp bất kỳ có thể được áp dụng cho LFNST.

Phương án

- Giới hạn số lượng của dữ liệu đầu ra cho LFNST xuôi tới tối đa là 16 → (i)
- Khi LFNST 4x4 được áp dụng, tất cả các khu vực mà cho nó LFNST 4x4 không được áp dụng được đặt bằng không → (ii)-(A)
- Khi LFNST 8x8 được áp dụng, tất cả các khu vực mà cho nó LFNST 8x8 không được áp dụng được đặt bằng không → (ii)-(B)
- Sau khi kiểm tra xem dữ liệu khác không có cũng tồn tại khu vực đang tồn tại được điền với giá trị không và khu vực được điền với các số không do các việc đặt bằng không bổ sung ((ii)-(A), (ii)-(B)) hay không, chỉ số LFNST được báo hiệu chỉ khi dữ liệu khác không không tồn tại → (iii)

Trong một phương án, khi LFNST được áp dụng, vùng trong đó dữ liệu đầu ra khác không có thể tồn tại được giới hạn ở bên trong của vùng trên 4 x 4 trên cùng bên trái. Cụ thể là, trong (a) của Fig.10 và (a) của Fig.11, vị trí thứ tám theo thứ tự quét là vị trí cuối cùng trong đó dữ liệu khác không có thể tồn tại, và trong (b) và (d) của Fig.10 và (b) của Fig.11, vị trí thứ mười sáu theo thứ tự quét (nghĩa là, vị trí dưới cùng bên phải của khối 4 x 4 trên cùng bên trái) là vị trí cuối cùng trong đó dữ liệu khác không có thể tồn tại.

Do đó, khi LFNST được áp dụng, sau khi kiểm tra xem dữ liệu khác không có tồn tại trong vị trí trong đó quy trình lập mã phần dư không được cho phép (ở vị trí bên ngoài vị trí cuối cùng) hay không, nó có thể được xác định xem chỉ số LFNST có được báo hiệu hay không.

Trong trường hợp phương pháp đặt bằng không được đề xuất trong (ii), do số lượng của dữ liệu cuối cùng được tạo ra khi cả việc biến đổi sơ cấp và LFNST được áp dụng, lượng tính toán được yêu cầu để thực hiện toàn bộ quy trình biến đổi có thể được giảm. Nghĩa là, khi LFNST được áp dụng, do việc đặt bằng không được áp dụng cho việc biến đổi sơ cấp xuôi dữ liệu đầu ra tồn tại trong vùng mà với nó LFNST không được áp dụng, không cần phải tạo ra dữ liệu cho vùng mà trở thành đặt bằng không trong khi thực hiện việc biến đổi sơ cấp xuôi. Theo đó, nó có thể làm giảm lượng tính toán cần thiết để tạo ra dữ liệu tương ứng. Các hiệu quả bổ sung của phương pháp đặt bằng không được đề xuất trong (ii) được tóm tắt như sau đây.

Đầu tiên, như được mô tả ở trên, lượng tính toán được yêu cầu để thực hiện toàn bộ quy trình biến đổi được giảm.

Cụ thể là, khi (ii)-(B) được áp dụng, lượng tính toán cho trường hợp xấu nhất được giảm, sao cho quy trình biến đổi có thể được nhẹ bớt. Nói cách khác, nói chung, lượng tính toán lớn được yêu cầu để thực hiện việc biến đổi sơ cấp kích thước lớn. Bằng việc áp dụng (ii)-(B), số lượng của dữ liệu được dẫn xuất dưới dạng kết quả thực hiện LFNST xuôi có thể được giảm tới 16 hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, do kích thước của toàn bộ khối (TU hoặc CU) tăng, hiệu quả giảm lượng thao tác biến đổi được tăng thêm nữa.

Thứ hai, lượng tính toán được yêu cầu cho toàn bộ quy trình biến đổi có thể được giảm, nhờ đó làm giảm lượng tiêu thụ năng lượng được yêu cầu để thực hiện việc biến đổi.

Thứ ba, độ trễ có mặt trong quy trình biến đổi được giảm.

Việc biến đổi thứ cấp chẳng hạn như LFNST cộng lượng tính toán vào việc biến đổi sơ cấp đang tồn tại, do đó làm tăng thời gian trễ tổng thể có mặt trong khi thực hiện việc biến đổi. Cụ thể là, trong trường hợp việc dự đoán nội, do dữ liệu được xây dựng lại của các khối lân cận được sử dụng trong quy trình dự đoán, trong khi mã hóa, sự tăng

về độ trễ do việc biến đổi thứ cấp dẫn đến sự tăng về độ trễ cho đến khi xây dựng lại. Điều này có thể dẫn đến việc tăng về độ trễ tổng thể của việc mã hóa dự đoán nội.

Tuy nhiên, nếu việc đặt bằng không được đề xuất trong (ii) được áp dụng, thời gian trễ để thực hiện việc biến đổi sơ cấp có thể được giảm đáng kể khi LFNST được áp dụng, thời gian trễ cho toàn bộ việc biến đổi được duy trì hoặc được giảm, sao cho thiết bị mã hóa có thể được thực hiện đơn giản hơn.

Trong khi đó, trong việc dự đoán nội thông thường, khối mục tiêu lập mã được xem là một đơn vị lập mã, và việc lập mã được thực hiện mà không có việc phân vùng của nó. Tuy nhiên, việc lập mã các phân vùng con nội (Intra Sub-Partitions, ISP) dùng để chỉ việc thực hiện việc lập mã dự đoán nội với khối mục tiêu lập mã được phân vùng trong chiều ngang hoặc chiều dọc. Trong trường hợp này, khối được xây dựng lại có thể được tạo ra bằng việc thực hiện mã hóa/giải mã trong các đơn vị của các khối được phân vùng, và khối được xây dựng lại có thể được sử dụng làm khối tham chiếu của khối được phân vùng tiếp theo. Theo một ví dụ, trong việc lập mã ISP, một khối lập mã có thể được phân vùng thành hai hoặc bốn khối con và được lập mã, và trong ISP, việc dự đoán nội được thực hiện trên một khối con bằng việc tham chiếu tới giá trị điểm ảnh được xây dựng lại của khối con được đặt liền kề với phía trên cùng hoặc bên trái của nó. Sau đây, thuật ngữ “lập mã” có thể được sử dụng làm khái niệm gồm cả việc lập mã được thực hiện bởi thiết bị mã hóa và việc giải mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã.

ISP phân vùng khối được dự đoán dưới dạng độ chói nội thành hai hoặc bốn phân vùng con theo chiều dọc hoặc chiều ngang theo kích thước của khối. Ví dụ, kích thước khối tối thiểu mà cho nó ISP có thể được áp dụng là 4×8 hoặc 8×4 . Nếu kích thước khối là lớn hơn 4×8 hoặc 8×4 , khối được phân vùng thành bốn phân vùng con.

Khi ISP được áp dụng, các khối con được lập mã lần lượt theo loại phân vùng, chẳng hạn như, ngang hoặc dọc, từ trái sang phải, hoặc từ trên cùng đến dưới cùng, và việc lập mã cho khối con tiếp theo có thể được thực hiện sau khi thực hiện cho tới quy trình khôi phục lại thông qua việc biến đổi ngược và việc dự đoán nội cho một khối con.

Đối với khối con ngoài cùng bên trái hoặc trên cùng, như trong phương pháp dự đoán nội thông thường, điểm ảnh được xây dựng lại của khối lập mã mà đã được lập mã được tham chiếu đến. Ngoài ra, nếu khối con trước đó không liền kề với mỗi cạnh của khối con bên trong sau nó, theo thứ tự để dẫn xuất các điểm ảnh tham chiếu liền kề với cạnh tương ứng, như trong phương pháp dự đoán nội thông thường, điểm ảnh được xây dựng lại của khối lập mã liền kề đã được lập mã được tham chiếu đến.

Trong chế độ lập mã ISP, tất cả các khối con có thể được lập mã với cùng chế độ dự đoán nội, và cờ chỉ ra xem có sử dụng việc lập mã ISP hay không và cờ chỉ ra hướng (ngang hoặc dọc) trong đó việc phân vùng được thực hiện có thể được báo hiệu. Ở đây, số lượng của các khối con có thể được điều chỉnh thành 2 hoặc 4 phụ thuộc vào hình dạng khối. Khi kích thước (độ rộng x độ cao) của khối con là nhỏ hơn 16, việc phân vùng thành các khối con có thể không được cho phép, hoặc giới hạn có thể được đặt không áp dụng việc lập mã ISP chính nó.

Trong khi đó, trong trường hợp chế độ dự đoán ISP, một đơn vị lập mã được phân vùng thành hai hoặc bốn khối phân vùng, nghĩa là, các khối con, và được dự đoán, và cùng chế độ dự đoán nội được áp dụng cho hai hoặc bốn khối phân vùng do đó được phân vùng.

Như được mô tả ở trên, cả chiều ngang (nếu đơn vị lập mã $M \times N$ có chiều dài ngang và chiều dài dọc của M và N , một cách tương ứng, được chia trong việc dự đoán ngang, nó được chia thành các khối $M \times (N/2)$ khi được chia thành hai, và thành các khối $M \times (N/4)$ khi được chia thành bốn) và chiều dọc (nếu đơn vị lập mã $M \times N$ được chia trong việc dự đoán dọc, nó được chia thành các khối $(M/2) \times N$ khi được chia thành hai, và được chia thành các khối $(M/4) \times N$ khi được chia thành bốn) là có thể như hướng phân vùng. Khi được phân vùng trong việc dự đoán ngang, các khối phân vùng được lập mã theo thứ tự từ đỉnh xuống dưới, và khi được phân vùng trong việc dự đoán dọc, các khối phân vùng được lập mã theo thứ tự từ trái sang phải. Khối phân vùng được lập mã hiện tại có thể được dự đoán bằng việc tham chiếu tới điểm ảnh được xây dựng lại

các giá trị của khối phân vùng trên cùng (bên trái) trong trường hợp việc phân vùng hướng ngang (dọc).

Việc biến đổi có thể được áp dụng cho tín hiệu phần dư được tạo ra bằng phương pháp dự đoán ISP trong các đơn vị của các khối phân vùng. Công nghệ lựa chọn đa biến đổi (Multiple Transform Selection, MTS) dựa trên sự kết hợp DST-7/DCT-8 cũng như DCT-2 hiện tồn tại có thể được áp dụng cho việc biến đổi sơ cấp (biến đổi lõi hoặc biến đổi sơ cấp) dựa trên hướng xuôi, và việc biến đổi không thể phân tách tần số thấp (Low Frequency Non-Separable Transform, LFNST) có thể được áp dụng cho hệ số biến đổi được tạo ra theo việc biến đổi sơ cấp để tạo ra hệ số biến đổi được cải biến cuối cùng.

Nghĩa là, LFNST cũng có thể được áp dụng cho các khối phân vùng được chia bằng việc áp dụng chế độ dự đoán ISP, và cùng chế độ dự đoán nội được áp dụng cho các khối phân vùng được chia như được mô tả ở trên. Theo đó, khi lựa chọn tập LFNST được dẫn xuất dựa trên chế độ dự đoán nội, tập LFNST được dẫn xuất có thể được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng. Nghĩa là, cùng chế độ dự đoán nội được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng, và nhờ đó cùng tập LFNST có thể được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng.

Trong khi đó, theo một ví dụ, LFNST có thể được áp dụng chỉ cho các khối biến đổi có cả chiều dài ngang và dọc là 4 hoặc nhiều hơn. Do đó, khi chiều dài ngang hoặc dọc của khối phân vùng được phân vùng theo phương pháp dự đoán ISP là nhỏ hơn 4, LFNST không được áp dụng và chỉ số LFNST không được báo hiệu. Ngoài ra, khi LFNST được áp dụng cho mỗi khối phân vùng, khối phân vùng tương ứng có thể được coi như là một khối biến đổi. Đương nhiên, khi phương pháp dự đoán ISP không được áp dụng, LFNST có thể được áp dụng cho khối lập mã.

Việc ứng dụng của LFNST cho mỗi khối phân vùng được mô tả chi tiết như sau đây.

Theo một ví dụ, sau khi áp dụng LFNST xuôi tới khối phân vùng riêng lẻ, và sau khi chỉ để tới 16 hệ số (8 hoặc 16) trong vùng 4x4 trên cùng bên trái theo thứ tự quét hệ số biến đổi, việc đặt bằng không của việc điền tất cả các vị trí và các vùng còn lại với giá trị của 0 có thể được áp dụng.

Mặt khác, theo một ví dụ, khi chiều dài của một cạnh của khối phân vùng là 4, LFNST được áp dụng chỉ cho vùng 4x4 trên cùng bên trái, và khi chiều dài của tất cả các cạnh của khối phân vùng, nghĩa là, độ rộng và độ cao, là 8 hoặc nhiều hơn, LFNST có thể được áp dụng cho 48 hệ số còn lại ngoại trừ vùng 4x4 dưới cùng bên phải trong vùng 8x8 trên cùng bên trái.

Mặt khác, theo một ví dụ, để điều chỉnh độ phức tạp tính toán của trường hợp xấu nhất tới 8 phép nhân mỗi mẫu, khi mỗi khối phân vùng là 4x4 hoặc 8x8, chỉ 8 hệ số biến đổi có thể được xuất ra sau khi áp dụng LFNST xuôi. Nghĩa là, nếu khối phân vùng là 4x4, ma trận 8x16 có thể được áp dụng làm ma trận biến đổi, và nếu khối phân vùng là 8x8, ma trận 8x48 có thể được áp dụng làm ma trận biến đổi.

Trong khi đó, trong tiêu chuẩn VVC hiện tại, việc báo hiệu chỉ số LFNST được thực hiện trong các đơn vị của các đơn vị lập mã. Theo đó, khi chế độ dự đoán ISP được sử dụng và LFNST được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng, thì cùng giá trị chỉ số LFNST có thể được áp dụng cho các khối phân vùng tương ứng. Nghĩa là, khi giá trị chỉ số LFNST được truyền một lần ở mức đơn vị lập mã, chỉ số LFNST tương ứng có thể được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng trong đơn vị lập mã. Như được mô tả ở trên, giá trị chỉ số LFNST có thể có các giá trị của 0, 1, và 2, 0 chỉ ra trường hợp trong đó LFNST không được áp dụng, và 1 và 2 chỉ ra hai ma trận biến đổi có mặt trong một tập LFNST khi LFNST được áp dụng.

Như được mô tả ở trên, tập LFNST được xác định bởi chế độ dự đoán nội, và do tất cả các khối phân vùng trong đơn vị lập mã được dự đoán trong cùng chế độ dự đoán nội trong trường hợp chế độ dự đoán ISP, các khối phân vùng có thể dùng để chỉ cùng tập LFNST.

Theo một ví dụ khác, việc báo hiệu chỉ số LFNST vẫn được thực hiện trong các đơn vị của các đơn vị lập mã, nhưng trong trường hợp chế độ dự đoán ISP, mà không xác định xem có áp dụng LFNST một cách đồng nhất cho tất cả các khối phân vùng hay không, việc liệu có áp dụng giá trị chỉ số LFNST được báo hiệu ở mức đơn vị lập mã cho mỗi khối phân vùng hay không áp dụng LFNST có thể được xác định qua điều kiện phân tách. Ở đây, điều kiện phân tách có thể được báo hiệu dưới dạng cờ cho mỗi khối phân vùng qua luồng bit, và khi giá trị cờ là 1, giá trị chỉ số LFNST được báo hiệu ở mức đơn vị lập mã có thể được áp dụng, và khi giá trị cờ là 0, LFNST có thể không được áp dụng.

Sau đây, phương pháp duy trì độ phức tạp tính toán cho trường hợp xấu nhất khi LFNST được áp dụng cho chế độ ISP sẽ được mô tả.

Trong trường hợp chế độ ISP, để duy trì số lượng của các phép nhân mỗi mẫu (hoặc mỗi hệ số, hoặc mỗi vị trí) ở giá trị nhất định hoặc nhỏ hơn khi LFNST được áp dụng, việc ứng dụng của LFNST có thể được giới hạn. Phụ thuộc vào kích thước của khối phân vùng, số lượng của các phép nhân mỗi mẫu (hoặc mỗi hệ số, hoặc mỗi vị trí) có thể được duy trì ở 8 hoặc nhỏ hơn bằng việc áp dụng LFNST như sau đây.

1. Khi cả chiều dài ngang và chiều dài dọc của khối phân vùng là bằng hoặc lớn hơn 4, cùng phương pháp như phương pháp điều chỉnh độ phức tạp tính toán cho trường hợp xấu nhất cho LFNST trong tiêu chuẩn VVC hiện tại có thể được áp dụng.

Nghĩa là, khi khối phân vùng là khối 4x4, thay vì ma trận 16x16, theo hướng xuôi, ma trận 8x16 được thu thập bằng việc lấy mẫu 8 hàng trên cùng từ ma trận 16x16 có thể được áp dụng, và theo hướng ngược, ma trận 16x8 được thu thập bằng việc lấy mẫu 8 cột bên trái từ ma trận 16x16 có thể được áp dụng. Ngoài ra, khi khối phân vùng là khối 8x8, theo hướng xuôi, thay vì ma trận 16x48, ma trận 8x48 được thu thập bằng việc lấy mẫu 8 hàng trên cùng từ ma trận 16x48 có thể được áp dụng, và theo hướng ngược, thay vì ma trận 48x16, ma trận 48x8 được thu thập bằng việc lấy mẫu 8 cột bên trái từ ma trận 48x16 có thể được áp dụng.

Trong trường hợp khối $4 \times N$ hoặc $N \times 4$ ($N > 4$), khi việc biến đổi xuôi được thực hiện, 16 hệ số được tạo ra sau khi áp dụng ma trận 16×16 chỉ cho khối 4×4 trên cùng bên trái được sắp xếp trong vùng 4×4 trên cùng bên trái, và các vùng khác có thể được điền với các giá trị 0. Ngoài ra, thực hiện việc biến đổi ngược, 16 hệ số được đặt trong khối 4×4 trên cùng bên trái có thể được sắp xếp trong thứ tự quét để tạo cấu hình vector đầu vào, và sau đó 16 dữ liệu đầu ra có thể được tạo ra bằng việc nhân ma trận 16×16 . Dữ liệu đầu ra được tạo ra có thể được sắp xếp trong vùng 4×4 trên cùng bên trái, và các vùng còn lại ngoại trừ vùng 4×4 trên cùng bên trái có thể được điền với các số không.

Trong trường hợp khối $8 \times N$ hoặc $N \times 8$ ($N > 8$), khi việc biến đổi xuôi được thực hiện, 16 hệ số được tạo ra sau khi áp dụng ma trận 16×48 chỉ cho vùng ROI trong khối 8×8 trên cùng bên trái (các vùng còn lại ngoại trừ khối 4×4 dưới cùng bên phải từ khối 8×8 trên cùng bên trái) có thể được sắp xếp trong diện tích 4×4 trên cùng bên trái, và các vùng khác có thể được điền với các giá trị 0. Ngoài ra, thực hiện việc biến đổi ngược, 16 hệ số được đặt trong khối 4×4 trên cùng bên trái có thể được sắp xếp trong thứ tự quét để tạo cấu hình vector đầu vào, và sau đó 48 dữ liệu đầu ra có thể được tạo ra bằng việc nhân ma trận 48×16 . Dữ liệu đầu ra được tạo ra có thể được điền trong vùng ROI, và các vùng khác có thể được điền với các giá trị 0.

Theo một ví dụ khác, để duy trì số lượng của các phép nhân mỗi mẫu (hoặc mỗi hệ số, hoặc mỗi vị trí) ở giá trị nhất định hoặc nhỏ hơn, số lượng của các phép nhân mỗi mẫu (hoặc mỗi hệ số, hoặc mỗi vị trí) dựa trên kích thước đơn vị lập mã ISP thay vì kích thước của khối phân vùng ISP có thể được duy trì ở 8 hoặc nhỏ hơn. Nếu chỉ có một khối trong số các khối phân vùng ISP, mà thỏa mãn điều kiện trong đó LFNST được áp dụng, việc tính toán độ phức tạp cho trường hợp xấu nhất của LFNST có thể được áp dụng dựa trên kích thước đơn vị lập mã tương ứng thay vì kích thước của khối phân vùng. Ví dụ, khi khối lập mã độ chói cho đơn vị lập mã nhất định được phân vùng thành 4 khối phân vùng có kích thước 4×4 và được lập mã bởi ISP, và khi không có hệ số biến đổi khác không nào tồn tại cho hai khối phân vùng trong số chúng, hai khối phân vùng

khác có thể được thiết đặt một cách tương ứng để tạo ra 16 hệ số biến đổi thay vì 8 (dựa trên bộ mã hóa).

Sau đây, phương pháp báo hiệu chỉ số LFNST trong trường hợp chế độ ISP sẽ được mô tả.

Như được mô tả ở trên, chỉ số LFNST có thể có các giá trị của 0, 1, và 2, trong đó 0 chỉ ra rằng LFNST không được áp dụng, và 1 và 2 một cách tương ứng chỉ ra hoặc một trong số hai ma trận nhân LFNST được gồm trong tập LFNST được lựa chọn. LFNST được áp dụng dựa trên ma trận nhân LFNST được lựa chọn bởi chỉ số LFNST. Phương pháp truyền chỉ số LFNST trong tiêu chuẩn VVC hiện tại sẽ được mô tả như sau đây.

1. Chỉ số LFNST có thể được truyền một lần cho mỗi đơn vị lập mã (CU), và trong trường hợp cây đôi, các chỉ số LFNST riêng lẻ có thể được báo hiệu cho khối độ chói và khối sắc độ, một cách tương ứng.

2. Khi chỉ số LFNST không được báo hiệu, giá trị chỉ số LFNST được suy ra là giá trị mặc định là 0. Trường hợp trong đó giá trị chỉ số LFNST được suy ra là 0 là như sau đây.

A. Trong trường hợp chế độ trong đó không có việc biến đổi nào được áp dụng (ví dụ, bỏ qua biến đổi, BDPCM, lập mã không tổn hao, v.v.)

B. Khi việc biến đổi sơ cấp không phải là DCT-2 (DST7 hoặc DCT8), nghĩa là, khi việc biến đổi trong việc dự đoán ngang hoặc việc biến đổi trong việc dự đoán dọc không phải là DCT-2

C. Khi chiều dài ngang hoặc chiều dài dọc cho khối độ chói của đơn vị lập mã vượt quá kích thước của biến đổi độ chói tối đa có thể biến đổi, ví dụ, khi kích thước của biến đổi độ chói tối đa có thể biến đổi là 64, và khi kích thước cho khối độ chói của khối lập mã là bằng 128x16, LFNST không thể được áp dụng.

Trong trường hợp cây đôi, được xác định xem kích thước của việc biến đổi độ chói tối đa có vượt quá cho mỗi trong số đơn vị lập mã cho thành phần độ chói và đơn vị lập mã cho thành phần sắc độ hay không. Nghĩa là, được kiểm tra cho khối độ chói xem kích thước của việc biến đổi độ chói có thể biến đổi tối đa có được vượt quá hay không, và được kiểm tra cho khối sắc độ xem chiều dài ngang/dọc của khối độ chói tương ứng cho định dạng màu sắc và kích thước của việc biến đổi độ chói có thể biến đổi tối đa vượt quá kích thước có được vượt quá hay không. Ví dụ, khi định dạng màu sắc là 4:2:0, chiều dài ngang/dọc của khối độ chói tương ứng là gấp hai lần của khối sắc độ tương ứng, và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là gấp hai lần của khối sắc độ tương ứng. Theo một ví dụ khác, khi định dạng màu sắc là 4:4:4, chiều dài ngang/dọc và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là giống như của khối sắc độ tương ứng.

Việc biến đổi độ dài 64 hoặc việc biến đổi độ dài 32 có thể nghĩa là việc biến đổi được áp dụng cho độ rộng hoặc độ cao có chiều dài là 64 hoặc 32, một cách tương ứng, và “kích thước biến đổi” có thể nghĩa là 64 hoặc 32 như chiều dài tương ứng.

Trong trường hợp cây đơn, sau khi kiểm tra xem chiều dài ngang hoặc chiều dài dọc của khối độ chói có vượt quá kích thước khối biến đổi độ chói có thể biến đổi tối đa hay không, nếu nó vượt quá, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được bỏ qua.

D. Chỉ số LFNST có thể được truyền chỉ khi cả chiều dài ngang và chiều dài dọc của đơn vị lập mã là bằng hoặc lớn hơn 4.

Trong trường hợp cây đôi, chỉ số LFNST có thể được báo hiệu chỉ khi cả các chiều dài ngang và dọc cho thành phần tương ứng (nghĩa là, thành phần độ chói hoặc sắc độ) là bằng hoặc lớn hơn 4.

Trong trường hợp cây đơn, chỉ số LFNST có thể được báo hiệu khi cả các chiều dài ngang và dọc cho thành phần độ chói là bằng hoặc lớn hơn 4.

E. Nếu vị trí của hệ số khác không cuối cùng không phải là vị trí DC (vị trí trên cùng bên trái của khối), và nếu vị trí của hệ số khác không cuối cùng không phải là vị trí DC, trong trường hợp khối độ chói của loại cây đôi, chỉ số LFNST được truyền. Trong trường hợp khối sắc độ loại cây đôi, nếu bất kỳ một trong số vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho Cb và vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho Cr không phải là vị trí DC, chỉ số LFNST tương ứng được truyền.

Trong trường hợp loại cây đơn, nếu vị trí của hệ số khác không cuối cùng của bất kỳ một trong số thành phần độ chói, thành phần Cb, và thành phần Cr không phải là vị trí DC, chỉ số LFNST được truyền.

Ở đây, nếu giá trị cờ khối được lập mã (coded block flag, CBF) chỉ ra xem hệ số biến đổi cho một khối biến đổi tồn tại có là 0 hay không, vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho khối biến đổi tương ứng không được kiểm tra để xác định xem chỉ số LFNST có được báo hiệu hay không. Nghĩa là, khi giá trị CBF tương ứng là 0, do không có việc biến đổi nào được áp dụng cho khối tương ứng, vị trí của hệ số khác không cuối cùng có thể không được xem xét khi kiểm tra điều kiện cho việc báo hiệu chỉ số LFNST.

Ví dụ, 1) trong trường hợp loại cây đôi và thành phần độ chói, nếu giá trị CBF tương ứng là 0, chỉ số LFNST không được báo hiệu, 2) trong trường hợp loại cây đôi và thành phần sắc độ, nếu giá trị CBF cho Cb là 0 và giá trị CBF cho Cr là 1, chỉ vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho Cr được kiểm tra và chỉ số LFNST tương ứng được truyền, 3) trong trường hợp loại cây đơn, vị trí của hệ số khác không cuối cùng được kiểm tra chỉ cho các thành phần có giá trị CBF là 1 cho mỗi trong số độ chói, Cb, và Cr.

F. Khi được xác nhận rằng hệ số biến đổi tồn tại ở vị trí ngoài vị trí trong đó LFNST hệ số biến đổi có thể tồn tại, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được bỏ qua. Trong trường hợp khối biến đổi 4x4 và khối biến đổi 8x8, các hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại ở tám vị trí từ vị trí DC theo thứ tự quét hệ số biến đổi trong tiêu chuẩn VVC, và các vị trí còn lại được điền với các số không. Ngoài ra, khi khối biến đổi 4x4 và khối biến đổi 8x8 là không phải, các hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại trong mười sáu vị

trí từ vị trí DC theo thứ tự quét hệ số biến đổi trong tiêu chuẩn VVC, và các vị trí còn lại được điền với các số không.

Theo đó, nếu các hệ số biến đổi khác không tồn tại trong vùng mà nên được điền với giá trị không sau tiến trình lập mã phân dư, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được bỏ qua.

Trong khi đó, chế độ ISP có thể cũng được áp dụng chỉ cho khối độ chói, hoặc có thể được áp dụng cho cả khối độ chói và khối sắc độ. Như được mô tả ở trên, khi việc dự đoán ISP được áp dụng, đơn vị lập mã tương ứng có thể được chia thành hai hoặc bốn khối phân vùng và được dự đoán, và việc biến đổi có thể được áp dụng cho mỗi trong số các khối phân vùng. Do đó, cũng khi xác định điều kiện báo hiệu chỉ số LFNST trong các đơn vị của các đơn vị lập mã, cần phải xem xét đến thực tế rằng LFNST có thể được áp dụng cho các khối phân vùng tương ứng. Ngoài ra, khi chế độ dự đoán ISP được áp dụng chỉ cho thành phần cụ thể (ví dụ, khối độ chói), chỉ số LFNST phải được báo hiệu xem xét đến thực tế rằng chỉ thành phần được chia thành các khối phân vùng. Các phương pháp báo hiệu chỉ số LFNST sẵn có trong chế độ ISP được tóm tắt như sau đây.

1. Chỉ số LFNST có thể được truyền một lần cho mỗi đơn vị lập mã (CU), và trong trường hợp cây đôi, các chỉ số LFNST riêng lẻ có thể được báo hiệu cho khối độ chói và khối sắc độ, một cách tương ứng.

2. Khi chỉ số LFNST không được báo hiệu, giá trị chỉ số LFNST được suy ra là giá trị mặc định là 0. Trường hợp trong đó giá trị chỉ số LFNST được suy ra là 0 là như sau đây.

- A. Trong trường hợp chế độ trong đó không có việc biến đổi nào được áp dụng (ví dụ, bỏ qua biến đổi, BDPCM, lập mã không tổn hao, v.v.)

- B. Khi chiều dài ngang hoặc chiều dài dọc cho khối độ chói của đơn vị lập mã vượt quá kích thước của biến đổi độ chói tối đa có thể biến đổi, ví dụ, khi kích thước

của biến đổi độ chói tối đa có thể biến đổi là 64, và khi kích thước cho khối độ chói của khối lập mã là bằng 128x16, LFNST không thể được áp dụng.

Việc liệu có báo hiệu chỉ số LFNST hay không có thể được xác định dựa trên kích thước của khối phân vùng thay vì đơn vị lập mã. Nghĩa là, nếu chiều dài ngang hoặc dọc của khối phân vùng cho khối độ chói tương ứng vượt quá kích thước của việc biến đổi độ chói tối đa có thể biến đổi, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được bỏ qua và giá trị chỉ số LFNST có thể được suy ra là 0.

Trong trường hợp cây đôi, được xác định xem kích thước của việc biến đổi độ chói tối đa có vượt quá cho mỗi trong số đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho thành phần độ chói và đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho thành phần sắc độ hay không. Nghĩa là, nếu các chiều dài ngang và dọc của đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho độ chói được so sánh với kích thước biến đổi độ chói tối đa, một cách tương ứng, và ít nhất một trong số chúng là lớn hơn kích thước biến đổi độ chói tối đa, LFNST không được áp dụng, và trong trường hợp đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho sắc độ, chiều dài ngang/dọc của khối độ chói tương ứng cho định dạng màu sắc và kích thước của việc biến đổi độ chói có thể biến đổi tối đa được so sánh. Ví dụ, khi định dạng màu sắc là 4:2:0, chiều dài ngang/dọc của khối độ chói tương ứng là gấp hai lần của khối sắc độ tương ứng, và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là gấp hai lần của khối sắc độ tương ứng. Theo một ví dụ khác, khi định dạng màu sắc là 4:4:4, chiều dài ngang/dọc và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là giống như của khối sắc độ tương ứng.

Trong trường hợp cây đơn, sau khi kiểm tra xem chiều dài ngang hoặc chiều dài dọc cho khối độ chói (đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng) có vượt quá kích thước khối biến đổi độ chói có thể biến đổi tối đa hay không, nếu nó vượt quá, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được bỏ qua.

C. Nếu LFNST được gồm trong tiêu chuẩn VVC hiện tại được áp dụng, chỉ số LFNST có thể được truyền chỉ khi cả chiều dài ngang và chiều dài dọc của khối phân vùng là bằng hoặc lớn hơn 4.

Nếu LFNST cho khối $2 \times M$ ($1 \times M$) hoặc $M \times 2$ ($M \times 1$) được áp dụng bên cạnh LFNST được gồm trong tiêu chuẩn VVC hiện tại, chỉ số LFNST có thể được truyền chỉ khi kích thước của khối phân vùng là bằng hoặc lớn hơn khối $2 \times M$ ($1 \times M$) hoặc $M \times 2$ ($M \times 1$). Ở đây, việc diễn đạt “khối $P \times Q$ là bằng hoặc lớn hơn khối $R \times S$ ” có nghĩa là $P \geq R$ và $Q \geq S$.

Tóm lại, chỉ số LFNST có thể được truyền chỉ khi khối phân vùng là bằng hoặc lớn hơn kích thước tối thiểu mà cho nó LFNST là có thể ứng dụng. Trong trường hợp cây đôi, chỉ số LFNST có thể được báo hiệu chỉ khi khối phân vùng cho thành phần độ chói hoặc sắc độ là bằng hoặc lớn hơn kích thước tối thiểu mà cho nó LFNST là có thể ứng dụng. Trong trường hợp cây đơn, chỉ số LFNST có thể được báo hiệu chỉ khi khối phân vùng cho thành phần độ chói là bằng hoặc lớn hơn kích thước tối thiểu mà cho nó LFNST là có thể ứng dụng.

Trong bản mô tả này, việc diễn đạt “khối $M \times N$ là lớn hơn hoặc bằng với khối $K \times L$ ” có nghĩa là M là lớn hơn hoặc bằng với K và N là lớn hơn hoặc bằng với L . Việc diễn đạt “khối $M \times N$ là lớn hơn khối $K \times L$ ” có nghĩa là M là lớn hơn hoặc bằng với K và N là lớn hơn hoặc bằng với L , và M là lớn hơn K hoặc N là lớn hơn L . Việc diễn đạt “khối $M \times N$ nhỏ hơn hoặc bằng với khối $K \times L$ ” có nghĩa là M là nhỏ hơn hoặc bằng với K và N là nhỏ hơn hoặc bằng với L , trong khi việc diễn đạt “khối $M \times N$ là nhỏ hơn khối $K \times L$ ” có nghĩa là M là nhỏ hơn hoặc bằng với K và N là nhỏ hơn hoặc bằng với L , và M là nhỏ hơn K hoặc N là nhỏ hơn L .

D. Nếu vị trí của hệ số khác không cuối cùng không phải là vị trí DC (vị trí trên cùng bên trái của khối), và nếu vị trí của hệ số khác không cuối cùng không phải là vị trí DC trong bất kỳ một trong số tất cả các khối phân vùng. Trong trường hợp khối độ chói loại cây đôi, chỉ số LFNST được truyền. Trong trường hợp loại cây đôi và khối sắc

độ, nếu ít nhất một trong số vị trí của hệ số khác không cuối cùng của tất cả các khối phân vùng cho Cb (nếu chế độ ISP không được áp dụng cho thành phần sắc độ, số lượng của các khối phân vùng được coi là một) và vị trí của hệ số khác không cuối cùng của tất cả các khối phân vùng cho Cr (nếu chế độ ISP không được áp dụng cho thành phần sắc độ, số lượng của các khối phân vùng được coi là một) không phải là vị trí DC, chỉ số LFNST tương ứng có thể được truyền.

Trong trường hợp loại cây đơn, nếu vị trí của hệ số khác không cuối cùng của bất kỳ một trong số tất cả các khối phân vùng cho thành phần độ chói, thành phần Cb và thành phần Cr không phải là vị trí DC, chỉ số LFNST tương ứng có thể được truyền.

Ở đây, nếu giá trị của cờ khối được lập mã (CBF) chỉ ra xem hệ số biến đổi có tồn tại cho mỗi khối phân vùng hay không là 0, vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho khối phân vùng tương ứng không được kiểm tra để kiểm tra xem chỉ số LFNST có được báo hiệu hay không. Nghĩa là, khi giá trị CBF tương ứng là 0, do không có việc biến đổi nào được áp dụng cho khối tương ứng, vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho khối phân vùng tương ứng không được xem xét khi kiểm tra điều kiện cho việc báo hiệu chỉ số LFNST.

Ví dụ, 1) trong trường hợp loại cây đôi và thành phần độ chói, nếu giá trị CBF tương ứng cho mỗi khối phân vùng là 0, khối phân vùng được loại trừ khi xác định xem có báo hiệu chỉ số LFNST hay không, 2) trong trường hợp loại cây đôi và thành phần sắc độ, nếu giá trị CBF cho Cb là 0 và giá trị CBF cho Cr là 1 cho mỗi khối phân vùng, chỉ vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho Cr được kiểm tra để xác định xem có báo hiệu chỉ số LFNST hay không, 3) trong trường hợp loại cây đơn, có thể xác định xem có báo hiệu chỉ số LFNST hay không bằng việc kiểm tra vị trí của hệ số khác không cuối cùng chỉ cho các khối có giá trị CBF là 1 cho tất cả các khối phân vùng của thành phần độ chói, thành phần Cb, và thành phần Cr.

Trong trường hợp chế độ ISP, thông tin hình ảnh có thể cũng được tạo cấu hình sao cho vị trí của hệ số khác không cuối cùng không được kiểm tra, và phương án của nó là như sau đây.

i. Trong trường hợp chế độ ISP, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được cho phép mà không kiểm tra vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho cả khối độ chói và khối sắc độ. Nghĩa là, ngay cả nếu vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho tất cả các khối phân vùng là vị trí DC hoặc giá trị CBF tương ứng là 0, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được cho phép.

ii. Trong trường hợp chế độ ISP, việc kiểm tra của vị trí của hệ số khác không cuối cùng chỉ cho khối độ chói có thể được bỏ qua, và trong trường hợp của khối sắc độ, việc kiểm tra của vị trí của hệ số khác không cuối cùng có thể được thực hiện trong cách được mô tả ở trên. Ví dụ, trong trường hợp loại cây đôi và khối độ chói, việc báo hiệu chỉ số LFNST được cho phép mà không kiểm tra vị trí của hệ số khác không cuối cùng, và trong trường hợp loại cây đôi và khối sắc độ, xem chỉ số LFNST tương ứng có được báo hiệu hay không có thể được xác định bằng việc kiểm tra xem vị trí DC có tồn tại cho vị trí của hệ số khác không cuối cùng hay không trong cách được mô tả ở trên.

iii. Trong trường hợp chế độ ISP và loại cây đơn, phương pháp i hoặc ii có thể được áp dụng. Nghĩa là, trong trường hợp chế độ ISP và khi số i được áp dụng cho loại cây đơn, có thể bỏ qua việc kiểm tra của vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho cả khối độ chói và khối sắc độ và cho phép việc báo hiệu chỉ số LFNST. Mặt khác, bằng việc áp dụng phần ii, cho các khối phân vùng cho thành phần độ chói, việc kiểm tra của vị trí của hệ số khác không cuối cùng được bỏ qua, và cho các khối phân vùng cho thành phần sắc độ (nếu ISP không được áp dụng cho thành phần sắc độ, số lượng của các khối phân vùng có thể được coi là 1), vị trí của hệ số khác không cuối cùng được kiểm tra trong cách được mô tả ở trên, nhờ đó xác định xem có báo hiệu chỉ số LFNST hay không.

E. Khi được xác nhận rằng hệ số biến đổi tồn tại ở vị trí ngoài vị trí trong đó LFNST hệ số biến đổi có thể tồn tại ngay cả cho một khối phân vùng trong số tất cả các khối phân vùng, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được bỏ qua.

Ví dụ, trong trường hợp khối phân vùng 4x4 và khối phân vùng 8x8, các hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại ở tám vị trí từ vị trí DC theo thứ tự quét hệ số biến đổi trong tiêu chuẩn VVC, và các vị trí còn lại được điền với các số không. Ngoài ra, nếu nó là bằng hoặc lớn hơn 4x4 và không phải là khối phân vùng 4x4 cũng như khối phân vùng 8x8, các hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại ở 16 vị trí từ vị trí DC theo thứ tự quét hệ số biến đổi trong tiêu chuẩn VVC, và tất cả các vị trí còn lại được điền với các số không.

Theo đó, nếu các hệ số biến đổi khác không tồn tại trong vùng mà nên được điền với giá trị không sau tiến trình lập mã phần dư, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được bỏ qua.

Trong khi đó, trong trường hợp chế độ ISP, điều kiện chiều dài được quan sát độc lập cho việc dự đoán ngang và việc dự đoán dọc, và DST-7 được áp dụng thay vì DCT-2 mà không báo hiệu cho chỉ số MTS. Được xác định xem chiều dài ngang hoặc dọc có lớn hơn hoặc bằng với 4 và nhỏ hơn hoặc bằng với 16 hay không, và nhân biến đổi sơ cấp được xác định theo kết quả xác định. Theo đó, trong trường hợp chế độ ISP, khi LFNST có thể được áp dụng, cấu hình kết hợp biến đổi sau đây là có thể.

1. Khi chỉ số LFNST là 0 (gồm trường hợp trong đó chỉ số LFNST được suy ra là 0), điều kiện quyết định việc biến đổi sơ cấp tại thời điểm của ISP được gồm trong tiêu chuẩn VVC hiện tại có thể được tuân theo. Nói cách khác, có thể được kiểm tra xem điều kiện chiều dài (là bằng với hoặc lớn hơn 4 hoặc bằng với hoặc nhỏ hơn 16) có được thỏa mãn một cách độc lập cho các hướng ngang và dọc, một cách tương ứng hay không, và nếu nó được thỏa mãn, DST-7 có thể được áp dụng thay vì DCT-2 cho việc biến đổi sơ cấp, trong khi, nếu nó không được thỏa mãn, DCT-2 có thể được áp dụng.

2. Đối với trường hợp trong đó chỉ số LFNST là lớn hơn 0, hai cấu hình sau đây có thể là có thể cho việc biến đổi sơ cấp.

A. DCT-2 có thể được áp dụng cho cả các hướng ngang và dọc.

B. Điều kiện quyết định biến đổi sơ cấp tại thời điểm của ISP được gồm trong tiêu chuẩn VVC hiện tại có thể được tuân theo. Nói cách khác, có thể được kiểm tra xem điều kiện chiều dài (là bằng với hoặc lớn hơn 4 hoặc bằng với hoặc nhỏ hơn 16) có được thỏa mãn một cách độc lập cho các hướng ngang và dọc, một cách tương ứng hay không, và nếu nó được thỏa mãn, DST-7 có thể được áp dụng thay vì DCT-2, trong khi, nếu nó không được thỏa mãn, DCT-2 có thể được áp dụng.

Trong chế độ ISP, thông tin hình ảnh có thể tạo cấu hình sao cho chỉ số LFNST được truyền cho mỗi khối phân vùng thay vì cho mỗi đơn vị lập mã. Trong trường hợp này, trong phương pháp báo hiệu chỉ số LFNST được mô tả ở trên, có thể được xem là chỉ một khối phân vùng tồn tại trong đơn vị trong đó chỉ số LFNST được truyền, và có thể được xác định xem có báo hiệu chỉ số LFNST hay không.

Sau đây, việc báo hiệu của chỉ số LFNST và chỉ số MTS được mô tả.

Bảng cú pháp đơn vị lập mã, bảng cú pháp đơn vị biến đổi, và bảng cú pháp lập mã phần dư liên quan đến việc báo hiệu của chỉ số LFNST và chỉ số MTS theo ví dụ được thể hiện như dưới đây. Theo Bảng 3, chỉ số MTS di chuyển từ cú pháp mức đơn vị biến đổi tới cú pháp mức đơn vị lập mã, và được báo hiệu sau khi chỉ số LFNST được báo hiệu. Ngoài ra, ràng buộc không cho phép LFNST khi ISP được áp dụng cho đơn vị lập mã được loại bỏ. Do ràng buộc không cho phép LFNST khi ISP được áp dụng cho đơn vị lập mã được loại bỏ, LFNST có thể được áp dụng cho tất cả các khối dự đoán nội. Ngoài ra, cả chỉ số MTS và chỉ số LFNST được báo hiệu một cách có điều kiện tại kết thúc trong mức đơn vị lập mã.

[Bảng 3]

coding_unit(x0, y0, cbWidth, cbHeight, cqtDepth, treeType, modeType) {
...
LfnstDcOnly = 1
LfnstZeroOutSigCoeffFlag = 1
MtsZeroOutSigCoeffFlag = 1
transform_tree(x0, y0, cbWidth, cbHeight, treeType)
lfnstWidth = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbWidth / SubWidthC : (IntraSubPartitionsSplitType == ISP_VER_SPLIT) ? cbWidth / NumIntraSubPartitions : cbWidth
lfnstHeight = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbHeight / SubHeightC : (IntraSubPartitionsSplitType == ISP_HOR_SPLIT) ? cbHeight / NumIntraSubPartitions : cbHeight
if(Min(lfnstWidth, lfnstHeight) >= 4 && sps_lfnst_enabled_flag == 1 && CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && (!intra_mip_flag[x0][y0] Min(lfnstWidth, lfnstHeight) >= 16) && Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY) {
if((IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT LfnstDcOnly == 0) && LfnstZeroOutSigCoeffFlag == 1)
lfnst_idx[x0][y0]
}
if(treeType != DUAL_TREE_CHROMA && lfnst_idx[x0][y0] == 0 && transform_skip_flag[x0][y0] == 0 && Max(cbWidth, cbHeight) <= 32 && IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] == ISP_NO_SPLIT && (!cu_sbt_flag) && MtsZeroOutSigCoeffFlag == 1 && tu_cbf_luma[x0][y0]) {
if(((CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTER && sps_explicit_mts_inter_enabled_flag) (CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && sps_explicit_mts_intra_enabled_flag)))
mts_idx[x0][y0]
}
...

[Bảng 4]

transform_unit(x0, y0, tbWidth, tbHeight, treeType, subTuIndex, chType) {
...
if(tu_cbf_luma[x0][y0] && treeType != DUAL_TREE_CHROMA && (tbWidth <= 32) && (tbHeight <= 32) && (IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] == ISP_NO_SPLIT) && (!cu_sbt_flag)) {
if(sps_transform_skip_enabled_flag && !BdpcmFlag[x0][y0] && tbWidth <= MaxTsSize && tbHeight <= MaxTsSize)
transform_skip_flag[x0][y0]
}
...

[Bảng 5]

residual_coding(x0, y0, log2TbWidth, log2TbHeight, cIdx) {
...
if ((cu_sbt_flag && log2TbWidth < 6 && log2TbHeight < 6) && cIdx == 0 && log2TbWidth > 4)
log2ZoTbWidth = 4
else
log2ZoTbWidth = Min(log2TbWidth, 5)
MaxCcbcs = 2 * (1 << log2TbWidth) * (1 << log2TbHeight)
if ((cu_sbt_flag && log2TbWidth < 6 && log2TbHeight < 6) && cIdx == 0 && log2TbHeight > 4)
log2ZoTbHeight = 4
else
log2ZoTbHeight = Min(log2TbHeight, 5)
...
if ((lastSubBlock > 0 && log2TbWidth >= 2 && log2TbHeight >= 2) (lastScanPos > 7 && (log2TbWidth == 2 log2TbWidth == 3) && log2TbWidth == log2TbHeight))
LfnstZeroOutSigCoeffFlag = 0
if ((LastSignificantCoeffX > 15 LastSignificantCoeffY > 15) && cIdx == 0)
MtsZeroOutSigCoeffFlag = 0
...

Các ý nghĩa của các biến chính được thể hiện trong Bảng là như sau đây.

1. cbWidth, cbHeight: độ rộng và độ cao của khối lập mã hiện tại
2. log2TbWidth, log2TbHeight: giá trị log của base-2 cho độ rộng và độ cao của khối biến đổi hiện tại, nó có thể được giảm, bằng việc phản chiếu việc đặt bằng không, tới vùng trên cùng bên trái trong đó hệ số khác không có thể tồn tại.
3. sps_lfnst_enabled_flag: cờ chỉ ra xem LFNST có được cho phép hay không, nếu giá trị cờ là 0, nó chỉ ra rằng LFNST là không được cho phép, và nếu giá trị cờ là 1, nó chỉ ra rằng LFNST được cho phép. Nó được xác định trong tập thông số trình tự (SPS).
4. CuPredMode[chType][x0][y0]: chế độ dự đoán tương ứng với biến chType và vị trí (x0, y0), chType có thể có các giá trị của 0 và 1, trong đó 0 chỉ ra thành phần độ chói và 1 chỉ ra thành phần sắc độ. Vị trí (x0, y0) chỉ ra vị trí trên ảnh, và

MODE_INTRA (việc dự đoán nội) và MODE_INTER (việc dự đoán liên) là có thể làm giá trị của CuPredMode[chType][x0][y0].

5. IntraSubPartitionsSplit[x0][y0]: các nội dung của vị trí (x0, y0) là giống như trong số 4. Nó chỉ ra phân vùng ISP nào ở vị trí (x0, y0) được áp dụng, ISP_NO_SPLIT chỉ ra rằng đơn vị lập mã tương ứng với vị trí (x0, y0) không được chia thành các khối phân vùng.

6. intra_mip_flag[x0][y0]: các nội dung của vị trí (x0, y0) là giống như trong số 4 ở trên. intra_mip_flag là cờ chỉ ra xem chế độ dự đoán việc dự đoán nội dựa trên ma trận (matrix-based intra prediction, MIP) có được áp dụng hay không. Nếu giá trị cờ là 0, nó chỉ ra rằng MIP là không được cho phép, và nếu giá trị cờ là 1, nó chỉ ra rằng MIP được cho phép.

7. cIdx: giá trị của 0 chỉ ra độ chói, và các giá trị của 1 và 2 chỉ ra Cb và Cr mà một cách tương ứng là các thành phần sắc độ.

8. treeType: chỉ ra cây đơn và cây đôi, v.v. (SINGLE_TREE: cây đơn, DUAL_TREE_LUMA: cây đôi cho thành phần độ chói, DUAL_TREE_CHROMA: cây đôi cho thành phần sắc độ)

9. tu_cbf_cb[x0][y0]: các nội dung của vị trí (x0, y0) là giống như trong số 4. Nó chỉ ra cờ khối được lập mã (CBF) cho thành phần Cb. Nếu giá trị của nó là 0, ít có nghĩa là không có hệ số khác không nào có mặt trong đơn vị biến đổi tương ứng cho thành phần Cb, và nếu giá trị của nó là 1, nó chỉ ra rằng các hệ số khác không có mặt trong đơn vị biến đổi tương ứng cho thành phần Cb.

10. lastSubBlock: Nó chỉ ra vị trí trong thứ tự quét của khối con (Coefficient Group (CG)) trong đó hệ số khác không cuối cùng được đặt. 0 chỉ ra khối con trong đó thành phần DC được bao gồm, và trong trường hợp là lớn hơn 0, nó không phải là khối con trong đó thành phần DC được bao gồm.

11. `lastScanPos`: Nó chỉ ra vị trí trong đó hệ số đáng kể cuối cùng là trong thứ tự quét trong một khối con. Nếu một khối con gồm 16 vị trí, các giá trị từ 0 đến 15 là có thể.

12. `lnst_idx[ x0 ][ y0 ]`: Phần tử cú pháp chỉ số LFNST cần được phân tích cú pháp. Nếu nó không được phân tích cú pháp, nó được suy ra là giá trị của 0. Nghĩa là, giá trị mặc định được thiết đặt là 0, chỉ ra rằng LFNST không được áp dụng.

13. `cu_sbt_flag`: Cờ chỉ ra xem việc biến đổi khối con (subblock transform, SBT) được bao gồm trong tiêu chuẩn VVC hiện tại có thể áp dụng hay không. Giá trị cờ bằng với 0 chỉ ra rằng SBT là không thể áp dụng, và giá trị cờ bằng với 1 chỉ ra rằng SBT được áp dụng.

14. `sps_explicit_mts_inter_enabled_flag`, `sps_explicit_mts_intra_enabled_flag`: Các cờ chỉ ra xem MTS tường minh có được áp dụng cho CU liên và CU nội, một cách tương ứng hay không. Giá trị cờ bằng với 0 chỉ ra MTS là không thể áp dụng cho CU liên hoặc CU nội, và giá trị cờ bằng với 1 chỉ ra rằng MTS là có thể áp dụng.

15. `tu_mts_idx[ x0 ][ y0 ]`: Phần tử cú pháp chỉ số MTS cần được phân tích cú pháp. Khi không được phân tích cú pháp, phần tử này được suy ra là giá trị của 0. Nghĩa là, phần tử được thiết đặt tới giá trị mặc định là 0, mà chỉ ra rằng DCT-2 được áp dụng cả ngang và dọc.

Như được thể hiện trong Bảng 3, nhiều điều kiện được kiểm tra khi lập mã `mts_idx[ x0 ][ y0 ]`, và `tu_mts_idx[ x0 ][ y0 ]` được báo hiệu chỉ khi `lnst_idx[ x0 ][ y0 ]` là bằng với 0.

`tu_cbf_luma[ x0 ][ y0 ]` là cờ chỉ ra xem hệ số đáng kể có tồn tại cho thành phần độ chói hay không.

Theo Bảng 3, khi cả độ rộng và độ cao của đơn vị lập mã cho thành phần độ chói là 32 hoặc nhỏ hơn, `mts_idx[ x0 ][ y0 ]` được báo hiệu ($\text{Max}(\text{cbWidth}, \text{cbHeight}) \leq 32$), nghĩa là, việc liệu MTS có được áp dụng hay không được xác định bởi độ rộng và

độ cao của đơn vị lập mã cho thành phần độ chói.

Ngoài ra, theo Bảng 3, nó có thể được tạo cấu hình để báo hiệu $lfnst_idx[x0][y0]$ ngay cả trong chế độ ISP ($IntraSubPartitionsSplitType \neq ISP_NO_SPLIT$), và cùng giá trị chỉ số LFNST có thể được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng ISP.

Tuy nhiên, $mts_idx[x0][y0]$ có thể được báo hiệu chỉ trong trường hợp ngoài chế độ ISP ($IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] = ISP_NO_SPLIT$).

Như được thể hiện trong Bảng 5, kiểm tra giá trị của $mts_idx[x0][y0]$ có thể được bỏ qua trong quy trình xác định $\log2ZoTbWidth$ và $\log2ZoTbHeight$ (trong đó $\log2ZoTbWidth$ và $\log2ZoTbHeight$ lần lượt biểu thị các giá trị logarit base-2 của độ rộng và độ cao của vùng trên cùng bên trái duy trì sau khi việc đặt bằng không được thực hiện).

Theo một ví dụ, điều kiện kiểm tra $sps_mts_enable_flag$ có thể được bổ sung khi xác định $\log2ZoTbWidth$ và $\log2ZoTbHeight$ trong việc lập mã phân dư.

Biến $LfnstZeroOutSigCoeffFlag$ trong Bảng 3 là 0 nếu có hệ số đáng kể ở vị trí đặt bằng không khi LFNST được áp dụng, và là 1 nếu ngược lại. Biến $LfnstZeroOutSigCoeffFlag$ có thể được thiết đặt theo nhiều điều kiện được thể hiện trong Bảng 5.

Theo một ví dụ, biến $LfnstDcOnly$ trong Bảng 3 là 1 khi tất cả các hệ số đáng kể cuối cùng cho các khối biến đổi cho nó còn khối được lập mã tương ứng (CBF, mà là 1 khi có ít nhất một hệ số đáng kể trong khối tương ứng, và là 0 nếu ngược lại) là 1 là ở các vị trí DC (các vị trí trên cùng bên trái), và là 0 nếu ngược lại. Cụ thể là, vị trí của hệ số đáng kể cuối cùng được kiểm tra đối với một khối biến đổi độ chói trong độ chói cây đôi, và vị trí của hệ số đáng kể cuối cùng được kiểm tra đối với cả khối biến đổi cho Cb và khối biến đổi cho Cr trong sắc độ cây đôi. Trong cây đơn, vị trí của hệ số đáng kể cuối cùng có thể được kiểm tra đối với các khối biến đổi cho độ chói, Cb, và Cr.

Trong Bảng 3, `MtsZeroOutSigCoeffFlag` được thiết đặt ban đầu là 1, và giá trị này có thể được thay đổi trong lập mã phần dư của Bảng 5. Biến `MtsZeroOutSigCoeffFlag` được thay đổi từ 1 thành 0 khi có hệ số đáng kể trong vùng cần được điền với các số 0 bằng việc đặt bằng không ($\text{LastSignificantCoeffX} > 15 \mid \mid \text{LastSignificantCoeffY} > 15$), trong trường hợp này chỉ số MTS không được báo hiệu như được thể hiện trong Bảng 3.

Như được thể hiện trong Bảng 3, khi `tu_cbf_luma[ x0 ][ y0 ]` là 0, việc lập mã `mts_idx[ x0 ][ y0 ]` có thể được bỏ qua. Nghĩa là, khi giá trị CBF của thành phần độ chói là 0, không có việc biến đổi nào được áp dụng và do đó chỉ số MTS không cần báo hiệu. Do đó, việc lập mã chỉ số MTS có thể được bỏ qua.

Theo một ví dụ, dấu hiệu kỹ thuật nêu trên có thể được thực hiện trong cú pháp điều kiện khác. Ví dụ, sau khi MTS được thực hiện, biến chỉ ra xem hệ số đáng kể có tồn tại trong vùng khác vùng DC của khối hiện tại hay không có thể được dẫn xuất, và khi biến chỉ ra rằng hệ số đáng kể tồn tại trong vùng ngoại trừ vùng DC, chỉ số MTS có thể được báo hiệu. Nghĩa là, sự tồn tại của hệ số đáng kể trong vùng khác vùng DC của khối hiện tại chỉ ra rằng giá trị của `tu_cbf_luma[ x0 ][ y0 ]` là 1, và trong trường hợp này, chỉ số MTS có thể được báo hiệu.

Biến có thể được biểu diễn dưới dạng `MtsDcOnly`, và sau khi biến `MtsDcOnly` được thiết đặt ban đầu là 1 ở mức đơn vị lập mã, giá trị được thay đổi thành 0 khi được xác định rằng hệ số đáng kể là có mặt trong vùng ngoại trừ vùng DC của khối hiện tại trong mức lập mã phần dư. Khi biến `MtsDcOnly` là 0, thông tin hình ảnh có thể được tạo cấu hình sao cho chỉ số MTS được báo hiệu.

Khi `tu_cbf_luma[ x0 ][ y0 ]` là 0, do cú pháp lập mã phần dư không được gọi ở mức đơn vị biến đổi của Bảng 5 giá trị ban đầu là 1 của biến `MtsDcOnly` được duy trì. Trong trường hợp này, do biến `MtsDcOnly` không được thay đổi thành 0, thông tin hình ảnh có thể được tạo cấu hình sao cho chỉ số MTS không được báo hiệu. Nghĩa là, chỉ số MTS không được phân tích cú pháp và báo hiệu.

Cùng lúc đó, thiết bị giải mã có thể xác định chỉ số màu sắc cIdx của hệ số biến đổi để dẫn xuất biến MtsZeroOutSigCoeffFlag của Bảng 5. Chỉ số màu sắc cIdx là 0 có nghĩa thành phần độ chói.

Theo một ví dụ, do MTS có thể được áp dụng chỉ cho thành phần độ chói của khối hiện tại, thiết bị giải mã có thể xác định xem chỉ số màu sắc có phải là độ chói hay không khi dẫn xuất biến MtsZeroOutSigCoeffFlag để xác định xem có phân tích cú pháp chỉ số MTS hay không.

Biến MtsZeroOutSigCoeffFlag là biến chỉ ra xem việc đặt bằng không có được thực hiện khi MTS được áp dụng hay không. Nó chỉ ra xem hệ số biến đổi có tồn tại hay không trong vùng trên cùng bên trái trong đó hệ số đáng kể cuối cùng có thể tồn tại do việc đặt bằng không sau khi MTS được thực hiện, nghĩa là, trong vùng khác vùng 16X16 trên cùng bên trái. Biến MtsZeroOutSigCoeffFlag được thiết đặt ban đầu là 1 tại mức đơn vị lập mã như được thể hiện trong Bảng 3 (MtsZeroOutSigCoeffFlag = 1), và khi hệ số biến đổi tồn tại trong vùng khác vùng 16X16, giá trị của nó có thể được thay đổi từ 1 thành 0 trong mức lập mã phần dư như được thể hiện trong Bảng 5 (MtsZeroOutSigCoeffFlag = 0). Khi giá trị của biến MtsZeroOutSigCoeffFlag là 0, chỉ số MTS không được báo hiệu.

Như được thể hiện trên Bảng 5, ở mức lập mã phần dư, vùng không đặt bằng không trong đó hệ số biến đổi khác không có thể tồn tại có thể được thiết đặt phụ thuộc vào việc liệu việc đặt bằng không cùng với MTS có được thực hiện hay không, và ngay cả trong trường hợp này, chỉ số màu sắc (cIdx) là 0, vùng không đặt bằng không có thể được thiết đặt tới vùng 16X16 trên cùng bên trái của khối hiện tại.

Theo đó, khi dẫn xuất biến mà xác định xem chỉ số MTS có được phân tích cú pháp hay không, nó được xác định xem thành phần màu sắc là độ chói hay sắc độ. Tuy nhiên, do LFNST có thể được áp dụng cho cả thành phần độ chói và thành phần sắc độ của khối hiện tại, thành phần màu sắc không được xác định khi dẫn xuất biến để xác định xem có phân tích cú pháp chỉ số LFNST hay không.

Ví dụ, Bảng 3 thể hiện biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` mà có thể chỉ ra rằng việc đặt bằng không được thực hiện khi `LFNST` được áp dụng. Biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` chỉ ra xem hệ số đáng kể có tồn tại hay không trong vùng thứ hai ngoại trừ vùng thứ nhất ở trên cùng bên trái của khối hiện tại. Giá trị này được thiết đặt ban đầu là 1, và khi hệ số đáng kể có mặt trong vùng thứ hai, giá trị có thể được thay đổi thành 0. Chỉ số `LFNST` có thể được phân tích cú pháp chỉ khi giá trị của biến được thiết đặt ban đầu `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` được duy trì ở 1. Khi việc xác định và dẫn xuất xem giá trị biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` có phải là 1 hay không, do `LFNST` có thể được áp dụng cho cả thành phần độ chói và thành phần sắc độ của khối hiện tại, chỉ số màu sắc của khối hiện tại không được xác định.

Khi mã một ngôi được cắt cụt được áp dụng làm phương pháp nhị phân hóa cho chỉ số `LFNST`, chỉ số `LFNST` bao gồm tới hai ngăn, và các mã nhị phân của 0, 10, và 11 được phân phối cho các giá trị chỉ số `LFNST` có thể là 0, 1, và 2.

Theo một ví dụ, việc lập mã CABAC trên cơ sở ngữ cảnh có thể được áp dụng cho ngăn thứ nhất của chỉ số `LFNST` (lập mã thông thường), và đi vòng qua việc lập mã có thể được áp dụng cho ngăn thứ hai.

Theo một ví dụ khác, việc lập mã CABAC trên cơ sở ngữ cảnh có thể được áp dụng cho cả ngăn thứ nhất và ngăn thứ hai của chỉ số `LFNST`. Việc phân phối của `ctxInc` của chỉ số `LFNST` theo các ngăn được lập mã ngữ cảnh được thể hiện như dưới đây.

[Bảng 6]

Syntax element	binIdx					
	0	1	2	3	4	>= 5
.....						
<code>lfnst_idx[][]</code>	(<code>treeType != SINGLE_TREE</code>) ? 1 : 0	2	na	na	na	na
.....						

Như được thể hiện trong Bảng 6, đối với ngăn thứ nhất ($\text{binIdx} = 0$), ngữ cảnh 0 có thể được áp dụng trong cây đơn, và ngữ cảnh 1 có thể được áp dụng trong không phải cây đơn. Như được thể hiện trong Bảng 14, cho ngăn thứ hai ($\text{binIdx} = 1$), ngữ cảnh 2 có thể được áp dụng. Nghĩa là, hai ngữ cảnh có thể được phân phối cho ngăn thứ nhất, một ngữ cảnh có thể được phân phối cho ngăn thứ hai, và mỗi ngữ cảnh có thể được phân biệt bởi giá trị ctxInc (0, 1, và 2).

Ở đây, cây đơn chỉ ra rằng thành phần độ chói và thành phần sắc độ được lập mã với cùng cấp trúc lập mã. Khi đơn vị lập mã được phân chia với cùng cấp trúc lập mã, và kích thước của đơn vị lập mã trở nên nhỏ hơn hoặc bằng với kích thước ngưỡng cụ thể và do đó thành phần độ chói và thành phần sắc độ được lập mã với các cấu trúc cây tách biệt, ngữ cảnh cho ngăn thứ nhất có thể được xác định xem xét đơn vị lập mã như cây đôi. Nghĩa là, như được thể hiện trong Bảng 14, ngữ cảnh 1 có thể được phân phối.

Mặt khác, khi giá trị của biến treeType được phân phối như SINGLE_TREE cho ngăn thứ nhất, ngữ cảnh 0 có thể được sử dụng để lập mã, và nếu không, ngữ cảnh 1 có thể được sử dụng để lập mã.

Theo một ví dụ, khi chỉ ứng viên thứ nhất (hoặc thứ hai) của hai ứng viên nhân LFNST được thử trong quy trình mã hóa, chỉ số LFNST có hai giá trị ngăn được cố định cho ứng viên (khi chỉ ứng viên thứ nhất được thử, chỉ số LFNST có thể được lập mã như 10, và khi chỉ ứng viên thứ hai được thử, chỉ số LFNST có thể được lập mã như 11). Trong trường hợp này, khi ngăn thứ hai được lập mã bằng phương pháp đi vòng qua, lượng cố định của các bit được phát sinh cho ngăn thứ hai mặc dù ngăn thứ hai có giá trị cố định (0 hoặc 1), chi phí lập mã cho ngăn thứ hai có thể được tăng đáng kể. Khi ngăn thứ hai được lập mã bởi phương pháp ngữ cảnh thay vì phương pháp đi vòng qua, nếu chỉ một ứng viên nhân LFNST cố định được thử, xác suất rằng giá trị cố định (0 hoặc 1) xảy ra cho ngăn thứ hai có thể được cập nhật về phía 100%, và do đó chi phí lập

mã có thể được giảm đáng kể. Tóm lại, việc lập mã tất cả hai ngăn cho việc lập mã chỉ số LFNST bởi phương pháp ngữ cảnh có thể tối thiểu hóa tổn hao hiệu quả lập mã mặc dù chỉ một ứng viên nhân LFNST được cố định và được áp dụng trong quy trình mã hóa, so sánh với áp dụng cả hai ứng viên, trong khi giảm độ phức tạp mã hóa, do đó cho mức độ tự do đáng kể trong việc tìm kiếm sự đánh đổi hiệu suất - độ phức tạp trong quy trình mã hóa.

Bảng cú pháp của đơn vị lập mã báo hiệu chỉ số LFNST theo một ví dụ là như sau đây.

[Bảng 7]

<code>coding_unit(x0, y0, cbWidth, cbHeight, cqtDepth, treeType, modeType) {</code>	Descrip tor
<code>.....</code>	
<code>if(CuPredMode[chType][x0][y0] != MODE_INTRA && !pred_mode_plt_flag && general_merge_flag[x0][y0] == 0)</code>	
cu_cbf	ae(v)

if(cu_cbf) {	
.....	
LfnstDcOnly = 1	
LfnstZeroOutSigCoeffFlag = 1	
MtsZeroOutSigCoeffFlag = 1	
transform_tree(x0, y0, cbWidth, cbHeight, treeType, chType)	
lfnstWidth = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbWidth / SubWidthC : ((IntraSubPartitionsSplitType == ISP_VER_SPLIT) ? cbWidth / NumIntraSubPartitions : cbWidth)	
lfnstHeight = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbHeight / SubHeightC : ((IntraSubPartitionsSplitType == ISP_HOR_SPLIT) ? cbHeight / NumIntraSubPartitions : cbHeight)	
if(Min(lfnstWidth, lfnstHeight) >= 4 && sps_lfnst_enabled_flag == 1 && CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && (!intra_mip_flag[x0][y0] Min(lfnstWidth, lfnstHeight) >= 16) && Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY) {	
if((IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT LfnstDcOnly == 0) && LfnstZeroOutSigCoeffFlag == 1)	
lfnst_idx	ae(v)
}	
if(treeType != DUAL_TREE_CHROMA && lfnst_idx == 0 && transform_skip_flag[x0][y0][0] == 0 && Max(cbWidth, cbHeight) <= 32 && IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] == ISP_NO_SPLIT && cu_sbt_flag == 0 && MtsZeroOutSigCoeffFlag == 1 && tu_cbf_luma[x0][y0]) {	

<pre> if(((CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTER && sps_explicit_mts_inter_enabled_flag) (CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && sps_explicit_mts_intra_enabled_flag))) </pre>	
mts_idx	ae(v)
}	
}	

Trong Bảng 7, `lfnst_idx` là để chỉ chỉ số LFNST và có thể có các giá trị là 0, 1, và 2 như được mô tả ở trên. Như được thể hiện trong Bảng 7, `lfnst_idx` được báo hiệu chỉ khi điều kiện $(!\text{intra_mip_flag}[x0][y0] || \text{Min}(\text{lfnstWidth}, \text{lfnstHeight}) \geq 16)$ được thỏa mãn. Ở đây, `intra_mip_flag[x0][y0]` là cờ chỉ ra liệu chế độ dự đoán nội dựa trên ma trận (matrix-based intra prediction, MIP) có được áp dụng cho khối độ chói mà cho nó các tọa độ (x0, y0) thuộc về hay không. Khi chế độ MIP được áp dụng cho khối độ chói, giá trị của cờ là 1, và khi chế độ MIP không được áp dụng cho khối độ chói, giá trị của cờ là 0.

`lfnstWidth` và `lfnstHeight` chỉ ra độ rộng và độ cao mà cho nó LFNST được áp dụng đối với khối lập mã được lập mã hiện tại (bao gồm cả khối lập mã độ chói và khối lập mã sắc độ). Khi ISP được áp dụng cho khối lập mã, `lfnstWidth` và `lfnstHeight` có thể chỉ ra chiều rộng và độ cao của mỗi khối phân vùng của hai hoặc bốn khối được phân chia.

Trong điều kiện nêu trên, $\text{Min}(\text{lfnstWidth}, \text{lfnstHeight}) \geq 16$ chỉ ra rằng LFNST là có thể áp dụng chỉ khi khối được áp dụng MIP là bằng với hoặc lớn hơn khối 16 x 16 (ví dụ, cả chiều rộng và độ cao của khối lập mã độ chói được áp dụng MIP là bằng hoặc lớn hơn 16). Các ý nghĩa của các biến chính được bao gồm trong Bảng 7 được giới thiệu ngắn gọn như sau đây.

1. `cbWidth`, `cbHeight`: Độ rộng và độ cao của khối lập mã hiện tại

2. `sps_lfnst_enabled_flag`: Cờ chỉ ra xem LFNST là có thể áp dụng hay không. Khi LFNST là có thể áp dụng (cho phép), giá trị của cờ là 1, và khi LFNST là không thể áp dụng (bất hoạt), giá trị của cờ là 0. Cờ được xác định trong tập thông số trình tự (SPS).

3. `CuPredMode[ chType ][ x0 ][ y0 ]`: Chỉ báo chế độ dự đoán tương ứng với `chType` và vị trí $(x0, y0)$. `chType` có thể có các giá trị là 0 và 1, trong đó 0 chỉ ra thành phần độ chói và 1 chỉ ra thành phần sắc độ. Vị trí $(x0, y0)$ chỉ ra vị trí trong ảnh, và cụ thể là, vị trí khi vị trí trên cùng bên trái position được thiết đặt ở $(0, 0)$ trong ảnh hiện tại. Tọa độ x và tọa độ y tăng từ trái sang phải và từ đỉnh đến đáy, một cách tương ứng. Do giá trị của `CuPredMode[ chType ][ x0 ][ y0 ]`, `MODE_INTRA` (dự đoán nội) và `MODE_INTER` (dự đoán liên) là có thể.

4. `IntraSubPartitionsSplitType`: Chỉ báo xem ISP có được thực hiện trên đơn vị lập mã hiện tại hay không, và `ISP_NO_SPLIT` chỉ ra rằng đơn vị lập mã không phải là đơn vị lập mã được phân chia thành các khối phân vùng. `ISP_VER_SPLIT` chỉ ra rằng đơn vị lập mã được phân chia dọc, và `ISP_HOR_SPLIT` rằng đơn vị lập mã được phân chia ngang. Ví dụ, khi khối $W \times H$ (độ rộng W , độ cao H) được phân chia ngang thành các khối phân vùng, khối được phân chia thành các khối $W \times (H/n)$, và khi khối $W \times H$ (độ rộng W , độ cao H) được phân chia dọc thành các khối phân vùng, khối được phân chia thành các khối $(W/n) \times H$.

5. `SubWidthC`, `SubHeightC`: `SubWidthC`, và `SubHeightC` là các giá trị được thiết đặt theo định dạng màu sắc (hoặc định dạng sắc độ, ví dụ, 4:2:0, 4:2:2, hoặc 4:4:4), và cụ thể là, biểu thị tỷ lệ độ rộng và tỷ lệ độ cao giữa thành phần độ chói và thành phần sắc độ, một cách tương ứng (Xem bảng dưới đây).

[Bảng 8]

Chroma format	SubWidth C	SubHeight C
Monochrome	1	1
4:2:0	2	2
4:2:2	2	1
4:4:4	1	1
4:4:4	1	1

6. `intra_mip_flag[ x0 ][ y0 ]`: Nội dung của vị trí (x0, y0) là giống như trên trong số 3. `intra_mip_flag` là cờ chỉ ra xem chế độ dự đoán nội trên cơ sở ma trận (MIP) được bao gồm trong tiêu chuẩn VVC hiện tại có được áp dụng hay không. Khi chế độ MIP là có thể áp dụng (cho phép), giá trị của cờ là 1, và khi chế độ MIP là không thể áp dụng (bất hoạt), giá trị của cờ là 0.

7. `NumIntraSubPartitions`: Chỉ báo số lượng của các khối phân vùng mà đơn vị lập mã được phân chia thành khi ISP được áp dụng. Nghĩa là, `NumIntraSubPartitions` chỉ ra rằng đơn vị lập mã được phân chia thành các khối phân vùng `NumIntraSubPartitions`.

8. `LfnstDcOnly`: Đối với tất cả các khối biến đổi thuộc về đơn vị lập mã hiện tại, giá trị của biến `LfnstDcOnly` là 1 khi vị trí của mỗi hệ số khác không cuối cùng là vị trí DC (nghĩa là, vị trí trên cùng bên trái trong khối biến đổi tương ứng) hoặc không có hệ số đáng kể (nghĩa là, giá trị CBF tương ứng là 0).

Trong cây phân tách độ chói hoặc cây đôi độ chói, giá trị của biến `LfnstDcOnly` có thể được xác định bằng việc kiểm tra điều kiện ở trên chỉ cho các khối biến đổi tương ứng với thành phần độ chói trong đơn vị lập mã, và trong cây phân tách sắc độ hoặc cây đôi sắc độ, giá trị của biến `LfnstDcOnly` có thể được xác định bằng việc kiểm tra điều kiện ở trên chỉ cho các khối biến đổi tương ứng với thành phần sắc độ (Cb và Cr) trong đơn vị lập mã. Trong cây đơn, giá trị của biến `LfnstDcOnly` có thể được xác định bằng việc kiểm tra điều kiện nêu trên cho tất cả các khối biến đổi tương ứng với thành phần

độ chói và thành phần sắc độ (Cb và Cr) trong đơn vị lập mã.

9. `LfnstZeroOutSigCoeffFlag`: Khi `LFNST` được áp dụng, `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` được thiết đặt là 1 khi hệ số đáng kể tồn tại chỉ trong vùng trong đó hệ số đáng kể có thể tồn tại, và được thiết đặt là 0 nếu ngược lại.

Trong khối biến đổi 4×4 hoặc khối biến đổi 8×8 , cho tới tám hệ số đáng kể có thể được định vị từ vị trí (0, 0) (trên cùng bên trái) theo thứ tự quét trong khối biến đổi, và các vị trí còn lại trong khối biến đổi được đặt bằng không. Trong khối biến đổi mà không phải là 4×4 và 8×8 và độ rộng và độ cao của nó là bằng hoặc lớn hơn 4 (nghĩa là, khối biến đổi mà cho nó `LFNST` có thể áp dụng), cho tới 16 hệ số đáng kể có thể được định vị từ vị trí (0, 0) (trên cùng bên trái) theo thứ tự quét trong khối biến đổi (nghĩa là, các hệ số đáng kể có thể được định vị chỉ trong các khối 4×4 trên cùng bên trái), và các vị trí còn lại trong khối biến đổi được đặt bằng không.

10. `cIdx`: Giá trị 0 chỉ ra độ chói, và các giá trị 1 và 2 chỉ ra các thành phần sắc độ Cb và Cr, một cách tương ứng.

11. `treeType`: Chỉ ra cây đơn, cây đôi, và tương tự. (`SINGLE_TREE`: cây đơn, `DUAL_TREE_LUMA`: cây đôi cho thành phần độ chói, `DUAL_TREE_CHROMA`: cây đôi cho thành phần sắc độ)

12. `tu_cbf_luma[ x0 ][ y0 ]`: Nội dung của vị trí (x0, y0) là giống như trên trong số 3. `tu_cbf_luma[ x0 ][ y0 ]` chỉ ra cờ khối được lập mã (CBF) cho thành phần độ chói trong đó 0 chỉ ra rằng hệ số đáng kể không tồn tại trong khối biến đổi tương ứng cho thành phần độ chói, và 1 chỉ ra rằng hệ số đáng kể tồn tại trong khối biến đổi tương ứng cho thành phần độ chói.

13. `lfnst_idx[ x0 ][ y0 ]`: Phần tử cú pháp chỉ số `LFNST` cần được phân tích cú pháp. Khi `lfnst_idx[ x0 ][ y0 ]` không được phân tích cú pháp, `lfnst_idx[ x0 ][ y0 ]` được suy ra là giá trị của 0. Nghĩa là, giá trị mặc định là 0 chỉ ra rằng `LFNST` không được áp dụng.

Trong Bảng 7, do MIP được áp dụng chỉ cho thành phần độ chói, `intra_mip_flag[x0][y0]` là phần tử cú pháp mà tồn tại chỉ cho thành phần độ chói, và có thể được suy ra là giá trị của 0 khi không được báo hiệu. Do đó, do không có `intra_mip_flag[ x0 ][ y0 ]` cho thành phần sắc độ, mặc dù thành phần sắc độ được lập mã dưới dạng cây phân tách hoặc cây đôi, biến `intra_mip_flag[ x0 ][ y0 ]` không được phân phối tách biệt và không được suy ra là 0 cho thành phần sắc độ. Trong Bảng 8, điều kiện `( !intra_mip_flag[ x0 ][ y0 ] || Min( lfstWidth, lfstHeight ) >= 16 )` được kiểm tra khi báo hiệu `lnfst_idx`, nhưng mặc dù không có `intra_mip_flag[ x0 ][ y0 ]` cho thành phần sắc độ, biến `intra_mip_flag[ x0 ][ y0 ]` có thể được kiểm tra. Do LFNST có thể được áp dụng cho thành phần sắc độ, cần phải cải biến văn bản đặc tả như dưới đây.

[Bảng 9]

<code>coding_unit(x0, y0, cbWidth, cbHeight, cqtDepth, treeType, modeType) {</code>	Descript tor
<code>.....</code>	
<code>if(CuPredMode[chType][x0][y0] != MODE_INTRA && !pred_mode_plt_flag && general_merge_flag[x0][y0] == 0)</code>	
cu_cbf	<code>ae(v)</code>

if(cu_cbf) {	
.....	
LfnstDcOnly = 1	
LfnstZeroOutSigCoeffFlag = 1	
MtsZeroOutSigCoeffFlag = 1	
transform_tree(x0, y0, cbWidth, cbHeight, treeType, chType)	
lfnstWidth = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbWidth / SubWidthC : ((IntraSubPartitionsSplitType == ISP_VER_SPLIT) ? cbWidth / NumIntraSubPartitions : cbWidth)	
lfnstHeight = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbHeight / SubHeightC : ((IntraSubPartitionsSplitType == ISP_HOR_SPLIT) ? cbHeight / NumIntraSubPartitions : cbHeight)	
if(Min(lfnstWidth, lfnstHeight) >= 4 && sps_lfnst_enabled_flag == 1 && CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && (treeType == DUAL_TREE_CHROMA (!intra_mip_flag[x0][y0] Min(lfnstWidth, lfnstHeight) >= 16)) && Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY) {	
if((IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT LfnstDcOnly == 0) && LfnstZeroOutSigCoeffFlag == 1)	
lfnst_idx	ae(v)
}	
if(treeType != DUAL_TREE_CHROMA && lfnst_idx == 0 && transform_skip_flag[x0][y0][0] == 0 && Max(cbWidth, cbHeight) <= 32 && IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] == ISP_NO_SPLIT && cu_sbt_flag == 0 && MtsZeroOutSigCoeffFlag == 1 && tu_cbf_luma[x0][y0]) {	

<pre> if(((CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTER && sps_explicit_mts_inter_enabled_flag) (CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && sps_explicit_mts_intra_enabled_flag))) </pre>	
mts_idx	ae(v)
}	
}	

Khi điều kiện được cải biến như được thể hiện trong Bảng 9, việc liệu MIP có được áp dụng cho thành phần sắc độ hay không không được kiểm tra khi báo hiệu chỉ số LFNST trong việc lập mã trong cây phân tách hoặc cây đôi. Theo đó, LFNST có được áp dụng phù hợp cho thành phần sắc độ.

Như được thể hiện trong Bảng 9, khi điều kiện $(treeType == DUAL_TREE_CHROMA \parallel !intra_mip_flag[x0][y0] \parallel \min(lfstWidth, lstHeight) \geq 16)$ được thỏa mãn, chỉ số LFNST được báo hiệu, mà có nghĩa là chỉ số LFNST được báo hiệu khi loại cây là loại sắc độ cây đôi ($treeType == DUAL_TREE_CHROMA$), chế độ MIP không được áp dụng ($!intra_mip_flag[x0][y0]$), hoặc độ nhỏ hơn trong số độ rộng và độ cao của khối mà cho nó LFNST được áp dụng là 16 hoặc lớn hơn ($\min(lfstWidth, lstHeight) \geq 16$). Nghĩa là, khi khối lập mã là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST được báo hiệu mà không xác định xem chế độ MIP có được áp dụng hay không hoặc độ rộng và độ cao của khối mà cho nó LFNST được áp dụng.

Ngoài ra, điều kiện nêu trên có thể được diễn giải sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu mà không xác định độ rộng và độ cao của khối mà cho nó LFNST được áp dụng khi khối lập mã không phải là sắc độ cây đôi và MIP không được áp dụng.

Ngoài ra, điều kiện nêu trên có thể được diễn giải sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu nếu độ nhỏ hơn trong số độ rộng và độ cao của khối mà cho nó LFNST được áp dụng là 16 hoặc lớn hơn khi khối lập mã không phải là sắc độ cây đôi và MIP được

áp dụng.

Các hình vẽ sau đây được cung cấp để mô tả các ví dụ cụ thể của sáng chế. Vì các chỉ định cụ thể của các thiết bị hoặc các chỉ định của các tín hiệu/các tín nhận/các trường cụ thể được minh họa trong các hình vẽ được cung cấp để minh họa, các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở các chỉ định cụ thể được sử dụng trong các hình vẽ sau.

Fig.12 là lưu đồ minh họa thao tác của thiết bị giải mã video theo một phương án của sáng chế.

Mỗi quy trình được bộc lộ trên Fig.12 là dựa trên một số chi tiết được mô tả tham chiếu tới Fig.1 đến Fig.11. Do đó, phần mô tả của các chi tiết cụ thể trùng lặp với các chi tiết được mô tả tham chiếu tới Fig.1 đến Fig.11 sẽ được bỏ qua hoặc sẽ được thực hiện sơ lược.

Thiết bị giải mã 200 theo một phương án có thể nhận thông tin về chế độ dự đoán nội, thông tin phần dư, và chỉ số LFNST từ luồng bit (S1210).

Cụ thể là, thiết bị giải mã 200 có thể giải mã thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối hiện tại từ luồng bit, và có thể dẫn xuất 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 hiện tại. Thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu có thể được gồm trong tập thông số trình tự (SPS) hoặc phần đầu lát và có thể gồm ít nhất một trong số thông tin về liệu RST có được áp dụng hay không, thông tin về hệ số được giảm, thông tin về kích thước biến đổi tối thiểu để áp dụng RST, thông tin về kích thước biến đổi tối đa để áp dụng RST, kích thước RST ngược, và thông tin về chỉ số biến đổi chỉ ra bất kỳ một trong số các ma trận nhân biến đổi được gồm trong tập biến đổi.

Thiết bị giải mã có thể còn nhận thông tin về chế độ dự đoán nội cho khối hiện tại và thông tin về việc liệu ISP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không. Thiết bị

giải mã có thể nhận và phân tích cú pháp thông tin cờ chỉ ra xem liệu áp dụng việc lập mã ISP hay chế độ ISP, bởi đó dẫn xuất xem khối hiện tại có được phân chia thành số lượng được xác định trước của các khối biến đổi phân vùng con hay không. Ở đây, khối hiện tại có thể là khối lập mã. Ngoài ra, thiết bị giải mã có thể dẫn xuất kích thước và số lượng của các khối phân vùng con được phân chia thông qua thông tin cờ chỉ ra hướng trong đó khối hiện tại được phân chia.

Thiết bị giải mã 200 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi bằng việc khử lượng tử hóa thông tin phần dư về khối hiện tại, nghĩa là, các hệ số biến đổi được lượng tử hóa (S1220).

Các hệ số biến đổi được dẫn xuất có thể được sắp xếp trong các đơn vị khối 4 x 4 theo thứ tự quét chéo ngược, và các hệ số biến đổi trong khối 4 x 4 cũng có thể được sắp xếp theo thứ tự quét chéo ngược. Nghĩa là, các hệ số biến đổi được khử lượng tử hóa có thể được sắp xếp theo thứ tự quét ngược được áp dụng trong codec video, chẳng hạn như trong VVC hoặc HEVC.

Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến bằng việc áp dụng LFNST cho các hệ số biến đổi.

LFNST là biến đổi không thể phân tách trong đó việc biến đổi được áp dụng cho các hệ số mà không phân tách các hệ số theo hướng cụ thể, không giống việc biến đổi sơ cấp để phân tách ngang hoặc dọc các hệ số cần được biến đổi và biến đổi chúng. Việc biến đổi không thể phân tách này có thể là biến đổi không thể phân tách tần số thấp để áp dụng việc biến đổi xuôi chỉ cho vùng tần số thấp thay vì toàn bộ diện tích của khối.

Thông tin chỉ số LFNST được nhận dưới dạng thông tin cú pháp, và thông tin cú pháp được nhận dưới dạng chuỗi ngắn được nhị phân hóa gồm 0 và 1.

Phần tử cú pháp của chỉ số LFNST theo sáng chế có thể chỉ ra xem LFNST ngược hay biến đổi không thể phân tách ngược được áp dụng và bất kỳ một trong số các ma trận nhân biến đổi được gồm trong tập biến đổi, và khi tập biến đổi gồm hai ma trận

nhân biến đổi, phân tử cú pháp của chỉ số biến đổi có thể có ba giá trị.

Nghĩa là, theo một phương án, các giá trị của phân tử cú pháp của chỉ số LFNST có thể gồm 0 chỉ ra rằng không có LFNST ngược nào được áp dụng cho khối mục tiêu, 1 chỉ ra ma trận nhân biến đổi thứ nhất trong số các ma trận nhân biến đổi, và 2 chỉ ra ma trận nhân biến đổi thứ hai trong số các ma trận nhân biến đổi.

Thông tin về chế độ dự đoán nội và thông tin chỉ số LFNST có thể được báo hiệu trong mức đơn vị lập mã.

Khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi, thiết bị giải mã có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST dựa trên chế độ MIP không được áp dụng cho khối hiện tại (S1230). Nghĩa là, khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP không được áp dụng cho khối hiện tại, chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp.

Theo một ví dụ khác, thiết bị giải mã có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST dựa trên loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi. Nghĩa là, khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp bất kể liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không.

Khối hiện tại có thể là khối lập mã, và khi khối hiện tại được lập mã trong cây đôi, có thể không được kiểm tra xem MIP có được áp dụng cho thành phần sắc độ khi báo hiệu chỉ số LFNST hay không. Trong sắc độ cây đôi, do MIP không được áp dụng, không cần thiết phải xác định xem MIP có được áp dụng để phân tích cú pháp chỉ số LFNST hay không.

Ngoài ra, khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, thiết bị giải mã có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST bất kể liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có là 16 hoặc lớn hơn hay không.

Theo một ví dụ khác nữa, khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP được áp dụng cho khối hiện tại, thiết bị giải mã có thể phân tích cú

pháp chỉ số LFNST dựa trên độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại là 16 hoặc lớn hơn.

Nghĩa là, khi khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP được áp dụng, chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp khi độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST thỏa mãn điều kiện cụ thể.

Độ rộng được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại được chia bởi số lượng các phân vùng con được phân chia khi khối hiện tại được phân chia dọc, và nếu không sẽ được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại, nghĩa là, khi khối hiện tại không được phân chia.

Tương tự như vậy, độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại được chia bởi số lượng các phân vùng con được phân chia khi khối hiện tại được phân chia ngang, và nếu không sẽ được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại, nghĩa là, khi khối hiện tại không được phân chia. Như được mô tả ở trên, khối hiện tại có thể là khối lập mã.

Sau đó, thiết bị giải mã có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến từ các hệ số biến đổi dựa trên chỉ số LFNST và ma trận LFNST cho LFNST (S1240).

Thiết bị giải mã có thể xác định tập LFNST bao gồm các ma trận LFNST dựa trên chế độ dự đoán nội được dẫn xuất từ thông tin về chế độ dự đoán nội, và có thể lựa chọn bất kỳ trong số nhiều ma trận LFNST dựa trên tập LFNST và chỉ số LFNST.

Ở đây, cùng tập LFNST và cùng chỉ số LFNST có thể được áp dụng cho các khối biến đổi phân vùng con mà khối hiện tại được phân chia thành. Nghĩa là, do cùng chế độ dự đoán nội được áp dụng cho các khối biến đổi phân vùng con, tập LFNST được xác định dựa trên chế độ dự đoán nội cũng có thể được áp dụng ngang bằng cho tất cả các khối biến đổi phân vùng con. Ngoài ra, do chỉ số LFNST được báo hiệu trong mức đơn vị lập mã, cùng ma trận LFNST có thể được áp dụng cho các khối biến đổi phân vùng con mà khối hiện tại được phân chia thành.

Như được mô tả ở trên, tập biến đổi có thể được xác định theo chế độ dự đoán nội cho khối biến đổi cần được biến đổi, và LFNST ngược có thể được thực hiện dựa trên ma trận nhân biến đổi, nghĩa là, bất kỳ một trong các ma trận LFNST, được bao gồm trong tập biến đổi được chỉ báo bởi chỉ số LFNST. Ma trận được áp dụng cho LFNST ngược có thể được gọi là ma trận LFNST ngược hoặc ma trận LFNST, và được gọi bởi thuật ngữ bất kỳ miễn là ma trận là chuyển vị của ma trận được sử dụng cho LFNST xuôi.

Trong một ví dụ, ma trận LFNST ngược có thể là ma trận không vuông trong đó số lượng các cột là nhỏ hơn số lượng các hàng.

Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất các mẫu phần dư cho khôi hiện tại dựa trên biến đổi ngược sơ cấp cho hệ số biến đổi được cải biến (S1250).

Ở đây, do biến đổi ngược sơ cấp, biến đổi có thể phân tách thông thường có thể được sử dụng, hoặc MTS nêu trên có thể được sử dụng.

Sau đó, thiết bị giải mã 200 có thể tạo ra các mẫu được xây dựng lại dựa trên các mẫu phần dư cho khôi hiện tại và các mẫu dự đoán cho khôi hiện tại (S1260).

Các hình vẽ sau đây được cung cấp để mô tả các ví dụ cụ thể của sáng chế. Vì các chỉ định cụ thể của các thiết bị hoặc các chỉ định của các tín hiệu/các tin nhắn/các trường cụ thể được minh họa trong các hình vẽ được cung cấp để minh họa, các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở các chỉ định cụ thể được sử dụng trong các hình vẽ sau.

Các hình vẽ sau đây được cung cấp để mô tả các ví dụ cụ thể của sáng chế. Vì các chỉ định cụ thể của các thiết bị hoặc các chỉ định của các tín hiệu/các tin nhắn/các trường cụ thể được minh họa trong các hình vẽ được cung cấp để minh họa, các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở các chỉ định cụ thể được sử dụng trong các hình vẽ sau.

Fig.13 là lưu đồ minh họa thao tác của thiết bị mã hóa video theo một phương

án của sáng chế.

Mỗi quy trình được bộc lộ trên Fig.13 là dựa trên một số chi tiết được mô tả tham chiếu tới Fig.3 đến Fig.11. Do đó, phần mô tả của các chi tiết cụ thể trùng lặp với các chi tiết được mô tả tham chiếu tới Fig.1 và Fig.3 đến Fig.11 sẽ được bỏ qua hoặc sẽ được thực hiện sơ lược.

Thiết bị mã hóa 100 theo một phương án có thể dẫn xuất các mẫu dự đoán cho khối hiện tại dựa trên chế độ dự đoán nội được áp dụng cho khối hiện tại.

Khi ISP được áp dụng cho khối hiện tại, thiết bị mã hóa có thể thực hiện việc dự đoán trên mỗi khối biến đổi phân vùng con.

Thiết bị mã hóa có thể xác định xem có áp dụng việc lập mã ISP hoặc chế độ ISP cho khối hiện tại hay không, nghĩa là, khối lập mã, và có thể xác định hướng trong đó khối hiện tại được phân chia và có thể dẫn xuất kích thước và số lượng của các khối con được phân chia theo kết quả xác định.

Cùng chế độ dự đoán nội có thể được áp dụng cho các khối biến đổi phân vùng con mà khối hiện tại được phân chia thành, và thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất mẫu dự đoán cho mỗi khối biến đổi phân vùng con. Nghĩa là, thiết bị mã hóa thực hiện tuần tự dự đoán nội, ví dụ, ngang hoặc dọc, hoặc từ trái sang phải hoặc từ đỉnh đến đáy, theo dạng được phân chia của các khối biến đổi phân vùng con. Đối với khối con ngoài cùng bên trái hoặc trên cùng, điểm ảnh được xây dựng lại của khối lập mã đã được lập mã được tham chiếu tới như trong chế độ dự đoán nội thông thường. Ngoài ra, đối với mỗi phía của khối biến đổi phân vùng con nội tuần tự, mà không liền kề với khối biến đổi phân vùng con trước đó, để dẫn xuất các điểm ảnh tham chiếu liền kề với phía, điểm ảnh được xây dựng lại của khối lập mã liền kề đã được lập mã được tham chiếu tới như trong chế độ dự đoán nội thông thường.

Thiết bị mã hóa 100 có thể dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối hiện tại dựa trên các mẫu dự đoán (S1310).

Thiết bị mã hóa 100 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại bằng việc áp dụng ít nhất một trong số LFNST hoặc MTS cho các mẫu phần dư và có thể sắp xếp các hệ số biến đổi theo thứ tự quét được xác định trước.

Thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại dựa trên việc biến đổi sơ cấp của các mẫu phần dư (S1320).

Việc biến đổi sơ cấp có thể được thực hiện qua nhiều các nhân biến đổi như trong MTS, trong trường hợp đó nhân biến đổi có thể được lựa chọn dựa trên chế độ dự đoán nội.

Thiết bị mã hóa 100 có thể xác định có thực hiện biến đổi thứ cấp hoặc biến đổi không thể phân tách, cụ thể là LFNST, trên các hệ số biến đổi cho khối hiện tại hay không và có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến bằng việc áp dụng LFNST cho các hệ số biến đổi.

LFNST là biến đổi không thể phân tách trong đó việc biến đổi được áp dụng cho các hệ số mà không phân tách các hệ số theo hướng cụ thể, không giống việc biến đổi sơ cấp để phân tách ngang hoặc dọc các hệ số cần được biến đổi và biến đổi chúng. Việc biến đổi không thể phân tách này có thể là biến đổi không thể phân tách tần số thấp để áp dụng biến đổi chỉ cho vùng tần số thấp thay vì toàn bộ khối mục tiêu cần được biến đổi.

Thiết bị mã hóa có thể xác định xem LFNST có thể áp dụng cho khối hiện tại hay không dựa trên loại cây của khối hiện tại và có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến từ các hệ số biến đổi dựa trên ma trận LFNST cho LFNST (S1330).

Theo một ví dụ, khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, thiết bị mã hóa có thể áp dụng LFNST bất kể liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không.

Khối hiện tại có thể là khối lập mã, và khi khối hiện tại được lập mã trong cây đôi, do MIP không được áp dụng trong sắc độ cây đôi, không cần thiết phải xác định

xem MIP có được áp dụng hay không khi xác định xem có áp dụng LFNST hay không.

Ngoài ra, khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, thiết bị mã hóa có thể xác định rằng LFNST được áp dụng bất kể liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có là 16 hoặc lớn hơn hay không.

Theo một ví dụ khác, khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi, thiết bị mã hóa có thể xác định rằng LFNST được áp dụng dựa trên chế độ MIP không được áp dụng cho khối hiện tại và có thể thực hiện LFNST. Nghĩa là, khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP không được áp dụng cho khối hiện tại, LFNST có thể được thực hiện.

Theo một ví dụ khác nữa, khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP được áp dụng cho khối hiện tại, thiết bị mã hóa có thể thực hiện LFNST dựa trên độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại là 16 hoặc lớn hơn.

Nghĩa là, khi khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP được áp dụng, LFNST có thể được thực hiện khi độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST thỏa mãn điều kiện cụ thể.

Độ rộng được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại được chia bởi số lượng các phân vùng con được phân chia khi khối hiện tại được phân chia dọc, và nếu không sẽ được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại, nghĩa là, khi khối hiện tại không được phân chia.

Tương tự như vậy, độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại được chia bởi số lượng các phân vùng con được phân chia khi khối hiện tại được phân chia ngang, và nếu không sẽ được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại, nghĩa là, khi khối hiện tại không được phân chia. Như được mô tả ở trên, khối hiện tại có thể là khối lập mã.

Thiết bị mã hóa 100 có thể xác định tập LFNST dựa trên mối quan hệ ánh xạ

theo chế độ dự đoán nội được áp dụng cho khối hiện tại và có thể thực hiện LFNST, nghĩa là, việc biến đổi không thể phân tách, dựa trên bất kỳ một trong số hai ma trận LFNST được gồm trong tập LFNST.

Ở đây, cùng tập LFNST và cùng chỉ số LFNST có thể được áp dụng cho các khối biến đổi phân vùng con mà khối hiện tại được phân chia thành. Nghĩa là, do cùng chế độ dự đoán nội được áp dụng cho các khối biến đổi phân vùng con, tập LFNST được xác định dựa trên chế độ dự đoán nội cũng có thể được áp dụng ngang bằng cho tất cả các khối biến đổi phân vùng con. Ngoài ra, do chỉ số LFNST được mã hóa bởi đơn vị lập mã, cùng ma trận LFNST có thể được áp dụng cho các khối biến đổi phân vùng con mà khối hiện tại được phân chia thành.

Như được mô tả ở trên, tập biến đổi có thể được xác định theo chế độ dự đoán nội cho khối biến đổi cần được biến đổi. Ma trận được áp dụng cho LFNST là chuyển vị của ma trận được sử dụng cho LFNST ngược.

Trong một ví dụ, ma trận LFNST có thể là ma trận không vuông trong đó số lượng của các hàng là ít hơn số lượng của các cột.

Thiết bị mã hóa dẫn xuất các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bằng việc thực hiện việc lượng tử hóa dựa trên các hệ số biến đổi được cải biến cho khối hiện tại. Thiết bị mã hóa có thể mã hóa thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa và chỉ số LFNST dựa trên chế độ MIP không được áp dụng cho khối hiện tại khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi (S1340).

Nghĩa là, khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP không được áp dụng cho khối hiện tại, chỉ số LFNST có thể được mã hóa.

Ngoài ra, theo một ví dụ khác, thiết bị mã hóa có thể mã hóa chỉ số LFNST chỉ ra ma trận LFNST dựa trên loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi. Nghĩa là, khi khối hiện tại được lập mã trong cây đôi, do MIP không được áp dụng trong sắc độ cây đôi, thiết bị mã hóa có thể mã hóa chỉ số LFNST mà không xác định xem MIP có được

áp dụng hay không.

Khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, thiết bị mã hóa có thể mã hóa chỉ số LFNST bất kể liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có là 16 hoặc lớn hơn hay không.

Theo một ví dụ khác nữa, khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP được áp dụng cho khối hiện tại, thiết bị mã hóa có thể mã hóa chỉ số LFNST dựa trên độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại là 16 hoặc lớn hơn.

Nghĩa là, khi khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP được áp dụng, chỉ số LFNST có thể được mã hóa khi độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST thỏa mãn điều kiện cụ thể.

Thiết bị mã hóa có thể tạo ra thông tin phần dư gồm thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Thông tin phần dư có thể gồm thông tin/phần tử cú pháp liên quan đến việc biến đổi nêu trên. Thiết bị mã hóa có thể mã hóa thông tin hình ảnh/video gồm thông tin phần dư, và có thể xuất ra thông tin hình ảnh/video dưới dạng luồng bit.

Cụ thể là, thiết bị mã hóa 100 có thể tạo ra thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa và có thể mã hóa thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa.

Phần tử cú pháp của chỉ số LFNST theo phương án này có thể chỉ ra bất kỳ trong số liệu LFNST (ngược) có được áp dụng hay không và bất kỳ một trong các ma trận LFNST được bao gồm trong tập LFNST, và khi tập LFNST bao gồm hai ma trận nhân biến đổi, phần tử cú pháp của chỉ số LFNST có thể có ba giá trị.

Theo một ví dụ, khi cấu trúc cây phân chia của khối hiện tại là loại cây đôi, chỉ số LFNST có thể được mã hóa cho mỗi trong số khối độ chói và khối sắc độ.

Theo một phương án, các giá trị của phần tử cú pháp của chỉ số biến đổi có thể bao gồm 0 chỉ ra rằng không có LFNST (ngược) nào được áp dụng cho khối hiện tại, 1 chỉ ra ma trận LFNST thứ nhất trong số các ma trận LFNST, và 2 chỉ ra ma trận LFNST

thứ hai trong số các ma trận LFNST.

Trong sáng chế, ít nhất một hoạt động trong số việc lượng tử hóa/việc khử lượng tử hóa và/hoặc việc biến đổi/việc biến đổi ngược có thể được lược bỏ. Khi việc lượng tử hóa/việc khử lượng tử hóa được bỏ qua, hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể được gọi là hệ số biến đổi. Khi việc biến đổi/việc biến đổi ngược được bỏ qua, hệ số biến đổi có thể được gọi là hệ số hoặc hệ số phần dư, hoặc có thể vẫn được gọi là hệ số biến đổi để thống nhất trong diễn đạt.

Ngoài ra, trong sáng chế, hệ số biến đổi được lượng tử hóa và hệ số biến đổi có thể được gọi là hệ số biến đổi và hệ số biến đổi được định cỡ, một cách tương ứng. Trong trường hợp này, thông tin phần dư có thể gồm thông tin về (các) hệ số biến đổi, và thông tin về (các) hệ số biến đổi có thể được báo hiệu thông qua cú pháp lập mã phần dư. Các hệ số biến đổi có thể được dẫn xuất dựa trên thông tin phần dư (hoặc thông tin về (các) hệ số biến đổi), và các hệ số biến đổi được định cỡ có thể được dẫn xuất thông qua việc biến đổi ngược (định cỡ) của các hệ số biến đổi. Các mẫu phần dư có thể được dẫn xuất dựa trên việc biến đổi ngược (biến đổi) của các hệ số biến đổi được định cỡ. Các chi tiết này có thể cũng được áp dụng/được thể hiện trong các phần khác của sáng chế.

Trong các phương án được mô tả ở trên, các phương pháp được giải thích trên cơ sở của các lưu đồ bởi chuỗi các bước hoặc các khối, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở thứ tự của các bước, và bước nhất định có thể được thực hiện theo thứ tự hoặc bước khác với được mô tả ở trên, hoặc đồng thời với bước khác. Ngoài ra, có thể được hiểu bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực rằng các bước được thể hiện trong lưu đồ không phải là bắt buộc, và bước khác có thể được kết hợp hoặc một hoặc nhiều bước của lưu đồ có thể được loại bỏ mà không ảnh hưởng đến phạm vi của sáng chế.

Các phương pháp được mô tả ở trên theo sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng phần mềm, và thiết bị mã hóa và/hoặc thiết bị giải mã theo sáng chế có thể được

gồm trong thiết bị xử lý hình ảnh, chẳng hạn như, TV, máy tính, điện thoại thông minh, hộp thu tín hiệu truyền hình, thiết bị hiển thị hoặc tương tự.

Khi các phương án trong sáng chế được triển khai bởi phần mềm, các phương pháp được mô tả ở trên có thể được triển khai dưới dạng các môđun (các quy trình, các chức năng hoặc tương tự) để thực hiện các chức năng được mô tả ở trên. Các môđun có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và có thể được thực thi bởi bộ xử lý. Bộ nhớ có thể là phía trong hoặc phía ngoài bộ xử lý và có thể được kết nối với bộ xử lý theo các cách khác nhau đã biết. Bộ xử lý có thể gồm mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (application-specific integrated circuit, ASIC), bộ chip khác, mạch logic, và/hoặc thiết bị xử lý dữ liệu. Bộ nhớ có thể gồm bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory, ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory, RAM), bộ nhớ tốc độ nhanh, thẻ nhớ, phương tiện lưu trữ, và/hoặc thiết bị lưu trữ khác. Nghĩa là, các phương án được mô tả trong sáng chế có thể được triển khai và được thực hiện trên bộ xử lý, bộ vi xử lý, bộ điều khiển hoặc chip. Ví dụ, các đơn vị chức năng được thể hiện trong mỗi hình vẽ có thể được triển khai và được thực hiện trên máy tính, bộ xử lý, bộ vi xử lý, bộ điều khiển hoặc chip.

Ngoài ra, thiết bị giải mã và thiết bị mã hóa mà cho nó sáng chế được áp dụng, có thể được gồm trong bộ thu phát phát rộng đa phương tiện, đầu cuối truyền thông di động, thiết bị video điện ảnh tại nhà, thiết bị video điện ảnh kỹ thuật số, camera giám sát, thiết bị trò chuyện video, thiết bị truyền thông thời gian thực chẳng hạn như truyền thông video, thiết bị phát luồng di động, phương tiện lưu trữ, máy quay video, thiết bị cung cấp dịch vụ video theo yêu cầu (video on demand, VoD), thiết bị cung cấp dịch vụ 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 video điện thoại video, và thiết bị video y tế, và có thể được sử dụng để xử lý tín hiệu video hoặc tín hiệu dữ liệu. Ví dụ, thiết bị cung cấp dịch vụ nội dung trên nền mạng viễn thông (OTT) có thể gồm máy chơi trò chơi, máy đọc phát Blu-ray, TV kết nối Internet, hệ thống rạp hát

gia đình, điện thoại thông minh, PC máy tính bảng, đầu ghi video kỹ thuật số (digital video recorder, DVR) và tương tự.

Ngoài ra, phương pháp xử lý mà cho nó sáng chế được áp dụng, có thể được tạo ra dưới dạng chương trình được thực thi bởi máy tính, và được lưu trữ trong phương tiện ghi đọc được bởi máy tính. Dữ liệu đa phương tiện có cấu trúc dữ liệu theo sáng chế cũng có thể được lưu trữ trong phương tiện ghi đọc được bởi máy tính. Phương tiện ghi đọc được bởi máy tính gồm tất cả các loại thiết bị lưu trữ và các thiết bị lưu trữ được phân phối trong đó dữ liệu đọc được bởi máy tính được lưu trữ. Phương tiện ghi đọc được bởi máy tính có thể gồm, ví dụ, đĩa Blu-ray (Blu-ray Disc, BD), bus nối tiếp vạn năng (USB), ROM, PROM, EPROM, EEPROM, RAM, CD-ROM, băng từ, đĩa mềm, và thiết bị lưu trữ dữ liệu quang. Ngoài ra, phương tiện ghi đọc được bởi máy tính gồm phương tiện được triển khai dưới dạng sóng mang (ví dụ, truyền qua Internet). Ngoài ra, luồng bit được tạo ra bởi phương pháp mã hóa có thể được lưu trữ trong phương tiện ghi đọc được bởi máy tính hoặc được truyền thông qua mạng truyền thông có dây hoặc không dây. Ngoài ra, các phương án của sáng chế có thể được triển khai dưới dạng sản phẩm chương trình máy tính bởi các mã chương trình, và các mã chương trình có thể được thực thi trên máy tính bởi các phương án của sáng chế. Các mã chương trình có thể được lưu trữ trên vật mang đọc được bởi máy tính.

Fig.14 minh họa sơ lược ví dụ của hệ thống lập mã video/hình ảnh mà cho nó sáng chế là có thể ứng dụng.

Tham khảo đến Fig.14, hệ thống lập mã video/hình ảnh có thể gồm thiết bị thứ nhất (thiết bị nguồn) và thiết bị thứ hai (thiết bị nhận). Thiết bị nguồn có thể chuyển thông tin video/hình ảnh được mã hóa hoặc dữ liệu dưới dạng tệp hoặc phát luồng tới thiết bị nhận thông qua phương tiện lưu trữ kỹ thuật số hoặc mạng.

Thiết bị nguồn có thể gồm nguồn video, thiết bị mã hóa, và bộ truyền. Thiết bị nhận có thể gồm bộ nhận, thiết bị giải mã, và bộ kết xuất. Thiết bị mã hóa có thể được gọi là thiết bị mã hóa video/hình ảnh, và thiết bị giải mã có thể được gọi là thiết bị giải

mã video/hình ảnh. Bộ truyền có thể được gồm trong thiết bị mã hóa. Bộ nhận có thể được gồm trong thiết bị giải mã. Bộ kết xuất có thể gồm bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị có thể được tạo cấu hình là thiết bị riêng biệt hoặc thành phần ngoài.

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

Thiết bị mã hóa có thể mã hóa video/hình ảnh đầu vào. Thiết bị mã hóa có thể thực hiện một loạt các thủ tục như là dự đoán, biến đổi, và lượng tử hóa cho hiệu quả nén và lập mã. Dữ liệu được mã hóa (thông tin video/hình ảnh được mã hóa) có thể được xuất ra trong dạng luồng bit.

Bộ truyền có thể truyền thông tin video/hình ảnh được mã hóa hoặc dữ liệu được xuất ra trong dạng luồng bit đến bộ nhận của thiết bị nhận thông qua phương tiện lưu trữ kỹ thuật số hoặc mạng trong dạng tệp hoặc phát luồng. Phương tiện lưu trữ kỹ thuật số có thể gồm các phương tiện lưu trữ khác nhau như là USB, SD, CD, DVD, Blu-ray, HDD, SSD, và tương tự. Bộ truyền có thể gồm phần tử để tạo ra tệp phương tiện thông qua định dạng tệp được xác định trước và có thể gồm phần tử để truyền thông qua mạng phát rộng/truyền thông. Bộ nhận có thể nhận/trích xuất luồng bit và truyền luồng bit được nhận/được trích xuất đến thiết bị giải mã.

Thiết bị giải mã có thể giải mã video/hình ảnh bằng việc thực hiện chuỗi các thủ tục chẳng hạn như khử lượng tử hóa, biến đổi ngược, dự đoán, và tương tự tương ứng với thao tác của thiết bị mã hóa.

Thiết bị giải mã có thể giải mã video/hình ảnh bằng việc thực hiện chuỗi các thủ tục chẳng hạn như khử lượng tử hóa, biến đổi ngược, dự đoán, và tương tự tương ứng với thao tác của thiết bị mã hóa. Video/hình ảnh được kết xuất có thể được hiển thị qua bộ phận hiển thị.

Fig.15 minh họa cấu trúc của hệ thống phát luồng nội dung mà cho nó sáng chế được áp dụng.

Ngoài ra, hệ thống phát luồng nội dung mà cho nó sáng chế được áp dụng có thể bao gồm máy chủ mã hóa, máy chủ phát luồng, máy chủ web, bộ lưu trữ phương tiện, thiết bị người dùng, và thiết bị nhập đa phương tiện.

Máy chủ mã hóa thực hiện chức năng nén tới dữ liệu kỹ thuật số các nội dung được nhập từ các thiết bị đầu vào đa phương tiện, chẳng hạn như điện thoại thông minh, camera, máy quay video và tương tự, để tạo ra luồng bit, và để truyền nó vào máy chủ phát luồng. Theo một ví dụ khác, trong trường hợp trong đó thiết bị đầu vào đa phương tiện, chẳng hạn như, điện thoại thông minh, camera, máy quay video hoặc tương tự, trực tiếp tạo ra luồng bit, máy chủ mã hóa có thể được bỏ qua. Luồng bit có thể được tạo ra bằng phương pháp mã hóa hoặc phương pháp tạo ra luồng bit mà cho nó sáng chế được áp dụng. Và máy chủ phát luồng có thể lưu trữ luồng bit tạm thời trong quá trình xử lý để truyền hoặc nhận luồng bit.

Máy chủ phát luồng truyền dữ liệu đa phương tiện tới thiết bị người dùng trên cơ sở của yêu cầu của người dùng thông qua máy chủ web, mà đóng vai trò là phương tiện mà thông tin cho người dùng về việc dịch vụ là gì. Khi người dùng yêu cầu dịch vụ mà người dùng muốn, máy chủ web truyền yêu cầu tới máy chủ phát luồng, và máy chủ phát luồng truyền dữ liệu đa phương tiện tới người dùng. Theo đó, hệ thống phát luồng nội dung có thể gồm máy chủ điều khiển tách biệt, và trong trường hợp này, máy chủ điều khiển đóng vai trò điều khiển các lệnh/các phản hồi giữa các thiết bị tương ứng trong hệ thống phát luồng nội dung.

Máy chủ phát 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 được nhận từ máy chủ mã hóa, các nội dung có thể được nhận trong thời gian thực. Trong trường hợp này, máy chủ phát luồng có thể lưu trữ luồng bit trong khoảng thời gian được xác định trước để cung cấp dịch vụ phát luồng trơn tru.

Ví dụ, thiết bị người dùng có thể gồm điện thoại di động, điện thoại thông minh, máy tính xách tay, thiết bị đầu cuối phát rộng kỹ thuật số, trợ lý kỹ thuật số cá nhân (personal digital assistant, PDA), máy phát đa phương tiện cầm tay (portable multimedia player, PMP), bộ điều hướng, PC dạng tấm, PCT máy tính bảng, máy tính ultrabook, thiết bị đeo được (ví dụ, đầu cuối kiểu đồng hồ (đồng hồ thông minh), đầu cuối kiểu kính (kính thông minh), bộ hiển thị gắn trên đầu (head mounted display, HMD)), TV kỹ thuật số, máy tính để bàn, biển báo kỹ thuật số hoặc tương tự. Mỗi trong số các máy chủ trong hệ thống phát luồng nội dung có thể được thao tác như máy chủ được phân phối, và trong trường hợp này, dữ liệu được nhận bởi mỗi máy chủ có thể được xử lý theo cách được phân phối.

Các điểm yêu cầu bảo hộ được bộc lộ ở đây có thể được kết hợp theo cách khác nhau. Ví dụ, các dấu hiệu kỹ thuật của các điểm yêu cầu bảo hộ phương pháp của sáng chế có thể được kết hợp để được thực hiện hoặc được triển khai trong thiết bị, và các dấu hiệu kỹ thuật của các điểm yêu cầu bảo hộ thiết bị có thể được kết hợp để được thực hiện hoặc được triển khai trong phương pháp. Ngoài ra, các dấu hiệu kỹ thuật của các điểm yêu cầu bảo hộ phương pháp và các điểm yêu cầu bảo hộ thiết bị có thể được kết hợp để được thực hiện hoặc được triển khai trong thiết bị, và các dấu hiệu kỹ thuật của các điểm yêu cầu bảo hộ phương pháp và các điểm yêu cầu bảo hộ thiết bị có thể được kết hợp để được thực hiện hoặc được triển khai trong phương pháp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại dựa trên thông tin phần dư;

dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến bằng việc áp dụng biến đổi không thể phân tách tần số thấp (low-frequency non-separable transform, LFNST) cho các hệ số biến đổi;

dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối hiện tại dựa trên biến đổi sơ cấp ngược cho các hệ số biến đổi được cải biến; và

tạo ra ảnh được xây dựng lại dựa trên các mẫu phần dư,

trong đó việc dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến bao gồm:

thu nhận chỉ số LFNST từ luồng bit; và

dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến dựa trên chỉ số LFNST và ma trận LFNST,

trong đó khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST được thu nhận từ luồng bit bất kể liệu chế độ dự đoán nội dựa trên ma trận (matrix-based intra prediction, MIP) có được áp dụng cho khối hiện tại hay không và liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có lớn hơn hoặc bằng 16 hay không, và

trong đó khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST được thu nhận từ luồng bit dựa trên việc liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không hoặc liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có lớn hơn hoặc bằng 16 hay không.

2. Phương pháp giải mã hình ảnh theo điểm 1, trong đó khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP được áp dụng cho khối hiện tại, chỉ số LFNST được thu nhận từ luồng bit dựa trên việc độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại là lớn hơn hoặc bằng 16.

3. Phương pháp giải mã hình ảnh theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó độ rộng được áp dụng LFNST được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại được chia bởi số lượng của các phân vùng con khi khối hiện tại được phân chia dọc thành các phân vùng con, và độ rộng được áp dụng LFNST được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại khi khối hiện tại không được phân chia thành các phân vùng con, và

trong đó khối hiện tại là khối lập mã.

4. Phương pháp giải mã hình ảnh theo bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó độ cao được áp dụng LFNST được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại được chia bởi số lượng của các phân vùng con khi khối hiện tại được phân chia ngang thành các phân vùng con, và độ cao được áp dụng LFNST được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại khi khối hiện tại không được phân chia thành các phân vùng con, và

trong đó khối hiện tại là khối lập mã.

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

dẫn xuất các mẫu dự đoán cho khối hiện tại;

dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối hiện tại dựa trên các mẫu dự đoán;

dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại dựa trên việc biến đổi sơ cấp của các mẫu phần dư;

dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến bằng việc áp dụng LFNST cho các hệ số biến đổi;

dẫn xuất các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bằng việc thực hiện việc lượng tử hóa trên các hệ số biến đổi được cải biến; và

mã hóa các hệ số biến đổi được lượng tử hóa và chỉ số LFNST chỉ ra ma trận LFNST được áp dụng cho LFNST,

trong đó khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST được mã hóa vào luồng bit bất kể liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không và liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có lớn hơn hoặc bằng 16 hay không, và

trong đó khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST được mã hóa vào luồng bit dựa trên việc liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không hoặc liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có lớn hơn hoặc bằng 16 hay không.

6. Phương pháp mã hóa hình ảnh theo điểm 5, trong đó khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi và chế độ MIP được áp dụng cho khối hiện tại, chỉ số LFNST được mã hóa vào luồng bit dựa trên việc độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại là lớn hơn hoặc bằng 16.

7. Phương pháp mã hóa hình ảnh theo điểm 5 hoặc điểm 6, trong đó độ rộng được áp dụng LFNST được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại được chia bởi số lượng của các phân vùng con khi khối hiện tại được phân chia dọc thành các phân vùng con, và độ rộng được áp dụng LFNST được thiết đặt thành độ rộng của khối hiện tại khi khối hiện tại không được phân chia thành các phân vùng con, và

trong đó khối hiện tại là khối lập mã.

8. Phương pháp mã hóa hình ảnh theo bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó độ cao được áp dụng LFNST được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại được chia bởi số lượng của các phân vùng con khi khối hiện tại được phân chia ngang thành các phân vùng con, và độ cao được áp dụng LFNST được thiết đặt thành độ cao của khối hiện tại khi khối hiện tại không được phân chia thành các phân vùng con, và

trong đó khối hiện tại là khối lập mã.

9. Phương tiện lưu trữ kỹ thuật số đọc được bởi máy tính mà lưu trữ luồng bit được tạo ra bởi phương pháp bao gồm các bước:

dẫn xuất các mẫu dự đoán cho khối hiện tại;

dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối hiện tại dựa trên các mẫu dự đoán;

dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại dựa trên việc biến đổi sơ cấp của các mẫu phần dư;

dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến bằng việc áp dụng LFNST cho các hệ số biến đổi;

dẫn xuất các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bằng việc thực hiện việc lượng tử hóa trên các hệ số biến đổi được cải biến; và

mã hóa các hệ số biến đổi được lượng tử hóa và chỉ số LFNST chỉ ra ma trận LFNST được áp dụng cho LFNST để tạo ra luồng bit,

trong đó khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST được mã hóa vào luồng bit bất kể liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không và liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có lớn hơn hoặc bằng 16 hay không, và

trong đó khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST được mã hóa vào luồng bit dựa trên việc liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không hoặc liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có lớn hơn hoặc bằng 16 hay không.

10. Phương pháp truyền dữ liệu cho thông tin hình ảnh bao gồm các bước:

thu nhận luồng bit cho thông tin hình ảnh, trong đó luồng bit được tạo ra dựa trên việc dẫn xuất các mẫu dự đoán cho khối hiện tại, dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối hiện tại dựa trên các mẫu dự đoán, dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại dựa trên việc biến đổi sơ cấp của các mẫu phần dư, dẫn xuất các hệ số biến đổi được cải biến từ các hệ số biến đổi bằng việc áp dụng LFNST, và mã hóa thông tin phần dư được lượng tử hóa và chỉ số LFNST chỉ ra ma trận LFNST được áp dụng cho LFNST; và

truyền dữ liệu bao gồm luồng bit,

trong đó khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST được mã hóa vào luồng bit bất kể liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không và liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có lớn hơn hoặc bằng 16 hay không, và

trong đó khi loại cây của khối hiện tại không phải là sắc độ cây đôi, chỉ số LFNST được mã hóa vào luồng bit dựa trên việc liệu chế độ MIP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không hoặc liệu độ rộng được áp dụng LFNST và độ cao được áp dụng LFNST tương ứng với khối hiện tại có lớn hơn hoặc bằng 16 hay không.

FIG. 1

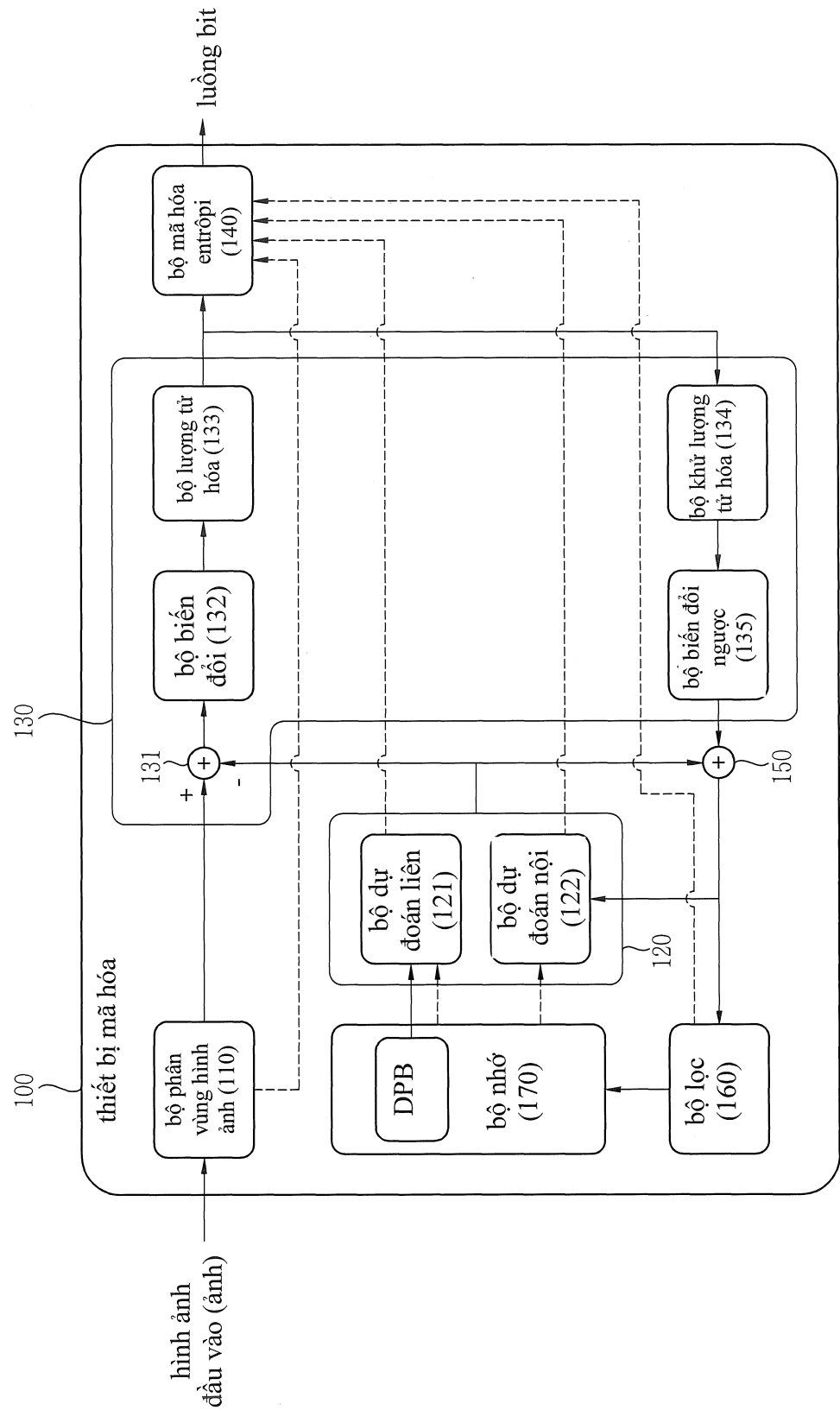


FIG. 2

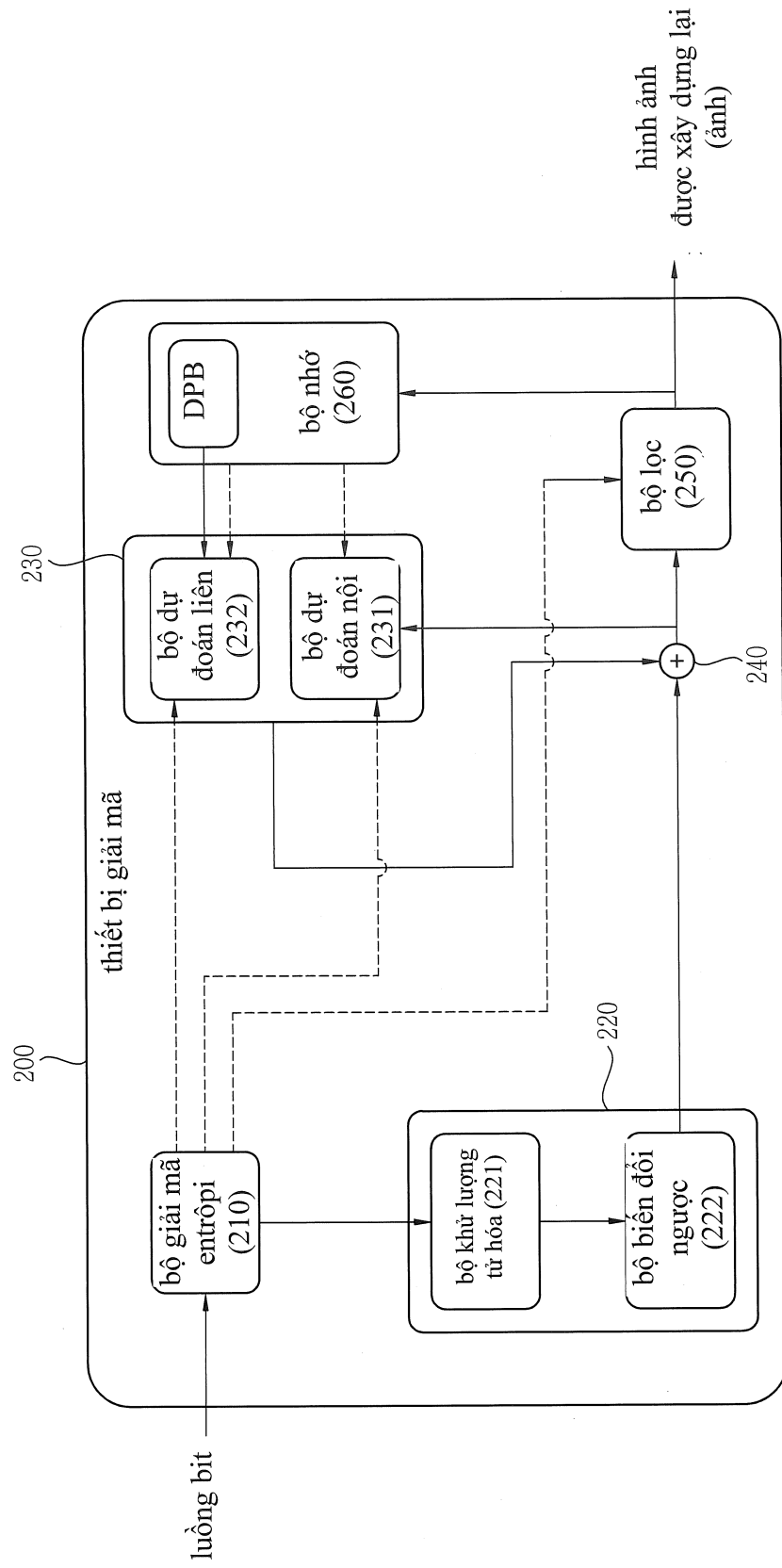


FIG. 3

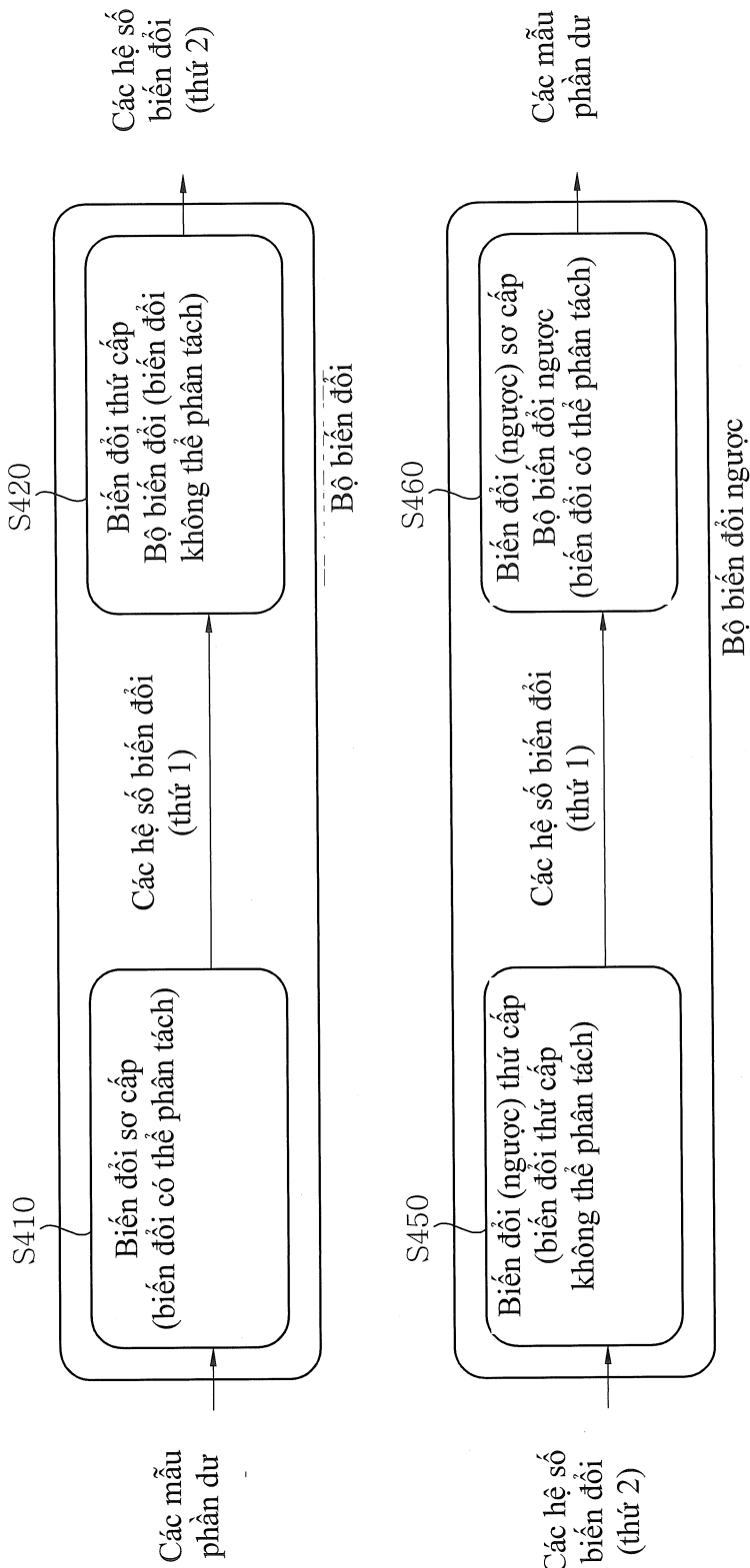


FIG. 4

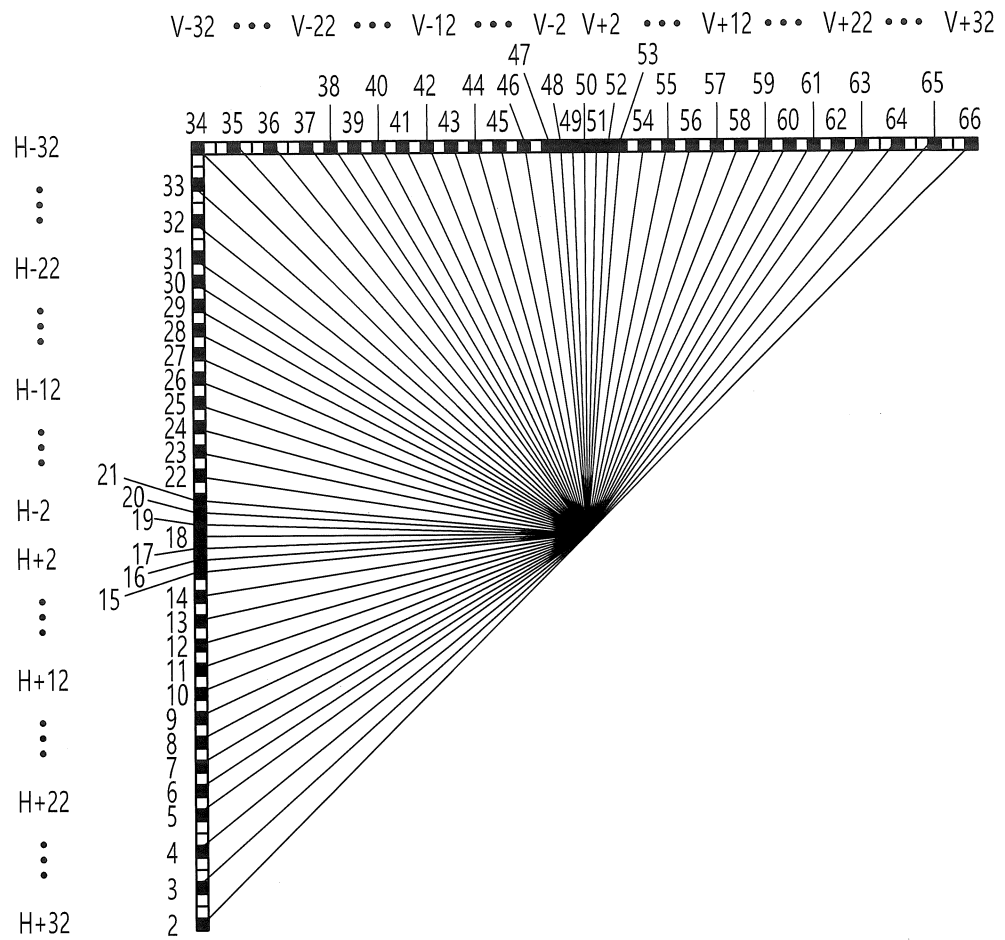


FIG. 5

Biến đổi được giảm

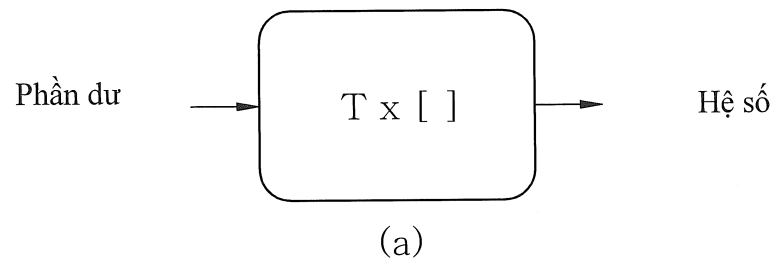
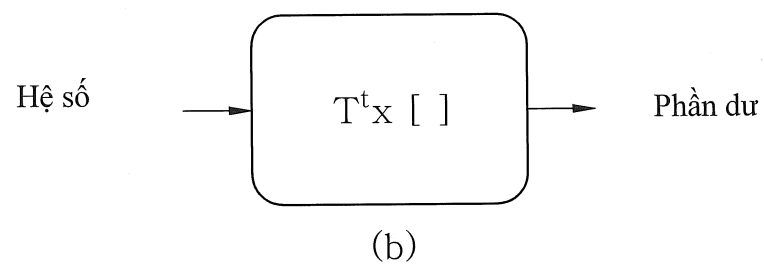
Biến đổi ngược
được giảm

FIG. 6

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	34	35	36				
37	38	39	40				
41	42	43	44				
45	46	47	48				

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

(a)

1	9	17	25	33	37	41	45
2	10	18	26	34	38	42	46
3	11	19	27	35	39	43	47
4	12	20	28	36	40	44	48
5	13	21	29				
6	14	22	30				
7	15	23	31				
8	16	24	32				

1	5	9	13
2	6	10	14
3	7	11	15
4	8	12	16

(b)

FIG. 7

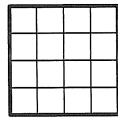
1	3	6	10
2	5	9	13
4	8	12	15
7	11	14	16

(a)

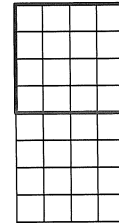
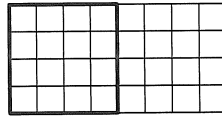
1	3	6	X
2	5	X	X
4	8	X	X
7	X	X	X

(b)

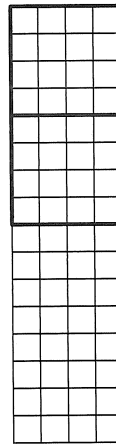
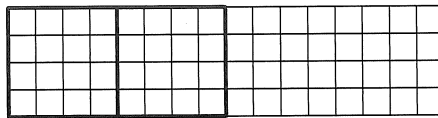
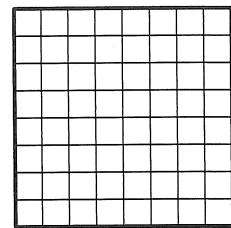
FIG. 8



(a) 4x4



(b) 8x4 / 4x8

(c) 4xN / Nx4, trong đó $N \geq 16$ 

(d) 8x8

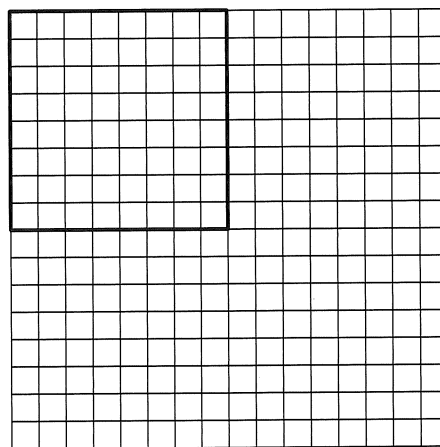
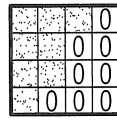
(e) $M \times N (M \geq 8, N \geq 8, M > 8 \text{ hoặc } N > 8)$

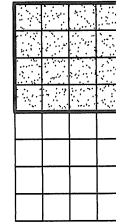
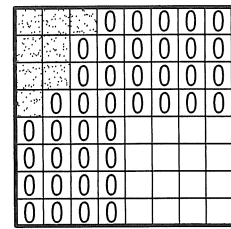
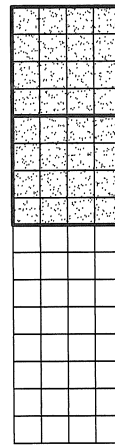
FIG. 9



(a) 4x4



(b) 8x4 / 4x8

(c) 4xN / Nx4, trong đó $N \geq 16$ 

(d) 8x8

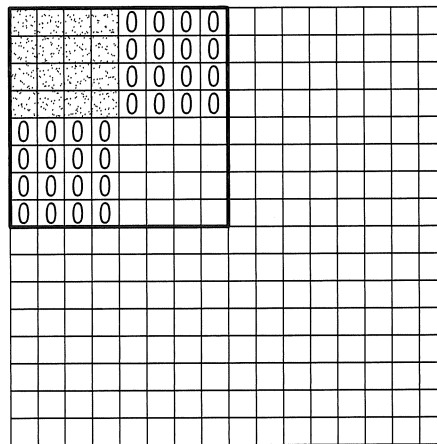
(e) $M \times N (M \geq 8, N \geq 8, M > 8 \text{ hoặc } N > 8)$

FIG. 10

			0
		0	0
		0	0
	0	0	0

(a) 4x4

				0	0	0	0
				0	0	0	0
				0	0	0	0
				0	0	0	0

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

(b) 8x4 / 4x8

								0	0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

(c) 4xN / Nx4, trong đó $N \geq 16$

				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

(d) 4xN / Nx4, trong đó $N \geq 16$

			0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

[illegible]

(b) $M \times N (M \geq 8, N \geq 8, M > 8 \text{ hoặc } N > 8)$

FIG. 12

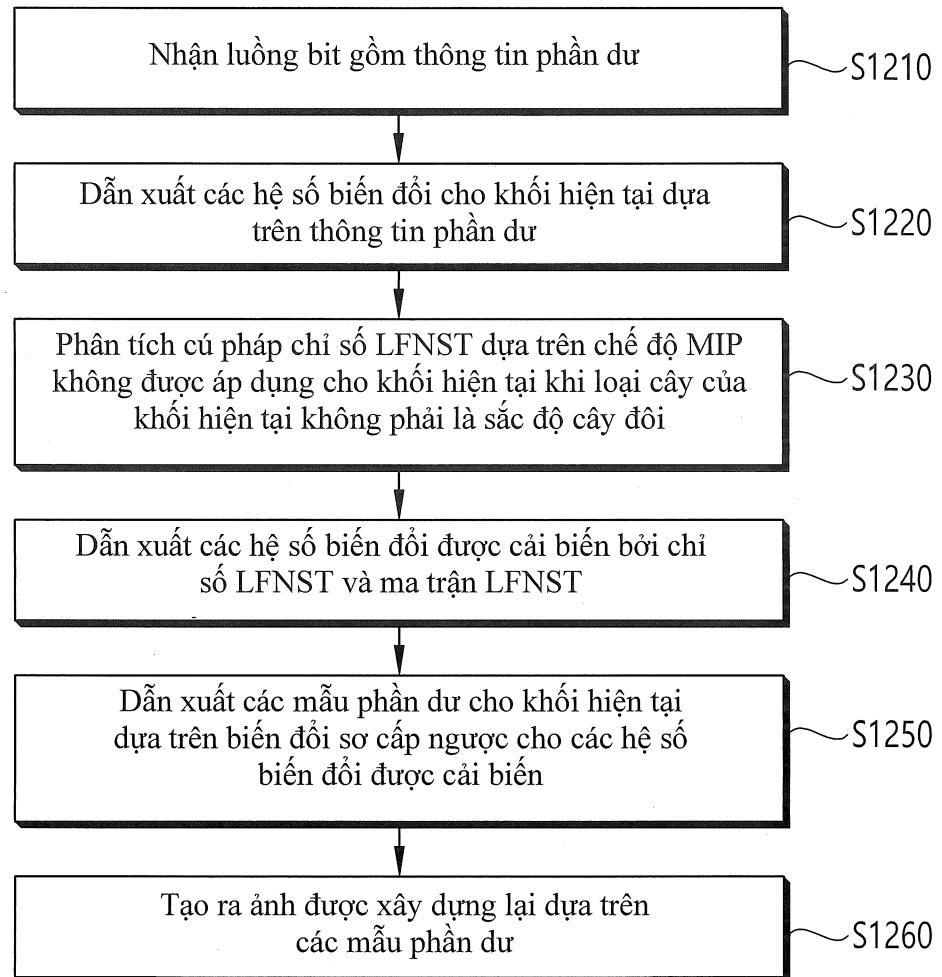


FIG. 13

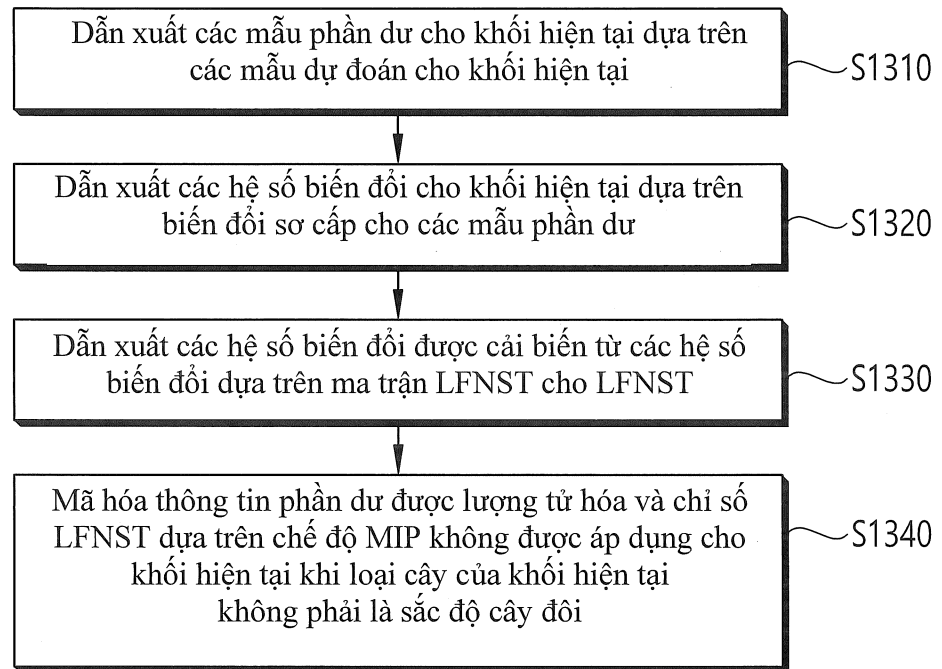


FIG. 14

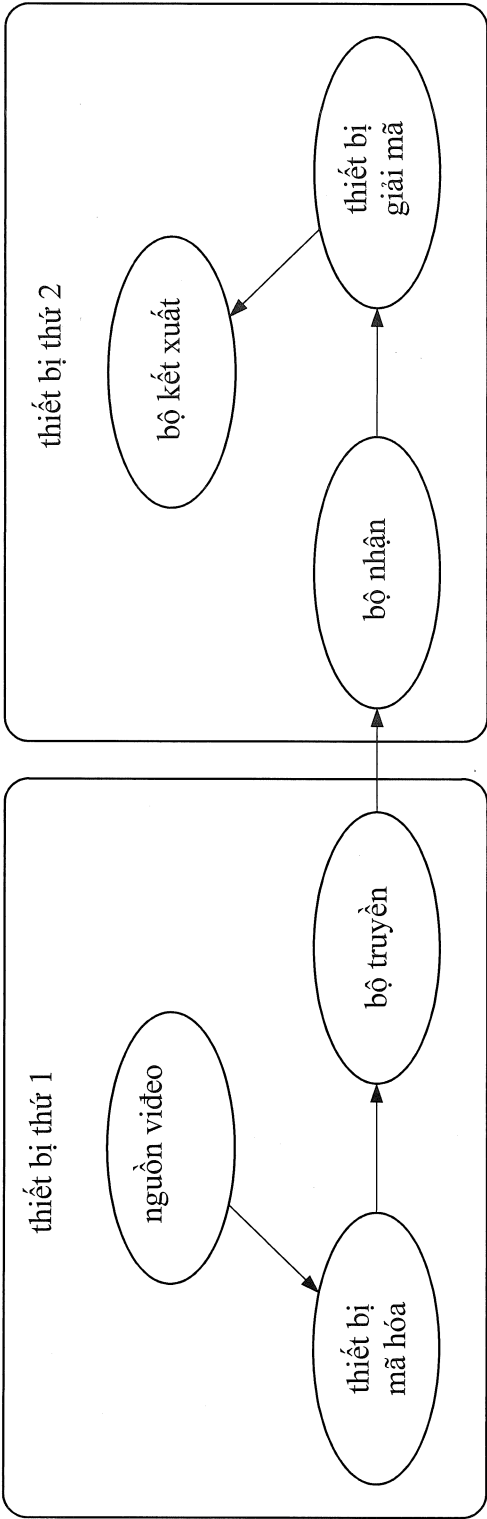


FIG. 15

