



(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)



1-0052204

(51)^{2020.01} H04N 19/60; H04N 19/122; H04N
19/132; H04N 19/70; H04N 19/18;
H04N 19/119; H04N 19/137

(13) B

(21) 1-2022-02293

(22) 05/10/2020

(86) PCT/KR2020/013469 05/10/2020

(87) WO2021/066601 08/04/2021

(30) 62/911,186 04/10/2019 US; 62/911,953 07/10/2019 US

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/07/2022 412A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

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

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

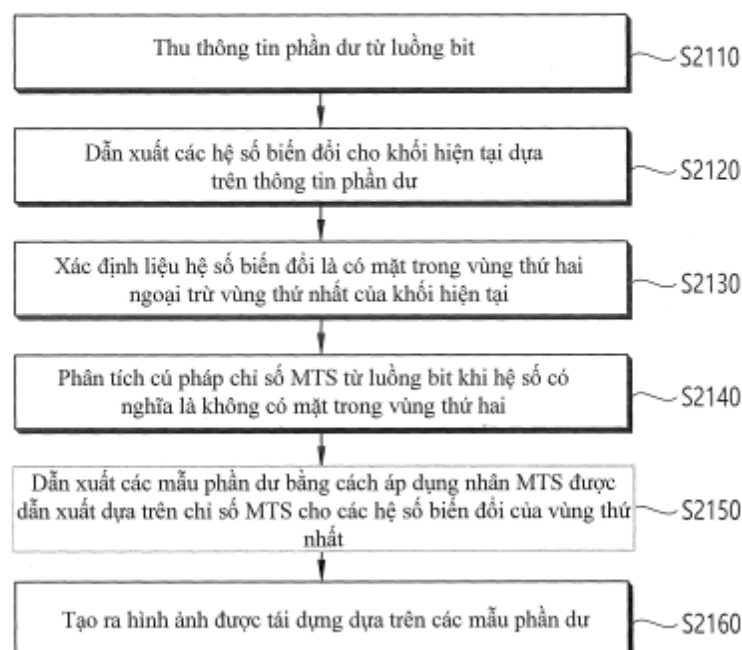
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ VÀ MÃ HÓA ẢNH, VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN
DỮ LIỆU

(21) 1-2022-02293

(57) Sáng chế liên quan đến phương pháp giải mã ảnh được thực hiện bởi thiết bị giải mã, phương pháp mã hóa ảnh được thực hiện bởi thiết bị mã hóa ảnh và phương tiện lưu trữ kỹ thuật số đọc được bởi máy tính. Phương pháp giải mã ảnh theo sáng chế này có thể bao gồm các bước là: dẫn xuất hệ số biến đổi cho khối hiện tại dựa trên thông tin phần dư; xác định liệu hệ số biến đổi là có mặt trong vùng thứ hai ngoại trừ vùng thứ nhất của khối hiện tại; phân tích cú pháp chỉ số MTS từ luồng bit nếu hệ số có mặt là không có mặt trong vùng thứ hai; và dẫn xuất mẫu phần dư bằng cách áp dụng, cho các hệ số biến đổi của khu vực thứ nhất, nhân MTS được dẫn xuất dựa trên chỉ số MTS.

FIG. 21



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

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

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

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

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

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

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

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

Khía cạnh kỹ thuật khác của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị để tăng hiệu quả trong lập mã chỉ số biến đổi.

Khía cạnh kỹ thuật khác nữa của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị lập mã ảnh sử dụng LFNST và MTS.

Khía cạnh kỹ thuật khác nữa của sáng chế này là để cung cấp phương pháp lập mã ảnh và thiết bị báo hiệu chỉ số LFNST và chỉ số MTS.

Theo phương án của sáng chế, phương pháp giải mã ảnh được thực hiện bằng thiết bị giải mã được đề xuất. Phương pháp có thể bao gồm: bước dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại dựa trên thông tin phần dư; bước xác định liệu hệ số có nghĩa là có mặt trong vùng thứ hai ngoài vùng thứ nhất tại phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại hay không; bước phân tích cú pháp chỉ số MTS từ luồng bit khi hệ số có nghĩa là không có mặt trong vùng thứ hai, bước dẫn xuất các mẫu phần dư bằng cách áp dụng nhân MTS được dẫn xuất dựa trên chỉ số MTS đến các hệ số biến đổi của vùng thứ nhất.

Vùng thứ nhất là vùng phía trên cùng-bên trái 16x16 của khối hiện tại.

Bước xác định liệu hệ số có nghĩa là có mặt trong vùng thứ hai bao gồm việc dẫn xuất giá trị biến chỉ báo liệu hệ số có nghĩa là có mặt trong vùng thứ hai trong quy trình giải mã của cấp lập mã phần dư hay không, giá trị biến ban đầu được thiết đặt là 1 và khi hệ số có nghĩa là có mặt trong vùng thứ hai, thì giá trị biến được thay đổi thành 0, và chỉ số MTS không được phân tích cú pháp.

Chỉ số MTS được phân tích cú pháp tại cấp đơn vị lập mã.

Phương pháp giải mã ảnh còn bao gồm bước phân tích cú pháp chỉ số LFNST chỉ báo nhân LFNST được áp dụng cho khối hiện tại, và chỉ số LFNST và chỉ số MTS

được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã, và chỉ số MTS được báo hiệu ngay sau khi báo hiệu chỉ số LFNST.

Loại cây của khối hiện tại là độ chói cây kép hoặc cây đơn, và khi giá trị của chỉ số LFNST là 0, thì chỉ số MTS được báo hiệu.

Theo phương án khác của sáng chế, phương pháp mã hoá ảnh được thực hiện bởi thiết bị mã hoá được đề xuất. Phương pháp có thể bao gồm các bước: 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 MTS cho các mẫu phần dư; đặt bằng không vùng thứ hai của khối hiện tại ngoài vùng thứ nhất tại phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại và mã hóa thông tin phần dư được dẫn xuất thông qua việc lượng tử hóa các hệ số biến đổi và chỉ số MTS chỉ báo nhân MTS.

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

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

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

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

Khía cạnh kỹ thuật khác của sáng chế này có thể đề xuất phương pháp và thiết bị lập mã ảnh sử dụng LFNST và MTS.

Khía cạnh kỹ thuật của sáng chế này có thể đề xuất phương pháp và thiết bị lập mã ảnh để báo hiệu chỉ số LFNST và chỉ số MTS.

Các hiệu quả có thể được thu 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 mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan có thể hiểu và dẫn xuất từ sáng chế. Theo đó, các hiệu quả cụ thể của sáng chế là không bị giới hạn ở các hiệu quả được mô tả rõ ràng trong sáng chế và có thể bao gồm các hiệu quả khác nhau mà có thể được hiểu và dẫn xuất từ các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

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

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

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

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

Fig.5 là hình vẽ thể hiện theo cách làm ví dụ các nội chế độ có hướng của 65 hướng dự đoán.

Fig.6 là sơ đồ để giải thích RST theo một phương án của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu xuất ra của phép biến đổi sơ cấp xuôi thành vector một chiều theo một ví dụ.

Fig.8 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu xuất ra của phép biến đổi thứ cấp xuôi thành khối hai chiều theo một ví dụ.

Fig.9 là sơ đồ minh họa các chế độ nội dự đoán góc rộng theo phương án của sáng chế.

Fig.10 là sơ đồ minh họa hình dạng khối mà LFNST được áp dụng với.

Fig.11 là sơ đồ minh họa sự sắp xếp dữ liệu xuất ra của LFNST xuôi theo một ví dụ.

Fig.12 là sơ đồ minh họa số lượng dữ liệu xuất ra cho LFNST xuôi được giới hạn đến tối đa là 16 theo một ví dụ.

Fig.13 là sơ đồ minh họa việc đặt bằng không (0) trong khối mà LFNST 4x4 được áp dụng với theo một ví dụ.

Fig.14 là sơ đồ minh họa việc thiết đặt bằng không (0) trong khối mà LFNST 8x8 được áp dụng với theo một ví dụ.

Fig.15 là sơ đồ minh họa việc đặt bằng không (0) trong khối mà LFNST 8x8 được áp dụng với theo ví dụ khác.

Fig.16 là sơ đồ minh họa ví dụ về khối con mà một khối lập mã được chia thành.

Fig.17 là sơ đồ minh họa ví dụ khác của khối con mà một khối lập mã được chia thành.

Fig.18 là sơ đồ minh họa sự đối xứng của khối $M \times 2$ ($M \times 1$) và khối $2 \times M$ ($1 \times M$) theo một ví dụ.

Fig.19 là sơ đồ minh họa ví dụ về việc chuyển vị khối $2 \times M$ theo một ví dụ.

Fig.20 thể hiện thứ tự quét cho vùng 8×2 hoặc 2×8 theo một ví dụ.

Fig.21 là sơ đồ tiến trình để giải thích phương pháp giải mã ảnh theo một ví dụ.

Fig.22 là sơ đồ tiến trình để giải thích phương pháp mã hóa ảnh theo một ví dụ.

Fig.23 là hình vẽ minh họa cấu trúc của hệ thống tạo luồng nội dung mà sáng chế được áp dụng với.

Mô tả chi tiết sáng chế

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

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

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

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

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

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

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

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

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

mảng) các mẫu (hoặc các mảng mẫu) hoặc các hệ số biến đổi bao gồm M cột và N hàng.

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

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

Trong sáng chế, “ít nhất một trong số A và B” có thể chỉ “chỉ A”, “chỉ B”, hoặc “cả A và B”. Ngoài ra, theo sáng chế này, cách biểu diễn “ít nhất một trong số A hoặc B” hoặc “ít nhất một trong số A và/hoặc B” có thể được diễn dịch như “ít nhất một thành phần trong số A và B”.

Ngoài ra, trong sáng chế này, “ít nhất một trong số A, B và C” có thể nghĩa là “chỉ A”, “chỉ B”, “chỉ C”, hoặc “sự kết hợp bất kỳ của A, B và C”. Ngoài ra, “ít nhất một thành phần trong số A, B hoặc C” hoặc “ít nhất một thành phần trong số A, B và/hoặc C” có thể có nghĩa là “ít nhất một thành phần trong số A, B và C”.

Ngoài ra, dấu ngoặc đơn được sử dụng trong sáng chế này có thể nghĩa là “ví dụ”. Cụ thể, khi được chỉ báo như “dự đoán (nội dự đoán)”, nó có nghĩa là “nội dự đoán” được đề xuất như ví dụ của “dự đoán”. Nói cách khác, “dự đoán” trong sáng chế này có thể không được giới hạn ở “nội dự đoán”, và “nội dự đoán” có thể được đề xuất như ví dụ của “dự đoán”. Ngoài ra, khi được chỉ báo như “dự báo (tức là, nội dự đoán)”, thì nó cũng có thể nghĩa là “nội dự đoán” được đề xuất như ví dụ của “dự đoán”.

Các đặc điểm kỹ thuật được mô tả riêng trên một hình vẽ trong sáng chế này có thể được thực hiện riêng hoặc có thể được thực hiện đồng thời.

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

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

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

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

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

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

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

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

Bộ kết xuất có thể kết xuất video/ảnh được giải mã. Video/ảnh được kết xuất có thể được hiển thị qua bộ hiển thị.

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

Tham chiếu đến Fig.2, thiết bị mã hóa 200 có thể bao gồm bộ phân vùng ảnh 210, bộ dự đoán 220, bộ xử lý phần dư 230, bộ mã hóa entropy 240, bộ cộng 250, bộ lọc 260, và bộ nhớ 270. Bộ dự đoán 220 có thể bao gồm bộ liên dự đoán 221 và bộ nội dự đoán 222. Bộ xử lý phần dư 230 có thể bao gồm bộ biến đổi 232, bộ lượng tử hóa 233, bộ giải lượng tử hóa 234, bộ biến đổi ngược 235. Bộ xử lý phần dư 230 có thể còn bao gồm bộ trừ 231. Bộ cộng 250 có thể được gọi là bộ tái dựng hoặc bộ tạo ra khối được tái dựng. Bộ phân vùng hình ảnh 210, bộ dự đoán 220, bộ xử lý phần dư 230, bộ mã hóa entropy 240, bộ cộng 250, và bộ lọc 260, đã được mô tả bên trên, có

thể được cấu thành bởi một hoặc nhiều thành phần phần cứng (ví dụ, các bộ chip hoặc các bộ xử lý bộ mã hóa) theo một phương án thực hiện. Ngoài ra, bộ nhớ 270 có thể bao gồm bộ đệm hình ảnh được giải mã (Decoded Picture Buffer, DPB) có thể được cấu thành bằng phương tiện lưu trữ dạng số. Thành phần phần cứng có thể còn bao gồm bộ nhớ 270 như thành phần bên trong/bên ngoài.

Bộ phân vùng ảnh 210 có thể phân vùng ảnh đầu vào (hoặc hình ảnh hoặc khung) được nhập vào thiết bị mã hóa 200 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 nhị phân tam phân (Quad-Tree Binary-Tree Ternary-Tree, QTBTNT). Ví dụ, một đơn vị lập mã có thể được phân vùng thành nhiều đơn vị lập mã có độ sâu sâu hơn dựa trên cấu trúc cây tứ phân, cấu trúc cây nhị phân, và/hoặc cấu trúc tam phân. Trong trường hợp này, ví dụ, cấu trúc cây tứ phân có thể được áp dụng đầu tiên và cấu trúc cây nhị phân và/hoặc cấu trúc tam phân có thể được áp dụng sau. Thay vào đó, cấu trúc cây nhị phân có thể được áp dụng trước. Thủ tục lập mã theo sáng chế này có thể được thực hiện dựa trên đơn vị lập mã cuối cùng mà không được phân vùng thêm. Trong trường hợp này, đơn vị lập mã lớn nhất có thể được sử dụng trực tiếp như đơn vị lập mã cuối cùng dựa trên hiệu quả lập mã theo đặc tính ảnh. Thay vào đó, đơn vị lập mã có thể được phân vùng theo cách đệ quy thành các đơn vị lập mã có chiều sâu sâu hơn như được yêu cầu sao cho đơn vị lập mã có kích thước tối ưu có thể được sử dụng như đơn vị lập mã cuối cùng. Ở đây, thủ tục lập mã có thể bao gồm các thủ tục như dự đoán, biến đổi, và tái dựng, mà sẽ được mô tả sau. Như là một ví dụ khác, đơn vị xử lý có thể còn bao 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 chia hoặc phân chia từ đơn vị lập mã cuối cùng được mô tả đến ở trên. Đơn vị dự đoán có thể là đơn vị của việc dự

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

Bộ trừ 231 trừ tín hiệu dự đoán (khối được dự đoán, mảng mẫu dự đoán) được xuất từ bộ dự đoán 220 từ tín hiệu 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 đến bộ biến đổi 232. Bộ dự đoán có thể thực hiện việc dự đoán trên khối mục tiêu cần xử lý (ở dưới đây, được đề cập tới như là “khối hiện tại”) và có thể tạo ra khối được dự đoán bao gồm các mẫu dự đoán cho khối hiện tại. Bộ dự đoán 220 có thể xác định liệu việc nội dự đoán hay liên dự đoán được áp dụng trên cơ sở khối hiện tại hay CU. Như được thảo luận sau trong phần mô tả về mỗi chế độ dự đoán, bộ dự đoán có thể tạo ra thông tin khác nhau liên quan đến dự đoán, như thông tin chế độ dự đoán, và truyền thông tin được tạo ra đến bộ mã hóa entropy 240. Thông tin về việc dự đoán có thể được mã hóa trong bộ mã hóa entropy 240 và được xuất ra dưới dạng luồng bit.

Bộ nội dự đoán 222 có thể dự đoán khối hiện tại bằng cách tham chiếu đến các mẫu trong hình ảnh hiện tại. Các mẫu được tham chiếu có thể được đặt ở vùng lân cận hoặc xa khỏi khối hiện tại theo chế độ dự đoán. Trong nội dự đoán, các chế độ dự đoán có thể bao gồm nhiều chế độ không có hướng và nhiều chế độ có hướng. Các chế độ không hướng có thể bao gồm, ví dụ, chế độ DC và chế độ phẳng. Chế độ có

hướng có thể bao gồm, ví dụ, 33 chế độ dự đoán có hướng hoặc 65 chế độ dự đoán có hướng theo cấp độ chi tiết của hướng dự đoán. Tuy nhiên, điều này chỉ đơn thuần là ví dụ, và nhiều hoặc ít chế độ dự đoán có hướng hơn có thể được sử dụng thứ cấp thuộc vào việc cài đặt. Bộ nội dự đoán 222 có thể xác định chế độ dự đoán được áp dụng cho khối hiện tại bằng cách sử dụng chế độ dự đoán được áp dụng cho khối lân cận.

Bộ liên dự đoán 221 có thể dẫn xuất khối được dự đoán cho khối hiện tại dựa trên khối tham chiếu (mảng mẫu tham chiếu) được đặc tả bằng vector chuyển động trên hình ảnh tham chiếu. Lúc này, để giảm lượng thông tin chuyển động được truyền trong chế độ liên dự đoán, thông tin chuyển động có thể được dự đoán trên cơ sở khối, khối con hoặc mẫu dựa trên sự tương quan về thông tin chuyển động giữa khối lân cận và khối hiện tại. Thông tin chuyển động có thể bao gồm vector chuyển động và chỉ số hình ảnh tham chiếu. Thông tin chuyển động có thể còn bao gồm thông tin hướng liên dự đoán (dự đoán L0, dự đoán L1, song dự đoán, v.v.). Trong trường hợp của việc liên dự đoán, khối lân cận có thể bao gồm khối lân cận không gian hiện có trong hình ảnh hiện tại và khối lân cận thời gian hiện có trong hình ảnh tham chiếu. Hình ảnh tham chiếu bao gồm khối tham chiếu và ảnh tham chiếu bao gồm khối lân cận thời gian có thể là giống nhau hoặc khác với nhau. Khối lân cận thời gian có thể được gọi là khối tham chiếu được sắp xếp vào một chỗ, CU được đặt cùng vị trí (Collocated CU, colCU), và tương tự, và hình ảnh tham chiếu bao gồm khối lân cận thời gian có thể được gọi là hình ảnh được sắp xếp vào một chỗ (Collocated picture, colPic). Ví dụ, bộ liên dự đoán 221 có thể tạo cấu trúc danh sách ứng viên thông tin chuyển động dựa trên các khối lân cận và tạo ra thông tin chỉ báo ứng viên nào được sử dụng để dẫn xuất vector chuyển động và/hoặc chỉ số hình ảnh tham chiếu của khối hiện tại. Việc liên dự đoán có thể được thực hiện dựa trên các chế độ dự đoán khác nhau. Ví dụ, trong trường hợp chế độ bỏ cóc và chế độ hợp nhất, bộ liên dự đoán 221 có thể sử dụng thông tin chuyển động của khối lân cận như thông tin chuyển động

của khối hiện tại. Trong chế độ bỏ cóc, không giống chế độ hợp nhất, tín hiệu phần dư có thể không được truyền. Trong trường hợp chế độ dự đoán thông tin chuyển động (Motion Vector Prediction, MVP), vector chuyển động của khối lân cận có thể được sử dụng như bộ dự đoán vector chuyển động và vector chuyển động của khối hiện tại có thể được chỉ báo bằng cách báo hiệu sự chênh lệch vector chuyển động.

Bộ dự đoán 220 có thể tạo ra tín hiệu dự đoán dựa trên các phương pháp dự đoán khác nhau. Ví dụ, bộ dự đoán có thể áp dụng việc nội dự đoán hoặc việc liên dự đoán cho việc dự đoán trên một khối, và cũng như vậy, có thể áp dụng việc nội dự đoán và việc liên dự đoán cùng lúc. Điều này có thể được gọi là liên dự đoán và nội dự đoán kết hợp (Combined Inter and Intra Prediction, CIIP). Hơn nữa, bộ dự đoán có thể căn cứ vào chế độ dự đoán sao chép nội khối (Intra Block Copy, IBC) hoặc chế độ bảng màu (palette) để thực hiện việc dự đoán trên khối. Chế độ dự đoán IBC hoặc chế độ bảng màu (palette) có thể được sử dụng cho việc lập mã ảnh/video nội dung của trò chơi hoặc dạng tương tự, ví dụ lập mã nội dung màn (Screen Content Coding, SCC). Mặc dù IBC về cơ bản thực hiện việc dự đoán trong khối hiện tại, nhưng nó có thể được thực hiện tương tự với việc liên dự đoán trong đó nó dẫn xuất khối tham chiếu trong khối hiện tại. Tức là, IBC có thể sử dụng ít nhất một kỹ thuật trong số các kỹ thuật liên dự đoán được mô tả trong sáng chế.

Tín hiệu dự đoán được tạo ra bởi bộ liên dự đoán 221 và/hoặc bộ nội dự đoán 222 có thể được sử dụng để tạo ra tín hiệu được tái dựng hoặc để tạo ra tín hiệu phần dư. Bộ biến đổi 232 có thể tạo ra các hệ số biến đổi bằng cách áp dụng kỹ thuật biến đổi cho tín hiệu phần dư. Ví dụ, kỹ thuật biến đổi có thể bao gồm ít nhất một trong số biến đổi cosin rời rạc (Discrete Cosine Transform, DCT), biến đổi sin rời rạc (Discrete Sine Transform, DST), biến đổi Karhunen-Loève (Karhunen-Loève Transform, KLT), biến đổi dựa trên đồ thị (Graph-Based Transform, GBT), hoặc biến đổi phi tuyến có điều kiện (Conditionally Non-linear Transform, CNT). Ở đây, GBT nghĩa là việc biến đổi thu được từ đồ thị khi thông tin mối quan hệ giữa các điểm ảnh

được biểu diễn bằng đồ thị. CNT đề cập đến phép biến đổi được thu được dựa trên tín hiệu dự đoán được tạo ra sử dụng tất cả các điểm ảnh được tái dựng từ trước. Thêm vào đó, quy trình biến đổi có thể được áp dụng cho các khối điểm ảnh vuông có cùng kích thước hoặc có thể được áp dụng cho các khối có kích thước thay đổi chứ không phải kích thước vuông.

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

truyền/được báo hiệu cho thiết bị giải mã từ thiết bị mã hóa có thể được bao gồm trong thông tin video/ảnh. Thông tin video/ảnh có thể được mã hóa thông qua thủ tục mã hóa được mô tả ở trên và được bao gồm trong luồng bit. Luồng bit có thể được truyền qua mạng hoặc được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ kỹ thuật số. Ở đây, mạng có thể bao gồm mạng quảng bá, mạng truyền thông và/hoặc tương tự, và phương tiện lưu trữ dạng số có thể bao gồm các phương tiện lưu trữ khác nhau như USB, SD, CD, DVD, tia màu xanh, HDD, SSD và tương tự. Bộ truyền (không được thể hiện) truyền tín hiệu được xuất ra từ bộ mã hóa entropy 240 và/hoặc bộ lưu trữ (không được thể hiện) mà lưu trữ tín hiệu này có thể được tạo cấu hình làm phần tử bên trong/bên ngoài của thiết bị mã hóa 200, hoặc bộ truyền cũng có thể được bao gồm trong bộ mã hóa entropy 240.

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

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

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

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

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

thể lưu trữ các mẫu được tái dựng của các khối được tái dựng trong hình ảnh hiện tại, và truyền chúng đến bộ nội dự đoán 222.

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

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

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

Thiết bị giải mã 300 có thể thu tín hiệu mà được xuất ra từ thiết bị mã hóa trên Fig. 2 dưới dạng luồng bit, và tín hiệu thu được có thể được giải mã thông qua bộ giải mã entropy 310. Ví dụ, bộ giải mã entropy 310 có thể phân tích cú pháp luồng bit để suy ra thông tin (ví dụ, thông tin video/ảnh) cần thiết cho việc tái dựng ảnh (hoặc tái dựng hình ảnh). Thông tin video/ảnh có thể còn bao gồm thông tin về các bộ thông số khác nhau như tập thông số thích ứng (adaptation parameter set, APS), tập thông số hình ảnh (picture parameter set, PPS), tập thông số trình tự (sequence parameter set, SPS), tập thông số video (video parameter set, VPS) hoặc tương tự. Ngoài ra, thông tin video/ảnh có thể còn bao gồm thông tin ràng buộc chung. Thiết bị giải mã có thể giải mã hình ảnh còn dựa trên thông tin về tập thông số và/hoặc thông tin ràng buộc chung. Trong phần bộc lộ này, thông tin được báo hiệu/thu được và/hoặc các phần tử cú pháp, mà sẽ được mô tả sau, có thể được giải mã thông qua thủ tục giải mã và được thu được từ luồng bit. Ví dụ, bộ giải mã entropy 310 có thể giải mã thông tin trong luồng bit dựa trên phương pháp mã hoá như mã hoá Golomb hàm số mũ, CAVLC, CABAC, hoặc tương tự, và có thể xuất ra giá trị của phần tử cú pháp cần thiết cho việc tái dựng ảnh và các giá trị được lượng tử hoá của hệ số biến đổi liên quan đến phần dư. Cụ thể hơn, phương pháp giải mã entropy CABAC có thể nhận nhị phân (bin) tương ứng với mỗi phần tử cú pháp trong luồng bit, xác định mô hình ngữ cảnh nhờ sử dụng thông tin về phần tử cú pháp mục tiêu giải mã và thông tin giải mã của các khối lân cận và các khối mục tiêu giải mã hoặc thông tin về ký hiệu/bin được giải mã ở bước trước đó, dự đoán xác suất tạo bin theo mô hình ngữ cảnh xác định được và thực hiện việc giải mã số học đối với bin này để tạo ra ký hiệu tương ứng với mỗi giá trị phần tử cú pháp. Ở đây, phương pháp giải mã entropy CABAC có thể cập nhật mô hình ngữ cảnh sử dụng thông tin về ký hiệu/bin được giải mã cho mô hình ngữ cảnh của ký hiệu/bin tiếp theo sau khi xác định mô hình ngữ cảnh này. Thông tin về việc dự đoán trong số thông tin được giải mã ở bộ giải mã entropy 310 có thể được cung cấp cho bộ dự đoán (bộ liên dự đoán 332 và bộ nội dự đoán 331),

và các giá trị dư, tức là các hệ số biến đổi đã được lượng tử hoá, mà việc giải mã entropy đã được thực hiện trong bộ giải mã entropy 310 và thông tin thông số liên quan có thể được nhập vào bộ xử lý phần dư 320. Bộ xử lý phần dư 320 có thể dẫn xuất tín hiệu phần dư (khối phần dư, các mẫu phần dư, mảng mẫu phần dư). Thêm nữa, thông tin về việc lọc trong số thông tin được giải mã bởi bộ giải mã entropy 310 có thể được cấp đến bộ lọc 350. Trong khi đó, bộ thu (không được thể hiện) mà thu tín hiệu được xuất ra từ thiết bị mã hóa có thể còn cấu thành thiết bị giải mã 300 như thành phần bên trong/bên ngoài, và bộ thu có thể là thành phần của bộ giải mã entropy 310. Trong khi đó, thiết bị giải mã theo phần bộc lộ này có thể được gọi là thiết bị lập mã video/ảnh/hình ảnh, và thiết bị giải mã cũng có thể được phân loại thành bộ giải mã thông tin (bộ giải mã thông tin video/ảnh/hình ảnh) và bộ giải mã mẫu (bộ giải mã mẫu video/ảnh/hình ảnh). Bộ giải mã thông tin có thể bao gồm bộ giải mã entropy 310, và bộ giải mã mẫu có thể bao gồm ít nhất một trong bộ giải lượng tử hóa 321, bộ biến đổi ngược 322, bộ cộng 340, bộ lọc 350, bộ nhớ 360, bộ liên dự đoán 332, và bộ nội dự đoán 331.

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

Bộ giải lượng tử hóa 322 thu được tín hiệu dư (khối 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 bao gồm các mẫu dự đoán cho khối hiện tại. Bộ dự đoán có thể xác định xem liệu việc nội dự đoán hoặc việc liên dự đoán được áp dụng cho khối hiện tại dựa trên thông tin về dự đoán được xuất ra từ bộ giải mã entropy 310 và cụ thể có thể xác định chế độ nội/liên dự đoán.

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

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

Bộ liên dự đoán 332 có thể dẫn xuất khối được dự đoán cho khối hiện tại dựa trên khối tham chiếu (mảng mẫu tham chiếu) được đặc tả bằng vector chuyển động trên hình ảnh tham chiếu. Lúc này, để giảm lượng thông tin chuyển động được truyền trong chế độ liên dự đoán, thông tin chuyển động có thể được dự đoán trên cơ sở khối,

khối con hoặc mẫu dựa trên sự tương quan về thông tin chuyển động giữa khối lân cận và khối hiện tại. Thông tin chuyển động có thể bao gồm vector chuyển động và chỉ số hình ảnh tham chiếu. Thông tin chuyển động có thể còn bao gồm thông tin hướng liên dự đoán (dự đoán L0, dự đoán L1, song dự đoán, v.v.). Trong trường hợp của việc liên dự đoán, khối lân cận có thể bao gồm khối lân cận không gian hiện có trong hình ảnh hiện tại và khối lân cận thời gian hiện có trong hình ảnh tham chiếu. Ví dụ, bộ liên dự đoán 332 có thể tạo cấu 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 hình ảnh tham chiếu của khối hiện tại dựa trên thông tin chọn ứng viên nhận được. Việc liên dự đoán có thể được thực hiện dựa trên các chế độ dự đoán khác nhau, và thông tin về việc dự đoán có thể bao gồm thông tin chỉ báo chế độ liên dự đoán cho khối hiện tại.

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

Bộ cộng 340 có thể được gọi là bộ tái dựng hoặc bộ tạo khối được tái dựng. Tín hiệu được tái dựng được tạo ra có thể được sử dụng cho việc nội dự đoán của khối mục tiêu xử lý kế tiếp trong khối hiện tại, và như được mô tả sau, có thể được xuất ra thông qua việc lọc hoặc được sử dụng cho việc liên dự đoán hình ảnh tiếp theo.

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

Bộ lọc 350 có thể nâng cao chất lượng video chủ quan/khách quan bằng cách áp dụng việc lọc cho tín hiệu được tái dựng. Ví dụ, bộ lọc 350 có thể tạo ra hình ảnh

được tái dựng được điều chỉnh bằng cách áp dụng các phương pháp lọc khác nhau đối với hình ảnh được tái dựng, và có thể truyền hình ảnh được tái dựng được điều chỉnh trong bộ nhớ 360, cụ thể, trong DPB của bộ nhớ 360. Các phương pháp lọc khác nhau có thể bao gồm, ví dụ, lọc khử khối, dịch chuyển tương thích mẫu, bộ lọc vòng lặp tương thích, bộ lọc song phương, hoặc dạng tương tự.

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

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

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

bị giải mã có thể dẫn xuất khỏi phần dư bao gồm các mẫu phần dư dựa trên thông tin phần dư, tạo ra khối được tái dựng bao gồm các mẫu được tái dựng bằng cách cộng khối phần dư vào khối được dự đoán, và tạo ra hình ảnh được tái dựng bao gồm các khối được tái dựng.

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

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

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

Bộ biến đổi này có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi (sơ cấp) bằng cách thực

hiện phép biến đổi sơ cấp dựa trên các mẫu phần dư (mảng mẫu phần dư) trong khối phần dư (S410). Phép biến đổi sơ cấp này có thể được đề cập đến như phép biến đổi lỗi. Ở đây, phép biến đổi sơ cấp có thể được dựa trên việc chọn đa biến đổi (MTS), và khi đa biến đổi được áp dụng như phép biến đổi sơ cấp, thì nó có thể được đề cập đến như phép biến đổi đa lỗi.

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

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

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

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

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

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 điều chỉnh bằng cách thực hiện phép biến đổi thứ cấp dựa trên các hệ số biến đổi (sơ cấp) (S420). Phép biến đổi sơ cấp là phép biến đổi từ miền không gian sang miền tần số, và phép biến đổi thứ cấp đề cập đến phép biến đổi thành biểu thức gọn hơn qua việc sử dụng mối tương quan tồn tại giữa các hệ số biến đổi (sơ cấp). Phép biến đổi thứ cấp có thể bao gồm phép biến đổi không phân tách được. Trong trường hợp này, phép biến đổi thứ cấp này có thể được gọi là phép biến đổi thứ cấp không phân tách được (Non-Separable Secondary Transform, NSST), hoặc phép biến đổi thứ cấp không phân tách được phụ thuộc chế độ (Mode-Dependent Non-Separable Secondary Transform, MDNSST). Phép biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể biểu thị phép biến đổi mà tạo ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh (hoặc các hệ số biến đổi thứ cấp) cho tín hiệu phần dư bằng cách biến đổi thứ cấp, dựa trên ma trận biến đổi không phân tách được, các hệ số biến đổi (sơ cấp) mà được dẫn xuất thông qua phép biến đổi sơ cấp. Lúc này, phép biến đổi thẳng và phép biến đổi ngang có thể là không được áp dụng một cách riêng rẽ (phép biến đổi ngang và phép biến đổi thẳng có thể là không được áp dụng một cách độc lập) cho các hệ số biến đổi (sơ cấp), nhưng các phép biến đổi này có thể được áp dụng cùng một lúc dựa trên ma trận biến đổi không phân tách được. Nói cách khác, phép biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể biểu diễn phương pháp biến đổi trong đó không được áp dụng riêng theo hướng thẳng và hướng 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 thông qua hướng nhất định

được xác định (ví dụ, hướng hàng-thứ nhất hoặc hướng cột-thứ nhất), và sau đó các hệ số biến đổi được điều chỉnh (hoặc các hệ số biến đổi thứ cấp) được tạo ra dựa trên ma trận biến đổi không phân tách được. Ví dụ, theo thứ tự hàng-thứ nhất, các khối $M \times N$ được sắp xếp theo tuyến với thứ tự là hàng thứ nhất, hàng thứ hai, ..., và hàng thứ N . Theo thứ tự cột-thứ nhất, các khối $M \times N$ được sắp xếp trong tuyến với thứ tự là cột thứ nhất, cột thứ hai, ..., và cột thứ N . Phép biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể được áp dụng cho vùng trên cùng-bên trái của khối được tạo cấu hình với các hệ số biến đổi (sơ cấp) (sau đây có thể được gọi là khối hệ số biến đổi). Ví dụ, nếu chiều rộng (W) và chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi đều bằng hoặc lớn hơn 8, thì phép biến đổi thứ cấp không phân tách được 8×8 có thể được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái 8×8 của khối hệ số biến đổi. Thêm nữa, nếu chiều rộng (W) và chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi đều bằng hoặc lớn hơn 4, và chiều rộng (W) hoặc chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi là nhỏ hơn 8, thì sau đó phép biến đổi thứ cấp không phân tách được 4×4 có thể được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái $\min(8, W) \times \min(8, H)$ của khối hệ số biến đổi. Tuy nhiên, phương án không được giới hạn ở điều này, và ví dụ, thậm chí nếu chỉ điều kiện mà chiều rộng (W) hoặc chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi là bằng hoặc lớn hơn 4 được thỏa mãn, thì phép biến đổi thứ cấp không phân tách được 4×4 có thể được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái $\min(8, W) \times \min(8, H)$ của khối hệ số biến đổi.

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

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

[Phương trình 1]

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

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

[Phương trình 2]

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

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

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

[Phương trình 3]

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

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

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

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

Như đã mô tả trên đây, phép biến đổi thứ cấp không phân tách được là có thể được thực hiện dựa trên phép biến đổi 8×8 hoặc phép biến đổi 4×4 mà xác định được dựa trên chiều rộng (W) và chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi. Phép biến đổi 8×8 đề cập đến phép biến đổi mà có thể áp dụng được cho vùng 8×8 được bao gồm trong khối hệ số biến đổi khi cả W và H là bằng hoặc lớn hơn 8, và vùng 8×8 có thể là vùng 8×8 trên cùng-bên trái trong khối hệ số biến đổi. Tương tự, phép biến đổi 4×4 đề cập đến phép biến đổi mà có thể áp dụng được cho vùng 4×4 được bao gồm trong khối hệ số biến đổi khi cả W và H là bằng hoặc lớn hơn 4, và vùng 4×4 có thể là vùng 4×4 trên cùng-bên trái trong khối hệ số biến đổi. Ví dụ, ma trận nhân biến đổi 8×8 có thể là ma trận $64 \times 64/16 \times 64$, và ma trận nhân biến đổi 4×4 có thể là ma trận $16 \times 16/8 \times 16$.

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

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

Tập biến đổi có thể được đề cập đến như tập NSST hoặc tập LFNST. Tập biến đổi cụ thể trong số các tập biến đổi có thể được chọn, ví dụ, dựa trên chế độ nội dự đoán của khối hiện tại (CU hoặc khối con). Việc biến đổi không phân tách được tần số thấp (Low-Frequency Non-Separable Transform, LFNST) có thể là ví dụ về việc biến đổi không phân tách được giảm, mà sẽ được mô tả sau, và biểu diễn việc biến đổi không phân tách được cho thành phần tần số thấp.

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

Fig.5 là hình vẽ thể hiện theo cách làm ví dụ các chế độ có hướng của 65 hướng dự đoán.

Tham chiếu đến Fig.5, dựa trên chế độ nội dự đoán 34 có hướng dự đoán theo đường chéo bên trái hướng lên trên, các chế độ nội dự đoán có thể được chia thành các chế độ nội dự đoán có hướng tính ngang và các chế độ nội dự đoán có hướng tính thẳng. Ở Fig.5, H và V lần lượt biểu thị hướng tính ngang và hướng tính thẳng, và các số từ -32 đến 32 thể hiện các độ dịch trong các đơn vị $1/32$ trên vị trí lưới mẫu. Các số này có thể biểu diễn độ bù trừ cho giá trị chỉ số chế độ. Các chế độ nội dự đoán từ 2 đến 33 có hướng tính ngang và các chế độ nội dự đoán từ 34 đến 66 có hướng tính thẳng. Nói đúng ra, thì chế độ nội dự đoán 34 có thể được xem xét như không ngang cũng không thẳng, nhưng có thể được phân loại như thuộc về hướng

tính ngang khi xác định tập biến đổi của phép biến đổi thứ cấp. Điều này là bởi vì dữ liệu đầu vào được chuyển vị để được sử dụng cho chế độ hướng thẳng đối xứng trên cơ sở của chế độ nội dự đoán 34, và phương pháp căn chỉnh dữ liệu đầu vào cho chế độ ngang được sử dụng cho chế độ nội dự đoán 34. Việc chuyển vị dữ liệu đầu vào nghĩa là các hàng và các cột của dữ liệu khối hai chiều $M \times N$ được chuyển dịch thành dữ liệu $N \times M$. Chế độ nội dự đoán 18 và chế độ nội dự đoán 50 có thể lần lượt biểu diễn chế độ nội dự đoán ngang và chế độ nội dự đoán thẳng và chế độ nội dự đoán 2 có thể được đề cập đến như chế độ nội dự đoán theo đường chéo bên phải hướng lên trên bởi vì chế độ nội dự đoán 2 có điểm ảnh tham chiếu bên trái và thực hiện việc dự đoán theo hướng bên phải hướng lên trên. Cũng như vậy, chế độ nội dự đoán 34 có thể được đề cập đến như chế độ nội dự đoán theo đường chéo bên phải hướng xuống dưới, và chế độ nội dự đoán 66 có thể được đề cập đến như chế độ nội dự đoán theo đường chéo bên trái hướng xuống dưới.

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

[Bảng 2]

lfnstPredModeIntra	lfnstTrSetIdx
$\text{lfnstPredModeIntra} < 0$	1
$0 \leq \text{lfnstPredModeIntra} \leq 1$	0
$2 \leq \text{lfnstPredModeIntra} \leq 12$	1
$13 \leq \text{lfnstPredModeIntra} \leq 23$	2
$24 \leq \text{lfnstPredModeIntra} \leq 44$	3
$45 \leq \text{lfnstPredModeIntra} \leq 55$	2
$56 \leq \text{lfnstPredModeIntra} \leq 80$	1
$81 \leq \text{lfnstPredModeIntra} \leq 83$	0

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

Khi xác định được là tập cụ thể được sử dụng cho việc biến đổi không phân tách được, thì một trong các nhân biến đổi k trong tập cụ thể có thể được chọn thông

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

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

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

Bộ biến đổi ngược có thể thực hiện một loạt thủ tục theo thứ tự ngược lại so với thứ tự mà các thủ tục đã được thực hiện ở bộ biến đổi nêu trên. Bộ biến đổi ngược có thể nhận các hệ số biến đổi (đã được giải lượng tử), và dẫn xuất các hệ số biến đổi

(thứ cấp) bằng cách thực hiện phép biến đổi (ngược) thứ cấp (S450), và có thể thu được khối phần dư (các mẫu phần dư) bằng cách thực hiện phép biến đổi (ngược) sơ cấp trên các hệ số biến đổi (sơ cấp) (S460). Về mặt này, các hệ số biến đổi sơ cấp này có thể được gọi là các hệ số biến đổi được điều chỉnh từ góc độ của bộ biến đổi ngược. Như đã mô tả trên đây, thiết bị mã hoá và thiết bị giải mã có thể tạo ra khối được tái dựng dựa trên khối phần dư và khối được dự đoán, và có thể tạo ra hình ảnh được tái dựng dựa trên khối được tái dựng này.

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

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

của khối hiện tại.

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

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

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

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

phân tách được hoặc phép biến đổi khối có kích thước lớn.

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

Trong khi đó, khi phép biến đổi ngược thứ cấp được thực hiện dựa trên RST, thì bộ biến đổi ngược 235 của thiết bị mã hóa 200 và bộ biến đổi ngược 322 của thiết bị giải mã 300 có thể bao gồm bộ biến đổi thứ cấp được giảm ngược mà dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên RST ngược của các hệ số biến đổi, và bộ biến đổi sơ cấp ngược mà dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp ngược của các hệ số biến đổi được điều chỉnh. Phép biến đổi sơ cấp ngược đề cập phép biến đổi ngược của phép biến đổi sơ cấp được áp dụng cho phần dư. Trong sáng chế này, việc dẫn xuất hệ số biến đổi dựa trên phép biến đổi có thể đề cập đến việc dẫn xuất hệ số biến đổi bằng cách áp dụng phép biến đổi.

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

Trong sáng chế này, “khối mục tiêu” có thể đề cập đến khối hiện tại cần được lập mã, khối phần dư, hoặc khối biến đổi.

Trong RST theo một ví dụ, vector có hướng N có thể được ánh xạ đến vector có hướng R được đặt ở không gian khác, sao cho ma trận biến đổi giảm có thể được xác định, trong đó R là nhỏ hơn N. N có thể nghĩa là bình phương chiều dài của cạnh của khối mà phép biến đổi được áp dụng với, hoặc tổng số các hệ số biến đổi tương ứng với khối mà phép biến đổi được áp dụng với, và nhân tố được giảm có thể nghĩa

là giá trị R/N . Nhân tố được giảm có thể được đề cập đến như nhân tố được giảm (reduced factor), nhân tố giảm (reduction factor), nhân tố rút gọn (simplified factor), nhân tố đơn giản (simple factor), và các thuật ngữ khác nhau. Trong khi đó, R có thể được đề cập đến như hệ số giảm, nhưng theo các tình huống, nhân tố được giảm có thể nghĩa là R . Thêm nữa, theo các tình huống, nhân tố được giảm có thể nghĩa là giá trị N/R .

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

Kích thước của ma trận biến đổi giảm theo 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]

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

Ma trận T trong khối biến đổi giảm được thể hiện trên Fig.6(a) có thể nghĩa là ma trận $T_{R \times N}$ của Phương trình 4. Như được thể hiện trên Fig.6(a), khi ma trận biến đổi giảm $T_{R \times N}$ được nhân với các mẫu phần dư cho khối mục tiêu, thì các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất.

Ở một ví dụ, nếu kích thước của khối mà phép biến đổi được áp dụng với là 8×8 và $R = 16$ (tức là, $R/N = 16/64 = 1/4$), thì sau đó RST theo Fig.6(a) có thể được

biểu diễn như phép toán ma trận như được thể hiện trong Phương trình 5 dưới đây. Trong trường hợp này, việc tính toán bộ nhớ và phép nhân có thể được giảm xuống xấp xỉ 1/4 bằng nhân tố được giảm.

Trong sáng chế này, phép toán ma trận có thể được hiểu như phép toán nhân vector cột với ma trận, được bố trí trên bên trái của vector cột, để thu được vector cột.

[Phương trình 5]

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

Ở 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 cách áp dụng phép biến đổi sơ cấp. Như kết quả của phép tính của Phương trình 5, các hệ số biến đổi c_i cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất, và quy trình để dẫn xuất c_i có thể như trong Phương trình 6.

[Phương trình 6]

Đối với i từ 1 đến R :

$$c_i = 0$$

Đối với j từ 1 đến N :

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

Như kết quả của phép tính của Phương trình 6, các hệ số biến đổi c_1 đến c_R cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất. Tức 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, thì việc biến đổi thông

thường được áp dụng và ma trận biến đổi có kích thước là 64×64 ($N \times N$) được nhân với các mẫu phần dư có kích thước là 64×1 ($N \times 1$), thì sau đó chỉ các hệ số biến đổi 16 (R) được dẫn xuất cho khối mục tiêu bởi vì RST được áp dụng, mặc dù các hệ số biến đổi 64 (N) được dẫn xuất cho khối mục tiêu. Bởi vì tổng số hệ số biến đổi cho khối mục tiêu được giảm từ N đến R, nên lượng dữ liệu được truyền bởi thiết bị mã hóa 200 đến thiết bị giải mã 300 giảm, sao cho hiệu quả truyền giữa thiết bị mã hóa 200 và thiết bị giải mã 300 có thể được nâng cao.

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

Ở một ví dụ, bộ biến đổi 232 của thiết bị mã hóa 200 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu bằng cách thực hiện việc biến đổi sơ cấp và việc biến đổi thứ cấp dựa trên RST trên các mẫu phần dư cho khối mục tiêu. Các hệ số biến đổi này có thể được chuyển đến bộ biến đổi ngược của thiết bị giải mã 300, và bộ biến đổi ngược 322 của thiết bị giải mã 300 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên việc biến đổi thứ cấp được giảm (Reduced Secondary Transform, 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 điều chỉnh.

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

Ma trận T^t trong khối biến đổi ngược giảm. Khối biến đổi được thể hiện ở Fig. 6(b) có thể nghĩa là ma trận RST ngược T_{RXN}^T (chỉ số trên T nghĩa là sự chuyển vị). Khi ma trận RST ngược T_{RXN}^T được nhân với các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu như được thể hiện trên Fig. 6(b), thì các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối mục tiêu hoặc các mẫu phần dư cho khối hiện tại có thể được dẫn xuất. Ma trận RST ngược T_{RXN}^T có thể được biểu diễn như $(T_{RXN}^T)_{N \times R}$.

Cụ thể hơn, khi RST ngược được áp dụng như việc biến đổi ngược thứ cấp, thì các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối mục tiêu có thể được dẫn xuất khi ma trận RST ngược T_{RXN}^T được nhân với các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu. Trong khi đó, RST ngược có thể được áp dụng như 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_{RXN}^T được nhân với các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu.

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

[Phương trình 7]

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

Ở Phương trình 7, từ c_1 đến c_{16} có thể biểu thị các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu. Như kết quả tính toán của Phương trình 7, r_i biểu thị các hệ số biến đổi được điều chỉnh 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 ở Phương trình 8.

[Phương trình 8]

Đối với i từ 1 đến N :

$$r_i = 0$$

Đối với j từ 1 đến R :

$$r_i += t_{ji} * c_j$$

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

Cấu hình tập biến đổi được thể hiện ở Bảng 2 có thể cũng được áp dụng cho RST 8×8 . Tức là, RST 8×8 có thể được áp dụng theo tập biến đổi trong Bảng 2. Bởi vì một tập biến đổi bao gồm hai hoặc ba phép biến đổi (các nhân) theo chế độ nội dự đoán, thì nó có thể được tạo cấu hình để chọn một trong đến bốn phép biến đổi bao gồm trong trường hợp mà không có phép biến đổi thứ cấp được áp dụng. Ở phép biến đổi trong đó không có phép biến đổi thứ cấp được áp dụng, nó có thể được xem xét để áp dụng ma trận đơn vị. Giả sử rằng các chỉ số 0, 1, 2, và 3 lần lượt được gán cho bốn phép biến đổi (ví dụ, chỉ số 0 có thể được phân bổ cho trường hợp trong đó ma trận đơn vị được áp dụng, tức là, trường hợp trong đó không có phép biến đổi thứ cấp được áp dụng), chỉ số biến đổi hoặc chỉ số $lnst$ như phần tử cú pháp có thể được báo hiệu cho mỗi khối hệ số biến đổi, nhờ đó chỉ định phép biến đổi cần được

áp dụng. Tức là, đối với khối phía trên cùng-bên trái 8×8 , thông qua chỉ số biến đổi, có thể chỉ định RST 8×8 trong cấu hình RST, hoặc chỉ định lfnst 8×8 khi LFNST được áp dụng. lfnst 8×8 và RST 8×8 tham chiếu đến các biến đổi có thể áp dụng được với vùng 8×8 được bao gồm trong khối hệ số biến đổi khi cả W và H của khối mục tiêu cần được biến đổi là bằng hoặc lớn hơn 8, và vùng 8×8 có thể là vùng phía trên cùng-bên trái 8×8 trong khối hệ số biến đổi. Tương tự, lfnst 4×4 và RST 4×4 đề cập đến các biến đổi có thể áp dụng được với vùng 4×4 được bao gồm trong khối hệ số biến đổi khi cả W và H của khối mục tiêu là bằng hoặc lớn hơn 4, và vùng 4×4 có thể là vùng 4×4 phía trên cùng-bên trái trong khối hệ số biến đổi.

Theo phương án của sáng chế, đối với việc biến đổi trong quy trình mã hóa, chỉ 48 mảnh dữ liệu có thể được chọn và ma trận nhân biến đổi tối đa là 16×48 có thể được áp dụng cho chúng, chứ không phải áp dụng ma trận nhân biến đổi 16×64 cho 64 mảnh dữ liệu tạo thành vùng 8×8 . Ở đây, “lớn nhất” nghĩa là phương pháp có giá trị lớn nhất là 16 trong ma trận nhân biến đổi $m \times 48$ để tạo ra m hệ số. Tức là, khi RST được thực hiện bằng cách áp dụng ma trận nhân biến đổi $m \times 48$ ($m \leq 16$) cho vùng 8×8 , thì 48 mảnh dữ liệu được nhập vào và m hệ số được tạo ra. Khi m là 16, thì 48 mảnh dữ liệu được nhập vào và 16 hệ số được tạo ra. Tức là, giả sử là 48 mảnh dữ liệu tạo thành vector 48×1 , ma trận 16×48 và vector 48×1 được nhân tuần tự, nhờ đó tạo ra vector 16×1 . Ở đây, 48 mảnh dữ liệu tạo thành vùng 8×8 có thể được sắp xếp theo cách thích hợp, nhờ đó tạo thành vector 48×1 . Ví dụ, vector 48×1 có thể được dựng dựa trên 48 mảnh dữ liệu cấu thành vùng ngoại trừ vùng phía dưới cùng-bên phải 4×4 trong số các vùng 8×8 . Ở đây, khi phép toán ma trận được thực hiện bằng cách áp dụng ma trận nhân biến đổi tối đa 16×48 , thì 16 hệ số biến đổi được điều chỉnh được tạo ra, và 16 hệ số biến đổi được điều chỉnh có thể được sắp xếp trong vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 theo thứ tự quét, và vùng phía trên cùng-bên phải 4×4 và vùng phía dưới cùng-bên trái 4×4 có thể được điền bằng các số không (0)

Đối với phép biến đổi ngược trong quy trình giải mã, ma trận chuyển vị của ma trận nhân biến đổi nêu trên có thể được sử dụng. Tức là, khi RST hoặc LFNST ngược được thực hiện trong quy trình biến đổi ngược được thực hiện bằng thiết bị giải mã, thì dữ liệu hệ số đầu vào mà RST ngược được áp dụng với được tạo cấu hình trong vector một hướng theo thứ tự sắp xếp định trước, và vector hệ số được điều chỉnh thu được bằng cách 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 định trước.

Tóm lại, trong quy trình biến đổi, khi RST hoặc LFNST được áp dụng cho vùng 8×8 , thì phép toán ma trận của 48 hệ số biến đổi trong các vùng phía trên cùng-bên trái, phía trên cùng-bên phải, và phía dưới cùng-bên trái của vùng 8×8 ngoại trừ vùng phía 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 phép toán ma trận, 48 hệ số biến đổi được nhập vào mảng một chiều. Khi phép toán ma trận được thực hiện, thì 16 hệ số biến đổi được điều chỉnh được dẫn xuất, và các hệ số biến đổi được điều chỉnh có thể được sắp xếp trong vùng phía trên cùng-bên trái của vùng 8×8 .

Trái lại, trong quy trình biến đổi ngược, khi RST hoặc LFNST ngược được áp dụng cho vùng 8×8 , 16 hệ số biến đổi tương ứng với vùng phía trên-bên trái của vùng 8×8 trong số các hệ số biến đổi trong vùng 8×8 có thể được nhập vào mảng một chiều theo thứ tự quét và có thể được đưa vào phép toán ma trận với ma trận nhân biến đổi 48×16 . Tức là, phép toán ma trận có thể được biểu diễn như (ma trận 48×16) * (vector hệ số biến đổi 16×1) = (vector hệ số biến đổi được điều chỉnh 48×1). Ở đây, vector $n \times 1$ có thể được diễn dịch để có cùng nghĩa như ma trận $n \times 1$ và do đó có thể được biểu diễn như vector cột $n \times 1$. Thêm nữa, * biểu thị phép nhân ma trận. Khi phép toán ma trận được thực hiện, thì 48 hệ số biến đổi được điều chỉnh có thể được dẫn xuất, và 48 hệ số biến đổi được điều chỉnh có thể được sắp xếp trong các vùng phía trên cùng-bên trái, phía trên cùng-bên phải, và phía dưới cùng-bên trái

của vùng 8x8 ngoại trừ vùng phía dưới cùng-bên phải.

Khi việc biến đổi ngược thứ cấp được dựa trên RST, thì bộ biến đổi ngược 235 của thiết bị mã hóa 200 và bộ biến đổi ngược 322 của thiết bị giải mã 300 có thể bao gồm bộ biến đổi thứ cấp được giảm ngược để dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên RST ngược trên 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 điều chỉnh. Việc biến đổi sơ cấp ngược đề cập đến việc biến đổi ngược của việc biến đổi sơ cấp được áp dụng cho phần dư. Trong sáng chế này, việc dẫn xuất hệ số biến đổi dựa trên việc biến đổi có thể đề cập đến việc dẫn xuất hệ số biến đổi bằng cách áp dụng việc biến đổi.

Việc biến đổi không phân tách được, LFNST, sẽ được mô tả chi tiết như sau. LFNST có thể bao gồm phép biến đổi xuôi bởi thiết bị mã hóa và phép 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 phép biến đổi (chính) sơ cấp như đầu vào, và áp dụng phép biến đổi thứ cấp xuôi (biến đổi thứ cấp).

[Phương trình 9]

$$y = G^T x$$

Trong Phương trình 9, x và y lần lượt là các đầu vào và các xuất ra của phép biến đổi thứ cấp, và G là ma trận biểu diễn phép biến đổi thứ cấp, và các vector dựa trên biến đổi bao gồm các vector cột. Trong trường hợp của LFNST ngược, khi kích thước của ma trận biến đổi G được biểu diễn như [số hàng x số cột], trong trường hợp của 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 x 16], [48 x 8], [16 x 16], [16 x 8], và ma trận [48 x 8] và ma trận [16 x 8] là các ma trận theo

phần mà 8 vector dựa trên biến đổi được lấy mẫu từ bên trái lần lượt của ma trận $[48 \times 16]$ và ma trận $[16 \times 16]$.

Nói cách 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 theo phần thu được bằng cách lấy mẫu 8 vector dựa trên biến đổi từ phía trên cùng lần lượt của ma trận $[16 \times 48]$ và ma trận $[16 \times 16]$.

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

Fig. 7 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu xuất ra của phép biến đổi sơ cấp xuôi thành vector một chiều theo một ví dụ. Các sơ đồ bên trái của (a) và (b) của Fig. 7 thể hiện trình tự để dựng vector $[48 \times 1]$, và các sơ đồ bên phải của (a) và (b) của Fig. 7 thể hiện trình tự để dựng vector $[16 \times 1]$. Trong trường hợp của LFNST, vector một chiều x có thể được thu được bằng cách sắp xếp tuần tự dữ liệu 2D theo thứ tự giống như trong (a) và (b) của Fig. 7.

Hướng sắp xếp của dữ liệu xuất ra của phép biến đổi sơ cấp xuôi có thể được xác định theo chế độ nội dự đoán của khối hiện tại. Ví dụ, khi chế độ nội dự đoán của khối hiện tại là hướng ngang so với hướng đường chéo, dữ liệu xuất ra của phép biến đổi sơ cấp xuôi có thể được sắp xếp theo thứ tự là (a) của Fig. 7, và khi chế độ nội dự đoán của khối hiện tại là trong hướng thẳng so với hướng đường chéo, thì dữ liệu xuất ra của phép biến đổi sơ cấp xuôi có thể được sắp xếp theo thứ tự là (b) của Fig. 7.

Theo một ví dụ, thứ tự sắp xếp khác so với các thứ tự sắp xếp của (a) và (b)

của Fig. 7 có thể được sắp xếp, và để dẫn xuất cùng một kết quả (vector y) như khi các thứ tự sắp xếp của (a) và (b) của Fig.7 được áp dụng, thì các vector cột của ma trận G có thể được sắp xếp lại theo thứ tự sắp xếp lại. Tức là, có thể sắp xếp lại các vector cột của G sao cho mỗi thành phần cấu thành vector x là luôn được nhân với cùng một vector dựa trên biến đổi.

Bởi vì y xuất ra được dẫn xuất qua Phương trình 9 là vector một chiều, nên khi dữ liệu hai chiều được yêu cầu như dữ liệu đầu vào trong quy trình sử dụng kết quả của phép biến đổi thứ cấp như đầu vào, ví dụ, trong quy trình thực hiện việc lượng tử hóa hoặc lập mã phần dư, thì vector y xuất ra của Phương trình 9 phải được sắp xếp theo cách thích hợp như dữ liệu 2D lần nữa.

Fig.8 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu xuất ra của phép biến đổi thứ cấp xuôi thành vector hai chiều theo một ví dụ.

Trong trường hợp của LFNST, các giá trị xuất ra có thể được sắp xếp trong khối 2D theo thứ tự quét định trước. (a) của Fig.8 thể hiện rằng khi y xuất ra là vector $[16 \times 1]$, thì các giá trị xuất ra được sắp xếp tại 16 vị trí của khối 2D theo thứ tự quét đường chéo. (b) của Fig. 8 thể hiện rằng khi y xuất ra là vector $[8 \times 1]$, thì các giá trị xuất ra được sắp xếp tại 8 vị trí của khối 2D theo thứ tự quét đường chéo, và 8 vị trí còn lại được điền bằng không (0). X trên (b) của Fig. 8 thể hiện rằng X được điền bằng 0.

Theo ví dụ khác, bởi vì thứ tự trong đó vector xuất ra y được xử lý trong khi thực hiện việc lượng tử hóa hoặc lập mã phần dư có thể được thiết đặt trước, vector xuất ra y có thể không được sắp xếp trong khối 2D như được thể hiện trên Fig. 8. Tuy nhiên, trong trường hợp của lập mã phần dư có thể được thực hiện trong các đơn vị khối 2D (ví dụ, 4×4) như Nhóm hệ số (Coefficient Group, CG), và trong trường hợp này, dữ liệu được sắp xếp theo thứ tự cụ thể như theo thứ tự quét đường chéo của Fig. 8.

Trong khi đó, thiết bị giải mã có thể tạo cấu hình vector đầu vào một chiều y bằng cách sắp xếp dữ liệu hai chiều được xuất ra thông qua quy trình giải 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 như vector xuất ra x bằng phương trình sau đây.

[Phương trình 10]

$$x = Gy$$

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

Vector xuất ra x được sắp xếp trong khối hai chiều theo thứ tự được thể hiện trên Fig. 7 và được sắp xếp như 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, toàn bộ phép biến đổi thứ cấp ngược là đối ngược của quy trình biến đổi thứ cấp xuôi, và trong trường hợp của phép biến đổi ngược, không giống trong hướng xuôi, phép biến đổi thứ cấp ngược được áp dụng đầu tiên, và sau đó phép biến đổi sơ cấp ngược được áp dụng.

Trong LFNST ngược, một trong ma trận $8 [48 \times 16]$ và 8 ma trận $[16 \times 16]$ có thể được chọn như ma trận biến đổi G . Liệu để 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 nêu trên, và mỗi tập biến đổi có thể bao gồm hai ma trận. Tập biến đổi nào để sử dụng trong số 4 tập biến đổi được xác định theo chế độ nội dự đoán, và cụ thể hơn, tập biến đổi được xác định dựa trên giá trị của chế độ nội dự đoán được mở rộng bằng việc xem xét việc nội dự đoán góc rộng (Wide Angle Intra Prediction,

WAIP). Ma trận nào để chọn trong số hai ma trận cấu thành tập biến đổi được chọn được dẫn xuất thông qua việc báo hiệu chỉ số. Cụ thể hơn, 0, 1, và 2 là có thể như giá trị chỉ số được truyền, 0 có thể chỉ báo rằng LFNST không được áp dụng, và 1 và 2 có thể chỉ báo một ma trận bất kỳ trong số hai ma trận biến đổi cấu thành tập biến đổi được chọn dựa trên giá trị chế độ nội dự đoán.

Fig.9 là sơ đồ minh họa các chế độ nội dự đoán góc rộng theo phương án của sáng chế.

Giá trị chế độ nội dự đoán chung có thể có các giá trị từ 0 đến 66 và từ 81 đến 83, và giá trị chế độ nội dự đoán được mở rộng do WAIP có thể có giá trị từ -14 đến 83 như được thể hiện ở trên. Các giá trị từ 81 đến 83 thể hiện chế độ mô hình tuyến tính thành phần chéo (CCLM), và các giá trị từ -14 đến -1 và các giá trị từ 67 đến 80 thể hiện chế độ nội dự đoán được mở rộng do áp dụng WAIP.

Khi chiều rộng của khối dự đoán hiện tại là lớn hơn chiều cao, thì các điểm ảnh tham chiếu trên nhìn chung là gần hơn với các vị trí bên trong khối cần được dự đoán. Do đó, nó có thể là chính xác hơn để dự đoán theo hướng phía dưới cùng-bên trái so với theo hướng phía trên cùng-bên phải. Ngược lại, khi chiều cao của khối là lớn hơn chiều rộng, thì các điểm ảnh tham chiếu bên trái nhìn chung là gần với các vị trí bên trong khối cần được dự đoán. Do đó, có thể là chính xác hơn để dự đoán theo hướng phía trên cùng-bên phải so với hướng phía dưới cùng-bên trái. Do đó, có thể là có lợi để áp dụng việc ánh xạ lại, tức là, điều chỉnh chỉ số chế độ thành chỉ số của chế độ nội dự đoán góc rộng.

Khi việc nội dự đoán góc rộng được áp dụng, thì thông tin về việc nội dự đoán hiện có có thể được báo hiệu, và sau khi thông tin được phân tích cú pháp, thì thông tin có thể được ánh xạ lại đến chỉ số của chế độ nội dự đoán góc rộng. Do đó, tổng số chế độ nội dự đoán cho khối cụ thể (ví dụ, khối không vuông có kích thước cụ thể) có thể không thay đổi, và tức là, tổng số chế độ nội dự đoán là 67, và việc lập

mã chế độ nội dự đoán cho khối cụ thể có thể không được thay đổi.

Bảng 3 dưới đây thể hiện quy trình dẫn xuất nội chế độ được điều chỉnh bằng cách ánh xạ lại chế độ nội dự đoán đến chế độ nội dự đoán góc rộng.

[Bảng 3]

Inputs to this process are:

- a variable `predModeIntra` specifying the intra prediction mode,
- a variable `nTbW` specifying the transform block width,
- a variable `nTbH` specifying the transform block height,
- a variable `cIdx` specifying the colour component of the current block.

Output of this process is the modified intra prediction mode `predModeIntra`.

The variables `nW` and `nH` are derived as follows:

- If `IntraSubPartitionsSplitType` is equal to `ISP_NO_SPLIT` or `cIdx` is not equal to 0, the following applies:

$$nW = nTbW$$

$$nH = nTbH$$

- Otherwise (`IntraSubPartitionsSplitType` is not equal to `ISP_NO_SPLIT` and `cIdx` is equal to 0), the following applies:

$$nW = nCbW$$

$$nH = nCbH$$

The variable `whRatio` is set equal to $\text{Abs}(\text{Log2}(nW / nH))$.

For non-square blocks (`nW` is not equal to `nH`), the intra prediction mode `predModeIntra` is modified as follows:

- If all of the following conditions are true, `predModeIntra` is set equal to (`predModeIntra` + 65).
 - `nW` is greater than `nH`
 - `predModeIntra` is greater than or equal to 2
 - `predModeIntra` is less than ($\text{whRatio} > 1$) ? ($8 + 2 * \text{whRatio}$) : 8
- Otherwise, if all of the following conditions are true, `predModeIntra` is set equal to (`predModeIntra` - 67).
 - `nH` is greater than `nW`
 - `predModeIntra` is less than or equal to 66
 - `predModeIntra` is greater than ($\text{whRatio} > 1$) ? ($60 - 2 * \text{whRatio}$) : 60

Trong Bảng 3, giá trị chế độ nội dự đoán được mở rộng được lưu trữ cuối cùng trong biến `predModeIntra`, và `ISP_NO_SPLIT` thể hiện rằng khối CU không được chia thành các phân vùng con bởi các kỹ thuật nội phân vùng con (Intra Sub Partition, ISP) hiện được chấp thuận trong chuẩn VVC, và các giá trị của biến `cIdx`

là 0, 1, và 2 lần lượt thể hiện các thành phần độ chói, Cb, và Cr. Hàm Log2 được thể hiện trong Bảng 3 trả lại giá trị log (loga) có cơ số là 2, và hàm Abs trả lại giá trị tuyệt đối.

Biến predModeIntra thể hiện chế độ nội dự đoán và chiều cao và chiều rộng của khối biến đổi, v.v. được sử dụng như các giá trị đầu vào của quy trình ánh xạ chế độ nội dự đoán góc rộng, và giá trị xuất ra là chế độ nội dự đoán được điều chỉnh predModeIntra. Chiều cao và chiều rộng của khối biến đổi hoặc khối lập mã có thể là chiều cao và chiều rộng của khối hiện tại cho việc ánh xạ lại chế độ nội dự đoán. Cùng lúc này, biến whRatio phản ánh tỉ số của chiều rộng với chiều rộng có thể được thiết đặt là $\text{Abs}(\text{Log2}(nW / nH))$.

Đối với khối không vuông, chế độ nội dự đoán có thể được chia thành hai trường hợp và được điều chỉnh.

Thứ nhất, nếu tất cả các điều kiện từ (1) ~ (3) được thỏa mãn, thì (1) chiều rộng của khối hiện tại là lớn hơn chiều cao, (2) chế độ nội dự đoán trước khi điều chỉnh là bằng hoặc lớn hơn 2, (3) chế độ nội dự đoán là thấp hơn giá trị được dẫn xuất từ $(8 + 2 * \text{whRatio})$ khi biến whRatio là lớn hơn 1, và thấp hơn 8 khi biến whRatio là thấp hơn hoặc bằng 1 [predModeIntra là thấp hơn $(\text{whRatio} > 1) ? (8 + 2 * \text{whRatio}) : 8$], chế độ nội dự đoán được thiết đặt giá trị 65 lớn hơn chế độ nội dự đoán [predModeIntra được thiết đặt bằng $(\text{predModeIntra} + 65)$].

Nếu khác so với điều nêu trên, tức là, các điều kiện (1) ~ (3) sau đây được thỏa mãn, thì (1) chiều cao của khối hiện tại là lớn hơn chiều rộng, (2) chế độ nội dự đoán trước khi điều chỉnh là thấp hơn hoặc bằng 66, (3) chế độ nội dự đoán là lớn hơn giá trị được dẫn xuất từ $(60 - 2 * \text{whRatio})$ khi biến whRatio là lớn hơn 1, và lớn hơn 60 khi biến whRatio là thấp hơn hoặc bằng 1 [predModeIntra là lớn hơn $(\text{whRatio} > 1) ? (60 - 2 * \text{whRatio}) : 60$], chế độ nội dự đoán được thiết đặt là giá trị 67 nhỏ hơn chế độ nội dự đoán [predModeIntra được thiết đặt bằng

($\text{predModeIntra} - 67$)].

Bảng 2 nêu trên thể hiện tập biến đổi được chọn như thế nào dựa trên giá trị chế độ nội dự đoán được mở rộng bởi WAIP trong LFNST. Như được thể hiện trên Fig. 9, các chế độ từ 14 đến 33 và các chế độ 35 đến 80 là đối xứng so với hướng dự đoán xung quanh chế độ 34. Ví dụ, chế độ 14 và chế độ 54 là đối xứng so với hướng tương ứng với chế độ 34. Do đó, cùng một tập biến đổi được áp dụng cho các chế độ được đặt tại các hướng đối xứng lẫn nhau, và sự đối xứng này cũng được phản ánh trong Bảng 2.

Trong khi đó, giả sử rằng dữ liệu đầu vào LFNST xuôi cho chế độ 54 là đối xứng với dữ liệu đầu vào LFNST xuôi cho chế độ 14. Ví dụ, đối với chế độ 14 và chế độ 54, dữ liệu hai chiều được sắp xếp lại thành dữ liệu một chiều theo thứ tự sắp xếp được thể hiện trên (a) của Fig.7 và (b) của Fig.7. Ngoài ra, có thể thấy rằng các kiểu theo thứ tự được thể hiện trên (a) của Fig.7 và (b) của Fig.7 là đối xứng so với hướng (hướng đường chéo) được thể hiện bởi chế độ 34.

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

Fig. 10 là sơ đồ minh họa hình dạng khối mà LFNST được áp dụng với. (a) của Fig. 10 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 $N > 8$ or $M > 8$.

Ở Fig.10, các khối có các đường viền dày chỉ báo các vùng mà LFNST được áp dụng với. Đối với các khối của Fig. 10 (a) và (b), LFNST được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 , và đối với khối của Fig.10 (c), LFNST được áp dụng riêng lẻ cho hai vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 được sắp xếp liên tục. Trên (a), (b), và (c) của Fig. 10, bởi vì LFNST được áp dụng trong các đơn vị là các vùng 4×4 , nên

LFNST này sẽ được đề cập đến như “LFNST 4x4” ở dưới đây. Như ma trận biến đổi tương ứng, ma trận $[16 \times 16]$ hoặc $[16 \times 8]$ có thể được áp dụng dựa trên kích thước ma trận cho G trong các Phương trình 9 và 10.

Cụ thể hơn, ma trận $[16 \times 8]$ được áp dụng cho khối 4x4 (TU 4x4 hoặc CU 4x4) của Fig. 10 (a) và ma trận $[16 \times 16]$ được áp dụng cho các khối trong (b) và (c) của Fig. 10. Điều này là để điều chỉnh độ phức tạp tính toán đối với trường hợp xấu nhất là 8 phép nhân trên mẫu.

Đối với (d) và (e) của Fig.10, LFNST được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái 8x8, và LFNST này ở dưới đây được đề cập đến như “LFNST 8x8”. Như ma trận biến đổi tương ứng, ma trận $[48 \times 16]$ hoặc $[48 \times 8]$ có thể được áp dụng. Trong trường hợp của LFNST xuôi, bởi vì vector $[48 \times 1]$ (vector x trong Phương trình 9) được nhập vào như dữ liệu đầu vào, nên tất cả giá trị mẫu của vùng phía trên cùng-bên trái 8x8 không được sử dụng như các giá trị đầu vào của LFNST xuôi. Tức là, như có thể được nhìn thấy theo thứ tự bên trái của Fig.7 (a) hoặc thứ tự bên trái của Fig.7 (b), vector $[48 \times 1]$ có thể được dựng dựa trên các mẫu thuộc về 3 khối 4x4 còn lại trong khi để khối phía dưới cùng-bên phải 4x4 như chính nó.

Ma trận $[48 \times 8]$ có thể được áp dụng cho khối 8x8 (TU 8x8 hoặc CU 8x8) trên Fig. 10 (d), và ma trận $[48 \times 16]$ có thể được áp dụng với khối 8x8 trên Fig. 10(e). Điều này cũng là để điều chỉnh độ phức tạp tính toán cho trường hợp xấu nhất là 8 phép tính nhân trên mẫu.

Tùy thuộc vào hình dạng khối, khi LFNST xuôi tương ứng (LFNST 4x4 hoặc LFNST 8x8) được áp dụng, thì 8 hoặc 16 dữ liệu xuất ra (vector y trong Phương trình 9, vector $[8 \times 1]$ hoặc $[16 \times 1]$) được tạo ra. Trong LFNST xuôi, số lượng dữ liệu xuất ra là bằng hoặc thấp hơn số lượng dữ liệu đầu vào do các đặc điểm của ma trận G^T .

Fig.11 là sơ đồ minh họa sự sắp xếp dữ liệu xuất ra của LFNST xuôi theo một

ví dụ, và thể hiện khối trong đó dữ liệu xuất ra của LFNST xuôi được sắp xếp theo hình dạng khối.

Vùng được đổ bóng tại phía trên cùng-bên trái của khối được thể hiện trên Fig.11 tương ứng với khu vực trong đó dữ liệu xuất ra của LFNST xuôi được đặt, các vị trí được đánh dấu bằng 0 chỉ báo các mẫu được điền bằng các giá trị 0, và khu vực 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 xuất ra của phép biến đổi sơ cấp xuôi duy trì không đổi.

Như được mô tả ở trên, bởi vì kích thước của ma trận biến đổi được áp dụng thay đổi theo hình dạng của khối, nên số lượng dữ liệu xuất ra cũng thay đổi. Như Fig.11, dữ liệu xuất ra của LFNST xuôi có thể không điền hoàn toàn khối phía trên cùng-bên trái 4x4. Trong trường hợp của (a) và (d) của Fig.11, ma trận [16 x 8] và ma trận [48 x 8] được áp dụng cho khối được chỉ báo lần lượt bằng đường dày hoặc vùng một phần bên trong khối, và vector [8 x 1] như đầu ra của LFNST xuôi được tạo ra. Tức là, theo thứ tự quét được thể hiện trên (b) của Fig.8, chỉ 8 dữ liệu xuất ra có thể được điền như được thể hiện trên (a) và (d) của Fig.11, và 0 có thể được điền trong 8 vị trí còn lại. Trong trường hợp của khối được áp dụng LFNST của Fig. 10 (d), như được thể hiện trên Fig. 11(d), hai khối 4x4 ở phía trên cùng-bên phải và phía dưới cùng-bên trái gần kề khối phía trên cùng-bên trái 4x4 cũng được điền bằng các giá trị 0.

Như được mô tả ở trên, về cơ bản, bằng cách báo hiệu chỉ số LFNST, liệu để áp dụng LFNST và ma trận biến đổi cần được áp dụng được đặc tả. Như được thể hiện trên Fig.11, khi LFNST được áp dụng, bởi vì số lượng dữ liệu xuất ra của LFNST xuôi có thể là bằng hoặc thấp hơn số lượng dữ liệu đầu vào, nên vùng được điền bằng giá trị không (0) xuất hiện như sau.

- 1) Như được thể hiện trên (a) của Fig.11, các mẫu từ thứ 8 và các vị trí sau

theo thứ tự quét trong khối phía trên cùng-bên trái 4x4, tức là, các mẫu từ thứ 9 đến thứ 16.

2) Như được thể hiện trên (d) và (e) của Fig.11, khi ma trận [16 x 48] hoặc ma trận [8 x 48] được áp dụng, thì hai khối 4x4 gần kề khối phía trên cùng-bên trái 4x4 hoặc các khối thứ hai và thứ ba 4x4 theo thứ tự quét.

Do đó, nếu dữ liệu khác không tồn tại bằng cách kiểm tra các khu vực 1) và 2), thì chắc chắn là LFNST không được áp dụng, sao cho việc báo hiệu chỉ số LFNST tương ứng có thể được lược bỏ.

Theo một ví dụ, ví dụ, trong trường hợp của LFNST được chấp thuận trong chuẩn VVC, bởi vì việc báo hiệu chỉ số LFNST được thực hiện sau khi lập mã phần dư, nên thiết bị giải mã có thể biết việc liệu có dữ liệu khác không (các hệ số có nghĩa) cho tất cả các vị trí bên trong khối TU hoặc CU thông qua việc lập mã phần dư hay không. Theo đó, thiết bị mã hóa có thể xác định liệu để thực hiện việc báo hiệu chỉ số LFNST dựa trên sự tồn tại của dữ liệu khác không hay không, và thiết bị giải mã có thể xác định liệu chỉ số LFNST 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) nêu trên, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST được thực hiện.

Bởi vì mã đơn phân cắt cụt được áp dụng như phương pháp nhị phân hóa cho chỉ số LFNST, nên chỉ số LFNST bao gồm đến hai bin (nhị phân), và 0, 10, và 11 được gán như các mã nhị phân cho các giá trị chỉ số LFNST có thể lần lượt là 0, 1, và 2. Trong trường hợp của LFNST hiện được chấp thuận cho VVC, việc lập mã CABAC dựa trên ngữ cảnh được áp dụng cho bin thứ nhất (lập mã thông thường), và việc lập mã vòng được áp dụng cho bin thứ hai. Tổng số ngữ cảnh cho bin thứ nhất là 2, khi (DCT-2, DCT-2) được áp dụng như cặp biến đổi sơ cấp cho các hướng ngang và thẳng, và thành phần độ chói và thành phần sắc độ được lập mã trong loại cây kép, một ngữ cảnh được phân bổ và ngữ cảnh khác áp dụng cho các trường hợp còn lại.

Việc lập mã chỉ số LFNST được thể hiện trong bảng như sau.

[Bảng 4]

Phần tử cú pháp	binIdx					
	0	1	2	3	4	≥ 5
lfnst_idx[][]	(tu_mts_idx[x0][y 0] == 0 && treeType != SINGLE_TREE) ? 1 : 0	bypass	na	na	na	na

Trong khi đó, đối với LFNST được chấp thuận, các phương pháp rút gọn sau đây có thể được áp dụng.

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

Trong trường hợp của (c) của Fig. 10, LFNST 4x4 có thể được áp dụng lần lượt cho hai vùng 4x4 gần kề với phía trên cùng-bên trái và trong trường hợp này, tối đa là 32 dữ liệu xuất ra LFNST có thể được tạo ra. Khi số lượng dữ liệu xuất ra cho LFNST xuôi được giới hạn đến tối đa là 16, trong trường hợp của các khối 4xN/Nx4 ($N \geq 16$) (TU hoặc CU), thì LFNST 4x4 chỉ được áp dụng cho một vùng 4x4 ở phía trên cùng-bên trái, LFNST có thể được áp dụng chỉ một lần cho tất cả các khối của Fig. 10. Thông qua điều này, các phương án thực hiện việc lập mã ảnh có thể được rút gọn.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện số lượng dữ liệu xuất ra cho LFNST xuôi được giới hạn đến tối đa là 16 theo một ví dụ. Như Fig.12, khi LFNST được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái ngoài cùng 4x4 trong khối 4xN hoặc Nx4 trong đó N là 16 hoặc hơn, thì dữ liệu xuất ra của LFNST xuôi trở thành 16 mảnh.

(ii) Theo một ví dụ, việc đặt bằng không (0) có thể được áp dụng thêm cho vùng mà LFNST không được áp dụng với. Trong tài liệu này, việc đặt bằng không có thể nghĩa là các giá trị điền vào tất cả các vị trí thuộc về vùng cụ thể có giá trị là 0.

Tức 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 phép biến đổi sơ cấp xuôi. Như được mô tả ở trên, bởi vì LFNST được chia thành LFNST 4x4 và LFNST 8x8, thì việc đặt bằng không có thể được chia thành hai loại ((ii)-(A) và (ii)-(B)) như sau.

(ii)-(A) Khi LFNST 4x4 được áp dụng, thì vùng mà LFNST 4x4 không được áp dụng có thể được đặt bằng không. Fig. 13 là sơ đồ minh họa việc đặt bằng không (0) trong khối mà LFNST 4x4 được áp dụng với theo một ví dụ.

Như được thể hiện trên Fig. 13, đối với khối mà LFNST 4x4 được áp dụng, tức là, đối với tất cả các khối trên (a), (b) và (c) của Fig.11, toàn bộ vùng mà LFNST không được áp dụng với có thể được điền bằng các không (0).

Nói cách khác, (d) của Fig.13 thể hiện rằng khi giá trị lớn nhất của số lượng dữ liệu xuất ra của LFNST xuôi được giới hạn là 16 như được thể hiện trên Fig.12, việc đặt bằng không được thực hiện trên các khối còn lại mà LFNST 4x4 không được áp dụng.

(ii)-(B) Khi LFNST 8x8 được áp dụng, thì vùng mà LFNST 8x8 không được áp dụng với có thể được đặt bằng không. Fig.14 là sơ đồ minh họa việc đặt bằng không (0) trong khối mà LFNST 8x8 được áp dụng với theo một ví dụ.

Như được thể hiện trên Fig.14, đối với khối mà LFNST 8x8 được áp dụng với, tức là, đối với tất cả các khối trong (d) và (e) của Fig.11, toàn bộ vùng mà LFNST không được áp dụng với có thể được điền bằng các không (0).

(iii) Do việc đặt bằng không được biểu diễn trong (ii) nêu trên, khu vực được điền bằng các không (0) có thể là không giống nhau khi LFNST được áp dụng. Theo đó, có thể kiểm tra liệu dữ liệu khác không tồn tại hay không theo việc đặt bằng không được đề xuất trong (ii) trên khu vực rộng hơn so với trường hợp của LFNST của Fig.11.

Ví dụ, khi (ii)-(B) được áp dụng, sau khi kiểm tra liệu dữ liệu khác không tồn tại trong đó khu vực được điền các giá trị không trên (d) và (e) của Fig.11 cùng với khu vực được điền thêm bằng 0 trên Fig.14, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được thực hiện chỉ khi dữ liệu khác không không tồn tại.

Tất nhiên, thậm chí nếu việc đặt bằng không được đề xuất trong (ii) được áp dụng, thì có thể kiểm tra liệu dữ liệu khác không tồn tại theo cách giống như việc báo hiệu chỉ số LFNST hiện có hay không. Tức là, sau khi kiểm tra liệu dữ liệu khác không tồn tại trong khối được điền bằng các không (0) trên Fig.11 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 cho rằng việc đặt bằng không, tức là, việc kiểm tra chỉ liệu dữ liệu khác không tồn tại chỉ trong khu vực được đánh dấu rõ ràng như 0 trên Fig.11, có thể thực hiện việc phân tích cú pháp chỉ số LFNST.

Thay vào đó, theo ví dụ khác, việc đặt bằng không có thể được thực hiện như được thể hiện trên Fig.15. Fig.15 là sơ đồ minh họa việc đặt bằng không (0) trong khối mà LFNST 8x8 được áp dụng với theo ví dụ khác.

Như được thể hiện trên các Fig. 3 và Fig.14, việc đặt bằng không có thể được áp dụng cho tất cả các vùng ngoài vùng mà LFNST được áp dụng với, hoặc việc đặt bằng không có thể được áp dụng chỉ cho vùng theo phần như được thể hiện trên Fig. 15. Việc đặt bằng không được áp dụng chỉ cho các vùng ngoài vùng phía trên cùng-bên trái 8x8 của Fig.15, việc đặt bằng không có thể không được áp dụng cho khối phía dưới cùng-bên phải 4x4 bên trong vùng phía trên cùng-bên trái 8x8.

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

Phương án

- Giới hạn số lượng dữ liệu xuất ra cho LFNST xuôi đến tối đa là 16 $\rightarrow$ (i)
- Khi LFNST 4x4 được áp dụng, thì tất cả các khu vực mà LFNST 4x4 không được áp dụng với được thiết đặt bằng không $\rightarrow$ (ii)-(A)
- Khi LFNST 8x8 được áp dụng, thì tất cả các khu vực mà LFNST 8x8 không được áp dụng được thiết đặt bằng không $\rightarrow$ (ii)-(B)
- Sau khi kiểm tra liệu dữ liệu khác không tồn tại cũng là khu vực hiện có được điền bằng giá trị không và khu vực được điền bằng các không do các lần đặt bằng không bổ sung ((ii)-(A), (ii)-(B)), thì chỉ số LFNST được báo hiệu chỉ khi dữ liệu khác không không tồn tại $\rightarrow$ (iii)

Trong trường hợp của phương án, khi LFNST được áp dụng, thì khu vực trong đó dữ liệu xuất ra khác không có thể tồn tại được giới hạn bên trong của khu vực phía trên cùng-bên trái 4x4. Cụ thể hơn, trong trường hợp của Fig.13 (a) và Fig. 14 (a), vị trí thứ 8 theo thứ tự quét là vị trí cuối cùng trong đó dữ liệu khác không có thể tồn tại. Trong trường hợp của Fig.13 (b) và (c) và Fig.14 (b), thì vị trí thứ 16 theo thứ tự quét (tức là, vị trí của mép phía dưới cùng-bên phải của khối phía trên cùng-bên trái 4x4) là vị trí cuối cùng trong đó dữ liệu ngoài 0 có thể tồn tại.

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

Trong trường hợp của phương pháp thiết đặt bằng không được đề xuất trong (ii), bởi vì số lượng dữ liệu cuối cùng được tạo ra khi cả phép biến đổi sơ cấp và LFNST được áp dụng, nên lượng tính toán được đòi hỏi để thực hiện toàn bộ quy trình biến đổi có thể được giảm. Tức là, khi LFNST được áp dụng, bởi vì việc đặt

bằng không được áp dụng cho dữ liệu xuất ra của phép biến đổi sơ cấp xuôi tồn tại trong vùng mà LFNST không được áp dụng với, nên không cần tạo ra dữ liệu cho vùng mà trở thành vùng được thiết đặt bằng không trong khi thực hiện phép biến đổi sơ cấp xuôi. Theo đó, có thể giảm lượng tính toán được đòi hỏi 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.

Thứ nhất, như được mô tả ở trên, lượng tính toán được đòi hỏi để thực hiện toàn bộ quy trình biến đổi được giảm.

Cụ thể, khi (ii)-(B) được áp dụng, thì lượng phép tính cho trường hợp xấu nhất được giảm sao cho quy trình biến đổi có thể được giảm nhẹ. Nói cách khác, nhìn chung, lượng phép tính lớn được đòi hỏi để thực hiện việc biến đổi sơ cấp kích thước lớn. Bằng cách áp dụng (ii)-(B), thì số lượng dữ liệu được dẫn xuất như kết quả thực hiện LFNST xuôi có thể được giảm đến 16 hoặc ít hơn. Ngoài ra, khi kích thước của toàn bộ khối (TU hoặc CU) tăng, thì hiệu quả giảm lượng hoạt động vận hành biến đổi được tăng thêm nữa.

Thứ hai, lượng phép tính được đòi hỏi cho toàn bộ quy trình biến đổi có thể được giảm, nhờ đó giảm sự tiêu thụ nguồn được đòi hỏi để thực hiện phép biến đổi.

Thứ ba, độ trễ được liên quan trong quy trình biến đổi được giảm.

Việc biến đổi thứ cấp như LFNST theo lượng tính toán cho việc biến đổi sơ cấp hiện có, do đó tăng tổng thể thời gian trễ liên quan trong khi thực hiện việc biến đổi. Cụ thể, trong trường hợp của việc nội dự đoán, bởi vì dữ liệu được tái dựng của các khối lân cận được sử dụng trong quy trình dự đoán, trong khi mã hóa, sự gia tăng độ trễ do phép biến đổi thứ hai dẫn đến sự gia tăng về độ trễ cho đến khi tái dựng. Điều này có thể dẫn đến sự gia tăng về độ trễ tổng thể của việc mã hóa nội dự đoán.

Tuy nhiên, nếu việc đặt bằng không được gợi ý trong (ii) được áp dụng, thì thời gian trễ để thực hiện phép biến đổi sơ cấp có thể được giảm phần lớn khi LFNST

được áp dụng, thời gian trễ cho toàn bộ phép biến đổi được giữ nguyên hoặc giảm, sao cho thiết bị mã hóa có thể được thực hiện đơn giản hơn.

Trong khi đó, trong nội dự đoán thông thường, khối mục tiêu lập mã được coi như là một đơn vị lập mã, và việc lập mã được thực hiện mà không phân vùng từ đó. Tuy nhiên, việc lập mã ISP (các nội phân vùng con) đề cập đến việc thực hiện lập mã nội dự đoán với khối mục tiêu lập mã được phân vùng theo hướng ngang hoặc hướng thẳng. Trong trường hợp này, khối được tái dựng có thể được tạo ra bằng cách thực hiện việc mã hóa/giải mã trong các đơn vị là các khối được phân vùng, và khối được tái dựng có thể được sử dụng như khối tham chiếu của khối được phân vùng tiếp theo. Theo một ví dụ, trong khi 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 nội dự đoán được thực hiện trên một khối con bằng cách tham chiếu đến giá trị điểm ảnh được tái dựng của khối con được đặt gần phía trái hoặc trên cùng của nó. Ở dưới đây, thuật ngữ “lập mã” có thể được sử dụng như khái niệm bao gồm cả lập mã được thực hiện bởi thiết bị mã hóa và giải mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã.

Bảng 5 thể hiện số lượng khối con được phân vùng theo các kích thước khối khi ISP được áp dụng, và các phân vùng con được phân vùng theo ISP có thể được đề cập đến như các khối biến đổi (transform block, TU).

[Bảng 5]

Kích thước khối (Block size, CU)	Số lượng phân vùng
4x4	không khả dụng
4x8, 8x4	2
Tất cả các trường hợp khác	4

ISP phân vùng khối được dự đoán như nội độ chói thành hai hoặc bốn phân vùng con theo hướng thẳng hoặc hướng ngang theo kích thước của khối. Ví dụ, kích thước khối nhỏ nhất mà ISP có thể được áp dụng với là 4×8 hoặc 8×4 . Nếu kích thước khối là lớn hơn 4×8 hoặc 8×4 , thì khối được phân vùng thành bốn phân vùng con.

Các hình vẽ Fig. 16 và 17 thể hiện ví dụ về khối con mà một khối lập mã được phân vùng khác, và cụ thể hơn, Fig. 16 là ví dụ về phân vùng cho trường hợp trong đó khối lập mã (chiều rộng (W) X chiều cao (H)) là khối 4×8 hoặc khối 8×4 , và Fig. 17 thể hiện ví dụ về phân vùng cho trường hợp trong đó khối lập mã không là khối 4×8 , cũng không là khối 8×4 , cũng không là khối 4×4 .

Khi ISP được áp dụng, thì các khối con được lập mã tuần tự theo loại phân vùng, như, theo chiều ngang hoặc theo chiều thẳng, từ bên trái sang bên phải, hoặc từ phía trên cùng đến phía 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 thông qua phép biến đổi ngược và nội dự đoán cho một khối con. Đối với khối con phía cực trái hoặc phía trên cùng, như trong phương pháp nội dự đoán thông thường, điểm ảnh được tái dựng của khối lập mã mà đã được lập mã được tham chiếu đến. Ngoài ra, nếu khối con trước là không gần kề với mỗi phía của khối con bên trong mà theo sau khối này, thì để dễ dàng dẫn xuất các điểm ảnh tham chiếu gần kề với phía tương ứng, như trong phương pháp nội dự đoán thông thường, thì điểm ảnh được tái dựng của khối đã được lập mã gần kề khối lập mã được tham chiếu đến.

Trong chế độ lập mã ISP, tất cả các khối con có thể được lập mã với cùng một chế độ nội dự đoán, và cờ chỉ báo liệu để sử dụng việc lập mã ISP hay không và cờ chỉ báo trong đó phân vùng theo hướng (ngang hoặc thẳng) cần được thực hiện có thể được báo hiệu. Như trên các Fig. 16 và Fig. 17, số lượng khối con có thể được điều chỉnh là 2 hoặc 4 phụ thuộc vào hình dạng khối, và khi kích thước (chiều rộng x chiều

cao) của một khối con là thấp hơn 16, thì việc phân vùng có thể không được cho phép cho các khối con tương ứng, chính việc áp dụng việc lập mã ISP có thể không được hạn chế.

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

Như được mô tả ở trên, cả hướng ngang (nếu đơn vị lập mã $M \times N$ có chiều dài ngang và chiều dài thẳng lần lượt là M và N , được chia theo hướng ngang, thì 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 hướng thẳng (nếu đơn vị lập mã $M \times N$ được chia theo hướng thẳng, thì 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 theo hướng ngang, thì các khối phân vùng được lập mã theo thứ tự từ phía trên đến phía dưới, và khi được phân vùng theo hướng thẳng, các khối phân vùng được lập mã theo thứ tự là từ bên trái sang bên phải. Khối phân vùng được lập mã hiện tại có thể được dự đoán bằng cách tham chiếu đến các giá trị điểm ảnh được tái dựng của khối phân vùng phía trên cùng (bên trái) trong trường hợp của phân vùng hướng ngang (thẳng).

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

Tức là, LFNST có thể cũng được áp dụng cho các khối phân vùng được chia bằng cách áp dụng chế độ dự đoán ISP, và cùng một chế độ nội dự đoán được áp dụng cho các khối phân vùng được chia như được mô tả ở trên. Theo đó, khi chọn tập LFNST được dẫn xuất dựa trên chế độ nội dự đoán, thì tập LFNST được dẫn xuất có thể được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng. Tức là, cùng một chế độ nội dự đoán được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng, và nhờ đó cùng một 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 thẳng là 4 hoặc lớn hơn. Do đó, khi chiều dài ngang hoặc thẳng của khối phân vùng được phân vùng theo phương pháp dự đoán ISP là thấp hơn 4, thì LFNST không được áp dụng và chỉ số LFNST không được báo hiệu. Thêm nữa, khi LFNST được áp dụng cho mỗi khối phân vùng, the corresponding khối phân vùng có thể được coi như là khối biến đổi. Tất nhiên, khi phương pháp dự đoán ISP không được áp dụng, thì LFNST có thể được áp dụng cho khối lập mã.

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

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

Thay vào đó, theo một ví dụ, khi chiều dài của một phía của khối phân vùng là 4, thì LFNST được áp dụng chỉ cho vùng phía trên cùng-bên trái 4x4, và khi chiều dài của tất cả các phía của khối phân vùng, tức là, chiều rộng và chiều cao, là 8 hoặc lớn hơn, thì LFNST có thể được áp dụng cho 48 hệ số còn lại ngoại trừ vùng phía dưới cùng-bên phải 4x4 trong vùng phía trên cùng-bên trái 8x8.

Thay vào đó, theo một ví dụ, để điều chỉnh sự phức tạp tính toán của trường hợp xấu nhất là 8 phép nhân trên mẫu, khi mỗi khối phân vùng là 4x4 hoặc 8x8, thì

chỉ 8 hệ số biến đổi có thể được xuất ra sau khi áp dụng LFNST xuôi. Tức là, nếu khối phân vùng là 4×4 , thì ma trận 8×16 có thể được áp dụng như ma trận biến đổi, và nếu khối phân vùng là 8×8 , thì ma trận 8×48 có thể được áp dụng như ma trận biến đổi.

Trong khi đó, trong chuẩn VVC hiện tại, việc báo hiệu chỉ số LFNST được thực hiện trong các đơn vị là các đơn vị lập mã. Theo đó, khi chế độ dự đoán ISP được sử dụng và LFNST được áp dụng cho tất cả khối phân vùng, thì sau đó cùng một giá trị chỉ số LFNST có thể được áp dụng cho các khối phân vùng tương ứng. Tức là, khi giá trị chỉ số LFNST được truyền một lần tại cấp đơn vị lập mã, thì chỉ số LFNST tương ứng có thể được áp dụng cho tất cả 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 là 0, 1, và 2, 0 chỉ báo trường hợp trong đó LFNST là không được áp dụng, và 1 và 2 chỉ báo 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 nội dự đoán, và bởi vì tất cả các khối phân vùng trong đơn vị lập mã được dự đoán trong cùng chế độ nội dự đoán trong trường hợp của chế độ dự đoán ISP, các khối phân vùng có thể đề cập đến cùng tập LFNST.

Như ví dụ khác, việc báo hiệu chỉ số LFNST vẫn được thực hiện trong các đơn vị là các đơn vị lập mã, nhưng trong trường hợp của chế độ dự đoán ISP, mà không xác định liệu để áp dụng LFNST đồng đều cho tất cả các khối phân vùng hay không, liệu để áp dụng giá trị chỉ số LFNST được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã cho mỗi khối phân vùng hay không để áp dụng LFNST có thể được xác định thông qua điều kiện riêng biệt. Ở đây, điều kiện riêng biệt có thể được báo hiệu dưới dạng cờ cho mỗi khối phân vùng thông qua luồng bit, và khi giá trị cờ là 1, thì giá trị chỉ số LFNST được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã có thể được áp dụng, và khi giá trị cờ là 0, thì LFNST có thể không được áp dụng.

Trong khi đó, trong đơn vị lập mã mà chế độ ISP được áp dụng, ví dụ về việc áp dụng LFNST khi chiều dài của một phía của khối phân vùng là nhỏ hơn 4 được thảo luận như sau.

Đầu tiên, khi kích thước của khối phân vùng là $N \times 2$ ($2 \times N$), thì LFNST có thể được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái $M \times 2$ ($2 \times M$) (ở đây, $M \leq N$). Ví dụ, khi $M = 8$, thì vùng phía trên cùng-bên trái tương ứng trở thành 8×2 (2×8), và do đó, vùng mà 16 tín hiệu phần dư tồn tại trong đó có thể là đầu vào của LFNST xuôi, và ma trận biến đổi xuôi $R \times 16$ ($R \leq 16$) có thể được áp dụng.

Ở đây, ma trận LFNST xuôi có thể không là ma trận được bao gồm trong chuẩn VVC hiện có, mà ma trận bổ sung riêng biệt. Ngoài ra, để điều chỉnh độ phức tạp của trường hợp xấu nhất, ma trận 8×16 thu được bằng cách lấy mẫu chỉ 8 vector hàng trên của ma trận 16×16 có thể được sử dụng cho việc biến đổi. Việc điều chỉnh độ phức tạp sẽ được mô tả chi tiết sau.

Thứ hai, khi kích thước của khối phân vùng là $N \times 1$ ($1 \times N$), thì LFNST có thể được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái $M \times 1$ ($1 \times M$) (ở đây, $M \leq N$). Ví dụ, khi $M = 16$, thì vùng phía trên cùng-bên trái tương ứng trở thành 16×1 (1×16), và do đó, vùng mà 16 tín hiệu phần dư tồn tại trong đó có thể là đầu vào của LFNST xuôi, và ma trận biến đổi xuôi $R \times 16$ ($R \leq 16$) có thể được áp dụng.

Ở đây, ma trận LFNST xuôi tương ứng có thể không là ma trận được bao gồm trong chuẩn VVC hiện có, mà ma trận bổ sung riêng biệt. Ngoài ra, để điều chỉnh độ phức tạp của trường hợp xấu nhất, ma trận 8×16 thu được bằng cách lấy mẫu chỉ 8 vector hàng trên của ma trận 16×16 có thể được sử dụng cho việc biến đổi. Việc điều chỉnh độ phức tạp sẽ được mô tả chi tiết sau.

Phương án thứ nhất và phương án thứ hai có thể được áp dụng đồng thời, hoặc là một phương án trong số hai phương án có thể được áp dụng. Cụ thể, trong trường hợp của phương án thứ hai, bởi vì phép biến đổi một chiều được xem xét trong LFNST,

thì quan sát được thông qua các thí nghiệm là sự nâng cao hiệu quả hoạt động nén mà có thể thu được từ LFNST hiện có là không tương đối lớn so với chi phí báo hiệu chỉ số LFNST. Tuy nhiên, trong trường hợp của phương án thứ nhất, sự nâng cao hiệu quả hoạt động nén tương tự với sự nâng cao hiệu quả hoạt động nén thu được từ LFNST thông thường được quan sát, tức là, trong trường hợp của ISP, thì có thể xác định được thông qua các thí nghiệm là việc áp dụng LFNST cho $2 \times N$ và $N \times 2$ đóng góp vào hiệu quả hoạt động nén thực sự.

Trong LFNST trong VVC hiện có, sự đối xứng giữa các chế độ nội dự đoán được áp dụng. Cùng tập LFNST được áp dụng cho hai chế độ có hướng được định tâm trên chế độ 34 (dự đoán theo hướng đường chéo phía dưới cùng-bên phải 45 độ), và ví dụ, cùng tập LFNST được áp dụng cho chế độ 18 (chế độ dự đoán hướng dự đoán ngang) và chế độ 50 (chế độ dự đoán hướng thẳng). Tuy nhiên, trong các chế độ từ 35 đến 66, khi LFNST được áp dụng, thì dữ liệu đầu vào được chuyển vị, và sau đó LFNST được áp dụng.

Trong khi đó, VVC hỗ trợ chế độ nội dự đoán góc rộng (Wide Angle Intra Prediction, WAIP), và tập LFNST được dẫn xuất dựa trên chế độ nội dự đoán được điều chỉnh có sự xem xét đến chế độ WAIP. Đối với các chế độ được mở rộng bởi WAIP, tập LFNST cũng được xác định bằng cách sử dụng sự đối xứng như trong chế độ hướng nội chế độ chung. Ví dụ, chế độ -1 là đối xứng với chế độ 67, để cùng tập LFNST được áp dụng, và chế độ -14 là đối xứng với chế độ 80, để cùng tập LFNST được áp dụng. Các chế độ từ 67 đến 80 áp dụng phép biến đổi LFNST sau khi chuyển vị dữ liệu đầu vào trước khi áp dụng LFNST xuôi.

Trong trường hợp của LFNST được áp dụng với khối phía trên cùng-bên trái $M \times 2$ ($M \times 1$), sự đối xứng được mô tả ở trên đối với LFNST có thể không được áp dụng, bởi vì khối mà LFNST được áp dụng với là không vuông. Do đó, thay vì áp

dụng sự đối xứng dựa trên chế độ nội dự đoán như trong LFNST của Bảng 2, sự đối xứng giữa khối $Mx2$ ($Mx1$) và khối $2xM$ ($1xM$) có thể được áp dụng.

Fig.18 là sơ đồ minh họa sự đối xứng giữa khối $Mx2$ ($Mx1$) và khối $2xM$ ($1xM$) theo một ví dụ.

Như được thể hiện trên Fig.16, chế độ 2 trong khối $Mx2$ ($Mx1$) có thể được coi như đối xứng với chế độ 66 trong khối $2xM$ ($1xM$), và do đó, cùng tập LFNST có thể được áp dụng cho khối $2xM$ ($1xM$) và khối $Mx2$ ($Mx1$).

Cùng lúc này, để áp dụng tập LFNST, mà được áp dụng cho khối $Mx2$ ($Mx1$) đến khối $2xM$ ($1xM$), thì tập LFNST được chọn dựa trên chế độ 2 thay vì chế độ 66. Tức là, trước khi áp dụng LFNST xuôi, có thể áp dụng LFNST sau khi chuyển vị dữ liệu đầu vào của khối $2xM$ ($1xM$).

Fig.19 là sơ đồ minh họa ví dụ về việc chuyển vị khối $2xM$ theo ví dụ.

Fig.19(a) là sơ đồ minh họa việc LFNST có thể được áp dụng bằng cách đọc dữ liệu đầu vào theo thứ tự cột-thứ nhất so với khối $2xM$, và Fig.19(b) là sơ đồ minh họa việc LFNST được áp dụng bằng cách đọc dữ liệu đầu vào theo thứ tự hàng-thứ nhất so với khối $Mx2$ ($Mx1$). Phương pháp áp dụng LFNST cho khối phía trên cùng-bên trái $Mx2$ ($Mx1$) hoặc $2xM$ ($Mx1$) được tóm tắt như sau.

1. Đầu tiên, như được thể hiện trên các Fig. 19A(a) và 19(b), dữ liệu đầu vào được sắp xếp để dựng vectơ đầu vào của LFNST xuôi. Ví dụ, tham chiếu đến Fig.18, đối với khối $Mx2$ được dự đoán trong chế độ 2, theo thứ tự trên Fig.19(b), và đối với khối $2xM$ được dự đoán trong chế độ 66, sau khi sắp xếp dữ liệu đầu vào theo thứ tự của Fig.19(a), tập LFNST cho chế độ 2 có thể được áp dụng.

2. Đối với khối $Mx2$ ($Mx1$), tập LFNST được xác định dựa trên chế độ nội dự đoán được điều chỉnh có sự xem xét đến WAIP. Như được mô tả nêu trên, mỗi

quan hệ ánh xạ được định trước được thiết lập giữa chế độ nội dự đoán và tập LFNST, và có thể được biểu diễn bởi bảng ánh xạ như được thể hiện trong Bảng 2.

Đối với khối $2 \times M$ ($1 \times M$), sau khi thu được chế độ đối xứng so với chế độ dự đoán (chế độ 34 trong trường hợp của chuẩn VVC) theo hướng đường chéo bên phải 45 độ so với chế độ nội dự đoán được điều chỉnh có sự xem xét đến WAIP, tập LFNST được xác định dựa trên chế độ đối xứng và bảng ánh xạ tương ứng. Chế độ đối xứng (y) đối với chế độ 34 có thể được dẫn xuất thông qua phương trình sau đây. Bảng ánh xạ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

[Phương trình 11]

Nếu $2 \leq x \leq 66$, $y = 68 - x$,

Trái lại ($x \leq -1$ or $x \geq 67$), $y = 66 - x$

3. Khi LFNST xuôi được áp dụng, thì hệ số biến đổi có thể được dẫn xuất bằng cách nhân dữ liệu đầu vào được chuẩn bị thông qua quy trình 1 bởi nhân LFNST. Nhân LFNST có thể được chọn từ tập LFNST định trước trong quy trình 2 và chỉ số LFNST định trước.

Ví dụ, nếu $M = 8$ và ma trận 16×16 được áp dụng như nhân LFNST, thì sau đó 16 hệ số biến đổi có thể được tạo ra bằng cách nhân ma trận với 16 dữ liệu đầu vào. Các hệ số biến đổi có thể được sắp xếp trong vùng phía trên cùng-bên trái 8×2 hoặc 2×8 theo thứ tự quét được sử dụng trong chuẩn VVC.

Fig.20 thể hiện thứ tự quét cho vùng 8×2 hoặc 2×8 theo một ví dụ.

Tất cả các vùng ngoài vùng phía trên cùng-bên trái 8×2 hoặc 2×8 có thể được điền các giá trị không (đặt bằng không) hoặc hệ số biến đổi hiện có mà phép biến đổi sơ cấp được áp dụng với có thể được giữ nguyên như chính nó. Chỉ số LFNST định trước có thể là một trong số các giá trị chỉ số LFNST (0, 1, 2) được thử khi tính toán chi phí RD trong khi thay đổi giá trị chỉ số LFNST trong quy trình mã hóa.

Đối với cấu hình mà mang lại độ phức tạp tính toán trường hợp xấu nhất dưới đây, mức nhất định (ví dụ 8 phép tính/mẫu), ví dụ, sau khi tạo ra chỉ tám hệ số biến đổi bằng cách nhân ma trận 8×16 thu được bằng cách lấy chỉ tám hàng trên của ma trận 16×16 , thì tám hệ số biến đổi có thể được sắp xếp theo thứ tự quét như được thể hiện trên Fig.20, và việc đặt bằng không cũng có thể được áp dụng cho các vùng hệ số còn lại. Việc điều chỉnh độ phức tạp của trường hợp xấu nhất sẽ được mô tả sau.

4. Khi áp dụng LFNST ngược, thì số lượng hệ số biến đổi định trước (ví dụ, 16) được thiết đặt như vector đầu vào, và sau khi chọn nhân LFNST (ví dụ, ma trận 16×16) được dẫn xuất từ tập LFNST thu được từ quy trình 2 và chỉ số LFNST được phân tích cú pháp, thì vector xuất ra có thể được dẫn xuất bằng cách nhân nhân LFNST và vector đầu vào.

Trong trường hợp của khối $M \times 2$ ($M \times 1$), vector xuất ra có thể được sắp xếp theo thứ tự hàng-thứ nhất như được thể hiện trên Fig.19(b), và trong trường hợp của khối $2 \times M$ ($1 \times M$), vector xuất ra có thể được sắp xếp theo thứ tự cột-thứ nhất như được thể hiện trên Fig.19(a).

Đối với khu vực còn lại ngoại trừ khu vực mà trong đó vector xuất ra tương ứng được sắp xếp trong vùng phía trên cùng-bên trái $M \times 2$ ($M \times 1$) hoặc $2 \times M$ ($M \times 2$), và đối với vùng ngoài vùng phía trên cùng-bên trái $M \times 2$ ($M \times 1$) hoặc $2 \times M$ ($M \times 2$) trong khối phân vùng, thì tất cả chúng có thể được tạo cấu hình để được điền bằng các giá trị không (đặt bằng không) hoặc để duy trì hệ số biến đổi được tái dựng thông qua các quy trình lập mã phân dư và giải lượng tử hóa như chính nó.

Như trong số 3, khi dựng vector đầu vào, dữ liệu đầu vào có thể được sắp xếp theo thứ tự quét của Fig. 20, và vector đầu vào có thể được dựng với số lượng dữ liệu đầu vào giảm (ví dụ, 8 thay vì 16) để điều chỉnh độ phức tạp tính toán cho trường hợp xấu nhất ở mức độ nhất định hoặc thấp hơn.

Ví dụ, khi sử dụng 8 dữ liệu đầu vào và khi $M = 8$, thì chỉ ma trận 16×8 còn lại có thể được lấy từ ma trận 16×16 tương ứng, và được nhân, nhờ đó thu được 16 dữ liệu xuất ra. Việc điều chỉnh độ phức tạp của trường hợp xấu nhất sẽ được mô tả sau.

Trong khi phương án nêu trên biểu thị trường hợp trong đó sự đối xứng được áp dụng giữa khối $M \times 2$ ($M \times 1$) và khối $2 \times M$ ($1 \times M$) khi áp dụng LFNST, thì các tập LFNST khác nhau có thể được áp dụng lần lượt cho hai dạng khối theo ví dụ khác.

Ở dưới đây, các ví dụ khác nhau của cấu hình tập LFNST cho chế độ ISP và phương pháp ánh xạ sử dụng chế độ nội dự đoán sẽ được mô tả.

Trong trường hợp của chế độ ISP, cấu hình tập LFNST có thể là khác so với cấu hình của tập LFNST hiện có. Nói cách khác, các nhân khác với các nhân LFNST hiện có có thể được áp dụng, và bảng ánh xạ khác với bảng ánh xạ giữa chỉ số chế độ nội dự đoán được áp dụng cho chuẩn VVC hiện có và tập LFNST có thể được áp dụng. Bảng ánh xạ được áp dụng cho chuẩn VVC hiện tại có thể được thể hiện trong Bảng 2.

Trong Bảng 2, giá trị `preModeIntra` nghĩa là giá trị chế độ nội dự đoán được thay đổi có sự xem xét đến WAIP, và giá trị `lnstTrSetIdx` là giá trị chỉ số chỉ báo tập LFNST cụ thể. Mỗi tập LFNST được tạo cấu hình với hai nhân LFNST.

Khi chế độ dự đoán ISP được áp dụng, và khi nếu cả chiều dài ngang và chiều dài thẳng của mỗi khối phân vùng là bằng hoặc lớn hơn 4, thì các nhân giống như các nhân LFNST được áp dụng cho chuẩn VVC hiện có có thể được áp dụng, và bảng ánh xạ có thể cũng được áp dụng như chính nó. Tất nhiên, cũng có thể áp dụng bảng ánh xạ khác và các nhân LFNST khác so với chuẩn VVC hiện có.

Khi chế độ dự đoán ISP được áp dụng, và khi chiều dài ngang hoặc chiều dài thẳng của mỗi khối phân vùng là nhỏ hơn 4, thì bảng ánh xạ khác và các nhân LFNST khác so với chuẩn VVC hiện có có thể được áp dụng. Ở dưới đây, các Bảng 7 đến 9

thể hiện các bảng ánh xạ giữa giá trị chế độ nội dự đoán (giá trị chế độ nội dự đoán được thay đổi có sự xem xét đến WAIP) và tập LFNST, mà có thể được áp dụng cho khối Mx2 (Mx1) hoặc khối 2xM (1xM).

[Bảng 6]

predModeIntra	lnstTrSetIdx
predModeIntra < 0	1
0 <= predModeIntra <= 1	0
2 <= predModeIntra <= 12	1
13 <= predModeIntra <= 23	2
24 <= predModeIntra <= 34	3
35 <= predModeIntra <= 44	4
45 <= predModeIntra <= 55	5
56 <= predModeIntra <= 66	6
67 <= predModeIntra <= 80	6
81 <= predModeIntra <= 83	0

[Bảng 7]

predModeIntra	lnstTrSetIdx
predModeIntra < 0	1
0 <= predModeIntra <= 1	0
2 <= predModeIntra <= 23	1
24 <= predModeIntra <= 44	2
45 <= predModeIntra <= 66	3
67 <= predModeIntra <= 80	3
81 <= predModeIntra <= 83	0

[Bảng 8]

predModeIntra	lnstTrSetIdx
predModeIntra < 0	1
0 <= predModeIntra <= 1	0
2 <= predModeIntra <= 80	1
81 <= predModeIntra <= 83	0

Bảng ánh xạ thứ nhất của Bảng 6 bao gồm bảy tập LFNST, và bảng ánh xạ của Bảng 7 bao gồm bốn tập LFNST, và bảng ánh xạ của Bảng 8 bao gồm hai tập LFNST. Như ví dụ khác, khi được tạo cấu hình với một tập LFNST, thì giá trị `lnstTrSetIdx` có thể được cố định là 0 đối với giá trị `preModeIntra`.

Ở dưới đây, phương pháp để 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 của chế độ ISP, để duy trì số lượng phép nhân trên mẫu (hoặc trên hệ số, hoặc trên vị trí) ở giá trị nhất định hoặc thấp hơn khi LFNST được áp dụng, thì việc áp dụng LFNST có thể được hạn chế. Tùy thuộc vào kích thước của khối phân vùng, số lượng phép nhân trên mẫu (hoặc trên hệ số, trên vị trí) có thể được duy trì ở 8 hoặc thấp hơn bằng cách áp dụng LFNST như sau.

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

Tức là, khi khối phân vùng là khối 4x4, thay vì ma trận 16x16, theo hướng xuôi, thì ma trận 8x16 thu được bằng cách lấy mẫu 8 hàng phía trên cùng từ ma trận 16x16 có thể được áp dụng, và theo hướng ngược, ma trận 16x8 thu được bằng cách lấy mẫu 8 cột còn lại 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 thu được bằng cách lấy mẫu 8 hàng phía trên cùng từ ma trận 16x48 có thể được áp dụng, và theo hướng ngược, thay vì ma trận 48x16, ma trận 48x8 thu được bằng cách lấy mẫu 8 cột còn lại từ ma trận 48x16 có thể được áp dụng.

Trong trường hợp của khối 4xN hoặc Nx4 ($N > 4$), khi phép biến đổi xuôi được thực hiện, thì 16 hệ số được tạo ra sau khi áp dụng ma trận 16x16 chỉ cho khối phía trên cùng-bên trái 4x4 được sắp xếp trong vùng phía trên cùng-bên trái 4x4, và

các vùng khác có thể được điền bằng các giá trị 0. Ngoài ra, khi thực hiện phép biến đổi ngược, 16 hệ số được đặt tại khối phía trên cùng-bên trái 4×4 có thể được sắp xếp theo hướng quét để tạo cấu hình vector đầu vào, và sau đó 16 dữ liệu xuất ra có thể được tạo ra bằng cách nhân ma trận 16×16 . Dữ liệu xuất ra được tạo ra có thể được sắp xếp trong vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 , và các vùng còn lại ngoại trừ vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 có thể được điền với các không (0).

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

2. Khi kích thước của khối phân vùng là $N \times 2$ hoặc $2 \times N$ và LFNST được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái $M \times 2$ hoặc $2 \times M$ ($M \leq N$), thì ma trận mà việc lấy mẫu được áp dụng với theo giá trị N có thể được áp dụng.

Khi $M = 8$, đối với khối phân vùng có $N = 8$, tức là, khối 8×2 hoặc 2×8 , trong trường hợp của phép biến đổi xuôi, thay vì ma trận 16×16 , ma trận 8×16 thu được bằng cách lấy mẫu 8 hàng phía trên cùng từ ma trận 16×16 có thể được áp dụng, và trong trường hợp của phép biến đổi ngược, thay vì ma trận 16×16 , thì ma trận 16×8 thu được bằng cách lấy mẫu 8 cột bên trái từ ma trận 16×16 có thể được áp dụng.

Khi N là lớn hơn 8, trong trường hợp của phép biến đổi xuôi, thì 16 dữ liệu xuất ra được tạo ra sau khi áp dụng ma trận 16×16 cho khối phía trên cùng-bên trái

8x2 hoặc 2x8 có thể được sắp xếp trong khối phía trên cùng-bên trái 8x2 hoặc 2x8, và các vùng còn lại có thể được điền với các giá trị 0. Khi thực hiện phép biến đổi ngược, 16 hệ số được đặt tại khối phía trên cùng-bên trái 8x2 hoặc 2x8 có thể được sắp xếp theo hướng quét để tạo cấu hình vector đầu vào, và sau đó 16 dữ liệu xuất ra có thể được tạo ra bằng cách nhân ma trận 16x16. Dữ liệu xuất ra được tạo ra có thể được sắp xếp trong khối phía trên cùng-bên trái 8x2 hoặc 2x8, và tất cả các vùng còn lại có thể được điền bằng các giá trị 0.

3. Khi kích thước của khối phân vùng là $N \times 1$ hoặc $1 \times N$ và LFNST được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái $M \times 1$ hoặc $1 \times M$ ($M \leq N$), thì ma trận mà việc lấy mẫu được áp dụng với theo giá trị N có thể được áp dụng.

Khi $M = 16$, đối với khối phân vùng là $N = 16$, tức là, thì khối 16x1 hoặc 1x16, trong trường hợp của phép biến đổi xuôi, thay vì ma trận 16x16, ma trận 8x16 thu được bằng cách lấy mẫu 8 hàng phía trên cùng từ ma trận 16x16 có thể được áp dụng, và trong trường hợp của phép biến đổi ngược, thay vì ma trận 16x16, ma trận 16x8 thu được bằng cách lấy mẫu 8 cột còn lại từ ma trận 16x16 có thể được áp dụng.

Khi N là lớn hơn 16, trong trường hợp của phép biến đổi xuôi, thì 16 dữ liệu đầu ra được tạo ra sau khi áp dụng ma trận 16x16 cho khối phía trên cùng-bên trái 16x1 hoặc 1x16 có thể được sắp xếp trong khối phía trên cùng-bên trái 16x1 hoặc 1x16, và các vùng còn lại có thể được điền với các giá trị 0. Khi thực hiện phép biến đổi ngược, 16 hệ số được đặt tại khối phía trên cùng-bên trái 16x1 hoặc 1x16 có thể được sắp xếp theo hướng quét để tạo cấu hình vector đầu vào, và sau đó 16 dữ liệu xuất ra có thể được tạo ra bằng cách nhân ma trận 16x16. Dữ liệu xuất ra được tạo ra có thể được sắp xếp trong khối phía trên cùng-bên trái 16x1 hoặc 1x16, và tất cả các vùng còn lại có thể được điền bằng các giá trị 0.

Như ví dụ khác, để duy trì số lượng phép nhân trên mẫu (hoặc trên hệ số, trên vị trí) ở giá trị nhất định hoặc thấp hơn, thì số lượng phép nhân trên mẫu (trên hệ số,

trên vị trí) dựa trên kích thước đơn vị lập mã ISP chứ không phải kích thước của khối phân vùng ISP có thể được duy trì ở 8 hoặc thấp hơn. Nếu có chỉ một khối trong số các khối phân vùng ISP, mà thỏa mãn điều kiện là LFNST được áp dụng, thì 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 chứ không phải 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 là 4×4 và được lập mã bởi ISP, và khi không có hệ số biến đổi khác không tồn tại cho hai khối phân vùng trong số chúng, thì hai khối phân vùng khác có thể được thiết đặt lần lượt để tạo ra 16 hệ số biến đổi thay vì 8 (dựa trên bộ mã hóa).

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

Như được mô tả ở trên, chỉ số LFNST có thể có các giá trị là 0, 1, và 2, trong đó 0 chỉ báo là LFNST là không được áp dụng, và 1 và 2 lần lượt chỉ báo hoặc là một trong hai ma trận nhân LFNST được bao gồm trong tập LFNST được chọn. LFNST được áp dụng dựa trên ma trận nhân LFNST được chọn bởi chỉ số LFNST. Phương pháp truyền chỉ số LFNST trong chuẩn VVC hiện có sẽ được mô tả như sau.

1. Chỉ số LFNST có thể được truyền một lần cho mỗi đơn vị lập mã (coding unit, CU), và trong trường hợp của cây kép, các chỉ số LFNST đơn có thể được báo hiệu lần lượt cho khối độ chói và khối sắc độ.

2. Khi chỉ số LFNST không được báo hiệu, thì 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.

- A. Trong trường hợp của chế độ mà không phép biến đổi nào được áp dụng cho (ví dụ, bỏ cóc biến đổi, BDPCM, lập mã không tổn hao, v.v.)

B. Khi phép biến đổi sơ cấp không là DCT-2 (DST7 hoặc DCT8), tức là, khi phép biến đổi theo hướng ngang hoặc phép biến đổi theo hướng thẳng không là DCT-2

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

Trong trường hợp của cây kép, xác định được liệu kích thước của phép biến đổi độ chói lớn nhất được vượt quá cho mỗi đơn vị lập mã cho thành phần độ chói và đơn vị lập mã cho thành phần sắc độ. Tức là, kiểm tra được cho khối độ chói liệu kích thước của phép biến đổi độ chói lớn nhất có thể biến đổi được vượt quá hay không, và kiểm tra được cho khối sắc độ liệu chiều dài thẳng/ngang của khối độ chói tương ứng cho định dạng màu và kích thước của phép biến đổi độ chói lớn nhất có thể biến đổi được vượt quá kích thước hay không. Ví dụ, khi định dạng màu là 4:2:0, thì chiều dài thẳng/ngang của khối độ chói tương ứng là hai lần chiều dài của khối sắc độ tương ứng, và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là hai lần kích thước biến đổi của khối sắc độ tương ứng. Như ví dụ khác, khi định dạng màu là 4:4:4, thì chiều dài thẳng/ngang và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là giống như chiều dài thẳng/ngang và kích thước biến đổi của khối sắc độ tương ứng.

Phép biến đổi chiều dài 64 hoặc phép biến đổi chiều dài 32 có thể nghĩa là phép biến đổi được áp dụng cho chiều rộng hoặc chiều cao có chiều dài lần lượt là 64 hoặc 32 và “kích thước biến đổi” có thể nghĩa là 64 hoặc 32 như chiều dài tương ứng.

Trong trường hợp của cây đơn, sau khi kiểm tra liệu chiều dài ngang hoặc chiều dài thẳng của khối độ chói vượt quá kích thước khối biến đổi độ chói lớn nhất

có thể biến đổi hay không, nếu nó vượt quá, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ.

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

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

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

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

Trong trường hợp của 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 là vị trí DC, thì chỉ số LFNST được truyền.

Ở đây, nếu giá trị cờ khối được lập mã (CBF) chỉ báo liệu hệ số biến đổi cho một khối biến đổi tồn tại là 0, thì vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho khối biến đổi tương ứng không được kiểm tra để xác định liệu chỉ số LFNST được báo hiệu hay không. Tức là, khi giá trị CBF tương ứng là 0, bởi vì không phép biến đổi nào được áp dụng cho khối tương ứng, nên 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 của loại cây kép và thành phần độ chói, nếu giá trị CBF tương ứng là 0, thì chỉ số LFNST không được báo hiệu, 2) trong trường hợp của loại cây kép và thành phần sắc độ, nếu giá trị CBF cho Cb là 0 và giá trị CBF cho Cr là 1, thì 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 của 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 khẳng định được là hệ số biến đổi tồn tại ở vị trí khác vị trí trong đó hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ. Trong trường hợp của khối biến đổi 4×4 và khối biến đổi 8×8 , 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 chuẩn VVC và tất cả các vị trí còn lại được điền không (0). Ngoài ra, khi không là khối biến đổi 4×4 và khối biến đổi 8×8 , thì các hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại ở mười sáu vị trí từ vị trí DC theo thứ tự quét hệ số biến đổi trong chuẩn VVC, và các vị trí còn lại được điền bằng các không (0).

Theo đó, nếu các hệ số biến đổi khác không tồn tại trong vùng mà nên được điền bằng giá trị không sau khi xử lý việc lập mã phần dư, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ.

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 hai khối độ chói và khối sắc độ. Như được mô tả nêu trên, khi việc dự đoán ISP được áp dụng, thì đơn vị lập mã tương ứng có thể được chia thành hai hoặc bốn khối phân vùng và được dự đoán, và phép biến đổi có thể được áp dụng cho mỗi khối phân vùng trong các khối phân vùng. Do đó, cũng khi xác định điều kiện để báo hiệu chỉ số LFNST trong các đơn vị là các đơn vị lập mã, thì có thể xem xét thực tế là 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), thì chỉ số LFNST phải được báo hiệu xem xét đến 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.

1. Chỉ số LFNST có thể được truyền một lần cho mỗi đơn vị lập mã (coding unit, CU), và trong trường hợp của cây kép, các chỉ số LFNST đơn có thể được báo hiệu lần lượt cho khối độ chói và khối sắc độ.

2. Khi chỉ số LFNST không được báo hiệu, thì 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.

A. Trong trường hợp của chế độ mà không phép biến đổi nào được áp dụng cho (ví dụ, bỏ cóc biến đổi, BDPCM, lập mã không tổn hao, v.v.)

B. Khi chiều dài ngang hoặc chiều dài thẳng cho khối độ chói của đơn vị lập mã vượt quá kích thước của phép biến đổi độ chói lớn nhất có thể biến đổi được, ví dụ, khi kích thước của phép biến đổi độ chói lớn nhất có thể biến đổi là 64, và khi kích thước cho khối độ chói của khối lập mã là bằng 128x16, thì LFNST không thể được áp dụng.

Liệu để báo hiệu chỉ số LFNST có thể được xác định dựa trên kích thước của khối phân vùng thay vì đơn vị lập mã. Tức là, nếu chiều dài thẳng hoặc ngang của khối phân vùng cho khối độ chói tương ứng vượt quá kích thước của phép biến đổi độ chói lớn nhất có thể biến đổi, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ và giá trị chỉ số LFNST có thể được suy ra là 0.

Trong trường hợp của cây kép, xác định được liệu kích thước của phép biến đổi độ chói lớn nhất được vượt quá cho mỗi trong 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. Tức là, nếu các chiều dài thẳng và ngang của đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho độ chói lần lượt được so sánh với kích thước biến đổi độ chói lớn nhất, và ít nhất một

trong số chúng là lớn hơn kích thước biến đổi độ chói lớn nhất, thì LFNST là không được áp dụng, và trong trường hợp của đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho sắc độ, thì chiều dài thẳng/ngang của khối độ chói tương ứng cho định dạng màu và kích thước của phép biến đổi độ chói lớn nhất có thể biến đổi được so sánh. Ví dụ, khi định dạng màu là 4:2:0, thì chiều dài thẳng/ngang của khối độ chói tương ứng là hai lần chiều dài của khối sắc độ tương ứng, và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là hai lần kích thước biến đổi của khối sắc độ tương ứng. Như ví dụ khác, khi định dạng màu là 4:4:4, thì chiều dài thẳng/ngang và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là giống như chiều dài thẳng/ngang và kích thước biến đổi của khối sắc độ tương ứng.

Trong trường hợp của cây đơn, sau khi kiểm tra liệu chiều dài ngang hay chiều dài thẳng cho khối độ chói (đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng) vượt quá kích thước khối biến đổi độ chói lớn nhất có thể biến đổi, nếu nó vượt quá, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ.

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

Nếu LFNST cho khối $2 \times M$ ($1 \times M$) hoặc $M \times 2$ ($M \times 1$) được áp dụng cùng với LFNST được bao gồm trong chuẩn VVC hiện tại, thì 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, cách biểu diễn “khối $P \times Q$ là bằng hoặc lớn hơn khối $R \times S$ ” nghĩa là $P \geq R$ và $Q \geq S$.

Tóm tắt, chỉ số LFNST có thể được truyền chỉ khi khối phân vùng là bằng hoặc là lớn hơn kích thước nhỏ nhất mà LFNST là có thể áp dụng được. Trong trường hợp của cây kép, 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 nhỏ nhất mà LFNST

là có thể áp dụng được. Trong trường hợp của 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 nhỏ nhất mà LFNST là có thể áp dụng được.

Trong tài liệu này, cách biểu diễn “khối $M \times N$ là lớn hơn hoặc bằng với khối $K \times L$ ” nghĩa là M là lớn hơn hoặc bằng với K và N là lớn hơn hoặc bằng với L . Cách biểu diễn “khối $M \times N$ là lớn hơn khối $K \times L$ ” nghĩa là M là lớn hơn hoặc bằng với K và N là lớn hơn hoặc bằng với L , và là M lớn hơn K hoặc N lớn hơn L . Cách biểu diễn “khối $M \times N$ nhỏ hơn hoặc bằng khối $K \times L$ ” nghĩa là M là nhỏ hơn hoặc bằng K và N là nhỏ hơn hoặc bằng L , trong khi cách biểu diễn “khối $M \times N$ là nhỏ hơn khối $K \times L$ ” nghĩa là M là nhỏ hơn hoặc bằng K và N là nhỏ hơn hoặc bằng L , và là M là nhỏ hơn K hoặc N là nhỏ hơn L .

D. Nếu vị trí của hệ số khác không cuối cùng không là vị trí DC (vị trí phía trên cùng-bên trái của khối), và nếu vị trí của hệ số khác không cuối cùng không là vị trí DC trong bất kỳ một trong tất cả khối phân vùng trong trường hợp của khối độ chói loại cây kép, chỉ số LFNST được truyền. Trong trường hợp của loại cây kép và khối sắc độ, nếu ít nhất một trong số vị trí của hệ số khác không cuối cùng của tất cả khối phân vùng cho C_b (nếu chế độ ISP không được áp dụng cho thành phần sắc độ, thì số lượng khối phân vùng được xem xét là một) và vị trí của hệ số khác không cuối cùng của tất cả khối phân vùng cho C_r (nếu chế độ ISP là không được áp dụng cho thành phần sắc độ, thì số lượng khối phân vùng được coi là một) không là vị trí DC, thì chỉ số LFNST tương ứng có thể được truyền.

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

Ở đây, nếu giá trị của cờ khối được lập mã (coded block flag, CBF) chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại cho mỗi khối phân vùng là 0, thì vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho khối phân vùng tương ứng không được kiểm tra để xác định liệu chỉ số LFNST được báo hiệu hay không. Tức là, khi giá trị CBF tương ứng là 0, bởi vì không có phép biến đổi nào được áp dụng cho khối tương ứng, thì 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 của loại cây kép và thành phần độ chói, nếu giá trị CBF tương ứng cho mỗi khối phân vùng là 0, thì khối phân vùng được loại trừ khi xác định liệu để báo hiệu chỉ số LFNST hay không, 2) trong trường hợp của loại cây kép và thành phần sắc độ, nếu giá trị CBF cho C_b là 0 và giá trị CBF cho C_r là 1 cho khối phân vùng, thì chỉ vị trí của hệ số khác không cuối cùng cho C_r được kiểm tra để xác định liệu để báo hiệu chỉ số LFNST hay không, 3) trong trường hợp của loại cây đơn, có thể để xác định liệu để báo hiệu chỉ số LFNST hay không bằng cách kiểm tra vị trí của hệ số khác không cuối cùng chỉ cho các khối có giá trị CBF là 1 cho tất cả khối phân vùng của thành phần độ chói, thành phần C_b , và thành phần C_r .

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

i. Trong trường hợp của 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. Tức là, thậm chí 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, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST cũng được cho phép.

ii. Trong trường hợp của chế độ ISP, thì việc kiểm tra vị trí của hệ số khác không cuối cùng chỉ cho khối độ chói có thể được lược bỏ, và trong trường hợp

của khối sắc độ, thì việc kiểm tra vị trí của hệ số khác không cuối cùng có thể được thực hiện theo cách thức được mô tả ở trên. Ví dụ, trong trường hợp của loại cây kép và khối độ chói, thì 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 của loại cây kép và khối sắc độ, liệu chỉ số LFNST tương ứng được báo hiệu hay không có thể được xác định bằng cách kiểm tra liệu vị trí DC tồn tại cho vị trí của hệ số khác không cuối cùng theo cách thức được mô tả nêu trên hay không.

iii. Trong trường hợp của chế độ ISP và loại cây đơn, phương pháp i hoặc ii có thể được áp dụng. Tức là, trong trường hợp của chế độ ISP và khi số i được áp dụng cho loại cây đơn, có thể lược bỏ việc kiểm tra 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. Thay vào đó, bằng cách áp dụng mục ii, đối với các khối phân vùng cho thành phần độ chói, thì việc kiểm tra vị trí của hệ số khác không cuối cùng được lược bỏ, và đối với các khối phân vùng cho thành phần sắc độ (nếu ISP là không được áp dụng cho thành phần sắc độ, thì số lượng khối phân vùng có thể được xem xét như 1), vị trí của hệ số khác không cuối cùng được kiểm tra theo cách thức được mô tả ở trên, nhờ đó xác định liệu để báo hiệu chỉ số LFNST hay không.

E. Khi khẳng định được là hệ số biến đổi tồn tại ở vị trí ngoài vị trí mà hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại thậm chí cho một khối phân vùng trong số tất cả khối phân vùng, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ.

Ví dụ, trong trường hợp của khối phân vùng 4x4 và khối phân vùng 8x8, các hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại tại tám vị trí từ vị trí DC theo thứ tự quét hệ số biến đổi trong chuẩn VVC, và các vị trí còn lại được điền không (0). Ngoài ra, nếu nó bằng hoặc lớn hơn 4x4 và không là khối phân vùng 4x4 và không là khối phân vùng 8x8, thì 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 chuẩn VVC, và tất cả các vị trí còn lại được điền với các không (0).

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

Nếu LFNST có thể được áp dụng thậm chí khi khối phân vùng là $2 \times M$ ($1 \times M$) hoặc $M \times 2$ ($M \times 1$), thì vùng mà các hệ số biến đổi LFNST có thể được đặt trong đó có thể được chỉ định như sau. Nếu vùng khác vùng mà các hệ số biến đổi có thể được đặt trong đó có thể được điền với 0, và hệ số biến đổi khác không tồn tại trong vùng mà nên được điền với 0 khi giả định là LFNST được áp dụng, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ.

i. Nếu LFNST có thể được áp dụng cho khối $2 \times M$ hoặc $M \times 2$ và $M = 8$, thì chỉ 8 hệ số biến đổi LFNST có thể được tạo ra cho khối phân vùng 2×8 hoặc 8×2 . Khi các hệ số biến đổi được sắp xếp theo thứ tự quét như được thể hiện trên Fig. 20, 8 hệ số biến đổi được sắp xếp theo thứ tự quét từ vị trí DC, và 8 vị trí còn lại có thể được điền với các không (0).

Đối với khối phân vùng $2 \times N$ hoặc $N \times 2$ ($N > 8$), 16 hệ số biến đổi LFNST có thể được tạo ra, và khi các hệ số biến đổi được sắp xếp theo thứ tự quét như được thể hiện trên Fig. 20, 16 hệ số biến đổi được sắp xếp theo thứ tự quét từ vị trí DC, và vị trí còn lại có thể được điền với không (0). Tức là, trong khối phân vùng $2 \times N$ hoặc $N \times 2$ ($N > 8$), vùng ngoài khối phía trên cùng-bên trái 2×8 hoặc 8×2 có thể được điền bằng các không (0). Thậm chí đối với khối phân vùng 2×8 hoặc 8×2 , 16 hệ số biến đổi có thể được tạo ra thay vì 8 hệ số biến đổi LFNST, và trong trường hợp này, vùng mà phải được điền bằng các không (0) không xuất hiện. Như được mô tả ở trên, khi LFNST được áp dụng, và khi phát hiện thấy là hệ số biến đổi khác không tồn tại trong

vùng được xác định là được điền với 0 trong ít nhất một khối phân vùng, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ và chỉ số LFNST có thể được suy ra là 0.

ii. Nếu LFNST có thể được áp dụng cho khối $1 \times M$ hoặc $M \times 1$ và $M = 16$, thì chỉ 8 hệ số biến đổi LFNST có thể được tạo ra cho khối phân vùng 1×16 hoặc 16×1 . Khi các hệ số biến đổi được sắp xếp theo thứ tự quét từ bên trái sang bên phải hoặc từ phía trên cùng đến phía dưới cùng, thì 8 hệ số biến đổi được sắp xếp theo thứ tự quét tương ứng từ vị trí DC, và 8 vị trí còn lại có thể được điền với các không (0).

Đối với khối phân vùng $1 \times N$ hoặc $N \times 1$ ($N > 16$), 16 hệ số biến đổi LFNST có thể được tạo ra, và khi các hệ số biến đổi được sắp xếp theo thứ tự quét từ bên trái sang bên phải hoặc từ phía trên cùng xuống phía dưới cùng, 16 hệ số biến đổi được sắp xếp theo thứ tự quét tương ứng từ vị trí DC, và vùng còn lại có thể được điền với các không (0). Tức là, trong khối phân vùng $1 \times N$ hoặc $N \times 1$ ($N > 16$), vùng ngoài khối phía trên cùng-bên trái 1×16 hoặc 16×1 có thể được điền bằng các không (0).

Thậm chí đối với khối phân vùng 1×16 hoặc 16×1 , 16 hệ số biến đổi có thể được tạo ra thay vì 8 hệ số biến đổi LFNST, và trong trường hợp này, vùng mà phải được điền bằng các không (0) không xuất hiện. Như được mô tả ở trên, khi LFNST được áp dụng, và khi phát hiện thấy là hệ số biến đổi khác không tồn tại trong vùng được xác định là được điền với 0 trong ít nhất một khối phân vùng, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ và chỉ số LFNST có thể được suy ra là 0.

Trong khi đó, trong trường hợp của chế độ ISP, điều kiện chiều dài được xem xét độc lập cho hướng ngang và hướng thẳng, và DST-7 được áp dụng thay vì DCT-2 mà không báo hiệu chỉ số MTS. Xác định được liệu chiều dài thẳng hoặc ngang lớn hơn hoặc bằng với 4 và thấp hơn hoặc bằng 16, và nhân biến đổi sơ cấp được xác định theo kết quả xác định. Theo đó, trong trường hợp của chế độ ISP, khi LFNST có thể được áp dụng, thì cấu hình kết hợp phép biến đổi sau đây là có thể.

1. Khi chỉ số LFNST là 0 (bao gồm trường hợp trong đó chỉ số LFNST được suy ra như 0), thì điều kiện quyết định phép biến đổi sơ cấp tại thời điểm của ISP được bao gồm trong chuẩn VVC hiện có thể được theo sau. Nói cách khác, có thể kiểm tra được liệu điều kiện chiều dài (là bằng hay lớn hơn 4 hoặc bằng hay thấp hơn 16) được thỏa mãn độc lập lẫn lộn cho các hướng ngang và thẳng, và nếu được thỏa mãn, DST-7 có thể được áp dụng thay vì DCT-2 cho phép biến đổi sơ cấp, trong khi đó, nếu không được thỏa mãn, DCT-2 có thể được áp dụng.

2. Trường hợp trong đó chỉ số LFNST là lớn hơn 0, hai cấu hình sau đây có thể là có thể như phép biến đổi sơ cấp.

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

B. Điều kiện quyết định phép biến đổi sơ cấp tại thời điểm của ISP được bao gồm trong chuẩn VVC hiện có thể được theo sau. Nói cách khác, có thể kiểm tra được liệu điều kiện chiều dài (là bằng hay lớn hơn 4 hoặc bằng hay thấp hơn 16) được thỏa mãn độc lập lẫn lộn cho các hướng ngang và thẳng, và nếu được thỏa mãn, DST-7 có thể được áp dụng thay vì DCT-2, trong khi đó, nếu không được thỏa mãn, DCT-2 có thể được áp dụng.

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

Trong khi đó, thứ tự báo hiệu của chỉ số LFNST và chỉ số MTS sẽ được mô tả dưới đây.

Theo một ví dụ, chỉ số LFNST được báo hiệu trong khi lập mã phần dư có thể được lập mã sau khi vị trí lập mã cho vị trí hệ số khác không cuối cùng, và chỉ số MTS có thể được lập mã ngay sau chỉ số LFNST. Trong trường hợp của cấu hình này,

chỉ số LFNST có thể được báo hiệu cho mỗi đơn vị biến đổi. Thay vào đó, thậm chí nếu không được báo hiệu trong khi lập mã phần dư, thì chỉ số LFNST có thể được lập mã sau khi lập mã vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng, và chỉ số MTS có thể được lập mã sau chỉ số LFNST.

Cú pháp của lập mã phần dư theo ví dụ là như sau.

[Bảng 9]

residual_coding(x0, y0, log2TbWidth, log2TbHeight, cIdx) {
if((sps_mts_enabled_flag &&
cu_sbt_flag && log2TbWidth < 6 && log2TbHeight < 6)
&& cIdx == 0 && log2TbWidth > 4)
log2ZoTbWidth = 4
else
log2ZoTbWidth = Min(log2TbWidth, 5)
MaxCbs = 2 * (1 << log2TbWidth) * (1 << log2TbHeight)
if((sps_mts_enabled_flag &&
cu_sbt_flag && log2TbWidth < 6 && log2TbHeight < 6)
&& cIdx == 0 && log2TbHeight > 4)
log2ZoTbHeight = 4
else
log2ZoTbHeight = Min(log2TbHeight, 5)
if(log2TbWidth > 0)
last_sig_coeff_x_prefix
if(log2TbHeight > 0)
last_sig_coeff_y_prefix
if(last_sig_coeff_x_prefix > 3)
last_sig_coeff_x_suffix
if(last_sig_coeff_y_prefix > 3)
last_sig_coeff_y_suffix
remBinsPass1 = ((1 << (log2TbWidth + log2TbHeight)) * 7) >> 2
log2SbW = (Min(log2TbWidth, log2TbHeight) < 2 ? 1 : 2)
log2SbH = log2SbW
if(log2TbWidth + log2TbHeight > 3) {
if(log2TbWidth < 2) {
log2SbW = log2TbWidth
log2SbH = 4 - log2SbW
} else if(log2TbHeight < 2) {
log2SbH = log2TbHeight
log2SbW = 4 - log2SbH
}
}
numSbCoeff = 1 << (log2SbW + log2SbH)
lastScanPos = numSbCoeff
lastSubBlock = (1 << (log2TbWidth + log2TbHeight - (log2SbW + log2SbH))) - 1
do {

if(lastScanPos == 0) {
lastScanPos = numSbCoeff
lastSubBlock--
}
lastScanPos--
xS = DiagScanOrder[log2TbWidth - log2SbW log2TbHeight - log2SbH]
[lastSubBlock 0]
yS = DiagScanOrder[log2TbWidth - log2SbW log2TbHeight - log2SbH]
[lastSubBlock 1]
xC = (xS << log2SbW) + DiagScanOrder[log2SbW log2SbH lastScanPos 0]
yC = (yS << log2SbH) + DiagScanOrder[log2SbW log2SbH lastScanPos 1]
} while((xC != LastSignificantCoeffX) (yC != LastSignificantCoeffY))
cbWidth = CbWidth[0 x0 y0]
cbHeight = CbHeight[0 x0 y0]
if(Min(log2TbWidth, log2TbHeight) >= 2 && sps_lfst_enabled_flag == 1
&&
CuPredMode[chType x0 y0] == MODE_INTRA &&
IntraSubPartitionsSplit[x0 y0] == ISP_NO_SPLIT &&
(!intra_mip_flag[x0 y0] Min(log2TbWidth, log2TbHeight) >= 4) &&
Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY &&
(cldx == 0 (treeType == DUAL_TREE_CHROMA &&
(cldx == 1 tu_cbf_cb[x0 y0] == 0))) {
if(lastSubBlock == 0 && lastScanPos > 0 &&
!(lastScanPos > 7 && (log2TbWidth == 2 log2TbWidth == 3)
&& log2TbWidth == log2TbHeight))
lfst_idx[x0 y0]
}
if(cldx == 0 && lfst_idx[x0 y0] == 0 &&
(log2TbWidth <= 5) && (log2TbHeight <= 5) &&
(LastSignificantCoeffX < 16) && (LastSignificantCoeffY < 16) &&
(IntraSubPartitionsSplit[x0 y0] == ISP_NO_SPLIT) && (!cu_sbt_flag)) {
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)))
tu_mts_idx[x0 y0]
}
if(tu_mts_idx[x0 y0] > 0 && cldx == 0 && log2TbWidth > 4)
log2ZoTbWidth = 4
if(tu_mts_idx[x0 y0] > 0 && cldx == 0 && log2TbHeight > 4)
log2ZoTbHeight = 4
log2TbWidth = log2ZoTbWidth
log2TbHeight = log2ZoTbHeight
...

Các nghĩa của các biến chính được thể hiện trong Bảng 9 là như sau.

1. cbWidth, cbHeight: chiều rộng và chiều cao của khối lập mã hiện tại

2. `log2TbWidth`, `log2TbHeight`: giá trị log (loga) có cơ số 2 cho chiều rộng và chiều cao của khối biến đổi hiện tại, nó có thể được giảm, bằng cách phản xạ việc đặt bằng không đến vùng phía trên cùng-bên trái trong đó hệ số khác không có thể tồn tại.

3. `sps_lfnst_enabled_flag`: cờ chỉ báo liệu LFNST được cho phép hay không, nếu giá trị cờ là 0, thì chỉ báo là LFNST không được cho phép, và nếu giá trị cờ là 1, thì chỉ báo là LFNST được cho phép. Xác định được trong tập tham số trình tự (sequence parameter set, 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 là 0 và 1, trong đó 0 chỉ báo thành phần độ chói và 1 chỉ báo thành phần sắc độ. Vị trí $(x0, y0)$ chỉ báo vị trí trên hình ảnh, và `MODE_INTRA` (nội dự đoán) và `MODE_INTER` (liên dự đoán) là có thể như 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. Điều này chỉ báo phân vùng ISP nào tại vị trí $(x0, y0)$ được áp dụng, `ISP_NO_SPLIT` chỉ báo là 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 báo liệu chế độ nội dự đoán dựa trên ma trận (matrix-based intra prediction, MIP) được áp dụng hay không. Nếu giá trị cờ là 0, thì chỉ báo là MIP không được cho phép, và nếu giá trị cờ là 1, thì nó chỉ báo là MIP được cho phép.

7. `cIdx`: giá trị của 0 chỉ báo độ chói, và các giá trị là 1 và 2 chỉ báo Cb và Cr mà lần lượt là các thành phần sắc độ.

8. `treeType`: chỉ báo cây đơn và cây kép, v.v. (`SINGLE_TREE`: cây đơn, `DUAL_TREE_LUMA`: cây kép cho thành phần độ chói, `DUAL_TREE_CHROMA`: cây kép 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 báo cờ khởi được lập mã (coded block flag, CBF) cho thành phần Cb. Nếu giá trị của nó là 0, thì nghĩa là không hệ số khác không nào là có mặt trong đơn vị biến đổi tương ứng cho thành phần Cb, và nếu giá trị của nó là 1, thì nó chỉ báo là các hệ số khác không là có mặt trong đơn vị biến đổi tương ứng cho thành phần Cb.

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

11. `lastScanPos`: Nó chỉ báo vị trí trong đó hệ số có nghĩa cuối cùng là bên trong một khối con theo thứ tự quét. Nếu một khối con bao gồm 16 vị trí, thì 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 không được phân tích cú pháp, thì được suy ra như giá trị là 0. Tức là, giá trị mặc định được thiết đặt là 0, chỉ báo là LFNST là không được áp dụng.

13. `LastSignificantCoeffX`, `LastSignificantCoeffY`: Chúng chỉ báo các tọa độ x và y trong đó hệ số có nghĩa cuối cùng được đặt trong khối biến đổi. Tọa độ x bắt đầu ở 0 và tăng từ bên trái sang bên phải, và tọa độ y bắt đầu tại 0 và tăng từ phía trên cùng xuống phía dưới cùng. Nếu các giá trị của cả hai biến là 0, thì nghĩa là hệ số có nghĩa cuối cùng được đặt tại DC.

14. `cu_sbt_flag`: Cờ chỉ báo liệu phép biến đổi (SubBlock Transform, SBT) được bao gồm trong chuẩn VVC hiện tại được cho phép hay không. Nếu giá trị cờ là

0, thì nó chỉ báo là SBT không được cho phép, và nếu giá trị cờ là 1, thì chỉ báo là SBT được cho phép.

15. `sps_explicit_mts_inter_enabled_flag`,
`sps_explicit_mts_intra_enabled_flag`: Các cờ chỉ báo liệu MTS rõ ràng được áp dụng lần lượt cho liên CU và nội CU. Nếu giá trị cờ tương ứng là 0, thì nó chỉ báo là MTS không được cho phép cho liên CU hoặc CU, và nếu giá trị cờ tương ứng là 1, thì nó chỉ báo là MTS được cho phép.

16. `tu_mts_idx[ x0 ][ y0 ]`: Phần tử cú pháp chỉ số MTS cần được phân tích cú pháp. Nếu không được phân tích cú pháp, thì được suy ra như giá trị là 0. Tức là, giá trị mặc định được thiết đặt là 0, thì chỉ báo là DCT-2 được phép cho cả các hướng ngang và thẳng.

Như được thể hiện trong Bảng 9, trong trường hợp của cây đơn, có thể xác định liệu để báo hiệu chỉ số LFNST sử dụng chỉ vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng cho độ chói hay không. Tức là, nếu vị trí của hệ số có nghĩa cuối cùng không là DC và hệ số có nghĩa cuối cùng tồn tại trong khối con phía trên cùng-bên trái (CG), ví dụ, khối 4x4, thì sau đó chỉ số LFNST được báo hiệu. Trong trường hợp này, trong trường hợp của khối biến đổi 4x4 và khối biến đổi 8x8, thì chỉ số LFNST được báo hiệu chỉ khi hệ số có nghĩa cuối cùng tồn tại ở các vị trí 0 đến 7 trong khối con phía trên cùng-bên trái.

Trong trường hợp của cây kép, chỉ số LFNST được báo hiệu độc lập so với mỗi trong độ chói và sắc độ, và trong trường hợp của sắc độ, chỉ số LFNST có thể được báo hiệu bằng cách áp dụng điều kiện vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng chỉ cho thành phần Cb. Điều kiện tương ứng có thể không được kiểm tra cho thành phần Cr, và nếu giá trị CBF cho Cb là 0, thì chỉ số LFNST có thể được báo hiệu bằng cách áp dụng điều kiện vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng cho thành phần Cr.

‘ $\text{Min}(\log_2\text{TbWidth}, \log_2\text{TbHeight}) \geq 2$ ’ của Bảng 9 có thể được biểu diễn như ‘ $\text{Min}(\text{tbWidth}, \text{tbHeight}) \geq 4$ ’, và ‘ $\text{Min}(\log_2\text{TbWidth}, \log_2\text{TbHeight}) \geq 4$ ’ có thể được biểu diễn như ‘ $\text{Min}(\text{tbWidth}, \text{tbHeight}) \geq 16$ ’.

Trong Bảng 9, $\log_2\text{ZoTbWidth}$ và $\log_2\text{ZoTbHeight}$ có nghĩa lần lượt là các giá trị log mà có cơ số chiều rộng và chiều cao của chúng là 2 (cơ số 2) cho vùng phía trên cùng-bên trái trong đó hệ số có nghĩa cuối cùng có thể tồn tại bằng cách đặt bằng không.

Như được thể hiện trong Bảng 9, các giá trị $\log_2\text{ZoTbWidth}$ và $\log_2\text{ZoTbHeight}$ có thể được cập nhật ở hai nơi. Vị trí thứ nhất là trước chỉ số MTS hoặc giá trị chỉ số LFNST được phân tích cú pháp, và vị trí thứ hai là sau khi chỉ số MTS được phân tích cú pháp.

Lần cập nhật thứ nhất là trước khi giá trị chỉ số MTS ($\text{tu_mts_idx}[\text{x0}][\text{y0}]$) được phân tích cú pháp, để $\log_2\text{ZoTbWidth}$ và $\log_2\text{ZoTbHeight}$ có thể được thiết đặt bất kể là giá trị chỉ số MTS.

Sau khi chỉ số MTS được phân tích cú pháp, thì $\log_2\text{ZoTbWidth}$ và $\log_2\text{ZoTbHeight}$ được thiết đặt cho chỉ số MTS là lớn hơn 0 (tổ hợp DST-7/DCT-8). Khi DST-7/DCT-8 được áp dụng độc lập cho mỗi hướng trong các hướng ngang và thẳng trong phép biến đổi sơ cấp, thì có thể có đến 16 hệ số có nghĩa trên hàng hoặc cột trong mỗi hướng. Tức là, sau khi áp dụng DST-7/DCT-8 với chiều dài là 32 hoặc lớn hơn, thì lên đến 16 hệ số biến đổi có thể được dẫn xuất cho mỗi hàng hoặc cột từ bên trái hoặc phía trên cùng. Theo đó, trong khối 2D, khi DST-7/DCT-8 được áp dụng trong cả hướng ngang và hướng thẳng, thì các hệ số có nghĩa có thể tồn tại trong vùng duy nhất phía trên cùng-bên trái 16×16 .

Ngoài ra, khi DCT-2 là được áp dụng độc lập trong mỗi hướng trong các hướng ngang và thẳng trong phép biến đổi sơ cấp hiện tại, thì có thể có đến 32 hệ số có nghĩa trên hàng hoặc cột trong mỗi hướng. Tức là, khi áp dụng DCT-2 với chiều

dài là 64 hoặc lớn hơn, thì lên đến 32 hệ số biến đổi có thể được dẫn xuất cho mỗi hàng hoặc cột từ bên trái hoặc phía trên cùng. Theo đó, trong khối 2D, khi DCT-2 được áp dụng trong cả hướng ngang và hướng thẳng, thì các hệ số có nghĩa có thể tồn tại trong vùng duy nhất phía trên cùng-bên trái 32×32 .

Ngoài ra, khi DST-7/DCT-8 được áp dụng trên một phía, và DCT-2 được áp dụng trên phía khác theo các hướng ngang và thẳng, thì 16 hệ số có nghĩa có thể tồn tại theo hướng trước, và 32 hệ số có nghĩa có thể tồn tại trong hướng sau. Ví dụ, trong trường hợp của khối biến đổi 64×8 , nếu DCT-2 được áp dụng theo hướng ngang và DST-7 được áp dụng theo hướng thẳng (nó có thể xuất hiện trong tình huống mà MTS ngầm được áp dụng), hệ số có nghĩa có thể tồn tại trong lên đến vùng phía trên cùng-bên trái 32×8 .

Nếu, như được thể hiện trong Bảng 9, $\log_2 \text{ZoTbWidth}$ và $\log_2 \text{ZoTbHeight}$ được cập nhật trong hai nơi, tức là, trước khi phân tích cú pháp chỉ số MTS, thì các phạm vi của `last_sig_coeff_x_prefix` và `last_sig_coeff_y_prefix` có thể được xác định bởi $\log_2 \text{ZoTbWidth}$ và $\log_2 \text{ZoTbHeight}$ như được thể hiện trong Bảng dưới đây.

[Bảng 10]

7.4.9.11 Residual coding semantics

.....
`last_sig_coeff_x_prefix` specifies the prefix of the column position of the last significant coefficient in scanning order within a transform block. The values of `last_sig_coeff_x_prefix` shall be in the range of 0 to $(\log_2 \text{ZoTbWidth} \ll 1) - 1$, inclusive.
 When `last_sig_coeff_x_prefix` is not present, it is inferred to be 0.
`last_sig_coeff_y_prefix` specifies the prefix of the row position of the last significant coefficient in scanning order within a transform block. The values of `last_sig_coeff_y_prefix` shall be in the range of 0 to $(\log_2 \text{ZoTbHeight} \ll 1) - 1$, inclusive.
 When `last_sig_coeff_y_prefix` is not present, it is inferred to be 0.

Ngoài ra, trong trường hợp này, các giá trị lớn nhất của `last_sig_coeff_x_prefix` và `last_sig_coeff_y_prefix` có thể được thiết đặt bằng cách phản xạ các giá trị $\log_2 \text{ZoTbWidth}$ và $\log_2 \text{ZoTbHeight}$ trong quy trình nhị phân hóa

cho `last_sig_coeff_x_prefix` và `last_sig_coeff_y_prefix`.

[Bảng 11]

Table 9-77 – Syntax elements and associated binarizations			
residual coding ()	<code>last_sig_coeff_x_prefix</code>	TR	$cMax = (\log_2 Z_{oTbWidth} \ll 1) - 1$, $cRiceParam = 0$
	<code>last_sig_coeff_y_prefix</code>	TR	$cMax = (\log_2 Z_{oTbHeight} \ll 1) - 1$, $cRiceParam = 0$
	<code>last_sig_coeff_x_suffix</code>	FL	$cMax = (1 \ll ((last_sig_coeff_x_prefix \gg 1) - 1) - 1)$
	<code>last_sig_coeff_y_suffix</code>	FL	$cMax = (1 \ll ((last_sig_coeff_y_prefix \gg 1) - 1) - 1)$
			

Theo một ví dụ, trong trường hợp của chế độ ISP và LFNST được áp dụng, khi việc báo hiệu của Bảng 9 được áp dụng, thì phần nội dung mô tả có thể được tạo cấu hình như được thể hiện trong Bảng 12. Được so sánh với Bảng 9, điều kiện để báo hiệu chỉ số LFNST chỉ trong trường hợp ngoại trừ chế độ ISP (`IntraSubPartitionsSplit[ x0 ][ y0 ] == ISP_NO_SPLIT` trong Bảng 9) được phát hiện.

Ở cây đơn, khi chỉ số LFNST được truyền cho thành phần độ chói ($cIdx = 0$) được tái sử dụng cho thành phần sắc độ, thì chỉ số LFNST được truyền cho khối phân vùng ISP thứ nhất trong đó hệ số có nghĩa tồn tại có thể được áp dụng cho khối biến đổi sắc độ. Thay vào đó, thậm chí trong trường hợp cây đơn, chỉ số LFNST có thể được báo hiệu cho thành phần sắc độ riêng biệt với chỉ số LFNST cho thành phần độ chói. Phần mô tả của các biến trong Bảng 12 là giống như trong Bảng 9.

[Bảng 12]

residual_coding(x0, y0, log2TbWidth, log2TbHeight, cIdx) {
...
if(log2TbWidth > 0)
last_sig_coeff_x_prefix
if(log2TbHeight > 0)
last_sig_coeff_y_prefix
if(last_sig_coeff_x_prefix > 3)
last_sig_coeff_x_suffix
if(last_sig_coeff_y_prefix > 3)
last_sig_coeff_y_suffix
...
cbWidth = CbWidth[0][x0][y0]
cbHeight = CbHeight[0][x0][y0]
if(Min(log2TbWidth, log2TbHeight) >= 2 && sps_lfnst_enabled_flag == 1 && CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && (!intra_mip_flag[x0][y0] Min(log2TbWidth, log2TbHeight) >= 4) && Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY && (cIdx == 0 (treeType == DUAL_TREE_CHROMA && (cIdx == 1 tu_cbf_cb[x0][y0] == 0)))) {
if(lastSubBlock == 0 && lastScanPos > 0 && !(lastScanPos > 7 && (log2TbWidth == 2 log2TbWidth == 3) && log2TbWidth == log2TbHeight))
lfnst_idx[x0][y0]
}
if(cIdx == 0 && lfnst_idx[x0][y0] == 0 && (log2TbWidth <= 5) && (log2TbHeight <= 5) && (LastSignificantCoeffX < 16) && (LastSignificantCoeffY < 16) && (IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] == ISP_NO_SPLIT) && (!cu_sbt_flag)) {
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)))
tu_mts_idx[x0][y0]
}

Theo ví dụ khác, trong Bảng 12, khi hệ số có nghĩa cuối cùng được cho phép để được đặt ở vị trí DC cho ISP, thì điều kiện để phân tích cú pháp chỉ số LFNST có thể được thay đổi như sau.

[Bảng 13]

...
<pre> if(Min(log2TbWidth, log2TbHeight) >= 2 && sps_lfnst_enabled_flag == 1 && CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && (!intra_mip_flag[x0][y0] Min(log2TbWidth, log2TbHeight) >= 4) && Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY && (cIdx == 0 (treeType == DUAL_TREE_CHROMA && (cIdx == 1 tu_cbf_cb[x0][y0] == 0)))) { </pre>
<pre> if(lastSubBlock == 0 && (lastScanPos > 0 IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] != ISP_NO_SPLIT) && !(lastScanPos > 7 && (log2TbWidth == 2 log2TbWidth == 3) && log2TbWidth == log2TbHeight)) </pre>
lfnst_idx[x0][y0]
}
...

Theo một ví dụ, chỉ số LFNST và/hoặc chỉ số MTS có thể được báo hiệu trong cấp đơn vị lập mã. Như được mô tả nêu trên, chỉ số LFNST có thể có ba giá trị là 0, 1, và 2, trong đó 0 chỉ báo là LFNST là không được áp dụng, và 1 và 2 lần lượt chỉ báo ứng viên thứ nhất và ứng viên thứ hai của hai ứng viên nhân LFNST được bao gồm trong tập LFNST được chọn. Chỉ số LFNST được lập mã thông qua việc nhị phân hóa đơn phân được cắt cụt, và các giá trị là 0, 1, và 2 có thể được lập mã như các chuỗi bin (nhị phân) lần lượt là 0, 10, và 11.

Theo một ví dụ, LFNST có thể được áp dụng chỉ khi DCT-2 được áp dụng trong cả hướng ngang và hướng thẳng trong phép biến đổi sơ cấp. Do đó, nếu chỉ số MTS được báo hiệu sau khi báo hiệu chỉ số LFNST, thì chỉ số MTS có thể được báo hiệu chỉ khi chỉ số LFNST là 0, và phép biến đổi sơ cấp có thể được thực hiện bằng cách áp dụng DCT-2 trong cả hướng ngang và hướng thẳng mà không báo hiệu chỉ số MTS khi chỉ số LFNST không là 0.

Chỉ số MTS có thể có các giá trị là 0, 1, 2, 3, và 4, trong đó 0, 1, 2, 3, và 4 có thể chỉ báo là DCT-2/DCT-2, DST-7/DST-7, DCT-8/DST-7, DST-7/DCT-8, DCT-8/DCT-8 được áp dụng lần lượt theo các hướng ngang và thẳng. Ngoài ra, chỉ số MTS có thể được lập mã thông qua việc nhị phân hóa đơn phân được cắt cụt, và các giá trị là 0, 1, 2, 3, và 4 có thể được lập mã như các chuỗi bin lần lượt là 0, 10, 110, 1110,

và 1111.

Chỉ số LFNST và chỉ số MTS có thể được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã, và chỉ số MTS có thể được lập mã tuần tự sau chỉ số LFNST tại cấp đơn vị lập mã. Bảng cú pháp đơn vị lập mã cho điều này là như sau.

[Bảng 14]

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

So sánh Bảng 14 với Bảng 13, điều kiện để kiểm tra liệu giá trị của `tu_mts_idx[ x0 ][ y0 ]` là 0 (tức là, kiểm tra liệu DCT-2 được áp dụng theo cả hướng ngang và hướng thẳng) ở điều kiện báo hiệu `lfnst_idx[ x0 ][ y0 ]` được thay đổi sang điều kiện để kiểm tra liệu giá trị của `transform_skip_flag[ x0 ][ y0 ]` là 0 (`!transform_skip_flag[ x0 ][ y0 ]`). `transform_skip_flag[x0][y0]` chỉ báo liệu đơn vị lập mã được lập mã trong chế độ bỏ cóc biến đổi mà phép biến đổi được bỏ cóc hay không, và cờ được báo hiệu trước chỉ số MTS và chỉ số LFNST. Tức là, bởi vì

$lfnst_idx[x0][y0]$ được báo hiệu trước giá trị của $tu_mtx_idx[x0][y0]$ được báo hiệu, chỉ điều kiện cho giá trị của $transform_skip_flag[x0][y0]$ có thể được kiểm tra.

Như được thể hiện trong Bảng 14, nhiều điều kiện được kiểm tra khi lập mã $tu_mts_idx[x0][y0]$, và $tu_mts_idx[x0][y0]$ được báo hiệu chỉ khi giá trị của $lfnst_idx[x0][y0]$ là 0 như được mô tả ở trên.

$tu_cbf_luma[x0][y0]$ là cờ chỉ báo liệu hệ số có nghĩa tồn tại cho thành phần độ chói hay không, và $cbWidth$ và $cbHeight$ lần lượt chỉ báo chiều rộng và chiều cao của đơn vị lập mã cho thành phần độ chói.

Trong Bảng 14, $(IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] == ISP_NO_SPLIT)$ chỉ báo là chế độ ISP không được áp dụng, và $(!cu_sbt_flag)$ chỉ báo rằng SBT không được áp dụng.

Theo Bảng 14, khi cả chiều rộng và chiều cao của đơn vị lập mã cho thành phần độ chói là 32 hoặc thấp hơn, thì $tu_mts_idx[x0][y0]$ được báo hiệu, tức là, liệu MTS được áp dụng được xác định bởi chiều rộng và chiều cao của đơn vị lập mã cho thành phần độ chói.

Theo ví dụ khác, khi xuất hiện sự xếp chồng khối biến đổi (TU) (ví dụ, khi kích thước biến đổi lớn nhất được thiết đặt là 32, thì đơn vị lập mã 64×64 được chia thành bốn khối biến đổi 32×32 và được lập mã), chỉ số MTS có thể được báo hiệu dựa trên kích thước của mỗi khối biến đổi. Ví dụ, khi cả chiều rộng và chiều cao của khối biến đổi là 32 hoặc thấp hơn, thì cùng một chỉ số MTS có thể được áp dụng cho tất cả khối biến đổi trong đơn vị lập mã, nhờ đó áp dụng cùng một phép biến đổi. Ngoài ra, khi xuất hiện sự xếp chồng khối biến đổi, thì giá trị của $tu_cbf_luma[x0][y0]$ trong Bảng 14 có thể là giá trị CBF cho khối biến đổi phía trên cùng-bên trái, hoặc có thể được thiết đặt là 1 khi giá trị CBF cho thậm chí một khối biến đổi của tất cả khối biến đổi là 1.

Theo một ví dụ, khi chế độ ISP được áp dụng cho khối hiện tại, thì LFNST có thể được áp dụng, trong đó trường hợp mà Bảng 14 có thể được thay đổi như được thể hiện trong Bảng 15.

[Bảng 15]

<code>coding_unit(x0, y0, cbWidth, cbHeight, cqtDepth, treeType, modeType) {</code>	Descriptor
<code>.....</code>	<code>ae(v)</code>
<code>if(cu_cbf) {</code>	
<code>.....</code>	
<code>LfnstDcOnly = 1</code>	
<code>LfnstZeroOutSigCoeffFlag = 1</code>	
<code>transform_tree(x0, y0, cbWidth, cbHeight, treeType)</code>	
<code>lfnstWidth = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbWidth / SubWidthC : (IntraSubPartitionsSplitType == ISP_VER_SPLIT) ? cbWidth / NumIntraSubPartitions : cbWidth</code>	
<code>lfnstHeight = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbHeight / SubHeightC : (IntraSubPartitionsSplitType == ISP_HOR_SPLIT) ? cbHeight / NumIntraSubPartitions : cbHeight</code>	
<code>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) && !transform_skip_flag[x0][y0] && Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY) {</code>	
<code>if((IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT LfnstDcOnly == 0) && LfnstZeroOutSigCoeffFlag == 1)</code>	
<code>lfnst_idx[x0][y0]</code>	<code>ae(v)</code>
<code>}</code>	
<code>if(tu_cbf_luma[x0][y0] && treeType != DUAL_TREE_CHROMA && lfnst_idx[x0][y0] == 0 && (cbWidth <= 32) && (cbHeight <= 32) && (IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] == ISP_NO_SPLIT) && (!cu_sbt_flag)) {</code>	
<code>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)))</code>	
<code>tu_mts_idx[x0][y0]</code>	<code>ae(v)</code>
<code>}</code>	
<code>}</code>	

Như được thể hiện trong Bảng 15, thậm chí trong chế độ ISP, $(\text{IntraSubPartitionsSplitType} \neq \text{ISP_NO_SPLIT})$ `lfnst_idx[ x0 ][ y0 ]` có thể được

tạo cấu hình để được báo hiệu, và cùng một giá trị chỉ số LFNST có thể được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng ISP.

Thêm nữa, như được thể hiện trong Bảng 15, bởi vì `tu_mts_idx[x0][y0]` có thể được báo hiệu chỉ trong chế độ ngoại trừ chế độ ISP, thì phần lập mã chỉ số MTS là giống như trong Bảng 14.

Như được thể hiện trong Bảng 14 và Bảng 15, khi chỉ số MTS được báo hiệu ngay sau chỉ số LFNST, thì thông tin về phép biến đổi sơ cấp có thể không được biết khi thực hiện việc lập mã phần dư. Tức là, chỉ số MTS được báo hiệu sau khi lập mã phần dư. Theo đó, trong phần lập mã phần dư, phần mà việc đặt bằng không được thực hiện trên đó trong khi để lại chỉ 16 hệ số cho DST-7 hoặc DCT-8 có chiều dài là 32 có thể được thay đổi như được thể hiện dưới đây trong Bảng 16.

[Bảng 16]

<code>residual_coding(x0, y0, log2TbWidth, log2TbHeight, cIdx) {</code>	Bộ mô tả
<code>if((sps_mts_enabled_flag && cu_sbt_flag && log2TbWidth < 6 && log2TbHeight < 6)</code>	
<code>&& cIdx == 0 && log2TbWidth > 4)</code>	
<code>log2ZoTbWidth = 4</code>	
<code>else</code>	
<code>log2ZoTbWidth = Min(log2TbWidth, 5)</code>	
<code>MaxCcbs = 2 * (1 << log2TbWidth) * (1 << log2TbHeight)</code>	
<code>if((sps_mts_enabled_flag && cu_sbt_flag && log2TbWidth < 6 && log2TbHeight < 6)</code>	
<code>&& cIdx == 0 && log2TbHeight > 4)</code>	
<code>log2ZoTbHeight = 4</code>	
<code>else</code>	
<code>log2ZoTbHeight = Min(log2TbHeight, 5)</code>	

<code>if(log2TbWidth > 0)</code>	
<code>last_sig_coeff_x_prefix</code>	<code>ae(v)</code>
<code>if(log2TbHeight > 0)</code>	
<code>last_sig_coeff_y_prefix</code>	<code>ae(v)</code>

if(last_sig_coeff_x_prefix > 3)	
last_sig_coeff_x_suffix	ae(v)
if(last_sig_coeff_y_prefix > 3)	
last_sig_coeff_y_suffix	ae(v)
log2TbWidth = log2ZoTbWidth	
log2TbHeight = log2ZoTbHeight	
remBinsPass1 = ((1 << (log2TbWidth + log2TbHeight)) * 7) >> 2	
log2SbW = (Min(log2TbWidth, log2TbHeight) < 2 ? 1 : 2)	
log2SbH = log2SbW	
if(log2TbWidth + log2TbHeight > 3) {	
if(log2TbWidth < 2) {	
log2SbW = log2TbWidth	
log2SbH = 4 - log2SbW	
} else if(log2TbHeight < 2) {	
log2SbH = log2TbHeight	
log2SbW = 4 - log2SbH	
}	
}	
numSbCoeff = 1 << (log2SbW + log2SbH)	
lastScanPos = numSbCoeff	
lastSubBlock = (1 << (log2TbWidth + log2TbHeight - (log2SbW + log2SbH))) - 1	
do {	
if(lastScanPos == 0) {	
lastScanPos = numSbCoeff	
lastSubBlock--	
}	
lastScanPos--	
xS = DiagScanOrder[log2TbWidth - log2SbW][log2TbHeight - log2SbH]	
[lastSubBlock][0]	
yS = DiagScanOrder[log2TbWidth - log2SbW][log2TbHeight - log2SbH]	
[lastSubBlock][1]	
xC = (xS << log2SbW) + DiagScanOrder[log2SbW][log2SbH][lastScanPos	
][0]	
yC = (yS << log2SbH) + DiagScanOrder[log2SbW][log2SbH][lastScanPos	
][1]	
} while((xC != LastSignificantCoeffX) (yC !=	
LastSignificantCoeffY))	

<pre> if(lastSubBlock == 0 && log2TbWidth >= 2 && log2TbHeight >= 2 && !transform_skip_flag[x0][y0] && lastScanPos > 0) </pre>	
<pre> LfnstDcOnly = 0 </pre>	
<pre> if((lastSubBlock > 0 && log2TbWidth >= 2 && log2TbHeight >= 2) (lastScanPos > 7 && (log2TbWidth == 2 log2TbWidth == 3) && log2TbWidth == log2TbHeight)) </pre>	
<pre> LfnstZeroOutSigCoeffFlag = 0 </pre>	

Như được thể hiện trong Bảng 16, trong quy trình xác định $\log_2\text{ZoTbWidth}$ và $\log_2\text{ZoTbHeight}$ (trong đó $\log_2\text{ZoTbWidth}$ và $\log_2\text{ZoTbHeight}$ lần lượt biểu thị các giá trị log cơ số 2 của chiều rộng và chiều cao của vùng phía trên cùng-bên trái còn lại sau việc đặt bằng không được thực hiện), thì bước kiểm tra giá trị của $\text{tu_mts_idx}[x0][y0]$ có thể được lược bỏ.

Việc nhị phân hóa $\text{last_sig_coeff_x_prefix}$ và $\text{last_sig_coeff_y_prefix}$ trong Bảng 16 có thể được xác định dựa trên $\log_2\text{ZoTbWidth}$ và $\log_2\text{ZoTbHeight}$ như được thể hiện trong Bảng 11.

Thêm nữa, như được thể hiện trong Bảng 16, điều kiện để kiểm tra $\text{sps_mts_enable_flag}$ có thể được thêm khi xác định $\log_2\text{ZoTbWidth}$ và $\log_2\text{ZoTbHeight}$ trong khi lập mã phần dư.

TR trong Bảng 11 chỉ báo phương pháp nhị phân hóa Rice được cắt cụt, và thông tin hệ số có nghĩa cuối cùng có thể được nhị phân hóa dựa trên cMax và cRiceParam được xác định trong Bảng 11 theo phương pháp được mô tả trong bảng sau đây.

Theo một ví dụ, khi thông tin về vị trí của hệ số có nghĩa cuối cùng của khối biến đổi độ chói được ghi trong quy trình lập mã phần dư, thì chỉ số MTS có thể được báo hiệu như được thể hiện trong Bảng 17.

[Bảng 17]

<code>coding_unit(x0, y0, cbWidth, cbHeight, cqtDepth, treeType, modeType) {</code>	Descripto r
<code>.....</code>	<code>ae(v)</code>
<code>if(cu_cbf) {</code>	
<code>.....</code>	
<code>LfnstDcOnly = 1</code>	
<code>LfnstZeroOutSigCoeffFlag = 1</code>	
<code>LumaLastSignificantCoeffX = 0</code>	
<code>LumaLastSignificantCoeffY = 0</code>	
<code>transform_tree(x0, y0, cbWidth, cbHeight, treeType)</code>	
<code>lfnstWidth = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbWidth / SubWidthC : (IntraSubPartitionsSplitType == ISP_VER_SPLIT) ? cbWidth / NumIntraSubPartitions : cbWidth</code>	
<code>lfnstHeight = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbHeight / SubHeightC : (IntraSubPartitionsSplitType == ISP_HOR_SPLIT) ? cbHeight / NumIntraSubPartitions : cbHeight</code>	
<code>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) && !transform_skip_flag[x0][y0] && Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY) {</code>	
<code>if((IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT LfnstDcOnly == 0) && LfnstZeroOutSigCoeffFlag == 1)</code>	
<code>lfnst_idx[x0][y0]</code>	<code>ae(v)</code>
<code>}</code>	
<code>if(tu_cbf_luma[x0][y0] && treeType != DUAL_TREE_CHROMA && lfnst_idx[x0][y0] == 0 && (cbWidth <= 32) && (cbHeight <= 32) && (LumaLastSignificantCoeffX < 16) && (LumaLastSignificantCoeffY < 16) && (IntraSubPartitionsSplit[x0][y0] == ISP_NO_SPLIT) && (!cu_sbt_flag))</code>	
<code>{</code>	
<code>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))</code>	
<code>tu_mts_idx[x0][y0]</code>	<code>ae(v)</code>
<code>}</code>	
<code>}</code>	

Trong Bảng 17, `LumaLastSignificantCoeffX` và `LumaLastSignificantCoeffY` lần lượt chỉ báo tọa độ X và tọa độ Y của vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng cho khối biến đổi độ chói. Điều kiện là cả `LumaLastSignificantCoeffX` và `LumaLastSignificantCoeffY` phải thấp hơn 16 đã được thêm vào Bảng 17. Khi một trong đó là 16 hoặc lớn hơn, thì DCT-2 được áp dụng theo cả hướng ngang và thẳng, sao cho việc báo hiệu cho `tu_mts_idx[ x0 ][ y0 ]` được lược bỏ và điều này có thể được suy ra là DCT-2 được áp dụng cho cả hai hướng ngang và thẳng.

Khi cả hai `LumaLastSignificantCoeffX` và `LumaLastSignificantCoeffY` là thấp hơn 16, thì nghĩa là hệ số có nghĩa cuối cùng tồn tại trong vùng phía trên cùng-bên trái 16x16. Ngoài ra, điều này thể hiện là khi DST-7 hoặc DCT-8 có chiều dài 32 được áp dụng trong chuẩn VVC, thì có khả năng là việc đặt bằng không, mà để lại chỉ 16 hệ số biến đổi từ bên trái hoặc phía trên cùng, được áp dụng. Theo đó, `tu_mts_idx[ x0 ][ y0 ]` có thể được báo hiệu để báo hiệu nhân biến đổi được sử dụng cho phép biến đổi sơ cấp.

Trong ví dụ khác, bảng cú pháp đơn vị lập mã và bảng cú pháp lập mã phân dư là như sau.

[Bảng 18]

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) {
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 19]

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)
MaxCbs = 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
...

Trong Bảng 18, MtsZeroOutSigCoeffFlag ban đầu được thiết đặt là 1, và giá trị này có thể được thay đổi khi lập mã phần dư trong Bảng 19. Giá trị của biến MtsZeroOutSigCoeffFlag được thay đổi từ 1 sang 0 khi hệ số có nghĩa tồn tại trong vùng (LastSignificantCoeffX > 15 || LastSignificantCoeffY > 15) cần được điền bằng 0 bằng cách đặt bằng không, mà trong trường hợp chỉ số MTS không được báo hiệu như được thể hiện trong Bảng 19.

Trong đó khi, bảng cú pháp của cấp đơn vị biến đổi theo ví dụ được thể hiện như sau.

[Bảng 20]

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]
}
if(tu_cbf_luma[x0][y0]) {
MtsZeroOutSigCoeffFlag = 1
if(!transform_skip_flag[x0][y0])
residual_coding(x0, y0, Log2(tbWidth), Log2(tbHeight), 0)
else
residual_ts_coding(x0, y0, Log2(tbWidth), Log2(tbHeight), 0)
}

Như được thể hiện trong Bảng 20, MtsZeroOutSigCoeffFlag có thể được thiết đặt là 1 khi tu_cbf_luma[x0][y0] là 1, và khi tu_cbf_luma[x0][y0] là 0, thì giá trị MtsZeroOutSigCoeffFlag hiện có có thể được duy trì. Theo đó, khi tu_cbf_luma[x0][y0] là 0 và giá trị MtsZeroOutSigCoeffFlag được duy trì tại 0, thì việc lập mã mts_idx[x0][y0] có thể được lược bỏ. Tức là, nếu giá trị CBF của thành phần độ chói là 0, thì bởi vì chỉ số MTS là không có nghĩa bởi vì phép biến đổi không được áp dụng, nên việc lập mã chỉ số MTS có thể được lược bỏ.

Các hình vẽ sau đây được tạo ra để giải thích ví dụ cụ thể của sáng chế. Bởi vì các tên của các thiết bị cụ thể được mô tả trong các hình vẽ hoặc các tên của các tín hiệu/thông điệp/trường cụ thể được biểu thị theo cách ví dụ, nên các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế này không được giới hạn ở các tên cụ thể được sử dụng trong các hình vẽ sau đây.

Fig.21 là sơ đồ tiến trình thể hiện hoạt động vận hành của thiết bị giải mã video theo một phương án của sáng chế này.

Mỗi bước được bộc lộ trên Fig.21 là dựa trên một số nội dung được mô tả nêu

trên trên các Fig. 4 đến Fig.20. Do đó, phần giải thích về nội dung cụ thể được lặp lại với các nội dung được mô tả nêu trên trên các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.20 sẽ được lược bỏ hoặc đưa ra ngắn gọn.

Theo một phương án, thiết bị giải mã 300 có thể thu thông tin phần dư từ luồng bit (S2110).

Tuy nhiên, thiết bị giải mã 300 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 hợp nhất trong tập tham số trình tự (sequence parameter set, SPS) hoặc tiêu đề lát, và có thể bao gồm ít nhất một trong thông tin về liệu phép biến đổi giảm (RST) được áp dụng hay không, thông tin về nhân tố được giảm, thông tin về kích thước biến đổi nhỏ nhất mà phép biến đổi giảm được áp dụng với, thông tin về kích thước biến đổi lớn nhất mà phép biến đổi giảm được áp dụng với, và thông tin về chỉ số biến đổi chỉ báo bất kỳ một thành phần trong số kích thước biến đổi ngược được rút gọn và ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi.

Ngoài ra, thiết bị giải mã có thể còn thu thông tin về chế độ nội dự đoán cho khối hiện tại và thông tin về liệu ISP được áp dụng cho khối hiện tại hay không. Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất liệu khối hiện tại được chia thành số lượng khối biến đổi phân vùng con định trước bằng cách thu và phân tích cú pháp thông tin cờ chỉ báo liệu để áp dụng việc lập mã ISP hay chế độ ISP. 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 khối phân vùng con được chia thông qua thông tin cờ chỉ báo hướng mà khối hiện tại sẽ được chia trong đó.

Thiết bị giải mã 300 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi bằng cách giải lượng

tử hóa thông tin phần dư về khối hiện tại, tức là, các hệ số biến đổi được lượng tử hóa (S2120).

Các hệ số biến đổi được suy ra có thể sắp xếp theo thứ tự quét đường chéo ngược theo các đơn vị là các khối 4×4 , và các hệ số biến đổi bên trong khối 4×4 có thể cũng được sắp xếp theo thứ tự quét đường chéo ngược. Tức là, các hệ số biến đổi mà việc giải lượng tử hóa đã được thực hiện trên đó có thể được sắp xếp theo thứ tự quét ngược được áp dụng trong codec video như trong VVC hoặc HEVC.

Hệ số biến đổi được dẫn xuất dựa trên thông tin phần dư này có thể là hệ số biến đổi được giải lượng tử hóa như được mô tả nêu trên, và có thể cũng là hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Tức là, hệ số biến đổi có thể là dữ liệu bất kỳ có khả năng kiểm tra liệu đó là dữ liệu khác không hay trong khối hiện tại bất kể liệu nó được lượng tử hóa hay không.

Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất các mẫu phần dư bằng cách áp dụng phép biến đổi ngược cho các hệ số biến đổi được lượng tử hóa.

Như được mô tả ở trên, thiết bị giải mã có thể dẫn xuất các mẫu phần dư bằng cách áp dụng LFNST, mà là phép biến đổi không phân tách được, hoặc MTS, mà là phép biến đổi phân tách được, và các phép biến đổi này có thể được thực hiện lần lượt dựa trên chỉ số LFNST chỉ báo nhân LFNST, tức là, ma trận LFNST, và chỉ số MTS chỉ báo nhân MTS.

Thiết bị giải mã có thể thu và phân tích cú pháp ít nhất một trong số chỉ số LFNST hoặc chỉ số MTS trong cấp đơn vị lập mã, và có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST chỉ số nhân LFNST trước đó, tức là, ngay trước đó, chỉ số MTS chỉ báo nhân MTS.

Chỉ số MTS có thể được phân tích cú pháp theo điều kiện cụ thể cho chỉ số LFNST, ví dụ, khi chỉ số LFNST là 0. Cũng như vậy, theo một ví dụ, khi loại cây của khối hiện tại là độ chói cây kép hoặc cây đơn, và giá trị chỉ số LFNST là 0, thì chỉ số

MTS có thể được phân tích cú pháp.

Khi giá trị chỉ số LFNST là 0, thì cấp lập mã phần dư có thể bao gồm cú pháp vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng, và chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp sau khi thông tin vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng được phân tích cú pháp.

Theo một ví dụ, khi khối hiện tại là khối độ chói và chỉ số LFNST là 0, thì chỉ số MTS có thể được phân tích cú pháp. Tức là, khi khối hiện tại là khối độ chói, và nếu chỉ số LFNST là lớn hơn 0, thì chỉ số MTS có thể không được phân tích cú pháp.

Theo một ví dụ, khi loại cây của khối hiện tại là cây kép, thì chỉ số LFNST cho mỗi trong khối độ chói và khối sắc độ có thể được phân tích cú pháp.

Trong khi đó, khi dẫn xuất hệ số biến đổi, thì chiều rộng và chiều cao của vùng phía trên cùng-bên trái trong đó hệ số có nghĩa cuối cùng có thể tồn tại trong khối hiện tại bằng cách đặt bằng không có thể được dẫn xuất, và chiều rộng và chiều cao của vùng phía trên cùng-bên trái có thể được dẫn xuất trước khi phân tích cú pháp chỉ số MTS.

Trong khi đó, vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng có thể được dẫn xuất bằng chiều rộng và chiều cao cho vùng phía trên cùng-bên trái, và thông tin vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng có thể được nhị phân hóa dựa trên chiều rộng và chiều cao của vùng phía trên cùng-bên trái.

Thay vào đó, theo một ví dụ, khi loại cây của khối hiện tại là loại cây đơn, thì thiết bị giải mã có thể thực hiện việc lập mã phần dư trên khối độ chói và khối sắc độ của khối hiện tại và sau đó có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST.

Khi chỉ số LFNST được phân tích cú pháp trong cấp đơn vị lập mã sau khi thực hiện việc lập mã phần dư không phải trong cấp khối biến đổi hay cấp lập mã phần dư, thì chỉ số LFNST phản xạ các vị trí của các hệ số biến đổi hoàn chỉnh cho

khối độ chói và khối sắc độ và thông tin đặt bằng không được kế thừa trong quy trình biến đổi chữ thông phải thông tin hệ số biến đổi về hoặc là khối độ chói hoặc là khối sắc độ có thể được thu.

Khi loại cây của khối hiện tại là loại cây kép và thành phần sắc độ được lập mã, thì thiết bị giải mã có thể thực hiện việc lập mã phần dư trên thành phần Cb và thành phần Cr của khối sắc độ và sau đó có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST.

Khi chỉ số LFNST được phân tích cú pháp trong cấp đơn vị lập mã sau khi thực hiện việc lập mã phần dư không phải trong cấp khối biến đổi hay cấp lập mã phần dư, thì chỉ số LFNST phản xạ các vị trí của các hệ số biến đổi hoàn chỉnh cho thành phần Cb và thành phần Cr của khối sắc độ và thông tin đặt bằng không được kế thừa trong quy trình biến đổi chứa không phải thông tin hệ số biến đổi về bất kỳ một trong thành phần Cb và thành phần Cr của khối sắc độ có thể được thu.

Khi khối hiện tại được phân vùng thành nhiều khối phân vùng con, thì thiết bị giải mã có thể thực hiện việc lập mã phần dư trên nhiều khối phân vùng con và sau đó có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST.

Tương tự với phần mô tả ở trên, khi chỉ số LFNST được phân tích cú pháp trong cấp đơn vị lập mã sau khi thực hiện việc lập mã phần dư không phải trong cấp khối biến đổi hay cấp lập mã phần dư, thì chỉ số LFNST phản ánh các vị trí của các hệ số biến đổi hoàn chỉnh cho tất cả khối phân vùng con và thông tin đặt bằng không được kế thừa trong quy trình biến đổi chứ không phải thông tin hệ số biến đổi về một số hoặc khối phân vùng con riêng lẻ có thể được thu.

Theo một ví dụ, khi khối hiện tại được phân vùng thành nhiều khối phân vùng con, thì chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp bất kể liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của mỗi trong nhiều khối phân vùng con hay không. Tức là, nếu hệ số có nghĩa cuối cùng được cho phép để được đặt chỉ trong vị trí DC cho tất cả khối phân vùng con khi ISP được áp dụng cho khối hiện tại, thì việc báo

hiệu chỉ số LFNST có thể được cho phép.

Trong quy trình lập mã phần dư, thiết bị giải mã có thể dẫn xuất biến thứ nhất chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại hay không, và có thể dẫn xuất biến thứ hai chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng thứ hai ngoại trừ vùng thứ nhất phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại hoặc khối phân vùng con mà khối hiện tại được phân vùng thành.

Thiết bị giải mã có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST khi hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC và hệ số biến đổi không tồn tại trong vùng thứ hai.

Cụ thể, để xác định liệu để phân tích cú pháp chỉ số LFNST hay không, thiết bị giải mã có thể dẫn xuất biến thứ nhất chỉ báo liệu hệ số biến đổi, tức là, hệ số có nghĩa, tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại hay không.

Biến thứ nhất có thể là biến `LfnstDcOnly` mà có thể được dẫn xuất trong quy trình lập mã phần dư. Biến thứ nhất có thể được dẫn xuất như 0 khi chỉ số của khối con bao gồm hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối hiện tại là 0 và vị trí của hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối con là lớn hơn 0, và chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp khi biến thứ nhất là 0. Khối con đề cập đến khối 4×4 được sử dụng như đơn vị lập mã trong khi lập mã phần dư và có thể cũng được đề cập đến như nhóm hệ số (coefficient group, CG). Chỉ số khối con là 0 chỉ báo khối con phía trên cùng-bên trái 4×4 .

Biến thứ nhất có thể được thiết đặt ban đầu như 1, và có thể được duy trì ở 1 hoặc có thể được thay đổi thành 0 tùy thuộc vào liệu hệ số có nghĩa tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC hay không.

Biến `LfnstDcOnly` chỉ báo liệu hệ số khác không tồn tại tại vị trí thành phần khác DC cho ít nhất một khối biến đổi bên trong một đơn vị lập mã hay không, có thể là 0 khi hệ số khác không tồn tại tại vị trí thành phần khác DC cho ít nhất một khối biến đổi bên trong một đơn vị lập mã hay không, và có thể là 1 khi hệ số khác không

không tồn tại ở vị trí thành phần khác DC cho tất cả các khối biến đổi bên trong một đơn vị lập mã.

Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất biến thứ hai chỉ báo liệu hệ số có nghĩa tồn tại trong vùng thứ hai ngoại trừ vùng thứ nhất phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại, do đó kiểm tra liệu việc đặt bằng không đã được thực hiện trên khu vực thứ hai hay chưa.

Biến thứ hai có thể là biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` mà có thể chỉ báo rằng việc đặt bằng không được thực hiện khi LFNST được áp dụng. Biến thứ hai ban đầu có thể được thiết đặt là 1, và có thể được thay đổi là 0 khi hệ số có nghĩa tồn tại trong vùng thứ hai.

Biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` có thể được dẫn xuất như 0 khi chỉ số của khối con mà hệ số khác không cuối cùng tồn tại trong đó là lớn hơn 0 và cả chiều rộng và chiều cao của khối biến đổi là bằng hoặc là lớn hơn 4 và khi vị trí của hệ số khác không cuối cùng trong khối con mà hệ số khác không cuối cùng tồn tại trong đó là lớn hơn 7 và kích thước của khối biến đổi là 4×4 hoặc 8×8 . Khối con đề cập đến khối 4×4 được sử dụng như đơn vị lập mã trong khi lập mã phần dư và có thể cũng được đề cập đến như nhóm hệ số (coefficient group, CG). Chỉ số khối con là 0 chỉ báo khối con phía trên cùng-bên trái 4×4 .

Tức là, khi hệ số khác không được dẫn xuất trong vùng ngoại trừ vùng phía trên cùng-bên trái trong đó hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại trong khối biến đổi, hoặc hệ số khác không tồn tại bên ngoài vị trí thứ tám theo thứ tự quét cho khối 4×4 và khối 8×8 , thì biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` được thiết đặt là 0.

Theo một ví dụ, khi ISP được áp dụng cho đơn vị lập mã, thì nếu xác định được là hệ số biến đổi tồn tại trong vị trí ngoại trừ vị trí trong đó hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại thậm chí cho một khối phân vùng con trong số tất cả các khối phân vùng con, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ. Tức là, khi việc đặt bằng

không không được thực hiện trong một khối phân vùng con và hệ số có nghĩa tồn tại trong vùng thứ hai, thì chỉ số LFNST không được báo hiệu.

Vùng thứ nhất có thể được dẫn xuất dựa trên kích thước của khối hiện tại.

Ví dụ, khi kích thước của khối hiện tại là 4×4 hoặc 8×8 , thì vùng thứ nhất có thể là từ phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại đến vị trí mẫu thứ tám theo hướng quét. Khi khối hiện tại được phân vùng và kích thước của khối phân vùng con là 4×4 hoặc 8×8 , thì vùng thứ nhất có thể là từ phía trên cùng-bên trái của khối phân vùng con đến vị trí mẫu thứ tám theo hướng quét.

Khi kích thước của khối hiện tại là 4×4 hoặc 8×8 , thì tám mảnh dữ liệu được xuất ra thông qua LFNST xuôi, và do đó tám hệ số biến đổi thu được bởi thiết bị giải mã có thể được sắp xếp từ phía trên cùng bên trái của khối hiện tại đến vị trí mẫu thứ tám theo hướng quét như được thể hiện trên (a) của Fig.13 và (a) của Fig.14.

Khi kích thước của khối hiện tại không là 4×4 hoặc 8×8 , thì vùng thứ nhất có thể là vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 của khối hiện tại. Khi kích thước của khối hiện tại không là 4×4 hoặc 8×8 , thì 16 mảnh dữ liệu được xuất ra thông qua LFNST xuôi, và do đó 16 hệ số biến đổi thu được bởi thiết bị giải mã có thể được sắp xếp trong vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 của khối hiện tại như được thể hiện trên (b) đến (d) của Fig.13 và (b) của Fig.14.

Các hệ số biến đổi mà có thể được sắp xếp trong vùng thứ nhất có thể được sắp xếp theo hướng quét đường chéo như được thể hiện trên Fig.8.

Như được mô tả ở trên, khi khối hiện tại được phân vùng thành các khối phân vùng con, thì nếu không có hệ số biến đổi tồn tại trong tất cả các vùng thứ hai riêng lẻ cho nhiều khối phân vùng con, thì thiết bị giải mã có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST. Khi hệ số biến đổi tồn tại trong vùng thứ hai cho một khối phân vùng con bất kỳ, thì chỉ số LFNST không được phân tích cú pháp.

Như được mô tả nêu trên, LFNST có thể được áp dụng cho khối phân vùng con có chiều rộng và chiều cao là 4 hoặc lớn hơn, và chỉ số LFNST cho khối hiện tại mà là khối lập mã có thể được áp dụng cho nhiều khối phân vùng con.

Bởi vì việc đặt bằng không được phản xạ LFNST (bao gồm tất cả các lần đặt bằng không được kế thừa khi áp dụng LFNST) được áp dụng cho khối phân vùng con như chính nó, thì vùng thứ nhất được áp dụng ngang bằng cho khối phân vùng con. Tức là, khi khối phân vùng con được phân vùng là khối 4×4 hoặc khối 8×8 , thì LFNST có thể được áp dụng từ phía trên cùng-bên trái của khối phân vùng con đến hệ số biến đổi thứ tám theo thứ tự quét, và khi khối phân vùng con không là khối 4×4 hoặc khối 8×8 , thì LFNST có thể được áp dụng cho các hệ số biến đổi trong vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 của khối phân vùng con.

Ngoài ra, trong quy trình lập mã phần dư, thiết bị giải mã có thể xác định liệu hệ số biến đổi là có mặt trong vùng ngoại trừ vùng phía trên cùng-bên trái 16×16 của khối hiện tại (S2130) hay không, và có thể phân tích cú pháp chỉ số MTS khi không có hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vùng 16×16 (S2140).

Tóm lại, thiết bị giải mã có thể dẫn xuất biến thứ ba chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng không phải vùng phía trên cùng-bên trái 16×16 .

Biến thứ ba là biến `MtsZeroOutSigCoeffFlag` mà có thể chỉ báo là việc đặt bằng không được thực hiện khi MTS được áp dụng. Biến `MtsZeroOutSigCoeffFlag` chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng phía trên cùng-bên trái trong đó hệ số có nghĩa cuối cùng có thể tồn tại bằng cách đặt bằng không sau khi thực hiện MTS, tức là, vùng ngoại trừ vùng phía trên cùng-bên trái 16×16 , và giá trị của biến thứ ba ban đầu có thể được thiết đặt là 1 và có thể thay đổi từ 1 đến 0 khi hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vùng phía trên cùng-bên trái 16×16 . Khi giá trị của biến thứ ba là 0, thì chỉ số MTS không được báo hiệu.

Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất các mẫu phần dư bằng cách áp dụng ít nhất

một trong LFNST được thực hiện dựa trên chỉ số LFNST hoặc MTS được thực hiện dựa trên chỉ số MTS và theo một ví dụ, các mẫu phần dư có thể được dẫn xuất bằng cách áp dụng nhân MTS được dẫn xuất dựa trên chỉ số MTS cho các hệ số biến đổi của vùng phía trên cùng-bên trái 16 x 16 (S2150).

Tiếp theo, thiết bị giải mã 300 có thể tạo ra các mẫu được tái dựng dựa trên các mẫu phần dư cho khối hiện tại và các mẫu dự đoán cho khối hiện tại (S2160).

Các hình vẽ sau đây được tạo ra để giải thích ví dụ cụ thể của sáng chế. Bởi vì các tên của các thiết bị cụ thể được mô tả trong các hình vẽ hoặc các tên của các tín hiệu/thông điệp/trường cụ thể được biểu thị theo cách ví dụ, nên các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế này không được giới hạn ở các tên cụ thể được sử dụng trong các hình vẽ sau đây.

Fig.22 là sơ đồ tiến trình thể hiện hoạt động vận hành của thiết bị mã hóa video theo một phương án của sáng chế này.

Mỗi bước được bộc lộ trên Fig.22 là dựa trên một số nội dung được mô tả nêu trên trên các Fig.4 đến Fig.20. Do đó, phần giải thích cho nội dung cụ thể được lặp lại với các nội dung được mô tả nêu trên trên các Fig.2, và Fig.4 đến Fig.20 ở trên sẽ được lược bỏ hoặc được đưa ngắn gọn.

Thiết bị mã hóa 200 theo một phương án có thể dẫn xuất các mẫu dự đoán cho khối hiện tại dựa trên chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối hiện tại (S2210).

Thiết bị mã hóa có thể thực hiện việc dự đoán cho mỗi khối biến đổi phân vùng con trong trường hợp mà ISP được áp dụng cho khối hiện tại.

Thiết bị mã hóa có thể xác định liệu để áp dụng việc lập mã ISP hay chế độ ISP cho khối hiện tại, tức là, khôi lập mã, và theo kết quả xác định, có thể để xác định hướng nào mà khối hiện tại cần được chia theo đó, và để dẫn xuất kích thước và số lượng khối con cần được chia.

Thiết bị mã hóa 200 có thể dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối hiện tại dựa trên các mẫu dự đoán (S2220).

Thiết bị mã hóa 200 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại bằng cách 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 định trước, theo một ví dụ, các hệ số biến đổi cho khối hiện tại có thể được dẫn xuất dựa trên MTS cho các mẫu phần dư (S2230).

Phép biến đổi sơ cấp có thể được thực hiện thông qua nhiều nhân biến đổi như MTS, và trong trường hợp này, nhân biến đổi có thể được chọn dựa trên chế độ nội dự đoán.

Sau khi dẫn xuất các hệ số biến đổi bằng cách áp dụng MTS, thì mã hóa có thể đặt bằng không các vùng còn lại của khối hiện tại ngoại trừ vùng cụ thể tại phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại, ví dụ, vùng 16x16 (S2240).

Theo một ví dụ, thiết bị mã hóa có thể thực hiện việc đặt bằng không khi MTS được áp dụng trong phép biến đổi sơ cấp của khối hiện tại. Thiết bị mã hóa có thể thực hiện việc đặt bằng không bằng cách điền vùng ngoại trừ vùng phía trên cùng-bên trái 16 x 16 của khối hiện tại hoặc khối phân vùng con với 0 và có thể mã hóa chỉ số MTS theo biến thứ ba chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng đặt bằng không hay không.

Biến thứ ba là biến `MtsZeroOutSigCoeffFlag` mà có thể chỉ báo là việc đặt bằng không được thực hiện khi MTS được áp dụng. Biến `MtsZeroOutSigCoeffFlag` chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng phía trên cùng-bên trái trong đó hệ số có nghĩa cuối cùng có thể tồn tại bằng cách đặt bằng không sau khi thực hiện MTS, tức là, vùng ngoại trừ vùng phía trên cùng-bên trái 16 x 16, và giá trị của biến thứ ba ban đầu có thể được thiết đặt là 1 và có thể thay đổi từ 1 đến 0 khi hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vùng phía trên cùng-bên trái 16 x 16. Khi giá trị của biến thứ ba là 0, thì chỉ số MTS không được mã hóa và báo hiệu.

Theo một ví dụ, thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng dựa trên chiều rộng và chiều cao của vùng phía trên cùng-bên trái, và có thể nhị phân hóa thông tin vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng.

Theo một ví dụ, chiều rộng và chiều cao của vùng phía trên cùng-bên trái có thể được dẫn xuất trước khi báo hiệu chỉ số MTS.

Cũng như vậy, thiết bị mã hóa 200 có thể xác định liệu để thực hiện phép biến đổi thứ cấp, hay phép biến đổi không phân tách được, cụ thể LFNST, trên các hệ số biến đổi cho khối hiện tại, và có thể áp dụng LFNST cho các hệ số biến đổi để dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh.

LFNST là phép biến đổi không phân tách được mà áp dụng việc biến đổi mà không phân tách các hệ số theo hướng cụ thể, không giống phép biến đổi sơ cấp mà phân tách các biến đổi theo hướng thẳng hoặc ngang, các hệ số vốn là các mục tiêu biến đổi. Phép biến đổi không phân tách được có thể là phép biến đổi không phân tách được tần số thấp mà áp dụng phép biến đổi chỉ cho vùng tần số thấp chứ không phải toàn bộ khối mục tiêu mà là mục tiêu biến đổi.

Khi ISP được áp dụng cho khối hiện tại, thì thiết bị mã hóa có thể xác định liệu LFNST có thể được áp dụng cho chiều cao và chiều rộng của khối phân vùng con được chia.

Thiết bị mã hóa có thể xác định liệu LFNST có thể được áp dụng cho chiều cao và chiều rộng của khối phân vùng con được chia hay không. Trong trường hợp này, thiết bị giải mã có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST khi chiều cao và chiều rộng của khối phân vùng con là bằng hoặc lớn hơn 4.

Thiết bị mã hóa có thể tạo cấu hình và xuất ra thông tin ảnh như ít nhất một trong số chỉ số LFNST và chỉ số MTS được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã, và chỉ số MTS được báo hiệu ngay sau khi báo hiệu chỉ số LFNST, và phần dư được dẫn xuất thông qua việc lượng tử hóa các hệ số biến đổi, thông tin có thể được mã hóa (S2250).

Chỉ số MTS có thể được mã hóa theo điều kiện cụ thể cho chỉ số LFNST, ví dụ, khi chỉ số LFNST là 0. Cũng như vậy, theo một ví dụ, khi loại cây của khối hiện tại là độ chói cây kép hoặc cây đơn, và giá trị chỉ số LFNST là 0, thì chỉ số MTS có thể được mã hóa.

Theo một ví dụ, khi khối hiện tại là khối độ chói và chỉ số LFNST chỉ báo 0, thì thiết bị mã hóa có thể mã hóa chỉ số MTS.

Theo một ví dụ, khi loại cây của khối hiện tại là cây kép, thì thiết bị mã hóa có thể mã hóa chỉ số LFNST cho mỗi trong khối độ chói và khối sắc độ.

Thay vào đó, theo một ví dụ, khi loại cây của khối hiện tại là loại cây đơn, thì thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất tất cả các hệ số biến đổi cho khối độ chói và khối sắc độ của khối hiện tại và sau đó có thể mã hóa chỉ số LFNST trong cấp đơn vị lập mã.

Khi chỉ số LFNST được mã hóa trong cấp đơn vị lập mã sau khi dẫn xuất tất cả các hệ số biến đổi không trong cấp khối biến đổi hoặc cấp lập mã phần dư, thì chỉ số LFNST phản xạ các vị trí của các hệ số biến đổi hoàn chỉnh cho khối độ chói và khối sắc độ và thông tin đặt bằng không được kế thừa trong quy trình biến đổi chứ không phải thông tin hệ số biến đổi về hoặc là khối độ chói hoặc là khối sắc độ có thể được mã hóa.

Khi loại cây của khối hiện tại là loại cây kép và thành phần sắc độ được lập mã, thì thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất tất cả các hệ số biến đổi trên thành phần Cb và thành phần Cr của khối sắc độ và sau đó có thể mã hóa chỉ số LFNST trong cấp đơn vị lập mã.

Khi chỉ số LFNST được mã hóa trong cấp đơn vị lập mã sau khi dẫn xuất tất cả các hệ số biến đổi không phải trong cấp khối biến đổi hay cấp lập mã phần dư, thì chỉ số LFNST phản xạ các vị trí của các hệ số biến đổi hoàn chỉnh cho thành phần Cb và thành phần Cr của khối sắc độ và thông tin đặt bằng không được kế thừa trong quy trình biến đổi chứ không phải thông tin hệ số biến đổi về bất kỳ một trong thành

phần Cb và thành phần Cr của khối sắc độ có thể được mã hóa.

Khi khối hiện tại được phân vùng thành nhiều khối phân vùng con, thì thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất tất cả các hệ số biến đổi cho nhiều khối phân vùng con và sau đó có thể mã hóa chỉ số LFNST trong cấp đơn vị lập mã.

Tương tự với phần mô tả ở trên, khi chỉ số LFNST được phân tích cú pháp trong cấp đơn vị lập mã sau khi dẫn xuất tất cả các hệ số biến đổi không phải trong cấp khối biến đổi hay cấp lập mã phần dư, thì chỉ số LFNST phản ánh các vị trí của các hệ số biến đổi hoàn chỉnh cho tất cả khối phân vùng con và thông tin đặt bằng không được kế thừa trong quy trình biến đổi chứ không phải thông tin hệ số biến đổi về một số hoặc khối phân vùng con riêng lẻ có thể được mã hóa.

Khi khối hiện tại được phân vùng thành nhiều khối phân vùng con, thì thiết bị mã hóa có thể mã hóa chỉ số LFNST bất kể liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của mỗi khối phân vùng con của nhiều khối phân vùng con hay không. Tức là, nếu hệ số có nghĩa cuối cùng được cho phép để được đặt chỉ trong vị trí DC cho tất cả khối phân vùng con khi ISP được áp dụng cho khối hiện tại, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được cho phép.

Trong quy trình dẫn xuất các hệ số biến đổi, thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất biến thứ nhất chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại hay không và biến thứ hai chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng thứ hai ngoại trừ vùng thứ nhất phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại hoặc khối phân vùng con mà khối hiện tại được phân vùng thành.

Thiết bị mã hóa có thể mã hóa chỉ số LFNST khi hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC và hệ số biến đổi không tồn tại trong vùng thứ hai.

Cụ thể, biến thứ nhất có thể là biến `LfnstDcOnly` và được dẫn xuất như 0 khi chỉ số của khối con bao gồm hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối hiện tại là 0 và vị trí của hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối con là lớn hơn 0, và chỉ số LFNST có thể

được mã hóa khi biến thứ nhất là 0.

Biến thứ nhất có thể được thiết đặt ban đầu như 1, và có thể được duy trì ở 1 hoặc có thể được thay đổi thành 0 tùy thuộc vào liệu hệ số có nghĩa tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC hay không.

Biến `LfnstDcOnly` chỉ báo liệu hệ số khác không tồn tại tại vị trí thành phần khác DC cho ít nhất một khối biến đổi bên trong một đơn vị lập mã hay không, có thể là 0 khi hệ số khác không tồn tại tại vị trí thành phần khác DC cho ít nhất một khối biến đổi bên trong một đơn vị lập mã hay không, và có thể là 1 khi hệ số khác không không tồn tại ở vị trí thành phần khác DC cho tất cả các khối biến đổi bên trong một đơn vị lập mã.

Thiết bị mã hóa có thể đặt bằng không vùng thứ hai của khối hiện tại khi không có các hệ số biến đổi được điều chỉnh tồn tại sau khi thực hiện LFNST, và có thể dẫn xuất biến thứ hai chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại trong vùng thứ hai hay không.

Như được thể hiện trên Fig.13 và Fig.14, vùng còn lại của khối hiện tại nơi mà không có các hệ số biến đổi được điều chỉnh tồn tại có thể được đặt bằng không. Do việc đặt bằng không này, có thể giảm lượng tính toán được đòi hỏi để thực hiện toàn bộ quy trình biến đổi và để giảm lượng hoạt động vận hành được đòi hỏi cho toàn bộ quy trình biến đổi, do đó giảm sự tiêu thụ công suất được đòi hỏi để thực hiện việc biến đổi. Thêm nữa, độ trễ được sinh ra trong quy trình biến đổi có thể được giảm, do đó tăng hiệu quả lập mã ảnh.

Biến thứ hai có thể là biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` mà có thể chỉ báo rằng việc đặt bằng không được thực hiện khi LFNST được áp dụng. Biến thứ hai ban đầu có thể được thiết đặt là 1, và có thể được thay đổi là 0 khi hệ số có nghĩa tồn tại trong vùng thứ hai.

Biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` có thể được dẫn xuất như 0 khi chỉ số của

khối con mà hệ số khác không cuối cùng tồn tại trong đó là lớn hơn 0 và cả chiều rộng và chiều cao của khối biến đổi là bằng hoặc là lớn hơn 4 và khi vị trí của hệ số khác không cuối cùng trong khối con mà hệ số khác không cuối cùng tồn tại trong đó là lớn hơn 7 và kích thước của khối biến đổi là 4×4 hoặc 8×8 .

Tức là, khi hệ số khác không được dẫn xuất trong vùng ngoại trừ vùng phía trên cùng-bên trái trong đó hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại trong khối biến đổi, hoặc hệ số khác không tồn tại bên ngoài vị trí thứ tám theo thứ tự quét cho khối 4×4 và khối 8×8 , thì biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` được thiết đặt là 0.

Phần mô tả của vùng thứ nhất và phần mô tả của việc đặt bằng không trong trường hợp trong đó ISP được áp dụng về cơ bản là giống như các phần mô tả được mô tả trong phương pháp giải mã, và do đó phần mô tả thừa sẽ được lược bỏ.

Ngoài ra, thiết bị mã hóa có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bằng cách thực hiện việc lượng tử hóa dựa trên hệ số biến đổi hoặc các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối hiện tại, và có thể mã hóa và xuất ra thông tin ảnh bao gồm thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa.

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

Cụ thể hơn, thiết bị mã hóa 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 được tạo ra.

Trong sáng chế này, ít nhất một trong việc lượng tử hóa/giải lượng tử hóa và/hoặc biến đổi/biến đổi ngược có thể được lược bỏ. Khi việc lượng tử hoá/giải lượng tử được lược bỏ, thì hệ số biến đổi được lượng tử hoá có thể được gọi là hệ số

biến đổi. Khi việc biến đổi/biến đổi ngược được lược bỏ, thì hệ số biến đổi có thể được đề cập đến như hệ số hoặc hệ số dư hoặc có thể vẫn được đề cập đến như hệ số biến đổi cho sự đồng nhất về diễn đạt.

Thêm nữa, hệ số biến đổi được lượng tử hóa và hệ số biến đổi có thể được đề cập đến lần lượt như hệ số biến đổi và hệ số được định tỷ lệ. Trong trường hợp này, thông tin phần dư có thể bao gồm thông tin về hệ số (các hệ số) biến đổi, và thông tin về hệ số (các hệ số) biến đổi có thể được báo hiệu 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 hệ số biến đổi (các hệ số biến đổi)), và các hệ số biến đổi được định tỷ lệ có thể được dẫn xuất thông qua việc biến đổi ngược (định tỷ lệ) 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 tỷ lệ. Các chi tiết này có thể cũng được áp dụng/thể hiện trong các phần khác của sáng chế này.

Theo các phương án nêu trên, thì các phương pháp được giải thích dựa trên các lưu đồ bằng hàng loạt các bước hoặc các khối, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở thứ tự đó của các bước, và bước nhất định có thể được thực hiện với thứ tự khác so với thứ tự được mô tả trên đây, hoặc xuất hiện đồng thời với bước khác. Hơn nữa, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu rằng các bước được thể hiện trên lưu đồ là không có tính loại trừ, và rằng bước khác là có thể được tích hợp hoặc một hoặc nhiều bước của lưu đồ là có thể được loại bỏ mà không ảnh hưởng đến phạm vi bảo hộ của sáng chế này.

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

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

Ngoài ra, thiết bị giải mã và thiết bị mã hoá mà sáng chế được áp dụng vào đó là có thể được bao gồm trong bộ thu phát quảng bá đa phương tiện, thiết bị đầu cuối truyền thông di động, thiết bị video rạp chiếu phim gia đình, thiết bị video rạp chiếu phim kỹ thuật số, camera giám sát, thiết bị chat video, thiết bị truyền thông thời gian thực như truyền thông video, thiết bị tạo luồng (streaming) di động, phương tiện lưu trữ, máy ghi hình cầm tay, thiết bị cung cấp dịch vụ video theo yêu cầu (Video on Demand, VoD), thiết bị video của dịch vụ cung cấp nội dung trên nền mạng viễn thông (Over The Top, OTT), thiết bị cung cấp dịch vụ tạo luồng Internet, thiết bị video ba chiều (Three Dimensional, 3D), thiết bị điện thoại video, và thiết bị video y tế, và có thể được dùng để xử lý tín hiệu video hoặc tín hiệu dữ liệu. Ví dụ, thiết bị video của dịch vụ cung cấp nội dung trên nền mạng viễn thông (Over The Top, OTT) có thể bao gồm máy chơi game chuyên dụng, máy chơi đĩa Blu-ray, tivi truy cập

Internet, hệ thống rạp hát gia đình, điện thoại thông minh, máy tính bảng, đầu ghi video kỹ thuật số (Digital Video Recorder, DVR), và dạng tương tự.

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

Fig.23 là hình vẽ minh họa cấu trúc của hệ thống tạo luồng nội dung mà sáng chế được áp dụng với.

Thêm nữa, hệ thống tạo luồng các nội dung mà sáng chế này được áp dụng với có thể phân lớn bao gồm máy chủ mã hóa, máy chủ tạo luồng, máy chủ web, bộ lưu trữ phương tiện, thiết bị người dùng, và thiết bị đầu vào đa phương tiện.

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

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

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

Ví dụ, thiết bị người dùng có thể bao gồm điện thoại di động, điện thoại thông minh, laptop (máy tính xách tay), thiết bị đầu cuối truyền quảng bá số, máy trợ lý cá nhân số (Personal Digital Assistant, PDA), máy chơi đa phương tiện di động (Portable Multimedia Player, PMP), thiết bị dẫn đường, PC phiên, PC bảng, máy tính xách tay

siêu mỏng nhẹ, thiết bị đeo được (ví dụ, thiết bị đầu cuối kiểu đồng hồ (đồng hồ thông minh), thiết bị đầu cuối kiểu kính mắt (kính thông minh), thiết bị hiển thị gắn trên đầu (Head Mounted Display, HMD)), ti vi số, máy tính để bàn, biển chỉ dẫn số, hoặc dạng tương tự. Mỗi trong số các máy chủ trong hệ thống tạo luồng nội dung này có thể được vận hành dưới dạng máy chủ phân tán, và trong trường hợp này, thì dữ liệu mà mỗi máy chủ nhận được có thể được xử lý theo cách phân tán.

Các yêu cầu bảo hộ được bộc lộ ở đây có thể được kết hợp theo cách khác nhau. Thêm nữa, các dấu hiệu kỹ thuật của các điểm yêu cầu bảo hộ của sáng chế này có thể được kết hợp để được thực hiện ở thiết bị, và các dấu hiệu kỹ thuật của các điểm yêu cầu bảo hộ về thiết bị có thể được kết hợp để được thực hiện ở phương pháp. Thêm nữa, các dấu hiệu kỹ thuật của các điểm yêu cầu bảo hộ về phương pháp của sáng chế này có thể được kết hợp để được thực hiện ở thiết bị, và các dấu hiệu kỹ thuật ở các điểm yêu cầu bảo hộ về thiết bị có thể được kết hợp để được thực hiện ở phương pháp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

thu được thông tin phần dư từ luồng bit;

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

xác định liệu hệ số có nghĩa là có mặt trong vùng thứ hai chứ không phải vùng thứ nhất tại phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại;

phân tích cú pháp chỉ số chọn đa biến đổi (multiple transform selection, MTS) từ luồng bit dựa trên hệ số có nghĩa đang không có mặt trong vùng thứ hai;

dẫn xuất các mẫu phần dư bằng cách áp dụng nhân MTS được dẫn xuất dựa trên chỉ số MTS cho các hệ số biến đổi của vùng thứ nhất; và

tạo ra hình ảnh được tái dựng dựa trên các mẫu phần dư,

trong đó chỉ số biến đổi không phân tách được tần số thấp (low-frequency non-separable transform, LFNST) và chỉ số MTS được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã,

trong đó chỉ số LFNST biểu thị nhân LFNST được áp dụng cho khối hiện tại,

trong đó chỉ số MTS được báo hiệu ngay sau khi báo hiệu chỉ số LFNST,

trong đó việc liệu có báo hiệu chỉ số MTS hay không được xác định dựa trên loại cây của khối hiện tại, và

trong đó, đáp lại loại cây của khối hiện tại đang là sắc độ cây kép, chỉ số MTS không được báo hiệu.

2. Phương pháp giải mã ảnh theo điểm 1, trong đó vùng thứ nhất là vùng phía trên cùng-bên trái 16x16 của khối hiện tại.

3. Phương pháp giải mã ảnh theo điểm 1, trong đó bước xác định liệu hệ số có nghĩa là có mặt trong vùng thứ hai bao gồm việc dẫn xuất giá trị biến liên quan đến liệu hệ số có nghĩa là có mặt trong vùng thứ hai trong quy trình giải mã của cấp lập mã phần dư hay không,

trong đó giá trị biến ban đầu được thiết đặt là 1, và

trong đó dựa trên hệ số có nghĩa đang có mặt trong vùng thứ hai, giá trị biến được thay đổi thành 0, và chỉ số MTS không được phân tích cú pháp.

4. Phương pháp giải mã ảnh theo điểm 1, trong đó, đáp lại loại cây của khối hiện tại đang là một thành phần trong số độ chói cây kép hoặc cây đơn, và giá trị của chỉ số LFNST đang là 0, thì chỉ số MTS được báo hiệu.

5. Phương pháp giải mã ảnh theo điểm 1, trong đó khối hiện tại là khối biến đổi.

6. Phương pháp mã hóa ảnh được thực hiện bởi thiết bị mã hóa 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 MTS cho các mẫu phần dư;

đặt bằng không vùng thứ hai của khối hiện tại chứ không phải vùng thứ nhất tại phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại; và

mã hóa thông tin phần dư được dẫn xuất thông qua việc lượng tử hóa các hệ số biến đổi và chỉ số MTS liên quan đến nhân MTS,

trong đó chỉ số biến đổi không phân tách được tần số thấp (low-frequency non-separable transform, LFNST) và chỉ số MTS được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã,

trong đó chỉ số LFNST biểu thị nhân LFNST được áp dụng cho khối hiện tại,

trong đó chỉ số MTS được báo hiệu ngay sau khi báo hiệu chỉ số LFNST,

trong đó việc liệu có báo hiệu chỉ số MTS hay không được xác định dựa trên loại cây của khối hiện tại, và

trong đó, đáp lại loại cây của khối hiện tại đang là sắc độ cây kép, chỉ số MTS không được báo hiệu.

7. Phương pháp mã hóa ảnh theo điểm 6, trong đó vùng thứ nhất là vùng phía trên cùng-bên trái 16x16 của khối hiện tại.

8. Phương pháp mã hóa ảnh theo điểm 6, trong đó, đáp lại loại cây của khối hiện tại đang là một thành phần trong số độ chói cây kép hoặc cây đơn, và giá trị của chỉ số LFNST đang là 0, thì chỉ số MTS được báo hiệu.

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

thu được luồng bit của thông tin ảnh chứa thông tin phần dư, trong đó thông tin phần dư được tạo ra bằng cách 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 MTS cho các mẫu phần dư; đặt bằng không vùng thứ hai của khối hiện tại chứ không phải vùng thứ nhất tại phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại; và mã hóa thông tin phần dư được dẫn xuất thông qua việc lượng tử hóa các hệ số biến đổi và chỉ số MTS liên quan đến nhân MTS để tạo ra luồng bit; và

truyền dữ liệu bao gồm luồng bit của thông tin ảnh,

trong đó chỉ số biến đổi không phân tách được tần số thấp (low-frequency non-separable transform, LFNST) và chỉ số MTS được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã,

trong đó chỉ số LFNST biểu thị nhân LFNST được áp dụng cho khối hiện tại,

trong đó chỉ số MTS được báo hiệu ngay sau khi báo hiệu chỉ số LFNST,

trong đó việc liệu có báo hiệu chỉ số MTS hay không được xác định dựa trên loại cây của khối hiện tại, và

trong đó, đáp lại loại cây của khối hiện tại đang là sắc độ cây kép, chỉ số MTS không được báo hiệu.

FIG. 1

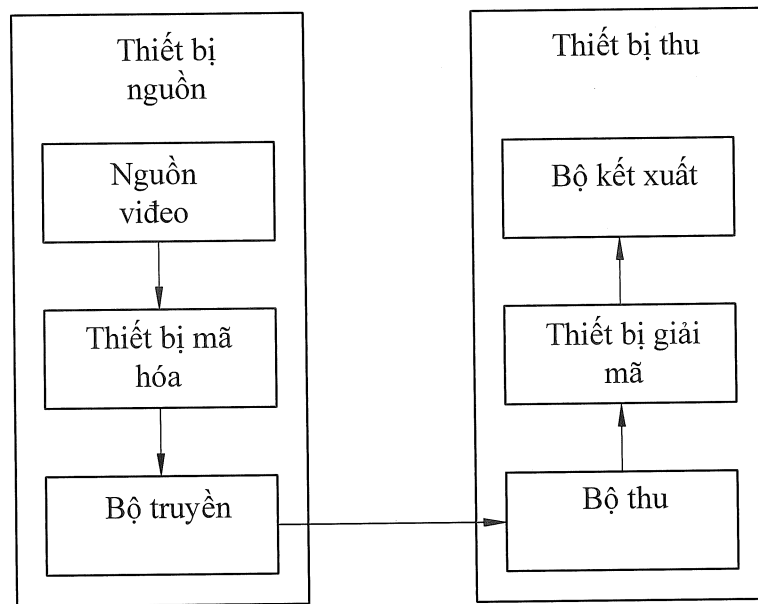


FIG. 2

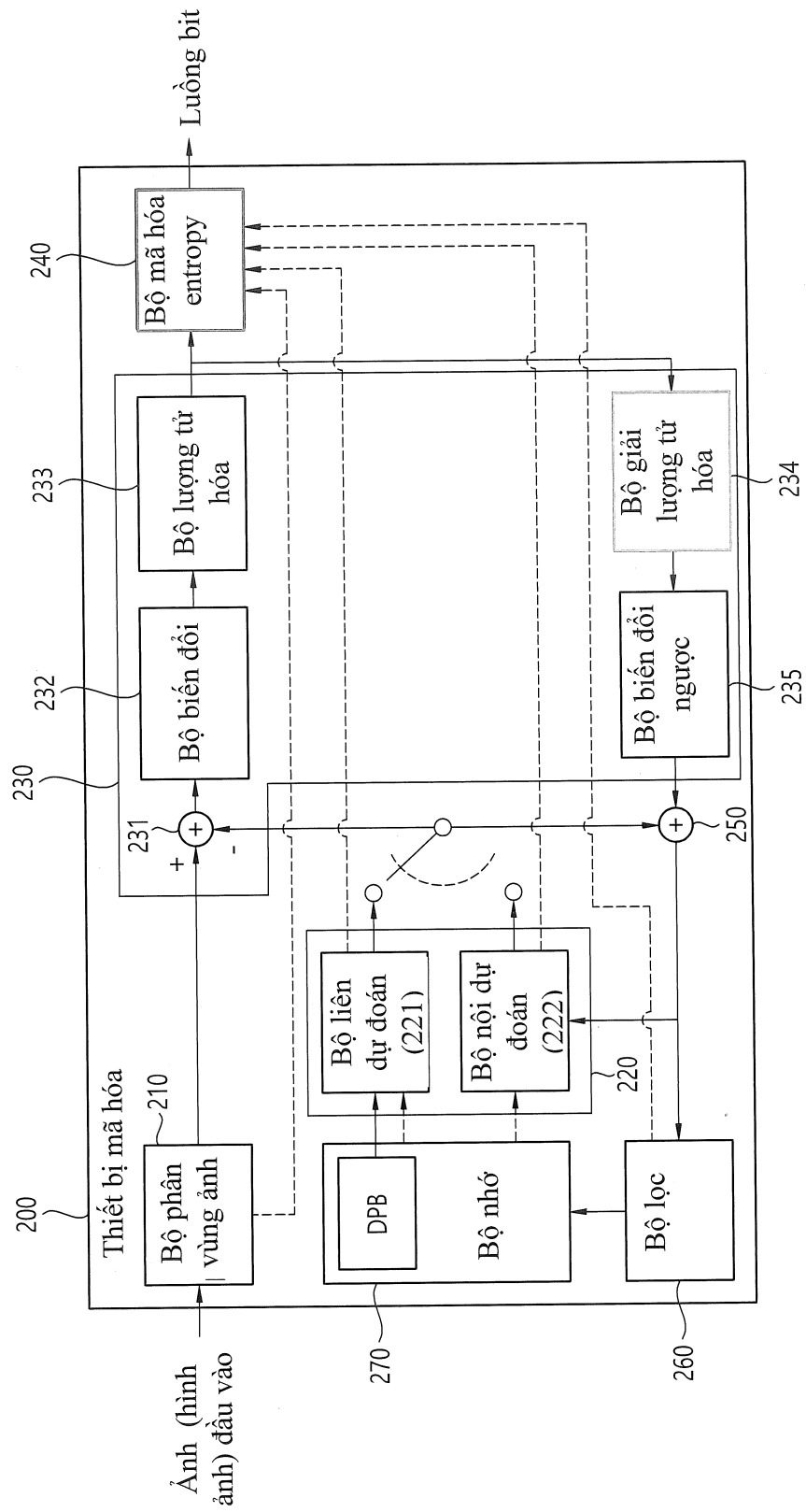


FIG. 3

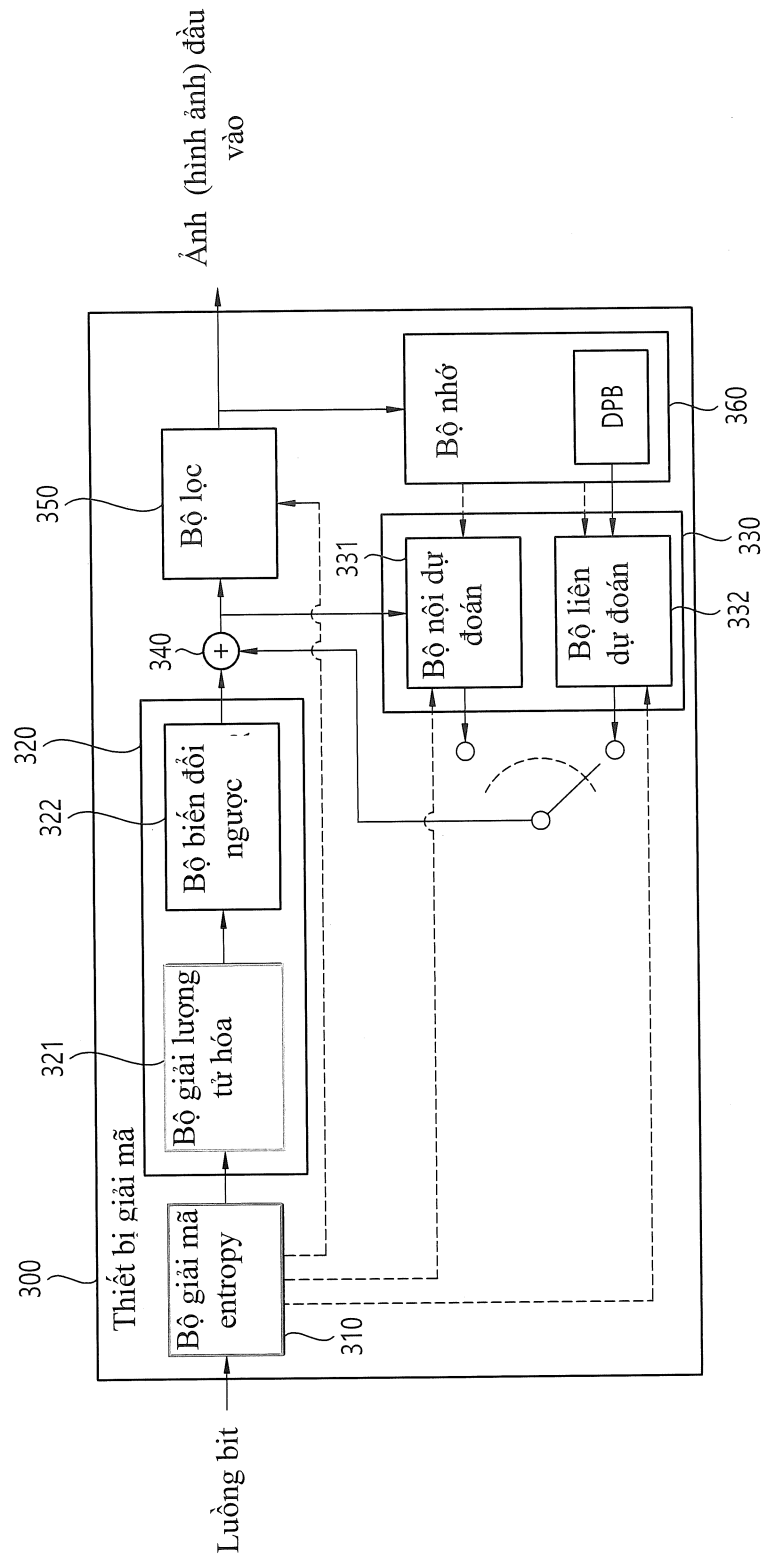


FIG. 4

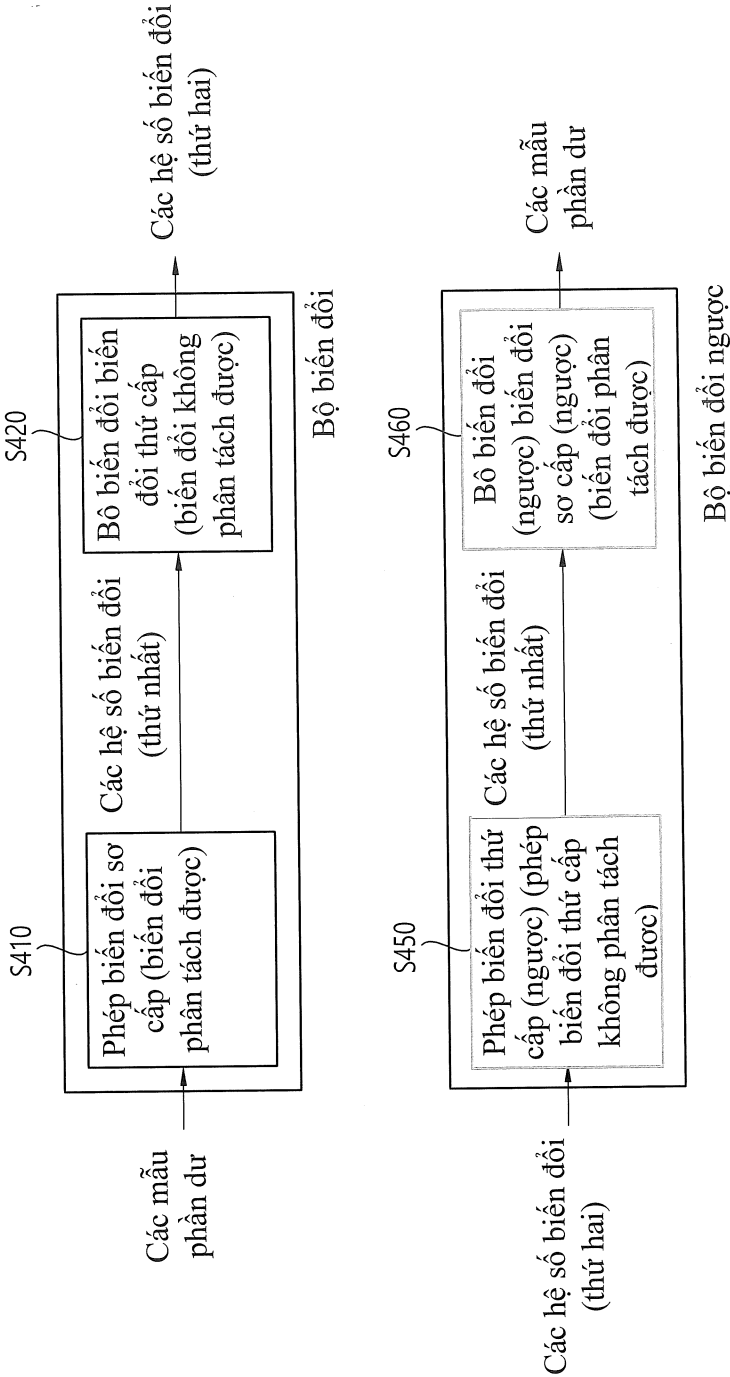


FIG. 5

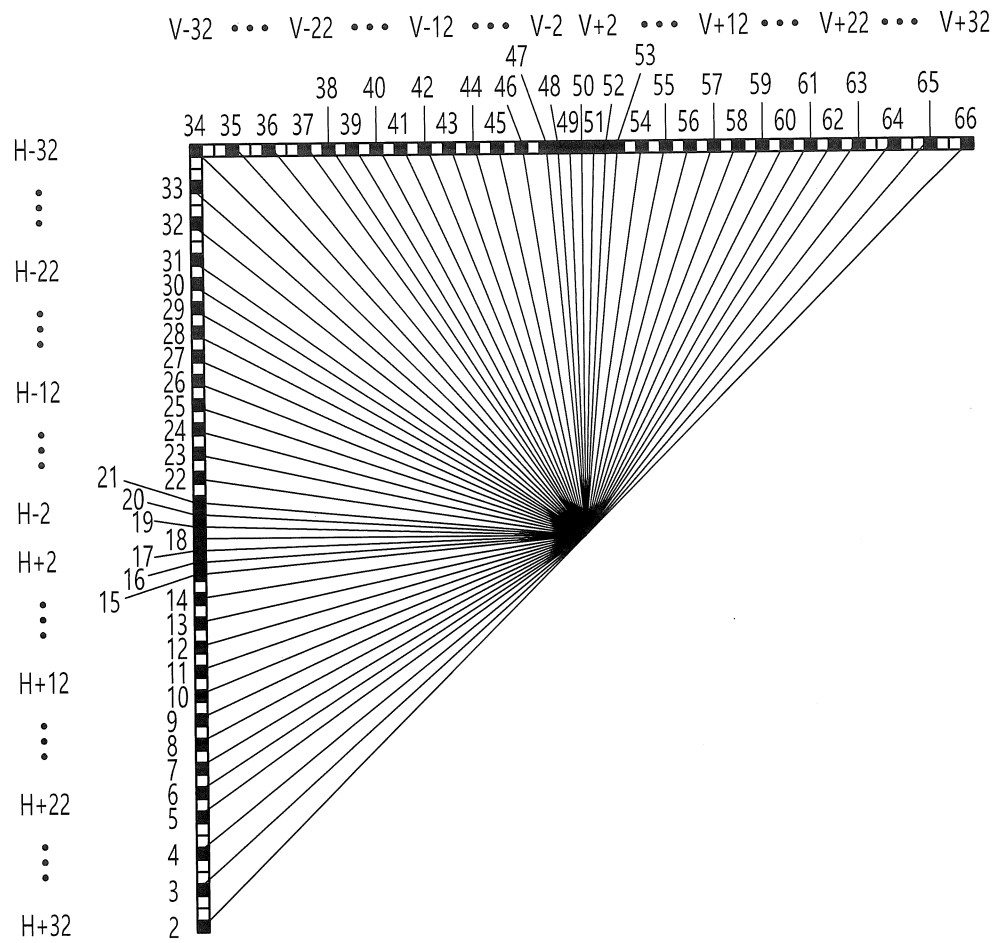


FIG. 6

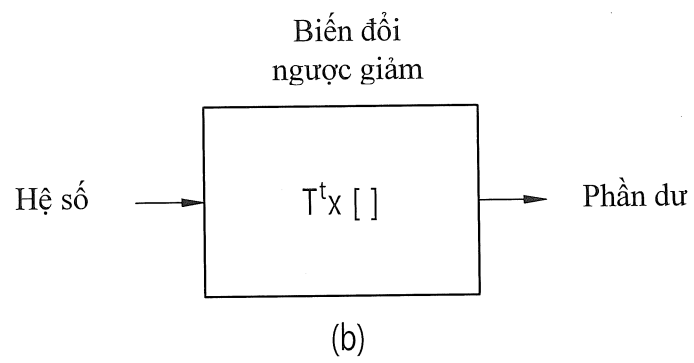
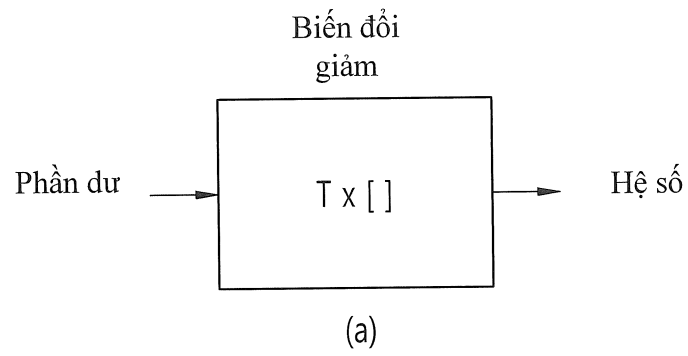


FIG. 7

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. 8

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

(a)

1	3	6	
2	5		
4	8		
7			

(b)

FIG. 9

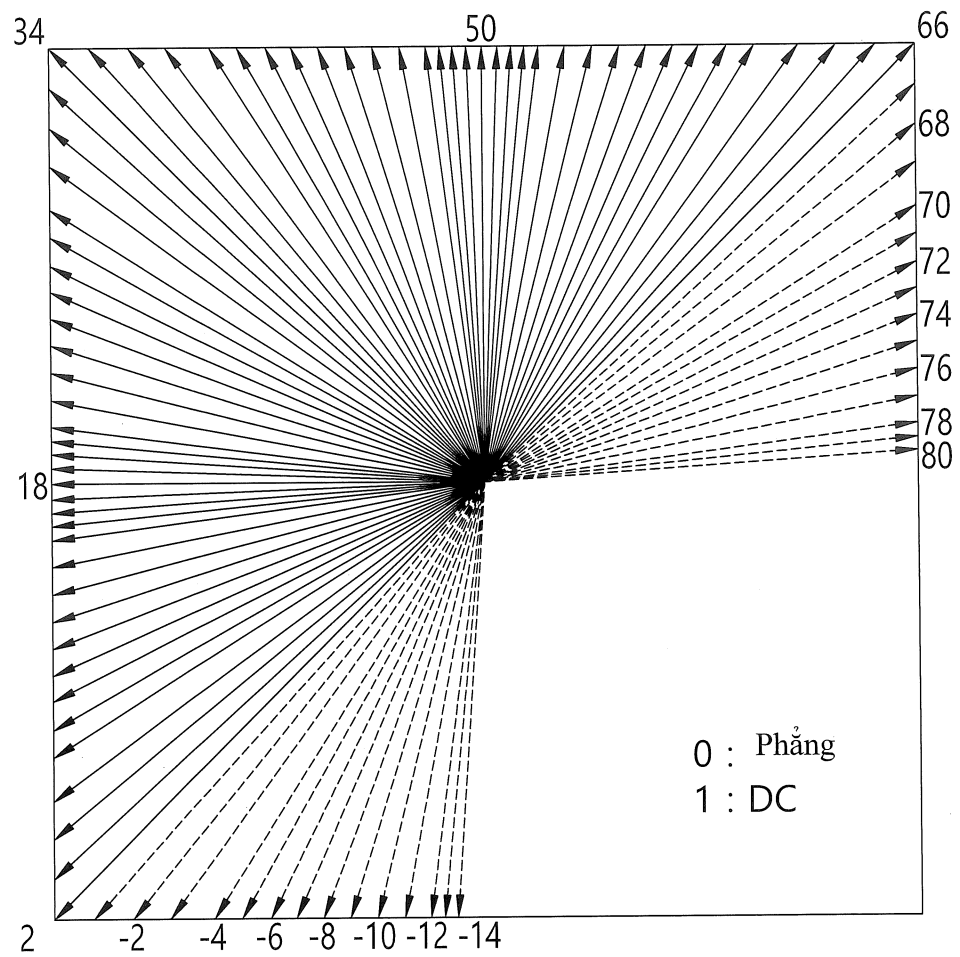
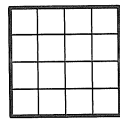
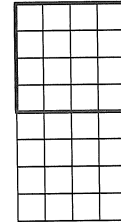
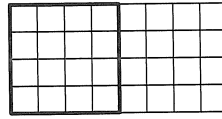


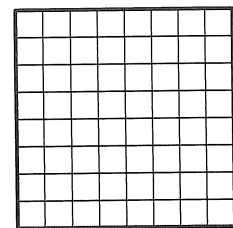
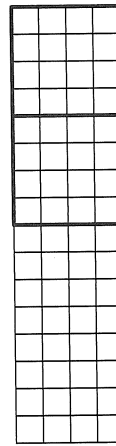
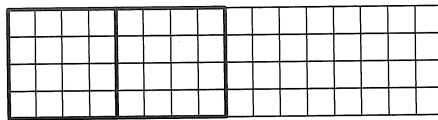
FIG. 10



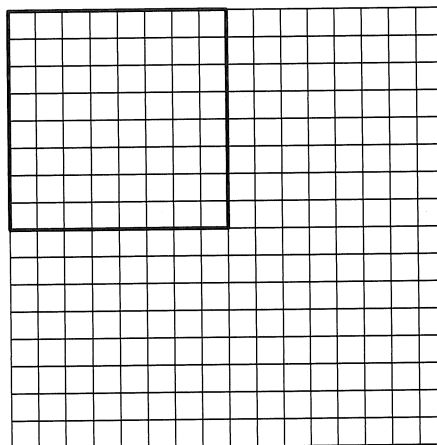
(a) 4x4



(b) 8x4 / 4x8

(c) 4xN / Nx4, khi $N \geq 16$

(d) 8x8

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

(a) 4x4

(b) 8x4 / 4x8

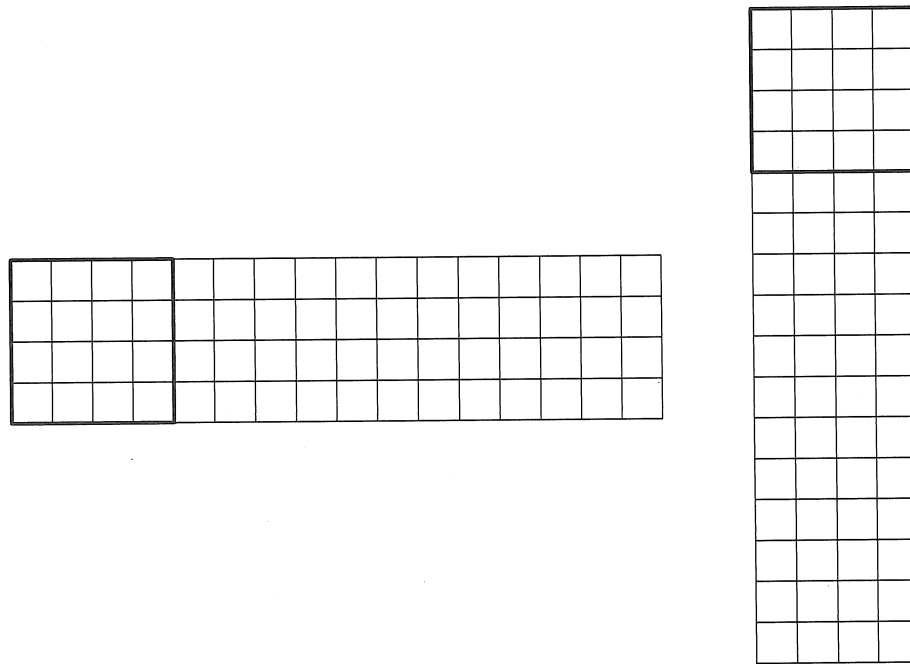
(c) 4xN / Nx4, khi $N \geq 16$

(d) 8x8

					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					

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

FIG. 12

 $4 \times N / N \times 4, \text{ khi } N \geq 16$

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

[illegible]

FIG. 16

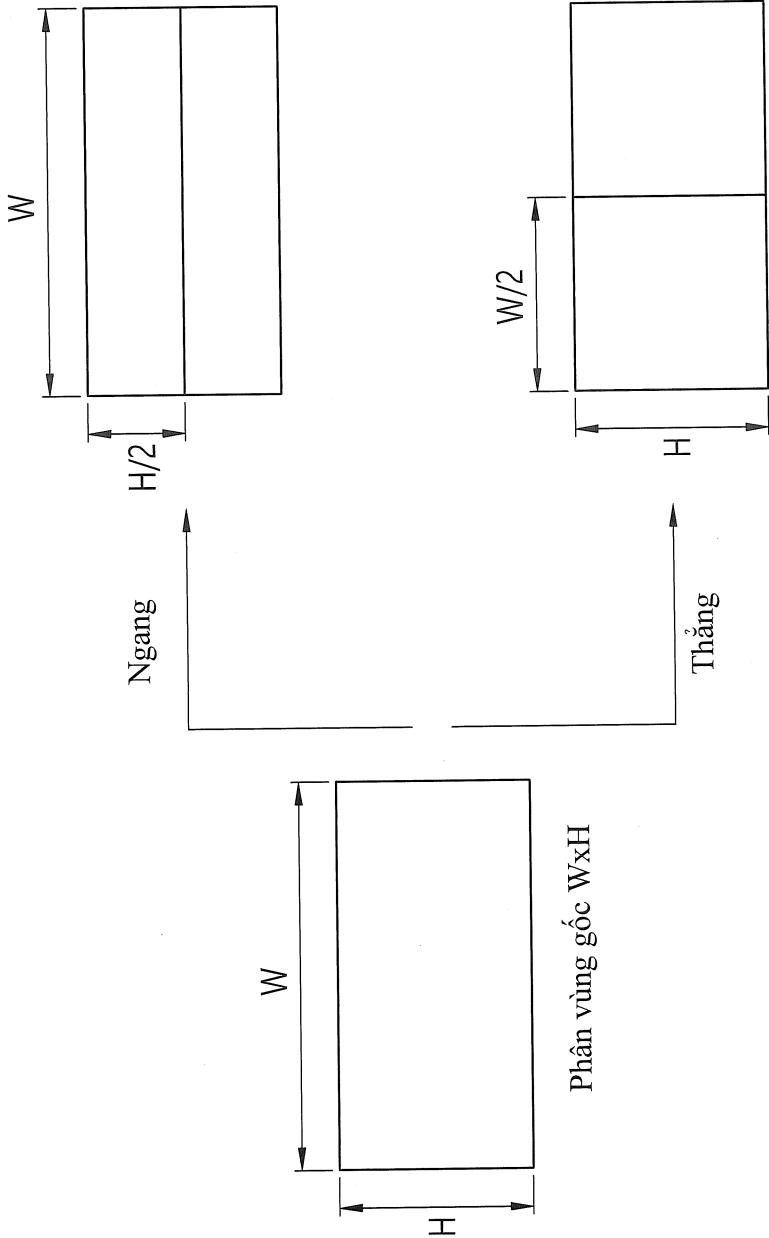


FIG. 17

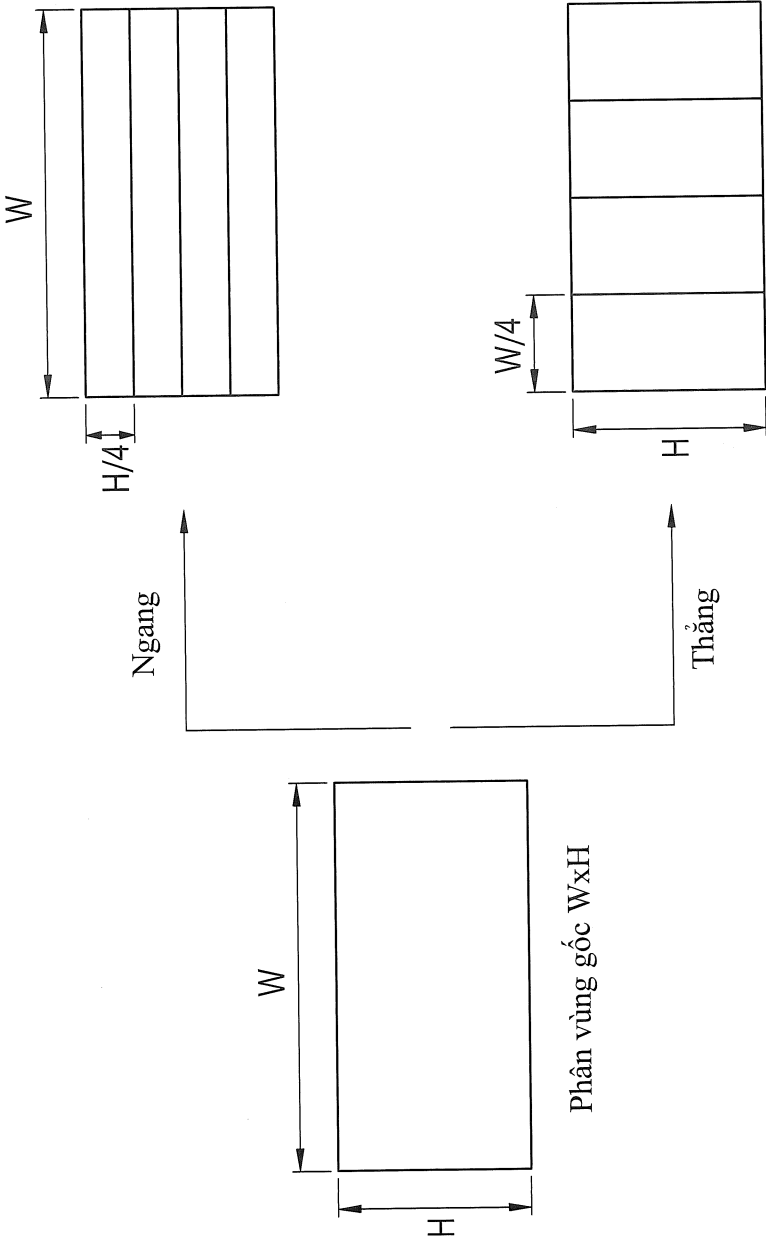


FIG. 18

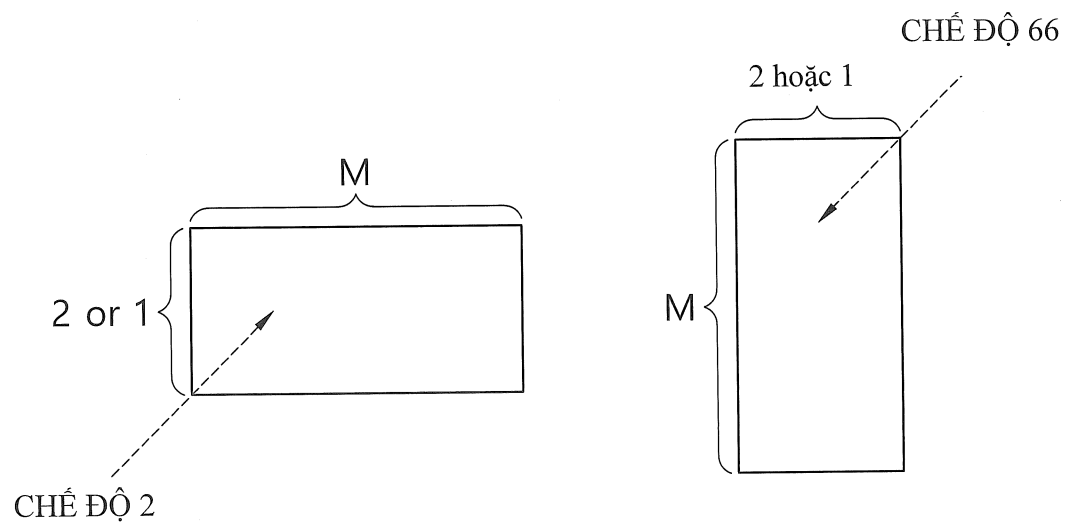


FIG. 19

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

(a)

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

(b)

FIG. 20

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

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

FIG. 21

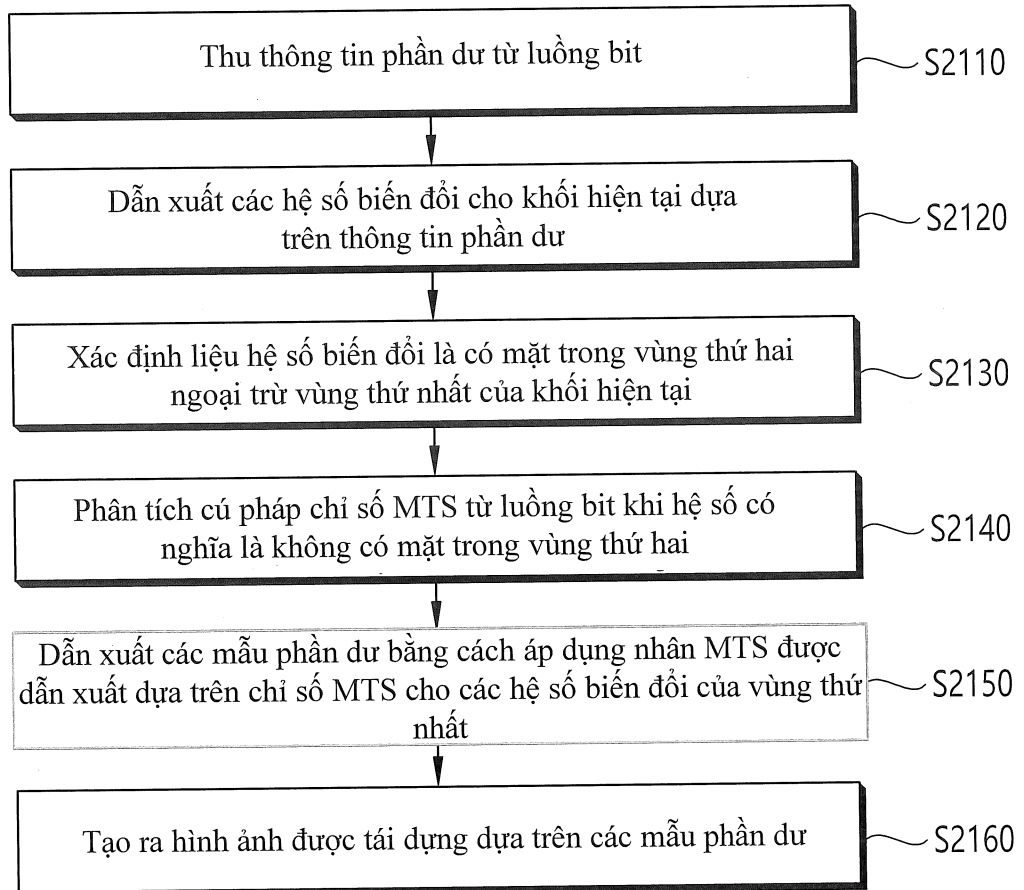


FIG. 22

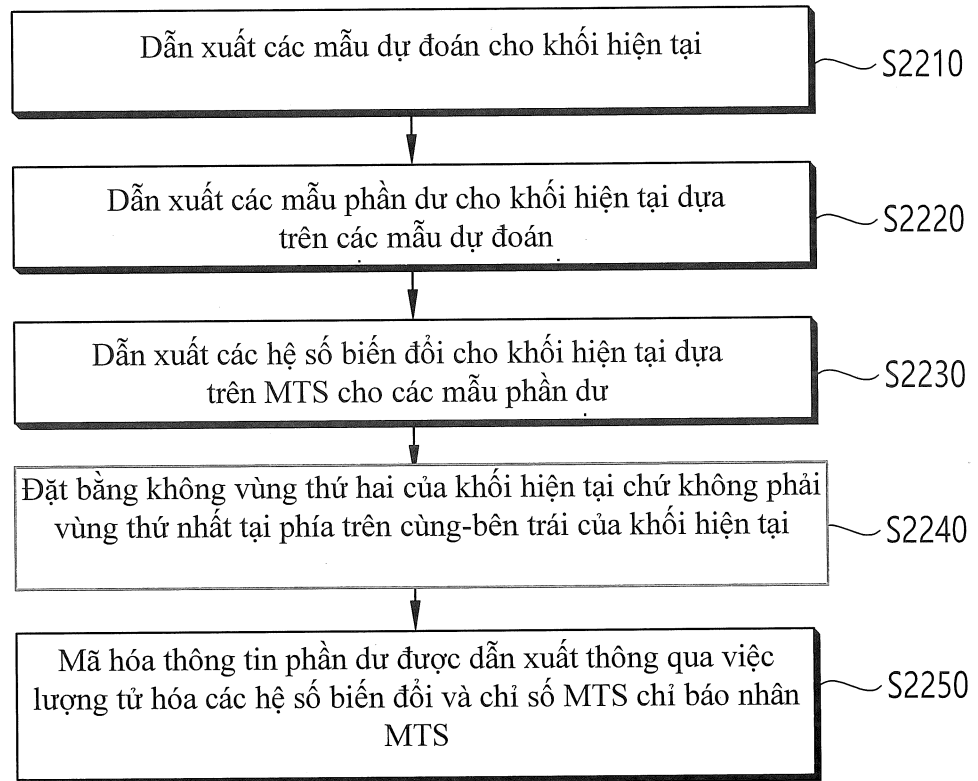


FIG. 23

