



(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)



1-0052246

(51)^{2020.01} H04N 19/60; H04N 19/119; H04N 19/132; H04N 19/70; H04N 19/176; H04N 19/18; H04N 19/112; H04N 19/137 (13) B

(21) 1-2022-02343

(22) 21/09/2020

(86) PCT/KR2020/012695 21/09/2020

(87) WO2021/054796 25/03/2021

(30) 62/903,821 21/09/2019 US; 62/904,627 23/09/2019 US

(45) 27/10/2025 451

(43) 27/06/2022 411A

(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).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ ẢNH, PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA ẢNH, PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN DỮ LIỆU CHO ẢNH VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ ĐƯỢC ĐƯỢC BỞI MÁY TÍNH KHÔNG CHUYỂN TIẾP

(21) 1-2022-02343

(57) Sáng chế liên quan đến phương pháp giải mã ảnh được thực hiện bởi thiết bị giải mã, và phương pháp mã hóa ảnh được thực hiện bởi thiết bị mã hóa. Phương pháp giải mã ảnh theo sáng chế này có thể bao gồm bước dẫn xuất hệ số biến đổi được điều chỉnh, trong đó bước dẫn xuất hệ số biến đổi được điều chỉnh bao gồm các bước là: dẫn xuất biến thứ nhất chỉ báo liệu hệ số biến đổi có tồn tại trong khu vực ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại hay không; phân tích cú pháp chỉ số biến đổi không phân tách được tần số thấp (low-frequency non-separable transform, LFNST) dựa trên kết quả dẫn xuất; và dẫn xuất hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên chỉ số LFNST và ma trận LFNST, và dựa trên thực tế là khối hiện tại được chia thành nhiều khối phân vùng con, thì chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp mà không dẫn xuất biến thứ nhất.

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 phép biến đổi trong hệ thống lập mã ảnh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

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

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

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

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

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

Khía cạnh kỹ thuật khác của sáng chế là để cung cấp 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 để cung cấp phương pháp và thiết bị lập mã ảnh sử dụng LFNST.

Khía cạnh kỹ thuật khác nữa của sáng chế là để cung cấp phương pháp lập mã ảnh và thiết bị để áp dụng LFNST cho khối phân vùng con.

Theo một khía cạnh của sáng chế này, có phương pháp giải mã ảnh được thực hiện bởi thiết bị giải mã được cung cấp. Phương pháp bao gồm bước dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh, và bước dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh bao gồm dẫn xuất biến thứ nhất chỉ báo liệu các hệ số biến đổi có tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại hay không, phân tích cú pháp chỉ số LFNST dựa trên kết quả của bước dẫn xuất, và bước dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh dựa trên chỉ số LFNST và ma trận LFNST. Dựa trên việc khối hiện tại được chia thành nhiều khối phân vùng con, thì chỉ số LFNST được phân tích cú pháp mà không dẫn xuất biến thứ nhất.

Khi khối hiện tại không được chia thành nhiều khối phân vùng con và biến thứ nhất chỉ báo là các hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC, chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp.

Bước dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh có thể còn bao gồm việc xác định liệu các hệ số biến đổi có tồn tại trong vùng thứ hai ngoại trừ vùng thứ nhất tại phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại hay không, và khi các hệ số biến đổi không tồn tại trong vùng thứ hai, thì chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp.

Khi các hệ số biến đổi không tồn tại trong tất cả vùng thứ hai của mỗi khối phân vùng con trong nhiều khối phân vùng con, thì chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp.

Khối hiện tại có thể là khối lập mã, và khi chiều rộng và chiều cao của mỗi khối phân vùng con là đều lớn hơn hoặc bằng với 4, thì chỉ số LFNST cho khối hiện tại có thể được áp dụng cho nhiều khối phân vùng con.

Khi mỗi trong số các khối phân vùng con được chia là khối 4x4 hoặc khối 8x8, thì LFNST có thể được áp dụng cho đến các hệ số biến đổi thứ 8 theo hướng quét từ vị trí phía trên cùng-bên trái của khối phân vùng con.

Theo khía cạnh khác của sáng chế này, có phương pháp mã hóa ảnh được thực hiện bởi thiết bị mã hóa được cung cấp. Phương pháp bao gồm bước dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại dựa trên phép biến đổi sơ cấp cho các mẫu phần dư của khối hiện tại, bước dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh từ các hệ số biến đổi dựa trên ma trận LFNST cho LFNST, bước tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFNST chỉ báo ma trận LFNST được báo hiệu dựa trên các hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại, và bước mã hóa thông tin phần dư được lượng tử hóa và chỉ số LFNST. Dựa trên khối hiện tại được phân chia thành nhiều khối phân vùng con, thì thông tin ảnh được tạo cấu hình sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu bất kể là liệu các hệ số biến đổi có tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại hay không.

Thế nhưng, theo phương án khác của sáng chế này, có thể có phương tiện lưu trữ kỹ thuật số được cung cấp 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 bằng thiết bị mã hóa.

Theo phương án khác nữa của sáng chế này, có thể có phương tiện lưu trữ kỹ thuật số được cung cấp 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 của sáng chế có thể cung cấp phương pháp và thiết bị lập mã ảnh sử dụng LFNST.

Khía cạnh kỹ thuật khác của sáng chế có thể cung cấp phương pháp lập mã ảnh và thiết bị để áp dụng LFNST cho khối phân vùng con.

Các hiệu quả có thể được thu nhận 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 tương ứng có thể hiểu hoặc 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 đặc điểm 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 đa sơ đồ 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 đầu ra của việc biến đổi sơ cấp xuôi thành vectơ một chiều theo một ví dụ.

Fig.8 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu đầu ra của phép biến đổi toàn phương xuôi thành vectơ 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 đầu ra của LFNST xuôi theo một phương án.

Fig.12 là sơ đồ minh họa số dữ liệu đầu 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. 5 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 giữa khối $M \times 2$ ($M \times 1$) và khối $2 \times M$ ($1 \times M$) theo một phương án.

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

Fig.20 là hình vẽ minh họa thứ tự quét cho các vùng 8×2 hoặc 2×8 theo một phương án.

Fig.21 là sơ đồ tiến trình minh họa phương pháp giải mã ảnh theo một phương án.

Fig.22 là sơ đồ tiến trình minh họa phương pháp mã hóa ảnh theo một phương án.

Fig.23 là sơ đồ minh họa cấu trúc của hệ thống tạo luồng nội dung mà sáng chế này 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” nhằm chỉ thị rằng các dấu hiệu, các số, các bước, các thao tác, các chi tiết, các thành phần, hoặc các tổ hợp của chúng được sử dụng phần mô tả sau đây sẽ tồn tại và do đó không nên được hiểu là có khả năng tồn tại hoặc thêm vào một hoặc nhiều dấu hiệu, các số, các bước, các thao tác, các chi tiết, các thành phần, hoặc các tổ hợp khác của chúng mà không bị loại trừ.

Trong khi đó, 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 đơn 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 cung cấp, 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 trong vùng cụ thể và thông tin liên quan đến vùng này. Một đơn vị có thể bao

gồm một khối độ chói và hai khối sắc độ (ví dụ, cb, cr). Đơn vị và thuật ngữ như khối, khu vực, hoặc tương tự có thể được sử dụng thay thế lẫn nhau theo các tình huống. Trong trường hợp chung, khối $M \times N$ có thể bao gồm tập (hoặc mảng) các mẫu (hoặc các mảng mẫu) hoặc các hệ số biến đổi bao gồm M cột và N hàng.

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

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

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 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

dự 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 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 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 đặt cùng vị trí, CU được đặt cùng vị trí (Co-located 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 đặt cùng vị trí (Collocated picture, colPic). Ví dụ, bộ liên dự đoán 221 có thể tạo cấu hình danh sách ứng viên thông tin chuyển động dựa trên các khối lân cận và tạo ra thông tin chỉ báo ứng viên nào được sử dụng để 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 phân 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 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 trong các kỹ thuật liên dự đoán được mô tả trong sáng chế.

Tín hiệu dự đoán được tạo ra bởi bộ liên dự đoán 221 và/hoặc bộ nội dự đoán 222 có thể được sử dụng để tạo ra tín hiệu được 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 khỏi 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 tập tham số khác nhau như tập tham số thích ứng (adaptation parameter set, APS), tập tham số hình ảnh (picture parameter set, PPS), tập tham số trình tự (sequence parameter set, SPS), tập tham 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, Blu-ray, HDD, SSD và tương tự. Bộ truyền (không được thể hiện) truyền tín hiệu được xuất ra từ bộ mã hóa entropy 240 và/hoặc bộ lưu trữ (không được thể hiện) mà lưu trữ tín hiệu này có thể được tạo cấu hình làm 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 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 (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 làm 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 dẫn xuất 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 tập tham số khác nhau như tập tham số thích ứng (APS), tập tham số hình ảnh (PPS), tập tham số trình tự (SPS), tập tham số video (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 tham 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 phân 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 tham 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 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 phân bậc 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 tham 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 sinh 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 hay 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 (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 nhiễu, 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 dẫn xuất 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 phần dư (thông tin dư) giữa khối gốc và khối được dự đoán. Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất khối 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 khối 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, tham 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 khối 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 kỹ thuật đa biến đổi theo phương án của sáng chế.

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

Bộ biến đổi này có thể 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 lõi. 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 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]

tu_mts_idx[x0][y0]	0	1	2	3	4
trTypeHor	0	1	2	1	2
trTypeVer	0	1	1	2	2

Bộ biến đổi có thể thực hiện phép biến đổi thứ cấp dựa trên các hệ số biến đổi (sơ cấp) để dẫn xuất các hệ số biến đổi (thứ cấp) được điều chỉnh (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 có thể được đề cập đến như 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 vào chế độ (mode-dependent non-separable secondary transform, MDNSST). NSST có thể biểu diễn phép biến đổi mà biến đổi thứ cấp các hệ số biến đổi (sơ cấp) được dẫn xuất qua phép biến đổi sơ cấp dựa trên ma trận biến đổi không phân tách được để tạo ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh (hoặc các hệ số biến đổi thứ cấp) cho tín hiệu phần dư. Ở đây, phép biến đổi có thể được áp dụng một lần mà không phân tách (hoặc áp dụng độc lập phép biến đổi ngang/thẳng) phép biến đổi thẳng và phép biến đổi ngang cho các hệ số biến đổi (sơ cấp) dựa trên ma trận biến đổi không phân tách được. Nói cách khác, NSST không được áp dụng riêng cho các hệ số biến đổi (sơ cấp) theo hướng thẳng và hướng ngang, và có thể biểu diễn, ví dụ, phương pháp biến đổi để sắp xếp lại các tín hiệu hai chiều (các hệ số biến đổi) thành tín hiệu một chiều thông qua hướng định trước cụ thể (ví dụ, hướng hàng-thứ nhất hoặc hướng cột-thứ nhất) và sau đó tạo ra các hệ số biến đổi được điều chỉnh (hoặc các hệ số biến đổi thứ cấp) dựa trên ma trận biến đổi không phân tách được. Ví dụ, thứ tự hàng-thứ nhất để sắp xếp theo đường theo thứ tự là hàng thứ nhất, hàng thứ hai,..., hàng thứ N cho các khối $M \times N$, và thứ tự cột-thứ nhất là để sắp xếp theo đường theo thứ tự là cột thứ nhất, cột thứ tự ,..., cột thứ M cho các khối $M \times N$. NSST có thể được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái của khối (ở dưới đây, được đề cập đến như khối hệ số biến đổi) được tạo cấu hình với các hệ số biến đổi (sơ cấp). Ví dụ, khi cả hai chiều rộng W và chiều cao H của khối hệ số biến đổi là 8 hoặc lớn hơn, NSST 8×8 có thể được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái 8×8 của khối hệ số biến đổi. Thêm nữa, trong khi cả chiều rộng (W) và chiều cao (H) của khối hệ số

biến đổi là 4 hoặc lớn hơn, khi chiều rộng (W) hoặc chiều cao (H) của khối hệ số biến đổi là nhỏ hơn 8, NSST 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 đó, và ví dụ, thậm chí nếu chỉ điều kiện là chiều rộng W hoặc chiều cao H của khối hệ số biến đổi là 4 là lớn hơn được thỏa mãn, NSST 4×4 có thể được áp dụng cho vùng đầu 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 x 4 được sử dụng, thì phép biến đổi thứ cấp không phân tách được có thể được thực hiện như sau.

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

[Phương trình 1]

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

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

[Phương trình 2]

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

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

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

[Phương trình 3]

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

Ở phương trình này, $\vec{F}$ biểu diễn 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 phép 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 nội 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 thẳng. Trên 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, InstTrSetIdx , 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 Inst 0 có thể đề cập đến nhân biến đổi thứ cấp không phân tách được thứ nhất, giá trị chỉ số Inst 1 có thể đề cập đến nhân biến đổi thứ cấp không phân tách được thứ hai, và giá trị chỉ số Inst 2 có thể đề cập đến nhân biến đổi thứ cấp không phân tách được thứ ba. Theo cách khác, giá trị chỉ số Inst 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 Inst 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 (được giải lượng tử), và dẫn xuất các hệ số biến đổi (sơ 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 có 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 có 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 có 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 có 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 (reduced secondary transform, 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 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 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 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 giảm có thể nghĩa là giá trị R/N .

Nhân tố 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 giảm có thể nghĩa là R. Thêm nữa, theo các tình huống, nhân tố giảm có thể nghĩa là giá trị N/R .

Trong ví dụ, nhân tố giảm hoặc hệ số 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 giảm hoặc hệ số 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 giảm hoặc hệ số 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]

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

Ma trận T trong khối biến đổi giảm được thể hiện trong (a) của Fig. 6 có thể nghĩa là ma trận $TR \times N$ của Phương trình 4. Như được thể hiện trên (a) của Fig. 6A, khi ma trận biến đổi giảm $TR \times N$ 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 (a) của Fig. 6 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 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]

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

Ở Phương trình 5, từ r_1 đến r_{64} có thể biểu thị 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 đến R: $c_i = 0$ Đối với j từ 1 đến N $c_i += t_{ij} * r_j$
--

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

giải mã 300 giảm, sao cho hiệu quả truyền giữa thiết bị mã hóa 200 và thiết bị giải mã 300 có thể được nâng cao.

Khi được xem xét từ góc độ về kích thước của ma trận biến đổi, kích thước của ma trận biến đổi thông thường là 64×64 ($N \times N$), nhưng kích thước của ma trận biến đổi 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 phép biến đổi sơ cấp và phép 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 phép biến đổi thứ cấp rút gọn (RST) ngược cho các hệ số biến đổi, và có thể dẫn xuất các mẫu phần dư cho khối mục tiêu dựa trên phép biến đổi sơ cấp ngược cho các hệ số biến đổi được điều chỉnh.

Kích thước của ma trận RST ngược $T_{N \times R}$ theo ví dụ là $N \times R$ 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 trên (b) của Fig. 6 có thể nghĩa là ma trận RST ngược $T_{R \times N}^T$ (chỉ số trên T nghĩa là sự chuyển vị). Khi ma trận RST ngược $T_{R \times N}^T$ được nhân với các hệ số biến đổi cho khối mục tiêu như được thể hiện ở (b) của Fig. 6, 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 $T_{R \times N}^T$ có thể được biểu diễn như $(T_{R \times N}^T)_{N \times R}$.

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

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 (b) của Fig. 6 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 lfnst 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 tối đa 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 đầy đủ, 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 $(\text{ma trận } 48 \times 16) * (\text{vector hệ số biến đổi } 16 \times 1) = (\text{vector hệ số biến đổi được điều chỉnh } 48 \times 1)$. 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 8×8 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 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 được phân tách được mô tả ở trên, LFNST, sẽ được mô tả chi tiết như sau. LFNST có thể bao gồm việc biến đổi xuôi bởi thiết bị mã hóa và biến đổi ngược bởi thiết bị giải mã.

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

[Phương trình 9]

$$y = G^T x$$

Trong Phương trình 9, x và y 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 x 16] và ma trận [16 x 16].

Nói cách khác, đối với LFNST xuôi, các kích thước của ma trận G^T là [16 x 48], [8 x 48], [16 x 16], [8 x 16], và ma trận [8 x 48] và ma trận [8 x 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 x 48] và ma trận [16 x 16].

Do đó, trong trường hợp của LFNST xuôi, vector [48 x 1] hoặc vector [16 x 1] là có thể như đầu vào x , và vector [16 x 1] hoặc vector [8 x 1] là có thể như đầu ra y . Trong khi lập mã và giải mã video, đầu 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 đầu ra của việc biến đổi xuôi.

Fig. 7 là sơ đồ minh họa trình tự sắp xếp dữ liệu đầu ra của việc biến đổi sơ cấp xuôi thành vector một chiều theo một ví dụ. Các 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 đầu 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 đầu 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 đầu 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 áp dụng, 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 trên cơ sở biến đổi.

Bởi vì đầu ra y 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 đầu 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 đầu 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 đầu ra y là vector $[8 \times 1]$, thì các giá trị đầu 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 các 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 đầu 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 đầu 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 đầu ra x bằng phương trình sau đây.

[Phương trình 10]

$$x = Gy$$

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

Vector đầu 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 phép 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 8 ma trận $[48 \times 16]$ và 8 ma trận $[16 \times 16]$ có thể được chọn như ma trận biến đổi G. Việc liệu 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 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:

$$nW = nTbW \quad (8-97)$$

$$nH = nTbH \quad (8-98)$$

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

$$nW = nCbW \quad (8-99)$$

$$nH = nCbH \quad (8-100)$$

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 $(\text{predModeIntra} + 65)$.
 - `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 $(\text{predModeIntra} - 67)$.
 - `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 đầu 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 xạ 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 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 (a) và (b) của Fig. 10, LFNST được áp dụng cho vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 , và đối với khối của (c) 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 4×4 ” ở dưới đây. Dựa trên hướng ma trận cho G, ma trận $[16 \times 16]$ hoặc $[16 \times 8]$ có thể được áp dụng.

Cụ thể hơn, ma trận $[16 \times 8]$ được áp dụng cho khối 4×4 (TU 4×4 hoặc CU 4×4) 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 8×8 , và LFNST này ở dưới đây được đề cập đến như “LFNST 8×8 ”. 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 8×8 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 (a) của Fig.7 hoặc thứ tự bên trái của (b) của Fig.7 (b), vector $[48 \times 1]$ có thể được xây dựng dựa trên các mẫu thuộc về 3 khối 4×4 còn lại trong khi để khối phía dưới cùng-bên phải 4×4 như chính nó.

Ma trận $[48 \times 8]$ có thể được áp dụng cho khối 8×8 (TU 8×8 hoặc CU 8×8) trên (d) của Fig.10, và ma trận $[48 \times 16]$ có thể được áp dụng cho khối 8×8 trên (e) của Fig.10. 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 4×4 hoặc LFNST 8×8) được áp dụng, thì 8 hoặc 16 dữ liệu đầu ra (vector y trong Phương trình 9, vector $[8 \times 1]$ hoặc $[16 \times 1]$) được tạo ra. Trong LFNST xuôi, số lượng dữ liệu đầu 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 đầu ra của LFNST xuôi theo một ví dụ, và thể hiện khối trong đó dữ liệu đầu ra của LFNST xuôi được sắp xếp theo hình dạng khối.

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 đầu 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 đầu 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 đầu ra cũng thay đổi. Như Fig. 11, dữ liệu đầu ra của LFNST xuôi có thể không điền hoàn toàn khối phía trên cùng-bên

trái 4×4 . Trong trường hợp của (a) và (d) của Fig.11, ma trận $[16 \times 8]$ và ma trận $[48 \times 8]$ được áp dụng cho khối được chỉ báo lần lượt bằng đường dày hoặc vùng một phần bên trong khối, và vectơ $[8 \times 1]$ 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 đầu 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 (d) Fig.10, như được thể hiện trên (d) của Fig.11, hai khối 4×4 ở phía trên cùng-bên phải và phía dưới cùng-bên trái gần kề khối phía trên cùng-bên trái 4×4 cũng được điền bằng các giá trị 0.

Như được mô tả ở trên, về cơ bản, bằng cách báo hiệu chỉ số LFNST, việc liệu có áp dụng LFNST hay không và ma trận biến đổi cần được áp dụng được chỉ rõ. Như được thể hiện trên Fig. 11, khi LFNST được áp dụng, bởi vì số lượng dữ liệu đầu 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 4×4 , 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 $[48 \times 16]$ hoặc ma trận $[48 \times 8]$ được áp dụng, thì hai khối 4×4 gần kề khối phía trên cùng-bên trái 4×4 hoặc các khối thứ hai và thứ ba 4×4 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 có 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 có được phân tích cú pháp hay không. Khi dữ liệu khác không không tồn tại trong khu vực được chỉ định trong 1) và 2) nêu trên, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST được thực hiện.

Bởi vì mã đơn phân cắt cụt được áp dụng như thiết bị 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 luồng bit 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 luma và thành phần chroma 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]

Syntax element	binIdx					
	0	1	2	3	4	>= 5
lfnst_idx[][]	(tu_mts_idx[x0][y0] == 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 đầu 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 đầu ra LFNST có thể được tạo ra. Khi số lượng dữ liệu đầu 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 4×4 chỉ được áp dụng cho một vùng 4×4 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 đầu 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 4×4 trong khối $4 \times N$ hoặc $N \times 4$ trong đó N là 16 hoặc hơn, thì dữ liệu đầu 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 4×4 và LFNST 8×8 , thì việc đặt bằng không có thể được chia thành hai loại ((ii)-(A) và (ii)-(B)) như sau.

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

Như được thể hiện trên Fig.13, đối với khối mà LFNST 4×4 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 không (0).

Nói cách khác, (d) của Fig.13 thể hiện rằng khi giá trị lớn nhất của số lượng dữ liệu đầu 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 4×4 không được áp dụng.

(ii)-(B) Khi LFNST 8×8 được áp dụng, thì vùng là LFNST 8×8 không được áp dụng có thể được thiết đặt bằng không. Fig.14 là sơ đồ minh họa việc đặt bằng không (0) trong khối mà LFNST 8×8 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 có 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 có 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 có 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 có tồn tại trong khối được điền không 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 có tồn tại chỉ trong khu vực được đánh dấu rõ ràng như 0 trên Fig.11 hay không, 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.13 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 phương án sau đây, và tổ hợp bất kỳ có thể được áp dụng cho LFNST.

Phương án

- Giới hạn số lượng dữ liệu đầu 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 cũng có tồn tại khu vực hiện có được điền với giá trị không và khu vực được điền với các không do các lần thiết 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 đầu 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 (a) của Fig.13 và (a) của 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 (b) và (c) của Fig.13 và (b) của 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 khác 0 có thể tồn tại.

Do đó, khi LFNST được áp dụng, sau khi kiểm tra liệu dữ liệu khác không có 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) hay không, thì có thể xác định được liệu chỉ số LFNST có 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 đầu 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 trong 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 việc nội dự đoán thông thường, khối cần được mã hóa hiện tại được coi như một đơn vị mã hóa và việc mã hóa được thực hiện mà không phân chia. Tuy nhiên, việc lập mã nội các phân vùng con (intra sub-partition, ISP) nghĩa là thực hiện việc mã hóa nội dự đoán bằng cách chia khối cần được mã hóa hiện tại 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 chia, và khối được tái dựng có thể được sử dụng như khối tham chiếu của khối được chia tiếp theo. Theo một phương án, trong khi lập mã ISP, một khối lập mã có thể được chia thành hai hoặc bốn khối con và được lập mã, và trong ISP, trong một khối con, việc nội dự đoán được thực hiện tham chiếu đến giá trị điểm ảnh được tái dựng của khối con được đặt tại phía bên trái gần kề hoặc phía trên gần kề. Ở dưới đây, “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 biểu diễn số lượng khối con được chia theo các kích thước khối khi ISP được áp dụng, và các phân vùng con được chia theo ISP có thể được đề cập đến như các khối biến đổi (transform block, TU).

【Bảng 5】

Kích cỡ khối (CU)	Số lần chia
4x4	không khả dụng
4x8,	2

8x4	
Tất cả các trường hợp khác	4

ISP là để chia 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 tối thiểu mà ISP có thể được áp dụng với là 4×8 hoặc 8×4 . Khi kích thước khối là lớn hơn 4×8 hoặc 8×4 , thì khối được chia thành bốn phân vùng con.

Các hình vẽ Fig.16 và Fig.17 minh họa ví dụ về khối con mà một khối lập mã được chia thành và cụ thể hơn, Fig. 16 minh họa ví dụ về việc chia của trường hợp trong đó khối lập mã (chiều rộng (W) X chiều cao (H)) là các khối 4×8 hoặc các khối 8×4 , và Fig.17 minh họa ví dụ về việc chia của trường hợp trong đó khối lập mã không là các khối 4×8 , các khối 8×4 , hoặc các khối 4×4 .

Khi ISP được áp dụng, thì các khối con được lập mã tuần tự, ví dụ, theo chiều ngang hoặc chiều thẳng, từ bên trái sang bên phải hoặc từ phía trên cùng đến phía dưới cùng theo loại chia, và sau khi quy trình tái dựng được thực hiện qua phép biến đổi ngược và nội dự đoán cho một khối con, thì việc lập mã cho khối con tiếp theo có thể được thực hiện. Đối với khối con cực trái hoặc trên cùng, điểm ảnh được tái dựng của khối lập mã đã được lập mã được tham chiếu đến như trong phương pháp nội dự đoán thông thường. Thêm nữa, khi mỗi phía của khối con trong kế tiếp không gần kề khối con trước, thì để dẫn xuất các điểm ảnh tham chiếu gần kề với phía tương ứng, thì các điểm ảnh được tái dựng của khối lập mã đã được lập mã gần kề khối lập mã được tham chiếu đến như trong phương pháp nội dự đoán thông thường.

Trong chế độ lập mã ISP, tất cả các khối con có thể được lập mã bằng cùng một chế độ nội dự đoán, và cờ chỉ báo liệu có sử dụng việc lập mã ISP hay không và cờ chỉ báo liệu có chia (theo chiều ngang hoặc chiều thẳng) trong đó hướng có thể được báo hiệu hay không. Như được minh họa trên các Fig.16 và Fig.17, số lượng khối con có thể được điều chỉnh là 2 hoặc 4 theo hình dạng khối, và khi kích thước (chiều rộng x chiều cao) của một khối con là nhỏ hơn 16, thì có thể được giới hạn sao cho việc chia thành

khối con tương ứng không được cho phép hoặc chính việc lập mã ISP không được áp dụng.

Trong khi đó, trong trường hợp của chế độ dự đoán ISP, một đơn vị lập mã được chia 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 chia theo đó.

Như được mô tả ở trên, theo hướng chia, hướng ngang (khi đơn vị lập mã $M \times N$ có các chiều dài ngang và thẳng lần lượt là M và N được chia theo hướng ngang, và nếu đơn vị lập mã $M \times N$ được chia thành hai, thì đơn vị lập mã $M \times N$ được chia thành các khối $M \times (N/2)$, và nếu đơn vị lập mã $M \times N$ được chia thành bốn khối, thì đơn vị lập mã $M \times N$ được chia thành các khối $M \times (N/4)$) và hướng thẳng (khi đơn vị lập mã $M \times N$ được chia theo hướng thẳng, nếu đơn vị lập mã $M \times N$ được chia thành hai, và đơn vị lập mã $M \times N$ được chia thành các khối $(M/2) \times N$, và nếu đơn vị lập mã $M \times N$ được chia thành bốn, thì đơn vị lập mã $M \times N$ được chia thành các khối $(M/4) \times N$) là đều có thể. Khi đơn vị lập mã $M \times N$ được chia theo hướng ngang, thì các khối phân vùng được lập mã theo thứ tự từ phía trên cùng-xuống dưới, và khi đơn vị lập mã $M \times N$ được chia theo hướng thẳng, thì các khối phân vùng được lập mã theo thứ tự từ bên trái sang bên phải. Khối phân vùng được lập mã hiện tại có thể được dự đoán tham chiếu đến các giá trị điểm ảnh được tái dựng của khối phân vùng phía trên (bên trái) trong trường hợp của việc chia hướng (thẳng).

Phép 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 (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 (phép biến đổi lõi) dựa trên hướng xuôi, và biến đổi không phân tách được tần số thấp (low frequency non-separable transform, LFNST) xuôi có thể được áp dụng cho các 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 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 tập LFNST được dẫn xuất dựa trên chế độ nội dự đoán được chọn, thì tập LFNST được dẫn xuất có thể được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng. Tức là, bởi vì cùng một chế độ nội dự đoán được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng, nên cùng một tập LFNST có thể được áp dụng cho tất cả khối phân vùng.

Theo một phương án, LFNST có thể được áp dụng chỉ cho các khối biến đổi có cả chiều dài ngang và chiều dài thẳng là 4 hoặc lớn hơn. Do đó, khi chiều dài ngang hoặc thẳng của khối phân vùng được chia theo phương pháp dự đoán ISP là nhỏ 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, thì khối phân vùng tương ứng có thể được coi như một khối biến đổi. Khi phương pháp dự đoán ISP không được áp dụng, thì LFNST có thể được áp dụng cho khối lập mã.

Phương pháp để áp dụng LFNST cho mỗi khối phân vùng sẽ được mô tả chi tiết.

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

Thay vào đó, theo một phương án, 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 bên trong vùng phía trên cùng-bên trái 8x8.

Thay vào đó, theo một phương án, để điều chỉnh sự phức tạp tính toán của trường hợp xấu nhất thành 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, khi khối phân vùng là 4×4 , thì ma trận 8×16 có thể được áp dụng như ma trận biến đổi, và khi khối phân vùng là 8×8 , thì ma trận 8×48 có thể được áp dụng như ma trận biến đổi.

Trong chuẩn VVC hiện tại, việc báo hiệu chỉ số LFNST được thực hiện trong các đơn vị là các đơn vị lập mã. Do đó, trong chế độ dự đoán ISP và khi LFNST được áp dụng cho tất cả các khối phân vùng, thì 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, trong đó 0 biểu diễn trường hợp trong đó LFNST không được áp dụng, và 1 và 2 chỉ báo hai ma trận tồn tại trong một tập LFNST khi LFNST được áp dụng.

Như được mô tả nêu trên, tập LFNST được xác định bởi chế độ nội dự đoán, và trong trường hợp của chế độ dự đoán ISP, bởi vì tất cả các khối phân vùng trong đơn vị lập mã được dự đoán trong cùng một chế độ nội dự đoán, nên các khối phân vùng có thể đề cập đến cùng một tập LFNST.

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

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 như được mô tả 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 $M \times 2$ ($2 \times M$) (trong đó $M \leq N$). Ví dụ, khi $M = 8$, thì vùng phía trên cùng-bên trái trở thành 8×2 (2×8) và do đó vùng trong đó 16 tín hiệu phần dư tồn tại 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 là ma trận bổ sung riêng ngoài ma trận được bao gồm trong chuẩn VVC hiện có. Thêm nữa, để kiểm soát sự phức tạp của trường hợp xấu nhất, ma trận 8×16 trong đó chỉ 8 vector hàng trên của ma trận 16×16 được lấy mẫu có thể được sử dụng cho việc biến đổi. Phương pháp kiểm soát sự 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 $M \times 1$ ($1 \times M$) (trong đó $M \leq N$). Ví dụ, khi $M = 16$, thì vùng phía trên cùng-bên trái trở thành 16×1 (1×16) và do đó vùng trong đó 16 tín hiệu phần dư tồn tại 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 là ma trận bổ sung riêng ngoài ma trận được bao gồm trong chuẩn VVC hiện có. Thêm nữa, để kiểm soát sự phức tạp của trường hợp xấu nhất, ma trận 8×16 trong đó chỉ 8 vector hàng trên của ma trận 16×16 được lấy mẫu có thể được sử dụng cho việc biến đổi. Phương pháp kiểm soát 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 trong hai phương án có thể được áp dụng. Cụ thể, trong trường hợp của phương án thứ hai, bởi vì phép biến đổi sơ cấp được xem xét trong LFNST, nên quan sát được thông qua các thí nghiệm mà sự cải thiện về hiệu quả hoạt động nén mà có thể đạt được trong LFNST hiện có là tương đối nhỏ so với chi phí báo hiệu chỉ số LFNST. Tuy nhiên, trong trường hợp của phương án thứ nhất, sự cải thiện về hiệu quả hoạt động nén là tương tự với sự cải thiện về hiệu quả hoạt động nén mà có thể thu được từ LFNST thông

thường được quan sát. Tức là, trong trường hợp của ISP, có thể kiểm tra được qua các thí nghiệm mà việc áp dụng LFNST cho $2 \times N$ và $N \times 2$ đóng góp vào hiệu quả hoạt động nén thực tế.

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

VVC hỗ trợ chế độ nội dự đoán góc rộng (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, thì tập LFNST được xác định bằng sử dụng sự đối xứng, như trong chế độ hướng nội dự đoán chung. Ví dụ, bởi vì chế độ -1 là đối xứng với chế độ 67, nên cùng một tập LFNST được áp dụng, và bởi vì chế độ -14 là đối xứng với chế độ 80, nên cùng một tập LFNST được áp dụng. Các chế độ từ 67 đến 80 có thể 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 cho khối phía trên cùng-bên trái $M \times 2$ ($M \times 1$), bởi vì khối mà LFNST được áp dụng là không vuông, nên sự đối xứng với LFNST có thể không được áp dụng. Do đó, thay vì áp dụng sự đối xứng dựa trên chế độ nội dự đoán, như trong LFNST của Bảng 2, thì sự đối xứng giữa khối $M \times 2$ ($M \times 1$) và khối $2 \times M$ ($1 \times M$) có thể được áp dụng.

Fig.18 là sơ đồ minh họa sự đối xứng giữa các khối $M \times 2$ ($M \times 1$) và các khối $2 \times M$ ($1 \times M$) theo một phương án.

Như được minh họa trên Fig.18, bởi vì có thể được coi là chế độ 2 trong khối

$M \times 2$ ($M \times 1$) là đối xứng với chế độ 66 trong khối $2 \times M$ ($1 \times M$), nên cùng một tập LFNST có thể được áp dụng cho khối $2 \times M$ ($1 \times M$) và khối $M \times 2$ ($M \times 1$).

Trong trường hợp này, để áp dụng tập LFNST được áp dụng cho khối $M \times 2$ ($M \times 1$) đến khối $2 \times M$ ($1 \times M$), thì tập LFNST được chọn dựa trên chế độ 2 thay vì chế độ 66. Tức là, trước khi áp dụng LFNST xuôi, sau khi chuyển vị dữ liệu đầu vào của khối $2 \times M$ ($1 \times M$), thì LFNST có thể được áp dụng.

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

(a) của Fig.19 là sơ đồ minh họa là LFNST có thể được áp dụng bằng cách đọc dữ liệu đầu vào theo thứ tự cột-thứ nhất cho khối $2 \times M$, và (b) của Fig.19 là sơ đồ minh họa là LFNST có thể được áp dụng bằng cách đọc dữ liệu đầu vào theo thứ tự hàng-thứ nhất cho khối $M \times 2$ ($M \times 1$). Phương pháp để áp dụng LFNST cho khối phía trên cùng-bên trái $M \times 2$ ($M \times 1$) hoặc $2 \times M$ ($M \times 1$) được mô tả như sau.

1. Thứ nhất, như được minh họa trên (a) và (b) của Fig.19, dữ liệu đầu vào được sắp xếp để tạo cấu hình vector đầu vào của LFNST xuôi. Ví dụ, tham chiếu đến Fig.18, đối với khối $M \times 2$ được dự đoán trong chế độ 2, thì theo thứ tự trên (b) của Fig.19, và đối với khối $2 \times M$ được dự đoán trong chế độ 66, thì dữ liệu đầu vào được sắp xếp theo thứ tự của (a) của Fig.19 và sau đó tập LFNST cho chế độ 2 có thể được áp dụng.

2. Đối với khối $M \times 2$ ($M \times 1$), 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 thiết đặt trước được thiết lập giữa chế độ nội dự đoán và tập LFNST, mà có thể được biểu diễn bởi bảng ánh xạ như được thể hiện trong Bảng 2.

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

ánh xạ sẽ 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 các hệ số biến đổi có thể được dẫn xuất bằng cách nhân dữ liệu đầu vào được chuẩn bị trong quy trình 1 với nhân LFNST. Nhân LFNST có thể được chọn từ tập LFNST được xác định trong quy trình 2 và chỉ số LFNST định trước.

Ví dụ, khi $M = 8$ và ma trận 16×16 được áp dụng như nhân LFNST, thì 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 được tạo ra 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 là hình vẽ minh họa thứ tự quét cho các vùng 8×2 hoặc 2×8 theo một phương án.

Tất cả các vùng ngoài vùng phía trên cùng-bên trái 8×2 hoặc 2×8 có thể được điền bằng các giá trị không (đặt bằng không) hoặc các hệ số biến đổi hiện có mà phép biến đổi sơ cấp được áp dụng với có thể được giữ nguyên như chính chúng. 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.

Trong trường hợp (ví dụ, 8 phép nhân/các mẫu) của cấu hình mà điều chỉnh độ phức tạp tính toán cho trường hợp xấu nhất đến mức nhất định hoặc thấp hơn, chẳng hạn, sau khi tạo ra chỉ 8 hệ số biến đổi bằng cách nhân ma trận 8×16 mà lấy chỉ 8 hàng trên của ma trận 16×16 , 8 hệ số biến đổi có thể được bố trí theo thứ tự quét của Fig.20, và việc đặt bằng không có thể được áp dụng cho các vùng hệ số còn lại. Việc kiểm soát 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 (ví dụ, 16) được thiết đặt trước như các vector đầu vào, và tập LFNST thu được từ quy trình 2 và nhân LFNST (ví dụ, ma trận 16×16) được dẫn xuất từ chỉ số LFNST được phân tích cú pháp được chọn và sau đó bằng cách nhân nhân LFNST và vector đầu vào tương ứng, thì vector đầu ra có thể được dẫn xuất.

Trong trường hợp của khối $M \times 2$ ($M \times 1$), các vector xuất ra có thể được bố trí theo thứ tự hàng-thứ nhất trên (b) của Fig.19, và trong trường hợp của khối $2 \times M$ ($1 \times M$), thì các vector đầu ra có thể được bố trí theo thứ tự cột-thứ nhất trên (a) của Fig.19.

Các vùng còn lại, ngoại trừ vùng trong đó vector đầu ra tương ứng được bố trí bên trong vùng phía trên cùng-bên trái $M \times 2$ ($M \times 1$) hoặc $2 \times M$ ($M \times 2$) và 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 có thể đều được đặt bằng không bằng các giá trị không hoặc có thể được tạo cấu hình để duy trì các hệ số biến đổi được tái dựng như chính chúng thông qua các quy trình lập mã phần dư và lượng tử hóa ngược.

Khi tạo cấu hình vector đầu vào, như trong trường hợp thứ 3, thì dữ liệu đầu vào có thể được sắp xếp theo thứ tự quét của Fig.20, và để kiểm soát độ phức tạp tính toán cho trường hợp xấu nhất ở mức nhất định hoặc thấp hơn, thì vector đầu vào có thể được tạo cấu hình bằng cách giảm số lượng dữ liệu đầu vào (ví dụ, 8 thay vì 16).

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

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

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 tập LFNST hiện có. Nói cách khác, các nhân khác so với các nhân LFNST hiện có có thể được áp dụng, và bảng ánh xạ khác so 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 là giống như bảng ánh xạ của 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, thì 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 được áp dụng như chính nó. Bảng ánh xạ và các nhân LFNST khác với với chuẩn VVC hiện có có thể được áp dụng.

Khi chế độ dự đoán ISP được áp dụng, thì khi chiều dài ngang hoặc chiều dài thẳng của mỗi khối phân vùng là nhỏ hơn 4, thì bảng ánh xạ và các nhân LFNST khác so với bảng ánh xạ và các nhân LFNST trong chuẩn VVC hiện có có thể được áp dụng. Ở dưới đây, các Bảng 6 đến 8 biểu diễn 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 $M \times 2$ ($M \times 1$) hoặc khối $2 \times M$ ($1 \times M$).

Bảng 6

predModeIntra	lnstTrSetIdx
<code>predModeIntra < 0</code>	1
<code>0 <= predModeIntra <= 1</code>	0
<code>2 <= predModeIntra <= 12</code>	1
<code>13 <= predModeIntra <= 23</code>	2
<code>24 <= predModeIntra <= 34</code>	3
<code>35 <= predModeIntra <= 44</code>	4

$45 \leq \text{predModeIntra} \leq 55$	5
$56 \leq \text{predModeIntra} \leq 66$	6
$67 \leq \text{predModeIntra} \leq 80$	6
$81 \leq \text{predModeIntra} \leq 83$	0

Bảng 7

predModeIntra	lnstTrSetIdx
$\text{predModeIntra} < 0$	1
$0 \leq \text{predModeIntra} \leq 1$	0
$2 \leq \text{predModeIntra} \leq 23$	1
$24 \leq \text{predModeIntra} \leq 44$	2
$45 \leq \text{predModeIntra} \leq 66$	3
$67 \leq \text{predModeIntra} \leq 80$	3
$81 \leq \text{predModeIntra} \leq 83$	0

Bảng 8

predModeIntra	lnstTrSetIdx
$\text{predModeIntra} < 0$	1
$0 \leq \text{predModeIntra} \leq 1$	0
$2 \leq \text{predModeIntra} \leq 80$	1
$81 \leq \text{predModeIntra} \leq 83$	0

Bảng ánh xạ thứ nhất của Bảng 6 được tạo cấu hình với bảy tập LFNST, bảng ánh xạ của Bảng 7 được tạo cấu hình với bốn tập LFNST, và bảng ánh xạ của Bảng 8 được tạo cấu hình với 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, khi LFNST được áp dụng, để duy trì số lượng phép tính trên mẫu (hoặc trên hệ số, trên vị trí) ở giá trị nhất định hoặc thấp hơn, thì việc áp dụng LFNST có thể được giới hạn. Theo kích thước của khối phân vùng, số lượng phép nhân trên mẫu (hoặc trên hệ số, trên vị trí) có thể được duy trì là 8 hoặc thấp hơn bằng cách áp dụng LFNST như sau.

1. Khi chiều dài ngang và chiều dài thẳng của khối phân vùng là 4 hoặc nhiều

hơn, thì phương pháp giống như phương pháp kiểm soát độ phức tạp tính toán cho trường hợp xấu nhất cho LFNST trong chuẩn VVC hiện tại có thể được áp dụng.

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

Trong trường hợp của khối $4 \times N$ hoặc $N \times 4$ ($N > 4$), thì phép biến đổi xuôi được thực hiện, thì 16 hệ số được tạo ra sau khi áp dụng ma trận 16×16 cho chỉ khối phía trên cùng-bên trái 4×4 có thể được bố trí trong vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 , và các vùng khác có thể được điền bằng giá trị là 0. Thêm nữa, khi thực hiện phép biến đổi ngược, thì 16 hệ số được đặt trong khối phía trên cùng-bên trái 4×4 được bố trí theo thứ tự quét để tạo thành vector đầu vào, và sau đó 16 dữ liệu đầu ra có thể được tạo ra bằng cách nhân ma trận 16×16 . Dữ liệu đầu ra được tạo ra có thể được bố trí 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 giá trị là 0.

Trong trường hợp của khối $8 \times N$ hoặc $N \times 8$ ($N > 8$), thì phép biến đổi xuôi được thực hiện, thì 16 hệ số được tạo ra sau khi áp dụng ma trận 16×48 cho chỉ vùng quan tâm (Region of interest, ROI) (các vùng còn lại ngoại trừ các khối phía dưới cùng-bên phải 4×4 từ các khối phía trên cùng-bên trái 8×8 bên trong các khối phía trên cùng-bên trái 8×8 có thể được bố trí trong vùng phía trên cùng-bên trái 4×4 , và các vùng khác có thể được điền bằng giá trị là 0. Thêm nữa, khi thực hiện phép biến đổi ngược, thì 16 hệ số được đặt trong khối phía trên cùng-bên trái 4×4 được bố trí theo thứ tự quét để tạo thành vector đầu vào, và sau đó 48 dữ liệu đầu ra có thể được tạo ra bằng cách nhân vector

đầu vào với ma trận 48×16 . Dữ liệu đầu ra được tạo ra có thể được điền trong vùng ROI, và tất cả các vùng khác có thể được điền giá trị là 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 được lấy mẫu theo giá trị N có thể được áp dụng.

Trong trường hợp của $M = 8$, đối với khối phân vùng của $N = 8$, tức là, khối 8×2 hoặc 2×8 , 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 thay vì ma trận 16×16 trong trường hợp của phép biến đổi xuôi, 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 còn lại từ ma trận 16×16 có thể được áp dụng.

Khi N là lớn hơn 8, thì 16 dữ liệu đầu ra được tạo ra sau khi áp dụng ma trận 16×16 cho khối phía trên cùng-bên trái 8×2 hoặc 2×8 trong trường hợp của phép biến đổi xuôi được bố trí trong khối phía trên cùng-bên trái 8×2 hoặc 2×8 , và các vùng còn lại có thể được điền giá trị là 0. Trong trường hợp của phép biến đổi ngược, thì 16 hệ số được đặt trong khối phía trên cùng-bên trái 8×2 hoặc 2×8 được bố trí theo thứ tự quét để tạo thành vectơ đầu vào, và sau đó 16 dữ liệu đầu ra có thể được tạo ra bằng cách nhân ma trận 16×16 . Dữ liệu đầu ra được tạo ra có thể được bố trí trong khối phía trên cùng-bên trái 8×2 hoặc 2×8 , và tất cả các vùng còn lại có thể được điền giá trị là 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 được lấy mẫu theo giá trị N có thể được áp dụng.

Khi $M = 16$, đối với khối phân vùng có $N = 16$, tức là, khối 16×1 hoặc 1×16 , 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 trong trường hợp của phép biến đổi xuôi, 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 còn lại từ ma trận 16×16 có thể được áp dụng.

Khi N là lớn hơn 16, thì 16 dữ liệu đầu ra được tạo ra sau khi áp dụng ma trận 16×16 cho khối phía trên cùng-bên trái 16×1 hoặc 1×16 trong trường hợp của phép biến đổi xuôi có thể được bố trí trong khối phía trên cùng-bên trái 16×1 hoặc 1×16 , và các vùng còn lại có thể được điền giá trị là 0. Trong trường hợp của phép biến đổi ngược, thì 16 hệ số được đặt trong khối phía trên cùng-bên trái 16×1 hoặc 1×16 có thể được bố trí theo thứ tự quét để tạo thành vector đầu vào, và sau đó 16 dữ liệu đầu ra có thể được tạo ra bằng cách nhân ma trận 16×16 . Dữ liệu đầu ra được tạo ra có thể được bố trí trong khối phía trên cùng-bên trái 16×1 hoặc 1×16 , và tất cả các vùng còn lại có thể được điền giá trị là 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. Khi chỉ có một khối thỏa mãn điều kiện mà LFNST được áp dụng cho trong số các khối phân vùng ISP, thì việc tính toán độ phức tạp cho trường hợp xuất 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 chia thành bốn khối phân vùng mà có kích thước là 4×4 và được lập mã bởi ISP và hệ số biến đổi khác không không tồn tại đối với hai khối phân vùng trong số bốn khối phân vùng, thì có thể được tạo cấu hình sao cho không phải 8 hệ số biến đổi mà 16 hệ số biến đổi được tạo ra đối với hai khối phân vùng khác (dựa trên bộ mã hóa).

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

Như được mô tả ở trên, chỉ số LFNST có thể có giá trị là bất kỳ trong số 0, 1, và 2, trong đó giá trị là 0 chỉ báo rằng LFNST không được áp dụng và các giá trị là 1 và 2 lần lượt chỉ báo 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 để truyền chỉ số LFNST trong chuẩn VVC hiện tại sẽ được mô tả như sau.

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

2. Khi chỉ số LFNST không được báo hiệu, thì giá trị của chỉ số LFNST được thiết đặt (được suy ra) ở giá trị mặc định là 0. Các trường hợp trong đó giá trị của chỉ số LFNST được dẫn xuất là 0 là như sau:

A. Trường hợp trong đó chế độ trong đó phép biến đổi không được áp dụng (ví dụ, bỏ cóc biến đổi, BDPCM, lập mã không tổn hao, v.v.) được sử dụng.

B. Trường hợp trong đó phép biến đổi sơ cấp không là DCT-2 (DST7 hoặc DCT8), tức là, trường hợp trong đó phép biến đổi theo hướng ngang hoặc phép biến đổi theo hướng thẳng không là DCT-2.

C. Trường hợp trong đó chiều dài ngang hoặc chiều dài thẳng của khối độ chói của đơn vị lập mã vượt qua kích thước biến đổi độ chói lớn nhất, ví dụ, trong đó kích thước biến đổi độ chói lớn nhất là 64, LFNST có thể không được áp dụng khi kích thước của khối độ chói của khối lập mã là 128x16.

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

khi định dạng màu là 4:4:4, thì chiều dài ngang/thẳng và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là giống như chiều dài ngang/thẳng và kích thước biến đổi của khối sắc độ.

Việc biến đổi chiều dài 64 hoặc biến đổi chiều dài 32 nghĩa là biến đổi được áp dụng theo chiều ngang hoặc chiều thẳng có chiều dài lần lượt là 64 hoặc 32, và “kích thước biến đổi” có thể nghĩa là chiều dài tương ứng là 64 hoặc 32.

Trong trường hợp của loại cây đơn, thì có thể kiểm tra được liệu chiều dài ngang hoặc chiều dài thẳng của khối độ chói có vượt quá kích thước biến đổi lớn nhất của khối biến đổi độ chói hay không, và khi chiều dài ngang hoặc chiều dài thẳng của khối độ chói vượt quá kích thước biến đổi lớn nhất của khối biến đổi độ chói, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ.

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

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

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

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

Trong trường hợp của loại cây đơn, khi vị trí hệ số khác không cuối cùng của bất kỳ 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, khi giá trị cờ khối được lập mã (coded block flag, CBF) chỉ báo liệu hệ số biến đổi cho một khối biến đổi tồn tại có là 0 hay không, thì vị trí hệ số khác không cuối cùng cho khối biến đổi tương ứng không được kiểm tra để xác định liệu có báo hiệu chỉ số LFNST hay không. Tức là, khi giá trị CBF tương ứng là 0, thì phép biến đổi không được áp dụng cho khối tương ứng, và do đó, vị trí của hệ số khác không cuối cùng có thể không được xem xét tại thời điểm khi kiểm tra điều kiện cho việc báo hiệu chỉ số LFNST.

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

F. Khi phát hiện là hệ số biến đổi tồn tại tại vị trí khác vị trí trong đó hệ số biến đổi LFNST được cho phép để tồn tại, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ. Trong trường hợp của khối biến đổi 4x4 và khối biến đổi 8x8, các hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại ở 8 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 bằng 0. Ngoài ra, trong các trường hợp không là khối biến đổi 4x4 và khối biến đổi 8x8, thì các hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại tại 16 vị trí từ vị trí DC theo thứ tự quét hệ số biến đổi trong chuẩn VVC và các vị trí còn lại khác đều được điền với 0.

Do đó, khi hệ số biến đổi khác không tồn tại ở vùng mà nên được điền 0 sau khi việc lập mã phần dư được thực hiện, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ.

Trong khi đó, chế độ ISP có thể 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 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 tương ứng. Do đó, khi xác định điều kiện để báo hiệu chỉ số LFNST trong các đơn vị là các đơn vị lập mã, thì việc xem xét thực tế là LFNST có thể áp dụng được cho mỗi khối phân vùng trong các khối phân vùng tương ứng là cần thiết. 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 nên được báo hiệu xem xét đến chỉ thành phần tương ứng được chia thành các khối phân vùng. Các phương pháp báo hiệu chỉ số LFNST sẵn có trong chế độ ISP có thể 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 loại cây kép, chỉ số LFNST riêng lẻ có thể được báo hiệu lần lượt đối với khối độ chói và khối sắc độ.
2. Khi chỉ số LFNST không được báo hiệu, thì giá trị của chỉ số LFNST được thiết đặt (được suy ra) là giá trị mặc định là 0. Các trường hợp trong đó giá trị chỉ số LFNST được dẫn xuất là 0 là như sau.
 - A. Trường hợp trong đó chế độ trong đó phép biến đổi không được áp dụng (ví dụ, bỏ cóc biến đổi, BDPCM, lập mã không tổn hao, v.v.) được sử dụng.
 - B. Trường hợp trong đó chiều dài ngang hoặc chiều dài thẳng của khối độ chói của đơn vị lập mã vượt qua kích thước biến đổi độ chói lớn nhất, ví dụ, trường hợp trong đó kích thước biến đổi độ chói lớn nhất là 64, LFNST có thể không được áp dụng khi kích thước của khối độ chói của khối lập mã là 128x16.

Việc liệu có báo hiệu chỉ số LFNST hay không có thể được xác định dựa trên kích thước của khối phân vùng thay vì đơn vị lập mã. Tức là, khi chiều dài ngang hoặc

chiều dài thẳng của khối phân vùng cho khối độ chói tương ứng, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ và giá trị của chỉ số LFNST có thể được dẫn xuất là 0.

Trong trường hợp của loại cây kép, xác định được liệu kích thước khối biến đổi lớn nhất có được vượt quá so với mỗi trong số đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho thành phần độ chói và đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho thành phần sắc độ hay không. Tức là, chiều dài ngang và chiều dài thẳng của đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho độ chói được so sánh với kích thước biến đổi độ chói lớn nhất, và bất kỳ trong số chiều dài ngang và chiều dài thẳng là lớn hơn kích thước biến đổi độ chói lớn nhất, thì LFNST không được áp dụng, và, trong trường hợp của đơn vị lập mã hoặc khối phân vùng cho độ chói, thì chiều dài ngang/thẳng của khối độ chói tương ứng cho định dạng màu và kích thước biến đổi được độ chói lớn nhất được so sánh. Ví dụ, khi định dạng màu là 4:2:0, thì chiều dài ngang/thẳng của khối độ chói tương ứng là hai lần chiều dài ngang/thẳng của khối sắc độ và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là hai lần kích thước biến đổi của khối sắc độ. Trong ví dụ khác, khi định dạng màu là 4:4:4, thì chiều dài ngang/thẳng và kích thước biến đổi của khối độ chói tương ứng là giống như chiều dài ngang/thẳng và kích thước biến đổi của khối sắc độ.

Trong trường hợp của loại cây riêng lẻ, thì có thể kiểm tra được nếu chiều dài ngang hay chiều dài thẳng khối độ chói (đơn vị lập mã hay khối phân vùng) vượt quá kích thước biến đổi lớn nhất của khối biến đổi độ chói, và nếu như vậy, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ.

C. Khi 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 đều là lớn hơn hoặc bằng với 4.

Khi LFNST cho khối $2 \times M$ ($1 \times M$) hay $M \times 2$ ($M \times 1$) được áp dụng cùng với LFNST được bao gồm trong chuẩn VVC hiện có, thì chỉ số LFNST có thể được truyền chỉ khi kích thước của khối phân vùng là bằng hoặc lớn hơn khối $2 \times M$ ($1 \times M$) hay $M \times 2$

(Mx1). Ở đây, nếu khối $P \times Q$ là bằng hoặc là lớn hơn so với khối $R \times S$, thì nghĩa là $P \geq R$ và $Q \geq S$.

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

Trong trường hợp này, nếu khối $M \times N$ là lớn hơn hoặc bằng với khối $K \times L$, thì nghĩa là M là lớn hơn hoặc bằng với K và N là lớn hơn hoặc bằng với L . Nếu khối $M \times N$ là lớn hơn khối $K \times L$, thì nghĩa là M là lớn hơn hoặc bằng với K , N là lớn hơn hoặc bằng với L , và M là lớn hơn K hoặc N là lớn hơn L . Nếu khối $M \times N$ là nhỏ hơn hoặc bằng khối $K \times L$, thì nghĩa là M là nhỏ hơn hoặc bằng K và N là nhỏ hơn hoặc bằng L , và nếu khối $M \times N$ là nhỏ hơn khối $K \times L$, thì nghĩa là M là nhỏ hơn hoặc bằng K , N là nhỏ hơn hoặc bằng L , và M là nhỏ hơn K hoặc N là nhỏ hơn L .

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

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

Ở đây, khi giá trị cờ khối được lập mã (CBF) chỉ báo liệu hệ số biến đổi tồn tại đối với mỗi khối phân vùng là 0 hay không, vị trí hệ số khác không cuối cùng cho khối phân vùng tương ứng không được kiểm tra để xác định liệu có báo hiệu chỉ số LFNST hay không. Tức là, khi giá trị CBF tương ứng là 0, thì phép biến đổi là không được áp dụng cho khối tương ứng, và do đó, vị trí hệ số khác không cuối cùng cho khối phân vùng tương ứng không được xem xét tại thời điểm khi kiểm tra điều kiện cho việc báo hiệu chỉ số LFNST.

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

Trong trường hợp của chế độ ISP, thông tin ảnh có thể được tạo cấu hình sao cho vị trí 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 hệ số khác không cuối cùng cho cả khối độ chói và khối sắc độ. Tức là, thậm chí khi vị trí hệ số khác không cuối cùng cho tất cả khối phân vùng được đặt tại vị trí DC hoặc giá trị CBF tương ứng là 0, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được cho phép.

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

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

E. Khi thấy là hệ số biến đổi tồn tại tại vị trí ngoài vị trí trong đó hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại đối với thậm chí là 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 ở 8 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 bằng 0. Ngoài ra, khi khối phân vùng là bằng hoặc lớn hơn 4x4 và không phải khối phân vùng 4x4 hay khối phân vùng

8x8, các hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại ở 16 vị trí từ vị trí DC theo thứ tự quét hệ số biến đổi trong chuẩn VVC, và tất cả các vị trí còn lại được điền bằng 0.

Do đó, khi hệ số biến đổi khác không tồn tại ở vùng mà nên được điều 0 sau khi việc lập mã phần dư được thực hiện, việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ.

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

i. Khi LFNST là áp dụng được 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 đối với 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, thì 8 hệ số biến đổi có thể được sắp xếp theo thứ tự quét từ vị trí DC và 8 vị trí còn lại có thể được điền bằng 0.

Đối với khối phân vùng $2 \times N$ hoặc $N \times 2$ ($N > 8$), thì 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, thì 16 hệ số biến đổi có thể được sắp xếp theo thứ tự quét từ vị trí DC và 8 vùng còn lại có thể được điền bằng 0. Tức là, vùng ngoài khối phía trên cùng-bên trái 2×8 hoặc 8×2 trong khối phân vùng $2 \times N$ hoặc $N \times 2$ ($N > 8$) có thể được điền bằng 0. Đối với thậm chí với khối phân vùng 2×8 hoặc 8×2 , thì 16 hệ số biến đổi thay vì 8 hệ số biến đổi LFNST có thể được tạo ra, và trong trường hợp này, vùng mà phải được điền bằng 0 không xuất hiện. Như được mô tả nêu trên, trong trường hợp trong đó LFNST được áp dụng, khi phát hiện thấy là hệ số biến đổi khác không tồn tại trong vùng thiết đặt được điền 0 đối với thậm chí với một khối phân vùng, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ và chỉ số LFNST có thể được dẫn xuất là 0.

ii. Trường hợp trong đó LFNST là có thể áp dụng được với khối $1 \times M$ hoặc $M \times 1$ và $M = 16$, thì chỉ 8 hệ số biến đổi LFNST có thể được tạo ra đối với 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 có thể được sắp xếp theo thứ tự quét tương ứng từ vị trí DC, và 8 vị trí còn lại có thể điền bằng 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 đến phía dưới cùng, thì 16 hệ số biến đổi có thể được sắp xếp từ vị trí DC theo thứ tự quét tương ứng và các vùng còn lại có thể được điền bằng 0. Tức là, vùng ngoài khối phía trên cùng-bên trái 1×16 hoặc 16×1 trong khối phân vùng $1 \times N$ hoặc $N \times 1$ ($N > 16$) có thể điền bằng 0.

16 hệ số biến đổi thay vì 8 hệ số biến đổi LFNST có thể được tạo ra đối với thậm chí là khối phân vùng 1×16 hoặc 16×1 , và trong trường hợp này, vùng mà phải được điền bằng 0 không xuất hiện. Như được mô tả nêu trên, trong trường hợp trong đó LFNST được áp dụng, khi phát hiện thấy là hệ số biến đổi khác không tồn tại trong vùng thiết đặt được điền 0 đối với thậm chí với 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, đối với chế độ ISP, theo chuẩn VVC hiện tại, các hướng ngang và thẳng được xem xét độc lập như các điều kiện về độ dài và DST-7 thay vì DCT-2 được áp dụng mà không báo hiệu chỉ số MTS. Xác định được liệu chiều dài ngang hay thẳng là lớn hơn hoặc bằng với 4 và lớn hơn hoặc bằng với 16, và nhân biến đổi sơ cấp được quyết định dựa trên kết quả của việc xác định. Do đó, đối với trường hợp trong đó LFNST là có thể áp dụng được trong chế độ ISP, thì các kết hợp của phép biến đổi là có thể.

1. Khi chỉ số LFNST là 0 (bao gồm trường hợp trong đó chỉ số LFNST được dẫn xuất là 0), thì điều kiện xác định phép biến đổi sơ cấp trong chế độ ISP, điều

kiện mà được bao gồm trong chuẩn VVC hiện tại, có thể được theo sau. Tức là, nếu điều kiện chiều dài (mà là điều kiện là bằng hoặc lớn hơn 4 và bằng hoặc nhỏ hơn 16) được thỏa mãn lần lượt và độc lập đối với hướng ngang và hướng thẳng; nếu như vậy, DST-7 thay vì DCT-2 có thể được áp dụng, và nếu không, DCT-2 có thể được áp dụng.

2. Khi chỉ số LFNST là lớn hơn 0, thì hai cấu hình sau đây là có thể như phép biến đổi sơ cấp.

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

B. Điều kiện để xác định phép biến đổi sơ cấp trong chế độ ISP, điều kiện mà được bao gồm trong chuẩn VVC hiện tại, có thể được theo sau. Nói cách khác, kiểm tra được là nếu điều kiện chiều dài (mà là điều kiện là bằng hoặc lớn hơn 4 và bằng hoặc nhỏ hơn 16) được thỏa mãn lần lượt và độc lập đối với hướng ngang và hướng thẳng; nếu như vậy, DST-7 thay vì DCT-2 có thể được áp dụng, và nếu không, 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 đối với mỗi khối phân vùng thay vì mỗi đơn vị lập mã. Trong trường hợp này, phương pháp báo hiệu chỉ số LFNST được mô tả nêu trên, xét rằng chỉ một khối phân vùng tồn tại trong đơn vị mà chỉ số LFNST được truyền trong đó, thì có thể xác định được liệu có báo hiệu chỉ số LFNST hay không có thể được xác định.

Trong khi đó, theo một phương án, trong chế độ ISP như thể hiện trên Fig.9, nhân LFNST bao gồm ba tập có thể được áp dụng.

Trong trường hợp không phải chế độ ISP, bảng ánh xạ giống như bảng sau đây có thể được áp dụng, và tập LFNST như trong Bảng 9 có thể được áp dụng thậm chí khi LFNST được áp dụng trong chế độ ISP.

【Bảng 9】

predModeIntra	lfnstTrSetIdx
predModeIntra < 0	một

$0 \leq \text{predModeIntra} \leq 1$	0
$2 \leq \text{predModeIntra} \leq 18$	một
$19 \leq \text{predModeIntra} \leq 49$	3
$50 \leq \text{predModeIntra} \leq 80$	một
$81 \leq \text{predModeIntra} \leq 83$	0

Giá trị của `preModeIntra` trong Bảng 9 chỉ báo giá trị chế độ nội dự đoán mà có thể được thay đổi có sự xem xét WAIP, và giá trị của `lnstTrSetIdx` là giá trị chỉ số chỉ báo tập LFNST cụ thể, và mỗi tập LFNST bao gồm hai nhân LFNST. Mỗi chỉ số (`lnstTrSetIdx`) có thể xác định tập LFNST tương ứng được bao gồm trong tài liệu chuẩn VVC (JVET-O2001-vE.docx) (mà đề cập đến tập LFNST được đặc tả bởi biến `lnstTrSetIdx` trong chương quy trình dẫn xuất ma trận biến đổi không phân tách được tần số thấp của tài liệu tương ứng).

Trong trường hợp trong đó LFNST được áp dụng trong chế độ ISP, thì bảng ánh xạ như được thể hiện trong Bảng 9 có thể được áp dụng chỉ khi cả chiều dài ngang và chiều dài thẳng của khối phân vùng ISP là lớn hơn 4.

Các phương án mà LFNST được áp dụng với trong chế độ ISP được mô tả nêu trên được tóm tắt như sau.

(1) Khi LFNST được áp dụng trong chế độ ISP, thì đơn vị biến đổi cần được chia phải có kích thước ít nhất là 4X4.

(2) Nhân LFNST giống như nhân LFNST hiện có được áp dụng cho đơn vị lập mã mà chế độ ISP không được áp dụng với có thể được sử dụng.

(3) Mọi đơn vị biến đổi phải thỏa mãn điều kiện giá trị vị trí cuối cùng lớn nhất (mà là điều kiện cho vị trí của hệ số khác không cuối cùng). Khi một hoặc nhiều đơn vị biến đổi hơn không thỏa mãn điều kiện giá trị vị trí cuối cùng lớn nhất, thì LFNST không được sử dụng và chỉ số LFNST không được phân tích cú pháp.

(4) Khi chế độ ISP được áp dụng, thì thiết đặt mà LFNST là có thể áp dụng được chỉ khi hệ số có nghĩa tồn tại vị trí khác vị trí DC có thể được bỏ qua.

(5) Khi LFNST được áp dụng, thì DCT-2 có thể được sử dụng cho phép biến đổi sơ cấp của đơn vị biến đổi mà ISP được áp dụng với.

Bảng 10 dưới đây thể hiện các phần tử cú pháp bao gồm nội dung nêu trên.

Bảng 8

<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) && tu_mts_idx[x0][y0] == 0 && Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY) {</code>
<code>if((IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT LfnstDcOnly == 0) && LfnstZeroOutSigCoeffFlag == 1)</code>
<code>lfnst_idx[x0][y0]</code>
<code>}</code>

Trong Bảng 10, chiều rộng và chiều cao của vùng mà LFNST được áp dụng với theo loại cây được thiết đặt và các điều kiện để truyền chỉ số LFNST được thể hiện. Các phần tử cú pháp của Bảng 10 có thể được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã (coding unit, CU). Trong trường hợp của loại cây kép, các chỉ số LFNST đơn cho khối độ chói và khối sắc độ có thể được báo hiệu.

Đầu tiên, khi loại cây cho đơn vị lập mã là sắc độ cây kép, thì chiều rộng (lfnstWidth) của vùng mà LFNST được áp dụng với có thể được thiết đặt là chiều rộng

trong đó định dạng sắc màu được phản ánh trong chiều rộng của đơn vị lập mã ((treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbWidth / SubWidthC).

Nói cách khác, khi loại cây cho đơn vị lập mã không là sắc độ cây kép mà là độ chói cây kép hoặc cây đơn, thì chiều rộng (lfnstWidth) của vùng mà LFNST được áp dụng với có thể được thiết đặt là giá trị thu được bằng cách chia đơn vị lập mã cho số lượng phân vùng còn hoặc cho chiều rộng của đơn vị lập mã theo việc liệu đơn vị lập mã được chia bởi ISP hay không ((IntraSubPartitionsSplitType == ISP_VER_SPLIT) ? cbWidth / NumIntraSubPartitions : cbWidth). Tức là, nếu đơn vị lập mã được chia theo chiều thẳng bởi ISP (IntraSubPartitionsSplitType == ISP_VER_SPLIT), thì chiều rộng của vùng mà LFNST được áp dụng với có thể được thiết đặt là giá trị (cbWidth / NumIntraSubPartitions) thu được bằng cách chia đơn vị lập mã cho số lượng phân vùng con; nếu không, chiều rộng của vùng mà LFNST được áp dụng với có thể được thiết đặt là chiều rộng (cbWidth) của đơn vị lập mã.

Tương tự, khi loại cây của đơn vị lập mã là sắc độ cây kép, thì chiều cao (lfnstHeight) của vùng mà LFNST được áp dụng có thể được thiết đặt là chiều cao trong đó định dạng màu được phản xạ trong chiều cao của đơn vị lập mã ((treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbHeight / SubHeightC).

Nói cách khác, khi loại cây cho đơn vị lập mã không là sắc độ cây kép mà là độ chói cây kép hoặc cây đơn, thì chiều cao (lfnstHeight) của vùng mà LFNST được áp dụng với có thể được thiết đặt là giá trị thu được bằng cách chia đơn vị lập mã cho số lượng phân vùng con hoặc cho chiều cao của đơn vị lập mã theo việc liệu đơn vị lập mã được chia hay không bởi ISP ((IntraSubPartitionsSplitType == ISP_HOR_SPLIT) ? cbHeight / NumIntraSubPartitions : cbHeight). Tức là, nếu đơn vị lập mã được chia theo hướng ngang bởi ISP (IntraSubPartitionsSplitType == ISP_HOR_SPLIT), thì chiều cao của vùng mà LFNST được áp dụng có thể được thiết đặt là giá trị (cbHeight / NumIntraSubPartitions) thu được bằng cách chia đơn vị lập mã

cho số lượng phân vùng còn; nếu không, có thể được thiết đặt là chiều cao (cbHeight) của đơn vị lập mã.

Để cho LFNST được áp dụng theo cách này, chiều rộng và chiều cao của vùng mà LFNST được áp dụng với phải là lớn hơn hoặc bằng với 4. Tức là, trong trường hợp của loại cây kép lập mã, thì chỉ số LFNST có thể được báo hiệu chỉ khi cả chiều dài ngang và chiều dài thẳng của thành phần tương ứng (tức là, thành phần độ chói hoặc sắc độ) là lớn hơn hoặc bằng với 4, và trong trường hợp của loại cây đơn, thì chỉ số LFNST có thể được báo hiệu khi cả chiều dài ngang và chiều dài thẳng của thành phần độ chói là lớn hơn hoặc bằng với 4.

Khi ISP được áp dụng cho đơn vị lập mã, thì chỉ số LFNST có thể được truyền chỉ khi cả chiều dài ngang và chiều dài thẳng của khối phân vùng là đều lớn hơn hoặc bằng với 4.

Ngoài ra, khi chiều dài ngang hoặc chiều dài thẳng của khối độ chói của đơn vị lập mã vượt quá kích thước biến đổi khối độ chói lớn nhất (khi điều kiện về $\text{Max}(\text{cbWidth}, \text{cbHeight}) \leq \text{MaxTbSizeY}$ là không được thỏa mãn), thì LFNST có thể được áp dụng và chỉ số LFNST không được truyền.

Ngoài ra, chỉ số LFNST có thể được báo hiệu chỉ khi vị trí hệ số khác không cuối cùng không là vị trí DC (mà là vị trí tại phía trên cùng-bên trái của khối).

Trong trường hợp của khối độ chói của loại cây kép, khi vị trí hệ số khác không không là vị trí DC, thì chỉ số LFNST được truyền. Trong trường hợp của khối sắc độ của loại cây kép, khi bất kỳ trong số hệ số khác không cuối cùng cho Cb và vị trí 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, thì chỉ số LFNST có thể được truyền khi vị trí hệ số khác không cuối cùng cho bất kỳ trong số thành phần độ chói, thành phần Cb, và thành phần Cr không là vị trí DC.

Trong khi đó, khi ISP được áp dụng cho đơn vị lập mã, thì chỉ số LFNST có thể được báo hiệu mà không kiểm tra vị trí hệ số khác không cuối cùng ($\text{IntraSubPartitionsSplitType} \neq \text{ISP_NO_SPLIT} \parallel \text{LfnstDcOnly} \neq 0$). Tức là, thậm chí khi vị trí hệ số khác không cuối cùng cho tất cả các khối phân vùng được đặt tại vị trí DC, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được cho phép. Vị trí DC chỉ báo vị trí tại phía trên cùng-bên trái của khối tương ứng.

Cuối cùng, khi tìm ra là hệ số biến đổi tồn tại tại vị trí ngoài vị trí trong đó hệ số biến đổi LFNST được cho phép tồn tại, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được lược bỏ ($\text{LfnstZeroOutSigCoeffFlag} = 1$).

Trong trường hợp ISP được áp dụng cho đơn vị lập mã, khi xác nhận được là hệ số biến đổi tồn tại tại vị trí ngoài vị trí trong đó hệ số biến đổi LFNST được cho là 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.

Các hình vẽ sau đây được cung cấp để mô tả các ví dụ cụ thể của sáng chế. Bởi vì các chỉ định cụ thể về các thiết bị hoặc các chỉ định của các tín hiệu/các thông điệp/các trường cụ thể được minh họa trong các hình vẽ được cung cấp để minh họa, nên các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế không được giới hạn đến các chỉ định cụ thể được sử dụng trong các hình vẽ sau đây.

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

Mỗi hoạt động vận hành được bộc lộ ở Fig.21 là dựa trên một số trong các phần mô tả nêu trên của các Fig.4 đến Fig.20. Do đó, các phần mô tả chi tiết mà là giống như các phần mô tả nêu trên của các Fig. 3 đến Fig.13 sẽ được lược bỏ hoặc được đơn giản hóa.

Thiết bị giải mã 300 theo một phương án có thể thu thông tin phân dư từ luồng bit (S2110).

Cụ thể hơn, thiết bị giải mã 300 có thể giải mã thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối mục tiêu từ luồng bit và có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi được lượng tử hóa cho khối hiện tại 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 bao gồm trong tập tham số trình tự (SPS) hoặc tiêu đề lát và có thể bao gồm ít nhất một trong số thông về việc liệu phép biến đổi rút gọn (Reduced transform, RST) có được áp dụng hay không, thông tin về nhân tố rút gọn, 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, kích thước biến đổi ngược giảm, và thông tin về chỉ số biến đổi chỉ báo bất kỳ trong số các ma trận nhân biến đổi được bao gồm trong tập biến đổi.

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 có được áp dụng cho khối hiện tại hay không. Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất liệu khối hiện tại có được chia thành số lượng khối phân vùng con định trước hay không, bằng cách thu và phân tích cú pháp thông tin cờ chỉ báo liệu 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 cần được chia theo đó.

Ví dụ, khi kích thước (chiều rộng x chiều cao) của khối hiện tại là 8×4 như được thể hiện trên Fig.16, khối hiện tại có thể được chia thành hai khối con theo hướng thẳng, và khi kích thước (chiều rộng x chiều cao) của khối hiện tại là 4×8 , thì khối hiện tại có thể được chia thành hai khối con theo hướng ngang. Thay vào đó, như được thể hiện trên Fig.17, khi kích thước (chiều rộng x chiều cao) của khối hiện tại là lớn hơn 4×8 hoặc 8×4 , tức là, khi kích thước của khối hiện tại là 1) $4 \times N$ hoặc $N \times 4$ ($N \geq 16$) hoặc 2) $M \times N$ ($M \geq 8, N \geq 8$), thì khối hiện tại có thể được chia thành 4 khối con theo hướng ngang hoặc thẳng.

Cùng một chế độ nội dự đoán có thể được áp dụng cho các khối phân vùng con được chia từ khối hiện tại, và thiết bị giải mã có thể dẫn xuất các mẫu dự đoán cho các khối phân vùng con tương ứng. Tức là, thiết bị giải mã thực hiện tuần tự việc nội dự đoán, ví dụ, theo chiều ngang hoặc thẳng, từ bên trái sang bên phải hoặc từ phía trên cùng đến phía dưới cùng, theo hình thức trong đó các khối phân vùng con được chia. Đối với khối con cực trái hoặc phía trên cùng, điểm ảnh được tái dựng của khối lập mã đã được lập mã được tham chiếu đến như trong phương pháp nội dự đoán thông thường. Ngoài ra, khi mỗi phía của khối phân vùng con bên trong kế tiếp không gần với khối phân vùng con trước, thì điểm ảnh được tái dựng của khối được lập mã trước gần kề khối lập mã được tham chiếu đến như phương pháp nội dự đoán thông thường để dẫn xuất các điểm ảnh tham chiếu gần kề phía tương ứng.

Thiết bị giải mã 300 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi bằng cách giải lượng tử hóa thông tin phân dư về khối hiện tại, tức là, các hệ số biến đổi được lượng tử hóa (S2120).

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

Hệ số biến đổi được dẫn xuất dựa trên thông tin phân dư có thể là hệ số biến đổi được giải lượng tử hóa như được mô tả nêu trên hoặc có thể là hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Tức là, hệ số biến đổi có thể là dữ liệu có thể để kiểm tra liệu dữ liệu này có phải là dữ liệu khác không trong khối hiện tại hay không bất kể có lượng tử hóa hay không.

Để dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh bằng cách áp dụng LFNST, thì thiết bị giải mã có thể dẫn xuất biến thứ nhất chỉ báo liệu hệ số biến đổi, tức là, hệ số có nghĩa, có tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại hay không (S2130).

Biến thứ nhất có thể là biến `LfnstDcOnly` mà có thể được dẫn xuất trong quy trình lập mã phân dư. 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, thì biến thứ nhất có thể được dẫn xuất như 0, và khi biến thứ nhất là 0, thì chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp. Khối con đề cập đến khối đơn vị được sử dụng như đơn vị lập mã trong lập mã phân dư, và khi khối hiện tại là lớn hơn hoặc bằng với 4×4 , thì khối đơn vị tương ứng là khối 4×4 và có thể được đề cập đến như nhóm hệ số (CG). Chỉ số khối con là 0 chỉ báo khối con phía trên cùng-bên trái 4×4 khi khối hiện tại là lớn hơn hoặc bằng với 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 có tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC hay không.

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

Thiết bị giải mã có thể, dựa trên kết quả dẫn xuất, phân tích cú pháp chỉ số LFNST và, dựa trên việc khối hiện tại được chia thành nhiều khối phân vùng con, phân tích cú pháp chỉ số LFNST mà không dẫn xuất biến thứ nhất (S2140).

Theo một ví dụ, thiết bị giải mã có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST khi khối hiện tại không được chia thành nhiều khối phân vùng con và biến thứ nhất chỉ báo là hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC, và khi khối thứ nhất được chia thành nhiều khối phân vùng con, thì thiết bị giải mã có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST mà không kiểm tra biến thứ nhất hay bỏ qua giá trị biến thứ nhất.

Tức là, khi ISP được áp dụng cho khối hiện tại, thì việc báo hiệu chỉ số LFNST có thể được cho phép thậm chí nếu hệ số khác không cuối cùng cho mọi khối phân vùng con được đặt tại vị trí DC.

Ngoài ra, theo một ví dụ, thiết bị giải mã có thể còn xác định liệu hệ số biến đổi bất kỳ có tồn tại hay không trong vùng thứ hai ngoài vùng thứ nhất được định vị tại phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại, và khi hệ số biến đổi bất kỳ không tồn tại trong vùng thứ hai, thì chỉ số LFNST có thể được phân tích cú pháp.

Bằng cách dẫn xuất biến thứ hai chỉ báo liệu hệ số có nghĩa có tồn tại hay không trong vùng thứ hai ngoài vùng thứ nhất được định vị tại phía trên cùng-bên trái của khối hiện tại, thì có thể kiểm tra liệu việc đặt bằng không có được thực hiện trên vùng thứ hai hay không.

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

Khi chỉ số của khối con mà hệ số khác không cuối cùng tồn tại trong đó là lớn hơn 0 và chiều rộng và chiều cao của khối biến đổi đều bằng hoặc lớn hơn 4, hoặc khi vị trí cuối cùng của hệ số khác không 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 4x4 hoặc 8x8, thì biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` có thể được dẫn xuất như 0.

Tức là, khi hệ số khác không được dẫn xuất trong vùng ngoài vùng phía trên cùng-bên trái trong đó hệ số biến đổi LFNST có thể tồn tại hoặc khi hệ số khác không tồn tại bên ngoài vị trí thứ tám theo thứ tự quét so với khối 4x4 và khối 8x8, thì `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` được thiết đặt là 0.

Theo một ví dụ, trong trường hợp khi ISP được áp dụng cho đơn vị lập mã, khi phát hiện thấy hệ số biến đổi tồn tại ở vị trí ngoài vị trí trong đó hệ số biến đổi LFNST

có thể tồn tại đối với thậm chí là một khối phân vùng con trong số tất cả 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 trên một khối phân vùng con và hệ số có nghĩa tồn tại trong vùng thứ hai, thì chỉ số LFNST không được báo hiệu.

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

Khi kích thước của khối hiện tại là 4×4 hoặc 8×8 , thì 8 dữ liệu được xuất ra thông qua LFNST xuôi, và do đó, 8 hệ số biến đổi được thu 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 8 theo thứ tự quét, như được thể hiện trên (a) của Fig.13 và (a) của Fig.14.

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

Trong khi đó, các hệ số biến đổi mà có thể được sắp xếp trong vùng thứ nhất có thể được sắp xếp dọc theo hướng quét đường chéo như được thể hiện trên Fig.8.

Như được mô tả ở trên, trong trường hợp mà khối hiện tại được chia thành các khối phân vùng con, thì thiết bị giải mã có thể phân tích cú pháp chỉ số LFNST khi không có các hệ số biến đổi tồn tại trong tất cả các vùng thứ hai cho nhiều khối phân

vùng con. Khi hệ số biến đổi tồn tại trong vùng thứ hai của một khối phân vùng con bất kỳ, thì chỉ số LFNST không được phân tích cú pháp.

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

Trong khi đó, bởi vì việc đặt bằng không được phản xạ LFNST (bao gồm tất cả các lần đặt bằng không mà có thể kèm theo việc áp dụng LFNST) cũng được áp dụng cho khối phân vùng con, nên vùng thứ nhất được áp dụng ngang bằng cho khối phân vùng con. Tức là, khi khối phân vùng con được chia là khối 4x4 hoặc khối 8x8, thì LFNST được áp dụng đến các hệ số biến đổi thứ 8 theo hướng quét từ vị trí phía trên cùng-bên trái của khối phân vùng con, và khi khối phân vùng con không là khối 4x4 hoặc khối 8x8, thì LFNST có thể được áp dụng cho các hệ số biến đổi trong vùng phía trên cùng-bên trái 4X4 của khối phân vùng con.

Sau đó, thiết bị giải mã có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh từ các hệ số biến đổi dựa trên chỉ số LFNST và ma trận LFNST cho LFNST (S2150).

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

Trong trường hợp này, cùng tập LFNST và cùng chỉ số LFNST có thể được áp dụng cho khối biến đổi phân vùng con được chia từ khối hiện tại. Tức là, bởi vì cùng chế độ nội dự đoán được áp dụng cho các khối biến đổi phân vùng con, thì tập LFNST được xác định dựa trên chế độ nội dự đoán có thể được áp dụng ngang bằng cho tất cả khối biến đổi phân vùng con. Thêm nữa, bởi vì chỉ số LFNST được báo hiệu tại cấp đơn vị lập mã, nên cùng ma trận LFNST có thể được áp dụng cho khối biến đổi phân vùng con được chia từ khối hiện tại.

Như được mô tả ở trên, tập biến đổi có thể được xác định theo chế độ nội dự

đoán của khối biến đổi cần được biến đổi, và LFNST ngược có thể được thực hiện dựa trên bất kỳ một trong số các ma trận nhân biến đổi, tức là, các ma trận LFNST, được bao gồm trong tập biến đổi được chỉ báo bởi chỉ số LFNST. Ma trận được áp dụng cho LFNST ngược có thể được đề cập đến như ma trận LFNST ngược hoặc ma trận LFNST, và ma trận này có thể có tên bất kỳ với điều kiện nó có quan hệ chuyển vị với ma trận được sử dụng cho LFNST xuôi.

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

Số lượng hệ số biến đổi định trước, mà là dữ liệu được xuất ra của LFNST, có thể được dẫn xuất dựa trên kích thước của khối hiện tại hoặc khối biến đổi phân vùng con. Ví dụ, khi chiều cao và chiều rộng của khối hiện tại hoặc khối biến đổi phân vùng con là 8 hoặc lớn hơn, thì 48 hệ số biến đổi có thể được dẫn xuất, như được minh họa ở phía bên trái của Fig.7, và khi chiều rộng và chiều cao của khối biến đổi phân vùng con không là 8 hoặc lớn hơn, tức là, khi chiều rộng hoặc chiều cao của khối biến đổi phân vùng con là 4 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 8, thì 16 hệ số biến đổi có thể được dẫn xuất, như được minh ở phía bên phải của Fig.7.

Như được minh họa trên Fig.7, 48 hệ số biến đổi có thể được sắp xếp ở các vùng phía trên cùng-bên trái, phía trên cùng-bên phải, và phía dưới-bên trái 4x4 của vùng phía trên cùng-bên trái 8x8 của khối biến đổi phân vùng con, và 16 hệ số biến đổi có thể được sắp xếp trong vùng phía trên cùng-bên trái 4x4 của khối biến đổi phân vùng con.

48 hệ số biến đổi và 16 hệ số biến đổi có thể được sắp xếp theo hướng thẳng hoặc ngang theo chế độ nội dự đoán của khối biến đổi phân vùng con. Ví dụ, khi chế độ nội dự đoán là hướng ngang (các chế độ từ 2 đến 34 trong Fig.9) dựa trên hướng đường chéo (chế độ 34 trên Fig.9), các hệ số biến đổi có thể được sắp xếp theo hướng ngang, tức là, theo thứ tự hướng hàng-thứ nhất, như được minh họa trên (a) của Fig.7, và khi chế độ nội dự đoán là hướng thẳng (các chế độ từ 35 đến 66 trên Fig.9) dựa trên hướng đường chéo, các hệ số biến đổi có thể được sắp xếp theo hướng ngang, tức là, theo thứ

tự hướng cột-thứ nhất, như được minh họa trên (b) của Fig.7.

Thiết bị giải mã có thể dẫn xuất các mẫu phân dư cho khôi hiện tại dựa trên phép biến đổi ngược sơ cấp của hệ số biến đổi được điều chỉnh (S2160).

Trong trường hợp này, phép biến đổi ngược rút gọn có thể được áp dụng cho phép biến đổi sơ cấp ngược, hoặc phép biến đổi phân tách được thông thường có thể được sử dụng. Thay vào đó, MTS có thể được sử dụng như phép biến đổi sơ cấp ngược.

Tiếp theo, thiết bị giải mã 300 có thể tạo ra các mẫu được tái dựng dựa trên các mẫu phân dư cho khôi hiện tại và các mẫu dự đoán cho khôi hiện tại.

Các hình vẽ sau đây được cung cấp để mô tả các ví dụ cụ thể của sáng chế. Bởi vì các chỉ định cụ thể về các thiết bị hoặc các chỉ định của các tín hiệu/các thông điệp/các trường cụ thể được minh họa trong các hình vẽ được cung cấp để minh họa, nên các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế không được giới hạn đến các chỉ định cụ thể được sử dụng trong các hình vẽ sau đây.

Fig.22 là sơ đồ tiến trình minh họa hoạt động vận hành của thiết bị giải mã video theo 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. Theo đó, các phần mô tả chi tiết chồng lấn với các phần mô tả được mô tả nêu trên ở các Fig.2 và Fig.4 đến Fig.20 sẽ được lược bỏ hoặc được rút gọn.

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

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

Thiết bị mã hóa có thể xác định liệu áp dụng việc lập mã ISP hay chế độ ISP cho khôi hiện tại, tức là, khối lập mã, xác định hướng trong đó khôi hiện tại sẽ được chia

theo kết quả xác định, và dẫn xuất kích thước của số lượng khối con được chia.

Ví dụ, khi kích thước (chiều rộng x chiều cao) của khối hiện tại là 8×4 , như được minh họa trên Fig. 16, khối hiện tại có thể được chia theo chiều thẳng hoặc được chia thành hai khối con, và khi kích thước (chiều rộng x chiều cao) của khối hiện tại là 4×8 , thì khối hiện tại có thể được chia theo chiều ngang và được chia thành hai khối con. Thay vào đó, như được minh họa trên Fig.17, khi kích thước (chiều rộng x chiều cao) của khối hiện tại là lớn hơn 4×8 hoặc 8×4 , tức là, khi kích thước của khối hiện tại là 1) $4 \times N$ hoặc $N \times 4$ ($N \geq 16$) hoặc 2) $M \times N$ ($M \geq 8, N \geq 8$), thì khối hiện tại có thể được chia thành 4 khối con theo hướng ngang hoặc thẳng.

Cùng chế độ nội dự đoán có thể được áp dụng cho khối biến đổi phân vùng con được chia từ khối hiện tại, và d mã hóa có thể dẫn xuất mẫu dự đoán cho mỗi khối biến đổi phân vùng con. Tức là, thiết bị mã hóa thực hiện việc nội dự đoán m theo cách tuần tự, ví dụ, theo chiều ngang hoặc theo chiều thẳng, từ bên trái sang bên phải, hoặc từ phía trên cùng xuống phía dưới cùng theo dạng chia của các khối biến đổi phân vùng con. Đối với khối con cực trái hoặc trên cùng, điểm ảnh được tái dựng của khối lập mã đã được lập mã được tham chiếu đến như trong phương pháp nội dự đoán thông thường. Thêm nữa, đối với mỗi phía của khối biến đổi phân vùng con trong kế tiếp, khi nó không gần kề khối biến đổi phân vùng con trước, thì để dẫn xuất các điểm ảnh tham chiếu gần kề với phía tương ứng, thì điểm ảnh được tái dựng của khối lập mã gần kề đã được lập mã được tham chiếu đến như trong phương pháp nội dự đoán thông thường.

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

Thêm nữa, thiết bị mã hóa 200 có thể dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại dựa trên phép biến đổi sơ cấp của mẫu phân dư (S2230).

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

Thiết bị mã hóa 200 có thể xác định liệu 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.

Không giống như phép biến đổi sơ cấp mà phân tách và biến đổi các hệ số mục tiêu theo hướng thẳng hoặc ngang, thì 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. Phép biến đổi không phân tách được có thể là 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 cần được biến đổi.

Theo một ví dụ, thiết bị mã hóa có thể xác định liệu LFNST có thể áp dụng được cho chiều cao và chiều rộng của khối hiện tại dựa trên loại cây và định dạng màu của khối hiện tại hay không.

Theo một ví dụ, trong trường hợp trong đó loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây kép, khi chiều cao và chiều rộng tương ứng với khối thành phần sắc độ của khối hiện tại là lớn hơn hoặc bằng với 4, thì thiết bị mã hóa có thể xác định là LFNST là có thể áp dụng được.

Ngoài ra, theo một ví dụ, trong trường hợp trong đó loại cây của khối hiện tại là độ chói cây đơn hoặc cây kép, khi chiều cao và chiều rộng tương ứng với khối thành phần độ chói của khối hiện tại là lớn hơn hoặc bằng với 4, thì thiết bị mã hóa có thể xác định là LFNST là có thể áp dụng được.

Trong khi đó, khi ISP được áp dụng cho khối hiện tại, tức là, khi khối hiện tại được chia thành các khối biến đổi phân vùng con, thì thiết bị mã hóa có thể xác định liệu LFNST có thể áp dụng được cho chiều cao và chiều rộng của khối phân vùng con được chia hay không. Trong trường hợp này, khi chiều cao và chiều rộng của khối phân

vùng con là lớn hơn hoặc bằng với 4, thì thiết bị mã hóa có thể xác định là LFNST là có thể áp dụng được.

Ví dụ, khi loại cây của khối hiện tại là sắc độ cây kép, thì ISP có thể không được áp dụng và trong trường hợp này, khi chiều cao và chiều rộng tương ứng với khối thành phần sắc độ của khối hiện tại là lớn hơn hoặc bằng với 4, thì thiết bị mã hóa có thể xác định là LFNST là có thể áp dụng được.

Nói cách khác, trong trường hợp trong đó loại cây của khối hiện tại không là sắc độ cây kép mà là độ chói cây kép hoặc cây đơn, thì khi chiều cao và chiều rộng của khối phân vùng con cho khối thành phần độ chói của khối hiện tại hoặc chiều cao và chiều rộng của khối hiện tại là lớn hơn hoặc bằng với 4, thì thiết bị mã hóa có thể xác định, phụ thuộc vào liệu ISP có được áp dụng cho khối hiện tại hay không, là LFNST có thể áp dụng được.

Ngoài ra, theo một ví dụ, khi khối hiện tại là đơn vị lập mã và chiều rộng và chiều cao của đơn vị lập mã là nhỏ hơn hoặc bằng kích thước biến đổi độ chói lớn nhất, thì thiết bị mã hóa có thể xác định là LFNST là có thể áp dụng được.

Khi xác định được để thực hiện LFNST, thì thiết bị mã hóa 200 có thể dẫn xuất hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối hiện tại hoặc khối biến đổi phân vùng con dựa trên tập LFNST được ánh xạ đến chế độ nội dự đoán và ma trận LFNST được bao gồm trong tập LFNST (S2240).

Thiết bị mã hóa 200 có thể xác định tập LFNST dựa trên mối quan hệ ánh xạ theo chế độ nội dự đoán được áp dụng cho khối hiện tại, và thực hiện LFNST, tức là, phép biến đổi không phân tách được dựa trên một trong hai ma trận LFNST được bao gồm trong tập LFNST.

Trong trường hợp này, cùng tập LFNST và cùng chỉ số LFNST có thể được áp dụng cho khối biến đổi phân vùng con được chia từ khối hiện tại. Tức là, bởi vì cùng chế độ nội dự đoán được áp dụng cho các khối biến đổi phân vùng con, thì tập LFNST

được xác định dựa trên chế độ nội dự đoán có thể cũng được áp dụng ngang bằng cho tất cả khối biến đổi phân vùng con. Thêm nữa, bởi vì chỉ số LFNST được mã hóa trong các đơn vị là đơn vị lập mã, thì cùng ma trận LFNST có thể được áp dụng cho khối biến đổi phân vùng con được chia từ khối hiện tại.

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

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

Vùng trong đó các hệ số biến đổi được sử dụng như dữ liệu đầu vào của LFNST được đặt có thể được dẫn xuất dựa trên kích thước của khối biến đổi phân vùng con. Ví dụ, khi chiều cao và chiều rộng của khối biến đổi là 8 hoặc lớn hơn, thì vùng là các vùng phía trên cùng-bên trái, phía trên cùng-bên phải, và phía dưới cùng-bên trái 4x4 của vùng phía trên cùng-bên trái 8x8 của khối biến đổi phân vùng con, như được minh họa ở phía bên trái của Fig.7, và khi chiều cao và chiều rộng của khối biến đổi phân vùng con không bằng hoặc là lớn hơn 8, thì vùng có thể là vùng phía trên cùng-bên trái 4x4 của khối hiện tại, như được minh họa ở phía bên phải của Fig.7.

Các hệ số biến đổi trong vùng có thể được đọc theo hướng thẳng hoặc hàng theo chế độ nội dự đoán khối biến đổi phân vùng con để dựng vectơ một chiều cho phép toán nhân với ma trận LFNST.

48 hệ số biến đổi được điều chỉnh hoặc 16 hệ số biến đổi được điều chỉnh có thể được đọc theo hướng thẳng hoặc ngang theo chế độ nội dự đoán của khối biến đổi phân vùng con và được sắp xếp theo một khối. Ví dụ, khi chế độ nội dự đoán là hướng ngang (các chế độ từ 2 đến 34 trong Fig.9) dựa trên hướng đường chéo (chế độ 34 trên Fig.9), các hệ số biến đổi có thể được sắp xếp theo hướng ngang, tức là, theo thứ tự hướng hàng-thứ nhất, như được minh họa trên (a) của Fig.7, và khi chế độ nội dự đoán là hướng

thẳng (các chế độ từ 35 đến 66 trên Fig.9) dựa trên hướng đường chéo, các hệ số biến đổi có thể được sắp xếp theo hướng ngang, tức là, theo thứ tự hướng cột-thứ nhất, như được minh họa trên (b) của Fig.7.

Trong một phương án, thiết bị mã hóa có thể bao gồm các bước để xác định liệu thiết bị mã hóa có đủ điều kiện để áp dụng LFNST hay không, tạo ra và mã hóa chỉ số LFNST dựa trên bước xác định, chọn ma trận nhân biến đổi, và áp dụng LFNST cho các mẫu phần dư dựa trên ma trận nhân biến đổi được chọn và/hoặc nhân tổ rút gọn khi thiết bị mã hóa là đủ điều kiện để áp dụng LFNST. Trong trường hợp này, kích thước của ma trận nhân biến đổi rút gọn có thể được xác định dựa trên nhân tổ rút gọn.

Trong khi đó, theo một ví dụ, thiết bị mã hóa có thể đặt bằng không vùng thứ hai của khối hiện tại mà các hệ số biến đổi được điều chỉnh không tồn tại trong đó.

Như được thể hiện trên các Fig.13 và Fig.14, tất cả các vùng còn lại của khối hiện tại mà hệ số biến đổi được điều chỉnh không tồn tại trong đó có thể được xử lý như 0. Do việc đặt bằng không này, lượng tính toán được đòi hỏi để thực hiện toàn bộ quy trình biến đổi được giảm, và lượng tính toán được đòi hỏi cho toàn bộ quy trình được giảm, nhờ đó giảm mức tiêu thụ công suất được đòi hỏi để thực hiện việc biến đổi. Ngoài ra, hiệu quả lập mã ảnh có thể tăng bằng việc giảm độ trễ liên quan trong quy trình biến đổi.

Theo một ví dụ, thiết bị mã hóa có thể, dựa trên các hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại, tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFNST chỉ báo ma trận LFNST được báo hiệu, và thiết bị mã hóa có thể, dựa trên việc khối hiện tại được chia thành nhiều khối phân vùng con, tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu bất kể liệu hệ số biến đổi có tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC hay không (S2250).

Thiết bị mã hóa có thể tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho thông tin ảnh được thể hiện trong Bảng 10 được phân tích cú pháp bởi thiết bị giải mã.

Tức là, khi khối hiện tại không được chia thành nhiều khối phân vùng con và các hệ số biến đổi tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC của khối hiện tại, thiết bị mã hóa có thể tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFNST được phân tích cú pháp, và khi khối hiện tại được chia thành nhiều khối phân vùng con, thì thiết bị mã hóa có thể tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFNST được phân tích cú pháp mà không kiểm tra liệu hệ số biến đổi có tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC hay không.

Tức là, khi ISP được áp dụng cho khối hiện tại, thì thiết bị mã hóa có thể tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu thậm chí nếu các hệ số khác không cuối cùng cho tất cả khối phân vùng con được đặt tại vị trí DC.

Theo một ví dụ, khi chỉ số của khối con bao gồm hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối hiện tại (hoặc khối phân vùng con) là 0 và vị trí của hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối con là lớn hơn 0, thì thiết bị mã hóa có thể xác định mà hệ số có nghĩa tồn tại trong vùng ngoại trừ vị trí DC và có thể tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu. Trong sáng chế này, vị trí thứ nhất theo thứ tự quét có thể là 0.

Ngoài ra, theo một ví dụ, khi chỉ số của khối con bao gồm hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối hiện tại (hoặc khối phân vùng con) là lớn hơn 0 và chiều rộng và chiều cao của khối hiện tại là lớn hơn hoặc bằng với 4, thì thiết bị mã hóa có thể xác định là LFNST là chắc chắn không được áp dụng và có thể tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFSNT không được báo hiệu.

Ngoài ra, theo một ví dụ, khi kích thước của khối hiện tại (hoặc khối phân vùng con) là 4x4 hoặc 8x8 và khi vị trí của hệ số có nghĩa cuối cùng là lớn hơn 7 trong trường hợp bắt đầu vị trí theo thứ tự quét là 0, thì thiết bị mã hóa có thể xác định là LFNST là chắc chắn không được áp dụng và có thể tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFNST không được báo hiệu.

Tức là, sau khi biến `LfnstDcOnly` và biến `LfnstZeroOutSigCoeffFlag` được dẫn xuất trong thiết bị giải mã, thì thiết bị mã hóa có thể tạo cấu hình thông tin ảnh sao cho chỉ số LFNST được phân tích cú pháp theo các giá trị biến được dẫn xuất.

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 các hệ số biến đổi được điều chỉnh cho khối hiện tại, và có thể mã hóa thông tin về các hệ số biến đổi được lượng tử hóa và, nếu LFNST là có thể áp dụng được, chỉ số LFNST (S2260).

Tức là, 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 xuất ra thông tin ảnh/video được mã hóa dưới dạng luồng bit.

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

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

Theo một phương án, khi cấu trúc cây chia cho khối hiện tại là loại cây kép, thì chỉ số LFNST có thể được mã hóa cho mỗi trong số khối độ chói và khối sắc độ.

Theo một phương án, giá trị phần tử cú pháp cho chỉ số biến đổi có thể được dẫn xuất như 0 chỉ báo trường hợp trong đó LFNST (ngược) là không được áp dụng cho khối hiện tại, 1 chỉ báo ma trận LFNST thứ nhất trong số các ma trận LFNST, và 2 chỉ báo ma trận LFNST thứ hai trong số các ma trận LFNST.

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

lượng 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 lượng 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 tới bộ xử lý theo các cách thức đã biết. Bộ xử lý này có thể bao gồm mạch tích hợp chuyên dụng (Application-Specific Integrated Circuit, ASIC), con chip khác, mạch logic, và/hoặc thiết bị xử lý dữ liệu. Bộ nhớ này có thể bao gồm bộ nhớ chỉ đọc (Read-Only Memory, ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), bộ nhớ tác động 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 (OTT) có thể bao gồm máy chơi game chuyên dụng, máy chơi đĩa Blu-ray, ti vi 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 phần 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 hoá, 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 bao gồm các bước:

thu được thông tin phần dư từ luồng bit;

dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khôi hiện tại từ thông tin phần dư;

dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh sử dụng ma trận biến đổi không phân tách được tần số thấp (low-frequency non-separable transform, LFNST) theo chỉ số LFNST;

dẫn xuất các mẫu phần dư cho khôi hiện tại bằng cách thực hiện phép biến đổi sơ cấp ngược trên các hệ số biến đổi được điều chỉnh; và

tạo ra hình ảnh được tái dựng bằng việc cộng các mẫu phần dư và các mẫu dự đoán của khôi hiện tại,

trong đó đối với khôi hiện tại ở đó chế độ nội phân vùng con (Intra Sub Partitions, ISP) không được áp dụng, chỉ số LFNST cho khôi hiện tại được phân tích cú pháp phản hồi việc hệ số biến đổi khác không là có mặt trong vùng ngoài vị trí DC của khối thành phần bất kỳ theo loại cây của khôi hiện tại,

trong đó phản hồi việc chỉ số LFNST không được phân tích cú pháp, giá trị của chỉ số LFNST được dẫn xuất là 0 và các hệ số biến đổi được điều chỉnh được dẫn xuất cho các hệ số biến đổi, và

trong đó đối với khôi hiện tại ở đó chế độ ISP được áp dụng, chỉ số LFNST cho khôi hiện tại được phân tích cú pháp mà không xét đến việc liệu hệ số biến đổi khác không có mặt hay không trong vùng ngoài vị trí DC của khối thành phần bất kỳ theo loại cây của khôi hiện tại.

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

dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại bằng cách thực hiện phép biến đổi sơ cấp cho các mẫu phần dư của khối hiện tại;

dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh từ các hệ số biến đổi sử dụng ma trận biến đổi không phân tách được tần số thấp, LFNST, cho LFNST;

tạo ra chỉ số LFNST liên quan đến ma trận LFNST; và

mã hóa thông tin ảnh gồm thông tin phần dư liên quan đến các hệ số biến đổi được điều chỉnh và chỉ số LFNST,

trong đó đối với khối hiện tại ở đó chế độ nội phân vùng con (ISP) không được áp dụng, thông tin ảnh được tạo cấu hình sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu phản hồi việc hệ số biến đổi khác không là có mặt trong vùng ngoài vị trí DC của khối thành phần bất kỳ theo loại cây của khối hiện tại, và

trong đó đối với khối hiện tại ở đó chế độ ISP được áp dụng, thông tin ảnh được tạo cấu hình sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu mà không xét đến việc liệu hệ số biến đổi khác không có mặt hay không trong vùng ngoài vị trí DC của khối thành phần bất kỳ theo loại cây của khối hiện tại.

3. Phương pháp truyền dữ liệu cho ảnh, phương pháp bao gồm các bước:

thu được luồng bit cho ảnh theo phương pháp mã hóa ảnh theo điểm 2; và

truyền dữ liệu bao gồm luồng bit.

4. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp lưu trữ luồng bit được tạo ra bởi phương pháp mã hóa ảnh, phương pháp bao gồm các bước:

dẫn xuất các hệ số biến đổi cho khối hiện tại bằng cách thực hiện phép biến đổi sơ cấp cho các mẫu phần dư của khối hiện tại;

dẫn xuất các hệ số biến đổi được điều chỉnh từ các hệ số biến đổi sử dụng ma trận biến đổi không phân tách được tần số thấp, LFNST, cho LFNST;

tạo ra chỉ số LFNST liên quan đến ma trận LFNST; và

mã hóa thông tin ảnh gồm thông tin phần dư liên quan đến các hệ số biến đổi được điều chỉnh và chỉ số LFNST,

trong đó đối với khối hiện tại ở đó chế độ nội phân vùng con (ISP) không được áp dụng, thông tin ảnh được tạo cấu hình sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu phản hồi việc hệ số biến đổi khác không là có mặt trong vùng ngoài vị trí DC của khối thành phần bất kỳ theo loại cây của khối hiện tại, và

trong đó đối với khối hiện tại ở đó chế độ ISP được áp dụng, thông tin ảnh được tạo cấu hình sao cho chỉ số LFNST được báo hiệu mà không xét đến việc liệu hệ số biến đổi khác không có mặt hay không trong vùng ngoài vị trí DC của khối thành phần bất kỳ theo loại cây của khối hiện tại.

FIG. 1

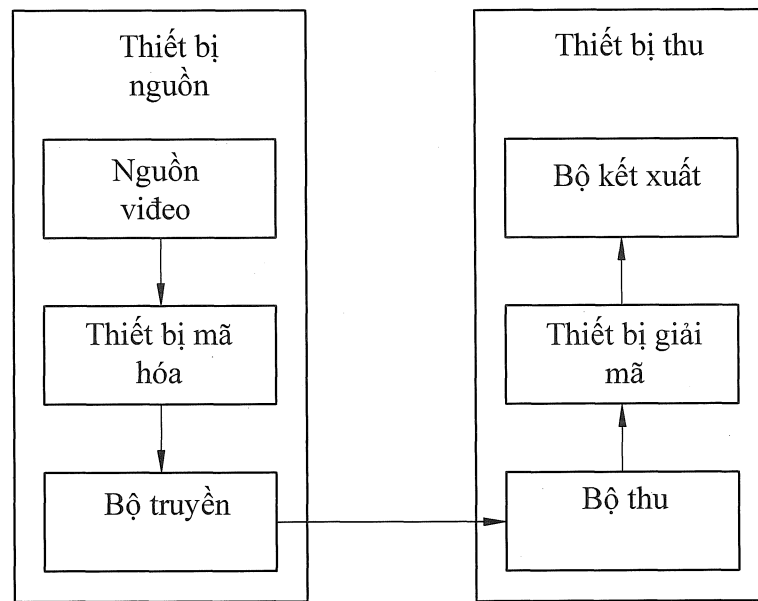


FIG. 2

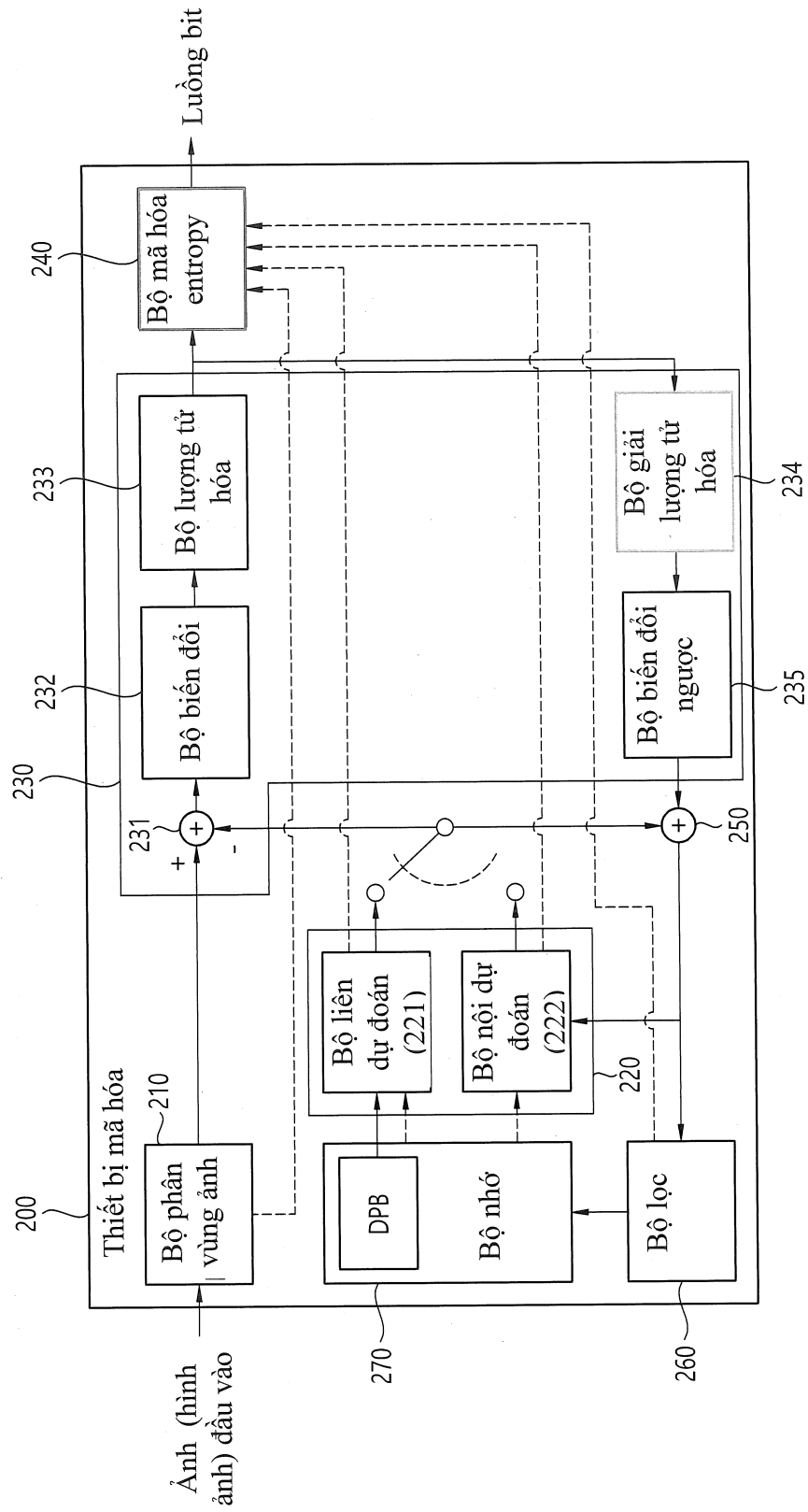


FIG. 3

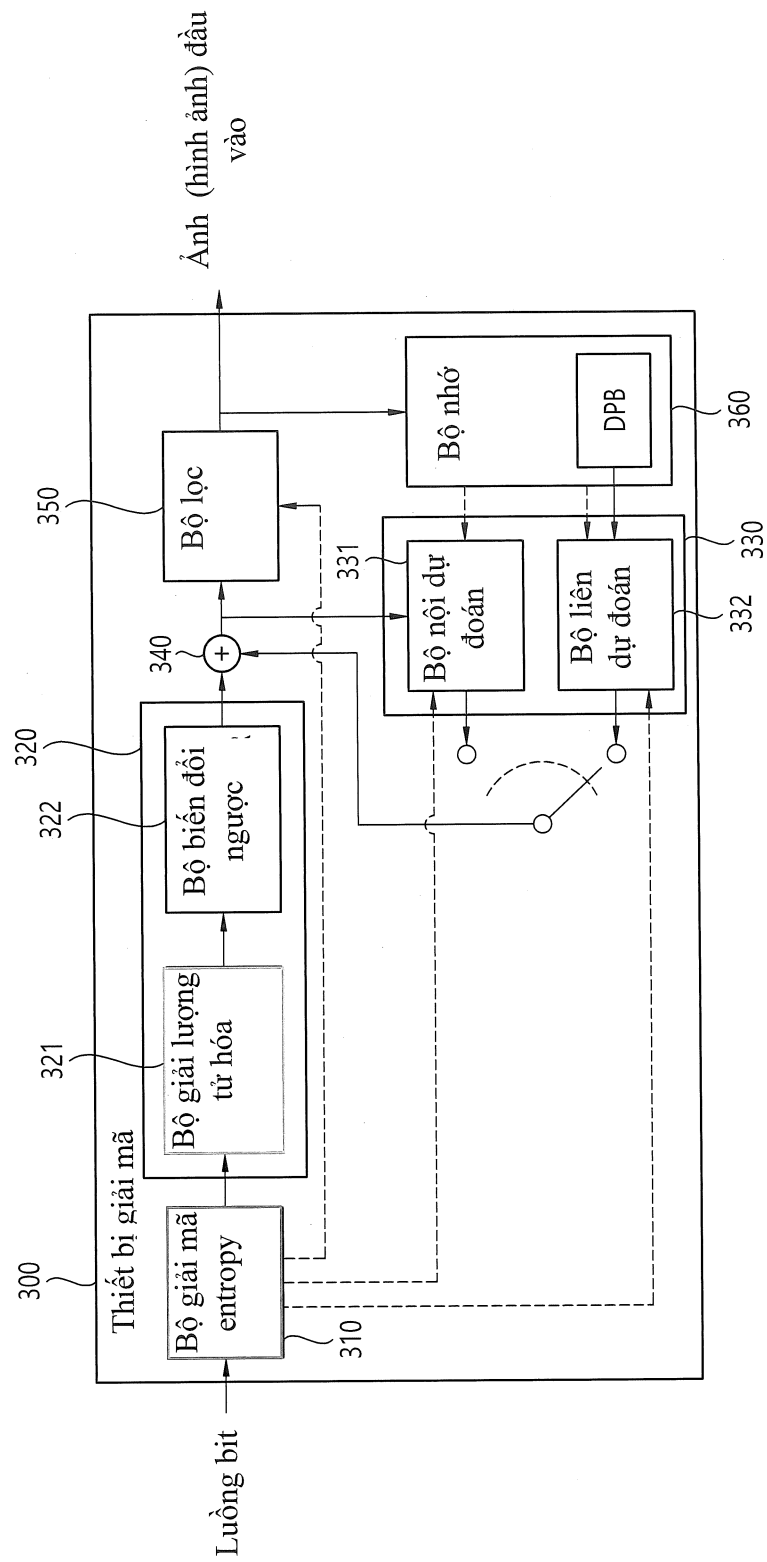


FIG. 4

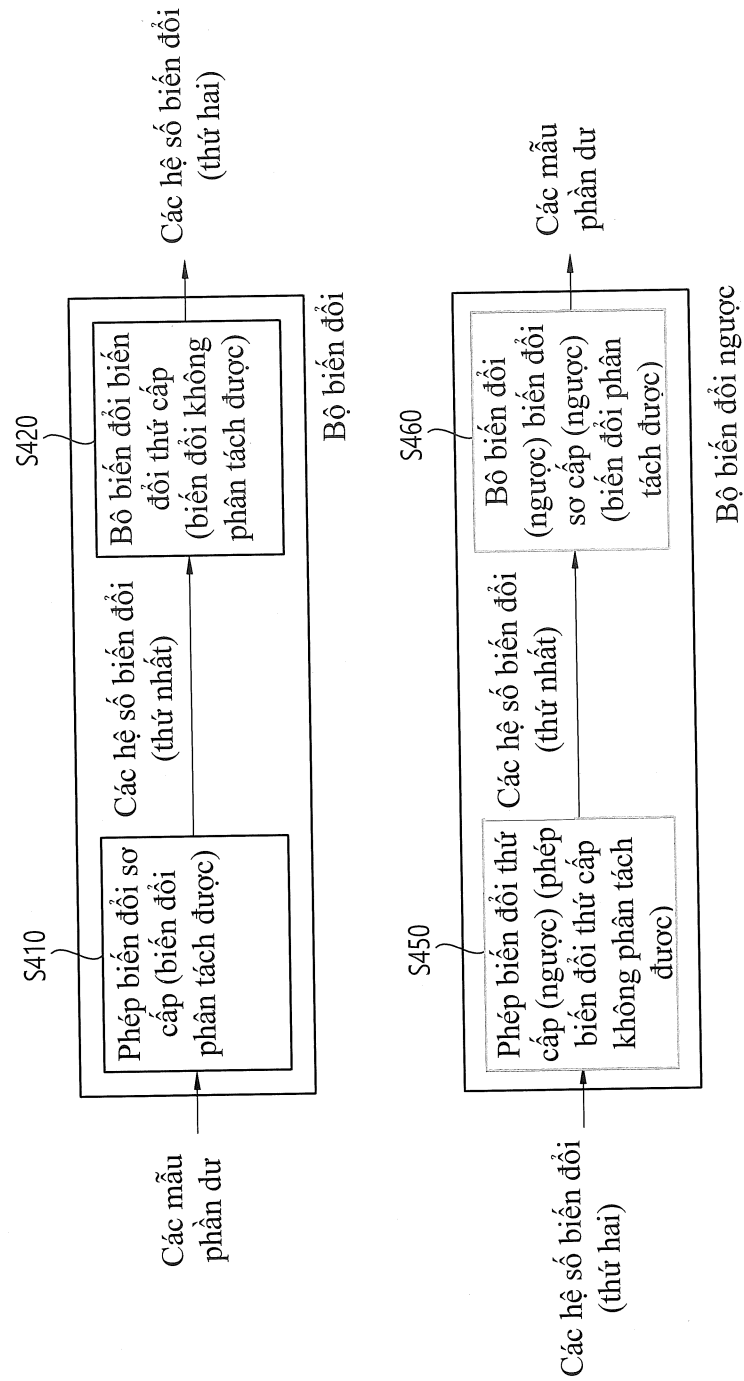


FIG. 5

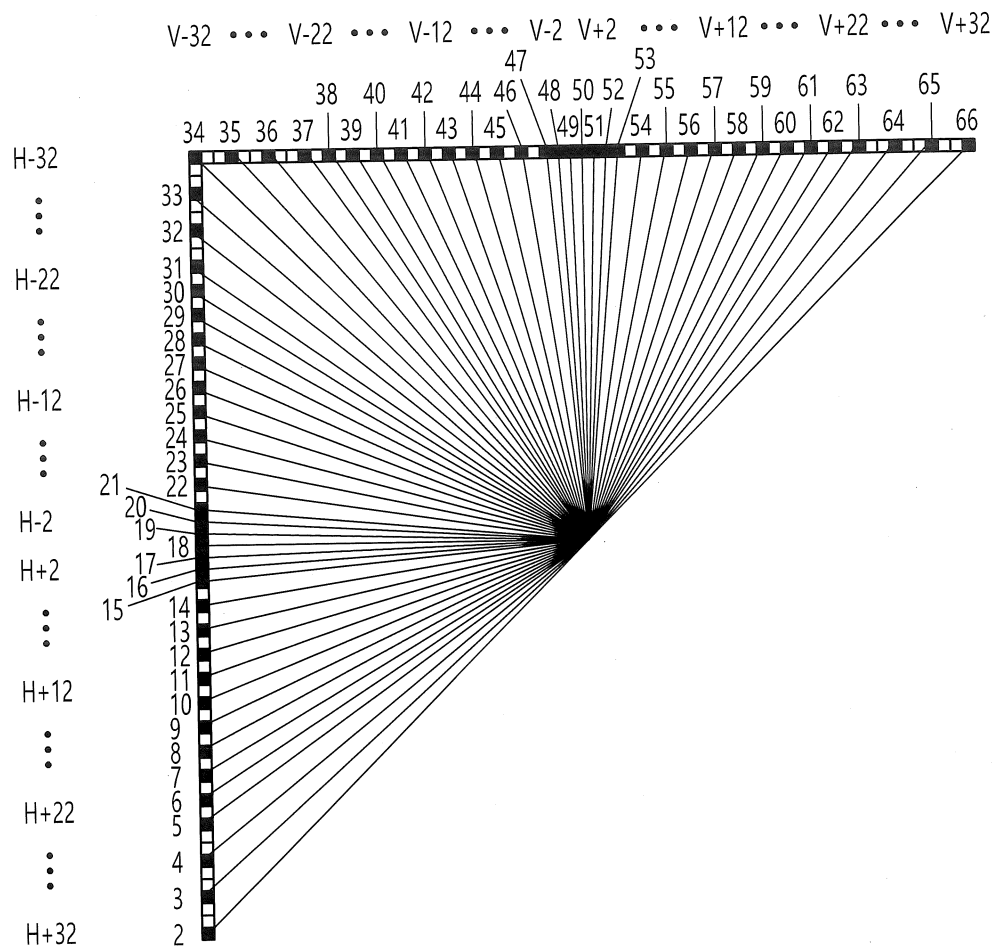


FIG. 6

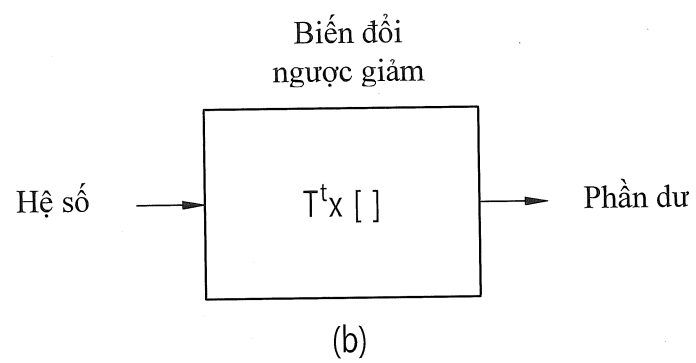
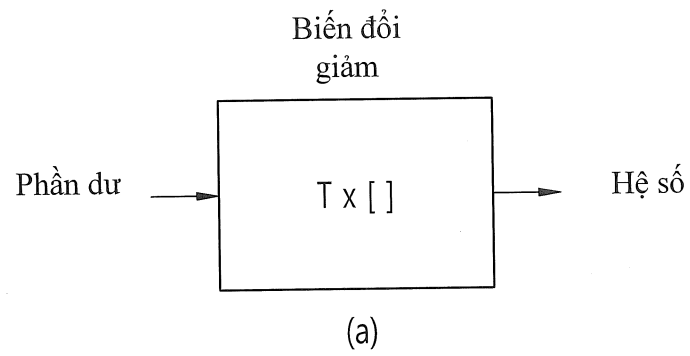


FIG. 7

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

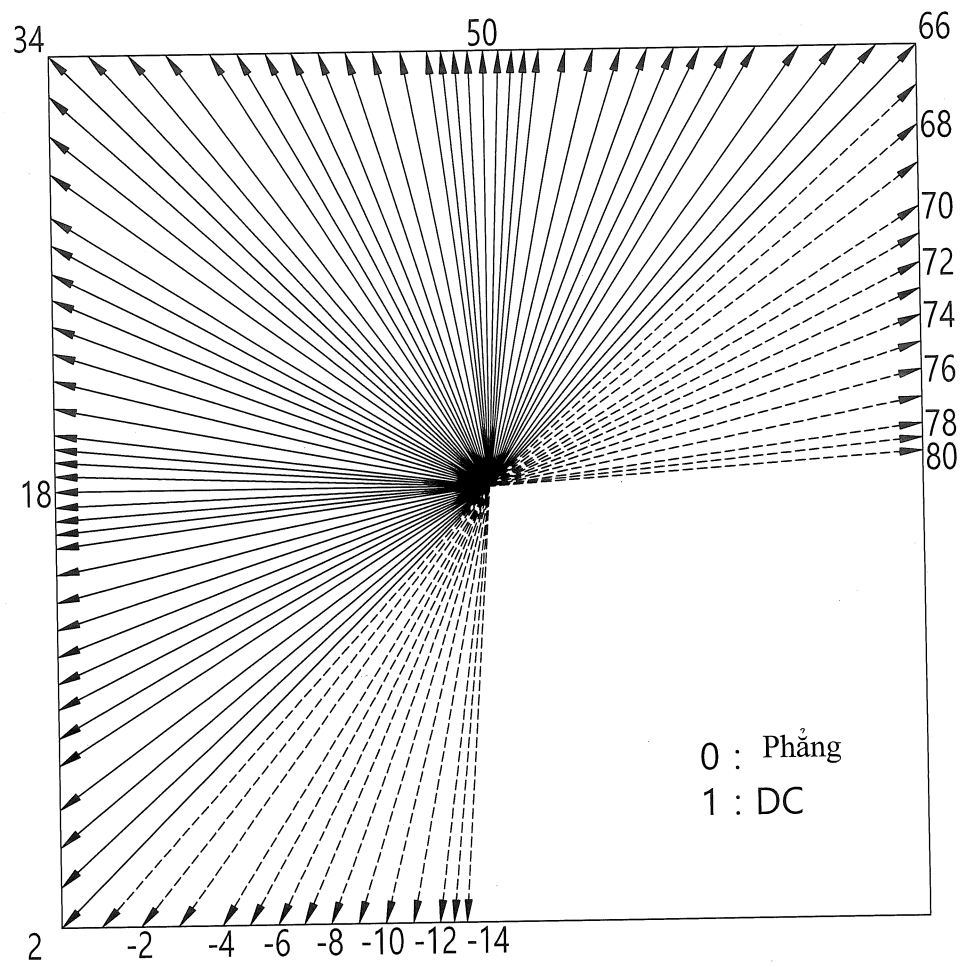
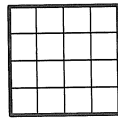
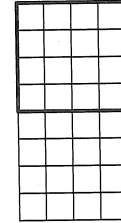
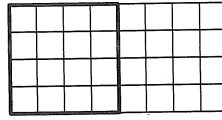


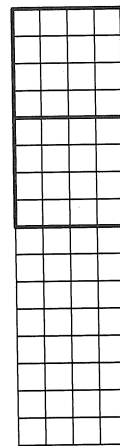
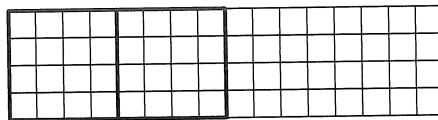
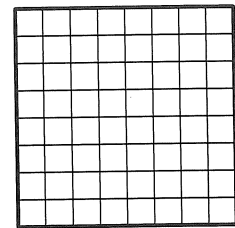
FIG. 10



(a) 4x4



(b) 8x4 / 4x8

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

(d) 8x8

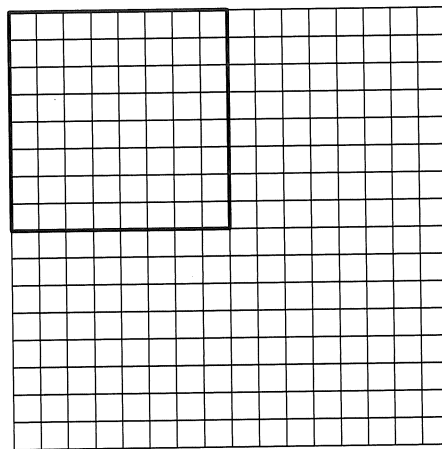
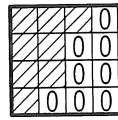
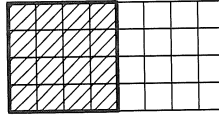
(e) $M \times N (M \geq 8, N \geq 8, M > 8 \text{ hoặc } N > 8)$

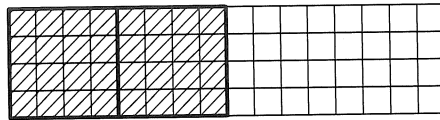
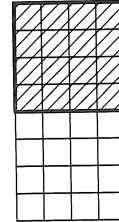
FIG. 11



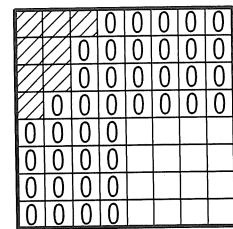
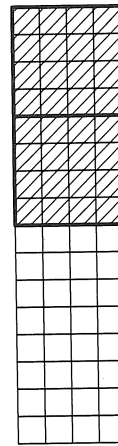
(a) 4x4



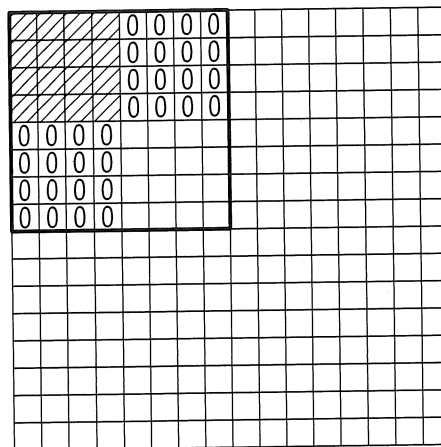
(b) $8 \times 4 / 4 \times 8$



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

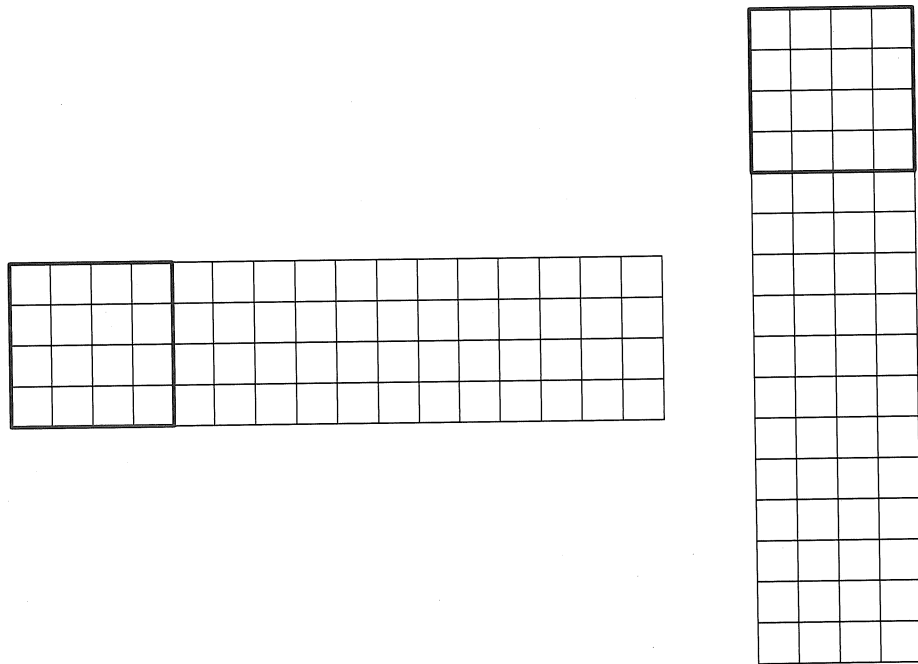


(d) 8x8



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

FIG. 12



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

FIG. 13

			0
		0	0
		0	0
	0	0	0

(a) 4x4

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

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

(b) 8x4 / 4x8

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

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

(c) 4xN / Nx4, 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												
0	0	0	0												
0	0	0	0												
0	0	0	0												
0	0	0	0												
0	0	0	0												
0	0	0	0												
0	0	0	0												
0	0	0	0												

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

FIG. 16

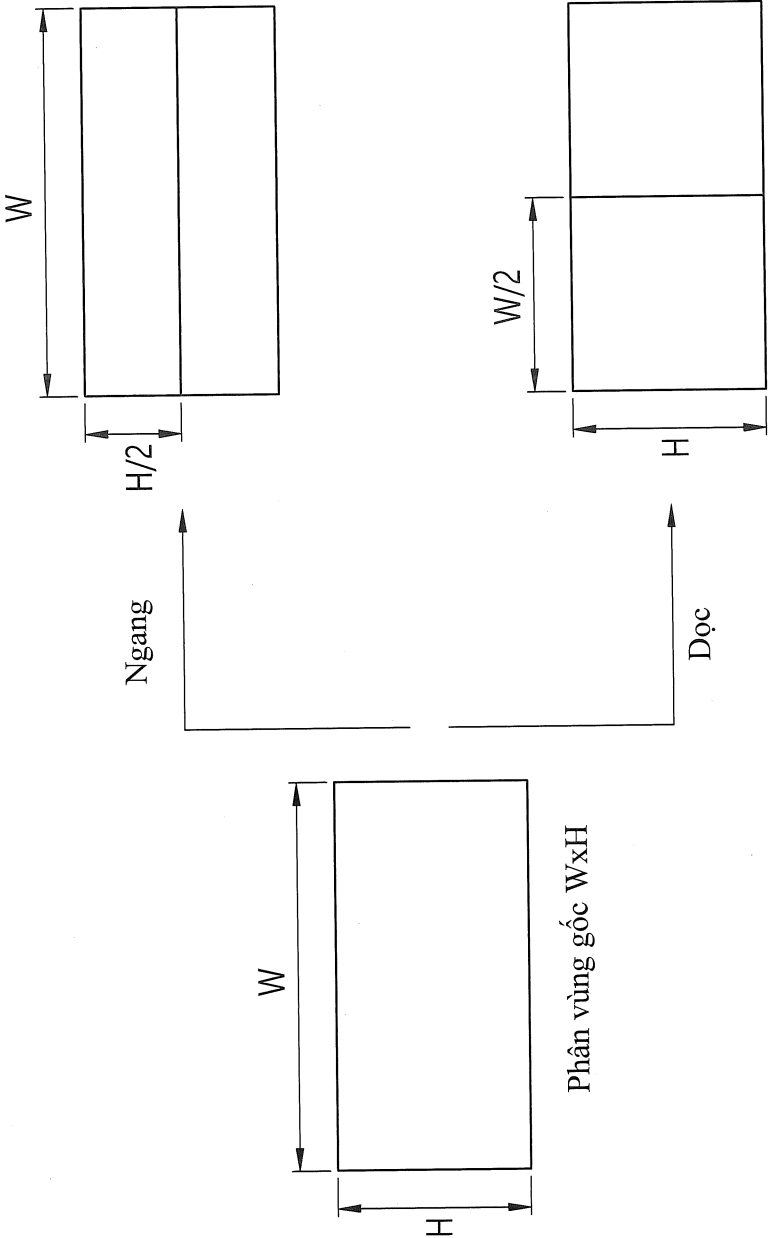


FIG. 17

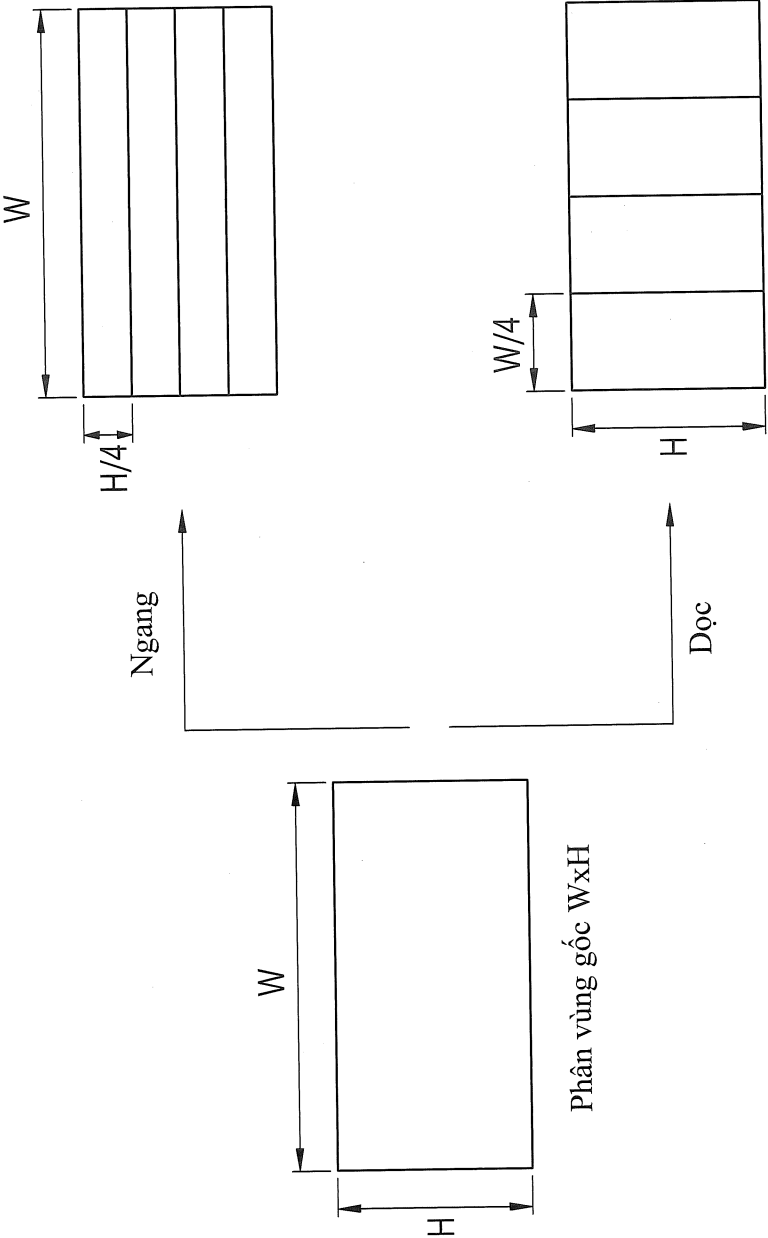


FIG. 18

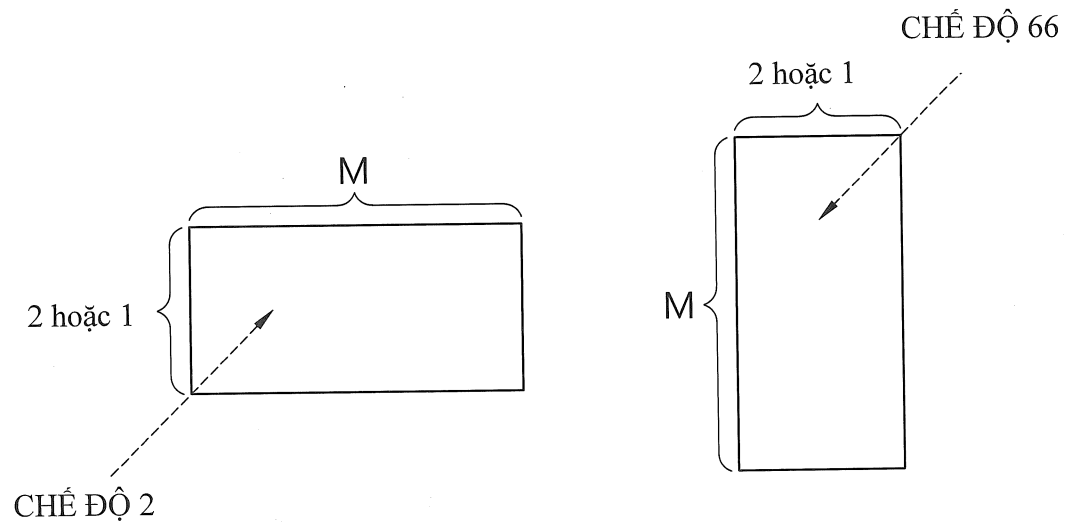


FIG. 19

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

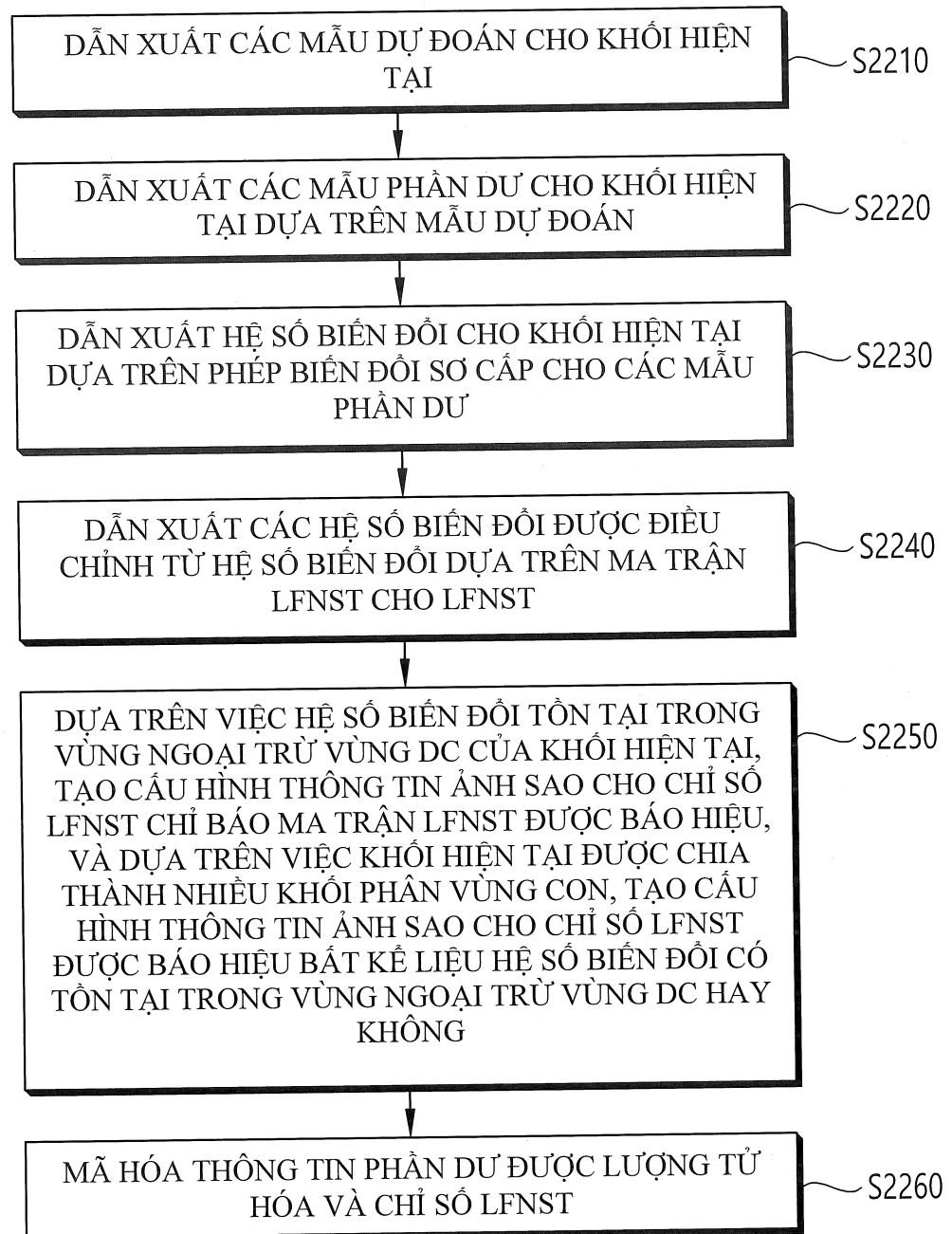


FIG. 23

