



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0051754
(51)^{2020.01} H04N 19/12; H04N 19/176; H04N (13) B
19/625; H04N 19/157
-

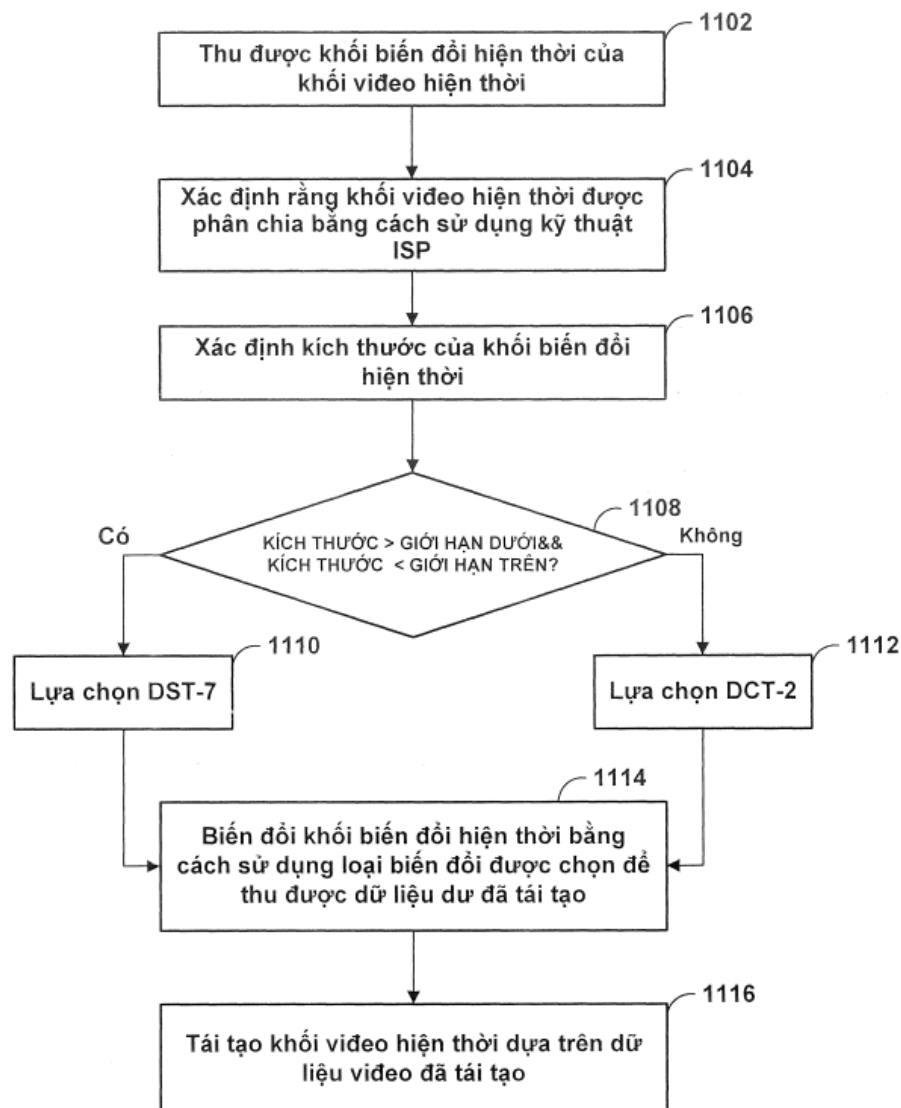
- (21) 1-2021-05268 (22) 12/03/2020
(86) PCT/US2020/022363 12/03/2020 (87) WO2020/186042 17/09/2020
(30) 62/817,397 12/03/2019 US; 16/815,920 11/03/2020 US
(45) 25/09/2025 450 (43) 25/11/2021 404A
(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America
(72) EGILMEZ, Hilmi Enes (TR); SAID, Amir (US); SEREGIN, Vadim (US);
KARCZEWICZ, Marta (US).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)
-

- (54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ DỮ LIỆU VIDEO, THIẾT BỊ LẬP MÃ DỮ LIỆU
VIDEO VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ ĐƯỢC ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2021-05268

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp giải mã dữ liệu video, thiết bị lập mã dữ liệu video và phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính. Phương pháp làm ví dụ bao gồm bước suy ra, cho khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi bao gồm một hoặc nhiều biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT) và một hoặc nhiều biến đổi sin rời rạc (discrete sine transform - DST), trong đó bước suy ra loại biến đổi bao gồm các bước: xác định kích thước của khối biến đổi hiện thời; xác định xem khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia trong khối con (intra-subblock partitioning - ISP) hay không; và đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời nhỏ hơn ngưỡng và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, lựa chọn DST cụ thể trong số một hoặc nhiều DST làm loại biến đổi được chọn; biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video.

FIG. 11



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kỹ thuật mã hóa và giải mã video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tính năng video kỹ thuật số có thể được đưa vào nhiều loại thiết bị bao gồm máy thu hình kỹ thuật số, hệ thống phát quảng bá trực tiếp kỹ thuật số, hệ thống phát quảng bá không dây, thiết bị số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant - PDA), máy tính xách tay hoặc máy tính để bàn, máy tính bảng, máy đọc sách điện tử, camera số, thiết bị ghi số, máy phát phương tiện số, thiết bị trò chơi điện tử, bàn giao tiếp trò chơi điện tử, điện thoại di động hoặc điện thoại vô tuyến vệ tinh, còn được gọi là “điện thoại thông minh”, thiết bị hội nghị truyền hình từ xa, thiết bị phát video trực tuyến, và thiết bị tương tự. Các thiết bị video số thực hiện các kỹ thuật lập mã video, chẳng hạn như các kỹ thuật được mô tả theo các chuẩn được quy định bởi MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Phần 10, Mã hóa video nâng cao (Advanced Video Coding - AVC), Mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC), và các phiên bản mở rộng của các chuẩn này. Các thiết bị video có thể truyền, nhận, mã hóa, giải mã và/hoặc lưu trữ thông tin video kỹ thuật số hiệu quả hơn bằng cách thực hiện các kỹ thuật lập mã video như vậy.

Các kỹ thuật lập mã video bao gồm dự đoán không gian (nội hình ảnh) và/hoặc dự đoán thời gian (liên hình ảnh) để giảm hoặc loại bỏ dữ liệu dư vốn có trong các chuỗi video. Đối với kỹ thuật lập mã video theo khối, lát video (ví dụ, hình ảnh video hoặc một phần hình ảnh video) có thể được chia thành các khối video, khối video này cũng có thể được gọi là khối cây lập mã (coding tree unit - CTU), khối lập mã (coding unit - CU) và/hoặc nút lập mã. Các khối video trong lát lập mã nội ảnh (I) của hình ảnh được mã hóa bằng cách sử dụng kỹ thuật dự đoán không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng một hình ảnh. Các khối video trong lát lập mã liên ảnh (P hoặc B) của hình ảnh có thể sử dụng kỹ thuật dự đoán không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng một hình ảnh, hoặc dự đoán thời gian đối với các mẫu tham chiếu trong các hình ảnh tham chiếu khác. Hình ảnh có thể được gọi là khung, và hình ảnh tham chiếu có thể được gọi là khung tham chiếu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một ví dụ, phương pháp bao gồm bước suy ra, cho khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi bao gồm một hoặc nhiều biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT) và một hoặc nhiều biến đổi sin rời rạc (discrete sine transform - DST), trong đó bước suy ra loại biến đổi bao gồm các bước: xác định kích thước của khối biến đổi hiện thời; xác định xem khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia trong khối con (intra-subblock partitioning - ISP) hay không; và đáp ứng lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, lựa chọn DST cụ thể trong số một hoặc nhiều DST làm loại biến đổi được chọn; biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời để thu được khối dữ liệu dư tái tạo cho khối video; và tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video.

Theo một ví dụ khác, thiết bị bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ các khối video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong hệ mạch và được tạo cấu hình để: suy ra, cho khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi bao gồm một hoặc nhiều DCT và một hoặc nhiều DST, trong đó, để suy ra loại biến đổi, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định kích thước của khối biến đổi hiện thời; xác định xem khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không; và lựa chọn, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, DST cụ thể trong số một hoặc nhiều DST làm loại biến đổi đã chọn; biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video.

Theo một ví dụ khác, phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh, khi được thực thi, khiến một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị lập mã video: suy ra, cho khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi bao gồm một hoặc nhiều DCT và một hoặc nhiều DST, trong đó các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý suy ra loại biến đổi bao gồm các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý: xác định kích thước của khối biến đổi hiện thời; xác định xem khối video hiện thời

có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không; và lựa chọn, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, DST cụ thể trong số một hoặc nhiều DST làm loại biến đổi được chọn; biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video.

Các chi tiết của một hoặc nhiều phương án làm ví dụ của sáng chế sẽ được thể hiện trên hình vẽ kèm theo và trong phần mô tả dưới đây. Các dấu hiệu, mục đích và ưu điểm khác của các kỹ thuật này sẽ trở nên rõ ràng qua phần mô tả, các hình vẽ và bộ yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống mã hóa và giải mã video mà có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Các hình vẽ trên Fig.2A và Fig.2B là các sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về cấu trúc cây nhị phân tứ phân (quadtree binary tree - QTBT) và khối cây lập mã (coding tree unit - CTU) tương ứng.

Fig.2C là sơ đồ khái niệm minh họa một ví dụ khác về cấu trúc cây tứ phân và khối cây tương ứng.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ mã hóa video có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ giải mã video có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa video lai có lựa chọn biến đổi thích ứng.

Fig.6 là sơ đồ khái niệm minh họa phương án thực hiện biến đổi tách được có các dòng ngang và dọc được biến đổi độc lập.

Fig.7 là sơ đồ khái niệm minh họa khối làm ví dụ mà bộ lập mã video có thể ngầm suy ra các biến đổi cho khối này, theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế.

Fig.8 là sơ đồ khái niệm minh họa các hướng dự đoán nội ảnh.

Fig.9 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp mã hóa khối hiện thời.

Fig.10 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp giải mã khối hiện thời.

Fig.11 là lưu đồ minh họa một ví dụ về phương pháp suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi của khối video, theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nói chung, sáng chế đề xuất kỹ thuật để lựa chọn biến đổi ngầm khi lập mã video. Như được mô tả chi tiết dưới đây, theo sau việc dự đoán, như dự đoán nội ảnh hoặc dự đoán liên ảnh, bộ mã hóa video có thể tính toán dữ liệu dư cho khối. Dữ liệu dư, chẳng hạn như khối dư, biểu diễn các giá trị chênh lệch mẫu-mẫu giữa khối và khối dự đoán cho khối, được tạo ra bằng cách sử dụng chế độ dự đoán tương ứng. Bộ mã hóa video có thể áp dụng một hoặc nhiều biến đổi cho khối dư, để tạo ra dữ liệu được biến đổi trong miền biến đổi thay vì miền mẫu. Ví dụ, bộ mã hóa video có thể áp dụng biến đổi cosin rời rạc (DCT). Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video có thể sử dụng các loại biến đổi khác nhau. Ví dụ, bộ mã hóa video có thể sử dụng nhiều loại biến đổi DCT khác nhau.

Bộ giải mã video có thể áp dụng biến đổi ngược khi giải mã dữ liệu video. Trong trường hợp bộ mã hóa video có thể sử dụng các loại biến đổi khác nhau, bộ giải mã video có thể cần xác định xem loại biến đổi nào đã được bộ mã hóa video sử dụng. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video có thể báo hiệu rõ ràng (ví dụ, mã hóa phần tử cú pháp có giá trị để biểu thị) loại biến đổi nào đã được sử dụng khi biến đổi dữ liệu dư. Tuy nhiên, trong một số ví dụ, có thể không mong muốn báo hiệu một cách rõ ràng về loại biến đổi được sử dụng (ví dụ, do phí tổn báo hiệu).

Theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế, bộ giải mã video có thể xác định ngầm loại biến đổi nào đã được sử dụng khi biến đổi dữ liệu dư. Ví dụ, bộ giải mã video có thể áp dụng bộ quy tắc để xác định loại biến đổi nào được sử dụng khi biến đổi dữ liệu dư dựa vào thông tin bên có sẵn tại bộ giải mã video (ví dụ, được báo hiệu rõ ràng hoặc được ngầm suy ra từ thông tin được báo hiệu). Bộ mã hóa video có thể áp dụng các quy tắc tương tự khi xác định loại biến đổi nào sẽ sử dụng. Do đó, bộ mã hóa video và bộ giải mã video đều có thể xác định loại biến đổi nào sẽ sử dụng mà không cần báo hiệu rõ ràng về loại biến đổi.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống mã hóa và giải mã video 100 mà có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Các kỹ thuật của sáng chế nói chung hướng đến việc lập mã (mã hóa và/hoặc giải mã) dữ liệu video. Nói chung, dữ liệu video bao gồm dữ liệu bất kỳ để xử lý video. Do đó, dữ liệu video có thể bao gồm video thô, video chưa được lập mã, video đã mã hóa, video đã giải mã (ví dụ, được tái tạo), và siêu dữ liệu video, như dữ liệu báo hiệu chẳng hạn.

Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống 100 bao gồm thiết bị nguồn 102 cung cấp dữ liệu video đã mã hóa cần được giải mã và được hiển thị bởi thiết bị đích 116 trong ví dụ này. Cụ thể, thiết bị nguồn 102 cung cấp dữ liệu video cho thiết bị đích 116 qua phương tiện đọc được bằng máy tính 110. Thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong số rất nhiều thiết bị, bao gồm máy tính để bàn, máy tính sở tay (tức là, máy tính xách tay), máy tính bảng, bộ giải mã, các máy điện thoại cầm tay như điện thoại "thông minh", ti vi, camera, thiết bị hiển thị, thiết bị phát phương tiện kỹ thuật số, bàn giao tiếp chơi trò chơi video, thiết bị truyền phát trực tiếp video hoặc thiết bị tương tự. Trong một số trường hợp, thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 có thể được trang bị để truyền thông không dây, và do đó có thể được gọi là các thiết bị truyền thông không dây.

Theo ví dụ trên Fig.1, thiết bị nguồn 102 bao gồm nguồn video 104, bộ nhớ 106, bộ mã hóa video 200 và giao diện đầu ra 108. Thiết bị đích 116 bao gồm giao diện đầu vào 122, bộ giải mã video 300, bộ nhớ 120, và thiết bị hiển thị 118. Theo sáng chế, bộ mã hóa video 200 của thiết bị nguồn 102 và/hoặc bộ giải mã video 300 của thiết bị đích 116 có thể được tạo cấu hình để áp dụng các kỹ thuật để lựa chọn biến đổi ngẫu nhiên. Do đó, thiết bị nguồn 102 là ví dụ về thiết bị mã hóa video, còn thiết bị đích 116 là ví dụ về thiết bị giải mã video. Theo các ví dụ khác, thiết bị nguồn và thiết bị đích có thể bao gồm các thành phần hoặc cách sắp xếp khác. Ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể nhận dữ liệu video từ nguồn video bên ngoài, như camera ngoài. Tương tự, thiết bị đích 116 có thể giao tiếp với thiết bị hiển thị bên ngoài, chứ không phải bao gồm thiết bị hiển thị tích hợp.

Hệ thống 100 được thể hiện trên Fig.1 chỉ là một ví dụ. Nói chung, thiết bị mã hóa và/hoặc giải mã video số bất kỳ có thể thực hiện các kỹ thuật để lựa chọn biến đổi ngẫu nhiên. Thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 chỉ là các ví dụ về các thiết bị lập mã như vậy, trong đó thiết bị nguồn 102 tạo ra dữ liệu video được lập mã để truyền đến thiết bị đích

116. Sáng chế đề cập đến thiết bị “lập mã” là thiết bị thực hiện lập mã (mã hóa và/hoặc giải mã) dữ liệu. Do đó, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 lần lượt là các ví dụ về thiết bị lập mã, cụ thể lần lượt là bộ mã hóa video và bộ giải mã video. Theo một số ví dụ, các thiết bị 102, 116 có thể hoạt động theo cách gần như đối xứng sao cho mỗi trong số các thiết bị 102, 116 bao gồm các thành phần mã hóa và giải mã video. Do vậy, hệ thống 100 có thể hỗ trợ truyền video một chiều hoặc hai chiều giữa các thiết bị video 102, 116, ví dụ, để phát trực tuyến video, phát lại video, phát quảng bá video, và/hoặc điện thoại truyền hình.

Nói chung, nguồn video 104 là nguồn dữ liệu video (tức là, dữ liệu video thô, chưa được lập mã) và cung cấp chuỗi các hình ảnh liên tiếp (còn được gọi là "các khung") của dữ liệu video cho bộ mã hóa video 200, mã hóa dữ liệu cho các hình ảnh này. Nguồn video 104 của thiết bị nguồn 102 có thể bao gồm thiết bị quay video, như máy quay video, kho video chứa video thô đã quay trước đó, và/hoặc giao diện nạp video để nhận video từ nhà cung cấp nội dung video. Theo một phương án khác, nguồn video 104 có thể tạo ra dữ liệu dựa vào đồ họa từ máy tính dưới dạng video nguồn, hoặc kết hợp của video trực tiếp, video đã lưu trữ, và video được tạo ra bởi- máy tính. Trong mỗi trường hợp, bộ mã hóa video 200 mã hóa dữ liệu video được quay, được quay trước đó hoặc được máy tính tạo ra. Bộ mã hóa video 200 có thể sắp xếp lại các hình ảnh từ thứ tự nhận được (đôi khi được gọi là “thứ tự hiển thị”) thành thứ tự lập mã để lập mã. Bộ mã hóa dữ liệu video 200 có thể tạo ra luồng bit bao gồm dữ liệu video được mã hóa. Thiết bị nguồn 102 sau đó có thể xuất ra dữ liệu video được mã hóa qua giao diện đầu ra 108 lên phương tiện đọc được bằng máy tính 110 để nhận và/hoặc truy xuất bằng, ví dụ, giao diện đầu vào 122 của thiết bị đích 116.

Bộ nhớ 106 của thiết bị nguồn 102 và bộ nhớ 120 của thiết bị đích 116 là các bộ nhớ đa năng. Theo một số ví dụ, các bộ nhớ 106, 120 có thể lưu trữ dữ liệu video thô, ví dụ, video thô từ nguồn dữ liệu video 104 và dữ liệu video thô, được giải mã từ bộ giải mã video 300. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các bộ nhớ 106, 120 có thể lần lượt lưu trữ các lệnh phần mềm có thể thực thi được bằng, ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300. Mặc dù được thể hiện tách biệt với bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 trong ví dụ này, nhưng cần phải hiểu rằng bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 cũng có thể bao gồm các bộ nhớ trong cho các mục đích tương tự hoặc tương đương về mặt chức năng. Hơn nữa, các bộ nhớ 106, 120 có thể lưu trữ dữ liệu video được mã

hóa, ví dụ, xuất ra từ bộ mã hóa video 200 và nhập vào bộ giải mã video 300. Theo một số ví dụ, các phần của các bộ nhớ 106, 120 có thể được phân bổ dưới dạng một hoặc nhiều bộ đệm video, ví dụ, để lưu trữ dữ liệu video thô, được giải mã và/hoặc được mã hóa.

Phương tiện đọc được bằng máy tính 110 có thể là loại phương tiện hoặc thiết bị bất kỳ có khả năng truyền dữ liệu video được mã hóa từ thiết bị nguồn 102 đến thiết bị đích 116. Theo một số ví dụ, phương tiện đọc được bằng máy tính 110 là phương tiện truyền thông cho phép thiết bị nguồn 102 truyền dữ liệu video đã mã hóa trực tiếp đến thiết bị đích 116 theo thời gian thực, ví dụ, qua mạng tần số vô tuyến hoặc mạng dựa vào máy tính. Giao diện đầu ra 108 có thể điều chế tín hiệu truyền bao gồm dữ liệu video được mã hóa và giao diện đầu vào 122 có thể điều chế tín hiệu truyền nhận được, theo chuẩn truyền thông, như giao thức truyền thông không dây. Phương tiện truyền thông có thể là bao gồm phương tiện truyền thông không dây hoặc có dây bất kỳ, như phổ tần số vô tuyến (Radio Frequency - RF) hoặc một hay nhiều đường truyền vật lý. Phương tiện truyền thông có thể tạo nên một phần mạng dựa vào gói, như mạng cục bộ, mạng diện rộng, hoặc mạng toàn cầu như Internet. Phương tiện truyền thông có thể bao gồm các bộ định tuyến, bộ chuyển mạch, trạm gốc, hoặc thiết bị khác bất kỳ có thể có ích để hỗ trợ truyền thông từ thiết bị nguồn 102 đến thiết bị đích 116.

Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể xuất ra dữ liệu được mã hóa từ giao diện đầu ra 108 cho thiết bị lưu trữ 116. Tương tự, thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ liệu được mã hóa từ thiết bị lưu trữ 116 thông qua giao diện đầu vào 122. Thiết bị lưu trữ 116 có thể bao gồm phương tiện bất kỳ trong số các phương tiện lưu trữ dữ liệu truy cập phân tán hoặc cục bộ như ổ cứng, đĩa Blu-ray, DVD, CD-ROM, bộ nhớ flash, bộ nhớ khả biến hoặc bất biến hoặc phương tiện lưu trữ số thích hợp khác bất kỳ để lưu trữ dữ liệu video được mã hóa.

Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể xuất ra dữ liệu video được mã hóa cho máy chủ tệp tin 114 hoặc một thiết bị lưu trữ trung gian khác có thể lưu trữ video đã mã hóa được tạo ra bằng thiết bị nguồn 102. Thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ liệu video đã lưu trữ từ máy chủ tệp tin 114 qua cách xem trực tuyến hoặc tải xuống. Máy chủ tệp tin 114 có thể là loại thiết bị máy chủ bất kỳ có khả năng lưu trữ dữ liệu video được mã hóa và truyền dữ liệu video được mã hóa đến thiết bị đích 116. Máy chủ tệp tin

114 có thể là máy chủ web (ví dụ, cho trang web), máy chủ giao thức truyền tệp tin (File Transfer Protocol - FTP), thiết bị mạng phân phối nội dung, hoặc thiết bị lưu trữ gắn với mạng (network attached storage - NAS). Thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ liệu video được mã hóa từ máy chủ tệp tin 114 qua kết nối dữ liệu chuẩn bất kỳ, bao gồm kết nối Internet. Kết nối này có thể bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối có dây (ví dụ, đường thuê bao kỹ thuật số (Digital Subscriber Line - DSL), modem cáp, v.v.), hoặc kết hợp của cả hai phù hợp với việc truy cập dữ liệu video được mã hóa được lưu trữ trên máy chủ tệp tin 114. Máy chủ tệp tin 114 và giao diện đầu vào 122 có thể được tạo cấu hình để hoạt động theo giao thức truyền trực tuyến, giao thức truyền đường xuống hoặc kết hợp của chúng.

Giao diện đầu ra 108 và giao diện đầu vào 122 có thể đại diện cho bộ phát/bộ thu không dây, modem, các thành phần mạng có dây (ví dụ, thẻ Ethernet), các thành phần giao tiếp không dây hoạt động theo tiêu chuẩn bất kỳ trong số các tiêu chuẩn IEEE 802.11, hoặc các thành phần vật lý khác. Theo các ví dụ trong đó giao diện đầu ra 108 và giao diện đầu vào 122 bao gồm các thành phần không dây, giao diện đầu ra 108 và giao diện đầu vào 122 có thể được tạo cấu hình để truyền dữ liệu, chẳng hạn như dữ liệu video được mã hóa, theo chuẩn truyền thông di động, như 4G, 4G-LTE (Tiền hóa dài hạn), LTE cải tiến, 5G, hoặc tương tự. Theo một số ví dụ trong đó giao diện đầu ra 108 bao gồm bộ phát không dây, giao diện đầu ra 108 và giao diện đầu vào 122 có thể được tạo cấu hình để truyền dữ liệu, như dữ liệu video được mã hóa, theo các chuẩn không dây khác, chẳng hạn như đặc tả kỹ thuật IEEE 802.11, đặc tả kỹ thuật IEEE 802.15 (ví dụ, ZigBee™), chuẩn Bluetooth™, hoặc tương tự. Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 và/hoặc thiết bị đích 116 có thể bao gồm các thiết bị có hệ thống trên chip (system-on-a-chip - SoC) tương ứng. Ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể bao gồm thiết bị SoC để thực hiện chức năng được quy cho bộ mã hóa video 200 và/hoặc giao diện đầu ra 108 và thiết bị đích 116 có thể bao gồm thiết bị SoC để thực hiện chức năng được quy cho bộ giải mã video 300 và/hoặc giao diện đầu vào 122.

Các kỹ thuật theo sáng chế có thể được áp dụng để lập mã video để hỗ trợ ứng dụng đa phương tiện bất kỳ trong số nhiều ứng dụng đa phương tiện, như phát sóng truyền hình qua không gian, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh, phát trực tuyến video qua mạng internet, như phát trực tuyến thích ứng động qua giao thức HTTP (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP - DASH), video dạng số được mã hóa trên phương tiện

lưu trữ dữ liệu, giải mã video dạng số lưu trữ trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc các ứng dụng khác.

Giao diện đầu vào 122 của thiết bị đích 116 nhận luồng bit video được mã hóa từ phương tiện đọc được bằng máy tính 110 (ví dụ, thiết bị lưu trữ 112, máy chủ tệp tin 114 hoặc tương tự). Phương tiện đọc được bằng máy tính 110 của luồng bit video được mã hóa có thể bao gồm thông tin báo hiệu được xác định bởi bộ mã hóa video 200, thông tin này cũng được bộ giải mã video 300 sử dụng, chẳng hạn như các phần tử cú pháp có các giá trị mô tả các đặc điểm và/hoặc xử lý các khối video hoặc các khối được lập mã khác (ví dụ, lát, hình ảnh, nhóm hình ảnh, chuỗi hoặc tương tự). Thiết bị hiển thị 118 hiển thị hình ảnh giải mã của dữ liệu video đã giải mã cho người dùng. Thiết bị hiển thị 118 có thể là thiết bị hiển thị bất kỳ trong số nhiều thiết bị hiển thị như màn hình ống tia catốt (Cathode Ray Tube - CRT), màn hình tinh thể lỏng (Liquid Crystal Display - LCD), màn hình plasma, màn hình điốt phát sáng hữu cơ (Organic Light Emitting Diode - OLED), hoặc một loại thiết bị hiển thị khác.

Mặc dù không được thể hiện trên Fig.1, nhưng theo một số ví dụ, mỗi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tích hợp với bộ mã hóa âm thanh và/hoặc bộ giải mã âm thanh, và có thể bao gồm các bộ ghép kênh-giải ghép kênh (MUX-DEMUX) thích hợp, hoặc phần cứng và/hoặc phần mềm khác, để xử lý các luồng ghép kênh bao gồm cả âm thanh và video trong luồng dữ liệu chung. Nếu có thể, các bộ MUX-DEMUX có thể thích hợp với giao thức ghép kênh ITU H.223, hoặc các giao thức khác như giao thức gói dữ liệu người dùng (user datagram protocol - UDP).

Mỗi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được thực hiện dưới dạng hệ mạch bất kỳ trong số hệ mạch mã hóa và/hoặc giải mã thích hợp, như một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được bằng trường (Field Programmable Gate Array - FPGA), mạch logic rời rạc, phần mềm, phần cứng, firmware hoặc kết hợp bất kỳ của chúng. Khi các kỹ thuật này được thực hiện một phần trong phần mềm, thiết bị có thể lưu trữ các lệnh cho phần mềm trên phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính thích hợp và thực thi các lệnh trong phần cứng bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Mỗi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được bao gồm trong một hoặc nhiều

bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, mỗi trong số chúng có thể được tích hợp như là một phần của bộ mã hóa/bộ giải mã (encoder/decoder - CODEC) kết hợp trong thiết bị tương ứng. Thiết bị bao gồm bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể bao gồm mạch tích hợp, bộ vi xử lý và/hoặc thiết bị truyền thông không dây, như điện thoại di động.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể hoạt động theo chuẩn lập mã video, chẳng hạn như ITU-T H.265, còn được gọi là mã hóa video hiệu quả cao (High Efficiency Video Coding - HEVC) hoặc các phần mở rộng của nó, chẳng hạn như các phần mở rộng mã hóa video đa cảnh nhìn và/hoặc có thể thay đổi tỷ lệ. Theo cách khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 cũng có thể hoạt động theo các chuẩn độc quyền hoặc công nghiệp khác, như mô hình thử nghiệm khảo sát chung (Joint Exploration Test Model - JEM) hoặc ITU-T H.266, còn được gọi là mã hóa video đa năng (Versatile Video Coding - VVC). Dự thảo gần đây của chuẩn VVC được mô tả trong tài liệu của Bross và các cộng sự có tên là “Versatile Video Coding (Draft 4),” nhóm chuyên gia hợp tác chung về kỹ thuật video (Joint Video Experts Team - JVET) của ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, Hội nghị lần thứ 13: Marrakech, MA, từ ngày 9 đến 18 Tháng 1 năm 2019, JVET-M1001-v6 (dưới đây gọi là “VVC Draft 4”). Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở bất kỳ chuẩn lập mã cụ thể nào.

Nói chung, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện lập mã các hình ảnh theo khối. Thuật ngữ “khối” thường đề cập đến cấu trúc bao gồm dữ liệu cần xử lý (ví dụ, mã hóa, giải mã, hoặc nếu không thì được sử dụng trong quy trình mã hóa và/hoặc giải mã). Ví dụ, khối có thể bao gồm ma trận mẫu hai chiều chứa dữ liệu độ chói và/hoặc sắc độ. Nói chung, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lập mã dữ liệu video được biểu diễn ở định dạng YUV (ví dụ, Y, Cb, Cr). Tức là, thay vì lập mã dữ liệu màu đỏ, xanh lục và xanh dương (red, green, and blue - RGB) cho các mẫu của hình ảnh, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể mã hóa các thành phần độ chói và sắc độ, trong đó các thành phần sắc độ có thể bao gồm cả thành phần màu sắc đỏ và sắc xanh dương. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 biến đổi dữ liệu định dạng RGB nhận được thành dạng biểu diễn YUV trước khi mã hóa, và bộ giải mã video 300 biến đổi dạng biểu diễn YUV thành định dạng RGB. Theo cách khác, các khối

trước và sau xử lý (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể thực hiện các quy trình biến đổi này.

Nói chung sáng chế có thể đề cập đến việc lập mã (ví dụ, mã hóa và giải mã) các hình ảnh để bao gồm quy trình mã hóa hoặc giải mã dữ liệu của hình ảnh. Tương tự, sáng chế có thể đề cập đến việc lập mã các khối của hình ảnh để bao gồm quy trình mã hóa hoặc giải mã dữ liệu cho các khối, ví dụ, lập mã dự đoán và/hoặc lập mã dư. Luồng bit video được mã hóa thường bao gồm một loạt giá trị cho các phân tử cú pháp biểu diễn các quyết định lập mã (ví dụ, chế độ lập mã) và chia các hình ảnh thành các khối. Do đó, việc nói đến lập mã hình ảnh hoặc khối thường được hiểu là các giá trị lập mã đối với các phân tử cú pháp tạo thành hình ảnh hoặc khối.

HEVC định nghĩa các khối khác nhau, bao gồm các khối lập mã (coding unit - CU), khối dự đoán (prediction unit - PU) và khối biến đổi (transform unit - TU). Theo HEVC, bộ mã hóa video (chẳng hạn như bộ mã hóa video 200) chia khối cây lập mã (coding tree unit - CTU) thành các CU theo cấu trúc cây tứ phân. Tức là, bộ lập mã video chia các CTU và CU thành bốn hình vuông không chồng nhau bằng nhau, và mỗi nút của cây tứ phân có không hoặc bốn nút con. Các nút không có nút con có thể được gọi là “nút lá” và các CU của các nút lá như vậy có thể bao gồm một hoặc nhiều PU và/hoặc một hoặc nhiều TU. Bộ lập mã video có thể chia tiếp các PU và các TU. Ví dụ, trong HEVC, các cây tứ phân dư (residual quadtree - RQT) biểu diễn việc phân chia các TU. Trong HEVC, các PU biểu diễn dữ liệu dự đoán liên ảnh, còn các TU biểu diễn dữ liệu dư. Các CU mà được dự đoán nội ảnh chứa thông tin dự đoán nội ảnh, như chỉ báo chế độ nội ảnh.

Theo một ví dụ khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để hoạt động theo chuẩn JEM hoặc VVC. Theo chuẩn JEM hoặc VVC, bộ lập mã video (như bộ mã hóa video 200) phân chia hình ảnh thành nhiều khối cây lập mã (CTU). Bộ mã hóa video 200 có thể chia CTU theo cấu trúc cây, chẳng hạn như cấu trúc cây nhị phân-cây tứ phân (QTBT - quadtree-binary tree) hoặc cấu trúc cây nhiều dạng (Multi-Type Tree-MTT). Cấu trúc QTBT loại bỏ các khái niệm về nhiều loại phân chia, như phân chia giữa các CU, PU và TU theo chuẩn HEVC. Cấu trúc QTBT bao gồm hai mức: mức thứ nhất được chia theo kỹ thuật phân chia cây tứ phân và mức thứ hai được

phân chia theo kỹ thuật phân chia cây nhị phân. Nút gốc của cấu trúc QTBT tương ứng với CTU. Các nút lá của cây nhị phân tương ứng với các khối lập mã (CU - coding unit).

Trong cấu trúc phân chia cây MTT, các khối có thể được phân chia bằng cách sử dụng phân chia cây tứ phân (quadtree - QT), phân chia cây nhị phân (binary tree - BT), và một hoặc nhiều loại phân chia cây tam phân (triple tree - TT). Phân chia cây tam phân là phân chia trong đó khối được phân chia thành ba khối con. Theo một số ví dụ, phân chia cây tam phân chia khối thành ba khối con mà không chia khối gốc qua tâm. Các loại phân chia trong cây MTT (ví dụ, QT, BT, và TT), có thể là đối xứng hoặc bất đối xứng.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể sử dụng một cấu trúc QTBT hoặc MTT để biểu diễn mỗi thành phần độ chói và sắc độ, trong khi trong các ví dụ khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể sử dụng hai hoặc nhiều cấu trúc QTBT hoặc MTT, như cấu trúc QTBT/MTT cho thành phần độ chói và cấu trúc QTBT/MTT khác cho cả hai thành phần sắc độ (hoặc hai cấu trúc QTBT/MTT cho các thành phần sắc độ tương ứng).

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để sử dụng phân chia cây tứ phân cho mỗi phân chia HEVC, QTBT, phân chia MTT, hoặc các cấu trúc phân chia khác. Đối với mục đích giải thích, phần mô tả về các kỹ thuật của sáng chế được trình bày liên quan đến kỹ thuật phân chia cây QTBT. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng các kỹ thuật của sáng chế cũng có thể được áp dụng cho các bộ lập mã video được tạo cấu hình để sử dụng kỹ thuật phân chia cây tứ phân hoặc các loại kỹ thuật phân chia khác.

Sáng chế có thể sử dụng “NxN” và “N với N” thay thế cho nhau để chỉ các kích thước mẫu của khối (chẳng hạn như CU hoặc khối video khác) về các chiều dọc và ngang, ví dụ, 16x16 mẫu hoặc 16 với 16 mẫu. Nói chung, CU 16x16 sẽ có 16 mẫu theo chiều dọc ($y = 16$) và 16 mẫu theo chiều ngang ($x = 16$). Tương tự, CU NxN thường có N mẫu theo chiều dọc và N mẫu theo chiều ngang, trong đó N là giá trị nguyên không âm. Các mẫu trong CU có thể được sắp xếp thành các hàng và các cột. Hơn nữa, các CU không nhất thiết phải có số lượng mẫu theo chiều ngang bằng số lượng mẫu theo chiều dọc. Ví dụ, các CU có thể bao gồm NxM mẫu, trong đó M không nhất thiết bằng N.

Bộ mã hóa video 200 mã hóa dữ liệu video cho các CU biểu diễn thông tin dự đoán và/hoặc thông tin dư, và thông tin khác. Thông tin dự đoán chỉ báo cách thức CU sẽ

được dự đoán để tạo ra khối dự đoán cho CU. Thông tin dự thường biểu diễn các giá trị chênh lệch từng mẫu giữa các mẫu của CU trước khi mã hóa và khối dự đoán.

Để dự đoán CU, bộ mã hóa video 200 có thể thông thường tạo ra khối dự đoán cho CU thông qua dự đoán liên ảnh hoặc dự đoán nội ảnh. Dự báo liên ảnh thường được sử dụng để chỉ việc dự đoán CU từ dữ liệu của hình ảnh được lập mã trước đó, trong khi dự đoán nội ảnh thường được sử dụng để chỉ việc dự đoán CU từ dữ liệu được lập mã trước đó của cùng một hình ảnh. Để thực hiện dự đoán liên ảnh, bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra khối dự đoán bằng cách sử dụng một hoặc nhiều vector chuyển động. Nhìn chung, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện tìm kiếm chuyển động để nhận dạng khối tham chiếu phù hợp nhất với CU, ví dụ, xét về sự khác biệt giữa CU và khối tham chiếu. Bộ mã hóa video 200 có thể tính toán số đo chênh lệch bằng cách sử dụng tổng chênh lệch tuyệt đối (sum of absolute difference - SAD), tổng chênh lệch bình phương (sum of squared differences - SSD), chênh lệch tuyệt đối trung bình (mean absolute difference - MAD), chênh lệch bình phương trung bình (mean squared differences - MSD) hoặc các phép toán chênh lệch như vậy khác để xác định xem khối tham chiếu có trùng khớp với CU hiện thời không. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể dự đoán CU hiện thời bằng cách sử dụng kỹ thuật dự đoán một chiều hoặc dự đoán hai chiều.

Một số ví dụ của JEM và VVC còn cung cấp chế độ bù chuyển động afin, chế độ này có thể được xem là chế độ dự đoán liên ảnh. Trong chế độ bù chuyển động afin, bộ mã hóa video 200 có thể xác định hai hoặc nhiều vector chuyển động biểu diễn chuyển động không tịnh tiến, chẳng hạn như phóng to hoặc thu nhỏ, xoay, chuyển động phối cảnh, hoặc các loại chuyển động bất quy tắc khác.

Để thực hiện dự đoán nội ảnh, bộ mã hóa video 200 có thể lựa chọn chế độ dự đoán nội ảnh để tạo ra khối dự đoán. Một số ví dụ của JEM và VVC cung cấp sáu mươi bảy chế độ dự đoán nội ảnh, bao gồm các chế độ định hướng khác nhau, cũng như chế độ phẳng và chế độ DC. Nói chung, bộ mã hóa video 200 chọn chế độ dự đoán nội ảnh, chế độ này mô tả các mẫu lân cận của khối hiện thời (ví dụ, khối CU) từ đó dự đoán các mẫu của khối hiện thời từ đó. Các mẫu như vậy có thể thường ở trên, bên trên và bên trái hoặc bên trái của khối hiện thời trong cùng hình ảnh giống như khối hiện thời, giả sử bộ mã hóa video 200 lập mã các CTU và các CU theo thứ tự quét raster (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới).

Bộ mã hóa video 200 mã hóa dữ liệu biểu diễn chế độ dự đoán cho khối hiện thời. Ví dụ, đối với các chế độ dự đoán liên ảnh, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa dữ liệu biểu diễn chế độ dự đoán liên ảnh nào trong số các chế độ dự đoán liên ảnh có sẵn, cũng như thông tin chuyển động cho chế độ tương ứng. Ví dụ, đối với dự đoán liên ảnh một chiều hoặc hai chiều, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa các vector chuyển động bằng cách sử dụng chế độ dự đoán vector chuyển động nâng cao (advanced motion vector prediction - AMVP) hoặc chế độ hợp nhất. Bộ mã hóa video 200 có thể sử dụng các chế độ tương tự để mã hóa các vector chuyển động cho chế độ bù chuyển động afin.

Sau dự đoán, chẳng hạn như dự đoán nội ảnh hoặc dự đoán liên ảnh các khối, bộ mã hóa video 200 có thể tính toán dữ liệu dư cho khối. Dữ liệu dư, chẳng hạn như khối dư, biểu diễn các giá trị chênh lệch mẫu với mẫu giữa khối và khối dự đoán cho khối, được tạo ra bằng cách sử dụng chế độ dự đoán tương ứng. Bộ mã hóa video 200 có thể áp dụng một hoặc nhiều biến đổi cho khối dư, để tạo ra dữ liệu được biến đổi trong miền biến đổi thay vì miền mẫu. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể áp dụng biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), biến đổi số nguyên, biến đổi sóng nhỏ, hoặc biến đổi tương tự về mặt khái niệm cho dữ liệu video dư. Ngoài ra, bộ mã hóa video 200 có thể áp dụng biến đổi thứ cấp sau biến đổi thứ nhất, chẳng hạn như biến đổi thứ cấp không phân chia phụ thuộc vào chế độ (mode-dependent non-separable secondary transform - MDNSST), biến đổi phụ thuộc vào tín hiệu, biến đổi Karhunen-Loeve (Karhunen-Loeve transform - KLT) hoặc tương tự. Bộ mã hóa video 200 tạo ra các hệ số biến đổi sau khi áp dụng một hoặc nhiều biến đổi.

Như mô tả ở trên, bộ mã hóa video, như bộ mã hóa video 200, có thể áp dụng một số loại biến đổi để biến đổi dữ liệu dư. Sau đây là tổng quan về các biến đổi sin và cosin rời rạc (DCT và DST). Hơn nữa, sơ đồ biến đổi được sử dụng trong chuẩn HEVC cũng được mô tả.

Biến đổi sin và cosin rời rạc.

Biến đổi chỉ ra quy trình suy ra dạng biểu diễn thay thế của tín hiệu đầu vào. Cho trước vector N điểm $x = [x_0, x_1, \dots, x_{N-1}]^T$ và tập hợp các vector cho trước $\{\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_{M-1}\}$, x có thể được tính giá trị gần đúng hoặc được biểu diễn chính xác bằng cách sử dụng tổ hợp tuyến tính của $\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_{M-1}$, mà có thể được lập công thức sau đây,

$$\hat{x} = \sum_{i=0}^{M-1} f_i \cdot \phi_i$$

trong đó $\hat{x}$ có thể là giá trị xấp xỉ hoặc tương đương của x , vector $f = [f_0, f_1, \dots, f_{M-1}]$ được gọi là **vector hệ số biến đổi** và $\{\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_{M-1}\}$ là **các vector biến đổi cơ sở**.

Trong kịch bản lập mã video, các hệ số biến đổi gần như không tương quan và thừa thớt, ví dụ, năng lượng của vector đầu vào x được rút gọn chỉ trên một số hệ số biến đổi, và phần lớn các hệ số biến đổi dư thừa gần bằng 0.

Với dữ liệu đầu vào cụ thể, biến đổi tối ưu về mặt nén năng lượng được gọi là biến đổi Karhunen-Loeve (Karhunen-Loeve transform - KLT), biến đổi này sử dụng các vector đặc biệt của ma trận hiệp phương sai của dữ liệu đầu vào làm các vector biến đổi cơ sở. Do đó, KLT thực chất là biến đổi phụ thuộc vào dữ liệu và không có công thức toán học chung. Tuy nhiên, theo một số giả thiết, ví dụ, dữ liệu đầu vào tạo ra các quy trình Markov tĩnh bậc một, tài liệu đã chứng minh rằng KLT tương ứng thực sự là một thành viên của **họ biến đổi đồng nhất hình sin**. **Họ biến đổi đồng nhất hình sin** chỉ ra các biến đổi bằng cách sử dụng các vector biến đổi cơ sở được tính toán như sau:

$$\phi_m(k) = A \cdot e^{ik\theta} + B \cdot e^{-ik\theta}$$

Trong đó e là logarit tự nhiên xấp xỉ bằng 2,71828, A , B và θ là số phức, và phụ thuộc vào giá trị m .

Các biến đổi làm ví dụ bao gồm Fourier, cosin, sin rời rạc, và KLT (đối với quy trình Markov tĩnh bậc một) là các thành phần của họ biến đổi đồng nhất hình sin này. Theo S. A. Martucci, "Symmetric convolution and the discrete sine and cosine transforms," IEEE Trans. Sig. Xử lý SP-42, 1038-1051 (1994), tập hợp đầy đủ các họ biến đổi cosin rời rạc (DCT) và biến đổi sin rời rạc (DST) bao gồm toàn bộ 16 biến đổi dựa vào các loại biến đổi khác nhau, tức là, các giá trị A , B và θ khác nhau, và định nghĩa đầy đủ về các loại biến đổi DCT và DST khác nhau được đưa ra dưới đây,

Giả sử vector đầu vào N điểm được biểu thị là $x = [x_0, x_1, \dots, x_{N-1}]^T$, và nó được biến đổi thành vector hệ số biến đổi N điểm khác được biểu thị là $y = [y_0, y_1, \dots, y_{N-1}]^T$ bằng cách nhân ma trận, quy trình của nó có thể được minh họa cụ thể hơn theo một trong số các công thức biến đổi sau đây, trong đó k nằm trong khoảng từ 0 đến $N-1$, bao gồm:

DCT Loại-I (DCT-1):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-1}} \cos \left(\frac{\pi \cdot n \cdot k}{N-1} \right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n ,$$

$$\text{trong đó } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } n = 0 \text{ or } n = N-1 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}, w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } k = 0 \text{ or } k = N-1 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}$$

DCT Loại-II (DCT-2):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot k}{N-1} \right) \cdot w_0 \cdot x_n ,$$

$$\text{trong đó } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } k = 0 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}$$

DCT Loại-III (DCT-3):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \left(\frac{\pi \cdot n \cdot (k+0.5)}{N} \right) \cdot w_0 \cdot x_n ,$$

$$\text{trong đó } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } n = 0 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}$$

DCT Loại-IV (DCT-4):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+0.5)}{N} \right) \cdot x_n ,$$

DCT Loại-V (DCT-5):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-0.5}} \cos \left(\frac{\pi \cdot n \cdot k}{N-0.5} \right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n ,$$

$$\text{trong đó } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } n = 0 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}, w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } k = 0 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}$$

DCT Loại-VI (DCT-6):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-0.5}} \cos \left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot k}{N-0.5} \right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n ,$$

$$\text{trong đó } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } n = N - 1 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}, w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } k = 0 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}$$

DCT Loại-VII (DCT-7):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-0.5}} \cos \left(\frac{\pi \cdot n \cdot (k+0.5)}{N-0.5} \right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n,$$

$$\text{trong đó } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } n = 0 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}, w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } k = N - 1 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}$$

DCT Loại-VIII (DCT-8):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+0.5}} \cos \left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+0.5)}{N+0.5} \right) \cdot x_n,$$

DST Loại-I (DST-1):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+1}} \sin \left(\frac{\pi \cdot (n+1) \cdot (k+1)}{N+1} \right) \cdot x_n,$$

DST Loại-II (DST-2):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \sin \left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+1)}{N} \right) \cdot w_0 \cdot x_n,$$

$$\text{trong đó } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } k = N - 1 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}$$

DST Loại-III (DST-3):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \sin \left(\frac{\pi \cdot (n+1) \cdot (k+0.5)}{N} \right) \cdot w_0 \cdot x_n,$$

$$\text{trong đó } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } n = N - 1 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}$$

DST Loại-IV (DST-4):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \sin \left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+0.5)}{N} \right) \cdot x_n,$$

DST Loại-V (DST-5):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+0.5}} \sin \left(\frac{\pi \cdot (n+1) \cdot (k+1)}{N+0.5} \right) \cdot x_n,$$

DST Loại-VI (DST-6):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+0.5}} \sin \left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+1)}{N+0.5} \right) \cdot x_n ,$$

DST Loại-VII (DST-7):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+0.5}} \sin \left(\frac{\pi \cdot (n+1) \cdot (k+0.5)}{N+0.5} \right) \cdot x_n ,$$

DST Loại-VIII (DST-8):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-0.5}} \cos \left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+0.5)}{N-0.5} \right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n ,$$

$$\text{trong đó } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } n = N - 1 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}, w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{if } k = N - 1 \\ 1, & \text{otheriwse} \end{cases}$$

Kiểu biến đổi được xác định bằng công thức toán học của hàm cơ sở biến đổi, ví dụ, DST-VII 4 điểm và DST-VII 8 điểm có cùng loại biến đổi, bất kể giá trị N.

Tất cả các loại biến đổi nêu trên có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng công thức chung dưới đây mà không làm mất tính tổng quát:

$$y_m = \sum_{n=0}^{N-1} T_{m,n} \cdot x_n ,$$

trong đó T là **ma trận biến đổi** được xác định bởi định nghĩa của một biến đổi nhất định, ví dụ, DCT Loại-I ~ DCT Loại-VIII, hoặc DST Loại-I ~ DST Loại-VIII, và các vector hàng T, ví dụ, $[T_{i,0}, T_{i,1}, T_{i,2}, \dots, T_{i,N-1}]$ là các vector cơ sở biến đổi thứ i. Biến đổi được áp dụng trên vector đầu vào N điểm được gọi là **biến đổi N điểm**.

Cũng lưu ý rằng, các công thức biến đổi trên, được áp dụng cho dữ liệu đầu vào 1-D x, có thể được biểu diễn dưới dạng nhân ma trận như sau:

$$y = T \cdot x$$

trong đó **T** chỉ ra ma trận biến đổi, x chỉ ra vector dữ liệu đầu vào, và y chỉ ra vector hệ số biến đổi đầu ra.

Biến đổi cho dữ liệu đầu vào 2 chiều (2-dimensional - 2-D).

Các biến đổi như đã giới thiệu trong phần trước được áp dụng trên dữ liệu đầu vào 1-D, và các biến đổi cũng có thể được mở rộng cho các nguồn dữ liệu đầu vào 2-D. Giả sử X là mảng dữ liệu MxN đầu vào. Các phương pháp áp dụng biến đổi điển hình trên dữ

liệu đầu vào 2-D bao gồm các biến đổi 2-D có thể phân tách được và không thể phân tách được.

Biến đổi 2-D có thể phân tách được áp dụng biến đổi 1-D cho các vector X ngang và dọc một cách tuần tự, có công thức như sau:

$$Y = C \cdot X \cdot R^T$$

trong đó C và R lần lượt biểu thị các ma trận biến đổi $M \times M$ và $N \times N$ cho trước. Từ công thức này, có thể thấy rằng C áp dụng biến đổi 1-D cho các vector cột X , còn R áp dụng biến đổi 1-D cho các vector ngang X . Ở phần sau của bản mô tả này, để dễ hiểu thì biểu thị C và R là các biến đổi trái (dọc) và phải (ngang) và cả hai đều tạo thành một cặp biến đổi. Có các trường hợp khi C bằng R và đây là ma trận trực giao. Trong trường hợp như vậy, biến đổi 2-D có thể tách được được xác định chỉ bằng một ma trận biến đổi.

Biến đổi 2-D không tách được trước tiên tái tổ chức tất cả các phần tử của X thành một vector, gọi là X' , bằng cách thực hiện ánh xạ toán học sau đây làm ví dụ:

$$X'_{(i \cdot N + j)} = X_{i,j}$$

Sau đó biến đổi 1-D T' được áp dụng cho X' như sau:

$$Y = T' \cdot X$$

Trong đó T' là ma trận biến đổi $(M \cdot N) \times (M \cdot N)$.

Trong lập mã video, biến đổi 2-D tách được có thể được áp dụng vì nó có thể sử dụng số lượng phép toán (cộng, nhân) ít hơn nhiều so với biến đổi 1-D.

Trong các bộ mã hóa giải mã (coder-decoder - codec) video, chẳng hạn như H.264/AVC, giá trị số nguyên gần đúng của biến đổi cosin rời rạc (DCT) 4 điểm và 8 điểm Kiểu-II luôn luôn được áp dụng cho cả khối dự đoán nội ảnh và liên ảnh. Để phù hợp hơn với các số liệu thống kê của các mẫu dư, các loại biến đổi linh hoạt hơn ngoài DCT Loại-II được sử dụng trong các bộ codec video mới hơn. Ví dụ, trong HEVC, giá trị số nguyên gần đúng của biến đổi sin rời rạc (DST) Loại-VII 4 điểm được sử dụng cho khối dự đoán nội ảnh, được chứng minh về mặt lý thuyết và xác thực bằng thực nghiệm rằng DST Loại-VII hiệu quả hơn DCT Loại-II đối với các vector dư được tạo ra cùng với các chiều dự đoán nội ảnh, ví dụ, DST Kiểu-VII hiệu quả hơn DCT Kiểu-II đối với các vector hàng dư được tạo ra bởi chiều dự đoán nội ảnh ngang. Trong HEVC, giá trị

số nguyên gần đúng của DST Loại-VII 4 điểm chỉ được áp dụng cho các khối dư dự đoán nội ảnh độ chói 4x4. DST-VII 4 điểm được sử dụng trong HEVC được thể hiện dưới đây,

4x4 DST-VII:

{29, 55, 74, 84}

{74, 74, 0, -74}

{84, -29, -74, 55}

{55, -84, 74, -29}

Trong HEVC, đối với các khối dư không phải là các khối dư dự đoán nội ảnh độ chói 4x4, các giá trị số nguyên gần đúng của DCT Loại-II 4 điểm, 8 điểm, 16 điểm và 32 điểm cũng được áp dụng, như được thể hiện dưới đây:

DCT-II 4 điểm:

{64, 64, 64, 64}

{83, 36, -36, -83}

{64, -64, -64, 64}

{36, -83, 83, -36}

DCT-II 8 điểm:

{64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64}

{89, 75, 50, 18, -18, -50, -75, -89}

{83, 36, -36, -83, -83, -36, 36, 83}

{75, -18, -89, -50, 50, 89, 18, -75}

{64, -64, -64, 64, 64, -64, -64, 64}

{50, -89, 18, 75, -75, -18, 89, -50}

{36, -83, 83, -36, -36, 83, -83, 36}

{18, -50, 75, -89, 89, -75, 50, -18}

DCT-II 16 điểm:

{64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64}
 {90, 87, 80, 70, 57, 43, 25, 9, -9, -25, -43, -57, -70, -80, -87, -90}
 {89, 75, 50, 18, -18, -50, -75, -89, -89, -75, -50, -18, 18, 50, 75, 89}
 {87, 57, 9, -43, -80, -90, -70, -25, 25, 70, 90, 80, 43, -9, -57, -87}
 {83, 36, -36, -83, -83, -36, 36, 83, 83, 36, -36, -83, -83, -36, 36, 83}
 {80, 9, -70, -87, -25, 57, 90, 43, -43, -90, -57, 25, 87, 70, -9, -80}
 {75, -18, -89, -50, 50, 89, 18, -75, -75, 18, 89, 50, -50, -89, -18, 75}
 {70, -43, -87, 9, 90, 25, -80, -57, 57, 80, -25, -90, -9, 87, 43, -70}
 {64, -64, -64, 64, 64, -64, -64, 64, 64, -64, -64, 64, 64, -64, -64, 64}
 {57, -80, -25, 90, -9, -87, 43, 70, -70, -43, 87, 9, -90, 25, 80, -57}
 {50, -89, 18, 75, -75, -18, 89, -50, -50, 89, -18, -75, 75, 18, -89, 50}
 {43, -90, 57, 25, -87, 70, 9, -80, 80, -9, -70, 87, -25, -57, 90, -43}
 {36, -83, 83, -36, -36, 83, -83, 36, 36, -83, 83, -36, -36, 83, -83, 36}
 {25, -70, 90, -80, 43, 9, -57, 87, -87, 57, -9, -43, 80, -90, 70, -25}
 {18, -50, 75, -89, 89, -75, 50, -18, -18, 50, -75, 89, -89, 75, -50, 18}
 {9, -25, 43, -57, 70, -80, 87, -90, 90, -87, 80, -70, 57, -43, 25, -9}

DCT-II 32 điểm:

{64, 64}
 {90, 90, 88, 85, 82, 78, 73, 67, 61, 54, 46, 38, 31, 22, 13, 4, -4, -13, -22, -31, -38, -46, -54, -61, -67, -73, -78, -82, -85, -88, -90, -90}
 {90, 87, 80, 70, 57, 43, 25, 9, -9, -25, -43, -57, -70, -80, -87, -90, -90, -87, -80, -70, -57, -43, -25, -9, 9, 25, 43, 57, 70, 80, 87, 90}
 {90, 82, 67, 46, 22, -4, -31, -54, -73, -85, -90, -88, -78, -61, -38, -13, 13, 38, 61, 78, 88, 90, 85, 73, 54, 31, 4, -22, -46, -67, -82, -90}
 {89, 75, 50, 18, -18, -50, -75, -89, -89, -75, -50, -18, 18, 50, 75, 89, 89, 75, 50, 18, -18, -50, -75, -89, -89, -75, -50, -18, 18, 50, 75, 89}
 {88, 67, 31, -13, -54, -82, -90, -78, -46, -4, 38, 73, 90, 85, 61, 22, -22, -61, -85, -90, -73, -38, 4, 46, 78, 90, 82, 54, 13, -31, -67, -88}
 {87, 57, 9, -43, -80, -90, -70, -25, 25, 70, 90, 80, 43, -9, -57, -87, -87, -57, -9, 43, 80, 90, 70, 25, -25, -70, -90, -80, -43, 9, 57, 87}
 {85, 46, -13, -67, -90, -73, -22, 38, 82, 88, 54, -4, -61, -90, -78, -31, 31, 78, 90, 61, 4, -54, -88, -82, -38, 22, 73, 90, 67, 13, -46, -85}
 {83, 36, -36, -83, -83, -36, 36, 83, 83, 36, -36, -83, -83, -36, 36, 83, 83, 36, -36, -83, -83, -36, 36, 83, 83, 36, -36, -83, -83, -36, 36, 83}
 {82, 22, -54, -90, -61, 13, 78, 85, 31, -46, -90, -67, 4, 73, 88, 38, -38, -88, -73, -4, 67, 90, 46, -31, -85, -78, -13, 61, 90, 54, -22, -82}

{80,9,-70,-87,-25,57,90,43,-43,-90,-57,25,87,70,-9,-80,-80,-9,70,87,25,-57,-90,-43,43,90,57,-25,-87,-70,9,80}
 {78,-4,-82,-73,13,85,67,-22,-88,-61,31,90,54,-38,-90,-46,46,90,38,-54,-90,-31,61,88,22,-67,-85,-13,73,82,4,-78}
 {75,-18,-89,-50,50,89,18,-75,-75,18,89,50,-50,-89,-18,75,75,-18,-89,-50,50,89,18,-75,-75,18,89,50,-50,-89,-18,75}
 {73,-31,-90,-22,78,67,-38,-90,-13,82,61,-46,-88,-4,85,54,-54,-85,4,88,46,-61,-82,13,90,38,-67,-78,22,90,31,-73}
 {70,-43,-87,9,90,25,-80,-57,57,80,-25,-90,-9,87,43,-70,-70,43,87,-9,-90,-25,80,57,-57,-80,25,90,9,-87,-43,70}
 {67,-54,-78,38,85,-22,-90,4,90,13,-88,-31,82,46,-73,-61,61,73,-46,-82,31,88,-13,-90,-4,90,22,-85,-38,78,54,-67}
 {64,-64,-64,64,64,-64,-64,64,64,-64,-64,64,64,-64,-64,64,64,-64,-64,64,64,-64,-64,64,64,-64,-64,64,64}
 {61,-73,-46,82,31,-88,-13,90,-4,-90,22,85,-38,-78,54,67,-67,-54,78,38,-85,-22,90,4,-90,13,88,-31,-82,46,73,-61}
 {57,-80,-25,90,-9,-87,43,70,-70,-43,87,9,-90,25,80,-57,-57,80,25,-90,9,87,-43,-70,70,43,-87,-9,90,-25,-80,57}
 {54,-85,-4,88,-46,-61,82,13,-90,38,67,-78,-22,90,-31,-73,73,31,-90,22,78,-67,-38,90,-13,-82,61,46,-88,4,85,-54}
 {50,-89,18,75,-75,-18,89,-50,-50,89,-18,-75,75,18,-89,50,50,-89,18,75,-75,-18,89,-50,-50,89,-18,-75,75,18,-89,50}
 {46,-90,38,54,-90,31,61,-88,22,67,-85,13,73,-82,4,78,-78,-4,82,-73,-13,85,-67,-22,88,-61,-31,90,-54,-38,90,-46}
 {43,-90,57,25,-87,70,9,-80,80,-9,-70,87,-25,-57,90,-43,-43,90,-57,-25,87,-70,-9,80,-80,9,70,-87,25,57,-90,43}
 {38,-88,73,-4,-67,90,-46,-31,85,-78,13,61,-90,54,22,-82,82,-22,-54,90,-61,-13,78,-85,31,46,-90,67,4,-73,88,-38}
 {36,-83,83,-36,-36,83,-83,36,36,-83,83,-36,-36,83,-83,36,36,-83,83,-36,-36,83,-83,36,36,-83,83,-36,-36,83,-83,36}
 {31,-78,90,-61,4,54,-88,82,-38,-22,73,-90,67,-13,-46,85,-85,46,13,-67,90,-73,22,38,-82,88,-54,-4,61,-90,78,-31}
 {25,-70,90,-80,43,9,-57,87,-87,57,-9,-43,80,-90,70,-25,-25,70,-90,80,-43,-9,57,-87,87,-57,9,43,-80,90,-70,25}
 {22,-61,85,-90,73,-38,-4,46,-78,90,-82,54,-13,-31,67,-88,88,-67,31,13,-54,82,-90,78,-46,4,38,-73,90,-85,61,-22}
 {18,-50,75,-89,89,-75,50,-18,-18,50,-75,89,-89,75,-50,18,18,-50,75,-89,89,-75,50,-18,-18,50,-75,89,-89,75,-50,18}
 {13,-38,61,-78,88,-90,85,-73,54,-31,4,22,-46,67,-82,90,-90,82,-67,46,-22,-4,31,-54,73,-85,90,-88,78,-61,38,-13}
 {9,-25,43,-57,70,-80,87,-90,90,-87,80,-70,57,-43,25,-9,-9,25,-43,57,-70,80,-87,90,-90,87,-80,70,-57,43,-25,9}
 {4,-13,22,-31,38,-46,54,-61,67,-73,78,-82,85,-88,90,-90,90,-90,88,-85,82,-78,73,-67,61,-54,46,-38,31,-22,13,-4}

Sơ đồ biến đổi dựa vào cây tứ phân dư trong HEVC.

Để điều chỉnh các đặc tính khác nhau của các khối dư, cấu trúc lập mã biến đổi sử dụng cây tứ phân dư (residual quadtree - RQT) được áp dụng trong HEVC, được mô tả ngắn gọn trong <http://www.hhi.fraunhofer.de/fields-of-competence/image-processing/research-groups/image-video-coding/hevc-high-efficiency-video-coding/transform-coding-using-the-residual-quadtree-rqt.html>. Trong RQT, mỗi hình ảnh được chia thành các khối cây lập mã (coding tree unit - CTU), được lập mã theo thứ tự quét raster đối với ô hoặc lát cụ thể. CTU là khối vuông và biểu diễn gốc của cây tứ phân, tức là cây lập mã. Kích thước của CTU có thể nằm trong khoảng từ 8×8 đến 64×64

mẫu độ chói, nhưng thường sử dụng kích thước 64×64 . Mỗi CTU có thể được tách tiếp thành các khối vuông nhỏ hơn gọi là khối lập mã (CU). Sau khi CTU được tách đệ quy thành các CU, mỗi CU được chia tiếp thành các khối dự đoán (PU) và khối biến đổi (TU).

Việc phân chia CU thành các TU có thể được thực hiện đệ quy dựa vào phương pháp cây tứ phân, do đó tín hiệu dư của mỗi CU được lập mã bằng cấu trúc cây tên là cây tứ phân dư (residual quadtree - RQT). Cây RQT cho phép các kích thước TU từ 4×4 lên đến 32×32 mẫu độ chói. Fig.2C thể hiện ví dụ trong đó CU bao gồm 10 TU, được ký hiệu bằng các chữ cái từ a đến j, và sự phân chia khối tương ứng. Mỗi nút của cây RQT thực sự là một khối biến đổi (transform unit - TU). Các TU riêng được xử lý theo thứ tự quét cây theo chiều sâu thứ nhất, thứ tự này được minh họa trên hình vẽ theo thứ tự bảng chữ cái, theo thứ tự quét Z đệ quy với trình tự quét cây theo chiều sâu thứ nhất.

Phương pháp cây tứ phân cho phép thích ứng sự biến đổi này với các đặc tính không gian - tần số khác nhau của tín hiệu dư. Thông thường, kích thước khối biến đổi lớn hơn, có sự hỗ trợ không gian lớn hơn, sẽ tạo ra độ phân giải tần số tốt hơn. Tuy nhiên, kích thước khối biến đổi nhỏ hơn, có sự hỗ trợ không gian nhỏ hơn, có thể tạo ra độ phân giải không gian tốt hơn. Sự cân bằng giữa hai yếu tố, độ phân giải không gian và tần số, có thể được chọn bởi quyết định chế độ của bộ mã hóa, ví dụ, dựa vào kỹ thuật tối ưu hóa tốc độ - độ méo. Bộ lập mã video có thể thực hiện kỹ thuật tối ưu hóa tốc độ - độ méo để tính tổng các bit lập mã có trọng số và độ méo tái tạo, tức là, chi phí tốc độ - độ méo, cho mỗi chế độ lập mã (ví dụ, cấu trúc tách RQT cụ thể), và chọn chế độ lập mã có chi phí tốc độ - độ méo tối thiểu làm chế độ tốt nhất.

Ba thông số được định nghĩa theo cây RQT: chiều sâu tối đa của cây, kích thước biến đổi tối thiểu được phép và kích thước biến đổi tối đa được phép. Kích thước biến đổi tối đa và tối thiểu có thể thay đổi trong khoảng từ 4×4 đến 32×32 mẫu, tương ứng với các biến đổi khối được hỗ trợ đã được đề cập ở phần trên. Chiều sâu tối đa được phép của cây RQT giới hạn số lượng các TU. Chiều sâu tối đa bằng không có nghĩa là khối lập mã (Coding Block- CB) không thể được tách thêm nữa nếu mỗi khối có TB đạt đến kích thước biến đổi tối đa được phép, ví dụ, 32×32 .

Tất cả các thông số này tác động và ảnh hưởng đến cấu trúc RQT. Có trường hợp kích thước CB gốc là 64×64 , chiều sâu tối đa bằng không và kích thước biến đổi tối đa

bằng 32×32 . Trong trường hợp này, CB phải được phân chia ít nhất một lần, vì nếu không thì sẽ tạo thành TB 64×64 , điều này không được phép. Các thông số RQT, tức là chiều sâu RQT tối đa, kích thước biến đổi tối đa và tối thiểu, được truyền trong luồng bit ở mức tập hợp thông số chuỗi. Về chiều sâu RQT, các giá trị khác nhau có thể được chỉ rõ và được báo hiệu cho các CU được lập mã nội ảnh và liên ảnh.

Biến đổi cây tứ phân được áp dụng cho cả các khối dư nội ảnh và liên ảnh. Thông thường, biến đổi DCT-II có cùng kích thước của phần chia cây tứ phân dư hiện thời được áp dụng cho khối dư. Tuy nhiên, nếu khối cây tứ phân dư hiện thời có kích thước 4×4 và được tạo ra bởi dự đoán nội ảnh, thì biến đổi DST-VII 4×4 như nêu trên được áp dụng.

Trong HEVC, các biến đổi có kích thước lớn hơn, ví dụ, biến đổi 64×64 không được chấp nhận chủ yếu bởi vì xét đến ưu điểm bị hạn chế và độ phức tạp tương đối cao đối với các video có độ phân giải nhỏ hơn.

Như nêu ở trên, sau biến đổi bất kỳ để tạo ra các hệ số biến đổi, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện lượng tử hóa các hệ số biến đổi. Nói chung, lượng tử hóa chỉ quy trình trong đó các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để có thể giảm lượng dữ liệu dùng để biểu diễn các hệ số, cho phép nén thêm. Bằng cách thực hiện quy trình lượng tử hóa, bộ mã hóa video 200 có thể giảm chiều sâu bit liên quan đến một số hoặc tất cả các hệ số. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể làm tròn giá trị n -bit xuống thành giá trị m -bit trong quá trình lượng tử hóa, trong đó n lớn hơn m . Theo một số ví dụ, để thực hiện lượng tử hóa, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện dịch sang phải theo bit giá trị cần lượng tử hóa.

Sau khi lượng tử hóa, bộ mã hóa video 200 có thể quét các hệ số biến đổi, tạo ra vector một chiều từ ma trận hai chiều bao gồm các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa. Quy trình quét được thiết kế để đặt các hệ số năng lượng cao hơn (và do đó tần số thấp hơn) ở phía trước vector và để đặt các hệ số biến đổi năng lượng thấp hơn (và do đó tần số cao hơn) ở phía sau của vector. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể sử dụng thứ tự quét định trước để quét các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để tạo ra vector nối tiếp, và sau đó mã hóa entropy các hệ số biến đổi lượng tử hóa của vector. Theo các ví dụ khác, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện quy trình quét thích ứng. Sau khi quét các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để tạo vector một chiều, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa entropy vector một chiều, ví dụ, theo kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh

(context-adaptive binary arithmetic coding - CABAC). Bộ mã hóa dữ liệu video 200 cũng có thể mã hóa entropy các giá trị cho các phân tử cú pháp mô tả siêu dữ liệu liên quan đến dữ liệu video đã mã hóa dùng bởi bộ giải mã video 300 khi giải mã dữ liệu video.

Để thực hiện CABAC, bộ mã hóa video 200 có thể gán ngữ cảnh trong mô hình ngữ cảnh cho ký hiệu cần được truyền. Ngữ cảnh có thể liên quan tới, ví dụ, việc xem các giá trị lân cận của ký hiệu có giá trị bằng không hay không. Việc xác định xác suất có thể được dựa vào ngữ cảnh được gán cho ký hiệu.

Bộ mã hóa video 200 còn có thể tạo ra dữ liệu cú pháp, như dữ liệu cú pháp dựa vào khối, dữ liệu cú pháp dựa vào hình ảnh, và dữ liệu cú pháp dựa vào chuỗi, cho bộ giải mã video 300, ví dụ, trong phần đầu hình ảnh, phần đầu khối, phần đầu lát, hoặc dữ liệu cú pháp khác, như tập thông số chuỗi (sequence parameter set - SPS), tập thông số hình ảnh (picture parameter set - PPS), hoặc tập thông số video (video parameter set - VPS). Tương tự, bộ giải mã video 300 có thể giải mã dữ liệu cú pháp như vậy để xác định cách giải mã dữ liệu video tương ứng.

Theo cách này, bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra luồng bit bao gồm dữ liệu video được mã hóa, ví dụ, các phân tử cú pháp mô tả việc phân chia hình ảnh thành các khối (ví dụ, các CU) và thông tin dự đoán và/hoặc thông tin dư cho các khối. Cuối cùng, bộ giải mã video 300 có thể nhận luồng bit và giải mã dữ liệu video đã mã hóa.

Nói chung, bộ giải mã video 300 thực hiện quy trình thuận nghịch với quy trình được thực hiện bởi bộ mã hóa video 200 để giải mã dữ liệu video đã mã hóa của luồng bit. Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể giải mã các giá trị cho các phân tử cú pháp của luồng bit bằng cách sử dụng kỹ thuật CABAC theo cách về cơ bản tương tự như, mặc dù thuận nghịch với, quy trình mã hóa CABAC của bộ mã hóa video 200. Các phân tử cú pháp có thể xác định thông tin phân chia hình ảnh thành các CTU, và phân chia mỗi CTU theo cấu trúc phân chia tương ứng, chẳng hạn như cấu trúc QTBT, để xác định các CU của CTU. Các phân tử cú pháp còn có thể xác định thông tin dự đoán và thông tin dư cho các khối (ví dụ, các CU) của dữ liệu video.

Thông tin dư có thể được biểu diễn bằng, ví dụ, các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Bộ giải mã video 300 có thể lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược các hệ số biến đổi được lượng tử hóa của khối để tái tạo khối dư cho khối. Bộ giải mã video 300 sử

dụng chế độ dự đoán được báo hiệu (dự đoán nội ảnh hoặc dự đoán liên ảnh) và thông tin dự đoán liên quan (ví dụ, thông tin chuyển động của dự đoán liên ảnh) để tạo ra khối dự đoán cho khối. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể kết hợp khối dự đoán và khối dư (trên cơ sở từng mẫu) để tái tạo khối gốc. Bộ giải mã video 300 có thể thực hiện xử lý bổ sung, chẳng hạn như thực hiện quy trình tách khối để giảm các xảo ảnh trực quan dọc theo các biên của khối.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, bộ lập mã video (chẳng hạn, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300) có thể suy ra, cho khối hệ số hiện thời của khối video, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi. Bộ lập mã video có thể biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời (ví dụ, khối hệ số) để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video.

Bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi dựa vào các yếu tố khác với việc báo hiệu rõ ràng của loại biến đổi. Do đó, bộ lập mã video có thể bỏ qua bước lập mã phân tử cú pháp mà xác định rõ ràng loại biến đổi cho khối hiện thời. Một số ví dụ về các yếu tố mà từ đó bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi bao gồm, kích thước của khối hiện thời (ví dụ, chiều cao và/hoặc chiều rộng của khối hiện thời), liệu khối hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia trong khối con (intra-subblock partitioning - ISP) không, và chế độ nội ảnh của khối hiện thời. Bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi dựa vào kết hợp bất kỳ của các yếu tố. Ví dụ, bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời dựa vào kích thước của khối biến đổi hiện thời và liệu khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không. Trong ít nhất một số ví dụ như vậy, bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời bất kể chế độ dự đoán nội ảnh được sử dụng để dự đoán khối video hiện thời.

Bộ lập mã video có thể chọn loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi bao gồm một hoặc nhiều loại biến đổi cosin rời rạc (DCT) và một hoặc nhiều loại biến đổi sin rời rạc (DST). Như mô tả chi tiết hơn dưới đây, một hoặc nhiều loại biến đổi DCT có thể bao gồm một hoặc nhiều loại biến đổi DCT-1, DCT-2, DCT-3, DCT-4, DCT-5, DCT-6, DCT-7 và DCT-8 và/hoặc một hoặc nhiều loại biến đổi DST có thể bao gồm một hoặc nhiều loại biến đổi DST-1, DST-2, DST-3, DST-4, DST-5, DST-6, DST-7 và DST-8.

Như mô tả ở trên, bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời dựa vào kích thước của khối biến đổi hiện thời. Ví dụ, bộ lập mã video có thể lựa chọn loại biến đổi thứ nhất cho khối biến đổi hiện thời đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và lựa chọn loại biến đổi thứ hai cho khối biến đổi hiện thời đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời không đáp ứng ngưỡng kích thước. Theo một số ví dụ, bộ lập mã video có thể xác định xem kích thước của khối biến đổi hiện thời có thỏa mãn ngưỡng kích thước hay không bằng cách so sánh kích thước của khối biến đổi hiện thời với một giá trị ngưỡng. Theo các ví dụ khác, bộ lập mã video có thể xác định xem kích thước của khối biến đổi hiện thời có thỏa mãn ngưỡng kích thước hay không bằng cách xác định xem kích thước của khối biến đổi hiện thời có lớn hơn giới hạn dưới (ví dụ, 2, 4, 6) và nhỏ hơn giới hạn trên (ví dụ, 8, 16, 32) hay không. Nếu kích thước của khối biến đổi hiện thời lớn hơn giới hạn dưới và nhỏ hơn giới hạn trên, thì bộ lập mã video có thể xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước. Tương tự, nếu kích thước của khối biến đổi hiện thời nhỏ hơn giới hạn dưới hoặc lớn hơn giới hạn trên, thì bộ lập mã video có thể xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời không đáp ứng ngưỡng kích thước.

Trong trường hợp khối video hiện thời là khối lập mã (CU), CU có thể được phân chia thành nhiều phần con bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP. Mỗi trong số các phần con có thể có một khối biến đổi liên quan. Như vậy, khi CU được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, nhiều khối biến đổi có thể được kết hợp với CU. Ví dụ, CU 16x16 có thể được phân chia theo chiều dọc thành bốn phần kích thước 4x16, mỗi phần được kết hợp với một khối biến đổi kích thước 4x16.

Như mô tả ở trên, bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời dựa vào việc khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP không và có dựa vào kích thước của khối biến đổi hiện thời không. Theo một ví dụ, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, bộ lập mã video có thể lựa chọn DST cụ thể trong số một hoặc nhiều DST (ví dụ, DST-7) làm loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời. Theo ví dụ khác, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời không đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ

thuật ISP, bộ lập mã video có thể lựa chọn một DCT cụ thể trong số một hoặc nhiều DCT (ví dụ, DCT -2) làm loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời. Trong một trong hai ví dụ nêu trên, bộ lập mã video có thể lựa chọn loại biến đổi bao gồm bước chọn loại biến đổi bất kể chế độ dự đoán nội ảnh được sử dụng để dự đoán khối video hiện thời (ví dụ, bất kể chế độ góc, DC hoặc mặt phẳng được sử dụng để dự đoán nội ảnh video hiện thời).

Theo một số ví dụ, bộ lập mã video có thể luôn thực hiện việc suy luận loại biến đổi. Theo các ví dụ khác, bộ lập mã video có thể thực hiện việc suy luận loại biến đổi trong các điều kiện nhất định. Ví dụ, bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời đáp lại việc xác định rằng việc lựa chọn nhiều biến đổi (multiple transform selection - MTS) được kích hoạt cho khối video hiện thời. Theo một số ví dụ, bộ lập mã video có thể xác định xem MTS có được kích hoạt cho khối video hiện thời hay không dựa vào các giá trị của một hoặc nhiều phần tử cú pháp (ví dụ, `sps_explicit_mts_intra_enabled_flag`).

Theo một số ví dụ, bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi để thực hiện biến đổi theo chiều ngang (chẳng hạn, loại biến đổi để sử dụng theo chiều ngang) và suy ra loại biến đổi để thực hiện biến đổi theo chiều dọc (chẳng hạn, loại biến đổi để sử dụng theo chiều dọc). Bộ lập mã video có thể suy ra các loại biến đổi để sử dụng theo chiều ngang và chiều dọc bằng cách sử dụng thuật toán chung. Ví dụ, bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi để sử dụng theo chiều ngang dựa vào việc liệu chiều rộng của khối biến đổi hiện thời có đáp ứng ngưỡng kích thước chiều rộng hay không và liệu khối video hiện thời mà bao gồm khối biến đổi hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không, và suy ra loại biến đổi để sử dụng theo chiều dọc dựa vào việc liệu chiều cao của khối biến đổi hiện thời có đáp ứng ngưỡng kích thước chiều cao hay không, và liệu khối video hiện thời bao gồm khối biến đổi hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không. Theo một số ví dụ, bộ lập mã video có thể sử dụng cùng một ngưỡng kích thước cho cả suy luận loại biến đổi ngang và dọc. Ví dụ, khi ngưỡng kích thước bao gồm giới hạn trên và giới hạn dưới, giới hạn trên và giới hạn dưới của ngưỡng kích thước chiều rộng có thể bằng giới hạn trên và giới hạn dưới của ngưỡng kích thước chiều cao. Theo một ví dụ cụ thể, giới hạn dưới của cả ngưỡng chiều rộng và chiều cao có thể là 4 và giới hạn trên của cả ngưỡng chiều rộng và chiều cao có thể là 16.

Theo một số ví dụ, để suy ra (chẳng hạn, suy luận) loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời, bộ lập mã video có thể lựa chọn loại biến đổi DST-7 để biến đổi hàng hoặc cột bất kỳ có ngưỡng nhỏ hơn hoặc bằng (ví dụ, 8, 16, 32) số lượng mẫu (ví dụ, các mẫu chẵn) và chọn loại biến đổi DCT-2 để biến đổi hàng hoặc cột bất kỳ có số lượng mẫu lớn hơn số lượng mẫu ngưỡng.

Liên quan đến Dự thảo VVC 4 (ví dụ, JVET-M1001), có thể đạt được ví dụ về sự thay đổi được đề xuất bằng cách thay thế Bảng 8-15 bằng bảng sau:

$$\text{trTypeHor} = (\text{nTbW} \geq 2 \ \&\& \ \text{nTbW} \leq 16) ? 1 : 0$$

$$\text{trTypeVer} = (\text{nTbH} \geq 2 \ \&\& \ \text{nTbH} \leq 16) ? 1 : 0$$

trong đó “0” và “1” lần lượt biểu thị DCT-2 và DST-7.

Các khối được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP có thể bị hạn chế để không có các hàng/cột mà chỉ có hai mẫu. Do đó, sáng chế đề xuất DST-7 2 điểm. Các mục nhập của ma trận DST-7 2 điểm có thể như sau (chỉ đưa ra 4 byte bộ nhớ bổ sung):

$$\{ 48 \ 77 \}$$

$$\{ 77 \ -48 \}$$

Ngoài ra, có thể đạt được một ví dụ về sự thay đổi được đề xuất bằng cách sửa đổi Dự thảo VVC 4 như sau:

$$\text{trTypeHor} = (\text{nTbW} \geq 4 \ \&\& \ \text{nTbW} \leq 16 \ \&\& \ \underline{\text{nTbW} \leq \text{nTbH}}) ? 1 : 0 \quad (8-1029)$$

$$\text{trTypeVer} = (\text{nTbH} \geq 4 \ \&\& \ \text{nTbH} \leq 16 \ \&\& \ \underline{\text{nTbH} \leq \text{nTbW}}) ? 1 : 0 \quad (8-1030)$$

trong đó “0” và “1” lần lượt biểu thị DCT-2 và DST-7 và các thay đổi (chẳng hạn, các phần đã xóa) là các phần gạch dưới và in nghiêng.

Nói chung, sáng chế có thể liên quan đến việc "báo hiệu" thông tin nhất định, như các phần tử cú pháp. Nói chung, thuật ngữ “báo hiệu” có thể chỉ việc truyền thông các phần tử cú pháp và/hoặc dữ liệu khác được sử dụng để giải mã dữ liệu video đã mã hóa. Tức là, bộ mã hóa video 200 có thể báo hiệu các giá trị cho các phần tử cú pháp trong luồng bit. Nói chung, việc báo hiệu đề cập đến việc tạo ra giá trị trong luồng bit. Như đã lưu ý ở trên, thiết bị nguồn 102 có thể truyền luồng bit đến thiết bị đích 116 về cơ bản theo thời gian thực, hoặc không theo thời gian thực, việc này có thể xảy ra khi lưu trữ các phần tử cú pháp vào thiết bị lưu trữ 112 để thiết bị đích 116 truy xuất sau.

Các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B là sơ đồ khái niệm minh họa một ví dụ về cấu trúc cây nhị phân tứ phân (QTBT) 130, và khối cây lập mã (CTU) 132 tương ứng. Các đường nét liền biểu thị việc tách cây tứ phân và các đường nét đứt biểu thị việc tách cây nhị phân. Trong mỗi nút tách (tức là, nút không phải nút lá) của cây nhị phân, một cờ được báo hiệu để chỉ báo loại tách nào (tức là, tách ngang hay tách dọc) được sử dụng, trong đó 0 biểu thị tách ngang và 1 biểu thị tách dọc trong ví dụ này. Đối với việc tách cây tứ phân, không cần thiết biểu thị loại tách, vì các nút cây tứ phân chia khối theo chiều ngang và theo chiều dọc thành 4 khối con có kích thước bằng nhau. Do đó, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa, và bộ giải mã video 300 có thể giải mã, các phần tử cú pháp (ví dụ như thông tin tách) cho mức cây khu vực của cấu trúc QTBT 130 (tức là, các đường nét liền) và các phần tử cú pháp (ví dụ như thông tin tách) cho mức cây dự đoán của cấu trúc QTBT 130 (tức là, các đường nét đứt). Bộ mã hóa dữ liệu video 200 có thể mã hóa, và bộ giải mã video 300 có thể giải mã, dữ liệu video, như dữ liệu dự đoán và biến đổi, cho các CU được biểu diễn bởi các nút lá đầu cuối của cấu trúc QTBT 130.

Nói chung, CTU 132 trên Fig.2B có thể được kết hợp với các thông số xác định kích thước của các khối tương ứng với các nút của cấu trúc QTBT 130 ở mức thứ nhất và thứ hai. Các thông số này có thể bao gồm kích thước CTU (biểu diễn kích thước CTU 132 trong các mẫu), kích thước cây tứ phân tối thiểu (MinQTSIZE, biểu diễn kích thước nút lá cây tứ phân tối thiểu được phép), kích thước cây nhị phân tối đa (MaxBTSIZE, biểu diễn kích thước nút gốc cây nhị phân tối đa được phép), chiều sâu cây nhị phân tối đa (MaxBTDepth, biểu diễn chiều sâu cây nhị phân tối đa được phép) và kích thước cây nhị phân tối thiểu (MinBTSIZE, biểu diễn kích thước nút lá cây nhị phân tối thiểu được phép).

Nút gốc của cấu trúc QTBT tương ứng với khối CTU có thể có bốn nút con ở mức thứ nhất của cấu trúc QTBT, mỗi nút có thể được phân chia theo kỹ thuật phân chia cây tứ phân. Tức là, các nút của mức thứ nhất là các nút lá (không có nút con) hoặc có bốn nút con. Ví dụ về cấu trúc QTBT 130 biểu diễn các nút như vậy bao gồm nút cha và các nút con có các đường liền nét cho các nhánh. Nếu các nút của mức thứ nhất không lớn hơn kích thước nút gốc cây nhị phân lớn nhất cho phép (MaxBTSIZE), thì chúng có thể được cây nhị phân tương ứng phân chia tiếp. Việc phân chia cây nhị phân của một nút có thể được lặp lại cho đến khi các nút tạo ra từ quy trình phân tách đạt đến kích thước nút lá cây nhị phân tối thiểu được phép (MinBTSIZE) hoặc chiều sâu cây nhị phân tối đa

được phép (MaxBTDepth). Ví dụ về cấu trúc QTBT 130 biểu diễn các nút như vậy dưới dạng có các đường nét đứt cho các nhánh. Nút lá cây nhị phân được gọi là một khối lập mã (CU), khối này được sử dụng để dự đoán (ví dụ, dự đoán nội ảnh hoặc dự đoán liên ảnh) và biến đổi, mà không phân chia thêm. Như mô tả ở trên, các CU cũng có thể được gọi là các “khối video” hoặc “các khối”.

Trong một ví dụ của cấu trúc phân chia QTBT, kích thước CTU được thiết lập là 128x128 (mẫu độ chói và hai mẫu sắc độ 64x64 tương ứng), MinQTSIZE được thiết lập là 16x16, MaxBTSIZE được thiết lập là 64x64, MinBTSIZE (cho cả chiều rộng lẫn chiều cao) được thiết lập là 4 và MaxBTDepth được thiết lập là 4. Phân chia cây tứ phân được áp dụng cho CTU trước tiên để tạo ra các nút lá cây tứ phân. Các nút lá cây tứ phân có thể có kích thước từ 16x16 (tức là MinQTSIZE) đến 128x128 (tức là, kích thước CTU). Nếu nút lá cây tứ phân là 128x128, nó sẽ không được phân chia tiếp bởi cây nhị phân bởi vì kích thước này vượt quá MaxBTSIZE (tức là 64x64 trong ví dụ này). Cách khác, nút lá cây tứ phân sẽ được phân chia tiếp bởi cây nhị phân. Do đó, nút lá cây tứ phân cũng là nút gốc cho cây nhị phân và có chiều sâu cây nhị phân bằng 0. Khi độ sâu cây nhị phân đạt đến MaxBTDepth (bằng 4 trong một ví dụ), thì không được phép tách tiếp nữa. Khi nút cây nhị phân có độ rộng bằng MinBTSIZE (bằng 4 trong ví dụ này), giá trị này ngụ ý rằng không cho phép tách ngang nữa. Tương tự, nút cây nhị phân có chiều cao bằng MinBTSIZE ngụ ý rằng không cho phép tách dọc đối với nút cây nhị phân đó. Như nêu trên đây, các nút lá của cây nhị phân được gọi là các CU, và được xử lý thêm theo kỹ thuật dự đoán và biến đổi mà không phân chia thêm nữa.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ về bộ mã hóa video 200 mà có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.3 được đưa ra để giải thích và không nên được xem là làm giới hạn các kỹ thuật như được minh họa và được mô tả rộng rãi trong sáng chế. Với mục đích giải thích, sáng chế mô tả bộ mã hóa video 200 trong ngữ cảnh các chuẩn mã hóa video như chuẩn mã hóa video HEVC và chuẩn mã hóa video H.266 đang phát triển. Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở các chuẩn mã hóa video, và thường được áp dụng cho quy trình mã hóa và giải mã video.

Theo ví dụ trên Fig.3, bộ mã hóa video 200 bao gồm bộ nhớ dữ liệu video 230, khối chọn chế độ 202, khối tạo dư 204, khối xử lý biến đổi 206, khối lượng tử hóa 208, khối lượng tử hóa ngược 210, khối xử lý biến đổi ngược 212, khối tái tạo 214, khối lọc

216, bộ đệm hình ảnh được giải mã (decoded picture buffer - DPB) 218, và khối mã hóa entropy 220. Bất kỳ hoặc tất cả bộ nhớ dữ liệu video 230, khối chọn chế độ 202, khối tạo dư 204, khối xử lý biến đổi 206, khối lượng tử hóa 208, khối lượng tử hóa ngược 210, khối xử lý biến đổi ngược 212, khối tái tạo 214, khối lọc 216, bộ đệm DPB 218, và khối mã hóa entropy 220 có thể được thực thi trong một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc trong hệ mạch xử lý. Hơn nữa, bộ mã hóa video 200 có thể bao gồm bộ xử lý hoặc hệ mạch xử lý bổ sung hoặc thay thế để thực hiện các chức năng này và các chức năng khác.

Bộ nhớ dữ liệu video 230 có thể lưu trữ dữ liệu video cần được mã hóa bởi các thành phần của bộ mã hóa video 200. Bộ mã hóa video 200 có thể nhận dữ liệu video lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 230 từ, ví dụ, nguồn dữ liệu video 104 (Fig.1). Bộ đệm DPB 218 có thể hoạt động như bộ nhớ hình ảnh tham chiếu lưu trữ dữ liệu video tham chiếu dùng vào việc dự đoán dữ liệu video tiếp theo bởi bộ mã hóa video 200. Bộ nhớ dữ liệu video 230 và bộ đệm DPB 218 có thể được tạo ra bởi bất kỳ trong số nhiều thiết bị nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (dynamic random access memory - DRAM), bao gồm DRAM đồng bộ (synchronous DRAM - SDRAM), RAM từ điện trở (magnetoresistive RAM - MRAM), RAM điện trở (resistive RAM - RRAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ dữ liệu video 230 và DPB 218 có thể được cung cấp bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng. Theo các ví dụ khác nhau, bộ nhớ dữ liệu video 230 có thể nằm trên chip cùng các bộ phận khác của bộ mã hóa video 200, như được minh họa, hoặc ngoài chip so với các bộ phận này.

Theo sáng chế, việc tham chiếu đến bộ nhớ dữ liệu video 230 không được hiểu là bị giới hạn ở bộ nhớ bên trong bộ mã hóa video 200, trừ khi được mô tả cụ thể như vậy, hoặc bộ nhớ bên ngoài bộ mã hóa video 200, trừ khi được mô tả cụ thể như vậy. Thay vào đó, bộ nhớ dữ liệu video 230 nên được hiểu là bộ nhớ tham chiếu lưu trữ dữ liệu video mà bộ mã hóa video 200 nhận để mã hóa (ví dụ, dữ liệu video cho khối hiện thời sẽ được mã hóa). Bộ nhớ 106 trên Fig.1 có thể cũng cho phép lưu trữ tạm thời các dữ liệu đầu ra từ các khối khác nhau của bộ mã hóa video 200.

Các khối khác nhau trên Fig.3 được minh họa để giúp hiểu các hoạt động được thực hiện bởi bộ mã hóa video 200. Các khối có thể được thực hiện như các mạch chức năng cố định, các mạch lập trình được, hoặc kết hợp của chúng. Các mạch chức năng cố định là các mạch cung cấp chức năng cụ thể, và được thiết lập trước trên các hoạt động

có thể được thực hiện. Các mạch lập trình được là các mạch mà có thể được lập trình để thực hiện các nhiệm vụ khác nhau, và cung cấp chức năng linh hoạt trong các hoạt động có thể được thực hiện. Ví dụ, các mạch lập trình được có thể thực thi phần mềm hoặc firmware khiến cho các mạch lập trình được hoạt động theo cách thức được xác định bởi các lệnh của phần mềm hoặc firmware. Các mạch chức năng cố định có thể thực thi các lệnh phần mềm (ví dụ, để nhận các thông số hoặc xuất ra các thông số), nhưng các loại hoạt động mà các mạch chức năng cố định thực hiện nói chung là không thể thay đổi. Theo một số ví dụ, một hoặc nhiều trong số các khối có thể là các khối mạch riêng (chức năng cố định hoặc có thể lập trình được), và theo một số ví dụ, một hoặc nhiều khối có thể là các mạch được tích hợp.

Bộ mã hóa video 200 có thể bao gồm khối logic số học (arithmetic logic unit - ALU), khối chức năng cơ bản (elementary function unit - EFU), mạch kỹ thuật số, mạch tương tự và/hoặc lõi có thể lập trình, được tạo ra từ các mạch lập trình được. Theo các ví dụ trong đó các hoạt động của bộ mã hóa video 200 được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm được thực thi bởi các mạch lập trình được, bộ nhớ 106 (Fig.1) có thể lưu trữ mã đối tượng của phần mềm mà bộ mã hóa video 200 nhận và thực thi, hoặc một bộ nhớ khác trong bộ mã hóa video 200 (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể lưu trữ các lệnh như vậy.

Bộ nhớ dữ liệu video 230 được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video nhận được. Bộ mã hóa video 200 có thể truy xuất hình ảnh của dữ liệu video từ bộ nhớ dữ liệu video 230 và cung cấp dữ liệu video cho khối tạo dư 204 và khối chọn chế độ 202. Dữ liệu video trong bộ nhớ dữ liệu video 230 có thể là dữ liệu video thô cần được mã hóa.

Khối chọn chế độ 202 bao gồm khối ước lượng chuyển động 222, khối bù chuyển động 224 và khối dự đoán nội ảnh 226. Khối chọn chế độ 202 có thể bao gồm các khối có chức năng bổ sung để thực hiện dự đoán video theo các chế độ dự đoán khác. Ví dụ, khối lựa chọn chế độ 202 có thể bao gồm khối bảng màu, khối sao chép nội khối (có thể là một phần của khối ước lượng chuyển động 222 và/hoặc khối bù chuyển động 224), khối afin, khối mô hình tuyến tính (linear model - LM), hoặc tương tự.

Khối lựa chọn chế độ 202 thường phối hợp nhiều lượt mã hóa để kiểm tra các kết hợp của các thông số mã hóa và các giá trị biến dạng tốc độ thu được cho các tổ hợp như vậy. Các thông số mã hóa có thể bao gồm việc phân chia các CTU thành các CU, các chế

độ dự đoán cho các CU, các loại biến đổi cho dữ liệu dư của các CU, các thông số lượng tử hóa cho dữ liệu dư của các CU, v.v.. Khối lựa chọn chế độ 202 có thể cuối cùng chọn tổ hợp của các thông số mã hóa có giá trị biến dạng tốc độ tốt hơn các tổ hợp đã thử nghiệm khác.

Bộ mã hóa video 200 có thể phân chia hình ảnh được truy xuất từ bộ nhớ dữ liệu video 230 thành một loạt các CTU, và đóng gói một hoặc nhiều CTU trong lát. Khối lựa chọn chế độ 210 có thể chia CTU của hình ảnh theo cấu trúc cây, chẳng hạn như cấu trúc QTBT hoặc cấu trúc cây tứ phân của HEVC được mô tả ở trên. Như mô tả ở trên, bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra một hoặc nhiều CU từ việc phân chia CTU theo cấu trúc cây. CU như vậy cũng có thể được gọi chung là “khối video” hoặc “khối”.

Nói chung, khối lựa chọn chế độ 202 cũng điều khiển các thành phần của chúng (ví dụ, khối ước lượng chuyển động 222, khối bù chuyển động 224, và khối dự đoán nội ảnh 226) để tạo ra khối dự đoán cho khối hiện thời (ví dụ, CU hiện thời, hoặc trong HEVC, phần chồng lấn của PU và TU). Để dự đoán liên ảnh khối hiện thời, khối ước lượng chuyển động 222 có thể thực hiện tìm kiếm chuyển động để xác định một hoặc nhiều khối tham chiếu trùng khớp trong một hoặc nhiều hình ảnh tham chiếu (ví dụ, một hoặc nhiều hình ảnh được lập mã trước đó được lưu trữ trong DPB 218). Cụ thể, khối ước lượng chuyển động 222 có thể tính toán giá trị thể hiện khối tham chiếu tiềm năng là tương tự như thế nào với khối hiện thời, ví dụ, theo tổng chênh lệch tuyệt đối (sum of absolute difference - SAD), tổng chênh lệch bình phương (sum of squared differences - SSD), chênh lệch tuyệt đối trung bình (mean absolute difference - MAD), chênh lệch bình phương trung bình (mean squared difference - MSD), hoặc tương tự. Khối ước lượng chuyển động 222 nói chung có thể thực hiện các tính toán này bằng cách sử dụng các giá trị chênh lệch từng mẫu giữa khối hiện thời và khối tham chiếu đang được xem xét. Khối ước lượng chuyển động 222 có thể xác định khối tham chiếu có giá trị thấp nhất thu được từ các phép tính này, biểu thị khối tham chiếu gần trung khớp với khối hiện thời.

Khối ước lượng chuyển động 222 có thể tạo ra một hoặc nhiều vector chuyển động (motion vector - MV) xác định các vị trí của các khối tham chiếu trong hình ảnh tham chiếu so với vị trí của khối hiện thời trong hình ảnh hiện thời. Sau đó, khối ước lượng chuyển động 222 có thể cung cấp các vector chuyển động cho khối bù chuyển động 224.

Ví dụ, đối với dự đoán liên ảnh một chiều, khối ước lượng chuyển động 222 có thể cung cấp một vector chuyển động, trong khi đối với dự đoán liên ảnh hai chiều, khối ước lượng chuyển động 222 có thể cung cấp hai vector chuyển động. Sau đó, khối bù chuyển động 224 có thể tạo ra khối dự đoán bằng cách sử dụng các vector chuyển động. Ví dụ, khối bù chuyển động 224 có thể truy xuất dữ liệu của khối tham chiếu bằng cách sử dụng vector chuyển động. Một ví dụ khác, nếu vector chuyển động có độ chính xác mẫu phân số, thì khối bù chuyển động 224 có thể nội suy các giá trị cho khối dự đoán theo một hoặc nhiều bộ lọc nội suy. Hơn nữa, để dự đoán liên ảnh hai chiều, khối bù chuyển động 224 có thể truy xuất dữ liệu cho hai khối tham chiếu được xác định bởi các vector chuyển động tương ứng và kết hợp dữ liệu đã truy xuất, ví dụ, qua phép lấy trung bình từng mẫu hoặc lấy trung bình có trọng số.

Một ví dụ khác, để dự đoán nội ảnh hoặc lập mã dự đoán nội ảnh, khối dự đoán nội ảnh 226 có thể tạo ra khối dự đoán từ các mẫu lân cận với khối hiện thời. Ví dụ, đối với các chế độ định hướng, khối dự đoán nội ảnh 226 có thể thường kết hợp toán học các giá trị của các mẫu lân cận và gán các giá trị được tính toán này theo hướng xác định trên khối hiện thời để tạo ra khối dự đoán. Một ví dụ khác, đối với chế độ DC, khối dự đoán nội ảnh 226 có thể tính giá trị trung bình của các mẫu lân cận với khối hiện thời và tạo ra khối dự đoán để bao gồm giá trị trung bình thu được này cho mỗi mẫu của khối dự đoán.

Khối chọn chế độ 202 cung cấp khối dự đoán cho khối tạo khối dư 204. Khối tạo khối dư 204 nhận phiên bản thô, chưa lập mã của khối hiện thời từ bộ nhớ dữ liệu video 230 và khối dự đoán từ khối chọn chế độ 202. Khối tạo khối dư 204 tính toán các giá trị chênh lệch theo từng mẫu giữa khối hiện thời và khối dự đoán. Giá trị chênh lệch theo từng mẫu thu được xác định khối dư cho khối hiện thời. Theo một số ví dụ, khối tạo khối dư 204 cũng có thể xác định giá trị chênh lệch giữa các giá trị mẫu trong khối dư để tạo ra khối dư bằng cách sử dụng kỹ thuật điều chế mã xung vi sai dư (residual differential pulse code modulation - RDPCM). Theo một số ví dụ, khối tạo khối dư 204 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mạch trừ mà thực hiện phép trừ nhị phân.

Theo các ví dụ mà khối chọn chế độ 202 chia các CU thành các PU, mỗi PU có thể được kết hợp với một khối dự đoán độ chói và các khối dự đoán sắc độ tương ứng. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể hỗ trợ các PU có các kích thước khác nhau. Như được chỉ ra ở trên, kích thước của CU có thể được sử dụng để chỉ kích

thước khối lập mã độ chói của CU và kích thước của PU có thể được sử dụng để chỉ kích thước của khối dự đoán độ chói của PU. Giả sử kích thước của một CU cụ thể là $2N \times 2N$, bộ mã hóa video 200 có thể hỗ trợ các kích thước PU $2N \times 2N$ hoặc $N \times N$ đối với dự đoán nội ảnh, và các kích thước PU đối xứng $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, $N \times N$, hoặc tương tự để dự đoán liên ảnh. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 cũng có thể hỗ trợ phân chia bất đối xứng các kích thước PU $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$, và $nR \times 2N$ để dự đoán liên ảnh.

Theo các ví dụ mà khối chọn chế độ không chia thêm CU thành các PU, mỗi CU có thể được kết hợp với khối lập mã độ chói và các khối lập mã sắc độ tương ứng. Như nêu trên đây, kích thước của CU có thể là kích thước của khối lập mã độ chói của CU. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 120 có thể hỗ trợ các kích thước CU $2N \times 2N$, $2N \times N$ hoặc $N \times 2N$.

Đối với các kỹ thuật lập mã video khác, như lập mã chế độ sao chép khối nội ảnh, lập mã chế độ afin, và lập mã chế độ mô hình tuyến tính (LM), chẳng hạn, khối chọn chế độ 202, qua các khối tương ứng liên quan đến các kỹ thuật lập mã, tạo ra khối dự đoán cho khối hiện thời đang được mã hóa. Theo một số ví dụ, như kỹ thuật lập mã chế độ bảng màu, khối lựa chọn chế độ 202 có thể không tạo ra khối dự đoán, và thay vào đó tạo ra các phần tử cú pháp chỉ báo cách thức tái tạo khối dựa vào bảng màu đã chọn. Trong các chế độ như vậy, khối chọn chế độ 202 có thể cung cấp các phần tử cú pháp này cho khối mã hóa entropy 220 cần được mã hóa.

Như mô tả trên đây, khối tạo khối dư 204 nhận dữ liệu video cho khối hiện thời và khối dự đoán tương ứng. Khối tạo khối dư 204 sau đó tạo ra khối dư cho khối hiện thời. Để tạo ra khối dư, khối tạo khối dư 204 tính toán các giá trị chênh lệch theo từng mẫu giữa khối hiện thời và khối dự đoán.

Khối xử lý biến đổi 206 áp dụng một hoặc nhiều biến đổi cho khối dư để tạo ra khối các hệ số biến đổi (ở đây được gọi là "khối hệ số biến đổi"). Khối xử lý biến đổi 206 có thể áp dụng các biến đổi khác nhau cho khối dư để tạo ra khối hệ số biến đổi. Ví dụ, khối xử lý biến đổi 206 có thể áp dụng biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), biến đổi có hướng, biến đổi Karhunen-Loeve (Karhunen-Loeve transform - KLT) hoặc biến đổi tương tự về mặt khái niệm cho khối dư. Theo một số ví dụ, khối xử lý biến đổi 206 có thể thực hiện nhiều biến đổi cho khối dư, ví dụ, biến đổi

chính và biến đổi phụ, như biến đổi quay chẳng hạn. Theo một số ví dụ, khối xử lý biến đổi 206 không áp dụng các biến đổi đối với khối dư. Như mô tả ở đây, khối xử lý biến đổi 206 có thể áp dụng có chọn lọc các biến đổi khác nhau cho các khối hệ số khác nhau (chẳng hạn, các khối hệ số biến đổi).

Khối lượng tử hóa 208 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi trong khối hệ số biến đổi, để tạo ra khối hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Khối lượng tử hóa 208 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi của khối hệ số biến đổi theo giá trị thông số lượng tử hóa (quantization parameter - QP) kết hợp với khối hiện thời. Bộ mã hóa video 200 (ví dụ, qua khối chọn chế độ 202) có thể điều chỉnh mức lượng tử hóa áp dụng cho các khối hệ số kết hợp với khối hiện thời bằng cách điều chỉnh giá trị QP kết hợp với CU. Quy trình lượng tử hóa có thể làm mất thông tin, và do đó, các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể có độ chính xác thấp hơn các hệ số biến đổi gốc được tạo ra bởi khối xử lý biến đổi 206.

Khối lượng tử hóa ngược 210 và khối xử lý biến đổi ngược 212 có thể áp dụng lần lượt lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược cho khối hệ số biến đổi được lượng tử hóa để tái tạo khối dư từ khối hệ số biến đổi. Khối tái tạo 214 có thể tạo ra một khối được tái tạo tương ứng với khối hiện thời (mặc dù có khả năng bị biến dạng ở mức độ nào đó) dựa vào khối dư được tái tạo và khối dự đoán được tạo ra bởi khối lựa chọn chế độ 202. Ví dụ, khối tái tạo 214 có thể thêm các mẫu của khối dư được tái tạo vào các mẫu tương ứng từ khối dự đoán được tạo ra bởi khối chọn chế độ 202 để tạo ra khối được tái tạo.

Khối lọc 216 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động lọc trên các khối được tái tạo. Ví dụ, khối lọc 216 có thể thực hiện các hoạt động tách khối để giảm các xảo ảnh dạng khối dọc theo các cạnh của CU. Theo một số ví dụ, các hoạt động của khối lọc 216 có thể được bỏ qua.

Bộ mã hóa video 200 lưu trữ các khối được tái tạo trong bộ đệm DPB 218. Chẳng hạn, trong các ví dụ mà không cần đến các hoạt động của khối lọc 224, khối tái tạo 214 có thể lưu trữ các khối được tái tạo vào bộ đệm DPB 218. Theo các ví dụ cần đến các hoạt động của khối lọc 224, khối lọc 216 có thể lưu trữ các khối tái tạo đã lọc vào bộ đệm DPB 218. Khối ước lượng chuyển động 222 và khối bù chuyển động 224 có thể truy xuất hình tham chiếu từ bộ đệm DPB 218, được tạo ra từ các khối được tái tạo (và có thể được lọc), để dự đoán liên ảnh các khối của các hình ảnh được mã hóa sau đó. Ngoài ra,

khối dự đoán nội ảnh 226 có thể sử dụng các khối được tái tạo trong bộ đệm DPB 218 của hình ảnh hiện thời để dự đoán nội ảnh các khối khác trong hình ảnh hiện thời.

Nói chung, khối mã hóa entropy 220 có thể mã hóa entropy các phần tử cú pháp thu được từ các thành phần chức năng khác của bộ mã hóa video 200. Ví dụ, khối mã hóa entropy 220 có thể mã hóa entropy các khối hệ số biến đổi được lượng tử hóa từ khối lượng tử hóa 208. Theo một ví dụ khác, khối mã hóa entropy 220 có thể mã hóa entropy các phần tử cú pháp dự đoán (ví dụ, thông tin chuyển động để dự đoán liên ảnh hoặc thông tin chế độ nội ảnh để dự đoán nội ảnh) từ khối lựa chọn chế độ 202. Khối mã hóa entropy 220 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động mã hóa entropy trên các phần tử cú pháp, các phần tử cú pháp này là một ví dụ khác về dữ liệu video, để tạo ra dữ liệu được mã hóa entropy. Ví dụ, khối mã hóa entropy 220 có thể thực hiện hoạt động mã hóa có độ dài thay đổi thích ứng theo ngữ cảnh (context-adaptive variable length coding - CAVLC), hoạt động CABAC, hoạt động lập mã độ dài biến đổi đến biến đổi (variable-to-variable - V2V), hoạt động lập mã số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh dựa vào cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding - SBAC), hoạt động lập mã entropy phân chia khoảng xác suất (Probability Interval Partitioning Entropy - PIPE), hoạt động mã hóa hàm mũ- Golomb, hoặc một loại hoạt động mã hóa entropy khác trên dữ liệu. Theo một số ví dụ, khối mã hóa entropy 220 có thể hoạt động ở chế độ bỏ qua trong đó các phần tử cú pháp không được mã hóa entropy.

Bộ mã hóa video 200 có thể xuất ra luồng bit bao gồm các phần tử cú pháp được mã hóa entropy cần thiết để tái tạo các khối của lát hoặc hình ảnh. Cụ thể, khối mã hóa entropy 220 có thể xuất ra luồng bit.

Các hoạt động mô tả ở trên được mô tả liên quan đến khối. Sự mô tả như vậy nên được hiểu là các hoạt động đối với khối lập mã độ chói và/hoặc các khối lập mã sắc độ. Như được mô tả trên đây, trong một số ví dụ, khối lập mã độ chói và các khối lập mã sắc độ là các thành phần độ chói và sắc độ của CU. Theo một số ví dụ, khối mã hóa độ chói và các khối mã hóa sắc độ là các thành phần độ chói và sắc độ của PU.

Theo một số ví dụ, các hoạt động được thực hiện đối với khối lập mã độ chói không cần phải lặp lại đối với các khối lập mã sắc độ. Theo một ví dụ, các hoạt động để xác định vectơ chuyển động (MV) và hình tham chiếu cho khối lập mã độ chói không cần phải lặp lại để xác định MV và hình tham chiếu cho các khối sắc độ. Thay vào đó,

MV cho khối lập mã độ chói có thể được định tỷ lệ để xác định MV cho các khối sắc độ, và hình tham chiếu có thể giống nhau. Theo một ví dụ khác, quy trình dự đoán nội ảnh có thể giống nhau đối với các khối lập mã độ chói và các khối lập mã sắc độ.

Bộ mã hóa video 200 đại diện cho một ví dụ về thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video và một hoặc nhiều khối xử lý được triển khai trong hệ mạch và được tạo cấu hình để suy ra, cho khối hệ số hiện thời của khối video, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi. Bộ lập mã video có thể biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối hệ số hiện thời để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ giải mã video 300 có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.4 được đề xuất với mục đích để giải thích và không hạn chế trên các kỹ thuật như được minh họa và mô tả rộng rãi trong sáng chế. Với mục đích giải thích, sáng chế mô tả bộ giải mã video 300 được mô tả theo các kỹ thuật JEM, VVC và HEVC. Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện bởi các thiết bị lập mã video mà được tạo cấu hình theo các tiêu chuẩn lập mã video khác.

Theo ví dụ trên Fig.4, bộ giải mã video 300 bao gồm bộ đệm hình ảnh được lập mã (coded picture buffer - CPB) 320, khối giải mã entropy 302, khối xử lý dự đoán 304, khối lượng tử hóa ngược 306, khối xử lý biến đổi ngược 308, khối tái tạo 310, khối lọc 312 và bộ đệm hình ảnh được giải mã (decoded picture buffer - DPB) 314. Bất kỳ hoặc tất cả bộ đệm CPB 320, khối giải mã entropy 302, khối xử lý dự đoán 304, khối lượng tử hóa ngược 306, khối xử lý biến đổi ngược 308, khối tái tạo 310, khối lọc 312, và bộ đệm DPB 314 có thể được thực thi trong một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc trong hệ mạch xử lý. Hơn nữa, bộ giải mã video 300 có thể bao gồm bộ xử lý hoặc hệ mạch xử lý bổ sung hoặc thay thế để thực hiện các chức năng này và các chức năng khác.

Khối xử lý dự đoán 304 bao gồm khối bù chuyển động 316 và khối dự đoán nội ảnh 318. Khối xử lý dự đoán 304 có thể bao gồm các khối bổ sung để thực hiện dự đoán theo các chế độ dự đoán khác. Ví dụ, khối xử lý dự đoán 304 có thể bao gồm khối bảng màu, khối sao chép nội khối (có thể tạo thành một phần của khối bù chuyển động 318), khối afin, khối mô hình tuyến tính (linear model - LM), hoặc tương tự. Theo các ví dụ

khác, bộ giải mã video 300 có thể bao gồm nhiều thành phần chức năng hơn, ít thành phần chức năng hơn hoặc thành phần chức năng khác nhau.

Bộ nhớ CPB 320 có thể lưu trữ dữ liệu video, ví dụ như luồng bit video được mã hóa, cần được giải mã bởi các thành phần của bộ giải mã video 300. Dữ liệu video được lưu trữ trong bộ nhớ CPB 320 có thể thu được, ví dụ, từ phương tiện đọc được bằng máy tính 110 (Fig.1). Bộ nhớ CPB 320 có thể bao gồm bộ đệm CPB lưu trữ dữ liệu video được mã hóa (ví dụ, các phần tử cú pháp) từ luồng bit video được mã hóa. Ngoài ra, bộ nhớ CPB 320 có thể lưu trữ dữ liệu video ngoài các phần tử cú pháp của hình ảnh được lập mã, chẳng hạn như dữ liệu tạm thời thể hiện các đầu ra từ các khối khác nhau của bộ giải mã video 300. Bộ đệm DPB 314 thường lưu trữ các hình ảnh đã giải mã mà bộ giải mã video 300 có thể xuất ra và/hoặc sử dụng làm dữ liệu video tham chiếu khi giải mã dữ liệu hoặc các hình ảnh tiếp theo của luồng bit video được mã hóa. Bộ nhớ CPB 320 và DPB 314 có thể được tạo ra bởi thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (DRAM), bao gồm DRAM đồng bộ (synchronous DRAM - SDRAM), RAM từ điện trở (magnetoresistive RAM - MRAM), RAM điện trở (resistive RAM - RRAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ CPB 320 và DPB 314 có thể được cung cấp bởi cùng một thiết bị bộ nhớ hoặc các thiết bị bộ nhớ riêng biệt. Theo các ví dụ khác nhau, bộ nhớ CPB 320 có thể nằm trên chip cùng các bộ phận khác của bộ giải mã dữ liệu video 300, hoặc không nằm trên chip so với các bộ phận đó.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, trong một số ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 300 có thể truy xuất dữ liệu video lập mã từ bộ nhớ 120 (Fig.1). Tức là, bộ nhớ 120 có thể lưu trữ dữ liệu như mô tả ở trên vào bộ nhớ CPB 320. Tương tự, bộ nhớ 120 có thể lưu trữ các lệnh cần được thực thi bởi bộ giải mã video 300, khi một số hoặc tất cả các chức năng của bộ giải mã video 300 được thực hiện trong phần mềm được thực hiện bằng hệ mạch xử lý của bộ giải mã video 300.

Các khối khác nhau được thể hiện trên Fig.4 được minh họa để hỗ trợ hiểu các hoạt động được thực hiện bởi bộ giải mã video 300. Các khối có thể được thực hiện dưới dạng các mạch chức năng cố định, các mạch lập trình được, hoặc kết hợp của chúng. Tương tự với Fig.3, các mạch chức năng cố định là các mạch có chức năng cụ thể, và được cài đặt trước trong các hoạt động mà có thể được thực hiện. Các mạch lập trình được là các mạch mà có thể được lập trình để thực hiện một số nhiệm vụ, và cung cấp

chức năng linh hoạt trong các hoạt động mà có thể được thực hiện. Ví dụ, các mạch lập trình được có thể thực thi phần mềm hoặc firmware khiến cho các mạch lập trình được hoạt động theo cách thức được xác định bởi các lệnh của phần mềm hoặc firmware. Các mạch chức năng cố định có thể thực thi các lệnh phần mềm (ví dụ, để thu các thông số hoặc xuất ra các thông số), nhưng các loại hoạt động mà các mạch chức năng cố định thực hiện nói chung là không thể thay đổi. Theo một số ví dụ, một hoặc nhiều trong số các đơn vị có thể là các khối mạch khác nhau (chức năng cố định hoặc có thể lập trình được), và trong một số ví dụ, một hoặc nhiều đơn vị có thể là các mạch được tích hợp

Bộ giải mã video 300 có thể bao gồm các ALU, EFU, mạch kỹ thuật số, mạch tương tự và/hoặc các lõi lập trình được tạo ra từ mạch có thể lập trình. Theo các ví dụ mà các hoạt động của bộ giải mã video 300 được thực hiện bởi phần mềm thực thi trên các mạch lập trình được, bộ nhớ trên chip hoặc ngoài chip có thể lưu trữ các lệnh (ví dụ, mã đối tượng) của phần mềm mà bộ giải mã video 300 nhận và thực thi.

Khối giải mã entropy 302 có thể nhận dữ liệu video được mã hóa từ bộ đệm CPB và giải mã entropy dữ liệu video để tái tạo các phần tử cú pháp. Khối xử lý dự đoán 304, khối lượng tử hóa ngược 306, khối xử lý biến đổi ngược 308, khối tái tạo 310, và khối lọc 312 có thể tạo ra dữ liệu video đã giải mã dựa vào các phần tử cú pháp trích ra từ luồng bit.

Nói chung, bộ giải mã video 300 tái tạo hình ảnh dựa vào từng khối. Bộ giải mã dữ liệu video 300 có thể thực hiện hoạt động tái tạo trên từng khối riêng (trong đó khối hiện đang được tái tạo, tức là đã giải mã, có thể được gọi là “khối hiện thời”).

Khối giải mã entropy 302 có thể giải mã entropy các phần tử cú pháp xác định hệ số biến đổi được lượng tử hóa của khối hệ số biến đổi được lượng tử hóa, cũng như thông tin biến đổi, như thông số lượng tử hóa (quantization parameter - QP) và/hoặc (các) chỉ báo chế độ biến đổi chẳng hạn. Khối lượng tử hóa ngược 306 có thể sử dụng QP liên quan đến khối hệ số biến đổi được lượng tử hóa để xác định mức lượng tử hóa và, tương tự, mức lượng tử hóa ngược cho khối lượng tử hóa ngược 306 để áp dụng. Ví dụ, khối lượng tử hóa ngược 306 có thể thực hiện phép toán dịch trái theo bit để lượng tử hóa ngược các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Nhờ đó, khối lượng tử hóa ngược 306 có thể tạo ra khối hệ số biến đổi bao gồm các hệ số biến đổi.

Sau khi khối lượng tử hóa ngược 306 tạo ra khối hệ số biến đổi, khối xử lý biến đổi ngược 308 có thể áp dụng một hoặc nhiều biến đổi ngược cho khối hệ số biến đổi để tạo ra khối dư liên quan đến khối hiện thời. Ví dụ, khối xử lý biến đổi ngược 308 có thể áp dụng phép DCT ngược, biến đổi số nguyên ngược, biến đổi Karhunen-Loeve (Karhunen-Loeve transform - KLT) ngược, biến đổi quay ngược, biến đổi hướng ngược hoặc một biến đổi ngược khác cho khối hệ số. Như mô tả ở đây, khối xử lý biến đổi 206 có thể áp dụng có chọn lọc các biến đổi khác nhau cho các khối hệ số khác nhau (chẳng hạn, các khối hệ số biến đổi).

Hơn nữa, khối xử lý dự đoán 304 tạo ra khối dự đoán theo các phần tử cú pháp thông tin dự đoán đã được giải mã entropy bởi khối giải mã entropy 302. Ví dụ, nếu các phần tử cú pháp thông tin dự đoán biểu thị rằng khối hiện thời được dự đoán liên ảnh, thì khối bù chuyển động 316 có thể tạo ra khối dự đoán. Trong trường hợp này, các phần tử cú pháp thông tin dự đoán có thể biểu thị hình tham chiếu trong bộ đệm DPB 314 từ đó truy xuất khối tham chiếu, cũng như vectơ chuyển động xác định vị trí của khối tham chiếu trong hình ảnh tham chiếu so với vị trí của khối hiện thời trong hình ảnh hiện thời. Khối bù chuyển động 316 có thể thường thực hiện quy trình dự đoán liên ảnh theo cách thức về cơ bản tương tự như quy trình được mô tả liên quan đến khối bù chuyển động 224 (Fig.3).

Theo một ví dụ khác, nếu các phần tử cú pháp thông tin dự đoán biểu thị rằng khối hiện thời được dự đoán nội ảnh, thì khối dự đoán nội ảnh 318 có thể tạo ra khối dự đoán theo chế độ dự đoán nội ảnh được biểu thị bởi các phần tử cú pháp thông tin dự đoán. Mặt khác, khối dự đoán nội ảnh 318 có thể thường thực hiện quy trình dự đoán nội ảnh theo cách thức về cơ bản tương tự như quy trình được mô tả liên quan đến khối dự đoán nội ảnh 226 (Fig.3). Đơn vị dự đoán nội ảnh 318 có thể truy xuất dữ liệu của các mẫu lân cận với khối hiện thời từ bộ đệm DPB 314.

Khối tái tạo 310 có thể tái tạo khối hiện thời bằng cách sử dụng khối dự đoán và khối dư. Ví dụ, khối tái tạo 310 có thể thêm các mẫu của khối dư vào các mẫu tương ứng của khối dự đoán để tái tạo khối hiện thời.

Khối lọc 312 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động lọc trên các khối tái tạo. Ví dụ, khối lọc 312 có thể thực hiện các hoạt động tách khối để giảm các xảo ảnh dạng

khối dọc theo các cạnh của khối tái tạo. Các hoạt động của khối lọc 312 không cần thiết được thực hiện trong tất cả các ví dụ.

Bộ giải mã video 300 có thể lưu trữ các khối tái tạo vào bộ đệm DPB 314. Như đã mô tả ở trên, bộ đệm DPB 314 có thể cung cấp thông tin tham chiếu, chẳng hạn như các mẫu của hình ảnh hiện thời để dự đoán nội ảnh và các hình ảnh giải mã trước đó để bù chuyển động tiếp theo, cho khối xử lý dự đoán 304. Hơn nữa, bộ giải mã video 300 có thể xuất ra hình ảnh được giải mã từ bộ đệm DPB để trình diễn sau trên thiết bị hiển thị, chẳng hạn như thiết bị hiển thị 118 trên Fig. 1.

Theo cách này, bộ giải mã video 300 biểu diễn ví dụ về thiết bị giải mã video bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video và một hoặc nhiều khối xử lý được triển khai trong hệ mạch và được tạo cấu hình để suy ra, cho khối hệ số hiện thời của khối video, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi. Bộ lập mã video có thể biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời (ví dụ, khối hệ số) để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa video lai có lựa chọn biến đổi thích ứng. Bộ mã hóa video 200 trên Fig.5 có thể được xem là để minh họa hệ thống mã hóa video tương tự như bộ mã hóa video 200 trên Fig.1 và Fig.3. Ví dụ, dự đoán khối 202', biến đổi khối 206', lượng tử hóa 208', lượng tử hóa ngược 210', biến đổi ngược 212', bộ đệm khung 218', và lập mã Entropy 220' của bộ mã hóa video 200' có thể được xem là để thực hiện các hoạt động tương tự cho khối lựa chọn chế độ 202, khối xử lý biến đổi 206, khối lượng tử hóa 208, khối lượng tử hóa ngược 210, khối xử lý biến đổi ngược 212, bộ đệm hình ảnh được giải mã 218, và khối mã hóa entropy 220 của bộ mã hóa video 200 trên Fig.3. Như được thể hiện trên Fig.5, bộ mã hóa video 200' có thể bao gồm ngân hàng biến đổi 207', có thể được tạo cấu hình để hoạt động cùng với biến đổi khối 206' để biến đổi dữ liệu dư. Ví dụ, ngân hàng biến đổi 207' và biến đổi khối 206' có thể lựa chọn chung và thực hiện các loại biến đổi khác nhau (ví dụ, DCT hoặc DST khác nhau) cho mỗi khối dư dự đoán. Như mô tả ở trên, trong một số ví dụ, ngân hàng biến đổi 207' và biến đổi khối 206' có thể báo hiệu việc chọn biến đổi thông tin bên. Ví dụ, biến đổi khối 206' có thể khiến cho lập mã entropy 220' mã hóa phần tử cú pháp để biểu thị một cách rõ ràng biến đổi được sử dụng (tức là t).

Theo một số ví dụ, ngân hàng biến đổi 207' và biến đổi khối 206' có thể tính toán các loại biến đổi khối theo cách phân tách được. Ví dụ, để giảm độ phức tạp tính toán, ngân hàng biến đổi 207' và biến đổi khối 206' có thể biến đổi các đường ngang và dọc một cách độc lập như thể hiện trên Fig.6. Nói cách khác, các mẫu dọc theo các mũi tên ngang và dọc trên Fig.6 có thể được biến đổi độc lập.

Theo các chuẩn lập mã video trước HEVC, chỉ biến đổi có thể tách được cố định được sử dụng trong đó DCT-2 được sử dụng cho cả chiều dọc và chiều ngang. Trong HEVC, ngoài DCT-2 thì DST-7 cũng được dùng cho các khối 4x4 dưới dạng biến đổi có thể tách được cố định. US-2016-0219290-A1 và US-2018-0020218-A1 mô tả các dạng mở rộng thích ứng của các loại biến đổi cố định, và một ví dụ về AMT trong US-2016-0219290-A1 đã được áp dụng trong Mô hình thử nghiệm chung (Joint Experimental Model - JEM) của Nhóm chuyên gia video chung (Joint Video Experts Team - JVET), Nhóm chuyên gia video chung (Joint Video Experts Team - JVET) của ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, phần mềm JEM, https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HMJEMSoftware/tags/HM-16.6-JEM-7.0.

Theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế, bộ lập mã video (ví dụ, bộ mã hóa video và/hoặc bộ giải mã video) có thể thực hiện lựa chọn biến đổi ngầm. Ví dụ, bộ lập mã video có thể áp dụng một hoặc nhiều bộ quy tắc để lựa chọn ngầm biến đổi để biến đổi dữ liệu dư cho một khối. Bằng cách này, bộ lập mã video có thể cải thiện hiệu quả lập mã. Đặc biệt, các kỹ thuật của sáng chế cho phép bộ giải mã video thu được những lợi ích của việc sử dụng lựa chọn biến đổi thích ứng mà không cần phí tổn của việc báo hiệu thực tế loại biến đổi được chọn.

Trong dự thảo VVC 4, có hai biến đổi ngầm phái sinh tương đối phức tạp và không tạo ra hiệu suất lập mã tốt. Sáng chế đề xuất các dạng phái sinh thay thế đơn giản hơn mà có thể tạo ra hiệu suất/hiệu quả nén/lập mã tương tự hoặc thậm chí tốt hơn.

Các kỹ thuật liên quan trong Dự thảo VVC 4 và phần mềm tham chiếu VTM-4.0) được mô tả dưới đây.

Theo dự thảo VVC 4/VTM-4.0, phép lựa chọn đa biến đổi (MTS) sử dụng cờ mức cao để xác định xem loại biến đổi được (i) báo hiệu rõ ràng để lựa chọn trong số nhiều ứng viên, hay (ii) được suy ra ngầm dựa vào hình dạng khối. Trong trường hợp sau, các dạng kết hợp của DST-7 và DCT-2 dưới dạng các biến đổi ngang hoặc dọc lên đến kích

thước 16. Cụ thể, các điều kiện phụ thuộc vào hình dạng khối sau đây xác định MTS nằm trong VTM-4.0:

Nếu chiều rộng và chiều cao của khối bằng nhau và cả hai đều nhỏ hơn hoặc bằng 16, thì DST-7 được sử dụng theo cả chiều ngang và chiều dọc.

Nếu chiều rộng của khối nhỏ hơn chiều cao của nó và nhỏ hơn hoặc bằng 16, thì DST-7 được sử dụng theo chiều ngang và DCT-2 được sử dụng theo chiều dọc.

Nếu chiều cao của khối nhỏ hơn chiều rộng của nó và nhỏ hơn hoặc bằng 16, thì DST-7 được sử dụng theo chiều dọc và DCT-2 được sử dụng theo chiều ngang.

Nếu không, DCT-2 được sử dụng theo cả hai chiều.

Theo dự thảo VVC 4/VTM-4.0, khi kỹ thuật phân chia trong khối con (ISP) được sử dụng để lập mã các khối độ chói, phép lựa chọn biến đổi phụ thuộc vào chế độ được thực hiện, trong đó các biến đổi ngang và dọc (trTypeHor và trTypeVer) được suy ra dựa vào bảng sau trong Dự thảo VVC 4.

Bảng-Mô tả của trTypeHor và trTypeVer phụ thuộc vào predModeIntra

predModeIntra	trTypeHo r	trTypeVe r
INTRA_PLANAR, INTRA_ANGULAR31, INTRA_ANGULAR32, INTRA_ANGULAR34, INTRA_ANGULAR36, INTRA_ANGULAR37	$(nTbW \geq 4 \ \&\& \ nTbW \leq 16) ?$ 1 : 0	$(nTbH \geq 4 \ \&\& \ nTbH \leq 16) ?$ 1 : 0
INTRA_ANGULAR33, INTRA_ANGULAR35	0	0
INTRA_ANGULAR2, INTRA_ANGULAR4,...,INTRA_ANGULAR28, INTRA_ANGULAR30,	$(nTbW \geq 4 \ \&\& \ nTbW \leq 16) ?$	0

INTRA_ANGULAR39, INTRA_ANGULAR41,...,INTRA_ANGULAR63, INTRA_ANGULAR65	1 : 0	
INTRA_ANGULAR3, INTRA_ANGULAR5,..., INTRA_ANGULAR27, INTRA_ANGULAR29, INTRA_ANGULAR38, INTRA_ANGULAR40,...,INTRA_ANGULAR64, INTRA_ANGULAR66	0	(nTbH >= 4 && nTbH <= 16) ? 1 : 0

Như mô tả ở trên và theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế, bộ lập mã video có thể áp dụng một hoặc nhiều bộ quy tắc để ngầm suy ra sự lựa chọn biến đổi dựa vào thông tin bên có sẵn.

Theo ví dụ thứ nhất, bộ lập mã video có thể xác định rằng khối lập mã/khối biến đổi (coding unit/transform unit - CU/TU) được lập mã bằng cách chỉ sử dụng DST-7 trong một số điều kiện nhất định. Ví dụ, nếu kích thước biến đổi 1-D tối đa được phép là N trong codec, thì bộ lập mã video có thể xác định rằng DST-7 có thể được sử dụng cho tất cả các kích thước có thể có. Ví dụ, đối với khối NxM nhất định (như thể hiện trên Fig.7, mỗi trong N hàng của nó có M mẫu, và mỗi trong M cột của nó có N mẫu), bộ lập mã video có thể xác định rằng DST-7 N điểm có thể được sử dụng theo chiều dọc và DST-7 M điểm có thể được sử dụng theo chiều ngang.

Theo ví dụ thứ hai, đối với tập hợp các kích thước đã chọn, bộ lập mã video có thể xác định rằng có thể sử dụng các tổ hợp khác nhau của DST-7 và DCT-2. Ví dụ, bộ lập mã video có thể xác định rằng DST-7 có thể được áp dụng cho hàng hoặc cột bất kỳ có ít hơn hoặc bằng K mẫu, còn DCT-2 có thể được sử dụng để biến đổi hàng hoặc cột bất kỳ có số lượng mẫu lớn hơn K. Chẳng hạn, trong ví dụ trên Fig.7, nếu N nhỏ hơn K và M lớn hơn K, thì bộ lập mã video có thể xác định để sử dụng DST-7 N điểm theo chiều dọc và DCT-2 M điểm theo chiều ngang. Cũng trong ví dụ trên Fig.7, nếu cả N và M đều nhỏ hơn K, thì bộ lập mã video có thể xác định để sử dụng DST-7 theo cả chiều ngang và chiều dọc.

Theo ví dụ thứ ba, nếu CU/TU được phân chia, thì bộ giải mã video có thể xác định rằng tất cả các phân chia có thể sử dụng cùng một sơ đồ lựa chọn biến đổi ngẫu nhiên. Theo một số ví dụ, bộ lập mã video có thể sử dụng DST-7 cho tất cả các khối phụ được phân chia (TU phụ hoặc CU phụ). Theo một số ví dụ, bộ lập mã video có thể sử dụng tổ hợp DST-7 và DCT-2 tùy thuộc vào kích thước khối sau khi phân chia. Theo một số ví dụ, đối với các khối lập mã sử dụng kỹ thuật ISP trong VVC (VTM-4.0), bộ lập mã video có thể sử dụng tổ hợp DST-7 và DCT-2 tùy thuộc vào kích thước của khối như đã bàn luận ở trên trong ví dụ thứ hai. Ví dụ, đối với hàng hoặc cột bất kỳ có ít hơn hoặc bằng 16 mẫu, bộ lập mã video có thể sử dụng DST-7. Nếu không, bộ lập mã video có thể sử dụng DCT-2 để biến đổi hàng hoặc cột bất kỳ có số lượng mẫu lớn hơn 16. Theo một số ví dụ, vì ISP có thể có các hàng/cột có hai mẫu, bộ lập mã video có thể sử dụng DST-7 2 điểm. Theo các chuẩn trước đây, DST-7 2 điểm chưa được sử dụng. Do đó, bộ lập mã video có thể sử dụng các mục nhập sửa đổi của ma trận DST-7 2 điểm như sau:

$$\{ 48, 77 \}$$

$$\{ 77, -48 \}$$

Theo ví dụ thứ tư, bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi dựa vào các chế độ dự đoán nội ảnh (các chế độ được minh họa trên Fig.8). Đối với các chế độ phẳng và DC, bộ lập mã video có thể sử dụng DST-7 theo cả chiều ngang và dọc. Đối với chế độ góc chéo trong (chỉ số chế độ 34 trên Fig.8), bộ lập mã video có thể sử dụng DST-7 theo cả chiều ngang và chiều dọc. Đối với các chế độ góc, được lập chỉ mục từ 2 đến 66, bộ lập mã video có thể áp dụng các tổ hợp khác nhau của DST/DCT cho dãy chế độ nhất định, như khoảng cách định trước của các chỉ số chế độ giữa các chỉ số chế độ [2, 3,..., 65, 66].

- 1) Dãy khoảng cách bao gồm tất cả các chế độ góc [2,3,..., 66] có thể được xác định như sau cho một số nguyên T nhất định trong khoảng từ 2 đến 30:

- a. $R_1 = [2, \dots, (33 - T)]$

- b. $R_2 = [(34 - T), \dots, (34 + T)]$

- c. $R_3 = [(35 + T), \dots, 66]$

- 2) DST-7 có thể được áp dụng theo cả chiều ngang và chiều dọc cho các

chế độ góc trong dãy R_2 .

- 3) DST-7 có thể được áp dụng theo chiều ngang và DCT-2 theo chiều dọc cho các chế độ góc trong dãy R_1 .
- 4) DCT-2 có thể được áp dụng theo chiều ngang và DST-7 theo chiều dọc cho các chế độ góc trong dãy R_3 .

Theo ví dụ thứ năm, ngoài DST-7 và DCT-2, bộ lập mã video có thể áp dụng các tổ hợp của các loại DCT/DST khác nhau (ví dụ, DST-4 và DCT-8) và biến đổi đồng nhất 1-D.

Theo ví dụ thứ sáu, bộ lập mã video chỉ có thể áp dụng một hoặc nhiều tổ hợp của các ví dụ ở trên đối với CU/TU được dự đoán nội ảnh.

Theo ví dụ thứ bảy, bộ lập mã video chỉ có thể áp dụng một hoặc nhiều tổ hợp của các ví dụ trên đối với các CU/TU được dự đoán liên ảnh.

Theo ví dụ thứ tám, bộ lập mã video chỉ có thể áp dụng một hoặc nhiều tổ hợp của các ví dụ trên được sử dụng cho cả CU/TU được dự đoán nội ảnh và liên ảnh.

Theo ví dụ thứ chín, bộ lập mã video có thể áp dụng một hoặc nhiều tổ hợp của các ví dụ trên được sử dụng cho các kênh độ chói hoặc sắc độ hoặc cả kênh độ chói và kênh sắc độ.

Fig.9 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp mã hóa khối hiện thời. Khối hiện thời có thể bao gồm CU hiện thời. Mặc dù được mô tả liên quan đến bộ mã hóa video 200 (Fig.1 và Fig.3), cần hiểu rằng các thiết bị khác có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp giống với phương pháp trên Fig.9. Chẳng hạn, bộ mã hóa video 200' trên Fig.5 có thể thực hiện phương pháp tương tự như phương pháp trên Fig.9.

Theo ví dụ này, bộ mã hóa video 200 dự đoán ban đầu khối hiện thời (350). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể hình thành khối dự đoán cho khối hiện thời. Sau đó, bộ mã hóa video 200 có thể tính toán khối dư cho khối hiện thời (352). Để tính toán khối dư, bộ mã hóa video 200 có thể tính toán sự chênh lệch giữa khối gốc, khối chưa lập mã và khối dự đoán cho khối hiện thời. Sau đó, bộ mã hóa video 200 có thể biến đổi và lượng tử hóa các hệ số của khối dư (354). Như mô tả ở trên, bộ mã hóa video 200 có thể ngầm suy ra loại biến đổi để sử dụng khi biến đổi các hệ số của khối dư. Ví dụ, bộ mã hóa video 200

có thể suy ra loại biến đổi bằng cách sử dụng kỹ thuật được mô tả dưới đây dựa vào Fig.11.

Tiếp theo, bộ mã hóa video 200 có thể quét các hệ số biến đổi được lượng tử hóa của khối dư (356). Trong khi quét, hoặc sau khi quét, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa entropy các hệ số (358). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa các hệ số bằng cách sử dụng CAVLC hoặc CABAC. Sau đó, bộ mã hóa video 200 có thể xuất ra dữ liệu được lập mã entropy cho khối (360).

Fig.10 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp giải mã khối dữ liệu video hiện thời. Khối hiện thời có thể bao gồm CU hiện thời. Mặc dù được mô tả liên quan đến bộ giải mã video 300 (Fig.1 và Fig.4), nhưng cần hiểu rằng các thiết bị khác có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp giống với phương pháp trên Fig.10.

Bộ giải mã video 300 có thể nhận dữ liệu được lập mã entropy cho khối hiện thời, như thông tin dự đoán được lập mã entropy và dữ liệu được lập mã entropy cho các hệ số của khối dư tương ứng với khối hiện thời (370). Bộ giải mã video 300 có thể giải mã entropy dữ liệu được lập mã entropy để xác định thông tin dự đoán cho khối hiện thời và tái tạo các hệ số của khối dư (372). Bộ giải mã video 300 có thể dự đoán khối hiện thời (374), ví dụ, bằng cách sử dụng chế độ dự đoán nội ảnh hoặc liên ảnh như được chỉ báo bởi thông tin dự đoán cho khối hiện thời, để tính toán khối dự đoán cho khối hiện thời. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể quét ngược các hệ số được tái tạo (376), để tạo ra khối hệ số biến đổi đã lượng tử hóa. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược các hệ số để tạo ra khối dư (378). Như mô tả ở trên, bộ giải mã video 300 có thể ngầm suy ra loại biến đổi để sử dụng khi biến đổi các hệ số của khối dư. Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể suy ra loại biến đổi bằng cách sử dụng kỹ thuật được mô tả dưới đây dựa vào Fig.11. Cuối cùng, bộ giải mã video 300 có thể giải mã khối hiện thời bằng cách kết hợp khối dự đoán và khối dư (380).

Fig.11 là lưu đồ minh họa một ví dụ về phương pháp suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi của khối video, theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế. Các kỹ thuật trên Fig.11 có thể được thực hiện bởi bộ lập mã video (ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300).

Bộ lập mã video có thể thu được khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời (1102). Khối biến đổi có thể là ma trận các hệ số biến đổi được xây dựng dựa vào một

hoặc nhiều phần tử cú pháp được giải mã từ luồng bit video (ví dụ, các phần tử cú pháp bao gồm trong bảng cú pháp lập mã dư của Dự thảo VVC 4. Khối video hiện thời có thể là khối lập mã (CU).

Bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời. Nhiều loại biến đổi có thể bao gồm một hoặc nhiều loại biến đổi cosin rời rạc (DCT) và một hoặc nhiều loại biến đổi sin rời rạc (DST).

Như mô tả ở trên, bộ lập mã video có thể suy ra loại biến đổi dựa vào một hoặc nhiều yếu tố, chẳng hạn như liệu khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP không và/hoặc dựa vào kích thước của khối biến đổi hay không. Như thể hiện trên Fig.11, bộ lập mã video có thể xác định rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP (1104). Bộ lập mã video có thể xác định rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP dựa vào các giá trị của một hoặc nhiều phần tử cú pháp (ví dụ, `sps_isp_enabled_flag`, `intra_subpartitions_mode_flag` và/hoặc `intra_subpartitions_split_flag`). Ví dụ, dựa vào phần tử cú pháp `intra_subpartitions_split_flag`, bộ lập mã video có thể xác định xem khối video hiện thời không được phân chia (ví dụ, không chia), được phân chia theo chiều ngang hay được phân chia theo chiều dọc.

Đáp lại việc xác định rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP (1104), bộ lập mã video có thể xác định kích thước của khối biến đổi hiện thời (1106). Ví dụ, bộ lập mã video có thể xác định chiều rộng và/hoặc chiều cao của khối biến đổi. Theo một số ví dụ, bộ lập mã video có thể xác định riêng kích thước khối biến đổi cho từng phần con. Theo các ví dụ khác, bộ lập mã video có thể xác định kích thước khối biến đổi cho một phần và sử dụng kích thước được xác định cho từng phần của khối lập mã.

Bộ lập mã video có thể xác định xem kích thước của khối biến đổi hiện thời có đáp ứng ngưỡng kích thước hay không. Ví dụ, như thể hiện trên Fig.11, bộ lập mã video có thể xác định xem kích thước của khối biến đổi hiện thời có lớn hơn giới hạn dưới và nhỏ hơn giới hạn trên hay không (chẳng hạn, cả hai ($\text{kích thước} > \text{giới hạn dưới}$) và ($\text{kích thước} < \text{giới hạn trên}$) đều đúng) (1108). Như mô tả ở trên, trong một số ví dụ, giới hạn dưới có thể là 4 mẫu và giới hạn trên có thể là 16 mẫu).

Đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, bộ lập mã video có thể chọn DST cụ thể trong số một hoặc nhiều DST làm loại biến đổi được chọn. Ví dụ, như thể hiện trên Fig.11, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, bộ lập mã video có thể chọn DST-7 làm loại biến đổi được suy ra cho khối biến đổi hiện thời (nhánh “Có” 1108, 1110). Theo cách khác, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời không đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, bộ lập mã video có thể lựa chọn DCT-2 làm loại biến đổi được suy ra cho khối biến đổi hiện thời (nhánh “Không” 1108, 1112).

Bộ lập mã video có thể biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video (1114). Ví dụ, trong đó loại biến đổi được chọn là DST-7, bộ lập mã video (ví dụ, khối xử lý biến đổi ngược 212/212' của bộ mã hóa video 200/200' và/hoặc khối xử lý biến đổi ngược 308 của bộ giải mã video 300) có thể biến đổi hệ số của khối biến đổi thành dữ liệu dư được tái tạo bằng cách áp dụng biến đổi DST-7 ngược.

Bộ lập mã video có thể tái tạo khối video (1116) dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video. Ví dụ, bộ mã hóa video có thể thêm dữ liệu dư vào khối các mẫu dự đoán nội ảnh cho khối hiện thời. Trong đó khối video được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, bộ mã hóa video có thể thêm khối dữ liệu dư đã tái tạo tương ứng vào khối tương ứng gồm các mẫu dự đoán nội ảnh cho từng phần con tương ứng của khối video hiện thời.

Các ví dụ được đánh số sau đây có thể minh họa một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế:

Ví dụ 1. Phương pháp lập mã dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước: suy ra, cho khối hệ số hiện thời của khối video, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi; biến đổi, bằng cách sử dụng các loại biến đổi được chọn, khối hệ số hiện thời để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video.

Ví dụ 2. Phương pháp theo ví dụ 1, trong đó nhiều loại biến đổi bao gồm một hoặc nhiều biến đổi cosin rời rạc (DCT) và/hoặc một hoặc nhiều biến đổi sin rời rạc (DST).

Ví dụ 3. Phương pháp theo ví dụ 2, trong đó một hoặc nhiều DCT bao gồm một hoặc nhiều DCT-1, DCT-2, DCT-3, DCT-4, DCT-5, DCT-6, DCT-7 và DCT-8.

Ví dụ 4. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ 2 và ví dụ 3, trong đó một hoặc nhiều DST bao gồm một hoặc nhiều trong số DST-1, DST-2, DST-3, DST-4, DST-5, DST-6, DST-7 và DST-8.

Ví dụ 5. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1 đến 4, trong đó bước suy ra loại biến đổi bao gồm bước suy ra loại biến đổi dựa vào kích thước của khối hệ số hiện thời.

Ví dụ 6. Phương pháp theo ví dụ 5, trong đó bước suy ra loại biến đổi dựa vào kích thước của khối hệ số hiện thời bao gồm bước lựa chọn loại biến đổi DST-7 trong đó kích thước biến đổi 1-D tối đa cho phép là N.

Ví dụ 7. Phương pháp theo ví dụ 6, trong đó số khối hệ số hiện thời có kích thước $N \times M$, và trong đó bước lựa chọn loại biến đổi DST-7 bao gồm bước chọn biến đổi DST-7 N điểm để sử dụng theo chiều dọc và chọn biến đổi DST-7 M điểm để sử dụng theo chiều ngang.

Ví dụ 8. Phương pháp theo tổ hợp bất kỳ trong số các ví dụ từ 1 đến 7, trong đó bước suy ra loại biến đổi bao gồm bước lựa chọn các tổ hợp khác nhau của biến đổi DST-7 và biến đổi DCT-2.

Ví dụ 9. Phương pháp theo ví dụ 8, trong đó bước lựa chọn tổ các hợp khác nhau của biến đổi DST-7 và biến đổi DCT-2 bao gồm bước: lựa chọn biến đổi DST-7 cho hàng hoặc cột bất kỳ có ít hơn hoặc bằng K mẫu; và lựa chọn biến đổi DCT-2 cho hàng hoặc cột bất kỳ có nhiều hơn K mẫu.

Ví dụ 10. Phương pháp theo tổ hợp bất kỳ trong số các ví dụ từ 1 đến 9, phương pháp này còn bao gồm bước: đáp lại việc xác định rằng khối video được phân chia thành nhiều phần chia, lựa chọn các loại biến đổi tương ứng cho các khối hệ số của mỗi trong số nhiều phần chia bằng cách sử dụng bộ quy tắc chung.

Ví dụ 11. Phương pháp theo ví dụ 10, trong đó bước lựa chọn các loại biến đổi tương ứng cho mỗi trong số nhiều phần bao gồm bước lựa chọn DST-7 cho các khối hệ số của tất cả trong số nhiều phần.

Ví dụ 12. Phương pháp theo ví dụ 10, trong đó bước lựa chọn các loại biến đổi tương ứng cho mỗi trong số nhiều phần bao gồm bước lựa chọn các tổ hợp khác nhau của biến đổi DST-7 và biến đổi DCT-2 dựa vào kích thước của các phần.

Ví dụ 13. Phương pháp theo ví dụ 12, trong đó bước lựa chọn các tổ hợp khác nhau của biến đổi DST-7 và biến đổi DCT-2 dựa vào kích thước của các phần bao gồm bước: lựa chọn biến đổi DST-7 cho hàng hoặc cột bất kỳ có số lượng mẫu nhỏ hơn hoặc bằng số lượng mẫu ngưỡng; và lựa chọn biến đổi DCT-2 cho hàng hoặc cột bất kỳ có số lượng mẫu lớn hơn số lượng mẫu ngưỡng.

Ví dụ 14. Phương pháp theo ví dụ 13, trong đó ngưỡng là 16.

Ví dụ 15. Phương pháp theo tổ hợp bất kỳ trong số các ví dụ từ 10 đến 14, trong đó bước phân chia khối video thành nhiều phần bao gồm bước chia các khối video bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia trong khối con (ISP).

Ví dụ 16. Phương pháp theo ví dụ 15, trong đó bước biến đổi sử dụng biến đổi DST-7 bao gồm bước biến đổi khối hệ số hiện thời sử dụng ma trận DST-7 2 điểm sau:

$$\begin{Bmatrix} 48, 77 \\ 77, -48 \end{Bmatrix}.$$

Ví dụ 17. Phương pháp theo tổ hợp bất kỳ trong số các ví dụ từ 1 đến 16, phương pháp này còn bao gồm bước: xác định chế độ dự đoán nội ảnh được sử dụng để dự đoán khối video, trong đó bước suy ra loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời của khối video bao gồm bước suy ra loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời của khối video dựa vào chế độ dự đoán nội ảnh.

Ví dụ 18. Phương pháp theo ví dụ 17, trong đó bước suy ra loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời của khối video dựa vào chế độ dự đoán nội ảnh bao gồm bước: đáp lại việc xác định rằng chế độ dự đoán nội ảnh là chế độ phẳng hay chế độ DC, lựa chọn biến đổi DST-7 cho khối hệ số hiện thời theo cả chiều ngang và dọc.

Ví dụ 19. Phương pháp theo bất kỳ trong số các ví dụ 17 hoặc 18, trong đó bước suy ra loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời của khối video dựa vào chế độ dự đoán

nội ảnh bao gồm bước: đáp lại việc xác định rằng chế độ dự đoán nội ảnh là chế độ góc chéo, lựa chọn biến đổi DST-7 cho khối hệ số hiện thời theo cả chiều ngang và dọc.

Ví dụ 20. Phương pháp theo ví dụ 19, trong đó chế độ góc chéo là chỉ số chế độ 34.

Ví dụ 21. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 17 đến 20, trong đó bước suy ra loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời của khối video dựa vào chế độ dự đoán nội ảnh bao gồm bước: đáp lại việc xác định rằng chế độ dự đoán nội ảnh là chế độ góc, lựa chọn loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời dựa vào chỉ số chế độ của chế độ dự đoán nội ảnh.

Ví dụ 22. Phương pháp theo ví dụ 21, trong đó bước lựa chọn loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời dựa vào chỉ số chế độ của chế độ dự đoán nội ảnh bao gồm bước: xác định dãy trong số nhiều dãy bao gồm chỉ số chế độ của chế độ dự đoán nội ảnh; và lựa chọn loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời dựa vào dãy xác định được.

Ví dụ 23. Phương pháp theo ví dụ 22, trong đó bước nhận dạng dãy bao gồm bước: nhận dạng dãy thứ nhất để xác định rằng chỉ số chế độ nằm giữa ngưỡng thứ nhất và ngưỡng thứ hai; nhận dạng dãy thứ hai để xác định rằng chỉ số chế độ nằm giữa ngưỡng thứ hai và ngưỡng thứ ba; và nhận dạng dãy thứ ba để xác định rằng chỉ số chế độ nằm giữa ngưỡng thứ ba và ngưỡng thứ tư.

Ví dụ 24. Phương pháp theo ví dụ 23, trong đó bước: nhận dạng dãy thứ nhất để xác định rằng chỉ số chế độ nằm giữa ngưỡng thứ nhất và ngưỡng thứ hai bao gồm bước nhận dạng dãy thứ nhất để đáp lại việc xác định rằng chỉ số chế độ nằm trong $[2, \dots, (33 - T)]$; nhận dạng dãy thứ hai đáp lại việc xác định rằng chỉ số chế độ nằm giữa ngưỡng thứ hai và ngưỡng thứ ba bao gồm bước nhận dạng dãy thứ hai đáp lại việc xác định rằng chỉ số chế độ nằm trong $[(34 - T), \dots, (34 + T)]$; nhận dạng dãy thứ ba đáp lại việc xác định rằng chỉ số chế độ nằm giữa ngưỡng thứ ba và ngưỡng thứ tư bao gồm bước nhận dạng dãy thứ ba đáp lại việc xác định rằng chỉ số chế độ nằm trong $[(35 + T), \dots, 66]$; và T là số nguyên từ 2 đến 30.

Ví dụ 25. Phương pháp theo ví dụ 23 hoặc ví dụ 24, trong đó bước lựa chọn loại biến đổi cho khối hệ số hiện thời dựa vào dãy xác định được bao gồm bước: lựa chọn DST-7 để sử dụng theo chiều ngang và DCT-2 để sử dụng theo chiều dọc đáp lại việc xác định dãy thứ nhất; lựa chọn DST-7 để sử dụng theo chiều ngang và dọc đáp lại

việc xác định dãy thứ hai; và chọn DCT-2 để sử dụng theo chiều ngang và DST-7 để sử dụng theo chiều dọc đáp lại việc xác định dãy thứ ba.

Ví dụ 26. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1 đến 25, trong đó bước lập mã bao gồm bước giải mã.

Ví dụ 27. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1 đến 26, trong đó bước lập mã bao gồm bước mã hóa.

Ví dụ 28. Thiết bị lập mã dữ liệu video, thiết bị này bao gồm một hoặc nhiều phương tiện thực hiện phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1 đến 27.

Ví dụ 29. Thiết bị theo ví dụ 28, trong đó một hoặc nhiều phương tiện bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong hệ mạch.

Ví dụ 30. Thiết bị theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ 28 và 29, thiết bị này còn bao gồm bộ nhớ để lưu trữ dữ liệu video.

Ví dụ 31. Thiết bị theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 28 đến 30, thiết bị này còn bao gồm màn hình được tạo cấu hình để hiển thị dữ liệu video đã giải mã.

Ví dụ 32. Thiết bị theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 28 đến 31, trong đó thiết bị bao gồm một hoặc nhiều trong số camera, máy tính, thiết bị di động, thiết bị thu phát quảng bá, hoặc hộp giải mã tín hiệu.

Ví dụ 33. Thiết bị theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 28 đến 32, trong đó thiết bị bao gồm bộ giải mã video.

Ví dụ 34. Thiết bị theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 28 đến 33, trong đó thiết bị bao gồm bộ mã hóa video.

Ví dụ 35. Phương tiện đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh khi được thực thi sẽ khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1 đến 25.

Cần hiểu rằng tùy thuộc vào ví dụ, các hành động hoặc sự kiện nhất định của kỹ thuật bất kỳ được mô tả ở đây có thể được thực hiện theo một trình tự khác, có thể được thêm vào, hợp nhất hoặc loại bỏ hoàn toàn (ví dụ, không phải tất cả các hành động hoặc sự kiện được mô tả đều là cần thiết cho việc thực hành các kỹ thuật). Ngoài ra, trong một số ví dụ, các thao tác hoặc biến cố có thể được thực hiện đồng thời, ví dụ, thông qua quy

trình xử lý đa khâu chuỗi, quy trình xử lý ngắt, hoặc nhiều bộ xử lý, chứ không phải chỉ có thực hiện tuần tự.

Trong một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng đã mô tả có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng, phần mềm, firmware, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Nếu được thực hiện bằng phần mềm, các hàm có thể được lưu trữ hoặc truyền dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên phương tiện đọc được bằng máy tính và được thực hiện bằng khối xử lý dựa vào phần cứng. Phương tiện đọc được bằng máy tính có thể bao gồm các phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính tương ứng với phương tiện hữu hình như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông có phương tiện bất kỳ hỗ trợ truyền chương trình máy tính từ nơi này đến nơi khác, ví dụ, theo giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện đọc được bằng máy tính có thể thường tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ hữu hình đọc được bằng máy tính là phương tiện bất biến hoặc (2) phương tiện truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện khả dụng bất kỳ mà có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để truy xuất các lệnh, mã và/hoặc các cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế. Sản phẩm chứa chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính.

Ví dụ, và không giới hạn, các phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính như vậy có thể bao gồm bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Memory - RAM), bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory - EEPROM), đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (CD-ROM) hoặc các thiết bị lưu trữ đĩa quang khác, thiết bị lưu trữ đĩa từ, hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ flash, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được dùng để lưu trữ mã chương trình mong muốn ở dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và có thể được truy cập bởi máy tính. Ngoài ra, bất kỳ kết nối nào cũng có thể được gọi là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu các lệnh được truyền từ địa chỉ web, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp xoắn đôi, đường thuê bao số (DSL - Digital Subscriber Line), hoặc sử dụng công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba, thì cáp đồng trục, cáp quang sợi, cáp xoắn đôi, DSL, hoặc công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba đó cũng nằm trong định nghĩa về phương tiện. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng phương tiện đọc được bằng máy tính và phương tiện lưu trữ dữ liệu không bao gồm kết nối, sóng mang, tín hiệu hoặc

phương tiện chuyển tiếp khác, nhưng thay vào đó được hướng đến phương tiện lưu trữ hữu hình, bất biến. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa compac (compact disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa số đa năng (DVD - Digital Versatile Disc), đĩa mềm và đĩa bluray, trong đó đĩa từ thường tái tạo dữ liệu bằng phương pháp từ tính, còn đĩa quang thì tái tạo dữ liệu bằng phương pháp quang học sử dụng laze. Tổ hợp của các loại phương tiện nêu trên cũng được bao gồm trong phạm vi phương tiện đọc được bằng máy tính.

Các lệnh có thể được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), các bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được bằng trường (field programmable gate array- FPGA), hoặc các hệ mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Do vậy, thuật ngữ “bộ xử lý” và “hệ mạch xử lý”, như được sử dụng ở đây có thể chỉ cấu trúc bất kỳ trong số các cấu trúc nêu trên hoặc cấu trúc khác bất kỳ phù hợp để thực hiện các kỹ thuật được mô tả ở đây. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, chức năng nêu trong sáng chế có thể được tạo ra trong module phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được kết hợp thành bộ mã hoá-giải mã kết hợp. Hơn nữa, các kỹ thuật có thể được thực hiện hoàn toàn trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic.

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện trong nhiều máy hoặc thiết bị khác nhau, bao gồm thiết bị cầm tay không dây, mạch tích hợp (integrated circuit - IC) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Một số thành phần, module hoặc khối được mô tả trong sáng chế để nhấn mạnh các khía cạnh chức năng của các thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật đã bộc lộ, chứ không nhất thiết phải được thực hiện bằng các khối phần cứng khác nhau. Thay vào đó, như được mô tả ở trên, các khối khác nhau có thể được kết hợp trong khối phần cứng codec hoặc được cung cấp bởi tập hợp các khối phần cứng tương tác, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như được mô tả ở trên, kết hợp với phần mềm và/hoặc firmware thích hợp.

Các ví dụ khác nhau của sáng chế đã được mô tả. Các ví dụ này và các ví dụ khác đều nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp giải mã dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước:

suy ra, cho khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi bao gồm một hoặc nhiều biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT) và một hoặc nhiều biến đổi sin rời rạc (discrete sine transform - DST), trong đó bước suy ra loại biến đổi bao gồm các bước:

xác định xem kích thước của khối biến đổi hiện thời có đáp ứng ngưỡng kích thước hay không, trong đó kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước trong đó kích thước của khối biến đổi hiện thời lớn hơn hoặc bằng 4 và nhỏ hơn hoặc bằng 16;

xác định xem khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia trong khối con (intra-subblock partitioning - ISP) hay không;

đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, lựa chọn DST cụ thể trong số một hoặc nhiều DST làm loại biến đổi được chọn, trong đó bước lựa chọn DST cụ thể bao gồm bước lựa chọn DST cụ thể bất kể chế độ dự đoán nội ảnh được chọn để dự đoán khối video hiện thời, trong đó DST cụ thể là DST-7; và

đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời không đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, lựa chọn DCT cụ thể trong số một hoặc nhiều DCT làm loại biến đổi được chọn, trong đó DCT cụ thể là DCT-2;

biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và

tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video,

trong đó bước suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời bao gồm bước suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời đáp lại việc xác định rằng phép lựa chọn đa biến đổi (multiple transform selection - MTS) được kích hoạt cho khối video hiện thời,

trong đó bước xác định khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không bao gồm bước xác định, dựa vào các giá trị của một hoặc nhiều

phần tử cú pháp được giải mã từ luồng bit video, xem khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không,

trong đó kích thước của khối biến đổi hiện thời bao gồm:

chiều rộng của khối biến đổi hiện thời; và

chiều cao của khối biến đổi hiện thời,

trong đó bước lựa chọn loại biến đổi bao gồm bước lựa chọn loại biến đổi để sử dụng theo chiều ngang và lựa chọn loại biến đổi để sử dụng theo chiều dọc, phương pháp này còn bao gồm các bước:

lựa chọn DST-7 làm loại biến đổi được chọn để sử dụng theo chiều ngang đáp lại việc xác định rằng chiều rộng của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước chiều rộng và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP; và

lựa chọn DST-7 làm loại biến đổi được chọn để sử dụng theo chiều dọc đáp lại việc xác định rằng chiều cao của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước chiều cao và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, và

trong đó ngưỡng chiều rộng bằng ngưỡng chiều cao.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều DCT bao gồm một hoặc nhiều trong số DCT-1, DCT-2, DCT-3, DCT-4, DCT-5, DCT-6, DCT-7 và DCT-8.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó một hoặc nhiều DST bao gồm một hoặc nhiều trong số DST-1, DST-2, DST-3, DST-4, DST-5, DST-6, DST-7, và DST-8.

4. Thiết bị lập mã dữ liệu video, thiết bị này bao gồm:

bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ các khối video; và

một hoặc nhiều bộ xử lý triển khai trong hệ mạch và được tạo cấu hình để:

suy ra, cho khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi bao gồm một hoặc nhiều biến đổi cosin rời rạc (DCT) và một hoặc nhiều biến đổi sin rời rạc (DST), trong đó, để suy ra loại biến đổi, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

xác định xem kích thước của khối biến đổi hiện thời có đáp ứng ngưỡng kích thước hay không, trong đó kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước trong đó kích thước của khối biến đổi hiện thời lớn hơn hoặc bằng 4 và nhỏ hơn hoặc bằng 16;

xác định xem khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia trong khối con (ISP) hay không;

lựa chọn, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, DST cụ thể trong số một hoặc nhiều DST làm loại biến đổi được chọn, trong đó để lựa chọn DST cụ thể, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để lựa chọn DST cụ thể bất kể chế độ dự đoán nội ảnh được chọn để dự đoán khối video hiện thời, trong đó DST cụ thể là DST-7; và

lựa chọn, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời không đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, DCT cụ thể trong số một hoặc nhiều DCT làm loại biến đổi được chọn, trong đó DCT cụ thể là DCT-2;

biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và

tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video,

trong đó, để suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời đáp lại việc xác định rằng phép lựa chọn đa biến đổi (multiple transform selection - MTS) được kích hoạt cho khối video hiện thời.

trong đó, để xác định khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định, dựa vào các giá trị của một hoặc nhiều phần tử cú pháp được giải mã từ luồng bit video, xem khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không,

trong đó kích thước của khối biến đổi hiện thời bao gồm;

chiều rộng của khối biến đổi hiện thời; và

chiều cao của khối biến đổi hiện thời.

trong đó, để lựa chọn loại biến đổi, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để lựa chọn loại biến đổi để sử dụng theo chiều ngang và lựa chọn loại biến đổi để sử dụng theo chiều dọc, và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

lựa chọn DST-7 làm loại biến đổi được chọn để sử dụng theo chiều ngang đáp lại việc xác định rằng chiều rộng của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước chiều rộng và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP; và

lựa chọn DST-7 làm loại biến đổi được chọn để sử dụng theo chiều dọc đáp lại việc xác định rằng chiều cao của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước chiều cao và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, và trong đó ngưỡng chiều rộng bằng với ngưỡng chiều cao.

5. Thiết bị theo điểm 4, trong đó một hoặc nhiều DCT bao gồm một hoặc nhiều trong số DCT-1, DCT-2, DCT-3, DCT-4, DCT-5, DCT-6, DCT-7 và DCT-8.

6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó một hoặc nhiều DST bao gồm một hoặc nhiều trong số DST-1, DST-2, DST-3, DST-4, DST-5, DST-6, DST-7, và DST-8.

7. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị lập mã video:

suy ra, cho khối biến đổi hiện thời của khối video hiện thời, loại biến đổi từ nhiều loại biến đổi bao gồm một hoặc nhiều biến đổi cosin rời rạc (DCT) và một hoặc nhiều biến đổi sin rời rạc (DST), trong đó, các lệnh mà khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý suy ra loại biến đổi, bao gồm các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý:

xác định xem kích thước của khối biến đổi hiện thời có đáp ứng ngưỡng kích thước hay không, trong đó kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước trong đó kích thước của khối biến đổi hiện thời lớn hơn hoặc bằng 4 và nhỏ hơn hoặc bằng 16;

xác định xem khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia trong khối con (ISP) hay không; và

lựa chọn, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, DST cụ thể trong số một hoặc nhiều DST làm loại biến đổi được chọn, trong đó các lệnh khiến một hoặc nhiều bộ xử lý lựa chọn DST cụ thể bao gồm các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý lựa chọn DST cụ thể bất kể chế độ dự đoán nội ảnh được chọn để dự đoán khối video hiện thời, trong đó DST cụ thể là DST-7; và

lựa chọn, đáp lại việc xác định rằng kích thước của khối biến đổi hiện thời không đáp ứng ngưỡng kích thước và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP, DCT cụ thể trong số một hoặc nhiều DCT làm loại biến đổi được chọn, trong đó DCT cụ thể là DCT-2;

biến đổi, bằng cách sử dụng loại biến đổi được chọn, khối biến đổi hiện thời để thu được khối dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video; và

tái tạo khối video dựa vào dữ liệu dư đã tái tạo cho khối video,

trong đó các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời bao gồm các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý suy ra loại biến đổi cho khối biến đổi hiện thời đáp lại việc xác định rằng phép lựa chọn đa biến đổi (MTS) được kích hoạt cho khối video hiện thời,

trong đó các lệnh khiến một hoặc nhiều bộ xử lý xác định khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không bao gồm các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý xác định, dựa vào các giá trị của một hoặc nhiều phần tử cú pháp được giải mã từ luồng bit video, xem khối video hiện thời có được phân chia bằng cách sử dụng kỹ thuật ISP hay không,

trong đó kích thước của khối biến đổi hiện thời bao gồm:

chiều rộng của khối biến đổi hiện thời; và

chiều cao của khối biến đổi hiện thời.

trong đó các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý lựa chọn loại biến đổi bao gồm các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý lựa chọn loại biến đổi để sử dụng theo

chiều ngang và lựa chọn loại biến đổi để sử dụng theo chiều dọc, và còn bao gồm các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý:

lựa chọn DST-7 làm loại biến đổi được chọn để sử dụng theo chiều ngang
đáp lại việc xác định rằng chiều rộng của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng
kích thước chiều rộng và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử
dụng kỹ thuật ISP; và

lựa chọn DST-7 làm loại biến đổi được chọn để sử dụng theo chiều dọc đáp
lại việc xác định rằng chiều cao của khối biến đổi hiện thời đáp ứng ngưỡng kích
thước chiều cao và rằng khối video hiện thời được phân chia bằng cách sử dụng
kỹ thuật ISP, và

trong đó ngưỡng chiều rộng bằng ngưỡng chiều cao.

1 / 12

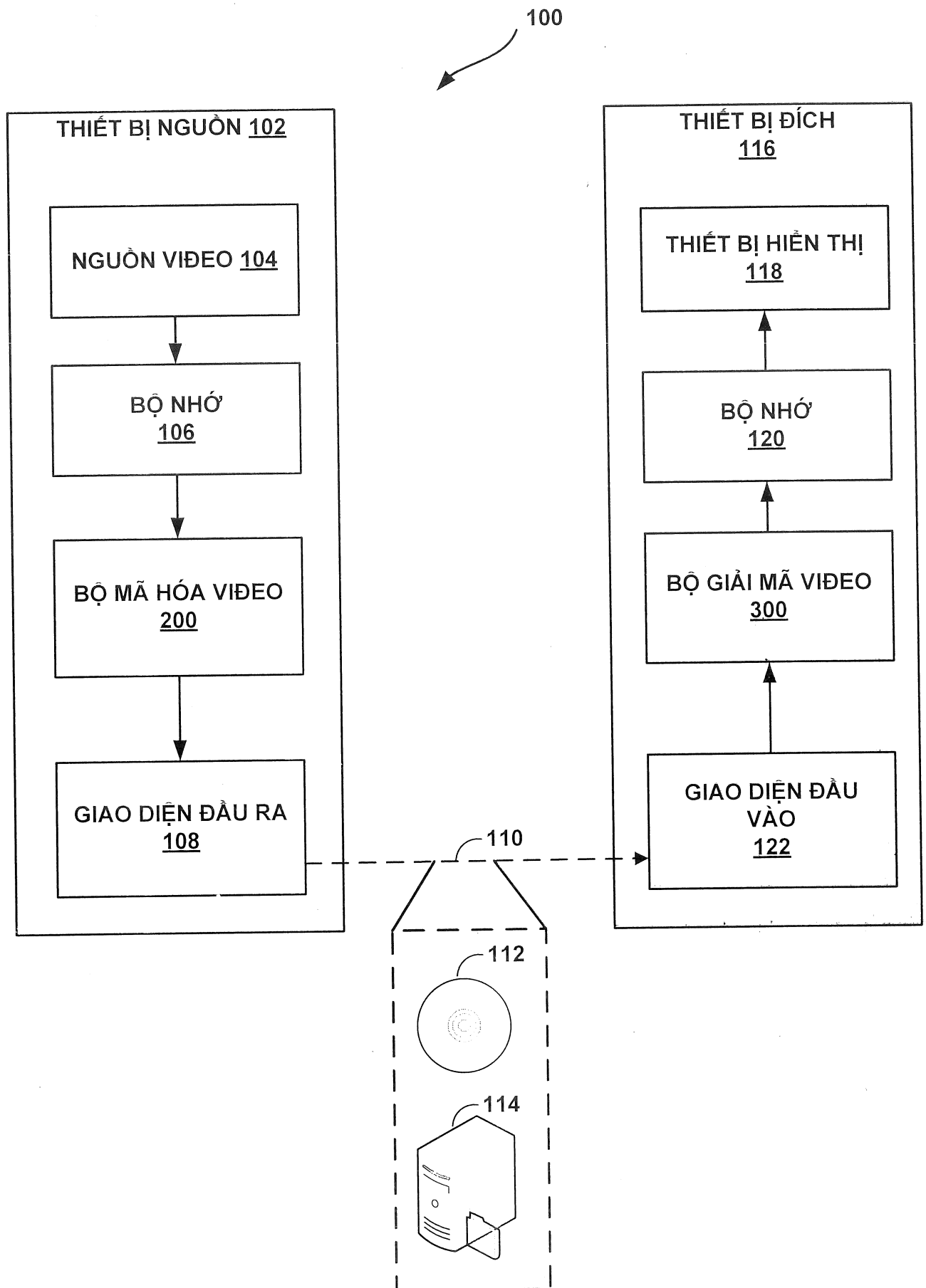


Fig.1

2 / 12

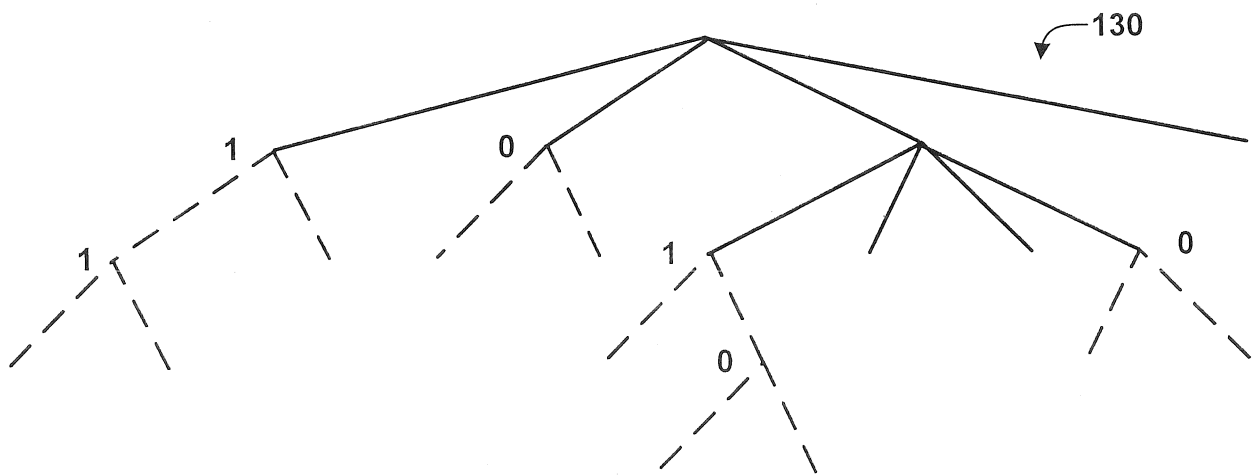


Fig.2A

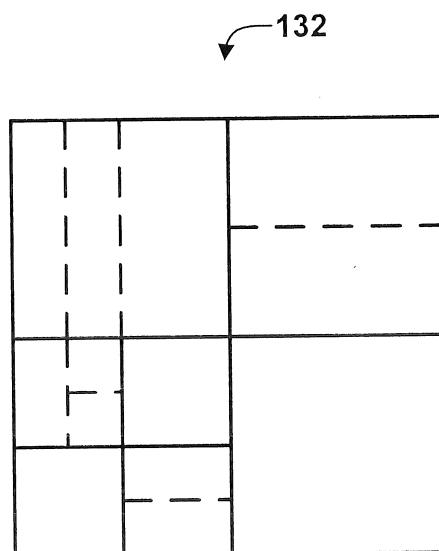


Fig.2B

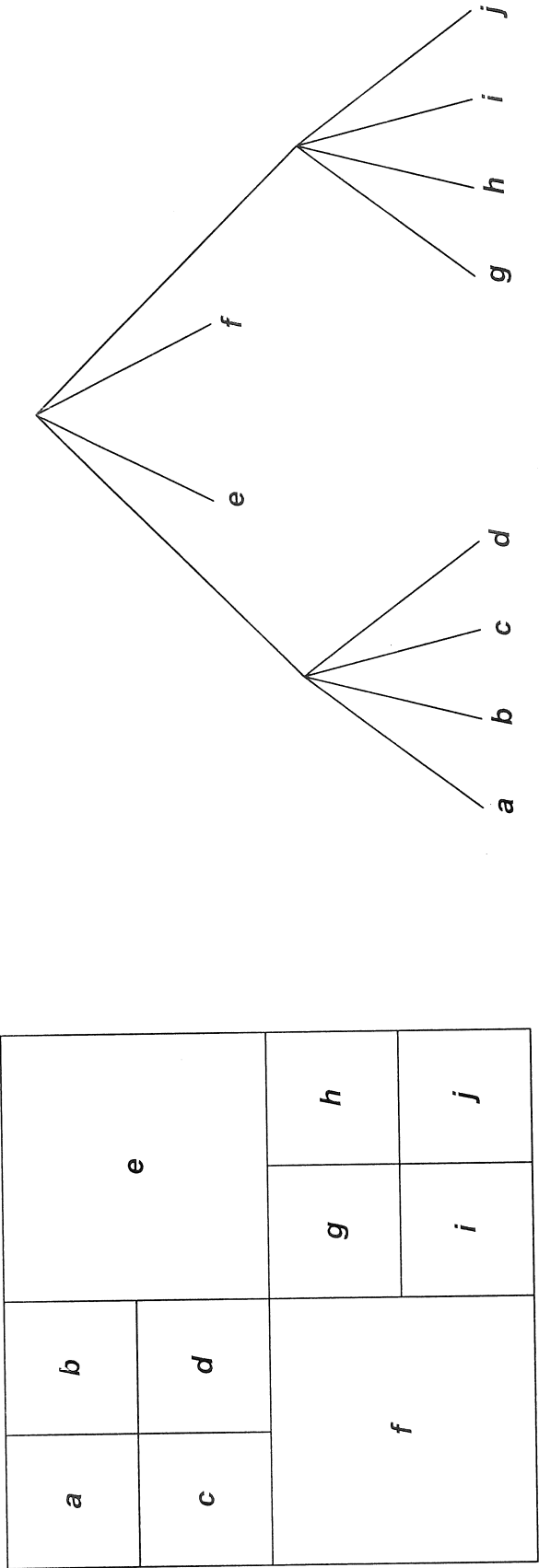


Fig.2C

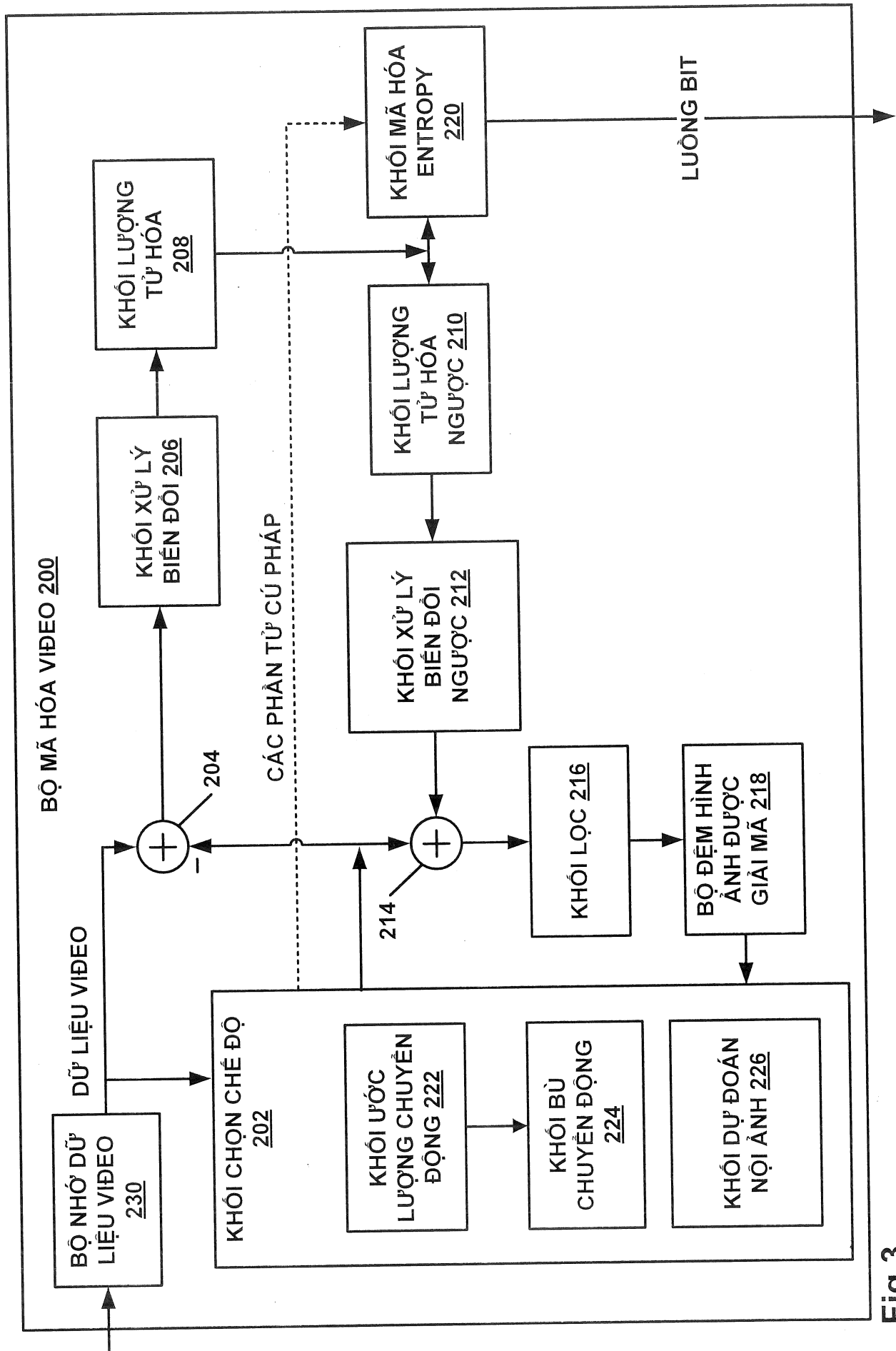


Fig.3

5 / 12

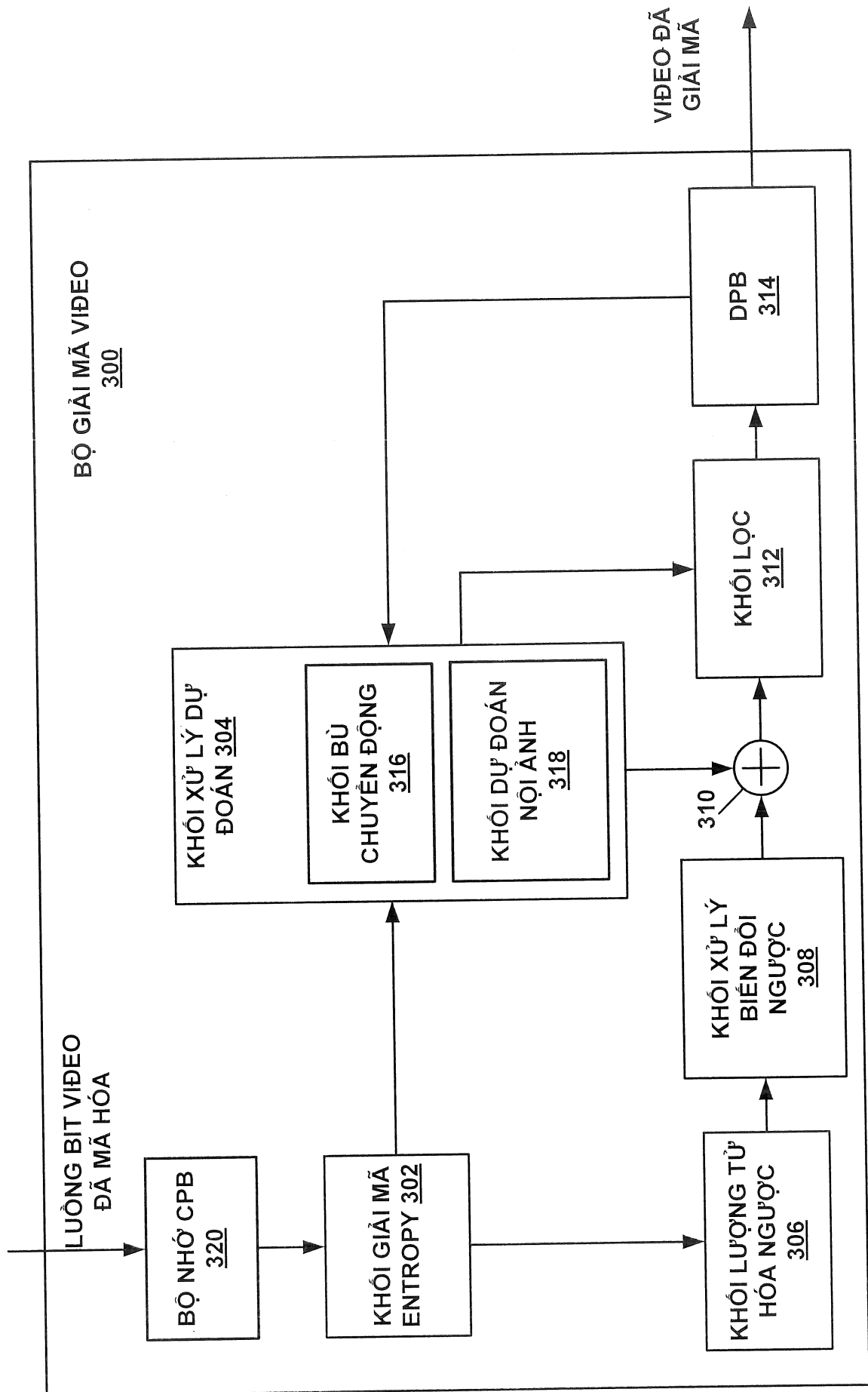


Fig. 4

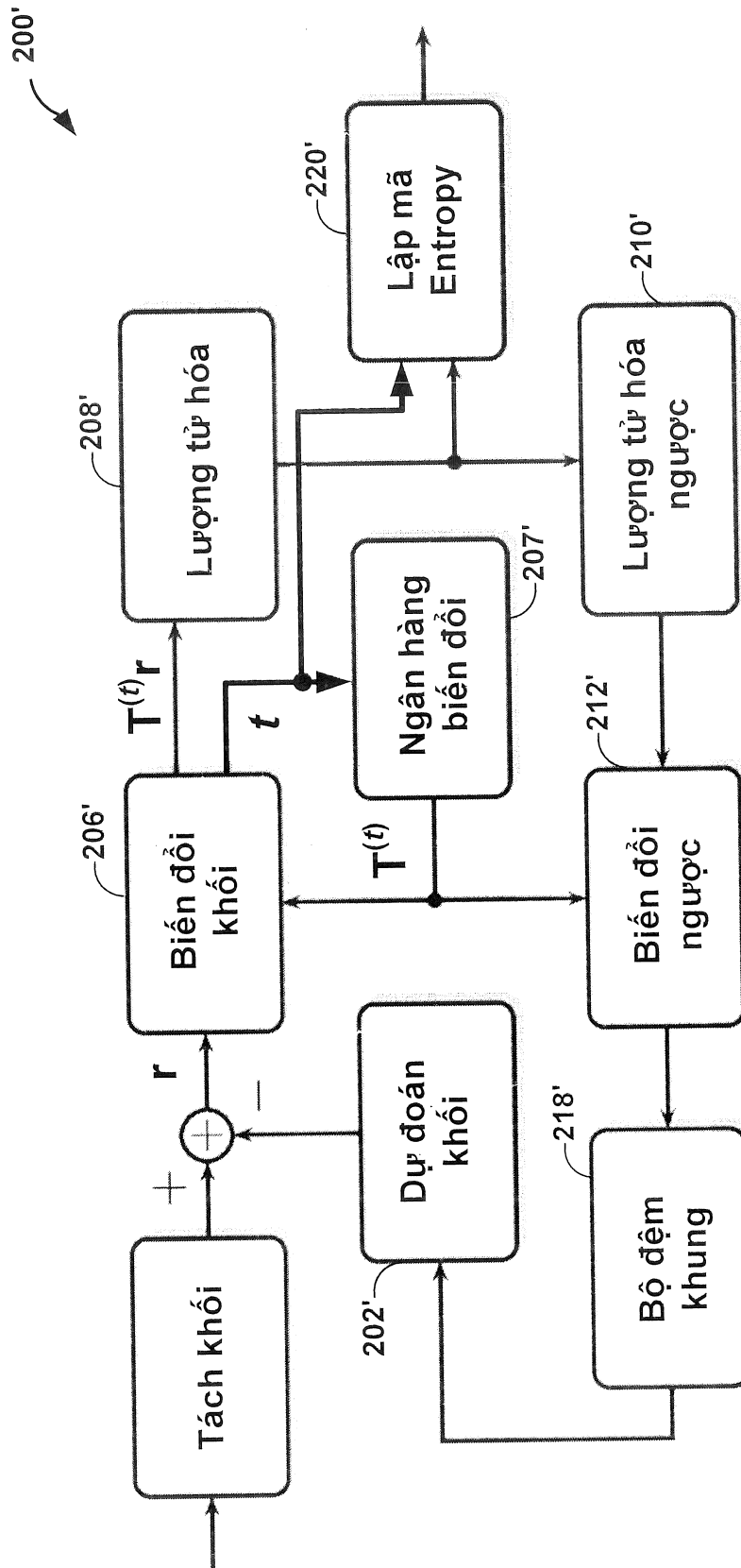


Fig.5

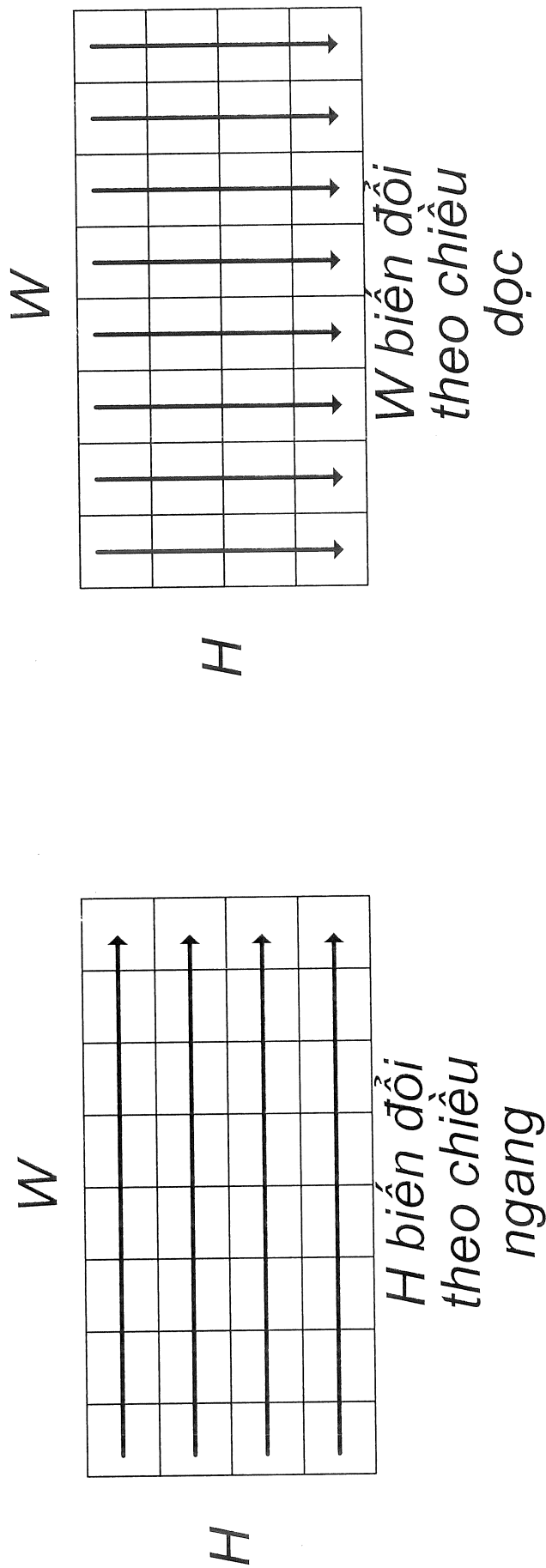


Fig.6

8 / 12

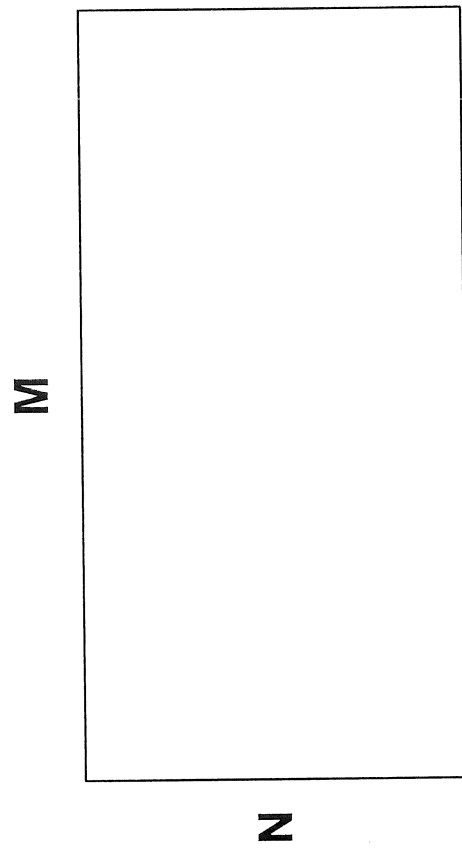


Fig.7

9 / 12

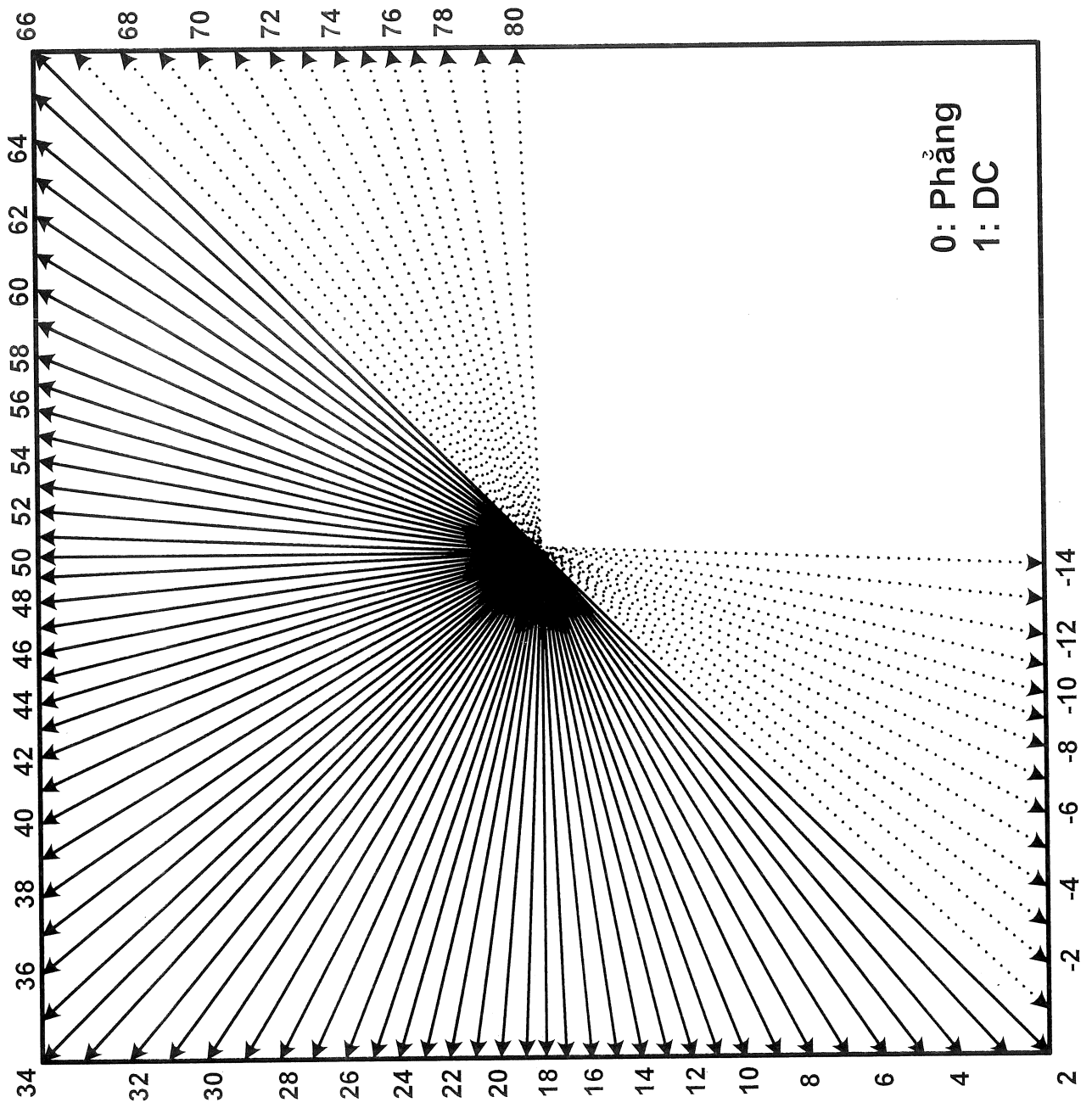


Fig.8

10 / 12

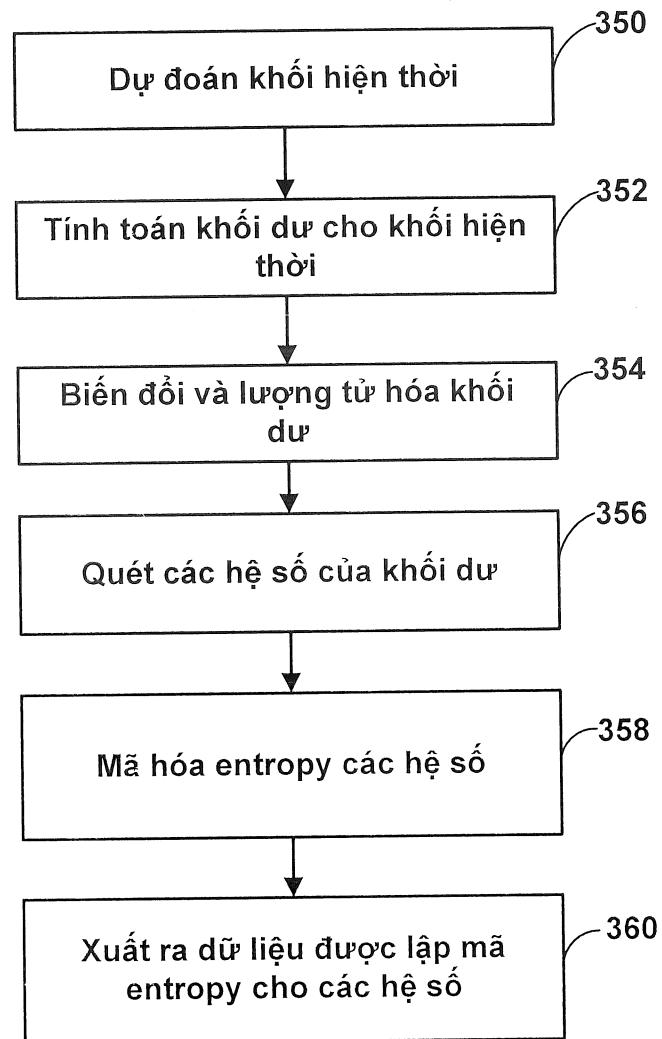


Fig.9

11 / 12

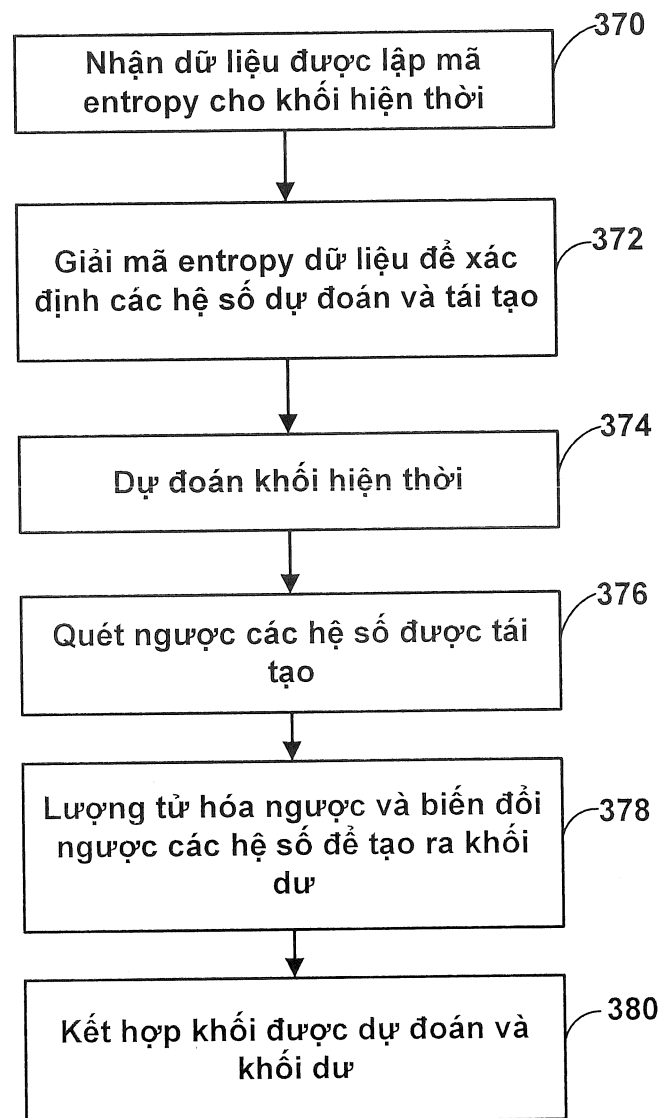


Fig.10

12 / 12

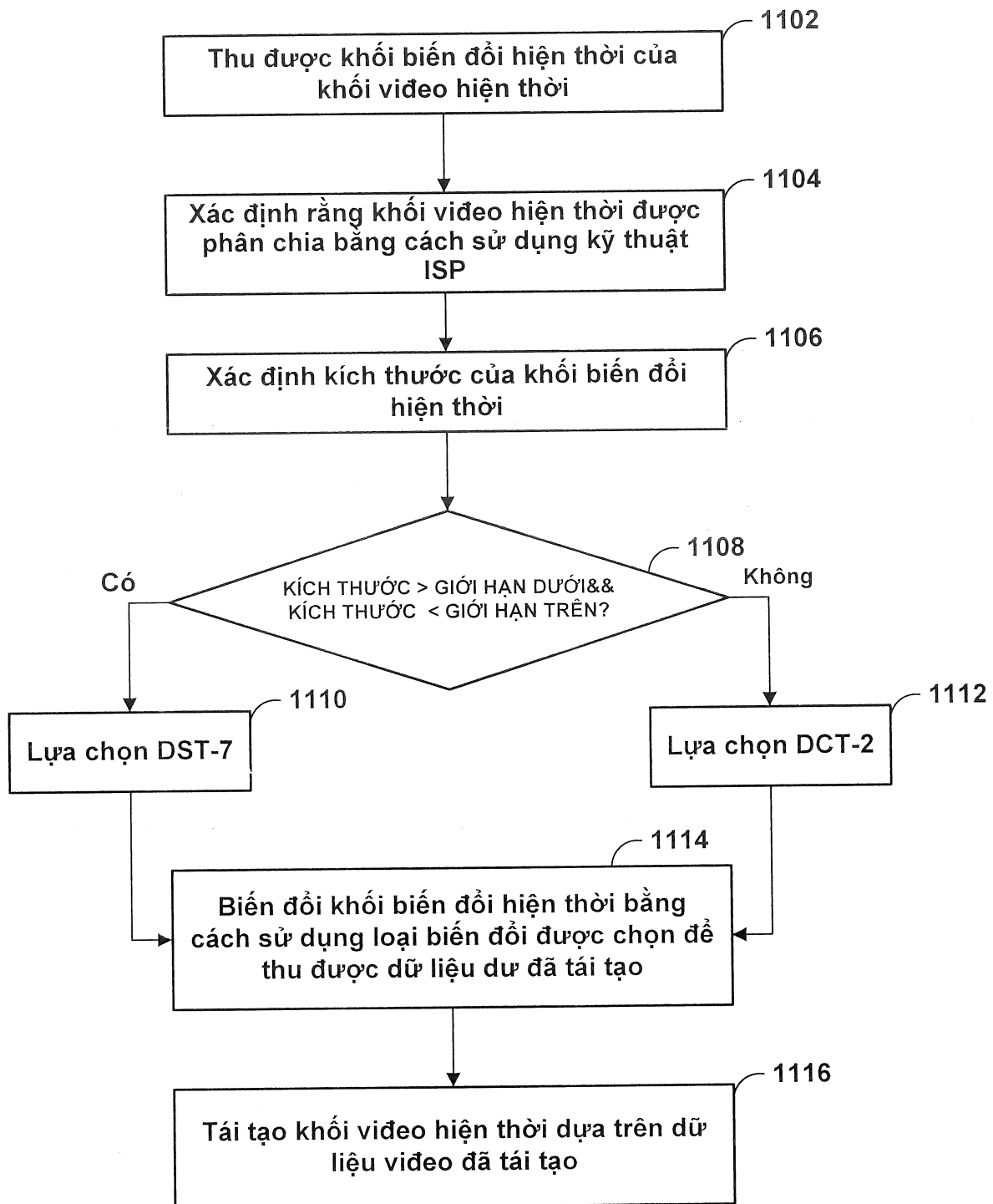


Fig.11