



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0048292

(51)^{2021.01} H04N 19/30; H04N 19/70

(13) B

(21) 1-2022-05250

(22) 24/02/2021

(86) PCT/US2021/019447 24/02/2021

(87) WO 2021/173695 02/09/2021

(30) 62/980,873 24/02/2020 US; 17/182,583 23/02/2021 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/11/2022 416A

(73) Qualcomm Incorporated (US)

Attn: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121-1714, United States of America

(72) SEREGIN, Vadim (US); COBAN, Muhammed Zeyd (US).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ LẬP MÃ DỮ LIỆU VIDEO, VÀ PHƯƠNG TIỆN
BẤT BIẾN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2022-05250

(57) Sáng chế đề cập đến các phương pháp và thiết bị lập mã dữ liệu video, và phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính. Thiết bị làm ví dụ bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong hệ mạch và được ghép nối truyền thông với bộ nhớ. Một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP) và xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập. Dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

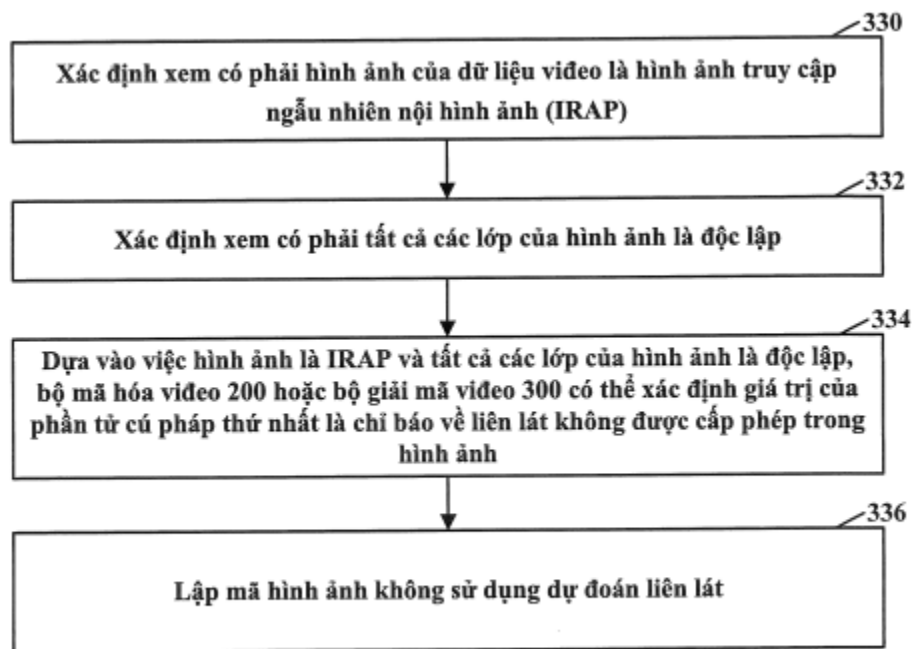


FIG. 5

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

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

Tình trạng kỹ thuật theo 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, máy ảnh 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, thiết bị được gọi là “điện thoại thông minh”, thiết bị hội thảo từ xa có truyền hình, thiết bị truyền phát trực tiếp video, và thiết bị tương tự. Các thiết bị video kỹ thuật số thực hiện các kỹ thuật lập mã video, chẳng hạn như các kỹ thuật được mô tả trong 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 phân chia thành các khối video, còn có thể được gọi là đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU), đơn vị mã hóa (coding unit - CU) và/hoặc nút mã hóa. Các khối video trong lát được lập mã nội hình 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 được lập mã liên hình 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

Nói chung, sáng chế mô tả các kỹ thuật để báo hiệu trong lập mã video, và cụ thể là làm giảm băng thông báo hiệu, bao gồm làm giảm băng thông báo hiệu bằng cách không báo hiệu các phần tử cú pháp không cần thiết và/hoặc thông qua việc chia sẻ tập hợp tham số chuỗi (sequence parameter set - SPS) trong lập mã video.

Trong một ví dụ, phương pháp bao gồm xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (intra random access picture - IRAP), xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh, và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát. Như được sử dụng ở đây, dự đoán liên lát là dự đoán về một lát dữ liệu video nhờ sử dụng một lát dữ liệu video khác.

Trong một ví dụ khác, thiết bị bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong hệ mạch và được ghép nối truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP); xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập; dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh; và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Trong một ví dụ khác, phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính được mã hóa bằng các lệnh mà, khi được thực thi, khiến một hoặc nhiều bộ xử lý xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP), xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh, và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Trong một ví dụ khác, thiết bị bao gồm phương tiện để xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP), phương tiện

để xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, phương tiện để xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, và phương tiện để lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát, ít nhất một phương tiện để thực hiện phương pháp bất kỳ của sáng chế.

Chi tiết về một hoặc nhiều ví dụ được mô tả dựa vào các hình vẽ kèm theo và phần mô tả dưới đây. Các dấu hiệu, mục đích và ưu điểm khác sẽ trở nên rõ ràng nhờ phần mô tả, các hình vẽ và các yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

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

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

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

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

Fig.5 là lưu đồ minh họa các kỹ thuật báo hiệu làm ví dụ của sáng chế.

Fig.6 là lưu đồ minh họa ví dụ về mã hóa video.

Fig.7 là lưu đồ minh họa ví dụ về giải mã video.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong một số chuẩn video dự thảo, như Dự thảo VVC 8, khi lớp dữ liệu video là lớp độc lập (ví dụ, lớp không được dự đoán liên hình ảnh), có ràng buộc là nếu loại đơn vị lớp trừu tượng mạng (network abstraction layer - NAL) là làm mới bộ giải mã tức thời (instantaneous decoder refresh - IDR) hoặc truy cập ngẫu nhiên sạch (clear random access - CRA), kiểu lát sẽ là lát I. Tuy nhiên, có cờ trong phần đầu hình ảnh, `ph_inter_slice_allowed_flag`, mà chỉ báo sự có mặt của các phần tử cú pháp tương quan với nhau, hoặc theo cách khác, xem kiểu lát có thể là lát P hay lát B. Cờ phần đầu hình ảnh này không phải là ràng buộc đối với các trường hợp khi các kiểu đơn vị NAL là IDR hoặc CRA trong hình ảnh cho lớp độc lập. Do đó, các phần tử cú pháp không cần thiết

có thể được mã hóa, báo hiệu và phân tích, làm lãng phí chi phí báo hiệu. Theo các kỹ thuật của sáng chế, có thể có thêm ràng buộc là nếu hình ảnh là hình ảnh IDR hoặc hình ảnh CRA, thì `ph_inter_slice_allowed_flag` có thể bằng 0 đối với các lớp độc lập. Theo cách này, bộ mã hóa video có thể không báo hiệu `ph_inter_slice_allowed_flag` khi hình ảnh là hình ảnh IDR hoặc hình ảnh CRA và tất cả các lớp là độc lập và bộ giải mã video có thể suy ra giá trị của `ph_inter_slice_allowed_flag` bằng 0.

Ngoài ra, trong một số chuẩn video dự thảo, có các ràng buộc mà, khi thực thi, điều khiển giá trị của phần tử cú pháp dựa vào giá trị của một phần tử cú pháp khác. Ví dụ, trong Dự thảo VVC 8, ngữ nghĩa của phần tử cú pháp, `inter_layer_ref_pics_present_flag`, bao gồm ràng buộc là “khi `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]` bằng 1, giá trị của `inter_layer_ref_pics_present_flag` sẽ bằng 0.” Điều này có nghĩa là bộ mã hóa video thực hiện Dự thảo VVC 8 không sử dụng dự đoán liên lớp cho lớp (ví dụ, lớp là độc lập), thì tập hợp tham số chuỗi (SPS) của lớp này có `inter_layer_ref_pics_present_flag` bằng 0. Ràng buộc này ngăn ngừa bộ mã hóa video và bộ giải mã video chia sẻ SPS giữa các lớp độc lập và phụ thuộc. Theo ràng buộc này, ví dụ, nếu có lớp độc lập và lớp phụ thuộc (ví dụ, lớp phụ thuộc vào một lớp khác để dự đoán), thì bộ mã hóa video báo hiệu hai SPS, mỗi SPS cho một lớp, thậm chí khi sự khác nhau duy nhất giữa hai SPS là giá trị của `inter_layer_ref_pics_present_flag`. Theo Dự thảo VVC 8, tổng số lượng SPS có thể được báo hiệu trong chuỗi được giới hạn ở 16. Vì vậy việc không cho phép chia sẻ SPS trong trường hợp này (như trường hợp trong Dự thảo VVC 8) có thể dẫn đến làm giảm số lượng lớp mà có thể được lập mã trong chuỗi, cũng như làm tăng băng thông báo hiệu.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video có thể lần lượt báo hiệu hoặc phân tích, SPS dùng chung cho các lớp độc lập và phụ thuộc với cùng cấu trúc hình ảnh tham chiếu, nhưng chỉ thêm các hình ảnh tham chiếu liên lớp cho các lớp phụ thuộc. Ưu điểm của kỹ thuật này là SPS và các cấu trúc hình ảnh tham chiếu (ví dụ, `ref_pic_list_struct`) có thể được chia sẻ qua các lớp độc lập và phụ thuộc, làm giảm phí tổn trong báo hiệu và có thể còn dẫn đến khả năng lập mã số lượng lớp lớn hơn.

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 mã hóa, video đã mã hóa, video đã giải mã (ví dụ, được tái tạo), và siêu dữ liệu video, chẳng hạn như dữ liệu báo hiệu.

Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống 100 bao gồm thiết bị nguồn 102 cung cấp dữ liệu video được mã hóa cần giải mã và hiển thị bằng thiết bị đích 116, theo 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 là thiết bị bất kỳ trong số rất nhiều thiết bị, bao gồm máy tính để bàn, máy tính sở tay (ví dụ, máy tính xách tay), máy tính bảng, đầu thu giải mã tín hiệu, các thiết bị bộ thu phát quảng bá, các máy điện thoại cầm tay (các thiết bị di động) như điện thoại thông minh, ti vi, camera, thiết bị hiển thị, trình phát phương tiện kỹ thuật số, bàn điều khiển trò chơi điện tử, thiết bị truyền trực tiếp dữ liệu video hoặc các thiết bị tương tự khác. 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 một 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 chia sẻ SPS trong lập mã video. Do đó, thiết bị nguồn 102 biểu diễn ví dụ về thiết bị mã hóa video, còn thiết bị đích 116 biểu diễn 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 các thiết bị 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.

Thiết bị 100 như được thể hiện trên Fig.1 chỉ là một ví dụ. Nói chung, thiết bị mã hóa và/hoặc giải mã dữ liệu video số bất kỳ có thể thực hiện các kỹ thuật để chia sẻ SPS. 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 là các ví dụ của

thiết bị lập mã, cụ thể lần lượt là bộ mã hóa video và bộ giải mã video. Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 có thể hoạt động theo cách gần như đối xứng sao cho mỗi thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 đều có các thành phần mã hoá và giải mã dữ liệu video. Do đó, hệ thống 100 có thể hỗ trợ cuộc truyền dữ liệu video một chiều hoặc hai chiều giữa thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116, ví dụ, để truyền phát trực tiếp video, phát lại video, phát quảng bá video, hoặc điện thoại có video.

Nói chung, nguồn video 104 là nguồn dữ liệu video (tức là, dữ liệu video thô, chưa được mã hóa) và cung cấp chuỗi các hình ảnh liên tiếp (còn được gọi là "khung") của dữ liệu video cho bộ mã hóa video 200, để mã hóa dữ liệu cho các hình ảnh. Nguồn video 104 của thiết bị nguồn 102 có thể bao gồm thiết bị quay video, như camera video, kho lưu trữ video chứa video thô đã quay trước đó, và/hoặc giao diện nạp dữ liệu video để nhận dữ liệu video từ nhà cung cấp nội dung video. Theo một phương án khác, nguồn video 104 có thể tạo ra dữ liệu dựa trên đồ họa máy tính làm video nguồn, hoặc sự kết hợp của video trực tiếp, video đã lưu trữ và video được tạo ra-bằng máy tính. Trong mỗi trường hợp, bộ mã hóa video 200 mã hóa dữ liệu video được quay, được quay trước hoặc được máy tính tạo ra. Bộ mã hóa video 200 có thể sắp xếp lại các hình ảnh từ trình tự nhận được (đôi khi được gọi là "trình tự hiển thị") thành trình tự lập mã để lập mã. Bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra dòng bit bao gồm dữ liệu video được mã hóa. Thiết bị nguồn 102 sau đó có thể kết xuất 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 hồi 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, dữ liệu video thô từ nguồn 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 bộ nhớ 106 và bộ nhớ 120 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 thế nữa, các bộ nhớ 106, 120 có thể lưu trữ dữ liệu video được mã hóa, ví dụ, kết xuất 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 cấp phát 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 đã mã hóa từ thiết bị nguồn 102 đến thiết bị đích 116. Trong 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 trên máy tính. Giao diện đầu ra 108 có thể giải điều chế tín hiệu truyền bao gồm dữ liệu video được mã hóa và giao diện đầu vào 122 có thể giải điều chế tín hiệu truyền nhận được, theo chuẩn truyền thông, như giao thức truyền thông không dây. Phương tiện truyền thông có thể 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 mà có thể có ích để hỗ trợ truyền thông từ thiết bị nguồn 102 đến thiết bị đích 116.

Trong một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể kết xuất dữ liệu được mã hóa từ giao diện đầu ra 108 cho thiết bị lưu trữ 112. Tương tự, thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ liệu được mã hóa từ thiết bị lưu trữ 112 thông qua giao diện đầu vào 122. Thiết bị lưu trữ 112 có thể bao gồm phương tiện bất kỳ trong số nhiều 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 không khả biến hoặc phương tiện lưu trữ số thích hợp bất kỳ khác để lưu trữ dữ liệu video được mã hóa.

Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể xuất dữ liệu video được mã hóa đến máy chủ tập tin 114 hoặc một thiết bị lưu trữ trung gian khác mà có thể lưu trữ dữ liệu video được mã hóa do thiết bị nguồn 102 tạo ra. Thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ liệu video đã lưu trữ từ máy chủ tập tin 114 qua truyền liên tục hoặc tải xuống. Máy chủ tập 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 tập tin 114 có thể là máy chủ web (ví dụ, dành cho trang web), máy chủ giao thức truyền tập tin (File Transfer Protocol - FTP), thiết bị mạng phân phối nội dung, hoặc thiết bị lưu trữ gắn với mạng (network attached lưu trữ - NAS). Thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ

liệu video đã mã hóa từ máy chủ tập 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 số (Digital Subscriber Line - DSL), modem cáp, v.v.), hoặc kết hợp hai loại này phù hợp cho việc truy cập dữ liệu video đã mã hóa được lưu trữ trên máy chủ tập tin 114. Máy chủ tập tin 114 và giao diện đầu vào 122 có thể được tạo cấu hình để hoạt động theo giao thức truyền phát trực tiếp, giao thức truyền tải xuống hoặc sự 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 truyền thông không dây hoạt động theo bất kỳ trong số các chuẩn IEEE 802.11, hoặc các thành phần vật lý khác. Trong 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 đã mã hóa, theo chuẩn truyền thông di động, như 4G, 4G-LTE (Long-Term Evolution: tiến hóa dài hạn), LTE tiên tiến, 5G, hoặc tương tự. Trong 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 đã 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 cho việc lập mã video nhằm hỗ trợ các ứng dụng đa phương tiện bất kỳ, như phát quảng bá truyền hình qua không trung, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh, truyền video truyền phát trực tiếp qua mạng internet, chẳng hạn như truyền phát trực tiếp thích ứng động qua giao thức HTTP (DASH), video dạng số được mã hóa trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã video dạng số được 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 dòng bit video đã mã hóa từ phương tiện đọc được bằng máy tính 110 (ví dụ, phương tiện truyền thông, thiết bị lưu

trữ 112, máy chủ tập tin 114 hoặc tương tự). Dòng 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 đơn vị mã hóa 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 giải mã cho người dùng. Thiết bị hiển thị 118 có thể là thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị hiển thị như màn hình ống tia catot (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 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 dòng ghép kênh bao gồm cả âm thanh và dữ liệu video trong dòng 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 triển khai dưới dạng mạch bất kỳ trong số nhiều mạch mã hóa và/hoặc mạch 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 công lập trình được theo 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 kết hợp (encoder/decoder - CODEC) 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 phiên bản mở rộng của nó, chẳng hạn như các phiên bản mở rộng lập mã video đa cảnh nhìn và/hoặc có thể định 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, 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 đồng tác giả “Versatile Video Coding (Draft 8)” 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 17 tại Brussels, BE, từ ngày 7 đến ngày 17 tháng 1 năm 2020, JVET-Q2001-vC (sau đây được gọi là “Dự thảo VVC 8”). 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 dựa trên khối. Thuật ngữ “khối” thường đề cập đến cấu trúc bao gồm dữ liệu cần xử lý (ví dụ, mã hóa, giải mã, hoặc được sử dụng trong quy trình mã hóa và/hoặc giải mã). Ví dụ, khối có thể bao gồm ma trận hai chiều của mẫu 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 lập mã các thành phần độ chói và sắc độ, trong đó các thành phần sắc độ có thể bao gồm cả thành phần sắc độ màu đỏ và màu 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 đơn vị 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. Dòng bit video được mã hóa thường bao gồm một loạt giá trị cho các phần 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 lập mã các giá trị cho các phần tử cú pháp tạo thành hình ảnh hoặc khối.

HEVC định nghĩa các khối khác nhau, bao gồm các đơn vị mã hóa (coding unit - CU), đơn vị dự đoán (prediction unit - PU) và đơn vị biến đổi (transform unit - TU). Theo HEVC, bộ lập mã video (chẳng hạn như bộ mã hóa video 200) chia đơn vị cây mã hóa (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 bằng nhau không chồng lấn, 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 phân 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 hình ảnh, còn các TU biểu diễn dữ liệu dư. Các CU mà được dự đoán nội hình ảnh chứa thông tin dự đoán nội hình ảnh, như chỉ báo chế độ nội hình 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 VVC. Theo JEM, bộ lập mã video (như bộ mã hóa video 200) chia hình thành nhiều đơn vị cây mã hóa (CTU - coding tree unit). 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 phân 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 đơn vị mã hóa (coding unit - CU).

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 hoặc ternary tree). Phân chia cây tam phân là phân chia trong đó khối được phân chia thành ba khối con. Trong 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.

Trong 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 một 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, phân chia QTBT, phân chia MTT, hoặc các cấu trúc phân chia khác. Để phục vụ mục đích giải thích, phần mô tả về các kỹ thuật của sáng chế được trình bày liên quan đến kỹ thuật phân chia 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 kiểu phân chia khác.

Các khối (ví dụ, CTU hoặc CU) có thể được nhóm theo nhiều cách vào một hình ảnh. Theo một ví dụ, miếng (brick) có thể là vùng hình chữ nhật gồm các hàng CTU trong một mảnh (tile) cụ thể trong hình ảnh. Mảnh có thể là vùng hình chữ nhật gồm các CTU trong một cột mảnh cụ thể và hàng mảnh cụ thể trong hình ảnh. Cột mảnh là vùng hình chữ nhật gồm các CTU có chiều cao bằng chiều cao của hình ảnh và chiều rộng được xác định bởi các phần tử cú pháp (ví dụ, như trong tập hợp tham số hình ảnh) Hàng mảnh là vùng hình chữ nhật gồm các CTU có chiều cao được xác định bởi các phần tử cú pháp (ví dụ, như trong tập hợp tham số hình ảnh) và chiều rộng bằng chiều rộng của hình ảnh.

Theo một số ví dụ, mảnh có thể được phân chia thành nhiều miếng, mỗi trong số chúng có thể bao gồm một hoặc nhiều hàng CTU trong mảnh. Mảnh mà không được phân chia thành nhiều miếng cũng có thể được gọi là miếng. Tuy nhiên, miếng mà là tập con thực sự của mảnh có thể không được gọi là mảnh.

Các mảnh trong hình ảnh còn có thể được sắp xếp trong lát. Lát có thể là số nguyên bao gồm các miếng của hình ảnh mà có thể được chứa riêng trong một đơn vị lớp trừu tượng hóa mạng (network abstraction layer - NAL). Theo một số ví dụ, lát bao gồm một số mảnh hoàn chỉnh hoặc chỉ một chuỗi liên tiếp các miếng hoàn chỉnh của một mảnh.

Sáng chế có thể sử dụng “ $N \times N$ ” và “ N nhân N ” thay thế cho nhau để chỉ các kích thước mẫu của khối (chẳng hạn như CU hoặc khối video khác) xét về chiều dọc và chiều ngang, ví dụ, 16×16 mẫu hoặc 16 nhân 16 mẫu. Nói chung, CU 16×16 sẽ có 16 mẫu theo chiều dọc ($y = 16$) và 16 mẫu theo chiều ngang ($x = 16$). Tương tự, CU $N \times N$ 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 $N \times M$ 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 dư thường biểu diễn sự chênh lệch theo từng mẫu giữa các mẫu của CU trước khi mã hóa và khối dự đoán.

Để dự đoán CU, bộ mã hóa video 200 thường có thể tạo ra khối dự đoán cho CU thông qua dự đoán liên hình ảnh hoặc dự đoán nội hình ảnh. Dự đoán liên hình ảnh thường được dùng để chỉ việc dự đoán CU từ dữ liệu của hình ảnh được lập mã trước đó, còn dự đoán nội hình ảnh thường được dùng 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 hình ảnh, bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra khối dự đoán bằng cách sử dụng một hoặc nhiều vector chuyển động. Nói 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 difference - SSD), chênh lệch tuyệt đối trung bình (mean absolute difference - MAD), chênh lệch bình phương trung bình (mean squared difference - MSD) hoặc các phép toán chênh lệch như vậy khác để xác định xem khối tham chiếu có gần khớp với CU hiện thời không. Trong 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 về VVC còn cung cấp chế độ bù chuyển động affin, chế độ này có thể được coi là chế độ dự đoán liên hình ảnh. Trong chế độ bù chuyển động affin, bộ mã hóa video 200 có thể xác định hai hoặc nhiều vector chuyển động biểu diễn chuyển động

không dịch, chẳng hạn như phóng to hoặc thu nhỏ, xoay, chuyển động phối cảnh hoặc các loại chuyển động không đều khác.

Để thực hiện dự đoán nội hình ảnh, bộ mã hóa video 200 có thể lựa chọn chế độ dự đoán nội hình ảnh để tạo ra khối dự đoán. Một số ví dụ của VVC cung cấp sáu mươi bảy chế độ dự đoán nội hình ảnh, bao gồm các chế độ có 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 hình ảnh mô tả các mẫu lân cận với khối hiện thời (ví dụ, khối của CU) để từ đó dự đoán các mẫu của khối hiện thời. 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 mã hóa các CTU và các CU theo thứ tự quét mảnh (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 hình ảnh, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa dữ liệu biểu diễn chế độ nào trong số các chế độ dự đoán liên hình ảnh có sẵn khác nhau được sử dụng, cũng như thông tin chuyển động cho chế độ tương ứng. Ví dụ, đối với dự đoán liên hình 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 khi dự đoán, chẳng hạn như dự đoán nội hình ảnh hoặc dự đoán liên hình 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 chênh lệch theo từng 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 phép 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 phép biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), biến đổi số nguyên, biến đổi sóng con, 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 phép biến đổi thứ hai tiếp theo phép biến đổi thứ nhất, chẳng hạn như biến đổi thứ hai không phân tách 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 phép biến đổi.

Như đã nêu ở trên, sau khi 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. Lượng tử hóa nói chung là 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 biến đổi, nhằm đạt được hiệu quả nén cao hơn. Bằng cách thực hiện quy trình lượng tử hóa, bộ mã hóa video 200 có thể giảm độ sâu bit liên quan đến một số hoặc tất cả các hệ số biến đổi. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể làm tròn giá trị n -bit xuống giá trị m -bit khi 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 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 được lượng tử hóa. Quy trình quét được thiết kế để đặt các hệ số biến đổi năng lượng cao hơn (và do đó tần số thấp hơn) ở phía trước của 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 lượng tử hóa để tạo ra vector xếp theo thứ tự, và sau đó mã hóa entropy các hệ số biến đổi lượng tử hóa của vector. Trong 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 video 200 cũng có thể mã hóa entropy các giá trị cho các phần tử cú pháp mô tả siêu dữ liệu liên quan đến dữ liệu video được 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 có thể còn tạo ra dữ liệu cú pháp, như dữ liệu cú pháp dựa trên khối, dữ liệu cú pháp dựa trên hình ảnh, và dữ liệu cú pháp dựa trên chuỗi, cho bộ giải mã video 300, ví dụ, trong tiêu đề hình ảnh, tiêu đề khối, tiêu đề lát, hoặc dữ liệu cú

pháp khác, như tập hợp tham số chuỗi (sequence parameter set - SPS), tập hợp tham số hình ảnh (picture parameter set - PPS), hoặc tập hợp tham 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 dòng bit bao gồm dữ liệu video được mã hóa, ví dụ, các phần 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 dòng bit và giải mã dữ liệu video được mã hóa.

Nói chung, bộ giải mã video 300 thực hiện quy trình nghịch đảo với quy trình được thực hiện bởi bộ mã hóa video 200 để giải mã dữ liệu video được mã hóa của dòng bit. Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể giải mã các giá trị cho các phần tử cú pháp của dòng bit bằng cách sử dụng kỹ thuật CABAC theo cách về cơ bản tương tự như, mặc dù nghịch đảo với, quy trình mã hóa CABAC của bộ mã hóa video 200. Các phần tử cú pháp có thể xác định thông tin phân chia để 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 phần 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 lượng tử hóa. Bộ giải mã video 300 có thể lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược các hệ số biến đổi 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 hình ảnh hoặc dự đoán liên hình ảnh) và thông tin dự đoán liên quan (ví dụ, thông tin chuyển động cho dự đoán liên hình 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 thành phần nhiễu trực quan dọc theo các biên của khối.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, phương pháp bao gồm bước xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP), xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh, và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, thiết bị bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong hệ mạch và được ghép nối truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP); xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập; dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh; và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính được mã hóa bằng các lệnh mà, khi được thực thi, khiến một hoặc nhiều bộ xử lý xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP), xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh, và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Theo các kỹ thuật của sáng chế thiết bị bao gồm phương tiện để xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP), phương tiện để xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, phương tiện để xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, và phương tiện để lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát, ít nhất một phương tiện để thực hiện phương pháp bất kỳ của sáng chế.

Nói chung, sáng chế có thể đề cập đến việc "báo hiệu" một số thông tin, như các phần tử cú pháp. Nói chung, thuật ngữ "báo hiệu" có thể chỉ việc truyền thông các giá trị cho các phần tử cú pháp và/hoặc dữ liệu khác được dùng để giải mã dữ liệu video được mã hóa. Tức là, bộ mã hóa video 200 có thể báo hiệu các giá trị cho các phần tử cú pháp trong dòng bit. Nói chung, việc báo hiệu đề cập đến việc tạo ra giá trị trong dòng bit. Như đã lưu ý ở trên, thiết bị nguồn 102 có thể truyền dòng 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 hồi sau.

Các Fig.2A và Fig.2B là các sơ đồ khái niệm minh họa một ví dụ về cấu trúc cây nhị phân tứ phân (QTBT) 130, và đơn vị cây mã hóa (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 (ví dụ, không phải nút lá) của cây nhị phân, một cờ được báo hiệu để chỉ báo kiểu tách nào (ví dụ, 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 quy trình tách cây tứ phân, không cần thiết biểu thị kiểu tách, vì các nút cây tứ phân tách 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 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 tham 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 tham 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 đơn vị 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 các nút này 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 độ 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 đơn vị mã hóa (coding unit - CU), đơn vị này được sử dụng để dự đoán (ví dụ, dự đoán nội hình ảnh hoặc dự đoán liên hình 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, thì nút lá cây tứ phân 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). Theo 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 độ sâu cây nhị phân bằng 0. Khi độ sâu cây nhị phân đạt đến MaxBTDepth (bằng 4, trong ví dụ này), thì không được phép tách tiếp nữa. Khi nút cây nhị phân có chiều rộng bằng MinBTSIZE (bằng 4, trong ví dụ này), việc này ngụ ý rằng không được phép tách theo chiều dọc nữa. Tương tự, nút cây nhị phân có chiều cao bằng MinBTSIZE ngụ ý rằng không được phép tách theo chiều ngang nữa cho 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 theo các kỹ thuật của VVC (ITU-T H.266, đang phát triển), và HEVC (ITU-T H.265). Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện bởi các thiết bị mã hóa video được tạo cấu hình theo các chuẩn lập mã video khác.

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

vị tái tạo 214, đơn vị lọc 216, bộ đệm hình ảnh giải mã (decoded picture buffer - DPB) 218, và đơn vị mã hóa entropy 220. Bộ phận bất kỳ hoặc tất cả bộ nhớ dữ liệu video 230, đơn vị chọn chế độ 202, đơn vị tạo dữ liệu dư 204, đơn vị xử lý biến đổi 206, đơn vị lượng tử hóa 208, đơn vị lượng tử hóa ngược 210, đơn vị xử lý biến đổi ngược 212, đơn vị tái tạo 214, đơn vị lọc 216, DPB 218, và đơn vị mã hóa entropy 220 có thể được triển khai trong một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc trong mạch xử lý. Ví dụ, các đơn vị của bộ mã hóa video 200 có thể được triển khai dưới dạng một hoặc nhiều mạch hoặc các phần tử logic dưới dạng một phần của mạch phần cứng, hoặc là một phần của bộ xử lý, ASIC, của FPGA. Hơn nữa, bộ mã hóa video 200 có thể bao gồm bộ xử lý hoặc bảng 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 video 104 (Fig.1). 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 DPB 218 có thể được tạo thành 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 kiểu 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 một số ví dụ, 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 khôi hiện thời cần được mã hóa). Bộ nhớ 106 trên Fig.1 có thể cũng cho phép lưu trữ tạm thời các dữ liệu kết xuất từ các đơn vị khác nhau của bộ mã hóa video 200.

Các đơn vị khác nhau Fig.3 được minh họa để giúp cho việc hiểu các thao tác thực hiện bởi bộ mã hóa video 200. Các đơn vị có thể được thực hiện dưới dạng 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 có chức năng cụ thể, và được thiết lập trước về 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 khác nhau, 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 nhận các tham số hoặc kết xuất các tham số), nhưng các loại hoạt động mà các mạch chức năng cố định thực hiện nói chung là không thể thay đổi. Trong một số ví dụ, một hoặc nhiều đơn vị có thể là các khối mạch riêng biệt (có 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 mã hóa video 200 có thể bao gồm đơn vị logic số học (arithmetic logic unit - ALU), đơn vị chức năng cơ bản (elementary function unit - EFU), mạch kỹ thuật số, mạch tương tự và/hoặc lõi có thể lập trình, được tạo thành từ các mạch lập trình được. Theo các ví dụ mà các hoạt động của bộ mã hóa video 200 được thực hiện nhờ sử dụng phần mềm được thực thi bởi mạch lập trình được, bộ nhớ 106 (Fig.1) có thể lưu trữ các lệnh (ví dụ, mã đối tượng) của phần mềm mà bộ mã hóa video 200 nhận được 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 đó.

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 hồi hình ảnh của dữ liệu video từ bộ nhớ dữ liệu video 230 và cung cấp dữ liệu video cho đơn vị tạo dữ liệu dư 204 và đơn vị 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.

Đơn vị chọn chế độ 202 bao gồm đơn vị ước lượng chuyển động 222, đơn vị bù chuyển động 224 và đơn vị dự đoán nội hình ảnh 226. Đơn vị chọn chế độ 202 có thể bao gồm các đơn vị chức năng bổ sung để thực hiện dự đoán video theo các chế độ dự đoán khác. Ví dụ, đơn vị chọn chế độ 202 có thể bao gồm đơn vị bảng màu, đơn vị sao chép nội khối (có thể là một phần của đơn vị ước lượng chuyển động 222 và/hoặc đơn

vị bù chuyển động 224), đơn vị afin, đơn vị mô hình tuyến tính (linear model - LM), hoặc tương tự.

Đơn vị 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 tỷ lệ độ méo (rate-distortion) thu được cho các tổ hợp như vậy. Các thông số mã hóa có thể bao gồm chia các CTU thành các CU, các chế độ dự đoán cho các CU, các kiểu biến đổi cho dữ liệu dư của các CU, các thông số lượng tử hóa cho dữ liệu dư của các CU, v.v.. Đơn vị chọn chế độ 202 có thể cuối cùng chọn tổ hợp của các thông số mã hóa có giá trị tỷ lệ độ méo tốt hơn các tổ hợp đã thử nghiệm khác.

Bộ mã hóa video 200 có thể phân chia hình ảnh được truy hồi từ bộ nhớ dữ liệu video 230 thành một loạt các CTU, và đóng gói một hoặc nhiều CTU trong lát. Đơn vị chọn chế độ 202 có thể phân 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, đơn vị chọn chế độ 202 cũng điều khiển các thành phần của chúng (ví dụ, đơn vị ước lượng chuyển động 222, đơn vị bù chuyển động 224, và đơn vị dự đoán nội hình 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 hình ảnh khối hiện thời, đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể thực hiện tìm kiếm chuyển động để xác định một hoặc nhiều khối tham chiếu phù hợp 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, đơn vị 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 difference - SSD), chênh lệch tuyệt đối trung bình (mean absolute difference - MAD), chênh lệch bình phương trung bình (mean squared difference - MSD), hoặc tương tự. Đơn vị ước lượng chuyển động 222 thường có thể thực hiện các tính toán này bằng cách sử dụng các chênh lệch theo từng mẫu giữa khối hiện thời và khối tham chiếu đang được xem xét. Đơn vị 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 phù hợp nhất với khối hiện thời.

Đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể tạo ra một hoặc nhiều vector chuyển động (motion vector - MV) để 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, đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể cung cấp các vector chuyển động cho đơn vị bù chuyển động 224. Ví dụ, đối với dự đoán liên hình ảnh một chiều, đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể cung cấp một vector chuyển động, trong khi đối với dự đoán liên hình ảnh hai chiều, đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể cung cấp hai vector chuyển động. Sau đó, đơn vị bù chuyển động 224 có thể tạo ra khối dự đoán bằng cách sử dụng các vector chuyển động. Ví dụ, đơn vị bù chuyển động 224 có thể truy hồi dữ liệu của khối tham chiếu bằng cách sử dụng vector chuyển động. Theo ví dụ khác, nếu vector chuyển động có độ chính xác mẫu phân số, thì đơn vị 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 hình ảnh hai chiều, đơn vị bù chuyển động 224 có thể truy hồi dữ liệu cho hai khối tham chiếu được xác định bởi các vector chuyển động tương ứng và kết hợp dữ liệu đã truy hồi, ví dụ, qua phép lấy trung bình từng mẫu hoặc lấy trung bình có trọng số.

Theo một ví dụ khác, đối với dự đoán nội hình ảnh hoặc lập mã dự đoán nội hình ảnh, đơn vị dự đoán nội hình 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 có định hướng, đơn vị dự đoán nội hình 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. Theo một ví dụ khác, đối với chế độ DC, đơn vị dự đoán nội hình ảnh 226 có thể tính toán 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.

Trong một số ví dụ, theo các kỹ thuật của sáng chế, đơn vị chọn chế độ 202 có thể xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là IRAP và xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập. Đơn vị chọn chế độ 202 có thể còn, dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh và/hoặc mã hóa hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Đơn vị chọn chế độ 202 cung cấp khối dự đoán cho đơn vị tạo dữ liệu dư 204. Đơn vị tạo dữ liệu dư 204 nhận phiên bản thô, chưa mã hóa của khối hiện thời từ bộ nhớ dữ liệu video 230 và khối dự đoán từ đơn vị chọn chế độ 202. Đơn vị tạo dữ liệu dư 204

tính toán các chênh lệch theo từng mẫu giữa khối hiện thời và khối dự đoán. Các chênh lệch theo từng mẫu thu được xác định khối dư cho khối hiện thời. Theo một số ví dụ, đơn vị tạo dữ liệu dư 204 cũng có thể xác định 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 phần dư (residual differential pulse code modulation - RDPCM). Theo một số ví dụ, đơn vị tạo dữ liệu dư 204 có thể được tạo bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mạch bộ trừ thực hiện phép trừ nhị phân.

Trong các ví dụ mà đơn vị chọn chế độ 202 phân chia các CU thành các PU, mỗi PU có thể được kết hợp với một đơn vị dự đoán độ chói và các đơn vị 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 nêu trên đây, kích thước của CU có thể được sử dụng để chỉ kích thước của khối mã hóa độ chói của CU và kích thước của PU có thể được sử dụng để chỉ kích thước của đơn vị 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 $N \times N$ để dự đoán nội hình 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 hình 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 hình ảnh.

Trong các ví dụ mà đơn vị chọn chế độ 202 không phân chia thêm CU thành các PU, mỗi CU có thể được kết hợp với một khối mã hóa độ chói và các khối mã hóa sắc độ tương ứng. Như nêu trên đây, kích thước của CU có thể là kích thước của khối mã hóa độ chói của CU. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 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 dữ liệu video khác, như lập mã chế độ sao chép nội khối, lập mã chế độ afin, và lập mã chế độ mô hình tuyến tính (linear model - LM), theo một số ví dụ, đơn vị chọn chế độ 202, qua các đơn vị tương ứng liên quan đến các kỹ thuật lập mã, tạo ra khối dự đoán cho khối hiện thời đang mã hóa. Theo một số ví dụ, như kỹ thuật lập mã chế độ bảng màu, đơn vị chọn chế độ 202 có thể không tạo ra khối dự đoán, và thay vào đó tạo ra các phần tử cú pháp biểu thị cách thức tái tạo khối dựa trên bảng màu đã chọn. Trong các chế độ như vậy, đơn vị chọn chế độ 202 có thể cung cấp các phần tử cú pháp này cho đơn vị mã hóa entropy 220 cần được mã hóa.

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

Đơn vị xử lý biến đổi 206 áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối dư để tạo ra khối gồm các hệ số biến đổi (ở đây được gọi là "khối hệ số biến đổi"). Đơn vị xử lý biến đổi 206 có thể áp dụng các phép biến đổi khác nhau cho khối dư để tạo ra khối hệ số biến đổi. Ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi 206 có thể áp dụng phép 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, đơn vị xử lý biến đổi 206 có thể thực hiện nhiều phép biến đổi cho khối dư, ví dụ, biến đổi sơ cấp và biến đổi thứ cấp, như biến đổi quay chẳng hạn. Trong một số ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi 206 không áp dụng các phép biến đổi cho khối biến đổi.

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

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

Đơn vị lọc 216 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động lọc trên các khối được tái tạo. Ví dụ, đơn vị lọc 216 có thể thực hiện các hoạt động tách khối để giảm các thành

phần lạ dạng khối dọc theo các rìa của CU. Theo một số ví dụ, các hoạt động của đơn vị lọc 216 có thể được bỏ qua.

Bộ mã hóa video 200 lưu trữ các khối được tái tạo vào DPB 218. Chẳng hạn, trong các ví dụ mà không cần đến các hoạt động của đơn vị lọc 216, đơn vị tái tạo 214 có thể lưu trữ các khối được tái tạo vào DPB 218. Trong các ví dụ mà cần đến các hoạt động của đơn vị lọc 216, đơn vị lọc 216 có thể lưu trữ các khối được tái tạo đã lọc vào DPB 218. Đơn vị ước lượng chuyển động 222 và đơn vị bù chuyển động 224 có thể truy hồi hình ảnh tham chiếu từ DPB 218, được tạo ra từ các khối được tái tạo (và có thể được lọc), để dự đoán liên hình ảnh các khối của các hình ảnh được mã hóa sau đó. Ngoài ra, đơn vị dự đoán nội hình ảnh 226 có thể sử dụng các khối tái tạo trong DPB 218 của hình ảnh hiện thời để dự đoán nội hình ảnh các khối khác trong hình ảnh hiện thời.

Nói chung, đơn vị 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, đơn vị mã hóa entropy 220 có thể mã hóa entropy các khối hệ số biến đổi lượng tử hóa từ đơn vị lượng tử hóa 208. Theo ví dụ khác, đơn vị 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 hình ảnh hoặc thông tin chế độ nội hình ảnh để dự đoán nội hình ảnh) từ đơn vị chọn chế độ 202. Đơn vị mã hóa entropy 220 có thể thực hiện một hoặc nhiều thao tác mã hóa entropy trên các phần tử cú pháp, đây là một ví dụ khác về dữ liệu video, để tạo ra dữ liệu được mã hóa entropy. Ví dụ, đơn vị mã hóa entropy 220 có thể thực hiện thao tác mã hóa có độ dài thay đổi thích ứng theo ngữ cảnh (context-adaptive variable length coding - CAVLC), thao tác CABAC, thao tác mã hóa có độ dài biến đổi đến biến đổi (variable-to-variable - V2V), thao tác mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding - SBAC), thao tác mã hóa entropy phân chia khoảng xác suất (Probability Interval Partitioning Entropy - PIPE), thao tác mã hóa hàm mũ- Golomb, hoặc một kiểu thao tác mã hóa entropy khác trên dữ liệu. Theo một số ví dụ, đơn vị 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 kết xuất dòng bit bao gồm các phần tử cú pháp mã hóa entropy cần thiết để tái tạo các khối của lát hoặc hình ảnh. Cụ thể, đơn vị mã hóa entropy 220 có thể kết xuất dòng 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 mã hóa độ chói và/hoặc các khối mã hóa sắc độ. Như được mô tả trên đây, trong 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 CU. Trong 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 mã hóa độ chói không cần được lặp lại đối với các khối mã hóa sắc độ. Ví dụ, các hoạt động để nhận dạng vectơ chuyển động (MV) và hình ảnh tham chiếu cho khối mã hóa độ chói không cần được lặp lại để nhận dạng MV và hình ảnh tham chiếu cho các khối sắc độ. Thay vào đó, MV cho khối mã hóa độ chói có thể được định tỷ lệ để xác định MV cho các khối sắc độ, và hình ảnh tham chiếu có thể giống nhau. Theo một ví dụ khác, quy trình dự đoán nội hình ảnh có thể giống nhau đối với khối mã hóa độ chói và các khối mã hóa sắc độ.

Bộ mã hóa video 200 là một ví dụ về thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video chứa bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong hệ mạch và được ghép nối truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP); xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập; dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh; và mã hóa hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã video làm ví dụ 300 có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.4 được đưa ra nhằm mục đích giải thích và không làm giới hạn các kỹ thuật như được minh họa và mô tả theo nghĩa rộng trong sáng chế. Với mục đích giải thích, sáng chế mô tả bộ giải mã video 300 theo các kỹ thuật VVC (ITU-T H.266, đang phát triển), và HEVC (ITU-T H.265). 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 chuẩn lập mã video khác.

Theo ví dụ trên Fig.4, bộ giải mã video 300 bao gồm bộ đệm hình ảnh mã hóa (coded picture buffer - CPB) 320, đơn vị giải mã entropy 302, đơn vị xử lý dự đoán 304, đơn vị lượng tử hóa ngược 306, đơn vị xử lý biến đổi ngược 308, đơn vị tái tạo 310, đơn vị lọc 312 và bộ đệm hình ảnh giải mã (decoded picture buffer - DPB) 314. Bất kỳ hoặc

tất cả trong số bộ nhớ CPB 320, đơn vị giải mã entropy 302, đơn vị xử lý dự đoán 304, đơn vị lượng tử hóa ngược 306, đơn vị xử lý biến đổi ngược 308, đơn vị tái tạo 310, đơn vị lọc 312 và DPB 314 có thể được triển khai trong một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc trong mạch xử lý. Ví dụ, các đơn vị của bộ giải mã video 300 có thể được triển khai dưới dạng một hoặc nhiều mạch hoặc các phần tử logic là một phần của mạch phân cứng, hoặc là một phần của bộ xử lý, ASIC, của FPGA. Hơn nữa, bộ giải mã video 300 có thể bao gồm bộ xử lý hoặc bảng mạch xử lý bổ sung hoặc thay thế để thực hiện các chức năng này và các chức năng khác.

Đơn vị xử lý dự đoán 304 bao gồm đơn vị bù chuyển động 316 và đơn vị dự đoán nội hình ảnh 318. Đơn vị xử lý dự đoán 304 có thể bao gồm các đơn vị bổ sung để thực hiện dự đoán theo các chế độ dự đoán khác. Ví dụ, đơn vị xử lý dự đoán 304 có thể bao gồm đơn vị bảng màu, đơn vị sao chép nội khối (có thể tạo thành một phần của đơn vị bù chuyển động 316), đơn vị afin, đơn vị mô hình tuyến tính (linear model - LM), hoặc tương tự. Trong các ví dụ khác, bộ giải mã video 300 có thể bao gồm nhiều hơn, ít hơn thành phần chức năng hoặc thành phần chức năng khác nhau.

Bộ nhớ CPB 320 có thể lưu trữ dữ liệu video, ví dụ như dòng bit dữ liệu video được mã hóa, cần được giải mã bởi các thành phần của bộ giải mã video 300. Dữ liệu video 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 dòng 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 đơn vị khác nhau của bộ giải mã video 300. DPB 314 thường lưu trữ các hình ảnh được giải mã mà bộ giải mã video 300 có thể kết xuất và/hoặc sử dụng làm dữ liệu video tham chiếu khi giải mã dữ liệu hoặc các hình ảnh tiếp theo của dòng bit video được mã hóa. Bộ nhớ CPB và DPB 314 có thể được tạo thành bởi thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị nhớ, như DRAM, SDRAM, MRAM, 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 nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng biệt. Trong các ví dụ khác nhau, bộ nhớ CPB 320 có thể nằm trên chip cùng với các thành phần khác của bộ giải mã video 300, hoặc không nằm trên chip so với các thành phần đó.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, theo một số ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể truy hồi dữ liệu video được lập mã từ bộ nhớ 120 (Fig.1). Tức là, bộ nhớ 120 có thể lưu trữ dữ liệu như mô tả ở trên với 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 triển khai trong phần mềm được thực thi bởi mạch xử lý của bộ giải mã video 300.

Các đơn vị khác nhau thể hiện trên Fig.4 được minh họa để giúp cho việc hiểu các thao tác thực hiện bởi bộ giải mã video 300. Các đơn vị có thể được triển khai 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 thiết lập 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 khác nhau, 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 nhận các tham số hoặc kết xuất các tham số), nhưng các loại hoạt động mà các mạch chức năng cố định thực hiện nói chung là không thể biến đổi. Trong một số ví dụ, một hoặc nhiều đơn vị có thể là các khối mạch riêng biệt (có 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 thành từ mạch có thể lập trình. Trong 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.

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

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

Đơn vị giải mã entropy 302 có thể giải mã entropy các phần tử cú pháp xác định hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa của khối hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa, cũng như thông tin biến đổi, như tham số lượng tử hóa (quantization parameter - QP) và/hoặc (các) chỉ báo chế độ biến đổi. Đơn vị lượng tử hóa ngược 306 có thể sử dụng QP gắn với khối hệ số biến đổi lượng tử hóa để xác định mức lượng tử hóa và, tương tự, mức lượng tử hóa ngược cho đơn vị lượng tử hóa ngược 306 để áp dụng. Ví dụ, đơn vị lượng tử hóa ngược 306 có thể thực hiện thao tác dịch trái từng bit để lượng tử hóa ngược các hệ số biến đổi lượng tử hóa. Do đó, đơn vị lượng tử hóa ngược 306 có thể tạo ra khối hệ số biến đổi bao gồm các hệ số biến đổi.

Sau khi đơn vị lượng tử hóa ngược 306 tạo ra khối hệ số biến đổi, đơn vị xử lý biến đổi ngược 308 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi ngược cho khối hệ số biến đổi để tạo ra khối dư liên quan đến khối hiện thời. Ví dụ, đơn vị 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.

Hơn nữa, đơn vị 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 đơn vị giải mã entropy 302. Ví dụ, nếu các phần tử cú pháp thông tin dự đoán chỉ báo rằng khối hiện thời được dự đoán liên hình ảnh, thì đơn vị 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 chỉ báo hình ảnh tham chiếu trong DPB 314 để truy hồi khối tham chiếu từ đó, 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. Đơn vị bù chuyển động 316 có thể thường thực hiện quy trình dự đoán liên hình ảnh theo cách thức về cơ bản tương tự như quy trình được mô tả liên quan đến đơn vị bù chuyển động 224 (Fig.3).

Trong một số ví dụ, theo các kỹ thuật của sáng chế, đơn vị xử lý dự đoán 304 có thể xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là IRAP và xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập. Đơn vị xử lý dự đoán 304 có thể còn, dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần

tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh và/hoặc mã hóa hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

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

Đơn vị tái tạo 310 có thể tái tạo khối hiện thời bằng cách sử dụng khối dự đoán và khối dư. Ví dụ, đơn vị 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.

Đơn vị lọc 312 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động lọc trên các khối được tái tạo. Ví dụ, đơn vị lọc 312 có thể thực hiện các hoạt động tách khối để giảm các thành phần lạ dạng khối dọc theo các rìa của khối được tái tạo. Các hoạt động của đơn vị 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 được tái tạo vào DPB 314. Ví dụ, trong các ví dụ mà không thực hiện hoạt động của đơn vị lọc 312, đơn vị tái tạo 310 có thể lưu trữ các khối được tái tạo vào DPB 314. Trong các ví dụ mà thực hiện các hoạt động của đơn vị lọc 312, đơn vị lọc 312 có thể lưu trữ các khối được tái tạo và lọc vào DPB 314. Như đã mô tả ở trên, DPB 314 có thể cung cấp thông tin tham chiếu cho đơn vị xử lý dự đoán 304, chẳng hạn như các mẫu của hình ảnh hiện thời để dự đoán nội hình ảnh và các hình ảnh đã được giải mã trước đó để bù chuyển động tiếp theo. Hơn nữa, bộ giải mã video 300 có thể xuất ra hình ảnh giải mã (ví dụ, video được giải mã) từ DPB để biểu 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 là 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 bộ xử lý được triển khai trong hệ mạch và được ghép nối truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP); xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập; dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác

định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh; và giải mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Như được đề cập ở trên, sáng chế mô tả các kỹ thuật để tiết kiệm băng thông báo hiệu bao gồm các kỹ thuật để không báo hiệu các phần tử cú pháp không cần thiết và để cho phép chia sẻ SPS giữa bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300. Ví dụ, Dự thảo VVC 8 mô tả SPS chứa các tham số bộ mã hóa-bộ giải mã mà bộ mã hóa video 200 có thể báo hiệu trong dòng bit và bộ giải mã video 300 có thể phân tích. SPS có thể bao gồm chỉ báo xem có phải dự đoán liên lớp được sử dụng và, một cách tùy chọn, bao gồm báo hiệu danh sách hình ảnh tham chiếu. Dưới đây là hai đoạn trích từ Dự thảo VVC 8:

inter_layer_ref_pics_present_flag bằng 0 cho biết không có ILRP [hình ảnh tham chiếu liên lớp] được sử dụng để dự đoán liên hình ảnh đối với hình ảnh được lập mã bất kỳ trong CLVS [chuỗi video lớp được lập mã]. **inter_layer_ref_pic_flag** bằng 1 cho biết các ILRP có thể được sử dụng để dự đoán liên hình ảnh đối với một hoặc nhiều hình ảnh được lập mã trong CLVS. Khi **sps_video_parameter_set_id** bằng 0, giá trị của **inter_layer_ref_pics_present_flag** được suy ra là bằng 0. Khi **vps_independent_layer_flag[GeneralLayerIdx[nuh_layer_id]]** bằng 1, giá trị của **inter_layer_ref_pics_present_flag** sẽ bằng 0.

inter_layer_ref_pic_flag[listIdx][rplsIdx][i] bằng 1 cho biết mục nhập thứ i trong cấu trúc cú pháp **ref_pic_list_struct(listIdx, rplsIdx)** là mục nhập ILRP. **inter_layer_ref_pic_flag[listIdx][rplsIdx][i]** bằng 0 cho biết mục nhập thứ i trong cấu trúc cú pháp **ref_pic_list_struct(listIdx, rplsIdx)** không phải là mục nhập ILRP. Khi không có mặt, giá trị của **inter_layer_ref_pic_flag[listIdx][rplsIdx][i]** được suy ra là bằng 0.

Bộ mã hóa video 200 có thể báo hiệu phần tử cú pháp chỉ báo xem có phải lớp là lớp độc lập trong tập hợp tham số video (VPS) và bộ giải mã video 300 có thể phân tích phần tử cú pháp. Dưới đây là đoạn trích từ Dự thảo VVC 8 liên quan đến phần tử cú pháp này.

vps_independent_layer_flag[i] bằng 1 cho biết lớp với chỉ số i không sử dụng dự đoán liên lớp. **vps_independent_layer_flag[i]** bằng 0 cho biết lớp với chỉ số i có thể sử dụng dự đoán liên lớp và phần tử cú pháp **vps_direct_ref_layer_flag[i][j]** cho j trong khoảng từ 0 đến i - 1, gồm cả 2 giá trị đầu nút, có mặt trong VPS. Khi không có mặt, giá trị **vps_independent_layer_flag[i]** được suy ra là bằng 1.

Trong dự thảo VVC 8, ngữ nghĩa của `inter_layer_ref_pics_present_flag` (được mô tả ở trên) bao gồm ràng buộc mà “khi `vps_independent_layer_flag[GeneralLayerIdx[nuh_layer_id]]` bằng 1, giá trị của `inter_layer_ref_pics_present_flag` sẽ bằng 0.” Do đó, theo Dự thảo VVC 8, khi bộ mã hóa video 200 không sử dụng dự đoán liên lớp cho lớp, ví dụ, lớp là độc lập, thì SPS của lớp này có `inter_layer_ref_pics_present_flag` bằng 0.

Ràng buộc này ngăn không cho bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 chia sẻ SPS giữa các lớp độc lập và phụ thuộc. Ví dụ, nếu có lớp độc lập và phụ thuộc trong CLVS, thì bộ mã hóa video 200 có thể báo hiệu hai SPS, mỗi SPS cho một lớp, thậm chí nếu chỉ có sự khác nhau giữa hai SPS là giá trị của `inter_layer_ref_pics_present_flag`. Tổng số lượng SPS có thể được báo hiệu trong chuỗi được giới hạn ở 16, vì vậy việc không cho phép chia sẻ SPS (như trường hợp trong Dự thảo VVC 8) có thể dẫn đến làm giảm số lượng lớp có thể được lập mã, cũng như làm tăng băng thông báo hiệu.

Sáng chế đề xuất các kỹ thuật mà có thể giải quyết các vấn đề nêu trên. Các kỹ thuật này có thể được sử dụng một cách độc lập hoặc kết hợp nào đó. Các ví dụ về kỹ thuật của sáng chế được cung cấp dưới đây dưới dạng các thay đổi trong Dự thảo VVC 8.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, ràng buộc `inter_layer_ref_pics_present_flag` sẽ bằng 0 đối với lớp độc lập có thể được loại bỏ. Các thay đổi được đề xuất trong Dự thảo VVC 8 được đánh dấu như sau: bắt đầu phần gạch bỏ được đánh dấu bằng `<DELETE>` và kết thúc phần gạch bỏ được đánh dấu bằng `</DELETE>`.

`inter_layer_ref_pics_present_flag` bằng 0 cho biết không có ILRP được sử dụng để dự đoán liên hình ảnh đối với hình ảnh được lập mã bất kỳ trong CLVS. `inter_layer_ref_pic_flag` bằng 1 cho biết ILRP có thể được sử dụng để dự đoán liên hình ảnh đối với một hoặc nhiều hình ảnh được lập mã trong CLVS. Khi `sps_video_parameter_set_id` bằng 0, giá trị của `inter_layer_ref_pics_present_flag` được suy ra là bằng 0. `<DELETE>` khi `vps_independent_layer_flag[GeneralLayerIdx[nuh_layer_id]]` bằng 1, giá trị của `inter_layer_ref_pics_present_flag` sẽ bằng 0. `</DELETE>`

Do lớp độc lập có thể không có dự đoán liên lớp, bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 có thể không thêm các hình ảnh tham chiếu liên lớp vào danh sách

hình ảnh tham chiếu thậm chí nếu sự có mặt của các hình ảnh này được chỉ báo bởi `inter_layer_ref_pics_present_flag` bằng 1 và các lớp tham chiếu, ví dụ, được báo hiệu trong SPS. Để tránh việc thêm các hình ảnh tham chiếu liên lớp vào danh sách hình ảnh tham chiếu đối với các lớp độc lập, bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 có thể kiểm tra điều kiện của lớp là độc lập hoặc không phụ thuộc trong quá trình suy ra danh sách hình ảnh tham chiếu, và chỉ thêm các hình ảnh tham chiếu liên lớp cho các lớp phụ thuộc.

Trong một ví dụ, điều kiện đó có thể là liệu `vps_independent_layer_flag[GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ]]` có bằng 0 hay không. Ví dụ, theo các kỹ thuật của sáng chế, các thay đổi đối với dự thảo VVC 8 được đánh dấu như sau: bắt đầu các thay đổi được đánh dấu bằng `<CHANGE>` và kết thúc các thay đổi được đánh dấu bằng `</CHANGE>`.

Các danh sách hình ảnh tham chiếu `RefPicList[ 0 ]` và `RefPicList[ 1 ]`, tỷ số điều chỉnh tỷ lệ hình ảnh tham chiếu `RefPicScale[ i ][ j ][ 0 ]` và `RefPicScale[ i ][ j ][ 1 ]`, và cờ điều chỉnh tỷ lệ hình ảnh tham chiếu `RprConstraintsActive[ 0 ][ j ]` và `RprConstraintsActive[ 1 ][ j ]` được suy ra như sau:

```
for( i = 0; i < 2; i++ ) {
    for( j = 0, k = 0, pocBase = PicOrderCntVal; j <
num_ref_entries[ i ][ RplsIdx[ i ] ]; j++ ) {
        if( !inter_layer_ref_pic_flag[ i ][ RplsIdx[ i ] ][ j ] ) {
            if( st_ref_pic_flag[ i ][ RplsIdx[ i ] ][ j ] ) {
                RefPicPocList[ i ][ j ] =
pocBase - DeltaPocValSt[ i ][ RplsIdx[ i ] ][ j ]
                if( there is a reference picture picA in the DPB with the same
nuh_layer_id as the current picture
                    and PicOrderCntVal equal to RefPicPocList[ i ][ j ] )
                    RefPicList[ i ][ j ] = picA
                else
                    RefPicList[ i ][ j ] = "no reference picture"
                pocBase = RefPicPocList[ i ][ j ]
            } else {
                if( !delta_poc_msb_cycle_lt[ i ][ k ] ) {
```

(203)

if(there is a reference picA in the DPB with the same nuh_layer_id
as the current picture and

PicOrderCntVal & (MaxPicOrderCntLsb - 1) equal to
PocLsbLt[i][k])

RefPicList[i][j] = picA

else

RefPicList[i][j] = "no reference picture"

RefPicLtPocList[i][j] = PocLsbLt[i][k]

} else {

if(there is a reference picA in the DPB with the same nuh_layer_id
as the current picture and

PicOrderCntVal equal to FullPocLt[i][k])

RefPicList[i][j] = picA

else

RefPicList[i][j] = "no reference picture"

RefPicLtPocList[i][j] = FullPocLt[i][k]

}

k++

}

} else <CHANGE> if(

!vps_independent_layer_flag[GeneralLayerIdx[nuh_layer_id]]) </CHANGE> {

layerIdx =

DirectRefLayerIdx[GeneralLayerIdx[nuh_layer_id]][ilrp_idx[i][RplsIdx][j]]

refPicLayerId = vps_layer_id[layerIdx]

if(there is a reference picture picA in the DPB with nuh_layer_id equal
to refPicLayerId and

the same PicOrderCntVal as the current picture)

RefPicList[i][j] = picA

else

RefPicList[i][j] = "no reference picture"

}

fRefWidth is set equal to PicOutputWidthL of the reference picture

RefPicList[i][j]

fRefHeight is set equal to PicOutputHeightL of the reference picture

RefPicList[i][j]

refPicWidth, refPicHeight, refScalingWinLeftOffset,
refScalingWinRightOffset, refScalingWinTopOffset,
and refScalingWinBottomOffset, are set equal to the values of
pic_width_in_luma_samples,
pic_height_in_luma_samples, scaling_win_left_offset,
scaling_win_right_offset,
scaling_win_top_offset, and scaling_win_bottom_offset, respectively, of
the reference picture

RefPicList[i][j]

```

RefPicScale[ i ][ j ][ 0 ] =
( ( fRefWidth << 14 ) + ( PicOutputWidthL >> 1 ) ) / PicOutputWidthL
RefPicScale[ i ][ j ][ 1 ] =
( ( fRefHeight << 14 ) + ( PicOutputHeightL >> 1 ) ) / PicOutputHeightL
RprConstraintsActive[ i ][ j ] = ( pic_width_in_luma_samples !=
refPicWidth ||
pic_height_in_luma_samples != refPicHeight ||
scaling_win_left_offset != refScalingWinLeftOffset ||
scaling_win_right_offset != refScalingWinRightOffset ||
scaling_win_top_offset != refScalingWinTopOffset ||
scaling_win_bottom_offset != refScalingWinBottomOffset )
}
}

```

Theo cách này, bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 có thể lần lượt báo hiệu hoặc phân tích, SPS dùng chung cho các lớp độc lập và phụ thuộc có cùng cấu trúc hình ảnh tham chiếu, nhưng chỉ thêm các hình ảnh tham chiếu liên lớp cho các lớp phụ thuộc. Ưu điểm của kỹ thuật này là SPS và các cấu trúc hình ảnh tham chiếu (ví dụ,

ref_pic_list_struct) có thể được chia sẻ qua các lớp độc lập và phụ thuộc, làm giảm phí tổn trong báo hiệu.

Bộ mã hóa video 200 có thể báo hiệu có điều kiện inter_layer_ref_pic_flag bên trong cấu trúc hình ảnh tham chiếu, dựa vào việc cấu trúc này có chứa các hình ảnh tham chiếu liên lớp hay không. inter_layer_ref_pic_flag có thể chỉ báo xem có phải hình ảnh tham chiếu là hình ảnh tham chiếu liên lớp. Trong dự thảo VVC 8, việc kiểm tra điều kiện này có thể được thực hiện dựa vào inter_layer_ref_pics_present_flag. Tuy nhiên, cùng cấu trúc hình ảnh tham chiếu dưới dạng một phần của SPS có thể được sử dụng đối với các lớp độc lập, theo các kỹ thuật của sáng chế. Để tránh bộ mã hóa video 200 báo hiệu cờ inter_layer_ref_pic_flag là bằng 0 (chỉ báo rằng hình ảnh tham chiếu không phải là hình ảnh tham chiếu liên lớp), các kỹ thuật của sáng chế có thể thay thế sự kiểm tra điều kiện trong Dự thảo VVC 8 với việc kiểm tra xem lớp là lớp độc lập hay không phải lớp độc lập.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể thêm đối số bổ sung interLayerRefPicsPresentFlag vào ref_pic_list_struct để chỉ báo xem có phải cấu trúc danh sách hình ảnh tham chiếu chứa các hình ảnh tham chiếu liên lớp. Trong ví dụ dưới đây, bắt đầu thay đổi được đánh dấu <CHANGE>, kết thúc thay đổi được đánh dấu </CHANGE>, bắt đầu phần gạch bỏ được đánh dấu <DELETE> và kết thúc phần gạch bỏ được đánh dấu </DELETE>.

ref_pic_list_struct(listIdx, rplsIdx <CHANGE>,	Ký hiệu
interLayerRefPicsPresentFlag </CHANGE>) {	mô tả
num_ref_entries [listIdx][rplsIdx]	ue(v)
if(long_term_ref_pics_flag)	
ltrp_in_header_flag [listIdx][rplsIdx]	u(1)
for(i = 0, j = 0; i < num_ref_entries[listIdx][rplsIdx]; i++) {	
<CHANGE>if(interLayerRefPicsPresentFlag </CHANGE> <DELETE> inter_layer_ref_pics_present_flag</DELETE> <CHANGE>) </CHANGE>	
inter_layer_ref_pic_flag [listIdx][rplsIdx][i]	u(1)
if(!inter_layer_ref_pic_flag[listIdx][rplsIdx][i]) {	

if(long_term_ref_pics_flag)	
st_ref_pic_flag [listIdx][rplsIdx][i]	u(1)
if(st_ref_pic_flag[listIdx][rplsIdx][i]) {	
abs_delta_poc_st [listIdx][rplsIdx][i]	ue(v)
if(AbsDeltaPocSt[listIdx][rplsIdx][i] > 0)	
strp_entry_sign_flag [listIdx][rplsIdx][i]	u(1)
} else if(!ltp_in_header_flag[listIdx][rplsIdx])	
rpls_poc_lsb_lt [listIdx][rplsIdx][j++]	u(v)
} else	
ilrp_idx [listIdx][rplsIdx][i]	ue(v)
}	
}	

Khi bộ mã hóa video 200 báo hiệu ref_pic_list_struct trong SPS, bộ mã hóa video 200 có thể thiết lập đối số bổ sung bằng chỉ báo xem có phải SPS chứa các hình ảnh tham chiếu liên lớp. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể thiết lập đối số bổ sung bằng inter_layer_ref_pics_present_flag. Trong một ví dụ, được thể hiện dưới đây, bắt đầu các thay đổi cho Dự thảo VVC 8 được đánh dấu bằng <CHANGE> và kết thúc các thay đổi được đánh dấu bằng </CHANGE>.

seq_parameter_set_rbsp() {	Ký hiệu mô tả
...	u(4)
inter_layer_ref_pics_present_flag	u(1)
sps_idr_rpl_present_flag	u(1)
rpl1_same_as_rpl0_flag	u(1)
for(i = 0; i < !rpl1_same_as_rpl0_flag ? 2 : 1; i++) {	
num_ref_pic_lists_in_sps [i]	ue(v)
for(j = 0; j < num_ref_pic_lists_in_sps[i]; j++)	
ref_pic_list_struct(i, j, <CHANGE> inter_layer_ref_pics_present_flag </CHANGE>)	
}	

...	
}	

Khi bộ mã hóa video 200 báo hiệu danh sách hình ảnh tham chiếu `ref_pic_lists` trong hình ảnh hoặc phần đầu lát, bộ mã hóa video 200 có thể thiết lập đối số bổ sung `interLayerRefPicsPresentFlag` bằng `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]`, như được thể hiện dưới đây. Bắt đầu các thay đổi cho Dự thảo VVC 8 được đánh dấu bằng `<CHANGE>` và kết thúc các thay đổi được đánh dấu bằng `</CHANGE>`.

<code>ref_pic_lists() {</code>	Ký hiệu mô tả
<code>for(i = 0; i < 2; i++) {</code>	
<code>if(num_ref_pic_lists_in_sps[i] > 0 && (i == 0 (i == 1 && rpl1_idx_present_flag)))</code>	
<code>rpl_sps_flag[i]</code>	u(1)
<code>if(rpl_sps_flag[i]) {</code>	
<code>if(num_ref_pic_lists_in_sps[i] > 1 && (i == 0 (i == 1 && rpl1_idx_present_flag)))</code>	
<code>rpl_idx[i]</code>	u(v)
<code>} else</code>	
<code>ref_pic_list_struct(i, num_ref_pic_lists_in_sps[i], <CHANGE> vps_independent_layer_flag[GeneralLayerIdx[nuh_layer_id]] < </CHANGE>)</code>	
<code>for(j = 0; j < NumLtrpEntries[i][RplIdx[i]]; j++) {</code>	
<code>if(ltrp_in_header_flag[i][RplIdx[i]])</code>	
<code>poc_lsb_lt[i][j]</code>	u(v)
<code>delta_poc_msb_present_flag[i][j]</code>	u(1)
<code>if(delta_poc_msb_present_flag[i][j])</code>	

delta_poc_msb_cycle_lt[i][j]	ue(v)
}	
}	
}	

Ràng buộc đối với kiểu lát được thảo luận ở đây. Trong dự thảo VVC 8, khi lớp là lớp độc lập, có ràng buộc là khi loại đơn vị lớp trừu tượng mạng (NAL) là làm mới bộ giải mã tức thời (IDR) hoặc truy cập ngẫu nhiên sạch (CRA), kiểu lát sẽ là lát I. Dự thảo VVC 8 diễn tả ràng buộc này như sau:

Khi `nal_unit_type` nằm trong khoảng từ `IDR_W_RADL` đến `CRA_NUT`, bao gồm hai giá trị đầu nút, và `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]` bằng 1, `slice_type` sẽ bằng 2.

Tuy nhiên, có cờ trong phần đầu hình ảnh, `ph_inter_slice_allowed_flag`, mà chỉ báo sự có mặt của các phần tử cú pháp tương quan với nhau, hoặc theo cách khác, xem kiểu lát có thể là lát P hay lát B. Cờ này không phải là ràng buộc đối với các trường hợp khi các kiểu đơn vị NAL là IDR hoặc CRA trong hình ảnh cho lớp độc lập. Đoạn trích của Dự thảo VVC 8 được thể hiện dưới đây:

`ph_inter_slice_allowed_flag` bằng 0 cho biết tất cả các lát được lập mã của hình ảnh có `slice_type` bằng 2. **`ph_inter_slice_allowed_flag`** bằng 1 cho biết có thể có hoặc có thể không có một hoặc nhiều lát được lập mã trong hình ảnh có `slice_type` bằng 0 hoặc 1.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, có thể thêm ràng buộc là nếu hình ảnh là IDR hoặc CRA thì `ph_inter_slice_allowed_flag` có thể bằng 0 đối với các lớp độc lập. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể thiết lập `ph_inter_slice_allowed_flag` bằng 0 đối với các lớp độc lập trong hình ảnh IDR hoặc CRA.

Trong một ví dụ, điều kiện để kiểm tra xem có phải lớp là lớp độc lập hay không, ví dụ, giá trị của `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]` bằng 1, có thể được sử dụng. Theo cách khác, nếu bộ mã hóa video 200 thiết lập `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]` bằng 1, lớp có thể là lớp độc lập và bộ giải mã video 300 có thể xác định xem có phải lớp là lớp độc lập bằng cách phân tích `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]`.

Trong một ví dụ, để xác định xem có phải hình ảnh là hình ảnh IDR hoặc CRA, bộ giải mã video 300 có thể xác định xem có phải giá trị của hình ảnh `gdr_or_irap_pic_flag` được báo hiệu trong phần đầu hình ảnh bởi bộ mã hóa video 200 là bằng 1. Hình ảnh GDR là hình ảnh làm mới giải mã từng bước và IRAP là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh. Ngoài ra, bộ giải mã video 300 có thể xác định xem có phải giá trị của hình ảnh cờ GDR `gdr_pic_flag` là bằng 0.

ph_inter_slice_allowed_flag bằng 0 cho biết tất cả các lát được lập mã của hình ảnh có `slice_type` bằng 2. **ph_inter_slice_allowed_flag** bằng 1 cho biết rằng có thể có hoặc có thể không có một hoặc nhiều lát được lập mã trong hình ảnh có `slice_type` bằng 0 hoặc 1.

gdr_or_irap_pic_flag bằng 1 cho biết rằng hình ảnh hiện thời là hình ảnh GDR hoặc IRAP. **gdr_or_irap_pic_flag** bằng 0 cho biết hình ảnh hiện thời có thể có hoặc có thể không có hình ảnh GDR hoặc IRAP.

gdr_pic_flag bằng 1 cho biết hình ảnh kết hợp với PH là hình ảnh GDR. **gdr_pic_flag** bằng 0 cho biết hình ảnh kết hợp với PH không phải là hình ảnh GDR. Khi không có mặt, giá trị của `gdr_pic_flag` được suy ra là bằng 0. Khi `gdr_enabled_flag` bằng 0, giá trị của `gdr_pic_flag` sẽ bằng 0.

Trong một ví dụ, ràng buộc có thể được diễn đạt như sau, với các thay đổi cho Dự thảo VVC 8 bắt đầu bằng `<CHANGE>` và kết thúc bằng `</CHANGE>`:

`<CHANGE>` khi `gdr_or_irap_pic_flag` bằng 1, và `gdr_pic_flag` bằng 0, và `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]` bằng 1, **ph_inter_slice_allowed_flag** sẽ bằng 0. `</CHANGE>`

Trong một ví dụ khác, theo các kỹ thuật của sáng chế, báo hiệu **ph_inter_slice_allowed_flag** có thể có điều kiện sao cho bộ mã hóa video 200 có thể không báo hiệu **ph_inter_slice_allowed_flag** cho các hình ảnh IDR và CRA đối với các lớp độc lập, ví dụ, báo hiệu có thể có điều kiện trên các phần tử cú pháp `gdr_or_irap_pic_flag`, `gdr_pic_flag`, và `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]`.

Trong một ví dụ, điều kiện có thể được biểu diễn như sau với các thay đổi đối với Dự thảo VVC 8 bắt đầu bằng `<CHANGE>` và kết thúc bằng `</CHANGE>`:

picture_header_structure() {	Ký hiệu mô tả
gdr_or_irap_pic_flag	u(1)
if(gdr_or_irap_pic_flag)	
gdr_pic_flag	u(1)
<CHANGE> if(!gdr_or_irap_pic_flag gdr_pic_flag !vps_independent_layer_flag[GeneralLayerIdx[nuh_layer_id]]) </CHANGE>	
ph_inter_slice_allowed_flag	u(1)
if(ph_inter_slice_allowed_flag)	
ph_intra_slice_allowed_flag	u(1)

Trong một số ví dụ, quy tắc suy luận có thể được thêm vào `ph_inter_slice_allowed_flag` đó là khi `ph_inter_slice_allowed_flag` không có mặt, bộ giải mã video 300 có thể suy ra giá trị của `ph_inter_slice_allowed_flag` bằng 0.

Fig.5 là lưu đồ minh họa các kỹ thuật báo hiệu làm ví dụ của sáng chế. Bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là IRAP (330). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện nhiều lượt mã hóa để kiểm tra các kết hợp khác nhau của các tham số bộ mã hóa và có thể xác định mã hóa hình ảnh là IRAP. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ hai (ví dụ, `gdr_or_irap_pic_flag`) chỉ báo về việc hình ảnh là một trong số hình ảnh GDR hoặc IRAP, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ ba (ví dụ, `gdr_pic_flag`) chỉ báo về việc hình ảnh không phải là hình ảnh GDR, và báo hiệu phần tử cú pháp thứ hai và phần tử cú pháp thứ ba trong dòng bit. Ví dụ, bộ giải mã video 300, có thể, là một phần của việc xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là IRAP, xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ hai (ví dụ, `gdr_or_irap_pic_flag`) chỉ báo hình ảnh là một trong số hình ảnh GDR làm mới giải mã từng bước hoặc IRAP, và xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ ba (ví dụ, `gdr_pic_flag`) chỉ báo hình ảnh không phải là hình ảnh GDR để xác định xem có phải hình ảnh được mã hóa dưới dạng IRAP. Ví dụ, khi giá trị của `gdr_or_irap_pic_flag`

bằng 1 và giá trị của `gdr_pic_flag` bằng 0, bộ giải mã video 300 có thể xác định là hình ảnh được mã hóa dưới dạng IRAP.

Bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập (332). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện nhiều lượt mã hóa để kiểm tra các kết hợp khác nhau của các tham số bộ mã hóa và có thể xác định là mã hóa hình ảnh với tất cả các lớp là độc lập. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo xem có phải tất cả các lớp là độc lập (ví dụ, `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]`) và báo hiệu phần tử cú pháp thứ tư trong dòng bit. Trong một số ví dụ, là một phần của việc xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, bộ giải mã video 300 có thể xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập. Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể phân tích phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh được mã hóa là độc lập (ví dụ, `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]`) để xác định xem có phải tất cả các lớp là độc lập. Ví dụ, khi `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]` bằng 1, bộ giải mã video 300 có thể xác định tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập.

Dựa vào hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh (334). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo xem có phải dự đoán liên lát (ví dụ, một lát được dự đoán nhờ sử dụng một lát khác) được cho phép (ví dụ, `ph_inter_slice_allowed_flag`) và, trong một số ví dụ, báo hiệu phần tử cú pháp thứ nhất (ví dụ, `ph_inter_slice_allowed_flag`) dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể không báo hiệu phần tử cú pháp thứ nhất trong dòng bit. Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể phân tích phần tử cú pháp thứ nhất (ví dụ, `ph_inter_slice_allowed_flag`) để xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất (ví dụ, `ph_inter_slice_allowed_flag`) chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh. Trong một ví dụ khác, là một phần của việc xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất, bộ giải mã video 300 có thể suy ra giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất. Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể suy ra giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo xem có phải dự đoán liên lát được cho phép dựa vào việc hình

ảnh là IRAP và tất cả các lớp trong hình ảnh là độc lập khi bộ mã hóa video 200 không báo hiệu phần tử cú pháp thứ nhất. Bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 có thể lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát (336). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 có thể không sử dụng dự đoán liên lát cho hình ảnh.

Trong một số ví dụ, phần tử cú pháp thứ nhất nằm trong phần đầu hình ảnh. Trong một số ví dụ, IRAP là hình ảnh IDR hoặc hình ảnh CRA. Trong một số ví dụ, phần tử cú pháp thứ tư nằm trong VPS.

Fig.6 là lưu đồ minh họa một 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.6.

Trong ví dụ này, bộ mã hóa video 200 ban đầu dự đoán khối hiện thời (350). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể tạo khối dự đoán cho khối hiện thời. Ví dụ, trong quá trình tạo ra các khối dự đoán, bộ mã hóa video 200 có thể xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là IRAP và xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập. Bộ mã hóa video 200 có thể còn, dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh và/hoặc mã hóa hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát. 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, chưa mã hóa và khối dự đoán cho khối hiện thời. Bộ mã hóa video 200 sau đó có thể biến đổi khối dư và lượng tử hóa các hệ số biến đổi của khối dư (354). 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 biến đổi (358). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa các hệ số biến đổi bằng cách sử dụng CAVLC hoặc CABAC. Sau đó, bộ mã hóa video 200 có thể kết xuất dữ liệu được mã hóa entropy của khối (360).

Fig.7 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), cần hiểu rằng các thiết bị khác có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp giống với phương pháp trên Fig.7.

Bộ giải mã video 300 có thể nhận dữ liệu được mã hóa entropy cho khối hiện thời, chẳng hạn như thông tin dự đoán được mã hóa entropy và dữ liệu được mã hóa entropy cho các hệ số biến đổi của khối dư tương ứng với khối hiện thời (370). Bộ giải mã video 300 có thể giải mã entropy dữ liệu được mã hóa entropy để xác định thông tin dự đoán cho khối hiện thời và để tái tạo các hệ số biến đổi 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 hình ảnh hoặc liên hình ảnh như được chỉ báo bởi thông tin dự đoán cho khối hiện thời, để tính toán khối dự đoán cho khối hiện thời. Ví dụ, trong quá trình dự đoán các khối, bộ giải mã video 300 có thể xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là IRAP và xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập. Bộ giải mã video 300 có thể còn, dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh và/hoặc giải mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể quét ngược các hệ số biến đổi được tái tạo (376), để tạo ra khối hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược các hệ số biến đổi để tạo ra khối dư (378). 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).

Sáng chế bao gồm các ví dụ sau.

Mục 1A. Phương pháp lập mã dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước: xác định xem có phải lớp dữ liệu video thứ nhất là lớp phụ thuộc; xác định xem có phải lớp dữ liệu video thứ hai là lớp phụ thuộc; xác định tập hợp tham số chuỗi (SPS); và lập mã lớp thứ nhất và lớp thứ hai dựa vào SPS,

trong đó một trong số lớp thứ nhất hoặc lớp thứ hai là lớp độc lập và một trong số lớp thứ nhất hoặc lớp thứ hai là lớp phụ thuộc.

Mục 2A. Phương pháp theo mục 1A, phương pháp này còn bao gồm việc không thêm hình ảnh tham chiếu liên lớp vào danh sách hình ảnh tham chiếu cho lớp độc lập.

Mục 3A. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1A đến 2A, phương pháp này còn bao gồm việc thêm hình ảnh tham chiếu liên lớp vào danh sách hình ảnh tham chiếu cho lớp phụ thuộc.

Mục 4A. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1A đến 3A, trong đó việc xác định xem có phải lớp dữ liệu video thứ nhất là lớp phụ thuộc bao gồm xác định xem có phải `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]` bằng 0.

Mục 5A. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1A đến 4A, trong đó việc xác định SPS bao gồm thiết lập `inter_layer_ref_pics_present_flag` bằng 1.

Mục 6A. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1A đến 5A, phương pháp này còn bao gồm việc thêm cờ vào `ref_pic_list_struct`, cờ này chỉ báo xem có phải cấu trúc danh sách hình ảnh tham chiếu chứa các hình ảnh tham chiếu liên lớp.

Mục 7A. Phương pháp theo mục 6A, trong đó cờ là `inter_layer_ref_pics_present_flag`.

Mục 8A. Phương pháp theo mục 6A, phương pháp này còn bao gồm bước: xác định xem có phải danh sách hình ảnh tham chiếu được báo hiệu trong hình ảnh hoặc phần đầu lát; và thiết lập cờ bằng `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]`, dựa vào danh sách hình ảnh tham chiếu được báo hiệu trong hình ảnh hoặc phần đầu lát.

Mục 9A. Phương pháp lập mã dữ liệu video, phương pháp bao gồm các bước: xác định xem có phải lớp dữ liệu video là độc lập; xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh làm mới bộ giải mã tức thời (IDR) hoặc truy cập ngẫu nhiên sạch (CRA); thiết lập `ph_inter_slice_allowed_flag` bằng 0 dựa vào việc lớp là độc lập và hình ảnh là hình ảnh IDR hoặc hình ảnh CRA; và

lập mã dữ liệu video dựa vào `ph_inter_slice_allowed_flag`.

Mục 10A. Phương pháp theo mục 9A, trong đó việc xác định xem có phải lớp dữ liệu video là độc lập bao gồm xác định xem có phải `vps_independent_layer_flag[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] ]` bằng 1.

Mục 11A. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 9A đến 10A, trong đó việc xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh IDR hoặc hình ảnh CRA bao gồm xác định xem có phải `gdr_or_irap_pic_flag` bằng 1 và `gdr_pic_flag` bằng 0.

Mục 12A. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 9A đến 11A, trong đó dựa vào việc lớp dữ liệu video là độc lập và hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh IDR hoặc hình ảnh CRA, `ph_inter_slice_allowed_flag` không được báo hiệu trong dòng bit.

Mục 13A. Phương pháp theo mục 12A, phương pháp này còn bao gồm suy ra `ph_inter_slice_allowed_flag` bằng 0 khi không được báo hiệu trong dòng bit.

Mục 14A. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1A đến 13A, trong đó lập mã bao gồm giải mã.

Mục 15A. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1A đến 13A, trong đó lập mã bao gồm mã hóa.

Mục 16A. Thiết bị lập mã dữ liệu video, thiết bị này bao gồm một hoặc nhiều phương tiện để thực hiện phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1A đến 15A.

Mục 17A. Thiết bị theo mục 16A, trong đó một hoặc nhiều phương tiện bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong hệ mạch.

Mục 18A. Thiết bị theo mục bất kỳ trong số các mục từ 16A đến 17A, thiết bị này còn bao gồm bộ nhớ để lưu trữ dữ liệu video.

Mục 19A. Thiết bị theo mục bất kỳ trong số các mục từ 16A đến 18A, trong đó thiết bị này còn bao gồm màn hình được tạo cấu hình để hiển thị dữ liệu video được giải mã.

Mục 20A. Thiết bị theo mục bất kỳ trong số các mục từ 16A đến 19A, trong đó thiết bị này bao gồm một hoặc nhiều trong số máy ảnh, máy tính, thiết bị di động, thiết bị thu phát quảng bá, hoặc đầu thu giải mã tín hiệu.

Mục 21A. Thiết bị theo mục bất kỳ trong số các mục từ 16A đến 20A, trong đó thiết bị bao gồm bộ giải mã video.

Mục 22A. Thiết bị theo mục bất kỳ trong số các mục từ 16A đến 21A, trong đó thiết bị bao gồm bộ mã hóa video.

Mục 23A. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ trên đó các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1A đến 13A.

Mục 24A. Thiết bị mã hóa dữ liệu video, thiết bị bao gồm: phương tiện để xác định xem có phải lớp dữ liệu video thứ nhất là lớp phụ thuộc; phương tiện để xác định xem có phải lớp dữ liệu video thứ hai là lớp phụ thuộc; phương tiện để xác định tập hợp tham số chuỗi (SPS); và phương tiện để lập mã lớp thứ nhất và lớp thứ hai dựa vào SPS, trong đó một trong số lớp thứ nhất hoặc lớp thứ hai là lớp độc lập và một trong số lớp thứ nhất hoặc lớp thứ hai là lớp phụ thuộc.

Mục 25A. Thiết bị mã hóa dữ liệu video, thiết bị bao gồm: phương tiện để xác định xem có phải lớp dữ liệu video là độc lập; phương tiện để xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh làm mới bộ giải mã tức thời (IDR) hoặc truy cập ngẫu nhiên sạch (CRA); phương tiện để thiết lập `ph_inter_slice_allowed_flag` bằng 0 dựa vào việc lớp là độc lập và hình ảnh là hình ảnh IDR hoặc hình ảnh CRA; và phương tiện để lập mã dữ liệu video dựa vào `ph_inter_slice_allowed_flag`.

Mục 1B. Phương pháp lập mã dữ liệu video, phương pháp bao gồm các bước: xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP); xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập; dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh; và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Mục 2B. Phương pháp theo mục 1B, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất nằm trong phần đầu hình ảnh.

Mục 3B. Phương pháp theo mục 1B hoặc 2B, trong đó IRAP là hình ảnh làm mới bộ giải mã tức thời (IDR) hoặc hình ảnh truy cập ngẫu nhiên sạch (CRA).

Mục 4B. Phương pháp theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 1B đến 3B, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó việc xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là IRAP bao gồm: xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo hình ảnh là một trong số hình ảnh làm mới giải mã từng bước (GDR) hoặc hình ảnh truy cập ngẫu nhiên tức thời (IRAP); và xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo hình ảnh không phải là hình ảnh GDR.

Mục 5B. Phương pháp theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 1B đến 4B, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó việc xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập bao gồm: xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập.

Mục 6B. Phương pháp theo mục 5B, trong đó phần tử cú pháp thứ tư nằm trong tập hợp tham số video.

Mục 7B. Phương pháp theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 1B đến 6B, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó việc xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất bao gồm suy ra giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất.

Mục 8B. Phương pháp theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 1B đến 3B, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó phương pháp còn bao gồm các bước: xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo về việc hình ảnh là một trong số hình ảnh làm mới giải mã từng bước (GDR) hoặc IRAP; xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo về việc hình ảnh không phải là hình ảnh GDR; và báo hiệu phần tử cú pháp thứ hai và phần tử cú pháp thứ ba trong dòng bit.

Mục 9B. Phương pháp theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 1B đến 3B và 8B, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó phương pháp còn bao gồm các bước: xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo tất cả các lớp là độc lập; và báo hiệu phần tử cú pháp thứ tư trong dòng bit.

Mục 10B. Phương pháp theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 1B đến 3B và từ 8B đến 9B, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó phương pháp còn bao gồm bước: không báo hiệu phần tử cú pháp thứ nhất trong dòng bit.

Mục 11B. Thiết bị lập mã dữ liệu video, thiết bị bao gồm: bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trong hệ mạch và được ghép nối truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP); xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập; dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh; và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Mục 12B. Thiết bị theo mục 11B, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất nằm trong phần đầu hình ảnh.

Mục 13B. Thiết bị theo mục 11B hoặc 12B, trong đó IRAP là hình ảnh làm mới bộ giải mã tức thời (IDR) hoặc hình ảnh truy cập ngẫu nhiên sạch (CRA).

Mục 14B. Thiết bị theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 11B đến 13B, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó là một phần của việc xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là IRAP, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo hình ảnh là một trong số hình ảnh làm mới giải mã từng bước (GDR) hoặc IRAP; và xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo hình ảnh không phải là hình ảnh GDR.

Mục 15B. Thiết bị theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 11B đến 14B, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó là một phần của việc xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập.

Mục 16B. Thiết bị theo mục 15B, trong đó phần tử cú pháp thứ tư nằm trong tập hợp tham số video.

Mục 17B. Thiết bị theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 11B đến 16B, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó là một phần của việc xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để suy ra giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất.

Mục 18B. Thiết bị theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 11B đến 13B, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo về việc hình ảnh là một trong số hình ảnh làm mới giải mã từng bước (GDR) hoặc IRAP; xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo về việc hình ảnh không phải là hình ảnh GDR; và báo hiệu phần tử cú pháp thứ hai và phần tử cú pháp thứ ba trong dòng bit.

Mục 19B. Thiết bị theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 11B đến 13B và 18B, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó một trong số nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo tất cả các lớp là độc lập; và báo hiệu phần tử cú pháp thứ tư trong dòng bit.

Mục 20B. Thiết bị theo kết hợp bất kỳ của các mục từ 11B đến 13B và từ 18B đến 19B, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: không báo hiệu phần tử cú pháp thứ nhất trong dòng bit.

Mục 21B. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính bao gồm các lệnh, mà khi được thực thi, khiến một hoặc nhiều bộ xử lý: xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP); xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập; dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh; và lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

Mục 22B. Thiết bị lập mã dữ liệu video, thiết bị bao gồm: phương tiện để xác định xem có phải hình ảnh của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình

ảnh (IRAP); phương tiện để xác định xem có phải tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập; phương tiện để xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh dựa vào việc hình ảnh là IRAP và tất cả các lớp của hình ảnh là độc lập; và phương tiện để lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát.

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 bổ sung, hợp nhất hoặc được loại bỏ hoàn toàn (ví dụ, không phải tất cả các hành động hoặc sự kiện được mô tả đều cần thiết cho việc thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế). Ngoài ra, trong một số ví dụ, các hành động hoặc sự kiện có thể được thực hiện đồng thời, ví dụ, thông qua quy trình xử lý đa khâu chuỗi, quy trình xử lý gián đoạn, 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 triển khai trong phần cứng, phần mềm, firmware, hoặc mọi dạng kết hợp của chúng. Nếu được triển khai trong phần mềm, các chức năng có thể được lưu trữ trên hoặc truyền qua dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên phương tiện đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi đơn vị xử lý dựa trên 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 tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ hữu hình, bất biến đọc được bằng máy tính 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 hồi các lệnh, mã và/hoặc các cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế. Sản phẩm 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 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM hoặc ổ đĩa quang khác, ổ đĩa từ, hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ flash, hoặc phương tiện khác bất kỳ có thể được sử dụng 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, mọi dạng kết nối được gọi một cách thích hợp 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 (Digital Subscriber Line - DSL), 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 lưu trữ 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, mà thay vào đó đề cập 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 (Digital Versatile Disc - DVD), 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. Sự kết hợp của các loại trên cũng nên được bao gồm trong phạm vi của 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 theo trường (field programmable gate array- FPGA), hoặc hệ mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Do vậy, thuật ngữ “bộ xử lý” và “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 loại cơ cấu hoặc thiết bị khác nhau, bao gồm máy cầm tay không dây, mạch tích hợp (integrated circuit - IC) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Các thành phần, module hoặc đơn vị khác nhau 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 đơn vị phần cứng khác nhau. Thay vào đó, như được mô tả trên đây, các đơn vị khác nhau có thể được kết hợp trong đơn vị phần cứng bộ mã hóa-giải mã hoặc được

tạo ra bởi tập hợp các đơn vị phần cứng liên kết hoạt động, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như được mô tả trên đây, kết hợp với phần mềm và/hoặc firmware thích hợp.

Một số ví dụ 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 lập mã dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước:

xác định tập hợp tham số chuỗi (sequence parameter set - SPS) cho chuỗi dữ liệu video bao gồm hình ảnh thứ nhất của dữ liệu video và hình ảnh thứ hai của dữ liệu video, SPS được dùng chung bởi hình ảnh thứ nhất và hình ảnh thứ hai;

xác định xem có phải hình ảnh thứ nhất là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (intra random access picture - IRAP);

xác định xem có phải lớp thứ nhất bao gồm hình ảnh thứ nhất là lớp độc lập;

dựa vào việc hình ảnh thứ nhất là IRAP và lớp thứ nhất là lớp độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh thứ nhất; và

lập mã hình ảnh thứ nhất mà không sử dụng dự đoán liên lát,

trong đó lớp thứ hai bao gồm hình ảnh thứ hai, và lớp thứ hai là lớp phụ thuộc.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất nằm trong phần đầu hình ảnh.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó IRAP là hình ảnh làm mới bộ giải mã tức thời (instantaneous decoder refresh - IDR) hoặc hình ảnh truy cập ngẫu nhiên sạch (clear random access - CRA).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó việc xác định xem có phải hình ảnh thứ nhất là IRAP bao gồm:

xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo hình ảnh thứ nhất là một trong số hình ảnh làm mới giải mã từng bước (GDR) hoặc hình ảnh truy cập ngẫu nhiên tức thời (IRAP); và

xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo hình ảnh thứ nhất không phải là hình ảnh GDR.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó việc xác định xem có phải lớp thứ nhất bao gồm hình ảnh thứ nhất là lớp độc lập bao gồm:

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo xem có phải lớp thứ nhất là lớp độc lập.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó phần tử cú pháp thứ tư nằm trong tập hợp tham số video.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó việc xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất bao gồm suy ra giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo về việc hình ảnh thứ nhất là một trong số hình ảnh làm mới giải mã từng bước (gradual decoding refresh - GDR) hoặc IRAP;

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo về việc hình ảnh thứ nhất không phải là hình ảnh GDR; và

báo hiệu phần tử cú pháp thứ hai và phần tử cú pháp thứ ba trong dòng bit.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo về việc lớp thứ nhất là lớp độc lập; và

báo hiệu phần tử cú pháp thứ tư trong dòng bit.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

không báo hiệu phần tử cú pháp thứ nhất trong dòng bit.

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

bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và

một hoặc nhiều bộ xử lý được triển khai trên hệ mạch và được ghép nối với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

xác định tập hợp tham số chuỗi (SPS) cho chuỗi dữ liệu video bao gồm hình ảnh thứ nhất của dữ liệu video và hình ảnh thứ hai của dữ liệu video, SPS được dùng chung bởi hình ảnh thứ nhất và hình ảnh thứ hai;

xác định xem có phải hình ảnh thứ nhất là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP);

xác định xem có phải lớp thứ nhất bao gồm hình ảnh thứ nhất là lớp độc lập;

dựa vào việc hình ảnh thứ nhất là IRAP và lớp thứ nhất là lớp độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh thứ nhất; và

lập mã hình ảnh thứ nhất mà không sử dụng dự đoán liên lát, trong đó lớp thứ hai bao gồm hình ảnh thứ hai, và lớp thứ hai là lớp phụ thuộc.

12. Thiết bị theo điểm 11, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất nằm trong phần đầu hình ảnh.

13. Thiết bị theo điểm 11, trong đó IRAP là hình ảnh làm mới bộ giải mã tức thời (IDR) hoặc hình ảnh truy cập ngẫu nhiên sạch (CRA).

14. Thiết bị theo điểm 11, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó là một phần của việc xác định xem có phải hình ảnh thứ nhất là IRAP, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo hình ảnh thứ nhất là một trong số hình ảnh làm mới giải mã từng bước (GDR) hoặc IRAP; và

xác định xem có phải giá trị của phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo hình ảnh thứ nhất không phải là hình ảnh GDR.

15. Thiết bị theo điểm 11, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó là một phần của việc xác định xem có phải lớp thứ nhất bao gồm hình ảnh thứ nhất là lớp độc lập, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo xem có phải của hình ảnh thứ nhất là lớp độc lập.

16. Thiết bị theo điểm 15, trong đó phần tử cú pháp thứ tư nằm trong tập hợp tham số video.

17. Thiết bị theo điểm 11, trong đó lập mã bao gồm giải mã và trong đó là một phần của việc xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để suy ra giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất.

18. Thiết bị theo điểm 11, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo về việc hình ảnh thứ nhất là một trong số hình ảnh làm mới giải mã từng bước (GDR) hoặc IRAP;

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo về việc hình ảnh thứ nhất không phải là hình ảnh GDR; và

báo hiệu phần tử cú pháp thứ hai và phần tử cú pháp thứ ba trong dòng bit.

19. Thiết bị theo điểm 11, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó một trong số nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo về việc lớp thứ nhất là lớp độc lập; và

báo hiệu phần tử cú pháp thứ tư trong dòng bit.

20. Thiết bị theo điểm 11, trong đó lập mã bao gồm mã hóa và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

không báo hiệu phần tử cú pháp thứ nhất trong dòng bit.

21. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính bao gồm các lệnh, mà khi được thực thi, khiến một hoặc nhiều bộ xử lý:

xác định tập hợp tham số chuỗi (SPS) cho chuỗi dữ liệu video bao gồm hình ảnh thứ nhất của dữ liệu video và hình ảnh thứ hai của dữ liệu video, SPS được dùng chung bởi hình ảnh thứ nhất và hình ảnh thứ hai;

xác định xem có phải hình ảnh thứ nhất là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP);

xác định xem có phải lớp thứ nhất bao gồm hình ảnh thứ nhất là lớp độc lập;

dựa vào việc hình ảnh thứ nhất là IRAP và lớp thứ nhất là lớp độc lập, xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh thứ nhất; và

lập mã hình ảnh thứ nhất mà không sử dụng dự đoán liên lát,

trong đó hình ảnh thứ hai bao gồm hình ảnh thứ hai, và lớp thứ hai là lớp phụ thuộc.

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

phương tiện để xác định tập hợp tham số chuỗi (SPS) cho chuỗi dữ liệu video bao gồm hình ảnh thứ nhất của dữ liệu video và hình ảnh thứ hai của dữ liệu video, SPS được dùng chung bởi hình ảnh thứ nhất và hình ảnh thứ hai;

phương tiện để xác định xem có phải hình ảnh thứ nhất của dữ liệu video là hình ảnh truy cập ngẫu nhiên nội hình ảnh (IRAP);

phương tiện để xác định xem có phải lớp thứ nhất bao gồm hình ảnh thứ nhất là lớp độc lập;

phương tiện để xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất là chỉ báo về liên lát không được cho phép trong hình ảnh thứ nhất dựa vào việc hình ảnh thứ nhất là IRAP và lớp thứ nhất là lớp độc lập; và

phương tiện để lập mã hình ảnh mà không sử dụng dự đoán liên lát, trong đó lớp thứ hai bao gồm hình ảnh thứ hai, và lớp thứ hai là lớp phụ thuộc.

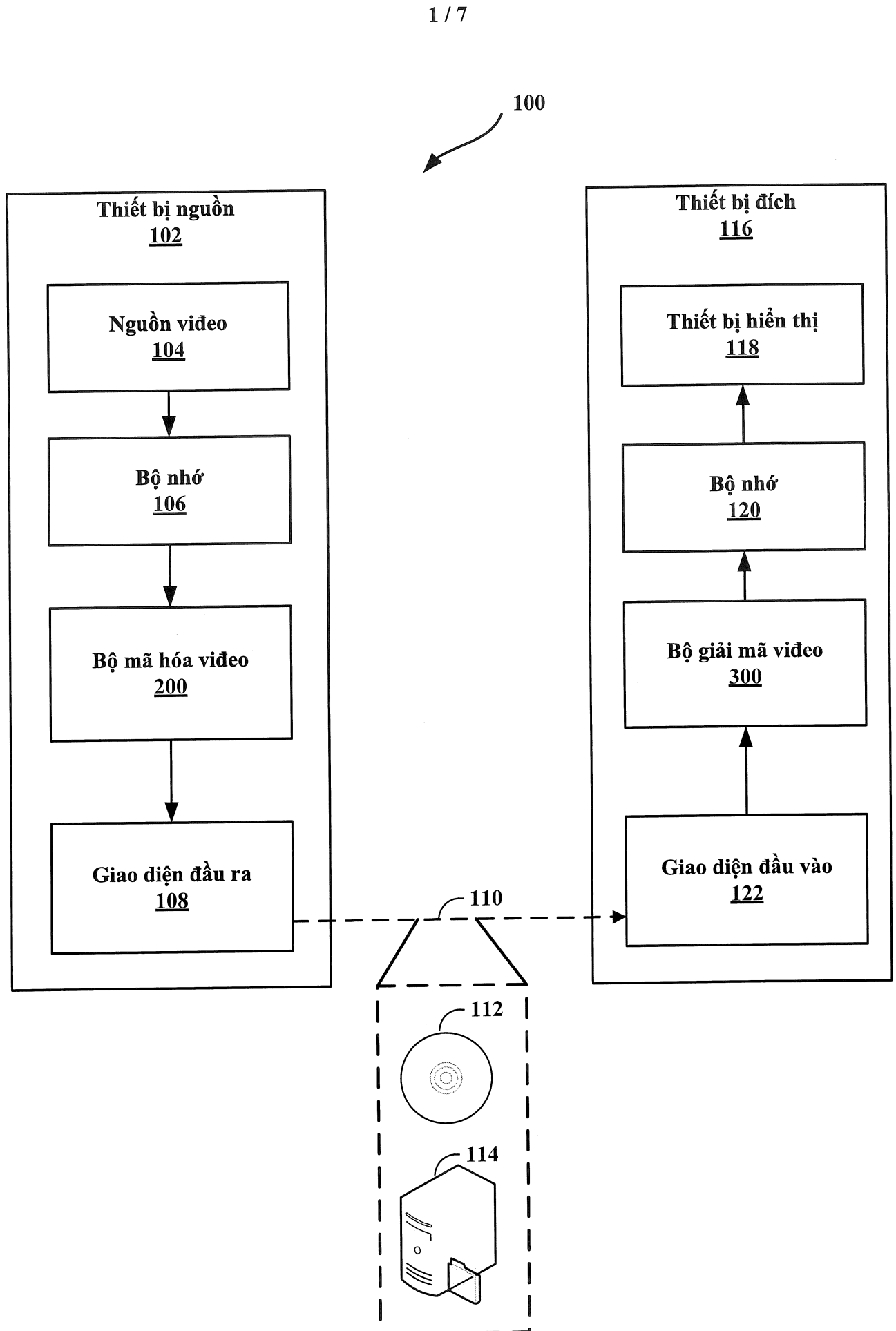
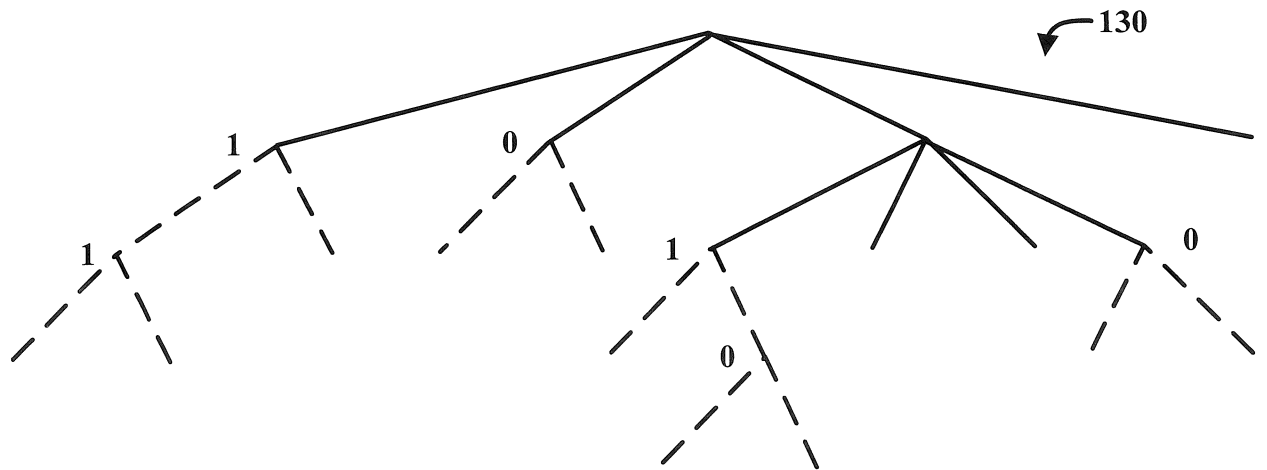
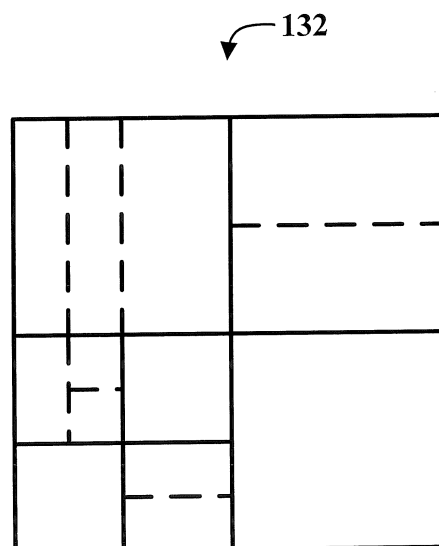


FIG. 1

2 / 7

**FIG. 2A****FIG. 2B**

3 / 7

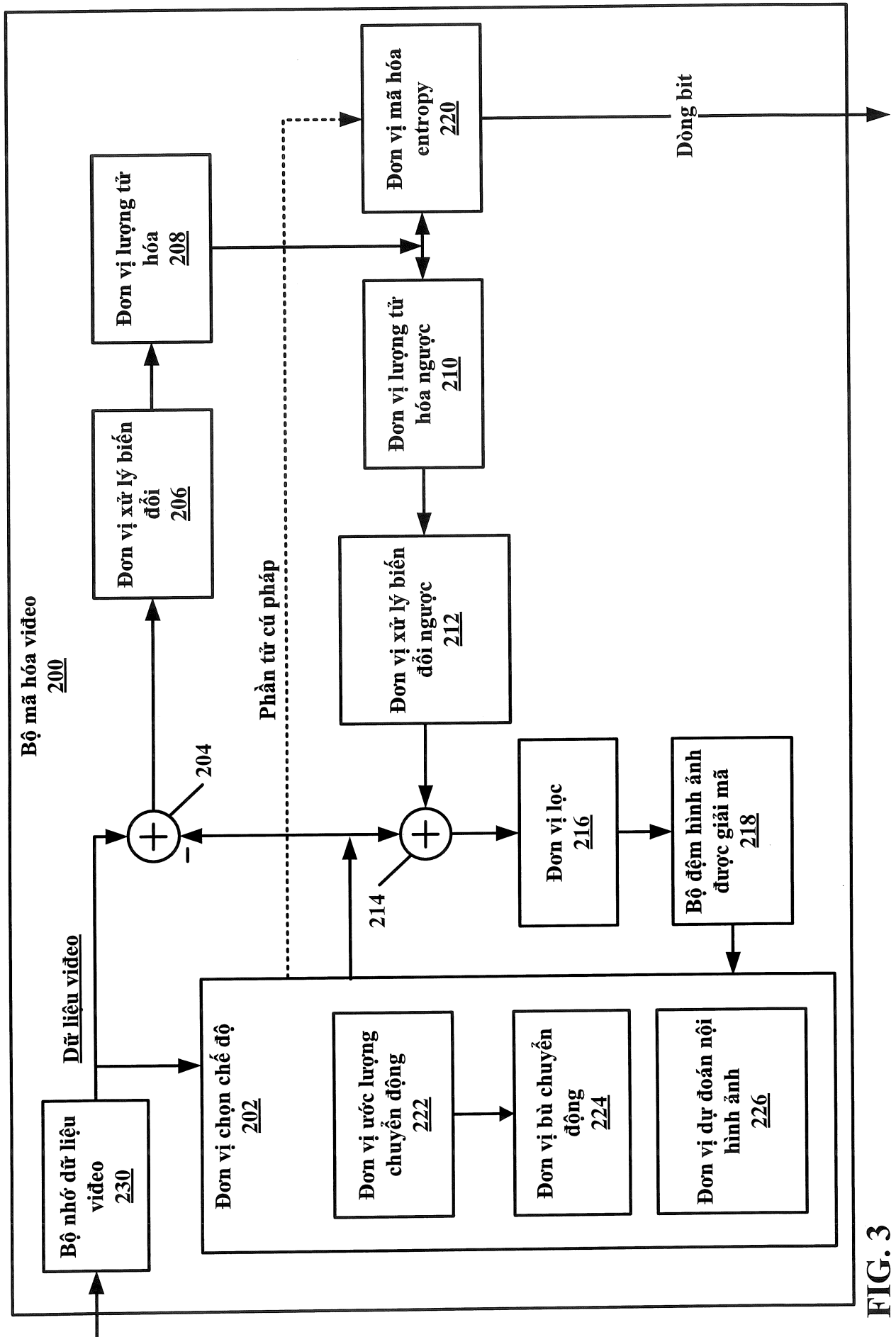


FIG. 3

4 / 7

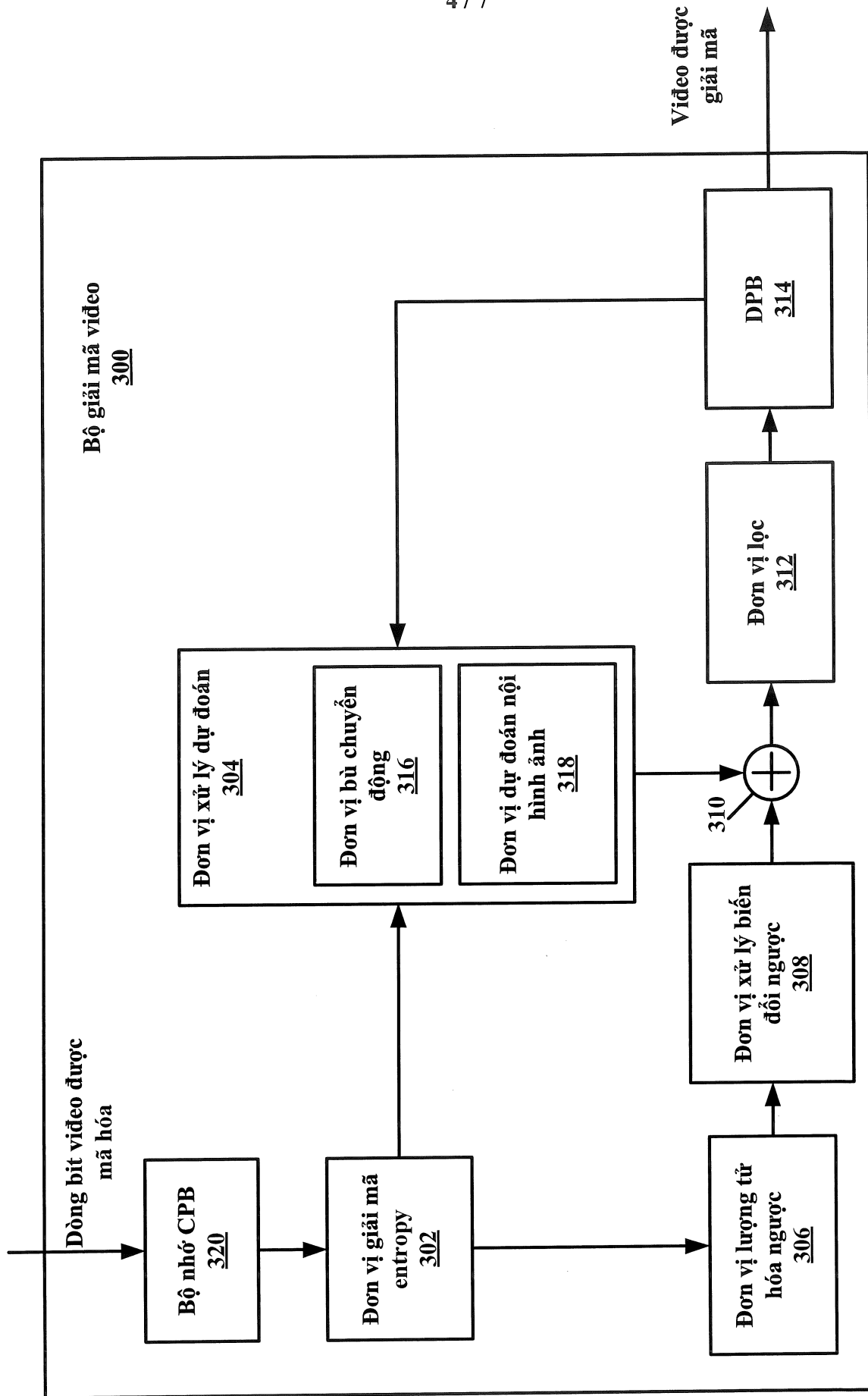


FIG. 4

5 / 7

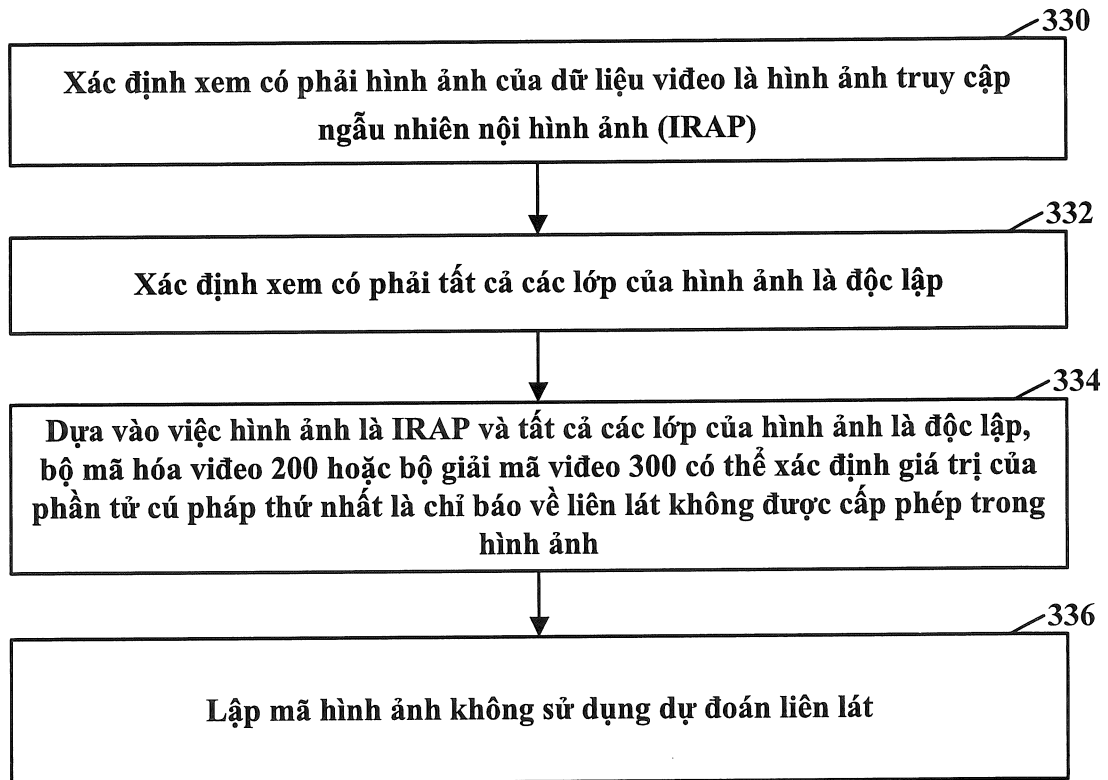


FIG. 5

6 / 7

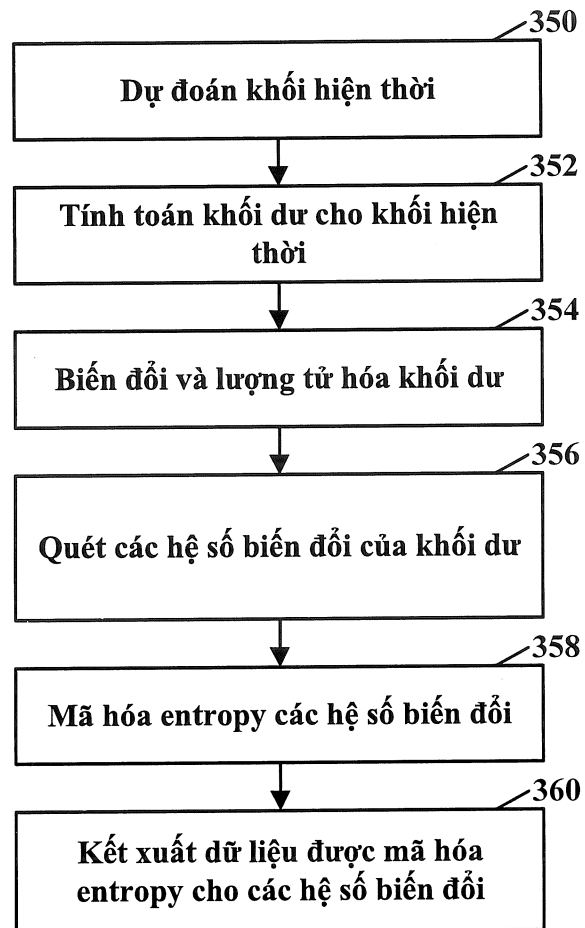


FIG. 6

7 / 7

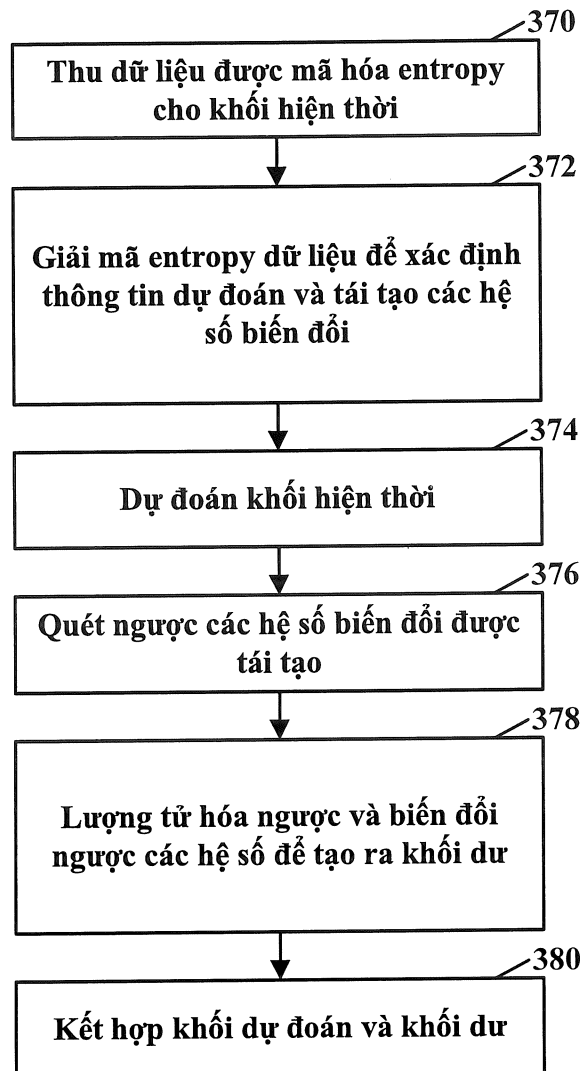


FIG. 7