

PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA, PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ, THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ, PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ ĐƯỢC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH, PHƯƠNG PHÁP LƯU TRỮ DÒNG BIT VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN DÒNG BIT

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập chung đến việc tạo mã và nén dữ liệu video, và cụ thể là, đến phương pháp và hệ thống cải thiện hiệu suất tạo mã đối với các video được mã hóa ở định dạng sắc độ 4:4:4.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Video kỹ thuật số được hỗ trợ bởi nhiều loại thiết bị điện tử, chẳng hạn như tivi kỹ thuật số, máy tính xách tay hoặc máy tính để bàn, máy tính bảng, camera kỹ thuật số, thiết bị ghi kỹ thuật số, máy phát phương tiện kỹ thuật số, bàn giao tiếp trò chơi video, điện thoại thông minh, thiết bị hội nghị từ xa qua video, thiết bị tạo dòng video, v.v. Các thiết bị điện tử truyền, nhận, mã hóa, giải mã, và/hoặc lưu trữ dữ liệu video kỹ thuật số bằng cách triển khai các tiêu chuẩn nén/giải nén video như được định ra bởi MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, phần 10, tạo mã video cải tiến (Advanced Video Coding - AVC), tạo mã video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC), và tiêu chuẩn tạo mã video vạn năng (Versatile Video Coding - VVC). Việc nén video thường bao gồm việc thực hiện việc dự đoán (khung nội ảnh) theo không gian và/hoặc việc dự đoán (khung liên ảnh) theo thời gian để làm giảm hoặc loại bỏ sự dư thừa có hữu trong dữ liệu video. Đối với việc tạo mã video dựa trên khối, khung video được phân chia thành một hoặc nhiều lớp cắt, mỗi lớp cắt có nhiều khối video, mà chúng cũng có thể được gọi là các đơn vị cây tạo mã (Coding Tree Unit - CTU). Mỗi CTU có thể chứa một đơn vị tạo mã (coding unit - CU) hoặc được chia tách một cách đệ quy thành các CU nhỏ hơn cho đến khi đạt được kích thước CU tối thiểu định trước. Mỗi CU (cũng được đặt tên là CU dạng lá) chứa một hoặc nhiều đơn vị biến đổi (Transform Unit - TU) và mỗi CU cũng chứa một hoặc nhiều đơn vị dự đoán (Prediction Unit - PU). Mỗi CU

có thể được tạo mã ở chế độ nội ảnh, chế độ liên ảnh hoặc chế độ IBC. Các khối video trong lớp cắt được tạo mã nội ảnh (I) của khung video được mã hóa nhờ sử dụng việc dự đoán theo không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng một khung video. Các khối video trong lớp cắt được tạo mã liên ảnh (P hoặc B) của khung video có thể sử dụng việc dự đoán theo không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng khung video này hoặc việc dự đoán theo thời gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khung video tham chiếu trước đó và/hoặc tương lai khác.

Việc dự đoán theo không gian hoặc theo thời gian, dựa trên khối tham chiếu mà đã nó được mã hóa trước đó, ví dụ, khối lân cận, dẫn đến khối mang tính dự đoán cho khối video hiện tại cần được tạo mã. Quá trình tìm khối tham chiếu có thể được hoàn thành bởi thuật toán so khớp khối. Dữ liệu phần dư, biểu diễn các chênh lệch điểm ảnh giữa khối hiện tại cần được tạo mã và khối mang tính dự đoán, được gọi là khối phần dư hoặc các sai số dự đoán. Khối được tạo mã liên ảnh được mã hóa theo vectơ chuyển động mà nó trỏ đến khối tham chiếu trong khung tham chiếu tạo thành khối mang tính dự đoán, và khối phần dư. Quá trình xác định vectơ chuyển động thường được gọi là việc ước lượng chuyển động. Khối được tạo mã nội ảnh được mã hóa theo chế độ dự đoán nội ảnh và khối phần dư. Để nén hơn nữa, khối phần dư được biến đổi từ miền điểm ảnh sang miền biến đổi, ví dụ, miền tần số, dẫn đến các hệ số biến đổi phần dư, mà chúng sau đó có thể được lượng tử hoá. Các hệ số biến đổi được lượng tử hoá, ban đầu được sắp xếp trong mảng hai chiều, có thể được quét để tạo ra vectơ một chiều của các hệ số biến đổi, và sau đó được mã hóa entropi thành dòng bit video để đạt được việc nén thậm chí nhiều hơn.

Sau đó, dòng bit video đã được mã hóa được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính (ví dụ như bộ nhớ tốc độ nhanh) để được truy cập bởi một thiết bị điện tử khác có khả năng về video kỹ thuật số hoặc được truyền trực tiếp đến thiết bị điện tử theo cách có dây hoặc không dây. Sau đó, thiết bị điện tử này thực hiện việc giải nén video (là quá trình ngược với quá trình nén video được mô tả ở trên) bằng cách, ví

dụ, phân tích cú pháp dòng bit video được mã hóa để thu các phần tử cú pháp từ dòng bit này và tái tạo dữ liệu video kỹ thuật số về định dạng ban đầu của nó từ dòng bit video được mã hóa dựa ít nhất một phần trên các phần tử cú pháp thu được từ dòng bit này, và kết xuất dữ liệu video kỹ thuật số được tái tạo trên bộ hiển thị của thiết bị điện tử.

Với chất lượng video kỹ thuật số đi từ độ phân giải cao, đến 4Kx2K hoặc thậm chí là 8Kx4K, lượng dữ liệu video cần được mã hóa/giải mã tăng theo cấp số nhân. Tồn tại thách thức liên tục về cách thức làm dữ liệu video có thể được mã hóa/giải mã một cách có hiệu quả hơn trong khi vẫn duy trì được chất lượng hình ảnh của dữ liệu video được giải mã.

Một số nội dung video nhất định, ví dụ, các video nội dung màn hình, được mã hóa ở định dạng sắc độ 4:4:4 trong đó cả ba thành phần (thành phần độ chói và cả hai thành phần sắc độ) đều có cùng độ phân giải. Mặc dù định dạng sắc độ 4:4:4 chứa nhiều phần dư hơn so với phần dư trong định dạng sắc độ 4:2:0 và định dạng sắc độ 4:2:2 (điều này có nghĩa là nó không thân thiện đối với việc đạt được hiệu quả nén tốt), định dạng sắc độ 4:4:4 vẫn là định dạng mã hóa được ưu tiên đối với nhiều ứng dụng trong đó đòi hỏi độ trung thực cao nhằm bảo toàn thông tin màu sắc, chẳng hạn như các cạnh sắc nét, trong video được giải mã. Trên cơ sở các phần dư tồn tại trong video định dạng sắc độ 4:4:4, đã có các bằng chứng cho thấy những cải thiện đáng kể về tạo mã có thể đạt được bằng cách khai thác sự tương liên giữa ba thành phần màu sắc của video 4:4:4 (ví dụ như Y, Cb và Cr trong miền YCbCr; hoặc G, B và R trong miền RGB). Do những sự tương liên này, trong quá trình phát triển phần mở rộng tạo mã nội dung màn hình (screen content coding - SCC) của HEVC, công cụ biến đổi không gian màu thích ứng (adaptive color-space transform - ACT) được triển khai để khai thác sự tương liên này giữa ba thành phần màu sắc.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế mô tả các cách triển khai liên quan đến việc mã hóa và giải mã dữ liệu video, và cụ thể hơn là, liên quan đến hệ thống và phương pháp cải thiện hiệu suất tạo mã đối với các video được mã hóa ở một định dạng sắc độ cụ thể.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, phương pháp giải mã dữ liệu video bao gồm các bước nhận, từ dòng bit, dữ liệu video tương ứng với một đơn vị tạo mã, trong đó đơn vị tạo mã này được mã hóa ở chế độ dự đoán liên ảnh hoặc chế độ sao chép khối nội ảnh; nhận phần tử cú pháp thứ nhất từ dữ liệu video này, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất chỉ ra việc liệu đơn vị tạo mã có các phần dư khác không bất kỳ hay không; theo việc xác định rằng phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị khác không: nhận phần tử cú pháp thứ hai từ dữ liệu video này, trong đó phần tử cú pháp thứ hai chỉ ra việc liệu đơn vị tạo mã có được mã hóa nhờ sử dụng biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) hay không; theo việc xác định rằng phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị bằng không: gán giá trị bằng không cho phần tử cú pháp thứ hai; và xác định xem liệu có thực hiện ACT ngược trên dữ liệu video của đơn vị tạo mã này hay không theo giá trị của phần tử cú pháp thứ hai.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, thiết bị điện tử bao gồm một hoặc nhiều đơn vị xử lý, bộ nhớ và nhiều chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ này. Các chương trình này, khi được thực thi bởi một hoặc nhiều đơn vị xử lý này, khiến cho thiết bị điện tử này thực hiện phương pháp giải mã dữ liệu video như được mô tả trên đây.

Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, phương tiện lưu trữ phi chuyển tiếp được bằng máy tính lưu trữ nhiều chương trình để thực thi bởi thiết bị điện tử có một hoặc nhiều đơn vị xử lý. Các chương trình này, khi được thực thi bởi một hoặc nhiều đơn vị xử lý này, khiến cho thiết bị điện tử này thực hiện phương pháp giải mã dữ liệu video như được mô tả trên đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, được bao gồm để giúp hiểu thêm về các cách triển khai và được kết hợp ở đây và cấu thành một phần của bản mô tả này, minh họa các cách triển khai được mô tả và cùng với phần mô tả đóng vai trò giải thích các nguyên lý cơ sở. Các số chỉ dẫn tương tự đề cập đến các bộ phận tương ứng.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và giải mã video mang tính ví dụ theo một số cách triển khai của sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa video mang tính ví dụ theo một số cách triển khai của sáng chế.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã video mang tính ví dụ theo một số cách triển khai của sáng chế.

Các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4E là các sơ đồ khối minh họa cách thức khung được phân chia đệ quy thành nhiều khối video có các kích thước và hình dạng khác nhau theo một số cách triển khai của sáng chế.

Các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5B là các sơ đồ khối minh họa các ví dụ về việc áp dụng kỹ thuật biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) để biến đổi các phần dư giữa không gian màu RGB và không gian màu YCgCo theo một số cách triển khai của sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ khối về việc áp dụng kỹ thuật ánh xạ độ chói với việc thay đổi tỷ lệ sắc độ (luma mapping with chroma scaling - LMCS) trong quá trình giải mã dữ liệu video mang tính ví dụ theo một số cách triển khai của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa quá trình quá trình giải mã video mang tính ví dụ mà qua đó bộ giải mã video triển khai kỹ thuật biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) ngược theo một số cách triển khai của sáng chế.

Fig.8 là lưu đồ minh họa quá trình mang tính ví dụ mà qua đó bộ giải mã video giải mã dữ liệu video bằng cách thực hiện có điều kiện việc biến đổi không gian màu thích ứng ngược theo một số cách triển khai của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Giờ đây, tham chiếu chi tiết đến các cách triển khai cụ thể, các ví dụ của nó được minh họa trên các hình vẽ kèm theo. Trong phần mô tả chi tiết sau đây, nhiều chi tiết cụ thể không mang tính giới hạn được nêu ra để hỗ trợ việc hiểu đối tượng nêu trong bản mô tả này. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rõ ràng rằng nhiều phương án thay thế có thể được sử dụng mà không tách rời khỏi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ và đối tượng của sáng chế có thể được thực hành mà không có các chi tiết cụ thể này. Ví dụ, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ

thuật sẽ hiểu rõ ràng rằng đối tượng của sáng chế được trình bày trong bản mô tả này có thể được triển khai trên nhiều loại thiết bị điện tử có các khả năng về video kỹ thuật số.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mang tính ví dụ 10 để mã hóa và giải mã các khối video song song theo một số cách triển khai của sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống 10 bao gồm thiết bị nguồn 12 mà nó tạo ra và mã hóa dữ liệu video cần được giải mã ở thời điểm sau này bởi thiết bị đích 14. Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị điện tử bất kỳ trong nhiều loại thiết bị điện tử khác nhau, bao gồm các máy tính để bàn hoặc máy tính xách tay, máy tính bảng, điện thoại thông minh, hộp giải mã tín hiệu truyền hình, tivi kỹ thuật số, camera, thiết bị hiển thị, máy phát phương tiện kỹ thuật số, bàn giao tiếp trò chơi video, thiết bị tạo dòng video, hoặc loại tương tự. Trong một số cách triển khai, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 được trang bị các khả năng truyền thông không dây.

Trong một số cách triển khai, thiết bị đích 14 có thể nhận dữ liệu video được mã hóa cần được giải mã qua liên kết 16. Liên kết 16 có thể bao gồm loại phương tiện truyền thông bất kỳ hoặc thiết bị có khả năng di chuyển dữ liệu video được mã hóa từ thiết bị nguồn 12 đến thiết bị đích 14. Trong một ví dụ, liên kết 16 có thể bao gồm phương tiện truyền thông để cho phép thiết bị nguồn 12 truyền dữ liệu video được mã hóa trực tiếp đến thiết bị đích 14 theo thời gian thực. Dữ liệu video được mã hóa có thể được điều biến theo tiêu chuẩn truyền thông, chẳng hạn như giao thức truyền thông không dây, và được truyền đến thiết bị đích 14. Phương tiện truyền thông có thể bao gồm phương tiện truyền thông có dây hoặc không dây bất kỳ, chẳng hạn như phổ tần số radio (Radio Frequency - RF) hoặc một hoặc nhiều đường truyền vật lý. Phương tiện truyền thông có thể tạo thành một phần của mạng dựa trên gói, chẳng hạn như mạng cục bộ, mạng diện rộng, hoặc mạng toàn cầu chẳng hạn như Internet. Phương tiện truyền thông có thể gồm các bộ định tuyến, các bộ chuyển mạch, các trạm cơ sở, hoặc trang bị khác bất kỳ mà có thể là hữu ích để tạo thuận lợi cho hoạt động truyền thông từ thiết bị nguồn 12 đến thiết bị đích 14.

Trong một số cách triển khai khác, dữ liệu video được mã hóa có thể được truyền từ giao diện đầu ra 22 đến thiết bị lưu trữ 32. Tiếp theo, dữ liệu video được mã hóa trong thiết bị lưu trữ 32 có thể được truy cập bởi thiết bị đích 14 qua giao diện đầu vào 28. Thiết bị lưu trữ 32 có thể bao gồm phương tiện bất kỳ trong số nhiều phương tiện lưu trữ dữ liệu được truy cập phân tán hoặc cục bộ chẳng hạn như ổ cứng, đĩa Blu-ray, DVD, CD-ROM, bộ nhớ tốc độ nhanh, bộ nhớ khả biến hoặc bất biến, hoặc phương tiện lưu trữ kỹ thuật số phù hợp khác bất kỳ để lưu trữ dữ liệu video được mã hóa. Trong ví dụ thêm nữa, thiết bị lưu trữ 32 có thể tương ứng với máy chủ tệp tin hoặc thiết bị lưu trữ trung gian khác mà nó có thể giữ dữ liệu video được mã hóa được tạo ra bởi thiết bị nguồn 12. Thiết bị đích 14 có thể truy cập dữ liệu video được lưu trữ từ thiết bị lưu trữ 32 qua việc tạo dòng hoặc tải xuống. Máy chủ tệp tin có thể là loại máy tính bất kỳ có khả năng lưu trữ dữ liệu video được mã hóa và truyền dữ liệu video được mã hóa này đến thiết bị đích 14. Các máy chủ tệp tin mạng tính ví dụ gồm máy chủ mạng (ví dụ, cho trang mạng), máy chủ FTP, các thiết bị lưu trữ gắn mạng (Network Attached Storage - NAS), hoặc ổ đĩa cục bộ. Thiết bị đích 14 có thể truy cập dữ liệu video được mã hóa qua kết nối dữ liệu tiêu chuẩn bất kỳ, bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối có dây (ví dụ, DSL, môđem cáp, v.v.), hoặc tổ hợp của cả hai mà tổ hợp này là thích hợp để truy cập dữ liệu video được mã hóa được lưu trữ trên máy chủ tệp tin. Hoạt động truyền dữ liệu video được mã hóa từ thiết bị lưu trữ 32 có thể là hoạt động truyền tạo dòng, hoạt động truyền tải xuống, hoặc tổ hợp của cả hai.

Như được thể hiện trên Fig.1, thiết bị nguồn 12 bao gồm nguồn video 18, bộ mã hóa video 20, và giao diện đầu ra 22. Nguồn video 18 có thể bao gồm nguồn chẳng hạn như thiết bị chụp video, ví dụ, camera video, kho lưu video chứa video được chụp trước đó, giao diện nạp video để nhận video từ nhà cung cấp nội dung video, và/hoặc hệ thống đồ họa máy tính để tạo ra dữ liệu đồ họa máy tính để làm video nguồn, hoặc tổ hợp của các nguồn như vậy. Để lấy một ví dụ, nếu nguồn video 18 là camera video của hệ thống giám sát an ninh thì thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể tạo thành các điện thoại camera hoặc các điện thoại video. Tuy nhiên, các cách triển khai được mô tả trong sáng

chế có thể là áp dụng được cho việc tạo mã video nói chung, và có thể được áp dụng cho các ứng dụng không dây và/hoặc có dây.

Video được chụp, được chụp từ trước, hoặc được tạo ra bởi máy tính có thể được mã hóa bởi bộ mã hóa video 20. Dữ liệu video được mã hóa có thể được truyền trực tiếp đến thiết bị đích 14 qua giao diện đầu ra 22 của thiết bị nguồn 12. Dữ liệu video được mã hóa này cũng có thể (hay theo cách khác) được lưu trữ lên trên thiết bị lưu trữ 32 để truy cập sau bởi thiết bị đích 14 hoặc các thiết bị khác, để giải mã và/hoặc phát lại. Giao diện đầu ra 22 có thể còn bao gồm môđem và/hoặc bộ truyền.

Thiết bị đích 14 bao gồm giao diện đầu vào 28, bộ giải mã video 30, và thiết bị hiển thị 34. Giao diện đầu vào 28 có thể bao gồm bộ nhận và/hoặc môđem và nhận dữ liệu video được mã hóa qua liên kết 16. Dữ liệu video được mã hóa được truyền thông qua liên kết 16, hoặc được cung cấp trên thiết bị lưu trữ 32, có thể bao gồm nhiều phần tử cú pháp được tạo ra bởi bộ mã hóa video 20 để bộ giải mã video 30 sử dụng khi giải mã dữ liệu video. Các phần tử cú pháp như vậy có thể được chứa trong dữ liệu video được mã hóa được truyền trên phương tiện truyền thông, được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ, hoặc được lưu trữ trên máy chủ tệp tin.

Trong một số cách triển khai, thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị hiển thị 34, thiết bị này có thể là thiết bị hiển thị được tích hợp và thiết bị hiển thị ngoài mà nó được tạo cấu hình để truyền thông với thiết bị đích 14. Thiết bị hiển thị 34 hiển thị dữ liệu video được giải mã đến người dùng, và có thể bao gồm thiết bị hiển thị bất kỳ trong số nhiều thiết bị hiển thị khác nhau chẳng hạn như bộ hiển thị tinh thể lỏng (liquid crystal display - LCD), bộ hiển thị plasma, bộ hiển thị điốt phát sáng hữu cơ (organic light emitting diode - OLED), hoặc một loại thiết bị hiển thị khác.

Bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể hoạt động theo các tiêu chuẩn độc quyền hoặc công nghiệp, chẳng hạn như VVC, HEVC, MPEG-4, phần 10, tạo mã video cải tiến (AVC), hoặc các phần mở rộng của các tiêu chuẩn như vậy. Cần hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở tiêu chuẩn tạo mã/giải mã video cụ thể và có thể áp dụng được với các tiêu chuẩn tạo mã/giải mã video khác. Người ta thường dự liệu rằng bộ mã

hóa video 20 của thiết bị nguồn 12 có thể được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video theo tiêu chuẩn bất kỳ trong số các tiêu chuẩn hiện tại hoặc tương lai này. Tương tự, người ta cũng thường dự liệu rằng bộ giải mã video 30 của thiết bị đích 14 có thể được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu video theo tiêu chuẩn bất kỳ trong số các tiêu chuẩn hiện tại hoặc tương lai này

Mỗi thành phần trong số bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 đều có thể được triển khai dưới dạng mạch bất kỳ trong số nhiều mạch bộ mã hóa thích hợp, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được dạng trường (field programmable gate array - FPGA), logic rời rạc, phần mềm, phần cứng, phần sụn hoặc các tổ hợp bất kỳ của chúng. Khi được triển khai một phần trong phần mềm, thiết bị điện tử có thể lưu trữ các lệnh cho phần mềm này trong phương tiện phi chuyển tiếp được bằng máy tính, thích hợp và thực thi các lệnh trong phần cứng nhờ sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý để thực hiện các hoạt động tạo mã/giải mã video được bộc lộ trong sáng chế. Mỗi thành phần trong số bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được chứa trong một hoặc nhiều bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, cả hai bộ này đều có thể được tích hợp dưới dạng một phần của bộ mã hóa/bộ giải mã kết hợp (combined encoder/decoder - CODEC) trong thiết bị tương ứng.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa video mang tính ví dụ 20 theo một số cách triển khai được mô tả trong sáng chế. Bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện việc tạo mã dự đoán nội ảnh và liên ảnh đối với các khối video trong các khung video. Việc tạo mã dự đoán nội ảnh dựa trên việc dự đoán theo không gian để làm giảm hoặc loại bỏ sự dư thừa về mặt không gian trong dữ liệu video trong khung hoặc hình ảnh video đã cho. Việc tạo mã dự đoán liên ảnh dựa trên việc dự đoán theo thời gian để làm giảm hoặc loại bỏ sự dư thừa về mặt thời gian trong dữ liệu video trong các khung hoặc các hình ảnh video liên kế của chuỗi video.

Như được thể hiện trên Fig.2, bộ mã hóa video 20 bao gồm bộ nhớ dữ liệu video 40, đơn vị xử lý dự đoán 41, bộ đệm hình ảnh được giải mã (decoded picture buffer -

DPB) 64, bộ cộng 50, đơn vị xử lý biến đổi 52, đơn vị lượng tử hóa 54, và đơn vị mã hóa entropi 56. Đơn vị xử lý dự đoán 41 còn bao gồm đơn vị ước lượng chuyển động 42, đơn vị bù chuyển động 44, đơn vị phân chia 45, đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 46, và đơn vị sao chép khối (block copy - BC) nội ảnh 48. Trong một số cách triển khai, bộ mã hóa video 20 còn bao gồm đơn vị lượng tử hóa ngược 58, đơn vị xử lý biến đổi ngược 60, và bộ cộng 62 để tái tạo khối video. Bộ lọc khử tạo khối (không được thể hiện) có thể được đặt giữa bộ cộng 62 và DPB 64 để lọc các biên của khối để loại bỏ các thành phần lạ dạng khối khỏi video được tái tạo. Bộ lọc trong vòng (không được thể hiện) cũng có thể được sử dụng cùng với bộ lọc khử tạo khối để lọc đầu ra của bộ cộng 62. Bộ mã hóa video 20 có thể có dạng đơn vị phần cứng cố định hoặc lập trình được, hoặc có thể được chia giữa một hoặc nhiều đơn vị phần cứng cố định hoặc lập trình được được minh họa.

Bộ nhớ dữ liệu video 40 có thể lưu trữ dữ liệu video cần được mã hóa bởi các thành phần của bộ mã hóa video 20. Dữ liệu video trong bộ nhớ dữ liệu video 40 có thể được thu nhận, ví dụ, từ nguồn video 18. DPB 64 là bộ đệm lưu trữ dữ liệu video tham chiếu để sử dụng khi mã hóa dữ liệu video bởi bộ mã hóa video 20 (ví dụ, trong các chế độ tạo mã dự đoán nội ảnh hoặc liên ảnh). Bộ nhớ dữ liệu video 40 và DPB 64 có thể được tạo thành bởi thiết bị bất kỳ trong số nhiều loại thiết bị nhớ. Trong các ví dụ khác nhau, bộ nhớ dữ liệu video 40 có thể nằm trên chip với các thành phần khác của bộ mã hóa video 20, hoặc nằm tách khỏi chip so với các thành phần đó.

Như được thể hiện trên Fig.2, sau khi nhận dữ liệu video, đơn vị phân chia 45 trong đơn vị xử lý dự đoán 41 phân chia dữ liệu video thành các khối video. Việc phân chia này cũng có thể bao gồm việc phân chia khung video thành các lớp cắt, các miếng lát, hoặc các đơn vị tạo mã (CU) lớn hơn khác theo các cấu trúc chia tách định trước chẳng hạn như cấu trúc cây tứ phân được kết hợp với dữ liệu video. Khung video có thể được chia thành nhiều khối video (hoặc các tập hợp của các khối video được gọi là các miếng lát). Đơn vị xử lý dự đoán 41 có thể chọn một chế độ trong số nhiều chế độ tạo mã dự đoán khả thi, chẳng hạn như một chế độ trong số nhiều chế độ tạo mã dự đoán nội ảnh

hoặc một chế độ trong số nhiều chế độ tạo mã dự đoán liên ảnh, cho khối video hiện tại dựa trên các kết quả sai số (ví dụ, tốc độ tạo mã và mức độ méo). Đơn vị xử lý dự đoán 41 có thể cung cấp khối được tạo mã dự đoán nội ảnh hoặc liên ảnh kết quả cho bộ cộng 50 để tạo ra khối phần dư và cho bộ cộng 62 để tái tạo khối được mã hóa để sử dụng như một phần của khung tham chiếu tiếp theo. Đơn vị xử lý dự đoán 41 cũng cung cấp các phần tử cú pháp, chẳng hạn như các vectơ chuyển động, các chỉ dấu chế độ nội ảnh, thông tin phân chia, và thông tin cú pháp khác như vậy, cho đơn vị mã hóa entropi 56.

Để chọn chế độ tạo mã dự đoán nội ảnh thích hợp cho khối video hiện tại, đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 46 trong đơn vị xử lý dự đoán 41 có thể thực hiện việc tạo mã dự đoán nội ảnh cho khối video hiện tại so với một hoặc nhiều khối lân cận trong cùng khung với khối hiện tại cần được tạo mã để cung cấp việc dự đoán theo không gian. Đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44 trong đơn vị xử lý dự đoán 41 thực hiện việc tạo mã dự đoán liên ảnh của khối video hiện tại so với một hoặc nhiều khối mang tính dự đoán trong một hoặc nhiều khung tham chiếu để cung cấp việc dự đoán theo thời gian. Bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện nhiều chặng tạo mã, ví dụ, để chọn chế độ tạo mã thích hợp cho mỗi khối của dữ liệu video.

Trong một số cách triển khai, đơn vị ước lượng chuyển động 42 xác định chế độ dự đoán liên ảnh cho khung video hiện tại bằng cách tạo ra vectơ chuyển động, vectơ này chỉ ra sự dịch chuyển của đơn vị dự đoán (PU) của khối video trong khung video hiện tại so với khối mang tính dự đoán trong khung video tham chiếu, theo mẫu dạng định trước trong chuỗi các khung video. Việc ước lượng chuyển động, được thực hiện bởi đơn vị ước lượng chuyển động 42, là quá trình tạo ra các vectơ chuyển động, mà các vectơ này ước lượng chuyển động cho các khối video. Vectơ chuyển động, ví dụ, có thể chỉ ra sự dịch chuyển của PU của khối video trong khung hoặc hình ảnh video hiện tại so với khối mang tính dự đoán trong khung tham chiếu (hoặc đơn vị được tạo mã khác) so với khối hiện tại đang được tạo mã trong khung hiện tại này (hoặc đơn vị được tạo mã khác). Mẫu dạng định trước có thể chỉ định các khung video trong chuỗi làm các khung P hoặc các khung B. Đơn vị BC nội ảnh 48 có thể xác định các vectơ, ví dụ, các

véc tơ khối, để tạo mã BC nội ảnh theo cách tương tự với việc xác định các véctơ chuyển động bởi đơn vị ước lượng chuyển động 42 để dự đoán liên ảnh, hoặc có thể tận dụng đơn vị ước lượng chuyển động 42 để xác định véctơ khối.

Khối mang tính dự đoán là khối của khung tham chiếu mà được coi là khớp sát với PU của khối video cần được tạo mã xét về chênh lệch điểm ảnh, chênh lệch này có thể được xác định bởi tổng của chênh lệch tuyệt đối (sum of absolute difference - SAD), tổng của chênh lệch bình phương (sum of square difference - SSD), hoặc các phép đo chênh lệch khác. Trong một số cách triển khai, bộ mã hóa video 20 có thể tính toán các giá trị cho các vị trí điểm ảnh dưới số nguyên của các khung tham chiếu được lưu trữ trong DPB 64. Ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể nội suy các giá trị của các vị trí điểm ảnh một phần tư, các vị trí điểm ảnh một phần tám, hoặc các vị trí điểm ảnh phân số khác của khung tham chiếu. Do đó, đơn vị ước lượng chuyển động 42 có thể thực hiện việc tìm kiếm chuyển động so với các vị trí điểm ảnh đầy đủ và các vị trí điểm ảnh phân số và xuất ra véctơ chuyển động với độ chính xác điểm ảnh phân số.

Đơn vị ước lượng chuyển động 42 tính toán véctơ chuyển động cho PU của khối video trong khung được tạo mã dự đoán liên ảnh bằng cách so sánh vị trí của PU này với vị trí của khối mang tính dự đoán của khung tham chiếu được chọn từ danh sách khung tham chiếu thứ nhất (Danh sách 0 - List 0) hoặc danh sách khung tham chiếu thứ hai (Danh sách 1 - List 1), mỗi danh sách trong số chúng định danh một hoặc nhiều khung tham chiếu được lưu trữ trong DPB 64. Đơn vị ước lượng chuyển động 42 gửi véctơ chuyển động tính toán được đến đơn vị bù chuyển động 44 và sau đó đến đơn vị mã hóa entropi 56.

Việc bù chuyển động, được thực hiện bởi đơn vị bù chuyển động 44, có thể liên quan tới việc tìm nạp hoặc tạo ra khối mang tính dự đoán dựa trên véctơ chuyển động được xác định bởi đơn vị ước lượng chuyển động 42. Khi nhận véctơ chuyển động cho PU của khối video hiện tại, đơn vị bù chuyển động 44 có thể định vị khối mang tính dự đoán mà véctơ chuyển động trỏ đến khối đó trong một danh sách trong số các danh sách khung tham chiếu, truy hồi khối mang tính dự đoán này từ DPB 64, và chuyển tiếp khối

dự đoán này đến bộ cộng 50. Sau đó, bộ cộng 50 tạo thành khối video phần dư của các giá trị chênh lệch điểm ảnh bằng cách trừ các giá trị điểm ảnh của khối mang tính dự đoán, được cung cấp bởi đơn vị bù chuyển động 44, khỏi các giá trị điểm ảnh của khối video hiện tại đang được tạo mã. Các giá trị chênh lệch điểm ảnh tạo thành khối video phần dư có thể bao gồm các thành phần chênh lệch độ chói hoặc sắc độ hoặc cả hai. Đơn vị bù chuyển động 44 cũng có thể tạo ra các phần tử cú pháp được kết hợp với các khối video của khung video để bộ giải mã video 30 sử dụng khi giải mã các khối video của khung video. Các phần tử cú pháp có thể bao gồm, ví dụ, các phần tử cú pháp định ra vectơ chuyển động được sử dụng để nhận dạng khối mang tính dự đoán, các cờ bất kỳ chỉ ra chế độ dự đoán, hoặc thông tin cú pháp khác bất kỳ được mô tả ở đây. Lưu ý rằng đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44 có thể được tích hợp ở mức độ cao, nhưng được minh họa tách biệt vì các mục đích mang tính khái niệm.

Trong một số cách triển khai, đơn vị BC nội ảnh 48 có thể tạo ra các vectơ và tìm nạp các khối mang tính dự đoán theo cách tương tự với cách được mô tả trên đây liên quan đến đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44, nhưng với các khối mang tính dự đoán này đang ở trong cùng khung với khối hiện tại đang được tạo mã và với các vectơ được gọi là các vectơ khối chứ không phải các vectơ chuyển động. Cụ thể là, đơn vị BC nội ảnh 48 có thể xác định chế độ dự đoán nội ảnh để sử dụng nhằm mã hóa khối hiện tại. Trong một số ví dụ, đơn vị BC nội ảnh 48 có thể mã hóa khối hiện tại nhờ sử dụng các chế độ dự đoán nội ảnh khác nhau, ví dụ, trong các chặng mã hóa riêng biệt, và kiểm tra hiệu năng của chúng thông qua việc phân tích độ méo theo tốc độ. Tiếp theo, đơn vị BC nội ảnh 48 có thể chọn, trong số các chế độ dự đoán nội ảnh đã được kiểm tra khác nhau, chế độ dự đoán nội ảnh thích hợp để sử dụng và tạo ra chỉ dấu chế độ nội ảnh theo đó. Ví dụ, đơn vị BC nội ảnh 48 có thể tính toán các giá trị độ méo theo tốc độ nhờ sử dụng việc phân tích độ méo theo tốc độ cho các chế độ dự đoán nội ảnh đã được kiểm tra khác nhau này, và chọn chế độ dự đoán nội ảnh có các đặc tính độ méo theo tốc độ tốt nhất trong số các chế độ đã được kiểm tra để làm chế độ dự đoán nội ảnh thích hợp để sử dụng. Việc phân tích độ méo theo tốc độ

nói chung xác định lượng méo (hoặc sai số) giữa khối được mã hóa và khối ban đầu, chưa được mã hóa mà đã được mã hóa để tạo ra khối được mã hóa này, cũng như tốc độ bit (cụ thể là số lượng các bit) được dùng để tạo ra khối được mã hóa này. Đơn vị BC nội ảnh 48 có thể tính toán các tỷ lệ từ các độ méo và các tốc độ cho các khối được mã hóa khác nhau để xác định chế độ dự đoán nội ảnh nào thể hiện giá trị độ méo theo tốc độ tốt nhất cho khối.

Trong các ví dụ khác, đơn vị BC nội ảnh 48 có thể sử dụng đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44, toàn bộ hoặc một phần, để thực hiện các chức năng như vậy cho việc dự đoán BC nội ảnh theo các cách triển khai được mô tả ở đây. Trong cả hai trường hợp, để sao chép khối nội ảnh, khối mang tính dự đoán có thể là khối mà được coi là khớp sát với khối cần được tạo mã, xét về chênh lệch điểm ảnh, chênh lệch này có thể được xác định bởi tổng của chênh lệch tuyệt đối (SAD), tổng của chênh lệch bình phương (SSD), hoặc các phép đo chênh lệch khác, và việc nhận dạng khối mang tính dự đoán có thể bao gồm việc tính toán các giá trị cho các vị trí điểm ảnh dưới số nguyên.

Theo việc khối mang tính dự đoán là từ cùng khung theo việc dự đoán nội ảnh, hay từ khung khác theo việc dự đoán liên ảnh, bộ mã hóa video 20 có thể tạo thành khối video phần dư bằng cách trừ các giá trị điểm ảnh của khối mang tính dự đoán từ các giá trị điểm ảnh của khối video hiện tại đang được tạo mã, tạo thành các giá trị chênh lệch điểm ảnh. Các giá trị chênh lệch điểm ảnh tạo thành khối video phần dư này có thể bao gồm cả hai chênh lệch thành phần độ chói và sắc độ.

Đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 46 có thể dự đoán nội ảnh khối video hiện tại, như một sự thay thế cho việc dự đoán liên ảnh được thực hiện bởi đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44, hoặc việc dự đoán sao chép khối nội ảnh được thực hiện bởi đơn vị BC nội ảnh 48, như được mô tả trên đây. Cụ thể là, đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 46 có thể xác định chế độ dự đoán nội ảnh để sử dụng nhằm mã hóa khối hiện tại. Để làm như vậy, đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 46 có thể mã hóa khối hiện tại nhờ sử dụng các chế độ dự đoán nội ảnh khác nhau, ví dụ, trong các chặng mã hóa tách

biệt, và đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 46 (hoặc đơn vị chọn chế độ, trong một số ví dụ) có thể chọn chế độ dự đoán nội ảnh thích hợp để sử dụng từ các chế độ dự đoán nội ảnh đã được kiểm tra. Đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 46 có thể cung cấp thông tin chỉ dẫn, về chế độ dự đoán nội ảnh được chọn cho khối này, cho đơn vị mã hóa entropi 56. Đơn vị mã hóa entropi 56 có thể mã hóa thông tin chỉ ra chế độ dự đoán nội ảnh được chọn này trong dòng bit.

Sau khi đơn vị xử lý dự đoán 41 xác định khối mang tính dự đoán cho khối video hiện tại thông qua hoặc việc dự đoán liên ảnh hoặc việc dự đoán nội ảnh, bộ cộng 50 tạo thành khối video phần dư bằng cách trừ khối mang tính dự đoán khỏi khối video hiện tại. Dữ liệu video phần dư trong khối phần dư này có thể được chứa trong một hoặc nhiều đơn vị biến đổi (TU) và được cung cấp cho đơn vị xử lý biến đổi 52. Đơn vị xử lý biến đổi 52 biến đổi dữ liệu video phần dư này thành các hệ số biến đổi phần dư nhờ sử dụng một phép biến đổi, chẳng hạn như phép biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT) hoặc phép biến đổi tương tự về mặt khái niệm.

Đơn vị xử lý biến đổi 52 có thể gửi các hệ số biến đổi kết quả đến đơn vị lượng tử hóa 54. Đơn vị lượng tử hóa 54 lượng tử hóa các hệ số biến đổi này để làm giảm hơn nữa tốc độ bit. Quá trình lượng tử hóa cũng có thể làm giảm độ sâu bit được kết hợp với một số hoặc tất cả các hệ số này. Mức độ lượng tử hóa có thể được biến đổi bằng cách điều chỉnh thông số lượng tử hóa. Trong một số ví dụ, đơn vị lượng tử hóa 54 khi đó có thể thực hiện việc quét ma trận gồm các hệ số biến đổi được lượng tử hoá. Theo cách khác, đơn vị mã hóa entropi 56 có thể thực hiện việc quét này.

Theo sau việc lượng tử hóa, đơn vị mã hóa entropi 56 mã hóa entropi các hệ số biến đổi được lượng tử hoá thành dòng bit video nhờ sử dụng, ví dụ, việc tạo mã độ dài biến thiên thích ứng ngữ cảnh (context adaptive variable length coding - CAVLC), tạo mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding - CABAC), tạo mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding - SBAC), tạo mã entropi phân chia khoảng xác suất (probability interval partitioning entropy - PIPE) hoặc một phương pháp hay

kỹ thuật mã hóa entropi khác. Sau đó, dòng bit được mã hóa có thể được truyền đến bộ giải mã video 30, hoặc được lưu giữ trong thiết bị lưu trữ 32 để sau đó truyền đến hoặc truy hồi bởi bộ giải mã video 30. Đơn vị mã hóa entropi 56 cũng có thể mã hóa entropi các vectơ chuyển động và các phần tử cú pháp khác cho khung video hiện tại đang được tạo mã.

Đơn vị lượng tử hóa ngược 58 và đơn vị xử lý biến đổi ngược 60 lần lượt áp dụng phép lượng tử hóa ngược và phép biến đổi ngược để tái tạo khối video phần dư trong miền điểm ảnh để tạo ra khối tham chiếu cho việc dự đoán đối với các khối video khác. Như đã lưu ý trên đây, đơn vị bù chuyển động 44 có thể tạo ra khối mang tính dự đoán được bù chuyển động từ một hoặc nhiều khối tham chiếu của các khung được lưu trữ trong DPB 64. Đơn vị bù chuyển động 44 cũng có thể áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc nội suy cho khối mang tính dự đoán để tính toán các giá trị điểm ảnh dưới số nguyên để sử dụng cho việc ước lượng chuyển động.

Bộ cộng 62 cộng khối phần dư được tái tạo vào khối mang tính dự đoán được bù chuyển động, được tạo ra bởi đơn vị bù chuyển động 44, để tạo ra khối tham chiếu để lưu trữ trong DPB 64. Sau đó, khối tham chiếu này có thể được sử dụng bởi đơn vị BC nội ảnh 48, đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44 để làm khối mang tính dự đoán để dự đoán liên ảnh một khối video khác trong khung video tiếp theo.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã video mang tính ví dụ 30 theo một số cách triển khai của sáng chế. Bộ giải mã video 30 bao gồm bộ nhớ dữ liệu video 79, đơn vị giải mã entropi 80, đơn vị xử lý dự đoán 81, đơn vị lượng tử hóa ngược 86, đơn vị xử lý biến đổi ngược 88, bộ cộng 90, và DPB 92. Đơn vị xử lý dự đoán 81 còn bao gồm đơn vị bù chuyển động 82, đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 84, và đơn vị BC nội ảnh 85. Bộ giải mã video 30 có thể thực hiện quá trình giải mã nói chung là nghịch đảo với quá trình mã hóa được mô tả trên đây đối với bộ mã hóa video 20 liên quan đến Fig.2. Ví dụ, đơn vị bù chuyển động 82 có thể tạo ra dữ liệu dự đoán dựa trên các vectơ chuyển động nhận được từ đơn vị giải mã entropi 80, trong khi đơn vị dự đoán nội ảnh 84 có

thể tạo ra dữ liệu dự đoán dựa trên các chỉ dấu chế độ dự đoán nội ảnh nhận được từ đơn vị giải mã entropi 80.

Trong một số ví dụ, một đơn vị của bộ giải mã video 30 có thể được giao nhiệm vụ thực hiện các cách triển khai của sáng chế. Cũng như vậy, trong một số ví dụ, các cách triển khai của sáng chế có thể được chia giữa một hoặc nhiều đơn vị của bộ giải mã video 30. Ví dụ, đơn vị BC nội ảnh 85 có thể thực hiện các cách triển khai của sáng chế, độc lập, hoặc kết hợp với các đơn vị khác của bộ giải mã video 30, chẳng hạn như đơn vị bù chuyển động 82, đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 84, và đơn vị giải mã entropi 80. Trong một số ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể không bao gồm đơn vị BC nội ảnh 85 và chức năng của đơn vị BC nội ảnh 85 có thể được thực hiện bởi các thành phần khác của đơn vị xử lý dự đoán 81, chẳng hạn như đơn vị bù chuyển động 82.

Bộ nhớ dữ liệu video 79 có thể lưu trữ dữ liệu video, chẳng hạn như dòng bit video được mã hóa, để được giải mã bởi các thành phần khác của bộ giải mã video 30. Dữ liệu video được lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 79 có thể được thu nhận, ví dụ, từ thiết bị lưu trữ 32, từ nguồn video cục bộ, như camera, qua hoạt động truyền thông mạng có dây hoặc không dây đối với dữ liệu video, hoặc bằng cách truy cập phương tiện lưu trữ dữ liệu vật lý (ví dụ, ổ đĩa tác động nhanh hoặc đĩa cứng). Bộ nhớ dữ liệu video 79 có thể bao gồm bộ đệm hình ảnh được tạo mã (coded picture buffer - CPB) mà nó lưu trữ dữ liệu video được mã hóa từ dòng bit video được mã hóa. Bộ đệm hình ảnh được giải mã (DPB) 92 của bộ giải mã video 30 lưu trữ dữ liệu video tham chiếu để sử dụng khi giải mã dữ liệu video bằng bộ giải mã video 30 (ví dụ, trong các chế độ tạo mã dự đoán nội ảnh hoặc liên ảnh). Bộ nhớ dữ liệu video 79 và DPB 92 có thể được tạo thành bởi thiết bị bất kỳ trong số nhiều loại thiết bị nhớ, chẳng hạn như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (dynamic random access memory - DRAM), bao gồm DRAM đồng bộ (synchronous DRAM - SDRAM), RAM điện trở từ (magneto-resistive RAM - MRAM), RAM điện trở (resistive RAM - RRAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Nhằm mục đích minh họa, bộ nhớ dữ liệu video 79 và DPB 92 được thể hiện dưới dạng hai thành phần phân biệt của bộ giải mã video 30 trên Fig.3. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung

bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rõ rằng bộ nhớ dữ liệu video 79 và DPB 92 có thể được cung cấp bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ tách biệt. Trong một số ví dụ, bộ nhớ dữ liệu video 79 có thể nằm trên chip với các thành phần khác của bộ giải mã video 30, hoặc nằm tách khỏi chip so với các thành phần đó.

Trong quá trình giải mã, bộ giải mã video 30 nhận dòng bit video được mã hóa mà nó biểu diễn các khối video của khung video được mã hóa và các phần tử cú pháp được kết hợp với chúng. Bộ giải mã video 30 có thể nhận các phần tử cú pháp này ở mức khung video và/hoặc mức khối video. Đơn vị giải mã entropi 80 của bộ giải mã video 30 giải mã entropi dòng bit này để tạo ra các hệ số được lượng tử hoá, các vectơ chuyển động hoặc các chỉ dấu chế độ dự đoán nội ảnh, và các phần tử cú pháp khác. Sau đó, đơn vị giải mã entropi 80 chuyển tiếp các vectơ chuyển động này và các phần tử cú pháp khác đến đơn vị xử lý dự đoán 81.

Khi khung video được tạo mã dưới dạng khung được tạo mã dự đoán nội ảnh (I) hoặc đối với các khối mang tính dự đoán được tạo mã nội ảnh trong các loại khung khác, đơn vị xử lý dự đoán nội ảnh 84 của đơn vị xử lý dự đoán 81 có thể tạo ra dữ liệu dự đoán cho khối video của khung video hiện tại dựa trên chế độ dự đoán nội ảnh được phát tín hiệu và dữ liệu tham chiếu từ các khối được giải mã trước đó của khung hiện tại.

Khi khung video được tạo mã dưới dạng khung được tạo mã dự đoán liên ảnh (cụ thể là B hoặc P), đơn vị bù chuyển động 82 của đơn vị xử lý dự đoán 81 tạo ra một hoặc nhiều khối mang tính dự đoán cho khối video của khung video hiện tại dựa trên các vectơ chuyển động và các phần tử cú pháp khác nhận được từ đơn vị giải mã entropi 80. Mỗi khối trong số các khối mang tính dự đoán này có thể được tạo ra từ khung tham chiếu trong một danh sách trong số các danh sách khung tham chiếu. Bộ giải mã video 30 có thể tạo dựng các danh sách khung tham chiếu, Danh sách 0 và Danh sách 1, nhờ sử dụng các kỹ thuật tạo dựng mặc định dựa trên các khung tham chiếu được lưu trữ trong DPB 92.

Trong một số ví dụ, khi khối video được tạo mã theo chế độ BC nội ảnh được mô tả ở đây, đơn vị BC nội ảnh 85 của đơn vị xử lý dự đoán 81 tạo ra các khối mang tính dự đoán cho khối video hiện tại dựa trên các vectơ khối và các phần tử cú pháp khác nhận được từ đơn vị giải mã entropi 80. Các khối mang tính dự đoán này có thể nằm trong vùng được tái tạo của cùng một hình ảnh với khối video hiện tại được định ra bởi bộ mã hóa video 20.

Đơn vị bù chuyển động 82 và/hoặc đơn vị BC nội ảnh 85 xác định thông tin dự đoán cho khối video của khung video hiện tại bằng cách phân tích cú pháp các vectơ chuyển động và các phần tử cú pháp khác, và sau đó sử dụng thông tin dự đoán này để tạo ra các khối mang tính dự đoán cho khối video hiện tại đang được giải mã. Ví dụ, đơn vị bù chuyển động 82 sử dụng một số phần tử trong số các phần tử cú pháp nhận được để xác định chế độ dự đoán (ví dụ, dự đoán nội ảnh hoặc liên ảnh) được sử dụng để tạo mã cho các khối video của khung video, loại khung dự đoán liên ảnh (ví dụ, B hoặc P), thông tin tạo dựng cho một hoặc nhiều danh sách khung tham chiếu cho khung này, các vectơ chuyển động cho mỗi khối video được tạo mã dự đoán liên ảnh của khung này, trạng thái dự đoán liên ảnh cho mỗi khối video được tạo mã dự đoán liên ảnh của khung này, và thông tin khác để giải mã các khối video trong khung video hiện tại này.

Tương tự, đơn vị BC nội ảnh 85 có thể sử dụng một số phần tử trong số các phần tử cú pháp nhận được, ví dụ, cờ, để xác định rằng khối video hiện tại đã được dự đoán nhờ sử dụng chế độ BC nội ảnh, thông tin tạo dựng về việc các khối video nào của khung này nằm trong vùng được tái tạo và cần được lưu trữ trong DPB 92, các vectơ khối cho mỗi khối video được dự đoán BC nội ảnh của khung này, trạng thái dự đoán BC nội ảnh cho mỗi khối video được dự đoán BC nội ảnh của khung này, và thông tin khác để giải mã các khối video trong khung video hiện tại này.

Đơn vị bù chuyển động 82 cũng có thể thực hiện việc nội suy nhờ sử dụng các bộ lọc nội suy như được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20 trong quá trình mã hóa các khối video để tính toán các giá trị được nội suy cho các điểm ảnh dưới số nguyên của các khối tham chiếu. Trong trường hợp này, đơn vị bù chuyển động 82 có thể xác định các

bộ lọc nội suy được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20 từ các phần tử cú pháp nhận được và sử dụng các bộ lọc nội suy này để tạo ra các khối mang tính dự đoán.

Đơn vị lượng tử hóa ngược 86 lượng tử hóa ngược các hệ số biến đổi được lượng tử hoá được cung cấp trong dòng bit và được giải mã entropi bởi đơn vị giải mã entropi 80 nhờ sử dụng cùng thông số lượng tử hóa tính toán bởi bộ mã hóa video 20 cho mỗi khối video trong khung video để xác định mức độ lượng tử hóa. Đơn vị xử lý biến đổi ngược 88 áp dụng phép biến đổi ngược, ví dụ, DCT ngược, biến đổi số nguyên ngược, hoặc quá trình biến đổi ngược tương tự về mặt khái niệm, cho các hệ số biến đổi để tái tạo các khối phần dư trong miền điểm ảnh.

Sau khi đơn vị bù chuyển động 82 hoặc đơn vị BC nội ảnh 85 tạo ra khối mang tính dự đoán cho khối video hiện tại dựa trên các vectơ và các phần tử cú pháp khác, bộ cộng 90 tái tạo khối video được giải mã cho khối video hiện tại bằng cách cộng khối phần dư từ đơn vị xử lý biến đổi ngược 88 và khối mang tính dự đoán tương ứng được tạo ra bởi đơn vị bù chuyển động 82 và đơn vị BC nội ảnh 85. Bộ lọc vòng trong (không được thể hiện) có thể được đặt giữa bộ cộng 90 và DPB 92 để xử lý thêm khối video được giải mã. Sau đó, các khối video được giải mã trong khung đã cho được lưu trữ trong DPB 92, mà nó lưu trữ các khung tham chiếu được sử dụng cho việc bù chuyển động tiếp theo của các khối video tiếp theo. DPB 92, hoặc thiết bị nhớ tách biệt với DPB 92, cũng có thể lưu trữ video được giải mã để trình chiếu sau trên thiết bị hiển thị, chẳng hạn như thiết bị hiển thị 34 trên Fig.1.

Trong quá trình tạo mã video thông thường, chuỗi video thường bao gồm tập hợp được sắp xếp thứ tự của các khung hoặc các hình ảnh. Mỗi khung có thể bao gồm ba mảng mẫu, được biểu thị là SL, SCb, và SCr. SL là mảng hai chiều của các mẫu độ chói. SCb là mảng hai chiều của các mẫu sắc độ Cb. SCr là mảng hai chiều của các mẫu sắc độ Cr. Trong các trường hợp khác, khung có thể là đơn sắc và do đó chỉ bao gồm một mảng hai chiều của các mẫu độ chói.

Như được thể hiện trên Fig.4A, bộ mã hóa video 20 (hoặc cụ thể hơn là đơn vị phân chia 45) tạo ra cách thể hiện được mã hóa của khung trước hết bằng cách phân chia

khung này thành tập hợp các đơn vị cây tạo mã (các CTU). Khung video có thể bao gồm một số lượng nguyên các CTU được sắp xếp thứ tự liên tiếp theo thứ tự quét mảnh từ trái sang phải và từ trên xuống dưới. Mỗi CTU là đơn vị tạo mã logic lớn nhất và chiều rộng và chiều cao của CTU này được phát tín hiệu bởi bộ mã hóa video 20 trong tập hợp thông số chuỗi, sao cho tất cả các CTU trong chuỗi video đều có cùng kích thước là một kích thước trong số 128×128 , 64×64 , 32×32 , và 16×16 . Tuy nhiên cần lưu ý rằng sáng chế không nhất thiết bị giới hạn ở một kích thước cụ thể. Như được thể hiện trên Fig.4B, mỗi CTU có thể bao gồm một khối cây tạo mã (coding tree block - CTB) của các mẫu độ chói, hai khối cây tạo mã tương ứng của các mẫu sắc độ, và các phần tử cú pháp được sử dụng để tạo mã cho các mẫu của các khối cây tạo mã này. Các phần tử cú pháp mô tả các thuộc tính của các loại đơn vị khác nhau của khối được tạo mã của các điểm ảnh và cách thức chuỗi video có thể được tái tạo tại bộ giải mã video 30, bao gồm việc dự đoán liên ảnh hoặc nội ảnh, chế độ dự đoán nội ảnh, các vectơ chuyển động, và các thông số khác. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu tách biệt, CTU có thể bao gồm một khối cây tạo mã duy nhất và các phần tử cú pháp được sử dụng để tạo mã cho các mẫu của khối cây tạo mã này. Khối cây tạo mã có thể là khối $N \times N$ của các mẫu.

Để đạt được hiệu năng tốt hơn, bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện một cách đệ quy việc phân chia cây chẳng hạn như phân chia cây nhị phân, phân chia cây tam phân, phân chia cây tứ phân hoặc tổ hợp của cả hai trên các khối cây tạo mã của CTU và chia CTU thành các đơn vị tạo mã (CU) nhỏ hơn. Như được thể hiện trên Fig.4C, CTU 64×64 400 trước hết được chia thành bốn CU nhỏ hơn, mỗi CU có kích thước khối là 32×32 . Trong số bốn CU nhỏ hơn này, mỗi CU trong số CU 410 và CU 420 được chia thành bốn CU có kích thước khối là 16×16 . Mỗi CU trong số hai CU 430 và CU 440 16×16 được chia thêm thành bốn CU có kích thước khối 8×8 . Fig.4D thể hiện cấu trúc dữ liệu cây tứ phân minh họa kết quả cuối cùng của quá trình phân chia CTU 400 như được thể hiện trên Fig.4C, mỗi nút lá của cây tứ phân này tương ứng với một CU có kích thước tương ứng trong khoảng từ 32×32 đến 8×8 . Giống như CTU được thể hiện trên Fig.4B,

mỗi CU có thể bao gồm khối tạo mã (CB) của các mẫu độ chói và hai khối tạo mã tương ứng của các mẫu sắc độ của khung có cùng kích thước, và các phần tử cú pháp được sử dụng để tạo mã cho các mẫu của các khối tạo mã này. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu tách biệt, CU có thể bao gồm một khối tạo mã duy nhất và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để tạo mã cho các mẫu của khối tạo mã này. Cần lưu ý rằng việc phân chia cây tứ phân được thể hiện trên Fig.4C và Fig.4D chỉ nhằm các mục đích minh họa và một CTU có thể được chia tách thành các CU để thích ứng với các đặc tính cục bộ biến đổi dựa trên sự phân chia cây tứ phân/tam phân/nhi phân. Trong cấu trúc cây nhiều loại, một CTU được phân chia bởi cấu trúc cây tứ phân và mỗi nút lá cây tứ phân CU có thể còn được phân chia bởi cấu trúc cây nhị phân hoặc tam phân. Như được thể hiện trên Fig.4E, có năm loại phân chia, cụ thể là, phân chia tứ phân, phân chia nhị phân ngang, phân chia nhị phân dọc, phân chia tam phân ngang, và phân chia tam phân dọc.

Trong một số cách triển khai, bộ mã hóa video 20 còn có thể phân chia khối tạo mã của CU thành một hoặc nhiều khối dự đoán (prediction block - PB) $M \times N$. Khối dự đoán là khối hình chữ nhật (hình vuông hoặc hình không vuông) của các mẫu trên đó cùng một việc dự đoán, liên ảnh hoặc nội ảnh, được áp dụng. Đơn vị dự đoán (PU) của CU có thể bao gồm khối dự đoán của các mẫu độ chói, hai khối dự đoán tương ứng của các mẫu sắc độ, và các phần tử cú pháp được sử dụng để dự đoán các khối dự đoán này. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu tách biệt, PU có thể bao gồm một khối dự đoán duy nhất và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để dự đoán khối dự đoán này. Bộ mã hóa video 20 có thể tạo ra các khối độ chói, Cb, và Cr mang tính dự đoán cho các khối dự đoán độ chói, Cb, và Cr của mỗi PU của CU.

Bộ mã hóa video 20 có thể sử dụng việc dự đoán nội ảnh hoặc việc dự đoán liên ảnh để tạo ra các khối mang tính dự đoán cho PU. Nếu bộ mã hóa video 20 sử dụng việc dự đoán nội ảnh để tạo ra các khối mang tính dự đoán của PU thì bộ mã hóa video 20 có thể tạo ra các khối mang tính dự đoán của PU này dựa trên các mẫu được giải mã của khung được kết hợp với PU này. Nếu bộ mã hóa video 20 sử dụng việc dự đoán liên ảnh

để tạo ra các khối mang tính dự đoán của PU thì bộ mã hóa video 20 có thể tạo ra các khối mang tính dự đoán của PU này dựa trên các mẫu được giải mã của một hoặc nhiều khung khác với khung được kết hợp với PU này.

Sau khi bộ mã hóa video 20 tạo ra các khối độ chói, Cb, và Cr mang tính dự đoán cho một hoặc nhiều PU của CU, bộ mã hóa video 20 có thể tạo ra khối phần dư độ chói cho CU này bằng cách trừ các khối độ chói mang tính dự đoán của CU này khỏi khối tạo mã độ chói ban đầu của nó, sao cho mỗi mẫu trong khối phần dư độ chói của CU này đều chỉ ra chênh lệch giữa mẫu độ chói trong một khối trong số các khối độ chói mang tính dự đoán của CU này và mẫu tương ứng trong khối tạo mã độ chói ban đầu của CU này. Tương tự, bộ mã hóa video 20 có thể tạo ra khối phần dư Cb và khối phần dư Cr cho CU này, một cách tương ứng, sao cho mỗi mẫu trong khối phần dư Cb của CU này đều chỉ ra chênh lệch giữa mẫu Cb trong một khối trong số các khối Cb mang tính dự đoán của CU này và mẫu tương ứng trong khối tạo mã Cb ban đầu của CU này, và mỗi mẫu trong khối phần dư Cr của CU này đều có thể chỉ ra chênh lệch giữa mẫu Cr trong một khối trong số các khối Cr mang tính dự đoán của CU này và mẫu tương ứng trong khối tạo mã Cr ban đầu của CU này.

Hơn thế nữa, như được minh họa trên Fig.4C, bộ mã hóa video 20 có thể sử dụng việc phân chia cây tứ phân để phân giải các khối phần dư độ chói, Cb, và Cr của CU thành một hoặc nhiều khối biến đổi độ chói, Cb, và Cr. Khối biến đổi là khối hình chữ nhật (hình vuông hoặc hình không vuông) của các mẫu mà việc biến đổi giống nhau được áp dụng trên đó. Đơn vị biến đổi (TU) của CU có thể bao gồm khối biến đổi của các mẫu độ chói, hai khối biến đổi tương ứng của các mẫu sắc độ, và các phần tử cú pháp được sử dụng để biến đổi các mẫu khối của biến đổi này. Do đó, mỗi TU của CU có thể được kết hợp với khối biến đổi độ chói, khối biến đổi Cb, và khối biến đổi Cr. Trong một số ví dụ, khối biến đổi độ chói được kết hợp với TU có thể là khối con của khối phần dư độ chói của CU. Khối biến đổi Cb có thể là khối con của khối phần dư Cb của CU. Khối biến đổi Cr có thể là khối con của khối phần dư Cr của CU. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu tách biệt, TU có thể bao gồm

một khối biến đổi duy nhất và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để biến đổi các mẫu của khối biến đổi này.

Bộ mã hóa video 20 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối biến đổi độ chói của TU để tạo ra khối hệ số độ chói cho TU này. Khối hệ số có thể là mảng hai chiều của các hệ số biến đổi. Hệ số biến đổi có thể là đại lượng vô hướng. Bộ mã hóa video 20 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối biến đổi Cb của TU để tạo ra khối hệ số Cb cho TU này. Bộ mã hóa video 20 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối biến đổi Cr của TU để tạo ra khối hệ số Cr cho TU này.

Sau khi tạo ra khối hệ số (ví dụ, khối hệ số độ chói, khối hệ số Cb hoặc khối hệ số Cr), bộ mã hóa video 20 có thể lượng tử hóa khối hệ số này. Việc lượng tử hóa nói chung chỉ quá trình trong đó các hệ số biến đổi được lượng tử hoá để có thể làm giảm lượng dữ liệu được sử dụng để thể hiện các hệ số biến đổi này, cung cấp thêm việc nén. Sau khi bộ mã hóa video 20 lượng tử hóa khối hệ số, bộ mã hóa video 20 có thể mã hóa entropi các phần tử cú pháp chỉ ra các hệ số biến đổi được lượng tử hoá này. Ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện quá trình tạo mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (CABAC) trên các phần tử cú pháp chỉ ra các hệ số biến đổi được lượng tử hoá này. Cuối cùng, bộ mã hóa video 20 có thể xuất ra dòng bit bao gồm chuỗi của các bit mà chuỗi này tạo thành sự thể hiện của các khung được tạo mã và dữ liệu được liên kết, mà nó hoặc được lưu trong thiết bị lưu trữ 32 hoặc được truyền đến thiết bị đích 14.

Sau khi nhận dòng bit được tạo ra bởi bộ mã hóa video 20, bộ giải mã video 30 có thể phân tích cú pháp dòng bit này để thu nhận các phần tử cú pháp từ dòng bit này. Bộ giải mã video 30 có thể tái tạo các khung của dữ liệu video dựa ít nhất một phần trên các phần tử cú pháp thu nhận được từ dòng bit này. Quá trình tái tạo dữ liệu video nói chung là nghịch đảo so với quá trình mã hóa được thực hiện bởi bộ mã hóa video 20. Ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể thực hiện quá trình biến đổi ngược trên các khối hệ số được kết hợp với các TU của một CU hiện tại để tái tạo các khối phần dư được kết hợp với các TU này của CU hiện tại này. Bộ giải mã video 30 cũng tái tạo các khối tạo mã của CU hiện tại này bằng cách cộng các mẫu của các khối mang tính dự đoán cho các

PU của CU hiện tại này vào các mẫu tương ứng của các khối biến đổi của các TU này của CU hiện tại này. Sau khi tái tạo các khối tạo mã cho mỗi CU của một khung, bộ giải mã video 30 có thể tái tạo khung này.

Như đã lưu ý trên đây, việc tạo mã video đạt được việc nén video nhờ sử dụng chủ yếu hai chế độ, cụ thể là, dự đoán khung nội ảnh (hay dự đoán nội ảnh) và dự đoán khung liên ảnh (hay dự đoán liên ảnh). Việc tạo mã dựa trên bảng màu là một sơ đồ tạo mã khác đã được chấp nhận bởi nhiều tiêu chuẩn tạo mã video. Trong việc tạo mã dựa trên bảng màu, mà nó có thể đặc biệt thích hợp đối với việc tạo mã nội dung được tạo ra bởi màn hình, bộ tạo mã video (ví dụ, bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30) tạo thành bảng của bảng màu với các màu sắc thể hiện dữ liệu video của khối cho trước. Bảng của bảng màu bao gồm các giá trị điểm ảnh nổi trội nhất (ví dụ, được sử dụng thường xuyên) trong khối đã cho. Các giá trị điểm ảnh không được thể hiện thường xuyên trong dữ liệu video của khối đã cho này hoặc là không được chứa trong bảng của bảng màu hoặc là được chứa trong bảng của bảng màu dưới dạng các màu thoát.

Mỗi mục nhập trong bảng của bảng màu bao gồm chỉ số cho giá trị điểm ảnh tương ứng ở trong bảng của bảng màu này. Các chỉ số bảng màu cho các mẫu trong khối có thể được tạo mã để chỉ ra mục nhập nào từ bảng của bảng màu cần được sử dụng để dự đoán hoặc tái tạo mẫu nào. Chế độ bảng màu này bắt đầu với quá trình tạo ra phần dự đoán bảng màu cho khối thứ nhất của hình ảnh, lớp cắt, miếng lát, hoặc cách tạo nhóm khác như vậy đối với các khối video. Như sẽ được giải thích dưới đây, phần dự đoán bảng màu cho các khối video tiếp theo thường được tạo ra bằng cách cập nhật phần dự đoán bảng màu đã được sử dụng trước đó. Nhằm mục đích minh họa, giả sử rằng phần dự đoán bảng màu được định ra ở mức hình ảnh. Nói cách khác, hình ảnh có thể bao gồm nhiều khối tạo mã, mỗi khối tạo mã có bảng của bảng màu của riêng nó, nhưng có một phần dự đoán bảng màu cho toàn bộ hình ảnh này.

Để giảm các bit cần để phát tín hiệu các mục nhập bảng màu trong dòng bit video, bộ giải mã video có thể tận dụng phần dự đoán bảng màu để xác định các mục nhập bảng màu mới trong bảng của bảng màu được sử dụng để tái tạo khối video. Ví dụ, phần

dự đoán bảng màu có thể bao gồm các mục nhập bảng màu từ bảng của bảng màu được sử dụng trước đó hoặc thậm chí là được khởi tạo bằng bảng của bảng màu được sử dụng gần đây nhất bằng cách bao gồm tất cả các mục nhập của bảng của bảng màu được sử dụng gần đây nhất này. Trong một số cách triển khai, phần dự đoán bảng màu có thể bao gồm ít mục nhập hơn so với tất cả các mục nhập từ bảng của bảng màu được sử dụng gần đây nhất này và sau đó kết hợp một số mục nhập từ các bảng của bảng màu được sử dụng trước đó khác. Phần dự đoán bảng màu có thể có cùng kích thước với các bảng của bảng màu được sử dụng để tạo mã cho các khối khác nhau hoặc có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn các bảng của bảng màu được sử dụng để tạo mã các khối khác nhau. Trong một ví dụ, phần dự đoán bảng màu được triển khai dưới dạng bảng vào trước ra trước (first-in-first-out - FIFO) bao gồm 64 mục nhập bảng màu.

Để tạo ra bảng của bảng màu cho khối của dữ liệu video từ phần dự đoán bảng màu, bộ giải mã video có thể nhận, từ dòng bit video được mã hóa, cờ một bit cho mỗi mục nhập của phần dự đoán bảng màu. Cờ một bit này có thể có giá trị thứ nhất (ví dụ, giá trị một nhị phân) chỉ ra rằng mục nhập được liên kết của phần dự đoán bảng màu cần được chứa trong bảng của bảng màu, hoặc giá trị thứ hai (ví dụ, giá trị không nhị phân) chỉ ra rằng mục nhập được liên kết của phần dự đoán bảng màu không cần được chứa trong bảng của bảng màu. Nếu kích thước của phần dự đoán bảng màu là lớn hơn bảng của bảng màu được sử dụng cho khối của dữ liệu video thì bộ giải mã video có thể dừng nhận thêm cờ một khi đã đạt đến kích thước tối đa cho bảng của bảng màu này.

Trong một số cách triển khai, một số mục nhập trong bảng của bảng màu có thể được phát tín hiệu trực tiếp trong dòng bit video được mã hóa thay vì được xác định nhờ sử dụng phần dự đoán bảng màu. Đối với các mục nhập như vậy, bộ giải mã video có thể nhận, từ dòng bit video được mã hóa, ba giá trị m-bit tách biệt chỉ ra các giá trị điểm ảnh cho độ chói và hai thành phần sắc độ được kết hợp với mục nhập này, trong đó m thể hiện độ sâu bit của dữ liệu video. So với nhiều giá trị m-bit cần cho các mục nhập bảng màu được phát tín hiệu trực tiếp, các mục nhập bảng màu được dẫn xuất từ phần dự đoán bảng màu chỉ đòi hỏi cờ một bit. Do đó, việc phát tín hiệu một số hoặc tất cả

các mục nhập bảng màu nhờ sử dụng phần dự đoán bảng màu có thể làm giảm một cách đáng kể số lượng các bit cần để phát tín hiệu các mục nhập của bảng của bảng màu mới, qua đó cải thiện hiệu suất tạo mã tổng thể của việc tạo mã chế độ bảng màu.

Trong nhiều trường hợp, phần dự đoán bảng màu cho một khối được xác định dựa trên bảng của bảng màu được sử dụng để tạo mã cho một hoặc nhiều khối được tạo mã trước đó. Tuy nhiên, khi tạo mã đơn vị cây tạo mã thứ nhất trong một hình ảnh, lớp cắt hoặc miếng lát, bảng của bảng màu của khối được tạo mã trước đó có thể không sẵn sàng. Do đó phần dự đoán bảng màu không thể được tạo ra nhờ sử dụng các mục nhập của các bảng của bảng màu được sử dụng trước đó. Trong trường hợp như vậy, chuỗi của các bộ khởi tạo phần dự đoán bảng màu có thể được phát tín hiệu trong tập hợp thông số chuỗi (sequence parameter set - SPS) và/hoặc tập hợp thông số hình ảnh (picture parameter set - PPS), là các giá trị được sử dụng để tạo ra phần dự đoán bảng màu khi bảng của bảng màu được sử dụng trước đó không sẵn sàng. SPS nói chung chỉ cấu trúc cú pháp của các phần tử cú pháp mà chúng áp dụng cho một loạt các hình ảnh video được tạo mã liên tiếp được gọi là chuỗi video được tạo mã (coded video sequence - CVS) như được xác định bởi nội dung của phần tử cú pháp được tìm thấy trong PPS được tham chiếu bởi phần tử cú pháp được tìm thấy trong mỗi phần đầu đoạn lớp cắt. PPS nói chung chỉ cấu trúc cú pháp của các phần tử cú pháp mà chúng áp dụng cho một hoặc nhiều hình ảnh riêng rẽ trong CVS như được xác định bởi phần tử cú pháp được tìm thấy trong mỗi phần đầu đoạn lớp cắt. Do đó, SPS nói chung được xem là cấu trúc cú pháp mức cao hơn so với PPS, có nghĩa là các phần tử cú pháp được chứa trong SPS nói chung là ít thay đổi thường xuyên và áp dụng cho phần dữ liệu video lớn hơn so với các phần tử cú pháp được chứa trong PPS.

Các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5B là các sơ đồ khối minh họa các ví dụ về việc áp dụng kỹ thuật biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) để biến đổi các phần dư giữa không gian màu RGB và không gian màu YCgCo theo một số cách triển khai của sáng chế.

Trong phần mở rộng tạo mã nội dung màn hình HEVC, ACT được áp dụng để biến đổi tùy nghi các phần dư từ một không gian màu (ví dụ như RGB) vào trong một không gian màu khác (ví dụ như YCgCo) sao cho sự tương liên (ví dụ, sự dư thừa) giữa ba thành phần màu sắc (ví dụ như R, G, và B) được làm giảm đáng kể trong không gian màu YCgCo. Hơn nữa, trong thiết kế ACT hiện có, việc làm thích ứng các không gian màu khác nhau được thi hành tại mức đơn vị biến đổi (TU) bằng cách phát tín hiệu một cờ *tu_act_enabled_flag* cho mỗi TU. Khi cờ *tu_act_enabled_flag* này bằng một, nó chỉ ra rằng các phần dư của TU hiện tại được tạo mã trong không gian YCgCo; nếu không (cụ thể là cờ này bằng 0), nó chỉ ra rằng các phần dư của TU hiện tại được tạo mã trong không gian màu ban đầu (cụ thể là không có chuyển đổi không gian màu). Thêm vào đó, tùy thuộc vào việc liệu TU hiện tại được tạo mã ở chế độ không mất mát hay chế độ có mất mát, các công thức biến đổi không gian màu khác nhau sẽ được áp dụng. Cụ thể, các công thức biến đổi không gian màu thuận và ngược giữa không gian màu RGB và không gian màu YCgCo cho các chế độ có mất mát được định ra trên Fig.5A.

Đối với chế độ không mất mát, phiên bản có thể đảo ngược của biến đổi RGB-YCgCo (cũng được biết đến như là YCgCo-LS) được sử dụng. Phiên bản có thể đảo ngược của biến đổi RGB-YCgCo này được triển khai dựa trên các hoạt động nâng được thể hiện trên Fig.5B và phần mô tả có liên quan.

Như được thể hiện trên Fig.5A, các ma trận biến đổi màu thuận và ngược, được dùng trong chế độ có mất mát, không được chuẩn hóa. Do đó, cường độ của tín hiệu YCgCo là nhỏ hơn so với cường độ của tín hiệu ban đầu sau khi phép biến đổi màu này được áp dụng. Để bù lại sự suy giảm về cường độ do biến đổi màu thuận gây ra, thông số lượng tử hóa được điều chỉnh được áp dụng cho các phần dư trong miền YCgCo. Cụ thể, khi phép biến đổi không gian màu được áp dụng, các giá trị QP gồm QP_Y , QP_{Cg} and QP_{Co} , mà chúng được dùng để lượng tử hóa các phần dư của miền YCgCo, được đặt tương ứng thành $QP - 5$, $QP - 5$ and $QP - 3$, trong đó QP là thông số lượng tử hóa (quantization parameter) được dùng trong không gian màu ban đầu.

Fig.6 là sơ đồ khối về việc áp dụng kỹ thuật ánh xạ độ chói với thay đổi tỷ lệ sắc độ (LMCS) trong quá trình giải mã dữ liệu video mang tính ví dụ theo một số cách triển khai của sáng chế.

Trong VVC, LMCS được dùng dưới dạng một công cụ tạo mã mới được áp dụng trước các bộ lọc trong vòng (ví dụ như bộ lọc khử tạo khối, SAO và ALF). Nói chung, LMCS có hai môđun chính: 1) ánh xạ trong vòng của thành phần độ chói dựa trên các mô hình tuyến tính từng khúc thích ứng; 2) thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ phụ thuộc vào độ chói. Fig.6 thể hiện quá trình giải mã được biến đổi với LMCS được áp dụng. Trên Fig.6, các môđun giải mã được tiến hành trong miền được ánh xạ bao gồm môđun giải mã entropi, môđun lượng tử hóa ngược, môđun biến đổi ngược, môđun dự đoán nội ảnh độ chói, và môđun tái tạo mẫu độ chói (cụ thể là, việc thêm vào các mẫu dự đoán độ chói và các mẫu phần dư độ chói). Các môđun giải mã được tiến hành trong miền ban đầu (cụ thể là miền không được ánh xạ) bao gồm môđun dự đoán được bù chuyển động, môđun dự đoán nội ảnh sắc độ, môđun tái tạo mẫu sắc độ (cụ thể là việc thêm các mẫu dự đoán sắc độ và các mẫu phần dư sắc độ), và tất cả các môđun bộ lọc trong vòng chẳng hạn như môđun khử tạo khối, môđun SAO, và môđun ALF. Các môđun vận hành mới được đưa ra bởi LMCS bao gồm môđun ánh xạ thuận 610 đối với các mẫu độ chói, môđun ánh xạ ngược 620 đối với các mẫu độ chói, và môđun thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ 630.

Việc ánh xạ trong vòng của LMCS có thể điều chỉnh khoảng động của tín hiệu đầu vào để cải thiện hiệu suất tạo mã. Việc ánh xạ trong vòng các mẫu độ chói trong thiết kế LMCS hiện có được xây dựng trên hai hàm ánh xạ: một hàm ánh xạ thuận *FwdMap* và một hàm ánh xạ ngược tương ứng *InvMap*. Hàm ánh xạ thuận được phát tín hiệu từ bộ mã hóa đến bộ giải mã nhờ sử dụng một mô hình tuyến tính từng khúc với mười sáu khúc có cùng kích thước. Hàm ánh xạ ngược có thể được suy ra trực tiếp từ hàm ánh xạ thuận và do đó không cần được phát tín hiệu.

Các thông số của mô hình ánh xạ độ chói được phát tín hiệu ở mức lớp cắt. Một cờ báo có mặt trước hết được phát tín hiệu để chỉ ra liệu mô hình ánh xạ độ chói có cần

được phát tín hiệu cho lớp cắt hiện tại hay không. Nếu mô hình ánh xạ độ chói có mặt trong lớp cắt hiện tại, các thông số của mô hình tuyến tính từng khúc tương ứng được phát tín hiệu thêm. Thêm vào đó, ở mức lớp cắt, một cờ điều khiển LMCS khác được phát tín hiệu để cho phép/vô hiệu hóa LMCS đối với lớp cắt này.

Môđun thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ 630 được thiết kế để bù cho tương tác về độ chính xác lượng tử hóa giữa tín hiệu độ chói và các tín hiệu sắc độ tương ứng của nó khi việc ánh xạ trong vòng được áp dụng cho tín hiệu độ chói này. Việc liệu thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ được cho phép hay bị vô hiệu hóa cho lớp cắt hiện tại cũng được phát tín hiệu trong phần đầu của lớp cắt này. Nếu việc ánh xạ độ chói được cho phép, cờ bổ sung được phát tín hiệu để chỉ ra liệu việc thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ phụ thuộc vào độ chói có được áp dụng hay không. Khi việc ánh xạ độ chói không được sử dụng, việc thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ phụ thuộc vào độ chói luôn luôn bị vô hiệu hóa và không đòi hỏi phải có cờ bổ sung nào. Thêm vào đó, việc thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ luôn luôn bị vô hiệu hóa cho các CU mà chúng chứa ít hơn hoặc bằng bốn mẫu sắc độ.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa quá trình quá trình giải mã video mang tính ví dụ mà qua đó bộ giải mã video triển khai kỹ thuật biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) ngược theo một số cách triển khai của sáng chế.

Tương tự như thiết kế ACT trong HEVC SCC, ACT trong VVC chuyển đổi các phần dư của việc dự đoán nội ảnh/liên ảnh của một CU ở định dạng sắc độ 4:4:4 từ không gian màu ban đầu (ví dụ như không gian màu RGB) vào trong không gian màu YCgCo. Kết quả là, sự dư thừa giữa ba thành phần màu có thể được làm giảm xuống để được hiệu suất tạo mã tốt hơn. Fig.7 thể hiện lưu đồ giải mã trong đó cách thức ACT ngược được áp dụng trong khuôn khổ của VVC qua sự bổ sung môđun ACT ngược 710. Khi xử lý CU được mã hóa với ACT được cho phép, việc giải mã entropi, việc lượng tử hóa ngược và việc biến đổi dựa trên DCT/DST ngược trước hết được áp dụng cho CU này. Sau đó, như được thể hiện trên Fig.7, ACT ngược được gọi ra để chuyển đổi các phần dư được giải mã từ không gian màu YCgCo thành không gian màu ban đầu (ví dụ như RGB và YCbCr). Thêm vào đó, vì ACT trong chế độ có mất mát không được chuẩn

hóa, các điều chỉnh về QP (-5, -5, -3) được áp dụng cho các thành phần Y, Cg và Co để bù lại cường độ bị thay đổi của các phần dư được biến đổi.

Trong một số phương án, phương pháp ACT này tái sử dụng cùng các phép biến đổi lõi ACT của HEVC để thực hiện chuyển đổi màu giữa các không gian màu khác nhau. Cụ thể, hai phiên bản khác nhau của các phép biến đổi màu sắc được áp dụng phụ thuộc vào việc liệu CU hiện tại được tạo mã theo cách có mất mát hay không mất mát. Các phép biến đổi thuận và ngược cho trường hợp có mất mát sử dụng ma trận biến đổi YCgCo không thể đảo ngược như được thể hiện trên Fig.5A. Đối với trường hợp không mất mát, phép biến đổi màu sắc có thể đảo ngược YCgCo-LS như được thể hiện trên Fig.5B được áp dụng. Hơn nữa, khác với thiết kế ACT hiện có, các thay đổi sau đây được đưa ra cho sơ đồ ACT được đề xuất để xử lý tương tác của nó với các công cụ tạo mã khác trong tiêu chuẩn VVC.

Ví dụ, vì các phần dư của một CU trong HEVC có thể được phân chia thành nhiều TU, cờ điều khiển ACT được phát tín hiệu tách biệt cho mỗi TU để chỉ ra việc liệu phép chuyển đổi không gian màu có cần được áp dụng hay không. Tuy nhiên, như được mô tả cùng với Fig.4E, một cây tứ phân được lồng vào bởi cấu trúc phân chia nhị phân hoặc tam phân được áp dụng trong VVC để thay thế cho khái niệm loại nhiều phân chia, do đó loại bỏ các cách phân chia CU, PU và TU tách biệt trong HEVC. Điều này có nghĩa là trong hầu hết các trường hợp, một nút lá CU cũng được dùng như là đơn vị của quá trình dự đoán và biến đổi mà không có thêm sự phân chia, trừ khi kích thước biến đổi được hỗ trợ tối đa là nhỏ hơn chiều rộng hoặc chiều cao của một thành phần của CU này. Dựa trên cấu trúc phân chia như vậy, sáng chế đề xuất việc cho phép và vô hiệu hóa tùy nghi ACT ở mức CU. Cụ thể, một cờ *cu_act_enabled_flag* được phát tín hiệu cho mỗi CU để chọn giữa không gian màu ban đầu và không gian màu YCgCo để tạo mã cho các phần dư của CU này. Nếu cờ này bằng 1, nó chỉ ra rằng các phần dư của tất cả các TU trong CU này đều được tạo mã trong không gian màu YCgCo. Nếu không, nếu cờ *cu_act_enabled_flag* này bằng 0, tất cả các phần dư của CU này đều được tạo mã trong không gian màu ban đầu.

Fig.8 là lưu đồ 800 minh họa quá trình mang tính ví dụ mà qua đó bộ giải mã video giải mã dữ liệu video bằng cách thực hiện có điều kiện kỹ thuật biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) ngược theo một số cách triển khai của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.5A và Fig.5B, ACT chỉ có thể ảnh hưởng đến các phần dư được giải mã khi CU hiện tại chứa ít nhất một hệ số khác không. Nếu tất cả các hệ số thu được từ việc giải mã entropi đều bằng không, các phần dư được tái tạo duy trì bằng không dù có hay không áp dụng ACT ngược. Đối với chế độ liên ảnh và chế độ sao chép khối nội ảnh (intra block copy - IBC), thông tin về việc liệu một CU có chứa các hệ số khác không hay không được chỉ định bởi cờ khối được tạo mã (coded block flag - CBF) gốc của CU, cụ thể là *cu_cbf*. Khi cờ này bằng một, điều này có nghĩa là các phần tử cú pháp phần dư có mặt trong dòng bit video cho CU hiện tại. Nếu không (cụ thể là cờ này bằng 0), điều này có nghĩa là các phần tử cú pháp phần dư của CU hiện tại sẽ không được phát tín hiệu trong dòng bit video này, hay nói cách khác, tất cả các phần dư của CU này được suy ra đều bằng không. Do đó, trong một số phương án, sáng chế đề xuất rằng cờ *cu_act_enabled_flag* chỉ được phát tín hiệu khi cờ CBF gốc *cu_cbf* của CU hiện tại là bằng một đối với các chế độ liên ảnh và IBC. Nếu không (cụ thể là cờ *cu_cbf* bằng 0), cờ *cu_act_enabled_flag* không được phát tín hiệu và ACT bị vô hiệu hóa đối với việc giải mã các phần dư của CU hiện tại. Mặt khác, khác với các chế độ liên ảnh và IBC, cờ CBF gốc không được phát tín hiệu đối với chế độ nội ảnh, cụ thể là không có cờ *cu_cbf* nào có khả năng được sử dụng để tạo điều kiện cho sự có mặt của cờ *cu_act_enabled_flag* đối với các CU nội ảnh. Ngược lại, sáng chế đề xuất sử dụng cờ ACT để cho phép/vô hiệu hóa một cách có điều kiện việc phát tín hiệu CBF của thành phần độ chói khi ACT được áp dụng cho một CU nội ảnh. Ví dụ, đối với một CU nội ảnh sử dụng ACT, bộ giải mã giả định rằng ít nhất một thành phần chứa các hệ số khác không. Do đó, khi ACT được cho phép đối với một CU nội ảnh và không tồn tại các phần dư khác không trong các khối biến đổi của nó ngoại trừ khối biến đổi cuối cùng của nó, CBF cho chính khối biến đổi cuối cùng này của nó được suy ra là bằng một mà không cần phát tín hiệu. Đối với CU nội ảnh chứa chỉ một TU, nếu các CBF cho hai

thành phần sắc độ của nó (như được chỉ định bởi *tu_cbf_cb* và *tu_cbf_cr*) bằng không, cờ CBF của thành phần cuối cùng (cụ thể là *tu_cbf_luma*) luôn luôn được suy ra là bằng một mà không cần phát tín hiệu. Trong một phương án, quy tắc suy luận như vậy về CBF độ chói chỉ được cho phép đối với CU nội ảnh mà nó chỉ chứa một TU duy nhất để tạo mã phần dư.

Để thực hiện có điều kiện ACT ngược trên đơn vị tạo mã, bộ giải mã video trước hết nhận, từ dòng bit, dữ liệu video tương ứng với một đơn vị tạo mã (ví dụ như được mã hóa ở định dạng 4:4:4), trong đó đơn vị tạo mã này được mã hóa ở chế độ dự đoán liên ảnh hoặc chế độ sao chép khối nội ảnh (810).

Tiếp theo, từ dữ liệu video này, bộ giải mã video nhận phần tử cú pháp thứ nhất (ví dụ như cờ khối được tạo mã gốc của CU, *cu_cbf*), trong đó phần tử cú pháp thứ nhất chỉ ra liệu đơn vị tạo mã này có các phần dư khác không bất kỳ hay không (820).

Nếu phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị khác không (ví dụ như 1, chỉ ra rằng các phần tử cú pháp phần dư tồn tại trong dòng bit này đối với đơn vị tạo mã này) (830): bộ giải mã video khi đó nhận phần tử cú pháp thứ hai (ví dụ như *cu_act_enabled_flag*) từ dữ liệu video, trong đó phần tử cú pháp thứ hai chỉ ra liệu đơn vị tạo mã này có được mã hóa nhờ sử dụng biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) hay không (830-1).

Mặt khác, nếu phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị bằng không (ví dụ như 0 chỉ ra rằng các phần tử cú pháp phần dư không tồn tại trong dòng bit này đối với đơn vị tạo mã này) (840): bộ giải mã video gán giá trị bằng không cho phần tử cú pháp thứ hai (ví dụ như đặt *cu_act_enabled_flag* là 0) (840-1).

Bộ giải mã video khi đó xác định xem liệu có thực hiện ACT ngược trên dữ liệu video của đơn vị tạo mã này hay không theo giá trị của phần tử cú pháp thứ hai (ví dụ, nếu phần tử cú pháp thứ hai có giá trị bằng không, bỏ qua việc thực hiện ACT ngược; nếu phần tử cú pháp thứ hai có giá trị khác không, thực hiện ACT ngược. Giá trị của phần tử cú pháp thứ hai hoặc là có thể được nhận từ dữ liệu video hoặc là có thể được gán dựa trên logic được mô tả trên đây) (850).

Trong một số phương án, đơn vị tạo mã được mã hóa ở định dạng sắc độ 4:4:4, trong đó mỗi thành phần trong số các thành phần (ví dụ như độ chói và hai sắc độ) có cùng tốc độ mẫu.

Trong một số phương án, phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị bằng không chỉ ra rằng các phần tử cú pháp phần dư không tồn tại trong dòng bit đối với đơn vị tạo mã này, và phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị khác không chỉ ra rằng các phần tử cú pháp phần dư có tồn tại trong dòng bit đối với đơn vị tạo mã này.

Trong một số phương án, phần tử cú pháp thứ nhất bao gồm cờ *cu_cbf*, và phần tử cú pháp thứ hai bao gồm cờ *cu_act_enabled*.

Trong một số phương án, khi đơn vị tạo mã được mã hóa ở chế độ dự đoán nội ảnh, bộ giải mã video nhận có điều kiện các phần tử cú pháp (ví dụ như *tu_cbf_y*) để giải mã thành phần độ chói của đơn vị tạo mã.

Để nhận có điều kiện các phần tử cú pháp để giải mã thành phần độ chói, bộ giải mã video trước hết nhận, từ dòng bit, dữ liệu video tương ứng với đơn vị tạo mã. Đơn vị tạo mã này được mã hóa ở chế độ dự đoán nội ảnh và đơn vị tạo mã này bao gồm thành phần sắc độ thứ nhất, thành phần sắc độ thứ hai, và một thành phần độ chói. Trong một số phương án, đơn vị tạo mã bao gồm chỉ một đơn vị biến đổi.

Tiếp theo, bộ giải mã video nhận phần tử cú pháp thứ nhất (ví dụ như *cu_act_enabled_flag*) từ dữ liệu video chỉ ra liệu đơn vị tạo mã này có được mã hóa nhờ sử dụng ACT hay không. Ví dụ, *cu_act_enabled_flag* bằng “1” chỉ ra rằng đơn vị tạo mã này đã được mã hóa nhờ sử dụng ACT, và *cu_act_enabled_flag* bằng “0” chỉ ra rằng đơn vị tạo mã này không được mã hóa nhờ sử dụng ACT (ví dụ, do đó mà không cần thực hiện ACT ngược).

Sau khi nhận phần tử cú pháp thứ nhất từ dữ liệu video, bộ giải mã video nhận phần tử cú pháp thứ hai (ví dụ như *tu_cbf_cb*) và phần tử cú pháp thứ ba (ví dụ như *tu_cbf_cr*) từ dữ liệu video trong đó phần tử cú pháp thứ hai chỉ ra liệu thành phần sắc độ thứ nhất có các phần dư khác không bất kỳ hay không và phần tử cú pháp thứ ba chỉ ra liệu thành phần sắc độ thứ hai có các phần dư khác không bất kỳ hay không. Ví dụ,

tu_cbf_cb hoặc *tu_cbf_cr* bằng “1” chỉ ra rằng tương ứng thì thành phần sắc độ thứ nhất hoặc thành phần sắc độ thứ hai có ít nhất một phần dư khác không, và *tu_cbf_cb* hoặc *tu_cbf_cr* bằng “0” chỉ ra rằng tương ứng thì thành phần sắc độ thứ nhất hoặc thành phần sắc độ thứ hai không có bất kỳ phần dư khác không nào.

Nếu phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị khác không (ví dụ như 1 chỉ ra rằng ACT ngược cần được thực hiện) và ít nhất một trong hai thành phần sắc độ bao gồm các phần dư khác không (ví dụ như *tu_cbf_cb* == 1 hoặc *tu_cbf_cr* == 1): bộ giải mã video nhận phần tử cú pháp thứ tư (ví dụ như *tu_cbf_y*) từ dữ liệu video, trong đó phần tử cú pháp thứ tư này chỉ ra liệu thành phần độ chói có phần dư khác không bất kỳ hay không.

Mặt khác, nếu phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị khác không và cả hai thành phần sắc độ đều chỉ có các phần dư bằng không (ví dụ như *tu_cbf_cb* == 0 và *tu_cbf_cr* == 0): bộ giải mã video gán giá trị mặc định (ví dụ như một giá trị khác không) cho phần tử cú pháp thứ tư đang chỉ ra rằng thành phần độ chói có các phần dư khác không. Kết quả là, bộ giải mã video không nhận giá trị cho phần tử cú pháp thứ tư từ dữ liệu video nữa.

Sau khi xác định giá trị cho phần tử cú pháp thứ tư (ví dụ hoặc là bằng việc nhận giá trị này từ dữ liệu video, hoặc là gán giá trị khác không mặc định cho phần tử cú pháp thứ tư này), bộ giải mã video xác định liệu có tái tạo đơn vị tạo mã từ dữ liệu video hay không theo phần tử cú pháp thứ tư này.

Trong một số phương án, đơn vị tạo mã bao gồm chỉ một đơn vị biến đổi (TU).

Trong một số phương án, việc xác định liệu có tái tạo đơn vị tạo mã từ dữ liệu video hay không theo phần tử cú pháp thứ tư bao gồm: theo việc xác định rằng phần tử cú pháp thứ tư này có giá trị khác không, tái tạo các phần dư của thành phần độ chói; và theo việc xác định rằng phần tử cú pháp thứ tư này có giá trị bằng không, bỏ qua việc tái tạo các phần dư của thành phần độ chói.

Trên cơ sở sự tương liên mạnh mẽ giữa ba thành phần của các video 4:4:4, các chế độ nội ảnh được dùng để dự đoán các thành phần độ chói và sắc độ thường là giống hệt nhau đối với khối tạo mã đã cho. Do đó, sáng chế đề xuất cho phép ACT chỉ cho một CU nội ảnh khi thành phần sắc độ của nó dùng cùng chế độ dự đoán nội ảnh (cụ thể là

chế độ DM) với thành phần độ chói để làm giảm phí tổn phát tín hiệu ACT. Trong một số phương án, có hai phương pháp để phát tín hiệu có điều kiện chờ cho phép/vô hiệu hóa ACT và chế độ dự đoán nội ảnh của sắc độ. Trong một phương án được bộc lộ, sáng chế đề xuất phát tín hiệu chờ cho phép/vô hiệu hóa ACT trước khi phát tín hiệu chế độ dự đoán nội ảnh của một CU nội ảnh. Nói cách khác, khi chờ ACT này (cụ thể là *cu_act_enabled_flag*) là bằng một, chế độ dự đoán nội ảnh của các thành phần sắc độ không được phát tín hiệu mà được suy ra là chế độ DM (cụ thể là tái sử dụng cùng chế độ dự đoán nội ảnh của thành phần độ chói). Nếu không (cụ thể là *cu_act_enabled_flag* bằng không), chế độ dự đoán nội ảnh của các thành phần sắc độ vẫn được phát tín hiệu. Trong một phương án khác được bộc lộ, sáng chế đề xuất phát tín hiệu chờ cho phép/vô hiệu hóa ACT sau khi phát tín hiệu chế độ dự đoán nội ảnh. Trong trường hợp này, chờ ACT *cu_act_enabled_flag* cần được phát tín hiệu chỉ khi giá trị của chế độ dự đoán nội ảnh của sắc độ đã được phân tích cú pháp là chế độ DM. Nếu không (cụ thể là chế độ dự đoán nội ảnh của sắc độ không bằng DM), chờ *cu_act_enabled_flag* không cần được phát tín hiệu và được suy ra là bằng 0. Trong một phương án khác nữa, sáng chế đề xuất cho phép ACT đối với tất cả các chế độ nội ảnh của sắc độ khả thi. Nếu phương pháp như vậy được áp dụng, chờ *cu_act_enabled_flag* sẽ luôn luôn được phát tín hiệu bất kể chế độ dự đoán nội ảnh của sắc độ.

Để phát tín hiệu có điều kiện chờ cho phép/vô hiệu hóa ACT và chế độ dự đoán nội ảnh của sắc độ, bộ giải mã video trước hết nhận, từ dòng bit, dữ liệu video tương ứng với một đơn vị tạo mã, trong đó đơn vị tạo mã này được mã hóa ở chế độ dự đoán nội ảnh và đơn vị tạo mã này bao gồm hai thành phần sắc độ và một thành phần độ chói.

Bộ giải mã video sau đó nhận phần tử cú pháp thứ nhất (ví dụ như *cu_act_enabled_flag*) từ dữ liệu video chỉ ra rằng đơn vị tạo mã này đã được mã hóa nhờ sử dụng ACT.

Tiếp theo, bộ giải mã video nhận phần tử cú pháp thứ hai từ dữ liệu video, trong đó phần tử cú pháp thứ hai thể hiện thông số dự đoán nội ảnh (ví dụ như thể hiện một trong 67 chiều dự đoán nội ảnh) của thành phần độ chói của đơn vị tạo mã này.

Nếu phần tử cú pháp thứ hai có giá trị khác không chỉ ra rằng đơn vị tạo mã này đã được mã hóa nhờ sử dụng ACT: bộ giải mã video tái tạo hai thành phần sắc độ của đơn vị tạo mã này bằng cách áp dụng cùng thông số dự đoán nội ảnh của thành phần độ chói của đơn vị tạo mã này cho hai thành phần sắc độ của đơn vị tạo mã này.

Trong một số phương án, thông số dự đoán nội ảnh chỉ ra chiều dự đoán nội ảnh được áp dụng để tạo ra các mẫu dự đoán nội ảnh của đơn vị tạo mã này.

Khi ACT được cho phép đối với một CU, nó cần truy cập vào các phần dư của tất cả ba thành phần để thực hiện phép chuyển đổi không gian màu. Tuy nhiên, như đã nêu ở phần trước, thiết kế VVC không thể đảm bảo rằng mỗi CU đều luôn luôn chứa thông tin của ba thành phần. Trong một số phương án được bộc lộ, khi CU không chứa thông tin của tất cả ba thành phần, ACT cần được vô hiệu hóa.

Trước hết, khi cấu trúc phân chia cây tách biệt (cũng được biết đến như là “cây kép”) được áp dụng, các mẫu độ chói và sắc độ bên trong một CTU được phân chia thành các CU dựa trên các cấu trúc phân chia tách biệt. Kết quả là, các CU trong cây phân chia độ chói chỉ chứa thông tin tạo mã của thành phần độ chói và các CU trong cây phân chia sắc độ chỉ chứa thông tin tạo mã của hai thành phần sắc độ. Sự chuyển đổi giữa các cấu trúc phân chia cây đơn và cây tách biệt xảy ra ở các mức khác nhau, ví dụ như mức chuỗi, mức hình ảnh, mức lớp cắt và mức nhóm đơn vị tạo mã v.v. Do đó, khi tìm được rằng cây tách biệt được áp dụng cho một vùng, ACT được suy ra là cần được vô hiệu hóa cho tất cả các CU trong vùng này (cả các CU độ chói và các CU sắc độ) mà không phát tín hiệu cờ ACT, cờ này thay vào đó được suy ra là bằng không.

Thứ hai, khi chế độ ISP được cho phép, việc phân chia TU chỉ được áp dụng cho các mẫu độ chói trong khi các mẫu sắc độ được tạo mã mà không chia tách thêm thành nhiều TU. Giả sử rằng N là số lượng các phần chia con ISP (cụ thể là các TU) cho một CU nội ảnh, theo thiết kế ISP hiện tại, chỉ TU cuối cùng chứa cả hai thành phần độ chói và sắc độ trong khi $N-1$ TU đầu tiên của ISP chỉ gồm thành phần độ chói. Theo một phương án được bộc lộ, ACT bị vô hiệu hóa dưới chế độ ISP. Có hai cách để vô hiệu hóa ACT cho chế độ ISP. Trong phương pháp thứ nhất, sáng chế đề xuất phát tín hiệu

cờ cho phép/vô hiệu hóa ACT (cụ thể là *cu_act_enabled_flag*) trước khi phát tín hiệu cú pháp của chế độ ISP. Trong trường hợp như vậy, khi cờ *cu_act_enabled_flag* bằng một, chế độ ISP sẽ không được phát tín hiệu trong dòng bit mà luôn luôn được suy ra là bằng không (cụ thể là được tắt). Trong phương pháp thứ hai, sáng chế đề xuất sử dụng việc phát tín hiệu chế độ ISP để bỏ qua việc phát tín hiệu cờ ACT này. Cụ thể, trong phương pháp này, chế độ ISP được phát tín hiệu trước cờ *cu_act_enabled_flag* này. Khi chế độ ISP được chọn, cờ *cu_act_enabled_flag* này không được phát tín hiệu và được suy ra là bằng không. Nếu không (chế độ ISP không được chọn), cờ *cu_act_enabled_flag* vẫn sẽ được phát tín hiệu để chọn tùy nghi không gian màu cho việc tạo mã phần dư đối với CU.

Bên cạnh việc vô hiệu hóa ACT cho các CU trong đó cấu trúc phân chia độ chói và sắc độ bị lệch, sáng chế cũng đề xuất trong bản mô tả này việc vô hiệu hóa LMCS cho các CU trong đó ACT được áp dụng. Trong một phương án, sáng chế đề xuất vô hiệu hóa cả việc ánh xạ độ chói và việc thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ khi một CU chọn không gian màu YCgCo để tạo mã cho các phần dư của nó (cụ thể là ACT bằng một). Trong một phương án khác, khi ACT được cho phép đối với một CU, sáng chế đề xuất chỉ vô hiệu hóa việc thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ trong khi việc ánh xạ độ chói vẫn có thể được áp dụng để điều chỉnh khoảng động của các mẫu độ chói đầu ra. Trong phương án cuối cùng, sáng chế đề xuất cho phép cả việc ánh xạ độ chói và việc thay đổi tỷ lệ phần dư sắc độ cho các CU mà nó áp dụng ACT để tạo mã cho các phần dư của nó.

Để vô hiệu hóa việc phát tín hiệu ACT do cấu trúc phân chia cây kép, bộ giải mã video thu, từ dòng bit, thông tin chỉ ra liệu các đơn vị tạo mã trong dữ liệu video được mã hóa bởi việc phân chia cây đơn hay việc phân chia cây kép.

Nếu các đơn vị tạo mã được mã hóa nhờ sử dụng việc phân chia cây đơn trong đó mỗi đơn vị tạo mã đều chứa cả hai thành phần độ chói và sắc độ: bộ giải mã video nhận từ dữ liệu video, phần tử cú pháp thứ hai (ví dụ như *cu_act_enabled_flag*), trong đó giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất chỉ ra liệu có thực hiện biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) ngược với mỗi đơn vị tạo mã hay không.

Mặt khác, nếu các đơn vị tạo mã được mã hóa nhờ sử dụng việc phân chia cây kép, trong đó các đơn vị tạo mã trong cây phân chia độ chói của việc phân chia cây kép này chỉ bao gồm thông tin tạo mã liên quan đến thành phần độ chói của các đơn vị tạo mã này, và các đơn vị tạo mã trong cây phân chia sắc độ của việc phân chia cây kép này chỉ bao gồm thông tin tạo mã liên quan đến các thành phần sắc độ của các đơn vị tạo mã này: bộ giải mã video gán giá trị bằng không cho phần tử cú pháp thứ hai.

Bộ giải mã video sau đó xác định xem liệu có thực hiện ACT ngược cho mỗi đơn vị tạo mã trong đơn vị cây tạo mã này hay không theo phần tử cú pháp thứ hai.

Trong một số phương án, bước xác định liệu có thực hiện ACT ngược cho mỗi đơn vị tạo mã trong đơn vị cây tạo mã này hay không theo phần tử cú pháp thứ hai bao gồm việc: theo việc xác định rằng phần tử cú pháp thứ hai có giá trị khác không, thực hiện ACT ngược trên mỗi đơn vị tạo mã; và theo việc xác định rằng phần tử cú pháp thứ hai có giá trị bằng không, bỏ qua việc thực hiện ACT ngược trên mỗi đơn vị tạo mã.

Trong một số phương án, để vô hiệu hóa chế độ ISP do việc phát tín hiệu ACT, bộ giải mã video trước hết nhận, từ dòng bit, dữ liệu video tương ứng với một đơn vị tạo mã. Tiếp theo, bộ giải mã video nhận phần tử cú pháp thứ nhất (ví dụ như *cu_act_enabled_flag*) từ dữ liệu video này, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất chỉ ra liệu đơn vị tạo mã này có được mã hóa nhờ sử dụng ACT hay không. Nếu phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị bằng không, bộ giải mã video nhận phần tử cú pháp thứ hai từ dữ liệu video, trong đó phần tử cú pháp thứ hai chỉ ra liệu đơn vị tạo mã này có được mã hóa nhờ sử dụng chế độ ISP hay không. Nếu phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị khác không: bộ giải mã video gán giá trị bằng không cho phần tử cú pháp thứ hai, chỉ ra rằng đơn vị tạo mã này không được mã hóa nhờ sử dụng chế độ ISP. Bộ giải mã video sau đó xác định xem liệu có tái tạo đơn vị tạo mã từ dữ liệu video nhờ sử dụng chế độ ISP hay không theo phần tử cú pháp thứ hai. Trong VVC hiện tại, khi chế độ ISP được cho phép, việc phân chia TU chỉ được áp dụng cho các mẫu độ chói trong khi các mẫu sắc độ được tạo mã mà không chia tách thêm thành nhiều TU. Theo một phương án được bộc lộ, do thông tin kết cấu thừa trong các mặt phẳng sắc độ, sáng chế cũng đề xuất cho phép chế

độ ISP đối với việc tạo mã sắc độ trong các video 4:4:4. Các phương pháp khác nhau có thể được sử dụng dựa trên phương án này. Trong một phương pháp, một chỉ số ISP bổ sung được phát tín hiệu và được chia sẻ bởi hai thành phần sắc độ. Trong một phương pháp khác, sáng chế đề xuất phát tín hiệu tách biệt hai chỉ số ISP bổ sung, một chỉ số cho Cb/B và chỉ số còn lại cho Cr/R. Trong phương pháp thứ ba, sáng chế đề xuất tái sử dụng chỉ số ISP mà nó được dùng cho các thành phần độ chói cho việc dự đoán ISP của hai thành phần sắc độ.

Phương pháp dự đoán nội ảnh được lấy trọng số ma trận (matrix weighted intra prediction - MIP) là một kỹ thuật dự đoán nội ảnh. Để dự đoán các mẫu của khối hình chữ nhật với chiều rộng W và chiều cao H , MIP lấy một đường gồm H mẫu biên lân cận được tái tạo ở bên trái của khối này và một đường gồm W mẫu biên lân cận được tái tạo ở trên khối này làm đầu vào. Nếu các mẫu được tái tạo này là không có sẵn, chúng được tạo ra như được thực hiện trong việc dự đoán nội ảnh thông thường. Việc tạo ra tín hiệu dự đoán được dựa trên ba bước sau đây, đó là lấy trung bình, nhân vectơ ma trận và nội suy tuyến tính.

Trong VVC hiện tại, chế độ MIP chỉ được cho phép đối với các thành phần độ chói. Do cùng các lý do với việc cho phép chế độ ISP cho các thành phần sắc độ, trong một phương án, sáng chế đề xuất cho phép MIP cho các thành phần sắc độ đối với các video 444. Hai phương pháp phát tín hiệu có thể được áp dụng. Trong phương pháp thứ nhất, sáng chế đề xuất phát tín hiệu tách biệt hai chế độ MIP, một chế độ được dùng cho thành phần độ chói và chế độ còn lại được dùng cho hai thành phần sắc độ. Trong phương pháp thứ hai, sáng chế đề xuất chỉ phát tín hiệu một chế độ MIP duy nhất mà nó được chia sẻ bởi các thành phần độ chói và sắc độ.

Để cho phép MIP cho các thành phần sắc độ trong định dạng sắc độ 4:4:4, bộ giải mã video nhận, từ dòng bit, dữ liệu video tương ứng với một đơn vị tạo mã, trong đó đơn vị tạo mã này được mã hóa ở chế độ dự đoán nội ảnh và đơn vị tạo mã này bao gồm hai thành phần sắc độ và một thành phần độ chói, và các thành phần sắc độ này và thành phần độ chói này có cùng độ phân giải. Tiếp theo, bộ giải mã video nhận phần tử cú

pháp thứ nhất (ví dụ như *intra_mip_flag*) từ dữ liệu video chỉ ra rằng thành phần độ chói của đơn vị tạo mã đã được mã hóa nhờ sử dụng công cụ MIP. Nếu phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị khác không chỉ ra rằng thành phần độ chói của đơn vị tạo mã đã được mã hóa nhờ sử dụng công cụ MIP: bộ giải mã video nhận phần tử cú pháp thứ hai (ví dụ như *intra_mip_mode*) từ dữ liệu video chỉ ra rằng chế độ MIP được áp dụng cho các thành phần độ chói của đơn vị tạo mã này; và tái tạo hai thành phần sắc độ của đơn vị tạo mã này bằng cách áp dụng chế độ MIP của thành phần độ chói của đơn vị tạo mã này cho hai thành phần sắc độ của đơn vị tạo mã này. Các bảng sau đây minh họa đặc tả thiết kế cú pháp để giải mã dữ liệu video nhờ sử dụng ACT trong VVC.

Thứ nhất, một phần tử cú pháp bổ sung, ví dụ như *sps_act_enabled_flag*, được bổ sung cho tập hợp thông số chuỗi (SPS) để chỉ ra liệu ACT có được cho phép hay không tại mức chuỗi. Trong một số phương án, nếu phép chuyển đổi không gian màu được áp dụng cho nội dung video mà các thành phần độ chói và sắc độ của nó có cùng độ phân giải, một yêu cầu về sự hợp cách của dòng bit cần được bổ sung sao cho ACT có thể được cho phép chỉ đối với định dạng sắc độ 4:4:4. Bảng 1 minh họa bảng cú pháp SPS được biến đổi với cú pháp trên đây đã được bổ sung.

Bảng1: Bảng cú pháp SPS được biến đổi

seq_parameter_set_rbsp() {	Bộ mô tả (Descriptor)
...	
sps_act_enabled_flag	u(1)
...	
}	

Cờ *sps_act_enabled_flag* bằng 1 chỉ ra rằng phép biến đổi không gian màu thích ứng được cho phép. Cờ *sps_act_enabled_flag* bằng 0 chỉ ra rằng phép biến đổi không gian màu thích ứng bị vô hiệu hóa và cờ *cu_act_enabled_flag* không được phát tín hiệu cho các CU mà chúng tham chiếu đến SPS và được suy ra là bằng 0. Khi ChromaArrayType không bằng 3, tồn tại yêu cầu về sự hợp cách của dòng bit trong đó giá trị của *sps_act_enabled_flag* sẽ phải là bằng 0.

coding_unit(x0, y0, cbWidth, cbHeight, cqtDepth, treeType, modeType) {	Bộ mô tả (Descriptor)
chType = treeType == DUAL_TREE_CHROMA? 1 : 0	
if(slice_type != I sps_ibc_enabled_flag sps_palette_enabled_flag) {	
if(treeType != DUAL_TREE_CHROMA && !((cbWidth == 4 && cbHeight == 4) modeType == MODE_TYPE_INTRA) && !sps_ibc_enabled_flag))	
cu_skip_flag[x0][y0]	ae(v)
if(cu_skip_flag[x0][y0] == 0 && slice_type != I && !(cbWidth == 4 && cbHeight == 4) && modeType == MODE_TYPE_ALL)	
pred_mode_flag	ae(v)
if(((slice_type == I && cu_skip_flag[x0][y0] == 0) (slice_type != I && (CuPredMode[chType][x0][y0] != MODE_INTRA (cbWidth == 4 && cbHeight == 4 && cu_skip_flag[x0][y0] == 0)))) && cbWidth <= 64 && cbHeight <= 64 && modeType != MODE_TYPE_INTER && sps_ibc_enabled_flag && treeType != DUAL_TREE_CHROMA)	
pred_mode_ibc_flag	ae(v)
if((((slice_type == I (cbWidth == 4 && cbHeight == 4) sps_ibc_enabled_flag) && CuPredMode[x0][y0] == MODE_INTRA) (slice_type != I && !(cbWidth == 4 && cbHeight == 4) && !sps_ibc_enabled_flag && CuPredMode[x0][y0] != MODE_INTRA)) && sps_palette_enabled_flag && cbWidth <= 64 && cbHeight <= 64 && && cu_skip_flag[x0][y0] == 0 && modeType != MODE_INTER)	
pred_mode_plt_flag	ae(v)
}	
if(CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA)	
cu_act_enabled_flag	ae(v)
if(CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_PLT) {	
if(treeType == SINGLE_TREE treeType == DUAL_TREE_LUMA) {	

if(pred_mode_plt_flag) {	
if(treeType == DUAL_TREE_LUMA)	
palette_coding(x0, y0, cbWidth, cbHeight, 0, 1)	
else /* SINGLE_TREE */	
palette_coding(x0, y0, cbWidth, cbHeight, 0, 3)	
} else {	
if(sps_bdpcm_enabled_flag && cbWidth <= MaxTsSize && cbHeight <= MaxTsSize)	
intra_bdpcm_flag	ae(v)
if(intra_bdpcm_flag)	
intra_bdpcm_dir_flag	ae(v)
else {	
if(sps_mip_enabled_flag && (Abs(Log2(cbWidth) - Log2(cbHeight)) <= 2) && cbWidth <= MaxTbSizeY && cbHeight <= MaxTbSizeY)	
intra_mip_flag [x0][y0]	ae(v)
if(intra_mip_flag[x0][y0])	
intra_mip_mode [x0][y0]	ae(v)
else {	
if(sps_mrl_enabled_flag && ((y0 % CtbSizeY) > 0))	
intra_luma_ref_idx [x0][y0]	ae(v)
if(sps_ism_enabled_flag && intra_luma_ref_idx[x0][y0] == 0 && (cbWidth <= MaxTbSizeY && cbHeight <= MaxTbSizeY) && (cbWidth * cbHeight > MinTbSizeY * MinTbSizeY) && !cu_act_enabled_flag)	
intra_subpartitions_mode_flag [x0][y0]	ae(v)
if(intra_subpartitions_mode_flag[x0][y0] == 1)	
intra_subpartitions_split_flag [x0][y0]	ae(v)
if(intra_luma_ref_idx[x0][y0] == 0)	
intra_luma_mpm_flag [x0][y0]	ae(v)
if(intra_luma_mpm_flag[x0][y0]) {	
if(intra_luma_ref_idx[x0][y0] == 0)	
intra_luma_not_planar_flag [x0][y0]	ae(v)
if(intra_luma_not_planar_flag[x0][y0])	
intra_luma_mpm_idx [x0][y0]	ae(v)
} else	
intra_luma_mpm_remainder [x0][y0]	ae(v)

}	
}	
}	
}	
if((treeType == SINGLE_TREE treeType == DUAL_TREE_CHROMA) && ChromaArrayType != 0) {	
if(pred_mode_plt_flag && treeType == DUAL_TREE_CHROMA)	
palette_coding(x0, y0, cbWidth / SubWidthC, cbHeight / SubHeightC, 1, 2)	
else {	
if(!cu_act_enabled_flag) {	
if(CclmEnabled)	
cclm_mode_flag	ae(v)
if(cclm_mode_flag)	
cclm_mode_idx	ae(v)
else	
intra_chroma_pred_mode	ae(v)
}	
}	
} else if(treeType != DUAL_TREE_CHROMA) { /* MODE_INTER or MODE_IBC */	
if(cu_skip_flag[x0][y0] == 0)	
general_merge_flag[x0][y0]	ae(v)
if(general_merge_flag[x0][y0]) {	
merge_data(x0, y0, cbWidth, cbHeight, chType)	
} else if(CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_IBC) {	
mvd_coding(x0, y0, 0, 0)	
if(MaxNumIbcMergeCand > 1)	
mvp_l0_flag[x0][y0]	ae(v)
if(sps_amvr_enabled_flag && (MvdL0[x0][y0][0] != 0 MvdL0[x0][y0][1] != 0)) {	
amvr_precision_idx[x0][y0]	ae(v)
}	
} else {	
if(slice_type == B)	
inter_pred_idc[x0][y0]	ae(v)

if(sps_affine_enabled_flag && cbWidth >= 16 && cbHeight >= 16) {	
inter_affine_flag [x0][y0]	ae(v)
if(sps_affine_type_flag && inter_affine_flag[x0][y0])	
cu_affine_type_flag [x0][y0]	ae(v)
}	
if(sps_smvd_enabled_flag && !mvd_l1_zero_flag && inter_pred_idc[x0][y0] == PRED_BI && !inter_affine_flag[x0][y0] && RefIdxSymL0 > -1 && RefIdxSymL1 > -1)	
sym_mvd_flag [x0][y0]	ae(v)
if(inter_pred_idc[x0][y0] != PRED_L1) {	
if(NumRefIdxActive[0] > 1 && !sym_mvd_flag[x0][y0])	
)	
ref_idx_l0 [x0][y0]	ae(v)
mvd_coding(x0, y0, 0, 0)	
if(MotionModelIdc[x0][y0] > 0)	
mvd_coding(x0, y0, 0, 1)	
if(MotionModelIdc[x0][y0] > 1)	
mvd_coding(x0, y0, 0, 2)	
mvp_l0_flag [x0][y0]	ae(v)
} else {	
MvdL0[x0][y0][0] = 0	
MvdL0[x0][y0][1] = 0	
}	
if(inter_pred_idc[x0][y0] != PRED_L0) {	
if(NumRefIdxActive[1] > 1 && !sym_mvd_flag[x0][y0])	
)	
ref_idx_l1 [x0][y0]	ae(v)
if(mvd_l1_zero_flag && inter_pred_idc[x0][y0] == PRED_BI) {	
MvdL1[x0][y0][0] = 0	
MvdL1[x0][y0][1] = 0	
MvdCpL1[x0][y0][0][0] = 0	
MvdCpL1[x0][y0][0][1] = 0	
MvdCpL1[x0][y0][1][0] = 0	
MvdCpL1[x0][y0][1][1] = 0	
MvdCpL1[x0][y0][2][0] = 0	
MvdCpL1[x0][y0][2][1] = 0	
} else {	
if(sym_mvd_flag[x0][y0]) {	

MvdL1[x0][y0][0] = -MvdL0[x0][y0][0]	
MvdL1[x0][y0][1] = -MvdL0[x0][y0][1]	
} else	
mvd_coding(x0, y0, 1, 0)	
if(MotionModelIdc[x0][y0] > 0)	
mvd_coding(x0, y0, 1, 1)	
if(MotionModelIdc[x0][y0] > 1)	
mvd_coding(x0, y0, 1, 2)	
mvp_l1_flag [x0][y0]	ae(v)
}	
} else {	
MvdL1[x0][y0][0] = 0	
MvdL1[x0][y0][1] = 0	
}	
if((sps_amvr_enabled_flag && inter_affine_flag[x0][y0] == 0 && (MvdL0[x0][y0][0] != 0 MvdL0[x0][y0][1] != 0 MvdL1[x0][y0][0] != 0 MvdL1[x0][y0][1] != 0)) (sps_affine_amvr_enabled_flag && inter_affine_flag[x0][y0] == 1 && (MvdCpL0[x0][y0][0][0] != 0 MvdCpL0[x0][y0][0][1] != 0 MvdCpL1[x0][y0][0][0] != 0 MvdCpL1[x0][y0][0][1] != 0 MvdCpL0[x0][y0][1][0] != 0 MvdCpL0[x0][y0][1][1] != 0 MvdCpL1[x0][y0][1][0] != 0 MvdCpL1[x0][y0][1][1] != 0 MvdCpL0[x0][y0][2][0] != 0 MvdCpL0[x0][y0][2][1] != 0 MvdCpL1[x0][y0][2][0] != 0 MvdCpL1[x0][y0][2][1] != 0)) {	
amvr_flag [x0][y0]	ae(v)
if(amvr_flag[x0][y0])	
amvr_precision_idx [x0][y0]	ae(v)
}	

<pre> if(sps_bcw_enabled_flag && inter_pred_idc[x0][y0] == PRED_BI && luma_weight_10_flag[ref_idx_10 [x0][y0]] == 0 && luma_weight_11_flag[ref_idx_11 [x0][y0]] == 0 && chroma_weight_10_flag[ref_idx_10 [x0][y0]] == 0 && chroma_weight_11_flag[ref_idx_11 [x0][y0]] == 0 && cbWidth * cbHeight >= 256) </pre>	
bcw_idx [x0][y0]	ae(v)
}	
}	
<pre> if(CuPredMode[chType][x0][y0] != MODE_INTRA && !pred_mode_plt_flag && general_merge_flag[x0][y0] == 0) </pre>	
cu_cbf	ae(v)

if(cu_cbf) {	
if(CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTER && sps_sbt_enabled_flag && !ciip_flag[x0][y0] && !MergeTriangleFlag[x0][y0]) {	
if(cbWidth <= MaxSbtSize && cbHeight <= MaxSbtSize) {	
allowSbtVerH = cbWidth >= 8	
allowSbtVerQ = cbWidth >= 16	
allowSbtHorH = cbHeight >= 8	
allowSbtHorQ = cbHeight >= 16	
if(allowSbtVerH allowSbtHorH allowSbtVerQ allowSbtHorQ)	
cu_sbt_flag	ae(v)
}	
if(cu_sbt_flag) {	
if((allowSbtVerH allowSbtHorH) && (allowSbtVerQ allowSbtHorQ))	
cu_sbt_quad_flag	ae(v)
if((cu_sbt_quad_flag && allowSbtVerQ && allowSbtHorQ) (!cu_sbt_quad_flag && allowSbtVerH && allowSbtHorH))	
cu_sbt_horizontal_flag	ae(v)
cu_sbt_pos_flag	ae(v)
}	
if(sps_act_enabled_flag && CuPredMode[chType][x0][y0] != MODE_INTRA)	
cu_act_enabled_flag	ae(v)
}	
LfstDcOnly = 1	
LfstZeroOutSigCoeffFlag = 1	
transform_tree(x0, y0, cbWidth, cbHeight, treeType)	
lfstWidth = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbWidth / SubWidthC : cbWidth	
lfstHeight = (treeType == DUAL_TREE_CHROMA) ? cbHeight / SubHeightC : cbHeight	

<pre> if(Min(lfstWidth, lfstHeight) >= 4 && sps_lfst_enabled_flag == 1 && CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && IntraSubPartitionsSplitType == ISP_NO_SPLIT && (!intra_mip_flag[x0][y0] Min(lfstWidth, lfstHeight) >= 16) && tu_mts_idx[x0][y0] == 0 && Max(cbWidth, cbHeight) <= MaxTbSizeY) { </pre>	
<pre> if(LfstDcOnly == 0 && LfstZeroOutSigCoeffFlag == 1) </pre>	
<pre> lfst_idx[x0][y0] </pre>	ae(v)
<pre> } </pre>	
<pre> } </pre>	

Cờ *cu_act_enabled_flag* bằng 1 chỉ ra rằng các phần dư của đơn vị tạo mã này được tạo mã trong không gian màu YCgCo. Cờ *cu_act_enabled_flag* bằng 0 chỉ ra rằng các phần dư của đơn vị tạo mã này được tạo mã trong không gian màu ban đầu. Khi không có mặt cờ *cu_act_enabled_flag*, nó được suy ra là bằng 0.

transform_unit(x0, y0, tbWidth, tbHeight, treeType, subTuIndex, chType) {	Bộ mô tả (Descriptor)
<pre> if((treeType == SINGLE_TREE treeType == DUAL_TREE_CHROMA) && ChromaArrayType != 0) { </pre>	
<pre> if((IntraSubPartitionsSplitType == ISP_NO_SPLIT && !(cu_sbt_flag && ((subTuIndex == 0 && cu_sbt_pos_flag) (subTuIndex == 1 && !cu_sbt_pos_flag)))) (IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT && (subTuIndex == NumIntraSubPartitions - 1))) { </pre>	

tu_cbf_cb[x0][y0]	ae(v)
tu_cbf_cr[x0][y0]	ae(v)
}	
}	
if(treeType == SINGLE_TREE treeType == DUAL_TREE_LUMA) {	
if((IntraSubPartitionsSplitType == ISP_NO_SPLIT && !(cu_sbt_flag && ((subTuIndex == 0 && cu_sbt_pos_flag) (subTuIndex == 1 && !cu_sbt_pos_flag))) && (CuPredMode[chType][x0][y0] == MODE_INTRA && (!cu_act_enabled_flag tu_cbf_cb[x0][y0] tu_cbf_cr[x0][y0])) tu_cbf_cb[x0][y0] tu_cbf_cr[x0][y0] CbWidth[chType][x0][y0] > MaxTbSizeY CbHeight[chType][x0][y0] > MaxTbSizeY)) (IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT && (subTuIndex < NumIntraSubPartitions - 1 !InferTuCbfLuma)))	
tu_cbf_luma[x0][y0]	ae(v)
if(IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT)	
InferTuCbfLuma = InferTuCbfLuma && !tu_cbf_luma[x0][y0]	
}	

Trong một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng được mô tả có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm, phần sụn, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Nếu được triển khai trong phần mềm, các chức năng này có thể được lưu trữ hoặc được truyền qua, dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã, 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 phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính, tương ứng với phương tiện hữu hình chẳng hạn như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông bao gồm phương tiện bất kỳ mà nó tạo thuận lợi cho việc truyền chương trình máy tính từ địa điểm này tới địa điểm khác, ví dụ, theo một giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện đọc được bằng máy tính nói chung có thể tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính hữu hình mà nó là phi chuyển tiếp hoặc (2) phương tiện

truyền thông chẳng hạn như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện có sẵn bất kỳ có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để truy hồi các lệnh, các cấu trúc mã và/hoặc dữ liệu để triển khai các cách triển khai được mô tả trong sáng chế này. Sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính.

Thuật ngữ được sử dụng trong phần mô tả của các cách triển khai được đưa ra ở đây chỉ nhằm mục đích mô tả các cách triển khai cụ thể và không nhằm giới hạn phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ. Như được sử dụng trong phần mô tả của các cách triển khai và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, các dạng số ít “một” và “này” cũng được dự tính để gồm các dạng số nhiều, trừ khi ngữ cảnh chỉ rõ theo cách khác. Cũng cần hiểu là thuật ngữ “và/hoặc” như được sử dụng ở đây nói tới và bao hàm tổ hợp bất kỳ và tất cả các tổ hợp có thể có của một hoặc nhiều đối tượng được liệt kê được kết hợp trong đó. Cần hiểu thêm rằng thuật ngữ “bao gồm”, khi được sử dụng trong bản mô tả này, chỉ ra sự có mặt của các dấu hiệu, các phần tử, và/hoặc các thành phần được nêu, nhưng không loại trừ sự có mặt hoặc việc bổ sung một hoặc nhiều dấu hiệu, phần tử, thành phần, và/hoặc nhóm khác của chúng.

Cũng cần hiểu là, mặc dù các thuật ngữ thứ nhất, thứ hai, v.v. có thể được sử dụng ở đây để mô tả các phần tử khác nhau, các phần tử này sẽ không bị giới hạn bởi các thuật ngữ nêu trên. Các thuật ngữ này chỉ được sử dụng để phân biệt một phần tử với một phần tử khác. Ví dụ, điện cực thứ nhất có thể được gọi là điện cực thứ hai, và, theo cách tương tự, điện cực thứ hai có thể được gọi là điện cực thứ nhất, mà không tách rời khỏi phạm vi của các cách triển khai. Điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai này đều là các điện cực, nhưng chúng không phải là cùng một điện cực.

Phần mô tả của sáng chế được trình bày nhằm mục đích minh họa và mô tả, và không được dự tính để trình bày cho đến cạn kiệt hoặc giới hạn sáng chế trong dạng được bộc lộ. Nhiều biến thể, thay đổi, và cách thức triển khai thay thế sẽ trở nên rõ ràng với những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, đã nhận được lợi ích từ những kiến thức được thể hiện trong các phần mô tả trên đây và các hình vẽ kèm

theo. Phương án thực hiện nêu trên được chọn và được mô tả để giải thích rõ nhất các nguyên tắc của sáng chế, ứng dụng thực tế, và để cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật hiểu sáng chế ở các cách triển khai khác nhau và để tận dụng tốt nhất các nguyên tắc cơ bản và các cách triển khai khác nhau với các biến thể khác nhau như được làm cho phù hợp với mục đích sử dụng cụ thể đã được dự tính. Do đó, cần hiểu rằng phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ không bị giới hạn ở các ví dụ cụ thể của các cách triển khai được bộc lộ và rằng các biến thể và các cách triển khai khác được dự tính để được chứa trong phạm vi của các yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa đơn vị tạo mã trong khung video, phương pháp này bao gồm các bước:

thực hiện dự đoán liên ảnh hoặc dự đoán sao chép khối nội ảnh trên đơn vị tạo mã;

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ nhất, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo liệu cấu trúc cây biến đổi có mặt đối với đơn vị tạo mã hay không, trong đó cấu trúc cây biến đổi chứa dữ liệu phần dư; và

xác định giá trị của phần tử cú pháp thứ hai nếu phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị khác không (zero), trong đó phần tử cú pháp thứ hai chỉ ra liệu dữ liệu phần dư của đơn vị tạo mã đã được áp dụng nhờ sử dụng việc biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) hay chưa.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần tử cú pháp thứ hai có giá trị khác không (zero) chỉ ra rằng dữ liệu phần dư của đơn vị tạo mã đã được áp dụng nhờ sử dụng ACT.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần tử cú pháp thứ hai có giá trị không (zero) chỉ ra rằng dữ liệu phần dư của đơn vị tạo mã đã không được áp dụng nhờ sử dụng ACT.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần tử cú pháp thứ hai được xác định là không (zero) nếu phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị không (zero).

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đơn vị tạo mã được mã hóa với ACT theo cách mất mát (lossy).

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đơn vị tạo mã được mã hóa với ACT theo cách không mất mát (lossless).

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ACT là từ không gian màu RGB sang không gian màu YCbCr.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ACT là từ không gian màu YCbCr sang không gian màu YCgCo.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đơn vị tạo mã được mã hóa theo định dạng sắc độ 4:4:4.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần tử cú pháp thứ hai là cờ *cu_act_enabled*, mà là cờ mức CU.

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

nhận, từ dòng bit, dữ liệu video tương ứng với đơn vị tạo mã, trong đó đơn vị tạo mã được mã hóa ở chế độ dự đoán liên ảnh hoặc chế độ sao chép khối nội ảnh;

xác định phần tử cú pháp thứ nhất từ dữ liệu video, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất chỉ ra liệu cấu trúc cây biến đổi có mặt đối với đơn vị tạo mã hay không, trong đó cấu trúc cây biến đổi chứa dữ liệu phần dư;

theo việc xác định rằng phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị khác không (zero) và đáp lại việc đơn vị tạo mã được mã hóa nhờ sử dụng việc phân chia cây đơn:

xác định phần tử cú pháp thứ hai từ dữ liệu video, trong đó phần tử cú pháp thứ hai chỉ ra liệu dữ liệu phần dư của đơn vị tạo mã đã được áp dụng nhờ sử dụng việc biến đổi không gian màu thích ứng (ACT) hay chưa;

thực hiện ACT ngược trên dữ liệu phần dư của đơn vị tạo mã theo giá trị khác không (zero) của phần tử cú pháp thứ hai.

12. Phương pháp theo điểm 11, phương pháp này còn bao gồm bước:

xác định không thực hiện ACT ngược trên dữ liệu phần dư của đơn vị tạo mã theo giá trị không (zero) của phần tử cú pháp thứ hai.

13. Phương pháp theo điểm 11, phương pháp này còn bao gồm bước:

gán giá trị không (zero) cho phần tử cú pháp thứ hai theo việc xác định rằng phần tử cú pháp thứ nhất có giá trị không (zero).

14. Phương pháp theo điểm 11, trong đó đơn vị tạo mã được mã hóa theo định dạng sắc độ 4:4:4.

15. Thiết bị điện tử bao gồm:

một hoặc nhiều đơn vị xử lý;

bộ nhớ được ghép nối với một hoặc nhiều đơn vị xử lý này; và

nhiều chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ này mà, khi được thực thi bởi một hoặc nhiều đơn vị xử lý, khiến cho thiết bị điện tử này thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

16. Thiết bị điện tử bao gồm:

một hoặc nhiều đơn vị xử lý;

bộ nhớ được ghép nối với một hoặc nhiều đơn vị xử lý này; và

nhiều chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ này mà, khi được thực thi bởi một hoặc nhiều đơn vị xử lý, khiến cho thiết bị điện tử này thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 14.

17. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ dòng bit được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

18. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ dòng bit cần được giải mã bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 14.

19. Phương pháp lưu trữ dòng bit, phương pháp này bao gồm các bước:

lưu trữ dòng bit được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

20. Phương pháp lưu trữ dòng bit, phương pháp này bao gồm các bước:

lưu trữ dòng bit cần được giải mã bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 14.

21. Phương pháp truyền dòng bit, phương pháp này bao gồm các bước:

truyền dòng bit được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

22. Phương pháp truyền dòng bit, phương pháp này bao gồm các bước:

truyền dòng bit cần được giải mã bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 14.

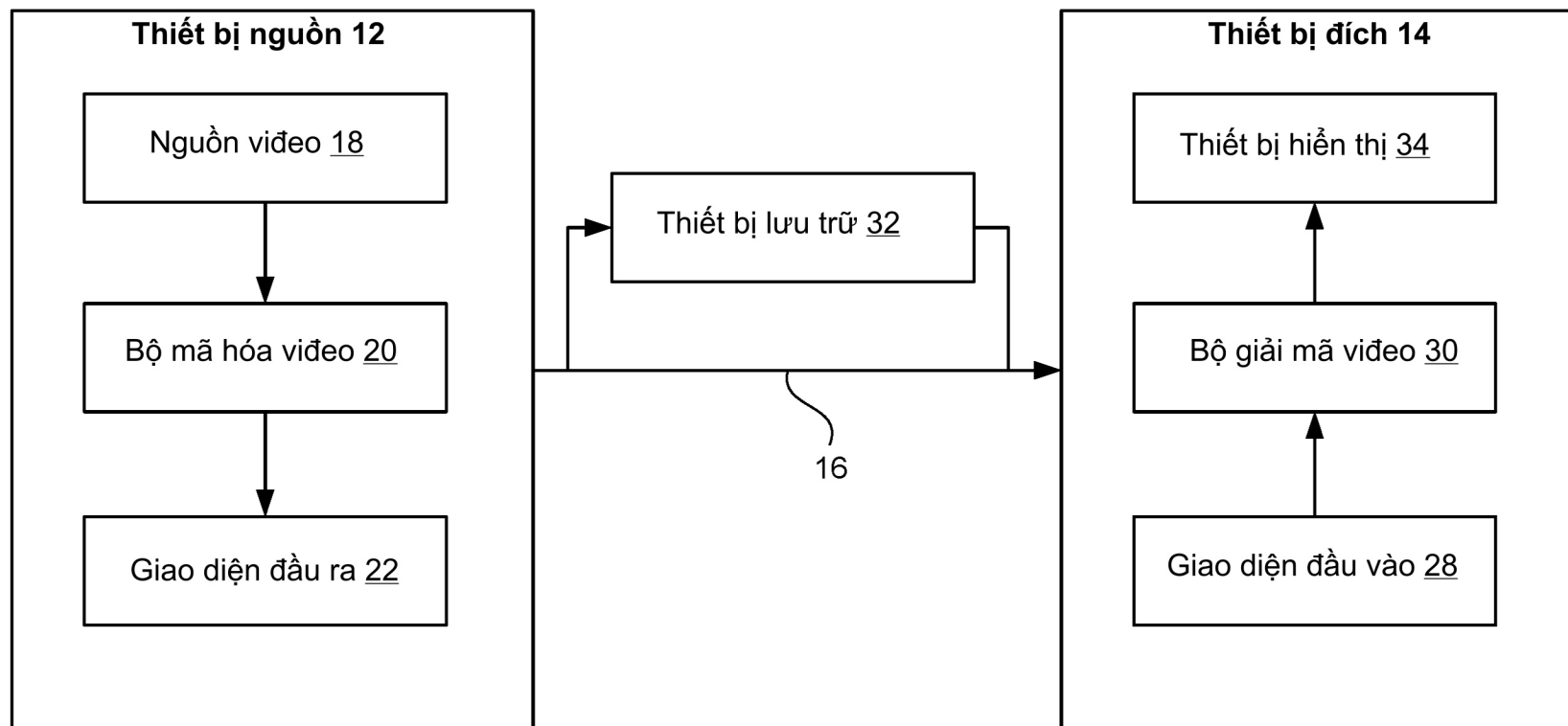


FIG. 1

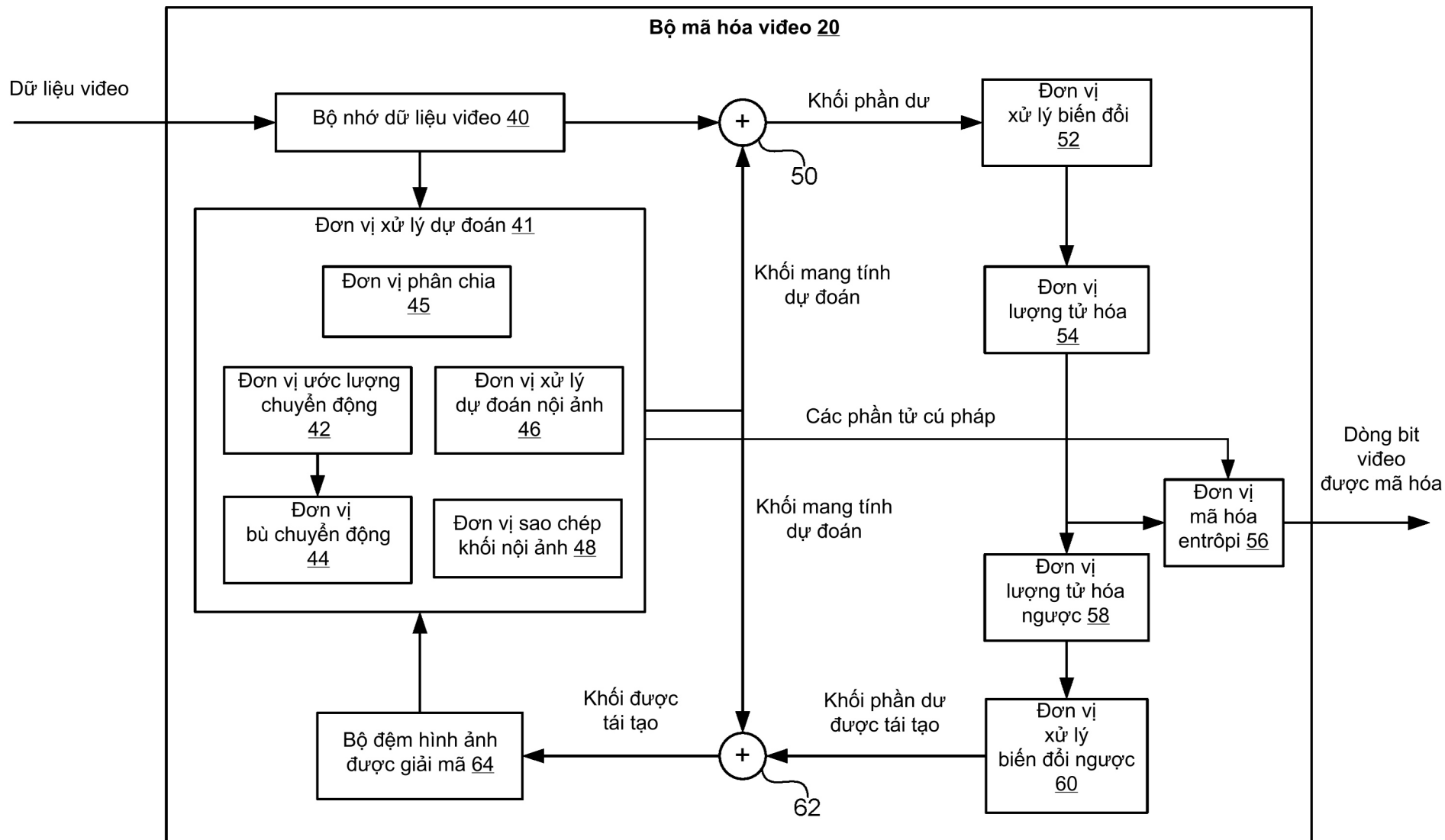


FIG. 2

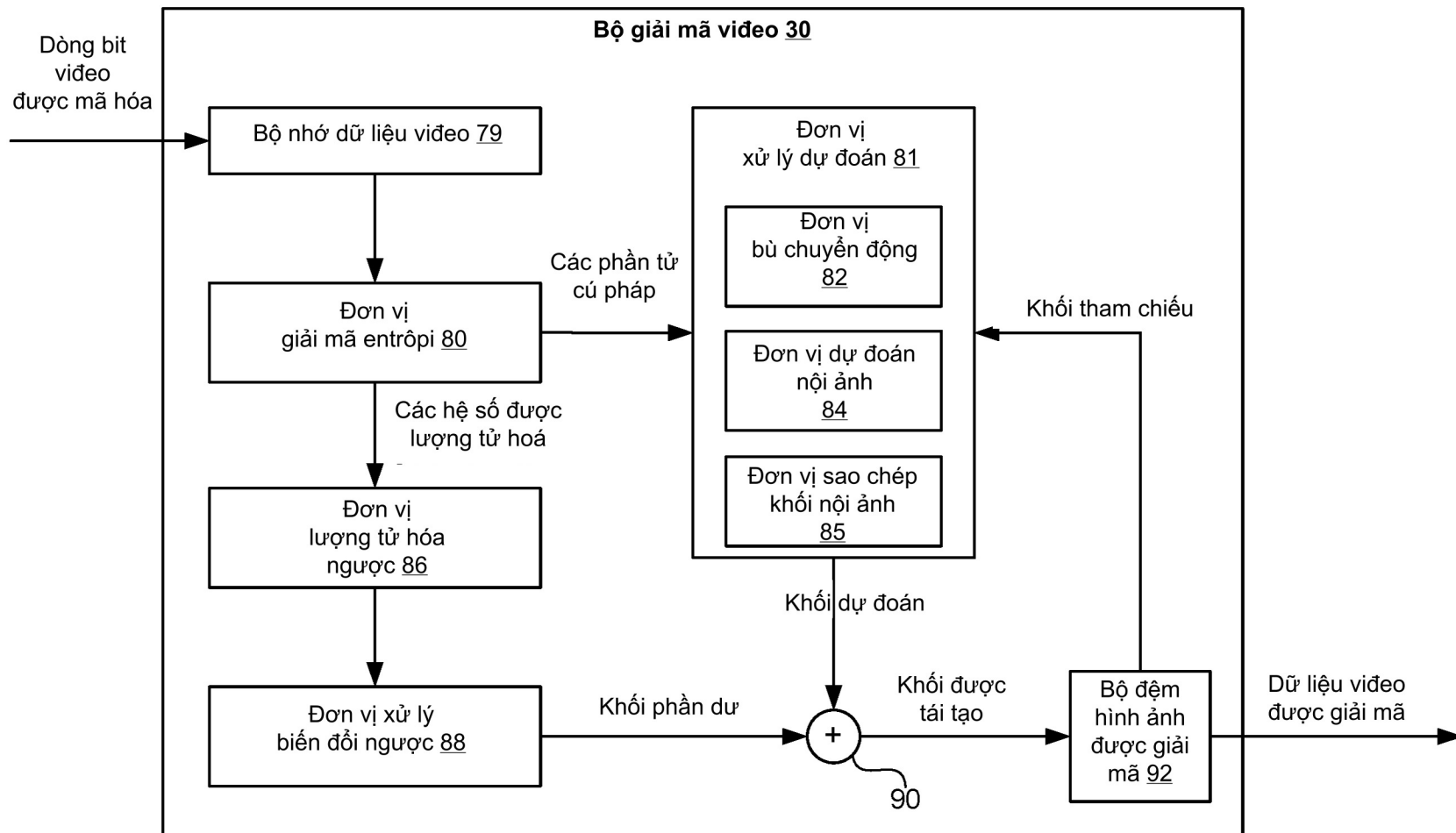


FIG. 3

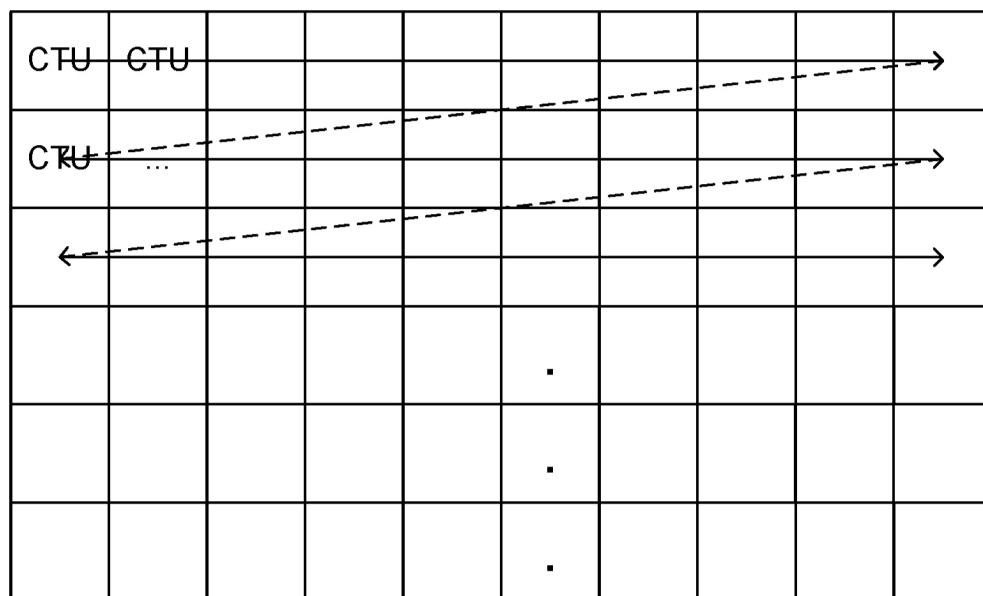


FIG. 4A

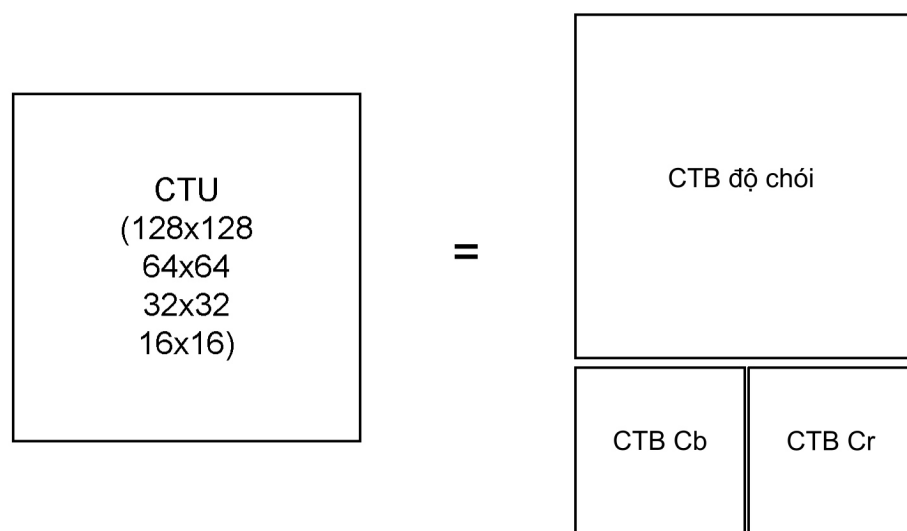
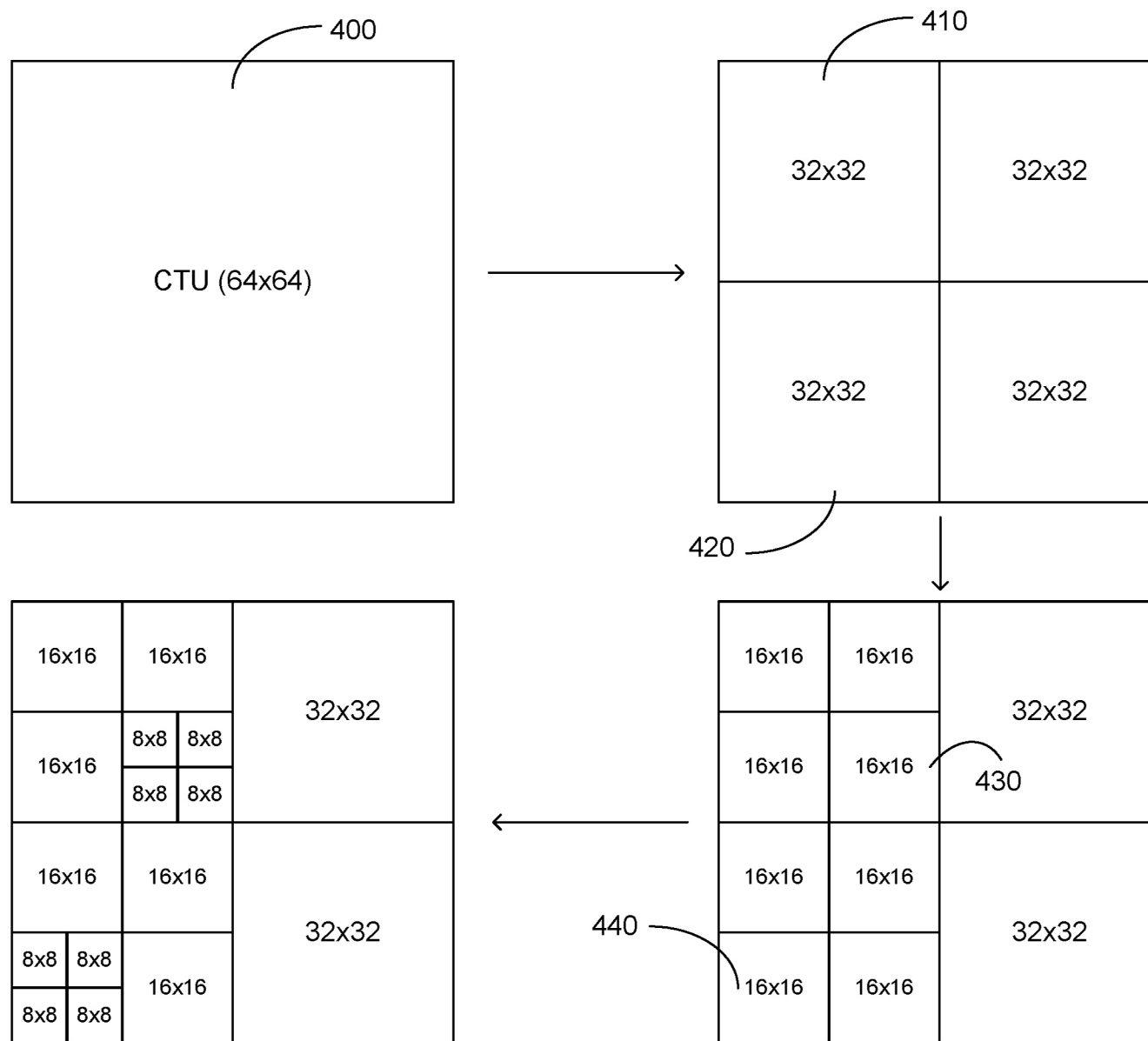
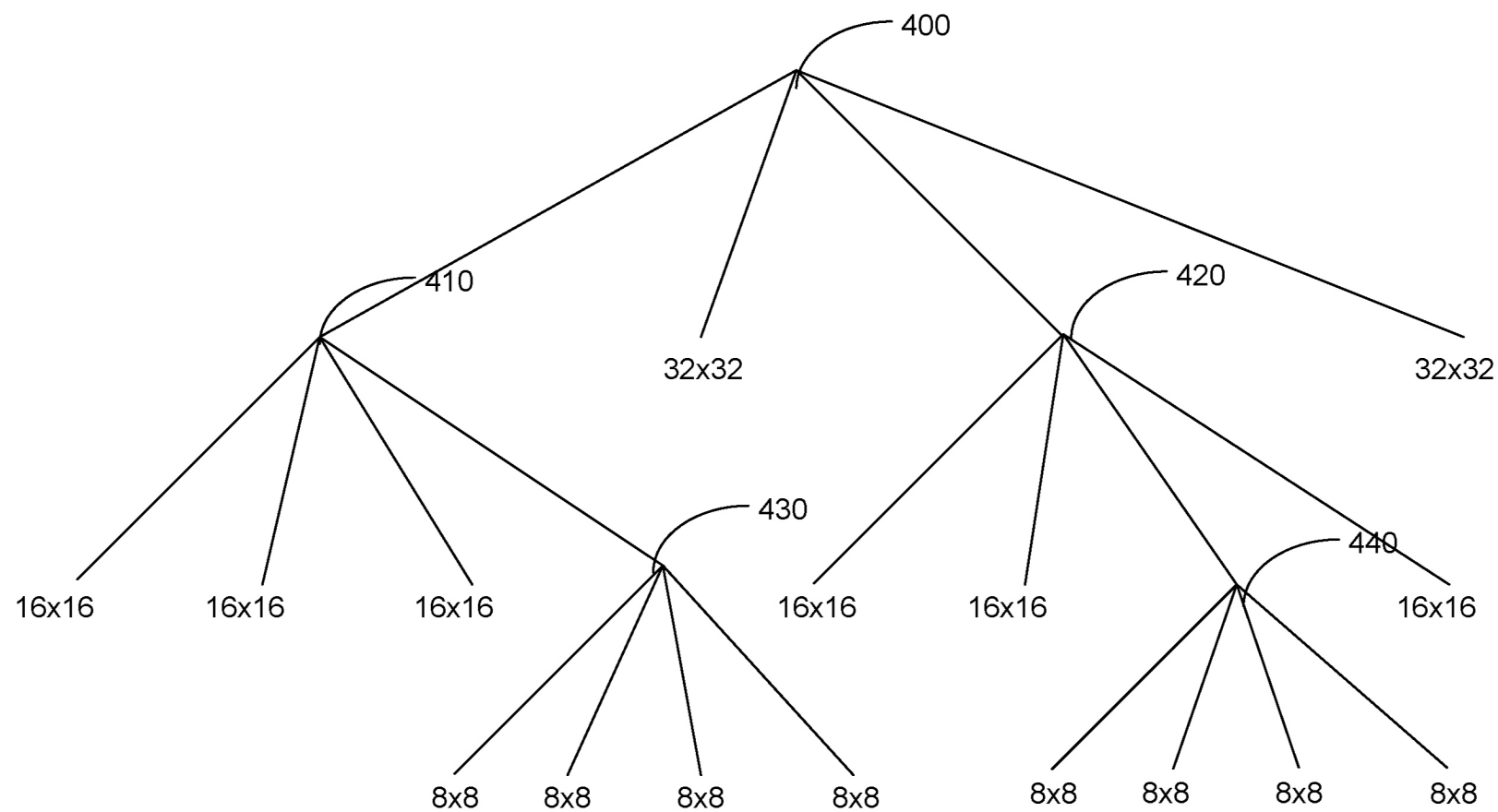


FIG. 4B

**FIG. 4C**

**FIG. 4D**

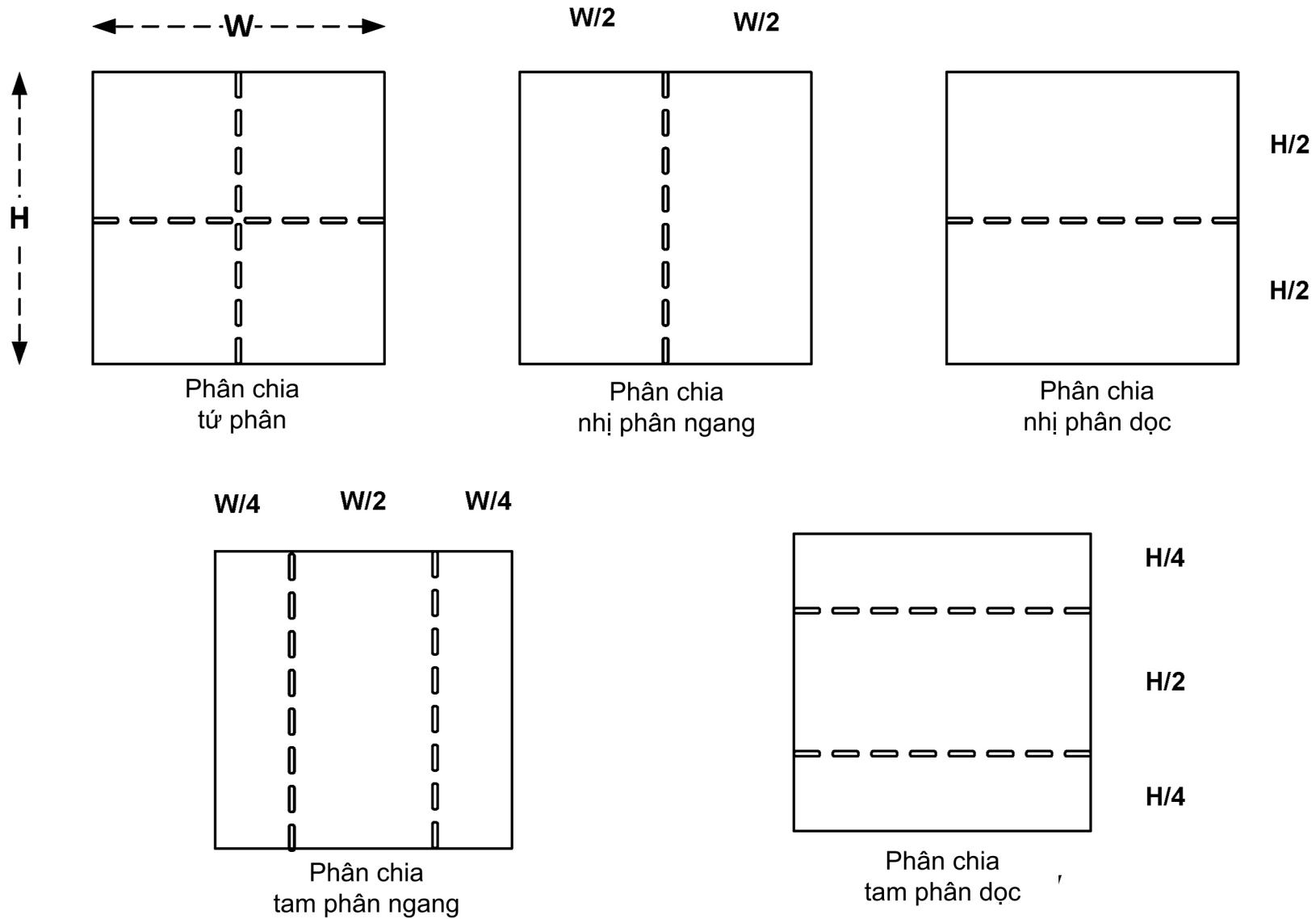


FIG. 4E

$$\begin{pmatrix} Y \\ C_g \\ C_o \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 2 & -1 & -1 \\ 0 & -2 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G \\ B \\ R \end{pmatrix} / 4$$

$$\begin{pmatrix} G \\ B \\ R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y \\ C_g \\ C_o \end{pmatrix}$$

FIG. 5A

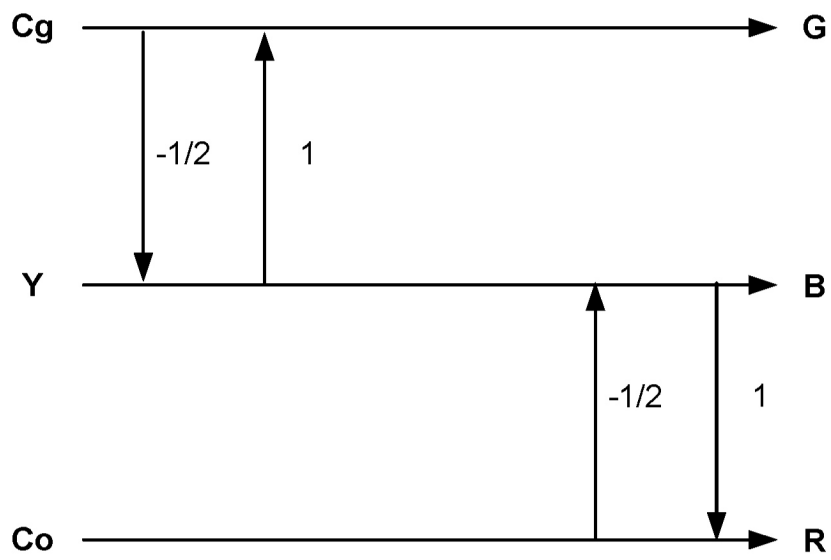
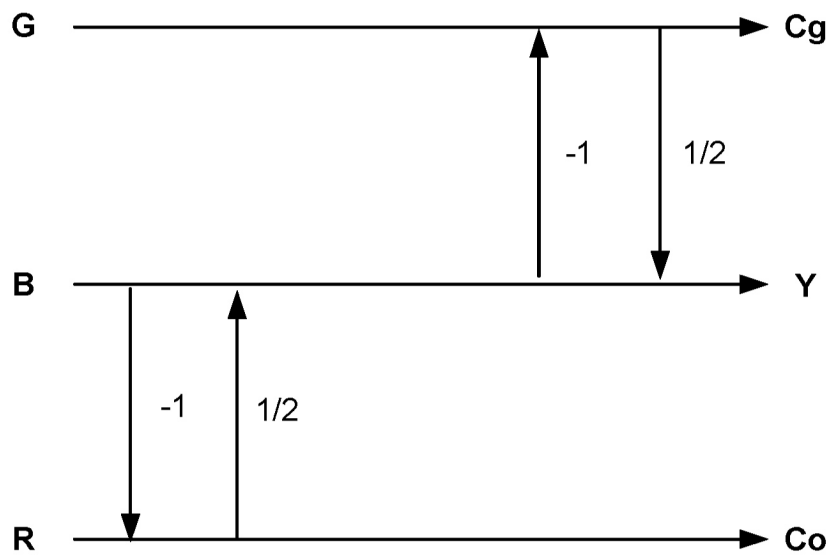


FIG. 5B

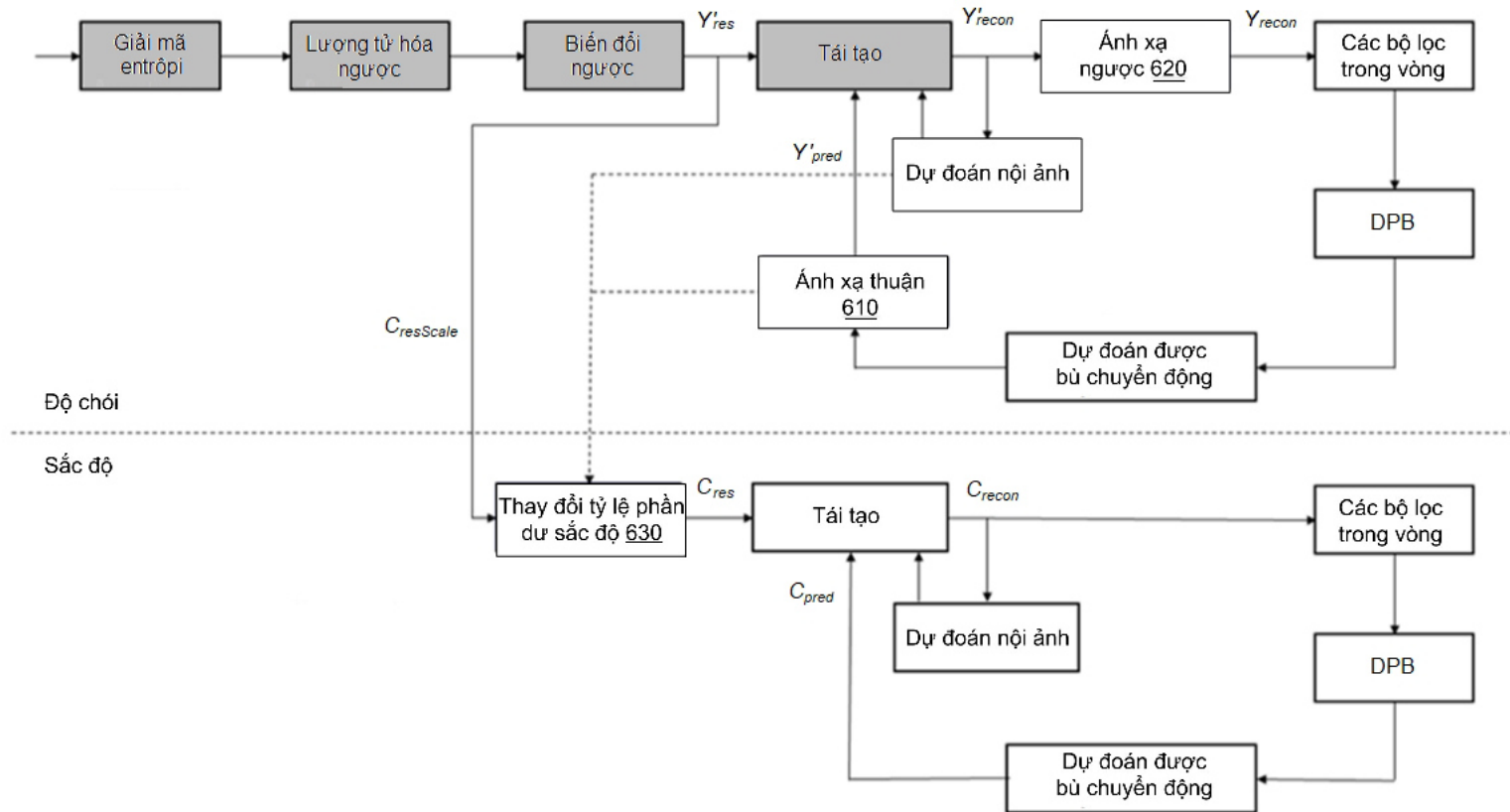


FIG. 6

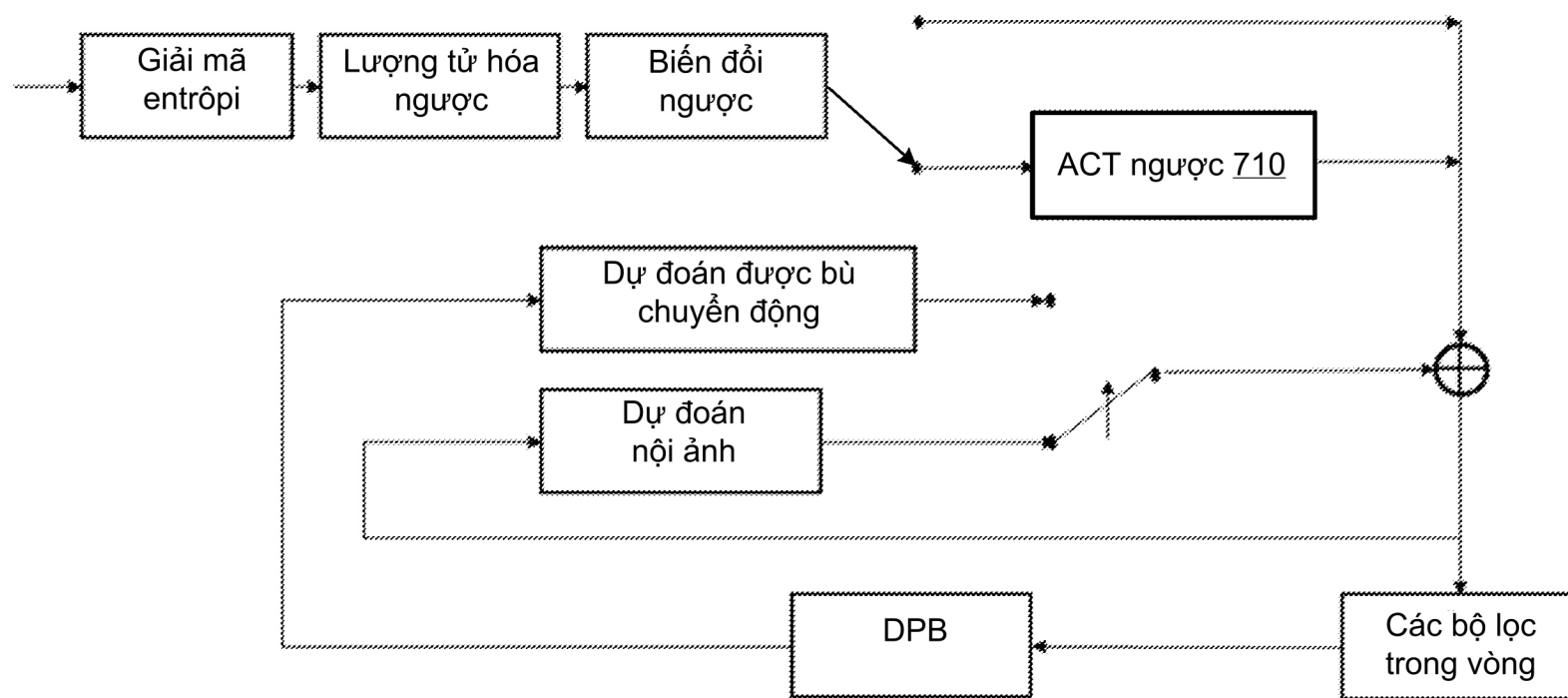


FIG. 7

800

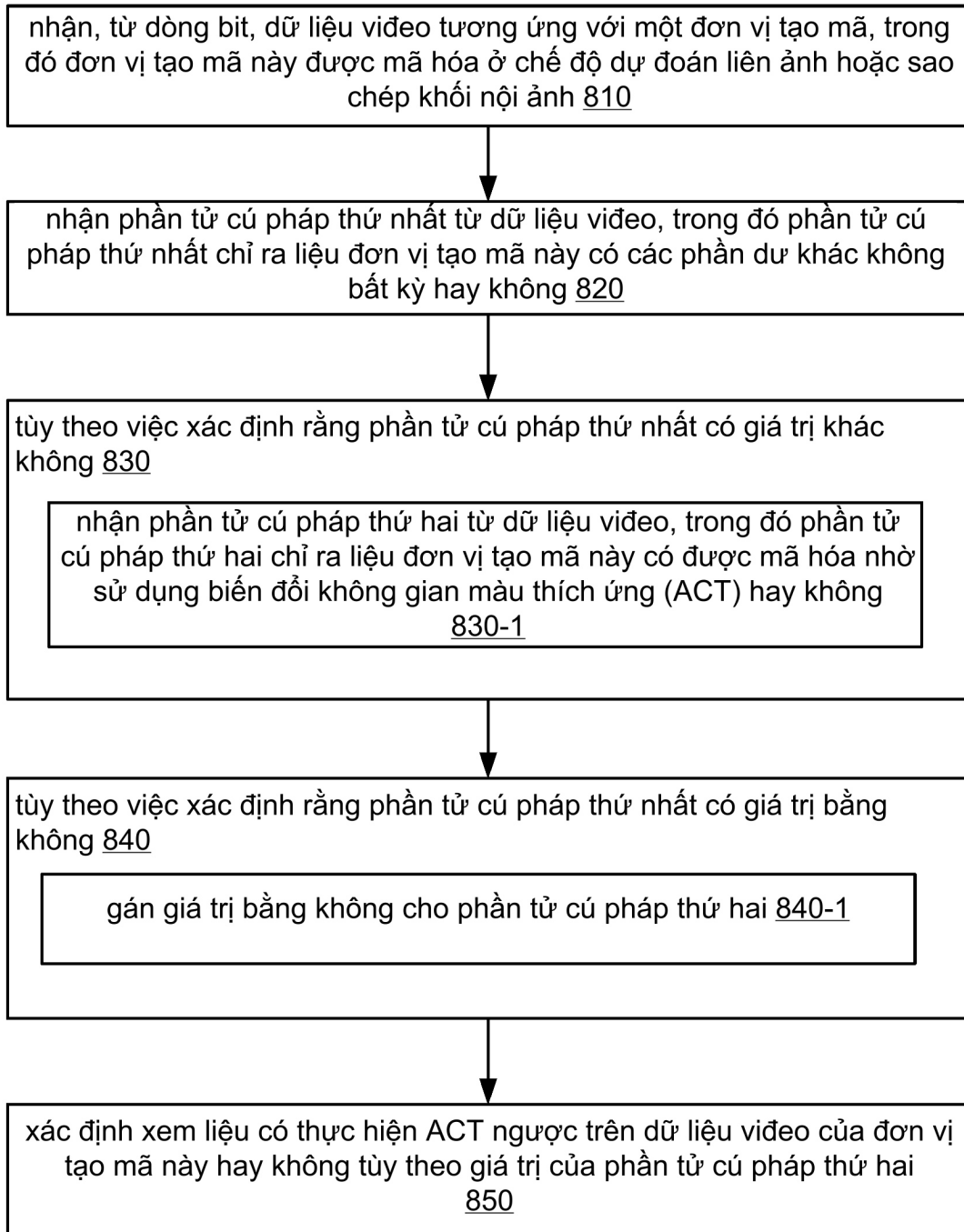


FIG. 8