



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0051236

(51)^{2020.01} H04B 1/66; H04N 19/597; H04N 7/12; (13) B
H04N 11/02

(21) 1-2022-02570

(22) 17/09/2020

(86) PCT/US2020/051316 17/09/2020

(87) WO 2021/061496 01/04/2021

(30) 62/905,236 24/09/2019 US

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/07/2022 412A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, China

(72) WANG, Ye-Kui (US).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ, PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA, THIẾT BỊ LẬP MÃ
VIDEO, THIẾT BỊ MÃ HÓA, VÀ PHƯƠNG TIỆN ĐỌC ĐƯỢC BỞI MÁY TÍNH

(21) 1-2022-02570

(57) Sáng chế đề cập đến cơ chế lập mã video, cụ thể là đề cập đến phương pháp giải mã, phương pháp mã hóa, thiết bị lập mã video, thiết bị mã hóa và phương tiện đọc được bởi máy tính. Cơ chế này bao gồm mã hóa hình ảnh được lập mã thành dòng bit. Thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (Supplemental Enhancement Information, SEI) hiện thời bao gồm cờ biểu diễn các tham số bộ giải mã tham chiếu giả định (Hypothetical Reference Decoder, HRD) đơn vị giải mã (Decoding Unit, DU) (`du_hrd_params_present_flag`) cũng được mã hóa thành dòng bit. `du_hrd_params_present_flag` định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không. Tập hợp các thử nghiệm tương thích dòng bit được thực hiện trên dòng bit dựa vào thông điệp SEI hiện thời. Dòng bit được lưu trữ để truyền thông hướng về bộ giải mã.

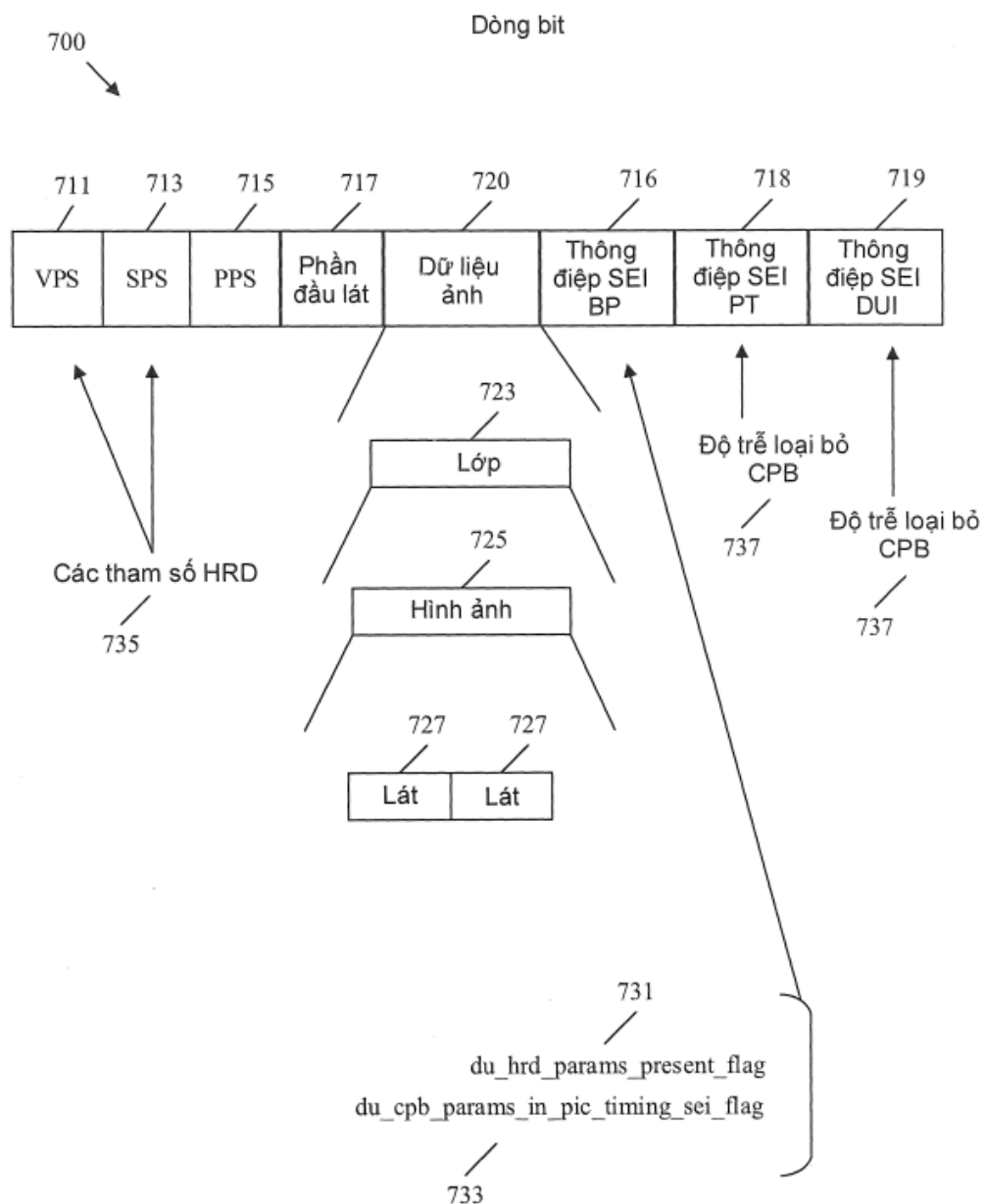


FIG. 7

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lập mã video, và cụ thể là đề cập đến việc cải thiện các tham số báo hiệu để hỗ trợ lập mã các dòng bit nhiều lớp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lượng dữ liệu video cần để mô tả ngay cả video tương đối ngắn có thể là đáng kể, điều này có thể gây ra nhiều khó khăn khi dữ liệu được truyền trực tiếp hoặc được truyền thông theo cách khác qua mạng truyền thông có dung lượng băng thông hạn chế. Do đó, dữ liệu video thường được nén trước khi được truyền thông trên các mạng viễn thông hiện đại. Kích thước của video cũng có thể là vấn đề khi video được lưu trữ trên thiết bị lưu trữ do tài nguyên bộ nhớ có thể bị giới hạn. Các thiết bị nén video thường sử dụng phần mềm và/hoặc phần cứng ở nguồn để lập mã dữ liệu video trước khi truyền hoặc lưu trữ, nhờ đó làm giảm lượng dữ liệu cần để biểu diễn các ảnh video số. Sau đó, dữ liệu được nén được nhận ở đích bởi thiết bị giải nén video để giải mã dữ liệu video. Với các tài nguyên mạng bị giới hạn và nhu cầu đòi hỏi chất lượng video cao hơn ngày càng tăng, nên có mong muốn có các kỹ thuật nén và giải nén được cải thiện nhằm cải thiện tỷ lệ nén mà ít hoặc không hy sinh chất lượng ảnh.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp được thực hiện bởi bộ giải mã, phương pháp này bao gồm các bước: nhận, bởi bộ nhận của bộ giải mã, dòng bit bao gồm hình ảnh được lập mã và thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (Supplemental Enhancement Information, SEI) hiện thời bao gồm cờ biểu diễn các tham số bộ giải mã tham chiếu giả định (Hypothetical Reference Decoder, HRD) đơn vị giải mã (Decoding Unit, DU) (`du_hrd_params_present_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không; và giải mã, bởi bộ xử lý của bộ giải mã, hình ảnh được lập mã để tạo ra hình ảnh được giải mã.

Các hệ thống lập mã video có thể mã hóa chuỗi video thành dòng bit dưới dạng một loạt các hình ảnh được lập mã. Các tham số khác nhau có thể cũng được lập mã để

hỗ trợ giải mã chuỗi video. Ví dụ, tập tham số video (Video Parameter Set, VPS) có thể chứa các tham số liên quan tới cấu hình của các lớp, các lớp con, và/hoặc các tập lớp đầu ra (OLS) trong chuỗi video. Ngoài ra, chuỗi video có thể được kiểm tra bởi HRD để tương thích với các chuẩn. Để hỗ trợ thử nghiệm tương thích như vậy, VPS và/hoặc SPS có thể chứa các tham số HRD. Các tham số liên quan đến HRD có thể cũng được chứa trong các thông điệp SEI. Thông điệp SEI chứa thông tin không cần đến bởi quy trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các hình ảnh được giải mã. Ví dụ, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số HRD mô tả thêm quy trình HRD dựa trên các tham số HRD được chứa trong VPS. Trong một vài hệ thống lập mã video, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số mà tham chiếu trực tiếp VPS. Sự phụ thuộc này tạo ra các khó khăn nhất định. Ví dụ, VPS có thể được loại bỏ khỏi dòng bit khi truyền OLS chứa lớp đơn. Cách tiếp cận này có thể có lợi trong một số trường hợp vì VPS không chứa thông tin hữu ích khi bộ giải mã chỉ nhận một lớp. Tuy nhiên, việc bỏ qua VPS có thể ngăn cản các thông điệp SEI không được phân tích chính xác do sự phụ thuộc vào VPS. Cụ thể là, việc bỏ qua VPS có thể khiến các thông điệp SEI trả về lỗi vì dữ liệu mà chúng phụ thuộc trong VPS không được nhận ở bộ giải mã.

Ví dụ của sáng chế bao gồm cơ chế để loại bỏ các sự phụ thuộc giữa VPS và các thông điệp SEI. Ví dụ, `du_hrd_params_present_flag` có thể được lập mã trong thông điệp SEI hiện thời. `du_hrd_params_present_flag` định rõ xem liệu HRD nên hoạt động ở mức đơn vị truy cập (Access Unit, AU) hay mức DU. Ngoài ra, thông điệp SEI hiện thời có thể bao gồm các tham số bộ đệm hình ảnh được lập mã (CPB) DU trong cờ SEI thời gian hình ảnh (PT) (`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI). Bằng cách bao gồm các cờ này trong thông điệp SEI hiện thời, thông điệp SEI hiện thời không phụ thuộc vào VPS. Do đó, thông điệp SEI hiện thời có thể được phân tích ngay cả khi VPS được bỏ qua khỏi dòng bit. Vì vậy, có thể tránh khỏi các lỗi khác nhau. Kết quả là, chức năng của bộ mã hóa và bộ giải mã được làm tăng. Ngoài ra, việc loại bỏ sự phụ thuộc giữa các thông điệp SEI và VPS hỗ trợ việc loại bỏ VPS trong các trường hợp nhất định, mà làm tăng hiệu suất lập mã, và do đó làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc băng thông ở cả bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó `du_hrd_params_present_flag` còn định rõ xem liệu

HRD hoạt động ở mức đơn vị truy cập (AU) hay mức DU.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU, và trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó thông điệp SEI hiện thời còn bao gồm các tham số bộ đệm hình ảnh được lập mã (CPB) DU trong cờ SEI thời gian hình ảnh (PT) (`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay không.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` còn định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI) hay không.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT và không có thông điệp SEI DUI khả dụng, và trong đó `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI và các thông điệp SEI PT không bao gồm các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó thông điệp SEI hiện thời là thông điệp SEI chu kỳ đệm (Buffering Period, BP), thông điệp SEI PT, hoặc thông điệp SEI DUI.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp được thực hiện bởi bộ mã hóa, phương pháp này bao gồm các bước: mã hóa, bởi bộ xử lý của bộ mã hóa, hình ảnh được lập mã thành dòng bit; mã hóa thành dòng bit, bởi bộ xử lý, thông điệp SEI hiện thời bao gồm `du_hrd_params_present_flag` mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không; thực hiện, bởi bộ xử lý, tập hợp các thử nghiệm tương thích dòng bit trên dòng bit dựa vào thông điệp SEI hiện thời; và lưu trữ, bởi bộ nhớ được ghép

nối với bộ xử lý, dòng bit cho truyền thông hướng về bộ giải mã.

Các hệ thống lập mã video có thể mã hóa chuỗi video thành dòng bit dưới dạng một loạt các hình ảnh được lập mã. Các tham số khác nhau có thể cũng được lập mã để hỗ trợ giải mã chuỗi video. Ví dụ, VPS có thể chứa các tham số liên quan tới cấu hình của các lớp, các lớp con, và/hoặc các OLS trong chuỗi video. Ngoài ra, chuỗi video có thể được kiểm tra bởi HRD để tương thích với các chuẩn. Để hỗ trợ thử nghiệm tương thích như vậy, VPS và/hoặc SPS có thể chứa các tham số HRD. Các tham số liên quan đến HRD có thể cũng được chứa trong các thông điệp SEI. Thông điệp SEI chứa thông tin không cần đến bởi quy trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các hình ảnh được giải mã. Ví dụ, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số HRD mô tả thêm quy trình HRD dựa trên các tham số HRD được chứa trong VPS. Trong một vài hệ thống lập mã video, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số mà tham chiếu trực tiếp VPS. Sự phụ thuộc này tạo ra các khó khăn nhất định. Ví dụ, VPS có thể được loại bỏ khỏi dòng bit khi truyền OLS chứa lớp đơn. Cách tiếp cận này có thể có lợi trong một số trường hợp vì VPS không chứa thông tin hữu ích khi bộ giải mã chỉ nhận một lớp. Tuy nhiên, việc bỏ qua VPS có thể ngăn cản các thông điệp SEI không được phân tích chính xác do sự phụ thuộc vào VPS. Cụ thể là, việc bỏ qua VPS có thể khiến các thông điệp SEI trả về lỗi vì dữ liệu mà chúng phụ thuộc trong VPS không được nhận ở bộ giải mã.

Ví dụ của sáng chế bao gồm cơ chế để loại bỏ các sự phụ thuộc giữa VPS và các thông điệp SEI. Ví dụ, `du_hrd_params_present_flag` có thể được lập mã trong thông điệp SEI hiện thời. `du_hrd_params_present_flag` định rõ xem liệu HRD nên hoạt động ở mức AU hay mức DU. Ngoài ra, thông điệp SEI hiện thời có thể bao gồm `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay thông điệp SEI DUI. Bằng cách bao gồm các cờ này trong thông điệp SEI hiện thời, thông điệp SEI hiện thời không phụ thuộc vào VPS. Do đó, thông điệp SEI hiện thời có thể được phân tích ngay cả khi VPS được bỏ qua khỏi dòng bit. Vì vậy, có thể tránh khỏi các lỗi khác nhau. Kết quả là, chức năng của bộ mã hóa và bộ giải mã được làm tăng. Ngoài ra, việc loại bỏ sự phụ thuộc giữa các thông điệp SEI và VPS hỗ trợ việc loại bỏ VPS trong các trường hợp nhất định, mà làm tăng hiệu suất lập mã, và do đó làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc bảo hiệu mạng ở cả bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác

của khía cạnh này đề xuất, trong đó `du_hrd_params_present_flag` còn định rõ xem liệu HRD hoạt động ở mức AU hay mức DU.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU, và trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó thông điệp SEI hiện thời còn bao gồm `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay không.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` còn định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI hay không.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT và không có thông điệp SEI DUI khả dụng, và trong đó `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI và các thông điệp SEI PT không bao gồm các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó thông điệp SEI hiện thời là thông điệp SEI BP, thông điệp SEI PT, hoặc thông điệp SEI DUI.

Theo một phương án, sáng chế bao gồm thiết bị lập mã video bao gồm: bộ xử lý, bộ nhận được ghép nối với bộ xử lý, bộ nhớ được ghép nối với bộ xử lý, và bộ phát được ghép nối với bộ xử lý, trong đó bộ xử lý, bộ nhận, bộ nhớ, và bộ phát được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên.

Theo một phương án, sáng chế bao gồm phương tiện đọc được bởi máy tính không nhất thời bao gồm sản phẩm chương trình máy tính để được sử dụng bởi thiết bị lập mã

video, sản phẩm chương trình máy tính này bao gồm các lệnh thực thi được bằng máy tính được lưu trữ trên phương tiện đọc được bởi máy tính không nhất thời sao cho khi được thực thi bởi bộ xử lý khiến thiết bị lập mã video thực hiện phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất bộ giải mã bao gồm: phương tiện nhận để nhận dòng bit bao gồm hình ảnh được lập mã và thông điệp SEI hiện thời bao gồm `du_hrd_params_present_flag` mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không; phương tiện giải mã để giải mã hình ảnh được lập mã để tạo ra hình ảnh được giải mã; và phương tiện chuyển tiếp để chuyển tiếp hình ảnh được giải mã để hiển thị như một phần của chuỗi video được giải mã.

Các hệ thống lập mã video có thể mã hóa chuỗi video thành dòng bit dưới dạng một loạt các hình ảnh được lập mã. Các tham số khác nhau có thể cũng được lập mã để hỗ trợ giải mã chuỗi video. Ví dụ, VPS có thể chứa các tham số liên quan tới cấu hình của các lớp, các lớp con, và/hoặc các OLS trong chuỗi video. Ngoài ra, chuỗi video có thể được kiểm tra bởi HRD để tương thích với các chuẩn. Để hỗ trợ thử nghiệm tương thích như vậy, VPS và/hoặc SPS có thể chứa các tham số HRD. Các tham số liên quan đến HRD có thể cũng được chứa trong các thông điệp SEI. Thông điệp SEI chứa thông tin không cần đến bởi quy trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các hình ảnh được giải mã. Ví dụ, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số HRD mô tả thêm quy trình HRD dựa trên các tham số HRD được chứa trong VPS. Trong một vài hệ thống lập mã video, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số mà tham chiếu trực tiếp VPS. Sự phụ thuộc này tạo ra các khó khăn nhất định. Ví dụ, VPS có thể được loại bỏ khỏi dòng bit khi truyền OLS chứa lớp đơn. Cách tiếp cận này có thể có lợi trong một số trường hợp vì VPS không chứa thông tin hữu ích khi bộ giải mã chỉ nhận một lớp. Tuy nhiên, việc bỏ qua VPS có thể ngăn cản các thông điệp SEI không được phân tích chính xác do sự phụ thuộc vào VPS. Cụ thể là, việc bỏ qua VPS có thể khiến các thông điệp SEI trả về lỗi vì dữ liệu mà chúng phụ thuộc trong VPS không được nhận ở bộ giải mã.

Ví dụ của sáng chế bao gồm cơ chế để loại bỏ các sự phụ thuộc giữa VPS và các thông điệp SEI. Ví dụ, `du_hrd_params_present_flag` có thể được lập mã trong thông điệp SEI hiện thời. `du_hrd_params_present_flag` định rõ xem liệu HRD nên hoạt động ở mức AU hay mức DU. Ngoài ra, thông điệp SEI hiện thời có thể bao gồm `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ

CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay thông điệp SEI DUI. Bằng cách bao gồm các cờ này trong thông điệp SEI hiện thời, thông điệp SEI hiện thời không phụ thuộc vào VPS. Do đó, thông điệp SEI hiện thời có thể được phân tích ngay cả khi VPS được bỏ qua khỏi dòng bit. Vì vậy, có thể tránh khỏi các lỗi khác nhau. Kết quả là, chức năng của bộ mã hóa và bộ giải mã được làm tăng. Ngoài ra, việc loại bỏ sự phụ thuộc giữa các thông điệp SEI và VPS hỗ trợ việc loại bỏ VPS trong các trường hợp nhất định, mà làm tăng hiệu suất lập mã, và do đó làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc bảo hiệu mạng ở cả bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó bộ giải mã còn được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất bộ mã hóa bao gồm: phương tiện mã hóa để: mã hóa hình ảnh được lập mã thành dòng bit; và mã hóa thành dòng bit thông điệp SEI hiện thời bao gồm `du_hrd_params_present_flag` mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không; phương tiện HRD để thực hiện tập hợp các thử nghiệm tương thích dòng bit trên dòng bit dựa vào thông điệp SEI hiện thời; và phương tiện lưu trữ để lưu trữ dòng bit để truyền thông hướng về bộ giải mã.

Các hệ thống lập mã video có thể mã hóa chuỗi video thành dòng bit dưới dạng một loạt các hình ảnh được lập mã. Các tham số khác nhau có thể cũng được lập mã để hỗ trợ giải mã chuỗi video. Ví dụ, VPS có thể chứa các tham số liên quan tới cấu hình của các lớp, các lớp con, và/hoặc các OLS trong chuỗi video. Ngoài ra, chuỗi video có thể được kiểm tra bởi HRD để tương thích với các chuẩn. Để hỗ trợ thử nghiệm tương thích như vậy, VPS và/hoặc SPS có thể chứa các tham số HRD. Các tham số liên quan đến HRD có thể cũng được chứa trong các thông điệp SEI. Thông điệp SEI chứa thông tin không cần đến bởi quy trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các hình ảnh được giải mã. Ví dụ, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số HRD mô tả thêm quy trình HRD dựa trên các tham số HRD được chứa trong VPS. Trong một vài hệ thống lập mã video, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số mà tham chiếu trực tiếp VPS. Sự phụ thuộc này tạo ra các khó khăn nhất định. Ví dụ, VPS có thể được loại bỏ khỏi dòng bit khi truyền OLS chứa lớp đơn. Cách tiếp cận này có thể có lợi trong một số trường hợp vì VPS không chứa thông tin hữu ích khi bộ giải mã chỉ nhận một lớp. Tuy nhiên, việc bỏ

qua VPS có thể ngăn cản các thông điệp SEI không được phân tích chính xác do sự phụ thuộc vào VPS. Cụ thể là, việc bỏ qua VPS có thể khiến các thông điệp SEI trả về lỗi vì dữ liệu mà chúng phụ thuộc trong VPS không được nhận ở bộ giải mã.

Ví dụ của sáng chế bao gồm cơ chế để loại bỏ các sự phụ thuộc giữa VPS và các thông điệp SEI. Ví dụ, `du_hrd_params_present_flag` có thể được lập mã trong thông điệp SEI hiện thời. `du_hrd_params_present_flag` định rõ xem liệu HRD nên hoạt động ở mức AU hay mức DU. Ngoài ra, thông điệp SEI hiện thời có thể bao gồm `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay thông điệp SEI DUI. Bằng cách bao gồm các cờ này trong thông điệp SEI hiện thời, thông điệp SEI hiện thời không phụ thuộc vào VPS. Do đó, thông điệp SEI hiện thời có thể được phân tích ngay cả khi VPS được bỏ qua khỏi dòng bit. Vì vậy, có thể tránh khỏi các lỗi khác nhau. Kết quả là, chức năng của bộ mã hóa và bộ giải mã được làm tăng. Ngoài ra, việc loại bỏ sự phụ thuộc giữa các thông điệp SEI và VPS hỗ trợ việc loại bỏ VPS trong các trường hợp nhất định, mà làm tăng hiệu suất lập mã, và do đó làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc báo hiệu mạng ở cả bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy ý là, theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh này đề xuất, trong đó bộ mã hóa còn được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên.

Để cho rõ ràng, phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên có thể được kết hợp với một hoặc nhiều trong số các phương án nêu trên khác để tạo ra phương án mới trong phạm vi của sáng chế.

Các dấu hiệu này và khác nữa sẽ được hiểu rõ ràng hơn nhờ phần mô tả chi tiết dưới đây cùng với các hình vẽ và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu sáng chế toàn diện hơn, sự tham chiếu được thực hiện cho phần mô tả vắn tắt dưới đây, liên quan đến các hình vẽ kèm theo và phần mô tả chi tiết, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau thể hiện các bộ phận giống nhau.

Fig.1 là lưu đồ của phương pháp lập mã tín hiệu video ví dụ.

Fig.2 là sơ đồ giản lược của hệ thống lập mã và giải mã (coding and decoding, codec) ví dụ để lập mã video.

Fig.3 là sơ đồ giản lược minh họa bộ mã hóa video ví dụ.

Fig.4 là sơ đồ giản lược minh họa bộ giải mã video ví dụ.

Fig.5 là sơ đồ giản lược minh họa bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) ví dụ.

Fig.6 là sơ đồ giản lược minh họa chuỗi video nhiều lớp ví dụ.

Fig.7 là sơ đồ giản lược minh họa dòng bit ví dụ.

Fig.8 là sơ đồ giản lược của thiết bị lập mã video ví dụ.

Fig.9 là lưu đồ của phương pháp ví dụ để mã hóa chuỗi video thành dòng bit bằng cách sử dụng thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (SEI) mà có thể không phụ thuộc vào tập tham số video (VPS).

Fig.10 là lưu đồ của phương pháp ví dụ để giải mã chuỗi video từ dòng bit mà sử dụng thông điệp SEI mà có thể không phụ thuộc vào VPS.

Fig.11 là sơ đồ giản lược của hệ thống ví dụ để lập mã chuỗi video sử dụng dòng bit mà sử dụng thông điệp SEI mà có thể không phụ thuộc vào VPS.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cần hiểu ngay từ đầu rằng mặc dù cách thực hiện minh họa của một hoặc nhiều phương án được mô tả dưới đây, nhưng các hệ thống và/hoặc phương pháp được bộc lộ có thể được thực hiện bằng cách sử dụng số lượng các kỹ thuật bất kỳ, cho dù là mới được biết đến hay đang tồn tại. Sáng chế không bị giới hạn ở các cách thực hiện minh họa, các hình vẽ, và các kỹ thuật được minh họa dưới đây, bao gồm các thiết kế và Cách thực hiện ví dụ được minh họa và được mô tả trong bản mô tả này, nhưng có thể được cải biến có trong phạm vi của yêu cầu bảo hộ kèm theo cùng với đầy đủ các phạm vi tương đương của chúng.

Các thuật ngữ dưới đây được định nghĩa như sau trừ khi được sử dụng trong ngữ cảnh trái ngược trong bản mô tả này. Cụ thể là, các định nghĩa dưới đây nhằm cung cấp sự rõ ràng cho sáng chế. Tuy nhiên, các thuật ngữ có thể được mô tả khác nhau trong các ngữ cảnh khác nhau. Theo đó, các định nghĩa dưới đây nên được coi là bổ sung và không nên được coi là giới hạn các định nghĩa khác bất kỳ của các phân mô tả được cung cấp

cho các thuật ngữ như vậy trong bản mô tả này.

Dòng bit là chuỗi các bit bao gồm dữ liệu video được nén để truyền giữa bộ mã hóa và bộ giải mã. Bộ mã hóa là thiết bị mà được tạo cấu hình để sử dụng các quy trình mã hóa để nén dữ liệu video thành dòng bit. Bộ giải mã là thiết bị được tạo cấu hình để sử dụng các quy trình giải mã để xây dựng lại dữ liệu video từ dòng bit để hiển thị. Hình ảnh là mảng các mẫu độ chói (luma) và/hoặc mảng các mẫu sắc độ (chroma) để tạo ra khung hoặc trường của hình ảnh này. Lát là một số nguyên các tấm hoàn chỉnh hoặc số nguyên các hàng đơn vị cây lập mã (Coding Tree Unit, CTU) hoàn chỉnh (ví dụ trong một tấm) của hình ảnh được chứa riêng trong một đơn vị lớp trừu tượng hóa mạng (Network Abstraction Layer, NAL). Hình ảnh đang được mã hóa hoặc giải mã có thể được gọi là hình ảnh hiện thời để rõ ràng cho việc mô tả. Hình ảnh được lập mã là biểu diễn được lập mã của hình ảnh bao gồm các đơn vị NAL lớp lập mã video (Video Coding Layer, VCL) có giá trị cụ thể của mã định danh lớp phần đầu đơn vị NAL (`nuh_layer_id`) trong đơn vị truy cập (AU) và chứa tất cả các đơn vị cây lập mã (CTU) của hình ảnh. Hình ảnh được giải mã là hình ảnh được tạo ra bằng cách áp dụng quy trình giải mã cho hình ảnh được lập mã.

AU là tập hợp gồm các hình ảnh được lập mã được bao gồm ở các lớp khác nhau và liên kết với cùng thời gian để kết xuất từ bộ đệm hình ảnh được giải mã (Decoded Picture Buffer, DPB). Đơn vị giải mã (DU) là AU hoặc tập con của AU bao gồm một hoặc nhiều đơn vị NAL VCL trong AU và các đơn vị NAL không phải VCL được kết hợp. Đơn vị NAL là cấu trúc cú pháp chứa dữ liệu dưới dạng tải tin chuỗi byte thô (Raw Byte Sequence Payload, RBSP), chỉ báo loại dữ liệu, và được đặt rải rác như mong muốn với các byte chống giả lập. Đơn vị NAL VCL là đơn vị NAL được lập mã để chứa dữ liệu video, chẳng hạn như lát được lập mã của hình ảnh. Đơn vị NAL không phải VCL là đơn vị NAL chứa dữ liệu không phải video chẳng hạn như cú pháp và/hoặc các tham số mà hỗ trợ giải mã dữ liệu video, hiệu suất của việc kiểm tra tính tương thích, hoặc các hoạt động khác. Lớp là tập hợp gồm các đơn vị NAL VCL mà có cùng đặc tính quy định (ví dụ, độ phân giải, tốc độ khung, kích thước ảnh chung, v.v.) như được chỉ báo bởi ID lớp và các đơn vị NAL không phải VCL được kết hợp.

Bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) là mô hình bộ giải mã hoạt động dựa trên bộ mã hóa mà kiểm tra tính khả biến của các dòng bit được tạo ra bởi quy trình mã hóa để xác thực tương thích với các ràng buộc được định rõ. Thử nghiệm tương thích dòng bit

là thử nghiệm để xác định xem liệu dòng bit được mã hóa có tuân theo chuẩn, chẳng hạn như lập mã video đa năng (Versatile Video Coding, VVC) hay không. Các tham số HRD là các phần tử cú pháp mà khởi tạo và/hoặc xác định các điều kiện làm việc của HRD. Các tham số HRD có thể được bao gồm trong các thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (SEI), trong tập tham số chuỗi (SPS), và/hoặc trong tập tham số video (VPS). Cờ biểu diễn các tham số HRD DU (`du_hrd_params_present_flag`) là phần tử cú pháp mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không. Mức AU là phần mô tả của hoạt động như được áp dụng cho một hoặc nhiều AU (ví dụ, được áp dụng cho một hoặc nhiều nhóm hình ảnh dùng chung cùng thời gian kết xuất). Mức DU là phần mô tả của hoạt động như được áp dụng cho một hoặc nhiều DU (ví dụ, được áp dụng cho một hoặc nhiều hình ảnh).

Thông điệp SEI là cấu trúc cú pháp có ngữ nghĩa quy định mà truyền thông tin không cần thiết đối với quy trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các hình ảnh được giải mã. Đơn vị NAL SEI là đơn vị NAL chứa một hoặc nhiều thông điệp SEI. Đơn vị NAL SEI cụ thể có thể được đề cập đến là đơn vị NAL SEI hiện thời. Thông điệp SEI chu kỳ đệm (BP) là loại thông điệp SEI chứa các tham số HRD để khởi tạo HRD để quản lý bộ đệm hình ảnh được lập mã (Coded Picture Buffer, CPB). Thông điệp SEI thời gian hình ảnh (Picture Timing, PT) là loại thông điệp SEI chứa các tham số HRD để quản lý thông tin vận chuyển cho các AU ở CPB và/hoặc bộ đệm hình ảnh được giải mã (DPB). Thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (Decoding Unit Information, DUI) là loại thông điệp SEI chứa các tham số HRD để quản lý thông tin vận chuyển cho các DU ở CPB và/hoặc DPB. Các tham số CPB DU trong cờ SEI PT (`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag`) là phần tử cú pháp mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT và/hoặc thông điệp SEI DUI hay không. CPB là bộ đệm vào trước ra trước trong HRD chứa các DU theo thứ tự giải mã. Độ trễ loại bỏ CPB là lượng thời gian mà một hoặc nhiều hình ảnh có thể duy trì trong CPB trước khi chuyển sang DPB trong HRD. VPS là cấu trúc cú pháp chứa dữ liệu liên quan tới toàn bộ dòng bit. SPS là cấu trúc cú pháp chứa các phần tử cú pháp mà áp dụng cho không hoặc nhiều chuỗi video lớp được lập mã hoàn toàn. Chuỗi video được lập mã là tập hợp gồm một hoặc nhiều hình ảnh được lập mã. Chuỗi video được giải mã là tập hợp gồm một hoặc nhiều hình ảnh được giải mã.

Các từ viết tắt sau được sử dụng ở đây, đơn vị truy cập (AU), khối cây lập mã

(Coding Tree Block, CTB), đơn vị cây lập mã (CTU), đơn vị lập mã (Coding Unit, CU), chuỗi video lớp được lập mã (Coded Layer Video Sequence, CLVS), khởi đầu chuỗi video lớp được lập mã (Coded Layer Video Sequence Start, CLVSS), chuỗi video được lập mã (Coded Video Sequence, CVS), khởi đầu chuỗi video được lập mã (Coded Video Sequence Start, CVSS), nhóm chuyên gia video hợp nhất (Joint Video Experts Team, JVET), bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD), tập hợp tấm được ràng buộc chuyển động (Motion Constrained Tile Set, MCTS), đơn vị truyền tối đa (Maximum Transfer Unit, MTU), lớp trừu tượng hóa mạng (NAL), tập hợp lớp đầu ra (OLS), số đếm thứ tự ảnh (Picture Order Count, POC), điểm truy cập ngẫu nhiên (Random Access Point, RAP), tải tin chuỗi byte thô (RBSP), tập tham số chuỗi (Sequence Parameter Set, SPS), tập tham số video (VPS), lập mã video đa năng (VVC).

Nhiều kỹ thuật nén video có thể được sử dụng để làm giảm kích thước của các tệp video mà làm mất ít dữ liệu nhất. Ví dụ, các kỹ thuật nén video có thể bao gồm bước thực hiện dự đoán không gian (ví dụ, nội ảnh) và/hoặc dự đoán thời gian (ví dụ, liên ảnh) để làm giảm hoặc loại bỏ sự dư thừa dữ liệu trong các chuỗi video. Đối với lập mã video dựa trên khối, lát video (ví dụ, hình ảnh video hoặc một phần của hình ảnh video) có thể được phân chia thành các khối video, mà có thể cũng được đề cập đến là các khối cây, các khối cây lập mã (CTB), các đơn vị cây lập mã (CTU), các đơn vị lập mã (CU), và/hoặc các nút lập mã. Các khối video trong lát được lập mã nội ảnh (I) của hình ảnh được lập mã bằng cách sử dụng dự đoán không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng ảnh. Các khối video trong lát dự đoán một chiều (P) hoặc dự đoán hai chiều (B) được lập mã liên ảnh của ảnh có thể được lập mã bằng cách sử dụng dự đoán không gian theo các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng ảnh hoặc dự đoán thời gian đối với các mẫu tham chiếu trong các ảnh tham chiếu khác. Các hình ảnh có thể được gọi là các khung và/hoặc các ảnh, và các hình ảnh tham chiếu có thể được gọi là các khung tham chiếu và/hoặc các ảnh tham chiếu. Dự đoán không gian hoặc thời gian dẫn đến khối dự đoán biểu diễn khối ảnh. Dữ liệu dư biểu diễn các chênh lệch điểm ảnh giữa khối ảnh gốc và khối dự đoán. Theo đó, khối được lập mã liên ảnh được mã hóa theo vectơ chuyển động chỉ đến khối của các mẫu tham chiếu tạo thành khối dự đoán và dữ liệu dư chỉ báo sự khác biệt giữa khối được lập mã và khối dự đoán. Khối được lập mã nội ảnh được mã hóa theo chế độ mã hóa nội ảnh và dữ liệu dư. Để nén thêm, dữ liệu dư có thể được biến đổi từ miền điểm ảnh thành miền biến đổi. Điều này tạo ra các hệ số biến đổi dư, mà có

thể được lượng tử hóa. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa ban đầu có thể được sắp xếp trong mảng hai chiều. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể được quét để tạo ra vectơ một chiều của các hệ số biến đổi. Lập mã entropy có thể được áp dụng để đạt được khả năng nén nhiều hơn. Các kỹ thuật nén video này sẽ được thảo luận chi tiết hơn dưới đây.

Để đảm bảo video được mã hóa có thể được giải mã chính xác, video được mã hóa và giải mã theo các chuẩn lập mã video tương ứng. Các chuẩn lập mã video bao gồm khu vực tiêu chuẩn hóa liên minh viễn thông quốc tế (International Telecommunication Union, ITU) H.261, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế/Ủy ban Kỹ thuật điện Quốc tế (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, ISO/IEC), nhóm chuyên gia ảnh động (Motion Picture Experts Group, MPEG)-1 phần 2, ITU-T H.262 hoặc ISO/IEC MPEG-2 phần 2, ITU-T H.263, ISO/IEC MPEG-4 phần 2, lập mã video nâng cao (Advanced Video Coding, AVC), cũng được biết là ITU-T H.264 hoặc ISO/IEC MPEG-4 phần 10, và lập mã video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding, HEVC), cũng được biết là ITU-T H.265 hoặc MPEG-H phần 2. AVC bao gồm các phần mở rộng chẳng hạn như lập mã video định tỷ lệ được (Scalable Video Coding, SVC), lập mã video đa góc nhìn (Multiview Video Coding, MVC) và lập mã video đa góc nhìn cộng độ sâu (Multiview Video Coding plus Depth, MVC+D), và AVC ba chiều (3D) (3D-AVC). HEVC bao gồm các phần mở rộng chẳng hạn như HEVC định tỷ lệ được (Scalable HEVC, SHVC), HEVC đa góc nhìn (Multiview HEVC, MV-HEVC), và HEVC 3D (3D-HEVC). Nhóm chuyên gia video hợp nhất (JVET) của ITU-T và ISO/IEC đã bắt đầu phát triển chuẩn lập mã video được gọi là lập mã video đa năng (VVC). VVC có trong bản nháp (Working Draft, WD), bao gồm JVET-O2001-v14.

Các hệ thống lập mã video có thể mã hóa chuỗi video thành dòng bit dưới dạng một loạt các hình ảnh được lập mã. Các tham số khác nhau có thể cũng được lập mã để hỗ trợ giải mã chuỗi video. Ví dụ, tập tham số video (VPS) có thể chứa các tham số liên quan tới cấu hình của các lớp, các lớp con, và/hoặc các tập lớp đầu ra (Output Layer Set, OLS) trong chuỗi video. Ngoài ra, chuỗi video có thể được kiểm tra bởi bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) để tương thích với các chuẩn. Để hỗ trợ thử nghiệm tương thích như vậy, VPS và/hoặc SPS có thể chứa các tham số HRD. Các tham số liên quan đến HRD có thể cũng được chứa trong các thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (SEI). Thông điệp SEI chứa thông tin không cần đến bởi quy trình giải mã để xác định các giá

trị của các mẫu trong các hình ảnh được giải mã. Ví dụ, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số HRD mô tả thêm quy trình HRD dựa trên các tham số HRD được chứa trong VPS. Trong một vài hệ thống lập mã video, các thông điệp SEI có thể chứa các tham số mà tham chiếu trực tiếp VPS. Sự phụ thuộc này tạo ra các khó khăn nhất định. Ví dụ, VPS có thể được loại bỏ khỏi dòng bit khi truyền OLS chứa lớp đơn. Cách tiếp cận này có thể có lợi trong một số trường hợp vì VPS không chứa thông tin hữu ích khi bộ giải mã chỉ nhận một lớp. Tuy nhiên, việc bỏ qua VPS có thể ngăn cản các thông điệp SEI không được phân tích chính xác do sự phụ thuộc vào VPS. Cụ thể là, việc bỏ qua VPS có thể khiến các thông điệp SEI trả về lỗi vì dữ liệu mà chúng phụ thuộc trong VPS không được nhận ở bộ giải mã.

Được bộc lộ ở đây là cơ chế để loại bỏ các sự phụ thuộc giữa VPS và các thông điệp SEI. Ví dụ, cờ biểu diễn các tham số bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) đơn vị giải mã (DU) (`du_hrd_params_present_flag`) có thể được lập mã trong thông điệp SEI hiện thời. `du_hrd_params_present_flag` định rõ xem liệu HRD nên hoạt động ở mức đơn vị truy cập (AU) hay mức đơn vị giải mã (DU). Ngoài ra, thông điệp SEI hiện thời có thể bao gồm các tham số bộ đệm hình ảnh được lập mã (CPB) DU trong cờ SEI thời gian hình ảnh (PT) (`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI). Bằng cách bao gồm các cờ này trong thông điệp SEI hiện thời, thông điệp SEI hiện thời không phụ thuộc vào VPS. Do đó, thông điệp SEI hiện thời có thể được phân tích ngay cả khi VPS được bỏ qua khỏi dòng bit. Vì vậy, có thể tránh khỏi các lỗi khác nhau. Kết quả là, chức năng của bộ mã hóa và bộ giải mã được làm tăng. Ngoài ra, việc loại bỏ sự phụ thuộc giữa các thông điệp SEI và VPS hỗ trợ việc loại bỏ VPS trong các trường hợp nhất định, mà làm tăng hiệu suất lập mã, và do đó làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc báo hiệu mạng ở cả bộ mã hóa và bộ giải mã.

Fig.1 là lưu đồ của phương pháp vận hành ví dụ 100 để lập mã tín hiệu video. Cụ thể là, tín hiệu video được mã hóa ở bộ mã hóa. Quy trình mã hóa nén tín hiệu video bằng cách sử dụng các cơ chế khác nhau để làm giảm kích thước tệp video. Kích thước tệp nhỏ hơn cho phép tệp video được nén được truyền đến người dùng, trong khi làm giảm chi phí băng thông liên quan. Sau đó, bộ giải mã giải mã tệp video được nén để xây dựng lại tín hiệu video gốc để hiển thị đến người dùng cuối. Quy trình giải mã thường ngược với quy trình mã hóa để cho phép bộ giải mã xây dựng lại tín hiệu video một cách nhất quán.

Ở bước 101, tín hiệu video được nhập vào bộ mã hóa. Ví dụ, tín hiệu video có thể là tệp video không được nén được lưu trữ trong bộ nhớ. Ví dụ khác, tệp video có thể thu được bởi thiết bị thu video, chẳng hạn như camera video, và được mã hóa để hỗ trợ phát trực tiếp video. Tệp video có thể bao gồm cả thành phần âm thanh và thành phần video. Thành phần video chứa chuỗi các khung ảnh mà, khi được xem theo trình tự sẽ tạo ra cảm giác chuyển động trực quan. Các khung chứa các điểm ảnh được biểu diễn theo ánh sáng, ở đây được gọi là các thành phần độ chói (hoặc các mẫu độ chói), và màu sắc, mà được gọi là các thành phần sắc độ (hoặc các mẫu màu sắc). Trong một số ví dụ, các khung này có thể còn chứa các giá trị độ sâu để hỗ trợ xem ba chiều.

Ở bước 103, video được phân vùng thành các khối. Việc phân vùng bao gồm bước chia nhỏ các điểm ảnh trong mỗi khung thành các khối hình vuông và/hoặc hình chữ nhật để nén. Ví dụ, trong lập mã video hiệu suất cao (HEVC) (còn được biết là H.265 và MPEG-H phần 2), trước tiên khung có thể được chia thành các đơn vị cây lập mã (CTU), mà là các khối có kích thước định trước (ví dụ, 64x64 điểm ảnh). Các CTU chứa cả các mẫu độ chói và sắc độ. Các cây lập mã có thể được sử dụng để chia các CTU thành các khối và sau đó chia nhỏ theo cách đệ quy các khối cho đến khi có được các cấu hình mà hỗ trợ mã hóa thêm. Ví dụ, các thành phần độ chói của khung có thể được chia nhỏ cho đến khi các khối riêng lẻ chứa các giá trị độ chói tương đối đồng nhất. Ngoài ra, các thành phần sắc độ của khung có thể được chia nhỏ cho đến khi các khối riêng lẻ chứa các giá trị màu sắc tương đối đồng nhất. Theo đó, các cơ chế phân vùng thay đổi tùy thuộc vào nội dung của các khung video.

Ở bước 105, các cơ chế nén khác nhau được sử dụng để nén các khối ảnh được phân vùng ở bước 103. Ví dụ, dự đoán liên ảnh và/hoặc dự đoán nội ảnh có thể được sử dụng. Dự đoán liên ảnh được thiết kế để tận dụng thực tế là các đối tượng trong một cảnh chung có xu hướng xuất hiện trong các khung tiếp theo. Theo đó, khối mô tả đối tượng trong khung tham chiếu không cần được mô tả lại trong các khung liền kề. Cụ thể là, đối tượng, chẳng hạn như bàn, có thể giữ nguyên ở vị trí không đổi trên nhiều khung. Do đó bàn được mô tả một lần và các khung liền kề có thể tham chiếu trở lại khung tham chiếu. Các cơ chế so khớp hình mẫu có thể được sử dụng để so khớp các đối tượng trên nhiều khung. Ngoài ra, các đối tượng di chuyển có thể được biểu diễn trên nhiều khung, ví dụ do chuyển động của đối tượng hoặc chuyển động của camera. Là ví dụ cụ thể, video có thể thể hiện xe ô tô di chuyển trên màn hình trên nhiều khung. Các vector chuyển động

có thể được sử dụng để mô tả chuyển động này. Vector chuyển động là vector hai chiều tạo ra dịch vị từ các tọa độ của đối tượng trong khung đến các tọa độ của đối tượng trong khung tham chiếu. Do đó, dự đoán liên ảnh có thể mã hóa khối ảnh trong khung hiện thời là tập hợp gồm các vector chuyển động chỉ báo dịch vị từ khối tương ứng trong khung tham chiếu.

Dự đoán nội ảnh mã hóa các khối trong khung chung. Dự đoán nội ảnh tận dụng thực tế là các thành phần độ chói và sắc độ có xu hướng tụ lại trong khung. Ví dụ, mảng xanh lục trong một phần của cây có xu hướng nằm liền kề với các mảng xanh lục tương tự. Dự đoán nội ảnh sử dụng nhiều chế độ dự đoán định hướng (ví dụ, 33 trong HEVC), chế độ phẳng, và chế độ dòng một chiều (Direct Current, DC). Các chế độ định hướng chỉ báo rằng khối hiện thời tương tự/giống các mẫu của các khối lân cận theo hướng tương ứng. Chế độ phẳng chỉ báo rằng chuỗi các khối theo hàng/cột (ví dụ, mặt phẳng) có thể được nội suy dựa vào các khối lân cận ở các mép của hàng. Trên thực tế, chế độ phẳng chỉ báo sự chuyển đổi mượt mà của ánh sáng/màu sắc trên một hàng/cột bằng cách sử dụng độ dốc tương đối không đổi khi thay đổi các giá trị. Chế độ DC được sử dụng để làm mịn biên và chỉ báo rằng một khối tương tự/bằng giá trị trung bình liên kết với các mẫu của tất cả các khối lân cận liên kết với các hướng góc của các chế độ dự đoán định hướng. Theo đó, các khối dự đoán nội ảnh có thể biểu diễn các khối ảnh ở dạng các giá trị chế độ dự đoán quan hệ khác nhau thay vì các giá trị thực. Ngoài ra, các khối dự đoán liên ảnh có thể biểu diễn các khối ảnh ở dạng các giá trị vector chuyển động thay vì các giá trị thực tế. Trong cả hai trường hợp, các khối dự đoán có thể không biểu diễn chính xác các khối ảnh trong một số trường hợp. Sự khác biệt bất kỳ được lưu trong các khối dư. Các biến đổi có thể được áp dụng cho các khối dư để nén thêm tệp.

Ở bước 107, các kỹ thuật lọc khác nhau có thể được áp dụng. Trong HEVC, các bộ lọc được áp dụng theo sơ đồ lọc trong vòng. Dự đoán dựa vào khối được thảo luận ở trên có thể dẫn đến việc tạo ra các ảnh dạng khối ở bộ giải mã. Ngoài ra, sơ đồ dự đoán dựa vào khối có thể mã hóa khối và sau đó xây dựng lại khối được mã hóa để sử dụng sau đó làm khối tham chiếu. Sơ đồ lọc trong vòng áp dụng lặp lại các bộ lọc triệt tiêu nhiễu, các bộ lọc tách khối, các bộ lọc vòng thích ứng, và các bộ lọc dịch vị thích ứng mẫu (Sample Adaptive Offset, SAO) cho các khối/các khung. Các bộ lọc này giảm các dạng nhiễu tạo khối như vậy sao cho tệp được mã hóa có thể được xây dựng lại một cách chính xác. Ngoài ra, các bộ lọc này làm giảm các dạng nhiễu trong các khối tham chiếu được

xây dựng lại sao cho các dạng nhiễu này gần như không tạo ra các dạng nhiễu bổ sung trong các khối tiếp theo mà được mã hóa dựa vào các khối tham chiếu được xây dựng lại.

Khi tín hiệu video đã được phân vùng, nén, và lọc, dữ liệu thu được được mã hóa trong dòng bit ở bước 109. Dòng bit này bao gồm dữ liệu được thảo luận ở trên cũng như dữ liệu báo hiệu bất kỳ mong muốn để hỗ trợ xây dựng lại tín hiệu video phù hợp ở bộ giải mã. Ví dụ, dữ liệu này có thể bao gồm dữ liệu phân vùng, dữ liệu dự đoán, các khối dư, và các cờ khác nhau tạo ra các lệnh lập mã cho bộ giải mã. Dòng bit có thể được lưu trữ trong bộ nhớ để truyền đến bộ giải mã theo yêu cầu. Dòng bit cũng có thể được phát rộng và/hoặc phát đa hướng đến các bộ giải mã. Việc tạo ra dòng bit là quy trình lặp lại. Theo đó, các bước 101, 103, 105, 107, và 109 có thể diễn ra liên tục và/hoặc đồng thời trên nhiều khung và khối. Thứ tự được thể hiện trên Fig.1 được biểu diễn để làm rõ và dễ dàng cho việc thảo luận, và không nhằm giới hạn quy trình lập mã video ở thứ tự cụ thể.

Bộ giải mã nhận dòng bit và bắt đầu quy trình giải mã ở bước 111. Cụ thể là, bộ giải mã sử dụng sơ đồ giải mã entropy để chuyển đổi dòng bit thành cú pháp và dữ liệu video tương ứng. Bộ giải mã sử dụng dữ liệu cú pháp từ dòng bit để xác định các phân vùng cho các khung ở bước 111. Việc phân vùng cần khớp với các kết quả của việc phân vùng khối ở bước 103. Mã hóa/giải mã entropy như được sử dụng ở bước 111 sẽ được mô tả. Bộ mã hóa thực hiện nhiều lựa chọn trong quy trình nén, chẳng hạn như chọn các sơ đồ phân vùng khối từ một số lựa chọn khả dụng dựa vào vị trí không gian của các giá trị trong (các) ảnh đầu vào. Việc báo hiệu các lựa chọn chính xác có thể sử dụng số lượng bin lớn. Như được sử dụng ở đây, bin là giá trị nhị phân được coi là một biến (ví dụ, giá trị bit có thể thay đổi phụ thuộc vào ngữ cảnh). Lập mã entropy cho phép bộ mã hóa loại bỏ các tùy chọn bất kỳ mà rõ ràng không khả dụng đối với trường hợp cụ thể, để lại tập hợp tùy chọn được cho phép. Sau đó, mỗi tùy chọn được cho phép được gán một từ mã. Độ dài của các từ mã dựa vào số lượng tùy chọn được cho phép (ví dụ, một bin cho hai tùy chọn, hai bin cho ba hoặc bốn tùy chọn, v.v.). Bộ mã hóa sau đó giải mã từ mã cho tùy chọn được chọn. Sơ đồ này làm giảm kích thước của các từ mã do các từ mã có độ lớn như mong muốn để chỉ báo duy nhất lựa chọn từ tập hợp con gồm các lựa chọn được cho phép nhỏ trái ngược với việc chỉ báo duy nhất lựa chọn từ tập hợp gồm các tùy chọn khả dụng có thể là lớn. Sau đó, bộ giải mã giải mã lựa chọn này bằng cách xác định tập hợp gồm các tùy chọn được cho phép theo cách tương tự với bộ mã hóa. Bằng cách xác định tập hợp các tùy chọn được cho phép, bộ giải mã có thể đọc từ mã và xác định lựa

chọn được thực hiện bởi bộ mã hóa.

Ở bước 113, bộ giải mã thực hiện giải mã khối. Cụ thể là, bộ giải mã sử dụng các biến đổi ngược để tạo ra các khối dư. Sau đó bộ giải mã sử dụng các khối dư và khối dự đoán tương ứng để xây dựng lại các khối ảnh theo sự phân vùng. Các khối dự đoán có thể bao gồm cả các khối dự đoán nội ảnh và các khối dự đoán liên ảnh khi được tạo ra ở bộ mã hóa ở bước 105. Sau đó, các khối ảnh được xây dựng lại được định vị vào các khung của tín hiệu video được xây dựng lại theo dữ liệu phân vùng được xác định ở bước 111. Cú pháp cho bước 113 cũng có thể được báo hiệu trong dòng bit qua việc lập mã entropy như được thảo luận ở trên.

Ở bước 115, quá trình lọc được thực hiện đối với các khung của tín hiệu video được xây dựng lại theo cách tương tự bước 107 ở bộ mã hóa. Ví dụ, các bộ lọc triệt tiêu nhiễu, bộ lọc tách khối, bộ lọc vòng thích ứng, và bộ lọc SAO có thể được áp dụng cho các khung để loại bỏ các dạng nhiễu tạo khối. Khi các khung được lọc, tín hiệu video có thể được kết xuất đến bộ hiển thị ở bước 117 để được xem bởi người dùng cuối.

Fig.2 là sơ đồ giản lược của hệ thống lập mã và giải mã (codec) ví dụ 200 để lập mã video. Cụ thể là, hệ thống codec 200 cung cấp chức năng để hỗ trợ thực hiện phương pháp vận hành 100. Hệ thống codec 200 được chuẩn hóa để mô tả các thành phần được sử dụng trong cả bộ mã hóa và bộ giải mã. Hệ thống codec 200 nhận và phân vùng tín hiệu video như được thảo luận liên quan đến các bước 101 và 103 trong phương pháp vận hành 100, tạo ra tín hiệu video được phân vùng 201. Hệ thống codec 200 sau đó nén tín hiệu video được phân vùng 201 thành dòng bit được lập mã khi đóng vai trò làm bộ mã hóa như được thảo luận liên quan đến các bước 105, 107, và 109 trong phương pháp 100. Khi đóng vai trò làm bộ giải mã, hệ thống codec 200 tạo ra tín hiệu video đầu ra từ dòng bit như được thảo luận liên quan đến các bước 111, 113, 115, và 117 trong phương pháp vận hành 100. Hệ thống codec 200 bao gồm thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211, thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213, thành phần ước tính nội ảnh 215, thành phần dự đoán nội ảnh 217, thành phần bù chuyển động 219, thành phần ước tính chuyển động 221, thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229, thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227, thành phần bộ lọc trong vòng 225, thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 223, và thành phần định dạng phần đầu và lập mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (Header Formatting And Context Adaptive Binary Arithmetic Coding, CABAC) 231. Các

thành phần này được ghép nối như được thể hiện. Trên Fig.2, các đường màu đen chỉ báo chuyển động của dữ liệu cần được mã hóa/giải mã trong khi các đường nét đứt chỉ báo sự dịch chuyển của dữ liệu điều khiển để điều khiển sự vận hành của các thành phần khác. Tất cả các thành phần của hệ thống codec 200 có thể có mặt trong bộ mã hóa. Bộ giải mã có thể bao gồm tập hợp con gồm các thành phần của hệ thống codec 200. Ví dụ, bộ giải mã có thể bao gồm thành phần dự đoán nội ảnh 217, thành phần bù chuyển động 219, thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229, thành phần bộ lọc trong vòng 225, và thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 223. Các thành phần này sẽ được mô tả.

Tín hiệu video được phân vùng 201 là chuỗi video thu được mà đã được phân vùng thành các khối điểm ảnh bởi cây lập mã. Cây lập mã sử dụng các chế độ chia khác nhau để chia nhỏ khối điểm ảnh thành các khối điểm ảnh nhỏ hơn. Các khối này sau đó có thể còn được chia nhỏ thành các khối nhỏ hơn. Các khối này có thể được gọi là các nút trên cây lập mã. Các nút mẹ lớn hơn được chia thành các nút con nhỏ hơn. Số lần một nút được chia nhỏ được gọi là độ sâu của nút/cây lập mã. Các khối được chia có thể có trong các đơn vị lập mã (CU) trong một số trường hợp. Ví dụ, CU có thể là phần nhỏ của CTU mà chứa khối độ chói, (các) khối sắc độ khác biệt đỏ (Cr), và (các) khối sắc độ khác biệt xanh lam (Cb) cùng với các lệnh cú pháp tương ứng cho CU. Các chế độ chia có thể bao gồm các cây nhị phân (Binary Tree, BT), cây tam phân (Triple Tree, TT), và cây tứ phân (Quad Tree, QT) được sử dụng để phân vùng nút thành hai, ba, hoặc bốn nút con tương ứng, có các hình dạng thay đổi tùy thuộc vào các chế độ chia được sử dụng. Tín hiệu video được phân vùng 201 được chuyển tiếp đến thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211, thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213, thành phần ước tính nội ảnh 215, thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227, và thành phần ước tính chuyển động 221 để nén.

Thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 được tạo cấu hình để đưa ra các quyết định liên quan đến việc lập mã các ảnh của chuỗi video thành dòng bit theo các ràng buộc áp dụng. Ví dụ, thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 quản lý việc tối ưu hóa kích thước tốc độ bit/dòng bit so với chất lượng xây dựng lại. Các quyết định này có thể được đưa ra dựa vào sự khả dụng của không gian lưu trữ/băng thông và các yêu cầu về độ phân giải ảnh. Thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 cũng quản lý việc sử dụng bộ đệm dựa vào tốc độ truyền để làm giảm thiểu các vấn đề trống bộ đệm và tràn bộ đệm. Để quản lý các vấn đề này, thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 quản lý việc phân vùng, dự đoán, và lọc bởi các thành phần khác. Ví dụ, thành phần điều khiển bộ lập mã chung

211 có thể tăng độ phức tạp nén theo cách động để tăng độ phân giải và tăng việc sử dụng băng thông hoặc giảm độ phức tạp nén để làm giảm độ phân giải và mức sử dụng băng thông. Do đó, thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 điều khiển các thành phần khác của hệ thống codec 200 để cân bằng chất lượng xây dựng lại tín hiệu video với các mối quan tâm về tốc độ bit. Thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 tạo ra dữ liệu điều khiển, điều khiển hoạt động của các thành phần khác. Dữ liệu điều khiển cũng được chuyển tiếp đến thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 để được mã hóa trong dòng bit để báo hiệu các tham số để giải mã ở bộ giải mã.

Tín hiệu video được phân vùng 201 còn được gửi đến thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 để dự đoán liên ảnh. Khung hoặc lát của tín hiệu video được phân vùng 201 có thể được chia thành nhiều khối video. Thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 thực hiện việc lập mã dự đoán liên ảnh khối video nhận được liên quan đến một hoặc nhiều khối trong một hoặc nhiều khung tham chiếu để tạo ra dự đoán thời gian. Hệ thống codec 200 có thể thực hiện mã hóa nhiều lần, ví dụ, để chọn chế độ lập mã thích hợp cho mỗi khối của dữ liệu video.

Thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 có thể được tích hợp cao, nhưng được minh họa riêng rẽ nhằm mục đích nêu ý tưởng. Ước tính chuyển động, được thực hiện bởi thành phần ước tính chuyển động 221, là quy trình tạo ra các vectơ chuyển động, mà ước tính chuyển động cho các khối video. Vectơ chuyển động, ví dụ, có thể chỉ báo sự dịch chuyển của đối tượng được lập mã liên quan đến khối dự đoán. Khối dự đoán là khối được nhận thấy là gần khớp với khối cần được lập mã, về mặt khác biệt điểm ảnh. Khối dự đoán cũng có thể được gọi là khối tham chiếu. Sự khác biệt điểm ảnh như vậy có thể được xác định bởi tổng chênh lệch tuyệt đối (Sum of Absolute Difference, SAD), tổng chênh lệch bình phương (Sum of Square Difference, SSD), hoặc các số đo khác nhau khác. HEVC sử dụng một số đối tượng được lập mã bao gồm CTU, các khối cây lập mã (CTB), và các CU. Ví dụ, CTU có thể được chia thành CTB, sau đó có thể được chia thành các CB để đưa vào các CU. CU có thể được mã hóa ở dạng đơn vị dự đoán chứa dữ liệu dự đoán và/hoặc đơn vị biến đổi (Transform Unit, TU) chứa dữ liệu dư được biến đổi cho CU. Thành phần ước tính chuyển động 221 tạo ra các vectơ chuyển động, các đơn vị dự đoán, và các TU bằng cách sử dụng phân tích tỷ lệ biến dạng là một phần của quy trình tối ưu hóa tỷ lệ biến dạng. Ví dụ, thành phần ước tính chuyển động 221 có thể xác định nhiều khối tham chiếu, nhiều vectơ chuyển động, v.v.

cho khối/khung hiện thời, và có thể chọn các khối tham chiếu, các vector chuyển động, v.v. có các đặc tính tỷ lệ biến dạng tốt nhất. Các đặc tính tỷ lệ biến dạng tốt nhất cân bằng cả chất lượng xây dựng lại video (ví dụ, lượng dữ liệu mất mát do nén) với hiệu quả lập mã (ví dụ, kích thước mã hóa cuối cùng).

Trong một số ví dụ, hệ thống codec 200 có thể tính toán các giá trị cho các vị trí điểm ảnh nguyên con của các hình ảnh tham chiếu được lưu trong thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 223. Ví dụ, hệ thống lập mã và giải mã video 200 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 hình ảnh tham chiếu. Do đó, thành phần ước tính chuyển động 221 có thể thực hiện tìm kiếm chuyển động liên quan đến các vị trí điểm ảnh đầy đủ và các vị trí điểm ảnh phân số và kết xuất vector chuyển động có độ chính xác điểm ảnh phân số. Thành phần ước tính chuyển động 221 tính toán vector chuyển động cho đơn vị dự đoán của video khối trong lát được lập mã liên ảnh bằng cách so sánh vị trí của đơn vị dự đoán với vị trí của khối dự đoán của hình ảnh tham chiếu. Thành phần ước tính chuyển động 221 kết xuất vector chuyển động được tính toán ở dạng dữ liệu chuyển động đến thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 để mã hóa và chuyển động đến thành phần bù chuyển động 219.

Việc bù chuyển động, được thực hiện bởi thành phần bù chuyển động 219, có thể liên quan đến việc nạp hoặc tạo ra khối dự đoán dựa vào vector chuyển động được xác định bởi thành phần ước tính chuyển động 221. Một lần nữa, thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 có thể được tích hợp về mặt chức năng, trong một số ví dụ. Khi thu được vector chuyển động cho đơn vị của khối video hiện thời, thành phần bù chuyển động 219 có thể đặt khối dự đoán đến vị trí mà vector chuyển động chỉ đến. Sau đó, khối video dư được tạo ra bằng cách trừ các giá trị điểm ảnh của khối dự đoán khỏi các giá trị điểm ảnh của khối video hiện thời đang được mã hóa, tạo ra các giá trị chênh lệch điểm ảnh. Nói chung, thành phần ước tính chuyển động 221 thực hiện ước tính chuyển động liên quan đến các thành phần độ chói, và thành phần bù chuyển động 219 sử dụng các vector chuyển động được tính dựa vào các thành phần độ chói cho cả các thành phần sắc độ và các thành phần độ chói. Khối dự đoán và khối dư được chuyển tiếp đến thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213.

Tín hiệu video được phân vùng 201 cũng được gửi đến thành phần ước tính nội

ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217. Đối với thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219, thành phần ước tính nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217 có thể được tích hợp cao, nhưng được minh họa nhằm mục đích nêu ý tưởng. Thành phần ước tính nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217 dự đoán nội ảnh khối hiện thời so với các khối trong khung hiện thời, như một sự thay thế cho dự đoán liên ảnh được thực hiện bởi thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 giữa các khung, như được mô tả ở trên. Cụ thể là, thành phần ước tính nội ảnh 215 xác định chế độ dự đoán nội ảnh để sử dụng để mã hóa khối hiện thời. Trong một số ví dụ, thành phần ước tính nội ảnh 215 chọn chế độ dự đoán nội ảnh thích hợp để mã hóa khối hiện thời từ nhiều chế độ dự đoán nội ảnh đã được thử nghiệm. Sau đó, các chế độ dự đoán nội ảnh được chọn được chuyển tiếp đến thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 để mã hóa.

Ví dụ, thành phần ước tính nội ảnh 215 tính các giá trị tỷ lệ biến dạng sử dụng phân tích tỷ lệ biến dạng đối với các chế độ dự đoán nội ảnh đã được thử nghiệm khác nhau, và chọn chế độ dự đoán nội ảnh có các đặc tính tỷ lệ biến dạng tốt nhất trong số các chế độ đã được thử nghiệm. Phân tích tỷ lệ biến dạng thường xác định lượng méo (hoặc lỗi) giữa khối được mã hóa và khối không được mã hóa gốc mà đã được mã hóa để tạo thành khối được mã hóa, cũng như tốc độ bit (ví dụ, số lượng bit) được sử dụng để tạo ra khối được mã hóa. Thành phần ước tính nội ảnh 215 tính toán các tỷ lệ từ các độ méo và các tốc độ đối với các khối được mã hóa khác nhau để xác định chế độ dự đoán nội ảnh thể hiện giá trị tỷ lệ méo tốt nhất cho khối này. Ngoài ra, thành phần ước tính nội ảnh 215 có thể được tạo cấu hình để mã hóa các khối độ sâu của bản đồ độ sâu sử dụng chế độ mô hình hóa độ sâu (Depth Modeling Mode, DMM) dựa vào tối ưu hóa tỷ lệ biến dạng (Rate-Distortion Optimization, RDO).

Thành phần dự đoán nội ảnh 217 có thể tạo ra khối dư từ khối dự đoán dựa vào các chế độ dự đoán nội ảnh được chọn được xác định bởi thành phần ước tính nội ảnh 215 khi được thực hiện trên bộ mã hóa hoặc đọc khối dư từ dòng bit khi được thực hiện trên bộ giải mã. Khối dư bao gồm sự chênh lệch ở các giá trị giữa khối dự đoán và khối ban đầu, được biểu diễn ở dạng ma trận. Sau đó, khối dư được chuyển tiếp đến thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213. Thành phần ước tính nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217 có thể hoạt động trên cả các thành phần độ chói và sắc độ.

Thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 được tạo cấu hình để nén thêm khối dư. Thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 áp dụng biến đổi, chẳng hạn như biến đổi cosin rời rạc (Discrete Cosine Transform, DCT), biến đổi sin rời rạc (Discrete Sine Transform, DST), hoặc biến đổi tương tự về mặt khái niệm, đối với khối dư, tạo ra khối video bao gồm các giá trị hệ số biến đổi dư. Các biến đổi Wavelet, biến đổi nguyên, biến đổi dải con hoặc các kiểu biến đổi khác cũng có thể được sử dụng. Biến đổi này có thể chuyển đổi thông tin dư từ miền giá trị điểm ảnh thành miền biến đổi, chẳng hạn như miền tần số. Thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 cũng được tạo cấu hình để định tỷ lệ thông tin dư được biến đổi, ví dụ dựa vào tần số. Việc định tỷ lệ này bao gồm việc áp dụng hệ số định tỷ lệ cho thông tin dư sao cho thông tin tần số khác nhau được lượng tử hóa ở các độ chi tiết khác nhau, mà có thể ảnh hưởng đến chất lượng trực quan cuối cùng của video được xây dựng lại. Thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 cũng được tạo cấu hình để lượng tử hóa các hệ số biến đổi để làm giảm thêm tốc độ bit. Quy trình lượng tử hóa có thể giảm độ sâu bit gắn liền với một số hoặc tất cả các hệ số. Mức độ lượng tử hóa có thể được thay đổi bằng cách điều chỉnh tham số lượng tử hóa. Trong một số ví dụ, thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 sau đó có thể thực hiện quét ma trận bao gồm các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa được chuyển tiếp đến thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 để được mã hóa trong dòng bit.

Thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229 áp dụng hoạt động đảo ngược của thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 để hỗ trợ việc ước tính chuyển động. Thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229 áp dụng định tỷ lệ, biến đổi, và/hoặc lượng tử hóa ngược để xây dựng lại khối dư trong miền điểm ảnh, ví dụ, để sau đó sử dụng làm khối tham chiếu mà có thể trở thành khối dự đoán cho khối hiện thời khác. Thành phần ước tính chuyển động 221 và/hoặc thành phần bù chuyển động 219 có thể tính toán khối tham chiếu bằng cách thêm khối dư trở lại khối dự đoán tương ứng để sử dụng trong ước tính chuyển động của khối/khung sau đó. Các bộ lọc được áp dụng cho các khối tham chiếu được xây dựng lại để làm giảm thiểu các dạng nhiễu (artifact) được tạo ra trong quá trình định tỷ lệ, lượng tử hóa, và biến đổi. Các dạng nhiễu này có thể gây ra dự đoán không chính xác (và tạo ra các dạng nhiễu bổ sung) khi các khối tiếp theo được dự đoán.

Thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227 và thành phần bộ lọc trong vòng 225 áp dụng các bộ lọc cho các khối dư và/hoặc để xây dựng lại các khối ảnh. Ví dụ, khối dư

được biến đổi từ thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229 có thể được kết hợp với khối dự đoán tương ứng từ thành phần dự đoán nội ảnh 217 và/hoặc thành phần bù chuyển động 219 để xây dựng lại khối ảnh gốc. Sau đó, các bộ lọc được áp dụng cho các khối ảnh được xây dựng lại. Trong một số ví dụ, thay vào đó các bộ lọc có thể được áp dụng cho các khối dư. Như với các thành phần khác trên Fig.2, thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227 và thành phần bộ lọc trong vòng 225 được tích hợp cao và có thể được thực hiện cùng nhau, nhưng được mô tả riêng biệt cho các mục đích nêu ý tưởng. Các bộ lọc được áp dụng cho các khối tham chiếu được xây dựng lại được áp dụng cho các vùng không gian cụ thể và bao gồm nhiều tham số để điều chỉnh cách các bộ lọc được áp dụng. Thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227 phân tích các khối tham chiếu được xây dựng lại để xác định nơi mà các bộ lọc này cần được áp dụng và thiết đặt các tham số tương ứng. Dữ liệu này được chuyển tiếp đến thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 làm dữ liệu điều khiển bộ lọc để mã hóa. Thành phần bộ lọc trong vòng 225 áp dụng các bộ lọc này dựa vào dữ liệu điều khiển bộ lọc. Các bộ lọc có thể bao gồm bộ lọc tách khối, bộ lọc triệt tiêu tạp âm, bộ lọc SAO, và bộ lọc vòng thích ứng. Các bộ lọc này có thể được áp dụng trong miền không gian/điểm ảnh (ví dụ, trên khối điểm ảnh được xây dựng lại) hoặc trong miền tần số, tùy thuộc vào ví dụ.

Khi hoạt động như bộ mã hóa, khối hình ảnh được tái tạo được lọc, khối dư, và/hoặc khối dự đoán được lưu trong thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 223 để sử dụng sau khi ước tính chuyển động như được thảo luận ở trên. Khi hoạt động như bộ giải mã, thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 223 lưu và chuyển tiếp các khối được lọc và được xây dựng lại đến bộ hiển thị là một phần của tín hiệu video được kết xuất. Thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 223 có thể là thiết bị nhớ bất kỳ có khả năng lưu trữ các khối dự đoán, khối dư, và/hoặc khối ảnh được xây dựng lại.

Thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 nhận dữ liệu từ các thành phần khác của hệ thống codec 200 và mã hóa dữ liệu này thành dòng bit được mã hóa để truyền đến bộ giải mã. Cụ thể là, thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 tạo ra các phần đầu khác nhau để mã hóa dữ liệu điều khiển, chẳng hạn như dữ liệu điều khiển chung và dữ liệu điều khiển bộ lọc. Ngoài ra, dữ liệu dự đoán, bao gồm dữ liệu dự đoán nội ảnh và chuyển động, cũng như dữ liệu dư ở dạng dữ liệu hệ số biến đổi được lượng tử hóa đều được mã hóa trong dòng bit. Dòng bit cuối cùng bao gồm tất cả thông tin được mong muốn bởi bộ giải mã để xây dựng lại tín hiệu video gốc được phân vùng 201. Thông tin

này có thể cũng bao gồm các bảng chỉ số chế độ dự đoán nội ảnh (cũng được gọi là các bảng ánh xạ từ mã), các định nghĩa về ngữ cảnh mã hóa cho các khối khác nhau, chỉ báo của hầu hết các chế độ dự đoán nội ảnh khả dụng, chỉ báo của thông tin phân vùng, v.v.. Dữ liệu như vậy có thể được mã hóa bằng cách sử dụng lập mã entropy. Ví dụ, thông tin này có thể được mã hóa bằng cách sử dụng lập mã độ dài thay đổi thích ứng ngữ cảnh (Context Adaptive Variable Length Coding, CAVLC), CABAC, lập mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh dựa vào cú pháp (Syntax-Based Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding, SBAC), lập mã entropy phân vùng theo khoảng xác suất (Probability Interval Partitioning Entropy, PIPE), hoặc kỹ thuật lập mã entropy khác. Sau khi lập mã entropy, dòng bit được mã hóa có thể được truyền đến thiết bị khác (ví dụ, bộ giải mã video) hoặc được lưu trữ để truyền hoặc truy hồi sau đó.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa video ví dụ 300. Bộ mã hóa video 300 có thể được sử dụng để thực hiện các chức năng mã hóa của hệ thống codec 200 và/hoặc thực hiện các bước 101, 103, 105, 107, và/hoặc 109 của phương pháp vận hành 100. Bộ mã hóa 300 phân vùng tín hiệu video đầu vào, tạo ra tín hiệu video được phân vùng 301, gần như tương tự với tín hiệu video được phân vùng 201. Tín hiệu video được phân vùng 301 sau đó được nén và được mã hóa thành dòng bit bởi các thành phần của bộ mã hóa 300.

Cụ thể là, tín hiệu video được phân vùng 301 được chuyển tiếp đến thành phần dự đoán nội ảnh 317 để dự đoán nội ảnh. Thành phần dự đoán nội ảnh 317 có thể gần như tương tự với thành phần ước tính nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217. Tín hiệu video được phân vùng 301 cũng được chuyển tiếp đến thành phần bù chuyển động 321 để dự đoán liên ảnh dựa vào các khối tham chiếu trong thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 323. Thành phần bù chuyển động 321 có thể gần như tương tự với thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219. Các khối dự đoán và các khối dư từ thành phần dự đoán nội ảnh 317 và thành phần bù chuyển động 321 được chuyển tiếp đến thành phần biến đổi và lượng tử hóa 313 để biến đổi và lượng tử hóa các khối dư. Thành phần biến đổi và lượng tử hóa 313 có thể gần như tương tự với thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213. Các khối dư được biến đổi và được lượng tử hóa và các khối dự đoán tương ứng (cùng với dữ liệu điều khiển liên quan) được chuyển tiếp đến thành phần lập mã entropy 331 để lập mã thành dòng bit. Thành phần lập mã entropy 331 có thể gần như tương tự với thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231.

Các khối dư được biến đổi và được lượng tử hóa và/hoặc các khối dự đoán tương ứng cũng được chuyển tiếp từ thành phần biến đổi và lượng tử hóa 313 đến thành phần biến đổi và lượng tử hóa ngược 329 để xây dựng lại thành các khối tham chiếu để sử dụng bởi thành phần bù chuyển động 321. Thành phần biến đổi và lượng tử hóa ngược 329 có thể gần như tương tự với thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229. Các bộ lọc trong vòng trong thành phần bộ lọc trong vòng 325 cũng được áp dụng cho các khối dư và/hoặc các khối tham chiếu được xây dựng lại, tùy thuộc vào ví dụ này. Thành phần bộ lọc trong vòng 325 có thể gần như tương tự với thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227 và thành phần bộ lọc trong vòng 225. Thành phần bộ lọc trong vòng 325 có thể bao gồm nhiều bộ lọc như đã thảo luận liên quan đến thành phần bộ lọc trong vòng 225. Các khối được lọc sau đó được lưu trong thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 323 để sử dụng làm các khối tham chiếu bởi thành phần bù chuyển động 321. Thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 323 có thể gần như tương tự với thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 223.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã video ví dụ 400. Bộ giải mã video 400 có thể được sử dụng để thực hiện các chức năng giải mã của hệ thống codec 200 và/hoặc thực hiện các bước 111, 113, 115, và/hoặc 117 của phương pháp vận hành 100. Bộ giải mã 400 nhận dòng bit, ví dụ từ bộ mã hóa 300, và tạo ra tín hiệu video đầu ra được xây dựng lại dựa thành dòng bit để hiển thị cho người dùng cuối.

Dòng bit được nhận bởi thành phần giải mã entropy 433. Thành phần giải mã entropy 433 được tạo cấu hình để thực hiện sơ đồ giải mã entropy, chẳng hạn như mã hóa CAVLC, CABAC, SBAC, PIPE, hoặc các kỹ thuật lập mã entropy khác. Ví dụ, thành phần giải mã entropy 433 có thể sử dụng thông tin phần đầu để tạo ra ngữ cảnh để biên dịch dữ liệu bổ sung được mã hóa ở dạng các từ mã trong dòng bit. Thông tin được giải mã bao gồm thông tin mong muốn bất kỳ để giải mã tín hiệu video, chẳng hạn như dữ liệu điều khiển chung, dữ liệu điều khiển bộ lọc, thông tin phân vùng, dữ liệu chuyển động, dữ liệu dự đoán, và các hệ số biến đổi được lượng tử hóa từ các khối dư. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa được chuyển tiếp đến thành phần biến đổi và lượng tử hóa ngược 429 để xây dựng lại thành các khối dư. Thành phần biến đổi và lượng tử hóa ngược 429 có thể tương tự với thành phần biến đổi và lượng tử hóa ngược 329.

Các khối dư được xây dựng lại và/hoặc các khối dự đoán được chuyển tiếp đến thành phần dự đoán nội ảnh 417 để xây dựng lại thành các khối ảnh dựa vào các hoạt động

dự đoán nội ảnh. Thành phần dự đoán nội ảnh 417 có thể tương tự với thành phần ước tính nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217. Cụ thể là, thành phần dự đoán nội ảnh 417 sử dụng các chế độ dự đoán để đặt khối tham chiếu trong khung và áp dụng khối dư cho kết quả để xây dựng lại các khối ảnh được dự đoán nội ảnh. Các khối ảnh được dự đoán nội ảnh được xây dựng lại và/hoặc các khối dư và dữ liệu dự đoán liên ảnh tương ứng được chuyển tiếp đến thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 423 qua thành phần bộ lọc trong vòng 425, có thể gần như tương tự với thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 223 và thành phần bộ lọc trong vòng 225, một cách tương ứng. Thành phần bộ lọc trong vòng 425 lọc các khối ảnh được xây dựng lại, khối dư và/hoặc khối dự đoán, và thông tin này được lưu trong thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 423. Các khối ảnh được xây dựng lại từ thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 423 được chuyển tiếp đến thành phần bù chuyển động 421 để dự đoán liên ảnh. Thành phần bù chuyển động 421 có thể gần như tương tự với thành phần ước tính chuyển động 221 và/hoặc thành phần bù chuyển động 219. Cụ thể là, thành phần bù chuyển động 421 sử dụng các vector chuyển động từ khối tham chiếu để tạo ra khối dự đoán và áp dụng khối dư cho kết quả để xây dựng lại khối ảnh. Các khối được xây dựng lại được tạo ra cũng có thể được chuyển tiếp qua thành phần bộ lọc trong vòng 425 đến thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 423. Thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 423 tiếp tục lưu các khối ảnh được xây dựng lại bổ sung, có thể được xây dựng lại thành các khung qua thông tin phân vùng. Các khung này cũng có thể được đặt theo chuỗi. Chuỗi này được kết xuất đến bộ hiển thị ở dạng tín hiệu video đầu ra được xây dựng lại.

Fig.5 là sơ đồ giản lược minh họa HRD ví dụ 500. HRD 500 có thể được sử dụng trong bộ mã hóa, chẳng hạn như hệ thống codec 200 và/hoặc bộ mã hóa 300. HRD 500 có thể kiểm tra dòng bit được tạo ra ở bước 109 của phương pháp 100 trước khi dòng bit được chuyển tiếp đến bộ giải mã, chẳng hạn như bộ giải mã 400. Trong một số ví dụ, dòng bit có thể được chuyển tiếp liên tục qua HRD 500 khi dòng bit được mã hóa. Trong trường hợp một phần của dòng bit không phù hợp với các ràng buộc liên kết, HRD 500 có thể chỉ báo sự không phù hợp này đến bộ mã hóa khiến bộ mã hóa mã hóa lại phần tương ứng của dòng bit với các cơ chế khác.

HRD 500 bao gồm trình lập lịch dòng giả định (Hypothetical Stream Scheduler, HSS) 541. HSS 541 là thành phần được tạo cấu hình để thực hiện cơ chế vận chuyển giả định. Cơ chế vận chuyển giả định được sử dụng để kiểm tra tính tương thích của dòng bit

hoặc bộ giải mã về thời gian và luồng dữ liệu của dòng bit 551 được nhập vào HRD 500. Ví dụ, HSS 541 có thể thu được dòng bit 551 được kết xuất từ bộ mã hóa và quản lý quy trình thử nghiệm tương thích trên dòng bit 551. Theo một ví dụ cụ thể, HSS 541 có thể điều khiển tốc độ các hình ảnh được lập mã dịch chuyển qua HRD 500 và xác thực rằng dòng bit 551 không chứa dữ liệu không phù hợp.

HSS 541 có thể chuyển tiếp dòng bit 551 đến CPB 543 ở tốc độ định trước. HRD 500 có thể quản lý dữ liệu trong các đơn vị giải mã (DU) 553. DU 553 là đơn vị truy cập (AU) hoặc tập hợp con gồm AU và các đơn vị lớp trừu tượng hóa mạng (NAL) không phải lớp lập mã video (VCL) liên kết. Cụ thể là, AU chứa một hoặc nhiều hình ảnh liên kết với thời gian kết xuất. Ví dụ, AU có thể chứa một hình ảnh trong dòng bit một lớp, và có thể chứa hình ảnh đối với mỗi lớp trong dòng bit nhiều lớp. Mỗi hình ảnh của AU có thể được chia thành các lát mà mỗi lát này có trong đơn vị NAL VCL tương ứng. Do đó, DU 553 có thể chứa một hoặc nhiều hình ảnh, một hoặc nhiều lát của hình ảnh, hoặc các kết hợp của chúng. Ngoài ra, các tham số được sử dụng để giải mã AU, các hình ảnh, và/hoặc các lát có thể có trong các đơn vị NAL không phải VCL. Do đó, DU 553 chứa các đơn vị NAL không phải VCL mà chứa dữ liệu cần để hỗ trợ giải mã các đơn vị NAL VCL trong DU 553. CPB 543 là bộ đệm vào trước-ra trước trong HRD 500. CPB 543 chứa các DU 553 bao gồm dữ liệu video theo thứ tự giải mã. CPB 543 lưu trữ dữ liệu video để sử dụng trong quá trình xác thực tính tương thích dòng bit.

CPB 543 chuyển tiếp các DU 553 đến thành phần quy trình giải mã 545. Thành phần quy trình giải mã 545 là thành phần phù hợp với chuẩn VVC. Ví dụ, thành phần quy trình giải mã 545 có thể mô phỏng bộ giải mã 400 được sử dụng bởi người dùng cuối. Thành phần quy trình giải mã 545 giải mã các DU 553 ở tốc độ mà có thể đạt được bởi bộ giải mã người dùng cuối làm ví dụ. Nếu thành phần quy trình giải mã 545 không thể giải mã các DU 553 đủ nhanh để ngăn chặn việc tràn CPB 543, thì dòng bit 551 không phù hợp với chuẩn và cần được mã hóa lại.

Thành phần quy trình giải mã 545 giải mã các DU 553, mà tạo ra các DU được giải mã 555. DU được giải mã 555 chứa hình ảnh được giải mã. Các DU được giải mã 555 được chuyển tiếp đến DPB 547. DPB 547 có thể gần như tương tự với thành phần bộ đệm hình ảnh được giải mã 223, 323, và/hoặc 423. Để hỗ trợ dự đoán liên ảnh, các hình ảnh được đánh dấu để sử dụng làm các hình ảnh tham chiếu 556 mà thu được từ các DU được

giải mã 555 được trả về thành phần quy trình giải mã 545 để hỗ trợ giải mã thêm. DPB 547 kết xuất chuỗi video được giải mã là chuỗi các hình ảnh 557. Các hình ảnh 557 các hình ảnh được xây dựng lại thường sao chép các hình ảnh được mã hóa thành dòng bit 551 bởi bộ mã hóa.

Các hình ảnh 557 được chuyển tiếp đến thành phần xén đầu ra 549. Thành phần xén đầu ra 549 được tạo cấu hình để áp dụng cửa sổ xén phù hợp cho các hình ảnh 557. Việc này tạo ra các hình ảnh được xén đầu ra 559. Hình ảnh được xén đầu ra 559 là hình ảnh được tái tạo hoàn toàn. Theo đó, hình ảnh được xén đầu ra 559 sao chép những gì người dùng cuối sẽ nhìn thấy sau khi giải mã dòng bit 551. Do đó, bộ mã hóa có thể đánh giá các hình ảnh được xén đầu ra 559 để đảm bảo việc mã hóa là thỏa mãn.

HRD 500 được khởi tạo dựa vào các tham số HRD trong dòng bit 551. Ví dụ, HRD 500 có thể đọc các tham số HRD từ VPS, SPS, và/hoặc các thông điệp SEI. HRD 500 có thể sau đó thực hiện các hoạt động thử nghiệm tương thích trên dòng bit 551 dựa vào thông tin trong các tham số HRD này. Là một ví dụ cụ thể, HRD 500 có thể xác định một hoặc nhiều lịch biểu vận chuyển CPB từ các tham số HRD. Lịch biểu vận chuyển định rõ thời gian để vận chuyển dữ liệu video đến và/hoặc từ địa chỉ nhớ, chẳng hạn như CPB và/hoặc DPB. Do đó, lịch biểu vận chuyển CPB định rõ thời gian để vận chuyển các AU, các DU 553, và/hoặc các hình ảnh, đến/từ CPB 543. Cần lưu ý rằng HRD 500 có thể sử dụng các lịch biểu vận chuyển DPB cho DPB 547 mà tương tự với các lịch biểu vận chuyển CPB.

Video có thể được lập mã thành các lớp và/hoặc các OLS khác nhau để được sử dụng bởi các bộ giải mã với các mức độ tương thích phần cứng thay đổi cũng như đối với các điều kiện mạng thay đổi. Các lịch biểu vận chuyển CPB được chọn để phản ánh các vấn đề này. Theo đó, các dòng bit con lớp cao hơn được định rõ cho điều kiện mạng và phần cứng tối ưu và do đó các lớp cao hơn có thể thu được một hoặc nhiều lịch biểu vận chuyển CPB mà sử dụng lượng lớn bộ nhớ trong CPB 543 và các độ trễ ngắn để chuyển các DU 553 đến DPB 547. Tương tự, các dòng bit con lớp thấp hơn được định rõ cho khả năng phần cứng bộ giải mã hạn chế và/hoặc điều kiện mạng kém. Do đó, các lớp thấp hơn có thể thu được một hoặc nhiều lịch biểu vận chuyển CPB mà sử dụng lượng nhỏ bộ nhớ trong CPB 543 và các độ trễ dài hơn để chuyển các DU 553 đến DPB 547. Sau đó, các OLS, các lớp, các lớp con, hoặc các kết hợp của chúng có thể được thử nghiệm theo lịch

biểu vận chuyển tương ứng để đảm bảo rằng dòng bit con được tạo ra có thể được giải mã chính xác dưới các điều kiện được dự tính cho dòng bit con. Theo đó, các tham số HRD trong dòng bit 551 có thể chỉ báo các lịch biểu vận chuyển CPB cũng như bao gồm đủ dữ liệu để cho phép HRD 500 xác định các lịch biểu vận chuyển CPB và tạo quan hệ các lịch biểu vận chuyển CPB với các OLS, các lớp, và/hoặc các lớp con tương ứng.

Fig.6 là sơ đồ giản lược minh họa chuỗi video nhiều lớp ví dụ 600. Chuỗi video nhiều lớp 600 có thể được mã hóa bởi bộ mã hóa, chẳng hạn như hệ thống codec 200 và/hoặc bộ mã hóa 300 và được giải mã bởi bộ giải mã, chẳng hạn như hệ thống codec 200 và/hoặc bộ giải mã 400, ví dụ theo phương pháp 100. Ngoài ra, chuỗi video nhiều lớp 600 có thể được kiểm tra để phù hợp với chuẩn bởi HRD, chẳng hạn như HRD 500. Chuỗi video nhiều lớp 600 được bao gồm để mô tả việc áp dụng làm ví dụ đối với các lớp trong chuỗi video được lập mã. Chuỗi video nhiều lớp 600 là chuỗi video bất kỳ mà sử dụng nhiều lớp, chẳng hạn như lớp N 631 và lớp N+1 632.

Theo một ví dụ, chuỗi video nhiều lớp 600 có thể sử dụng dự đoán liên lớp 621. Dự đoán liên lớp 621 được áp dụng giữa các hình ảnh 611, 612, 613, và 614 và các hình ảnh 615, 616, 617, và 618 ở các lớp khác nhau. Theo ví dụ được thể hiện, các hình ảnh 611, 612, 613, và 614 là một phần của lớp N+1 632 và các hình ảnh 615, 616, 617, và 618 là một phần của lớp N 631. Lớp, chẳng hạn như lớp N 631 và/hoặc lớp N+1 632, là nhóm gồm các hình ảnh, tất cả các hình ảnh này đều liên kết với cùng giá trị của đặc tính, chẳng hạn như cùng kích thước, chất lượng, độ phân giải, tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu, dung lượng, v.v.. Lớp có thể được xác định chính thức là tập hợp gồm các đơn vị NAL VCL mà có cùng ID lớp và các đơn vị NAL không phải VCL được kết hợp. Đơn vị NAL VCL là đơn vị NAL được lập mã để chứa dữ liệu video, chẳng hạn như lát được lập mã của hình ảnh. Đơn vị NAL không phải VCL là đơn vị NAL chứa dữ liệu không phải video chẳng hạn như cú pháp và/hoặc các tham số mà hỗ trợ giải mã dữ liệu video, hiệu suất của việc kiểm tra tính tương thích, hoặc các hoạt động khác.

Theo ví dụ được thể hiện, lớp N+1 632 liên kết với kích thước ảnh lớn hơn so với lớp N 631. Theo đó, các hình ảnh 611, 612, 613, và 614 trong lớp N+1 632 có kích thước hình ảnh lớn hơn (ví dụ, chiều cao và chiều rộng lớn hơn và do đó có nhiều mẫu hơn) so với các hình ảnh 615, 616, 617, và 618 trong lớp N 631 trong ví dụ này. Tuy nhiên, các hình ảnh này có thể được phân tách giữa lớp N+1 632 và lớp N 631 bởi các đặc tính khác.

Mặc dù chỉ hai lớp, lớp N+1 632 và lớp N 631, được thể hiện, tập hợp gồm các hình ảnh có thể được phân tách thành số lượng lớp bất kỳ dựa vào các đặc tính liên kết. Lớp N+1 632 và lớp N 631 có thể còn được biểu thị bởi ID lớp. ID lớp là mục của dữ liệu mà liên kết với hình ảnh và biểu thị hình ảnh là một phần của lớp được biểu thị. Theo đó, mỗi hình ảnh 611-618 có thể liên kết với ID lớp tương ứng để chỉ báo lớp N+1 632 hoặc lớp N 631 nào bao gồm hình ảnh tương ứng. Ví dụ, ID lớp có thể bao gồm ID lớp phần đầu đơn vị NAL (`nuh_layer_id`), mà là phần tử cú pháp mà quy định mã định danh của lớp bao gồm đơn vị NAL (ví dụ, bao gồm các lát và/hoặc các tham số của các hình ảnh trong lớp). Lớp liên kết với chất lượng thấp hơn/kích thước ảnh nhỏ hơn/kích thước dòng bit nhỏ hơn, chẳng hạn như lớp N 631, thường được gán ID lớp thấp hơn và được gọi là lớp thấp hơn. Ngoài ra, lớp liên kết với chất lượng cao hơn/kích thước ảnh lớn hơn/kích thước dòng bit lớn hơn, chẳng hạn như lớp N+1 632, thường được gán ID lớp cao hơn và được gọi là lớp cao hơn.

Các hình ảnh 611-618 ở các lớp khác nhau 631-632 được tạo cấu hình để được hiển thị thay phiên nhau. Là một ví dụ cụ thể, bộ giải mã có thể giải mã và hiển thị hình ảnh 615 ở thời gian hiển thị hiện thời nếu mong muốn hình ảnh nhỏ hơn hoặc bộ giải mã có thể giải mã và hiển thị hình ảnh 611 ở thời gian hiển thị hiện thời nếu mong muốn hình ảnh lớn hơn. Do đó, các hình ảnh 611-614 ở lớp cao hơn N+1 632 chứa dữ liệu ảnh gần giống với các hình ảnh 615-618 tương ứng ở lớp thấp hơn N 631 (bất kể khác biệt về kích thước hình ảnh). Cụ thể là, hình ảnh 611 chứa dữ liệu ảnh gần giống với hình ảnh 615, hình ảnh 612 chứa dữ liệu ảnh gần giống với hình ảnh 616, v.v..

Các hình ảnh 611-618 có thể được lập mã bằng cách tham chiếu đến các hình ảnh 611-618 khác ở cùng lớp N 631 hoặc N+1 632. Lập mã hình ảnh tham chiếu đến hình ảnh khác ở cùng lớp dẫn đến dự đoán liên ảnh 623. Dự đoán liên ảnh 623 được minh họa bằng các mũi tên liền nét. Ví dụ, hình ảnh 613 có thể được lập mã bằng cách sử dụng dự đoán liên ảnh 623 bằng cách sử dụng một hoặc hai trong số các hình ảnh 611, 612, và/hoặc 614 trong lớp N+1 632 làm tham chiếu, trong đó một hình ảnh được tham chiếu cho dự đoán liên ảnh một hướng và/hoặc hai hình ảnh được tham chiếu cho dự đoán liên ảnh hai hướng. Ngoài ra, hình ảnh 617 có thể được lập mã bằng cách sử dụng dự đoán liên ảnh 623 bằng cách sử dụng một hoặc hai trong số các hình ảnh 615, 616, và/hoặc 618 trong lớp N 631 làm tham chiếu, trong đó một hình ảnh được tham chiếu cho dự đoán liên ảnh một hướng và/hoặc hai hình ảnh được tham chiếu cho dự đoán liên ảnh hai hướng. Khi hình ảnh được

sử dụng làm tham chiếu cho hình ảnh khác ở cùng lớp khi thực hiện dự đoán liên ảnh 623, thì hình ảnh này có thể được gọi là hình ảnh tham chiếu. Ví dụ, hình ảnh 612 có thể là hình ảnh tham chiếu được sử dụng để mã hóa hình ảnh 613 theo dự đoán liên ảnh 623. Dự đoán liên ảnh 623 có thể còn được gọi là dự đoán lớp nội ảnh trong ngữ cảnh nhiều lớp. Do đó, dự đoán liên ảnh 623 là cơ chế của các mẫu giải mã của hình ảnh hiện thời bằng cách tham chiếu đến các mẫu được chỉ báo trong hình ảnh tham chiếu mà khác với hình ảnh hiện thời trong đó hình ảnh tham chiếu và hình ảnh hiện thời ở cùng lớp.

Các hình ảnh 611-618 có thể còn được lập mã bằng cách tham chiếu đến các hình ảnh 611-618 khác ở các lớp khác nhau. Quy trình này được biết là dự đoán liên lớp 621, và được minh họa bằng các mũi tên nét gạch. Dự đoán liên lớp 621 là cơ chế lập mã các mẫu của hình ảnh hiện thời bằng cách tham chiếu đến các mẫu được chỉ báo trong hình ảnh tham chiếu trong đó hình ảnh hiện thời và hình ảnh tham chiếu ở các lớp khác nhau và do đó có các giá trị của `nuh_layer_id` khác nhau. Ví dụ, hình ảnh trong lớp thấp hơn N 631 có thể được sử dụng làm hình ảnh tham chiếu để lập mã hình ảnh tương ứng ở lớp cao hơn N+1 632. Là một ví dụ cụ thể, hình ảnh 611 có thể được lập mã bằng cách tham chiếu đến hình ảnh 615 theo dự đoán liên lớp 621. Trong trường hợp này, hình ảnh 615 được sử dụng làm hình ảnh tham chiếu liên lớp. Hình ảnh tham chiếu liên lớp là hình ảnh tham chiếu được sử dụng cho dự đoán liên lớp 621. Trong hầu hết các trường hợp, dự đoán liên lớp 621 được ràng buộc sao cho hình ảnh hiện thời, chẳng hạn như hình ảnh 611, chỉ có thể sử dụng (các) hình ảnh tham chiếu liên lớp mà có trong cùng AU 627 và ở lớp thấp hơn, chẳng hạn như hình ảnh 615. Khi nhiều lớp (ví dụ, nhiều hơn hai) là khả dụng, thì dự đoán liên lớp 621 có thể mã hóa/giải mã hình ảnh hiện thời dựa vào nhiều hình ảnh tham chiếu liên lớp ở các mức thấp hơn so với hình ảnh hiện thời.

Bộ mã hóa video có thể sử dụng chuỗi video nhiều lớp 600 để mã hóa các hình ảnh 611-618 qua nhiều kết hợp khác nhau và/hoặc các hoán vị của dự đoán liên ảnh 623 và dự đoán liên lớp 621. Ví dụ, hình ảnh 615 có thể được lập mã theo dự đoán nội ảnh. Sau đó, các hình ảnh 616-618 có thể được lập mã theo dự đoán liên ảnh 623 bằng cách sử dụng hình ảnh 615 làm hình ảnh tham chiếu. Ngoài ra, hình ảnh 611 có thể được lập mã theo dự đoán liên lớp 621 bằng cách sử dụng hình ảnh 615 làm hình ảnh tham chiếu liên lớp. Sau đó, các hình ảnh 612-614 có thể được lập mã theo dự đoán liên ảnh 623 bằng cách sử dụng hình ảnh 611 làm hình ảnh tham chiếu. Do đó, hình ảnh tham chiếu có thể đóng vai trò làm cả hình ảnh tham chiếu một lớp và hình ảnh tham chiếu liên lớp cho các

cơ chế lập mã khác nhau. Bằng cách lập mã các hình ảnh lớp cao hơn N+1 632 dựa vào các hình ảnh lớp thấp hơn N 631, lớp cao hơn N+1 632 có thể tránh sử dụng dự đoán nội ảnh, mà có hiệu suất giải mã thấp hơn nhiều so với dự đoán liên ảnh 623 và dự đoán liên lớp 621. Do đó, hiệu suất lập mã kém của dự đoán nội ảnh có thể được giới hạn cho các hình ảnh nhỏ nhất/có chất lượng thấp nhất, và do đó bị giới hạn để lập mã lượng dữ liệu video nhỏ nhất. Các hình ảnh được sử dụng làm các hình ảnh tham chiếu và/hoặc các hình ảnh tham chiếu liên lớp có thể được chỉ báo trong các mục của (các) danh sách hình ảnh tham chiếu có trong cấu trúc danh sách hình ảnh tham chiếu.

Các hình ảnh 611-618 có thể còn có trong các đơn vị truy cập (các AU) 627. AU 627 là tập hợp gồm các hình ảnh được lập mã được bao gồm ở các lớp khác nhau và liên kết với cùng thời gian kết xuất trong quá trình giải mã. Theo đó, các hình ảnh được lập mã trong cùng AU 627 được lập lịch cho đầu ra từ DPB ở bộ giải mã ở cùng thời gian. Ví dụ, các hình ảnh 614 và 618 trong cùng AU 627. Các hình ảnh 613 và 617 trong AU 627 khác với các hình ảnh 614 và 618. Các hình ảnh 614 và 618 trong cùng AU 627 có thể được hiển thị thay phiên nhau. Ví dụ, hình ảnh 618 có thể được hiển thị khi kích thước hình ảnh nhỏ được mong muốn và hình ảnh 614 có thể được hiển thị khi kích thước hình ảnh lớn được mong muốn. Khi kích thước hình ảnh lớn được mong muốn, hình ảnh 614 được kết xuất và hình ảnh 618 chỉ được sử dụng cho dự đoán liên lớp 621. Trong trường hợp này, hình ảnh 618 bị loại bỏ không được kết xuất khi dự đoán liên lớp 621 hoàn thành.

Nhằm mục đích thử nghiệm tương thích, các AU 627 có thể còn được chia thành các DU 628. DU 628 có thể được xác định là AU 627 hoặc tập con của AU 627 bao gồm một hoặc nhiều đơn vị NAL VCL trong AU 627 và các đơn vị NAL không phải VCL được kết hợp. Được nêu khác nhau, DU 628 có thể chứa một hình ảnh được lập mã cùng với các phần tử cú pháp như mong muốn để hỗ trợ giải mã ảnh. Trong dòng bit một lớp, DU 628 là AU 627. Trong dòng bit nhiều lớp, DU 628 là tập con của AU 627. Sự khác biệt giữa các AU 627 và các DU 628 có thể được sử dụng khi thực hiện các thử nghiệm tương thích ở HRD. Ví dụ, một số thử nghiệm tương thích được tạo cấu hình để được áp dụng cho mỗi AU 627, trong khi các thử nghiệm tương thích khác được tạo cấu hình để được áp dụng cho mỗi DU 628 trong mỗi AU 627. Thử nghiệm tương thích được áp dụng cho một hoặc nhiều AU 627 có thể được đề cập đến là hoạt động mức AU. Thử nghiệm tương thích được áp dụng cho một hoặc nhiều DU 628 có thể được đề cập đến là hoạt động mức DU. Vì vậy, mức AU là phần mô tả của hoạt động như được áp dụng cho một

hoặc nhiều AU 627, và do đó được áp dụng cho một hoặc nhiều nhóm hình ảnh dùng chung cùng thời gian kết xuất. Ngoài ra, mức DU là phần mô tả của hoạt động như được áp dụng cho một hoặc nhiều DU 628, và do đó được áp dụng cho một hoặc nhiều hình ảnh.

Fig.7 là sơ đồ giản lược minh họa dòng bit ví dụ 700. Ví dụ, dòng bit 700 có thể được tạo ra bởi hệ thống codec 200 và/hoặc bộ mã hóa 300 để giải mã bởi hệ thống codec 200 và/hoặc bộ giải mã 400 theo phương pháp 100. Ngoài ra, dòng bit 700 có thể bao gồm chuỗi video nhiều lớp 600. Ngoài ra, dòng bit 700 có thể bao gồm các tham số khác nhau để điều khiển hoạt động của HRD, chẳng hạn như HRD 500. Dựa vào các tham số này, HRD có thể kiểm tra dòng bit 700 để phù hợp với các chuẩn trước khi truyền đến bộ giải mã để giải mã.

Dòng bit 700 bao gồm VPS 711, một hoặc nhiều SPS 713, nhiều tập tham số hình ảnh (PPS) 715, nhiều phần đầu lát 717, dữ liệu ảnh 720, thông điệp SEI chu kỳ đệm (BP) 716, thông điệp SEI PT 718 và/hoặc thông điệp SEI DUI 719. VPS 711 chứa dữ liệu liên quan đến toàn bộ dòng bit 700. Ví dụ, VPS 711 có thể chứa OLS, các lớp, và/hoặc các lớp con liên quan đến dữ liệu được sử dụng trong dòng bit 700. SPS 713 chứa dữ liệu chuỗi chung cho tất cả các hình ảnh trong chuỗi video được lập mã có trong dòng bit 700. Ví dụ, mỗi lớp có thể chứa một hoặc nhiều chuỗi video được lập mã, và mỗi chuỗi video được lập mã có thể tham chiếu SPS 713 cho các tham số tương ứng. Các tham số trong SPS 713 có thể bao gồm kích thước hình ảnh, chiều sâu bit, các tham số công cụ lập mã, các ràng buộc tốc độ bit, v.v.. Cần lưu ý rằng, trong khi mỗi chuỗi tham chiếu đến SPS 713, một SPS 713 có thể chứa dữ liệu cho nhiều chuỗi trong một số ví dụ. PPS 715 chứa các tham số áp dụng cho toàn bộ hình ảnh. Do đó, mỗi hình ảnh trong chuỗi video có thể tham chiếu đến PPS 715. Cần lưu ý rằng, trong khi mỗi hình ảnh tham chiếu đến PPS 715, một PPS 715 có thể chứa dữ liệu cho nhiều hình ảnh trong một số ví dụ. Ví dụ, nhiều hình ảnh tương tự có thể được lập mã theo các tham số tương tự. Trong trường hợp này, một PPS 715 có thể chứa dữ liệu cho các hình ảnh tương tự này. PPS 715 có thể chỉ báo các công cụ lập mã khả dụng cho các lát trong các hình ảnh, các tham số lượng tử hóa, các dịch vị tương ứng, v.v..

Phần đầu lát 717 chứa các tham số cụ thể cho mỗi lát nội ảnh. Do đó, có thể có một phần đầu lát 717 trên mỗi lát 727 trong chuỗi video. Phần đầu lát 717 có thể chứa thông

tin loại lát, thông tin lọc, các trọng số dự đoán, các điểm mục nhập mảnh, các tham số giải khối, v.v.. Cần lưu ý rằng, trong một vài ví dụ, dòng bit 700 có thể cũng bao gồm phần đầu hình ảnh, mà là cấu trúc cú pháp chứa các tham số áp dụng cho tất cả các lát 727 trong một ảnh 725. Vì lý do này, phần đầu hình ảnh và phần đầu lát 717 có thể được sử dụng hoán đổi trong một số ngữ cảnh. Ví dụ, các tham số nhất định có thể được di chuyển giữa phần đầu lát 717 và phần đầu hình ảnh phụ thuộc vào việc liệu các tham số như vậy có chung cho tất cả các lát 727 nội ảnh 725 hay không.

Dữ liệu ảnh 720 chứa dữ liệu video được mã hóa theo dự đoán liên ảnh và/hoặc dự đoán nội ảnh cũng như dữ liệu dư được biến đổi và được lượng tử hóa tương ứng. Ví dụ, dữ liệu ảnh 720 có thể bao gồm các lớp 723, các hình ảnh 725, và/hoặc các lát 727. Lớp 723 là tập hợp của các đơn vị NAL VCL mà dùng chung đặc tính được định rõ (ví dụ, độ phân giải chung, tốc độ khung, kích thước ảnh, v.v.) như được chỉ báo bởi ID lớp, chẳng hạn như `nuh_layer_id`, và các đơn vị NAL không phải VCL được kết hợp. Ví dụ, lớp 723 có thể bao gồm tập hợp các hình ảnh 725 mà dùng chung cùng `nuh_layer_id` cũng như các tập tham số được kết hợp và/hoặc các thông điệp SEI. Lớp 723 có thể về cơ bản tương tự như các lớp 631 và/hoặc 632. `nuh_layer_id` là phần tử cú pháp mà định rõ mã định danh của lớp 723 bao gồm ít nhất một đơn vị NAL. Ví dụ, lớp chất lượng thấp nhất 723, được biết là lớp cơ sở, có thể bao gồm giá trị thấp nhất của `nuh_layer_id` có các giá trị `nuh_layer_id` tăng dần cho các lớp 723 có chất lượng cao hơn. Do đó, lớp thấp hơn là lớp 723 có giá trị `nuh_layer_id` nhỏ hơn và lớp cao hơn là lớp 723 có giá trị `nuh_layer_id` lớn hơn. Các lớp 723 có thể cũng bao gồm OLS. OLS là tập hợp của các lớp 723 mà một hoặc nhiều lớp 723 được định rõ là (các) lớp được kết xuất. Lớp được kết xuất là lớp 723 bất kỳ mà được định rõ để kết xuất và hiển thị ở bộ giải mã. Các lớp 723 không phải các lớp được kết xuất có thể được bao gồm trong OLS để hỗ trợ giải mã lớp được kết xuất, ví dụ qua dự đoán liên lớp.

Hình ảnh 725 là mảng gồm các mẫu độ chói và/hoặc mảng gồm các mẫu sắc độ mà tạo ra khung hoặc trường của nó. Ví dụ, hình ảnh 725 là ảnh được lập mã mà có thể được kết xuất để hiển thị hoặc được sử dụng để hỗ trợ giải mã (các) hình ảnh 725 khác để kết xuất. Hình ảnh 725 chứa một hoặc nhiều lát 727. Lát 727 có thể được xác định là số nguyên các tấm hoàn chỉnh hoặc số nguyên các hàng đơn vị cây lập mã (CTU) hoàn chỉnh (ví dụ, trong tấm) của hình ảnh 725 mà được chứa riêng trong một đơn vị NAL. Các lát 727 còn được chia thành các CTU và/hoặc các khối cây lập mã (CTB). CTU là nhóm gồm

các mẫu có kích thước định trước mà có thể được phân vùng bởi cây lập mã. CTB là tập hợp con gồm CTU và chứa các thành phần độ chói hoặc các thành phần sắc độ của CTU. Các CTU/CTB còn được chia thành các khối lập mã dựa vào các cây lập mã. Sau đó, các khối lập mã có thể được mã hóa/được giải mã theo các cơ chế dự đoán.

Thông điệp SEI là cấu trúc cú pháp có ngữ nghĩa quy định mà truyền thông tin không cần thiết đối với quy trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các hình ảnh được giải mã. Ví dụ, các thông điệp SEI có thể chứa dữ liệu để hỗ trợ các quy trình HRD hoặc dữ liệu hỗ trợ khác không trực tiếp liên quan tới việc giải mã dòng bit 700 ở bộ giải mã. Thông điệp SEI BP 716 là thông điệp SEI chứa các tham số HRD để khởi tạo HRD để quản lý CPB để khởi tạo các OLS và/hoặc các lớp 723 tương ứng. Thông điệp SEI PT 718 là thông điệp SEI chứa các tham số HRD để quản lý thông tin vận chuyển cho các AU ở CPB và/hoặc DPB để thử nghiệm các OLS và/hoặc các lớp 723 tương ứng. Thông điệp SEI DUI 719 là thông điệp SEI chứa các tham số HRD để quản lý thông tin vận chuyển cho các DU ở CPB và/hoặc DPB để thử nghiệm các OLS và/hoặc các lớp 723 tương ứng.

Cần lưu ý rằng dòng bit 700 có thể được lập mã dưới dạng chuỗi của các đơn vị NAL. Đơn vị NAL là phần chứa dữ liệu video và/hoặc cú pháp hỗ trợ. Đơn vị NAL có thể là đơn vị NAL VCL hoặc đơn vị NAL không phải VCL. Đơn vị NAL VCL là đơn vị NAL được lập mã để chứa dữ liệu video. Cụ thể là, đơn vị NAL VCL chứa lát 727 và phần đầu lát 717 được kết hợp. Đơn vị NAL không phải VCL là đơn vị NAL chứa dữ liệu không phải video chẳng hạn như cú pháp và/hoặc các tham số mà hỗ trợ giải mã dữ liệu video, hiệu suất của việc kiểm tra tính tương thích, hoặc các hoạt động khác. Các đơn vị NAL không phải VCL có thể lần lượt bao gồm đơn vị VPS NAL, đơn vị NAL SPS, và đơn vị NAL PPS, mà chứa VPS 711, SPS 713, và PPS 715. Đơn vị NAL không phải VCL có thể cũng bao gồm đơn vị NAL SEI mà có thể chứa thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719. Vì vậy, đơn vị NAL SEI là đơn vị NAL chứa thông điệp SEI. Cần lưu ý rằng danh sách các đơn vị NAL nêu trên chỉ mang tính ví dụ và không giới hạn.

HRD, chẳng hạn như HRD 500, có thể được sử dụng để kiểm tra dòng bit 700 để tương thích với các chuẩn. HRD có thể sử dụng các tham số HRD để thực hiện các thử nghiệm tương thích trên dòng bit 700. Các tham số HRD 735 có thể được lưu trữ trong

cấu trúc cú pháp trong VPS 711 và/hoặc SPS 713. Các tham số HRD 735 là các phần tử cú pháp mà khởi tạo và/hoặc xác định các điều kiện làm việc của HRD. Thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719 chứa các tham số mà xác định thêm các hoạt động của HRD cho các chuỗi, các AU, và/hoặc các DU cụ thể dựa vào các tham số HRD 735 trong VPS 711 và/hoặc SPS 713.

Trong một vài hệ thống lập mã video, thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719 có thể chứa các tham số mà tham chiếu trực tiếp VPS 711. Sự phụ thuộc này tạo ra các khó khăn nhất định. Ví dụ, dòng bit 700 có thể được mã hóa trong các lớp 723 và/hoặc các OLS khác nhau. Khi bộ giải mã yêu cầu OLS, bộ mã hóa, bộ phân lát, và/hoặc máy chủ lưu trữ trung gian có thể truyền OLS của các lớp 723 đến bộ giải mã dựa vào khả năng của bộ giải mã và/hoặc dựa vào các điều kiện mạng hiện thời. Cụ thể là, bộ mã hóa, bộ phân lát, và/hoặc máy chủ lưu trữ sử dụng quy trình trích xuất dòng bit để loại bỏ các lớp 723 bên ngoài OLS từ dòng bit 700, và truyền các lớp 723 còn lại hướng về bộ giải mã. Quy trình này cho phép nhiều bộ giải mã khác nhau đều thu các sự biểu diễn khác nhau của dòng bit 700 dựa vào các điều kiện phía bộ giải mã. Như được lưu ý ở trên, VPS 711 chứa dữ liệu liên quan tới các OLS và/hoặc các lớp 723. Tuy nhiên, một số OLS chứa lớp đơn 723. Khi OLS có lớp đơn 723 được truyền đến bộ giải mã, bộ giải mã có thể không cần dữ liệu trong VPS 711 vì dữ liệu trong SPS 713, PPS 715, và các phần đầu lát 717 có thể là đủ để giải mã dòng bit lớp đơn 723. Để tránh truyền dữ liệu không cần thiết, bộ mã hóa, bộ phân lát, và/hoặc máy chủ lưu trữ có thể loại bỏ VPS 711 như một phần của quy trình trích xuất dòng bit. Cách tiếp cận này có thể có lợi vì cách tiếp cận này có thể làm tăng hiệu suất lập mã của dòng bit con được trích xuất và được truyền đến bộ giải mã. Tuy nhiên, sự phụ thuộc của thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719 có thể tạo ra lỗi khi VPS 711 được loại bỏ. Cụ thể là, việc bỏ qua VPS 711 có thể khiến các thông điệp SEI trả về lỗi vì dữ liệu mà chúng phụ thuộc trong VPS 711 không được nhận ở bộ giải mã khi VPS 711 được loại bỏ. Ngoài ra, HRD kiểm tra dòng bit đối với tính tương thích bằng cách bắt buộc bộ giải mã. Như vậy, HRD có thể kiểm tra OLS có lớp đơn 723 mà không phân tích VPS 711. Vì vậy, HRD trong một vài hệ thống có thể không thể giải quyết các tham số trong thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719, và do đó HRD có thể không thể kiểm tra các OLS như vậy đối với tính tương thích.

Dòng bit 700 được cải tiến để xử lý các vấn đề nêu trên. Cụ thể là, các tham số

được bổ sung vào thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719 để loại bỏ sự phụ thuộc vào VPS 711. Vì vậy, thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719 có thể được phân tích và được giải quyết hoàn toàn bởi HRD và/hoặc bộ giải mã ngay cả khi VPS 711 được bỏ qua cho các OLS bao gồm lớp đơn 723. Sự phụ thuộc có thể được loại bỏ bằng cách bao gồm `du_hrd_params_present_flag` 731 và `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` 733 trong một hoặc nhiều thông điệp SEI. Trong ví dụ được thể hiện, `du_hrd_params_present_flag` 731 và `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` 733 được bao gồm trong thông điệp SEI BP 716.

`du_hrd_params_present_flag` 731 là phần tử cú pháp mà định rõ xem liệu HRD nên hoạt động ở mức AU hay mức DU. Mức AU là phần mô tả của hoạt động như được áp dụng cho một hoặc nhiều AU (ví dụ, được áp dụng cho một hoặc nhiều nhóm hình ảnh dùng chung cùng thời gian kết xuất). Mức DU là phần mô tả của hoạt động như được áp dụng cho một hoặc nhiều DU (ví dụ, được áp dụng cho một hoặc nhiều hình ảnh). Trong một ví dụ cụ thể, `du_hrd_params_present_flag` 731 được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU, và được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU.

Khi HRD hoạt động ở mức DU (ví dụ, khi `du_hrd_params_present_flag` 731 được thiết đặt đến một), HRD cần tham chiếu đến các tham số DU, chẳng hạn như độ trễ loại bỏ CPB 737. Độ trễ loại bỏ CPB 737 là phần tử cú pháp mà định rõ độ trễ loại bỏ CPB cho các DU, mà là lượng thời gian mà một hoặc nhiều DU (các hình ảnh 725) có thể duy trì trong CPB trước khi chuyển sang DPB trong HRD. Tuy nhiên, độ trễ loại bỏ CPB 737 liên quan có thể được bao gồm trong thông điệp SEI PT 718, hoặc thông điệp SEI DUI 719, phụ thuộc vào ví dụ. `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` 733 là phần tử cú pháp mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB 737 mức DU có trong thông điệp SEI PT 718 hay thông điệp SEI DUI 719. Trong một ví dụ cụ thể, `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` 733 được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB 737 mức DU có trong thông điệp SEI PT 718 và không có thông điệp SEI DUI 719 khả dụng. Ngoài ra, `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` 733 có thể được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB 737 mức DU có trong thông điệp SEI DUI 719 và các thông điệp SEI PT 718 không bao gồm các

tham số độ trễ loại bỏ CPB 737 mức DU.

Bằng cách bao gồm `du_hrd_params_present_flag` 731 và `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` 733 trong các thông điệp SEI, các thông điệp SEI không phụ thuộc vào VPS 711. Do đó, thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719 có thể được phân tích ngay cả khi VPS 711 được bỏ qua khỏi dòng bit 700. Vì vậy, HRD có thể phân tích thích hợp thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719 và thực hiện các thử nghiệm tương thích trên các OLS có lớp đơn. Ngoài ra, bộ giải mã có thể phân tích và sử dụng các phần tử cú pháp trong thông điệp SEI BP 716, thông điệp SEI PT 718, và/hoặc thông điệp SEI DUI 719 như mong muốn để hỗ trợ các quy trình giải mã. Kết quả là, chức năng của bộ mã hóa và bộ giải mã được làm tăng và tránh được các lỗi. Ngoài ra, việc loại bỏ sự phụ thuộc giữa các thông điệp SEI và VPS 711 hỗ trợ việc loại bỏ VPS 711 trong các trường hợp nhất định, mà làm tăng hiệu suất lập mã, và do đó làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc báo hiệu mạng ở cả bộ mã hóa và bộ giải mã trong các trường hợp như vậy.

Thông tin nêu trên sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Lập mã video phân lớp còn được gọi là lập mã video định tỷ lệ được hoặc lập mã video có khả năng định tỷ lệ. Khả năng định tỷ lệ trong lập mã video có thể được hỗ trợ bằng cách sử dụng các kỹ thuật lập mã nhiều lớp. Dòng bit nhiều lớp bao gồm lớp cơ sở (Base Layer, BL) và một hoặc nhiều lớp tăng cường (Enhancement Layer, EL). Ví dụ về khả năng định tỷ lệ bao gồm khả năng định tỷ lệ không gian, khả năng định tỷ lệ về chất lượng / tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR), khả năng định tỷ lệ đa góc nhìn, khả năng định tỷ lệ tốc độ khung, v.v.. Khi kỹ thuật lập mã nhiều lớp được sử dụng, thì hình ảnh hoặc một phần của hình ảnh có thể được lập mã mà không sử dụng hình ảnh tham chiếu (dự đoán nội ảnh), có thể được lập mã bằng cách tham chiếu đến các hình ảnh tham chiếu mà ở cùng lớp (dự đoán liên ảnh), và/hoặc có thể được lập mã bằng cách tham chiếu đến các hình ảnh tham chiếu mà ở (các) lớp khác (dự đoán liên lớp). Hình ảnh tham chiếu được sử dụng cho dự đoán liên lớp của hình ảnh hiện thời được gọi là hình ảnh tham chiếu liên lớp (Inter-Layer Reference Picture, ILRP). Fig.6 minh họa ví dụ về lập mã nhiều lớp cho khả năng định tỷ lệ không gian trong đó các hình ảnh ở các lớp khác nhau có các độ phân giải khác nhau.

Một số hệ lập mã video cung cấp hỗ trợ cho khả năng định tỷ lệ trong (các) hồ sơ

được phân tách từ (các) hồ sơ cho lập mã một lớp. Lập mã video định tỷ lệ được (SVC) là phần mở rộng định tỷ lệ được của lập mã video cao cấp (AVC) cung cấp hỗ trợ cho khả năng định tỷ lệ không gian, thời gian, và chất lượng. Đối với SVC, cờ được báo hiệu trong mỗi khối macrô (Macroblock, MB) trong các hình ảnh EL để chỉ báo xem EL MB có được dự đoán bằng cách sử dụng khối được sắp đặt từ lớp thấp hơn hay không. Dự đoán từ khối được sắp đặt có thể bao gồm kết cấu, các vector chuyển động, và/hoặc các chế độ giải mã. Các cách thực hiện của SVC có thể không sử dụng lại trực tiếp các cách thực hiện AVC chưa được cải biến về thiết kế của chúng. Cú pháp và quy trình giải mã của EL SVC khác với cú pháp và quy trình giải mã của AVC.

HEVC định tỷ lệ được (SHVC) là phần mở rộng của HEVC mà cung cấp hỗ trợ cho khả năng định tỷ lệ không gian và chất lượng. HEVC đa góc nhìn (MV-HEVC) là phần mở rộng của HEVC cung cấp hỗ trợ cho khả năng định tỷ lệ đa góc nhìn. HEVC 3D (3D-HEVC) là phần mở rộng của HEVC cung cấp hỗ trợ cho lập mã video 3D mà cao cấp hơn và hiệu quả hơn so với MV-HEVC. Khả năng định tỷ lệ thời gian có thể được bao gồm làm một phần tích hợp của codec HEVC một lớp. Trong phần mở rộng nhiều lớp của HEVC, các hình ảnh được giải mã được sử dụng cho dự đoán liên lớp chỉ đến từ cùng AU và được coi là các hình ảnh tham chiếu dài hạn (Long-Term Reference Picture, LTRP). Các hình ảnh này được gán các chỉ số tham chiếu trong (các) danh sách hình ảnh tham chiếu cùng với các hình ảnh tham chiếu thời gian khác trong lớp hiện thời. Dự đoán liên lớp (Inter-Layer Prediction, ILP) đạt được ở mức đơn vị dự đoán bằng cách thiết đặt giá trị của giá trị tham chiếu để tham chiếu đến (các) hình ảnh tham chiếu liên lớp trong (các) danh sách hình ảnh tham chiếu. Khả năng định tỷ lệ không gian lấy mẫu lại hình ảnh tham chiếu hoặc một phần của nó khi ILRP có độ phân giải về không gian khác với hình ảnh hiện thời đang được mã hóa hoặc được giải mã. Việc lấy mẫu lại hình ảnh tham chiếu có thể được thực hiện ở mức độ hình ảnh hoặc mức độ khối lập mã.

VVC có thể còn hỗ trợ lập mã video phân lớp. Dòng bit VVC có thể bao gồm nhiều lớp. Tất cả các lớp có thể độc lập với nhau. Ví dụ, mỗi lớp có thể được lập mã mà không sử dụng dự đoán liên lớp. Trong trường hợp này, các lớp còn được gọi là các lớp phát đồng thời. Trong một số trường hợp, một số lớp được lập mã bằng cách sử dụng ILP. Cờ trong VPS có thể chỉ báo xem các lớp có là các lớp phát đồng thời hay không hoặc xem một số lớp có sử dụng ILP hay không. Khi một số lớp sử dụng ILP, thì quan hệ phụ thuộc lớp giữa các lớp còn được báo hiệu trong VPS. Không như SHVC và MV-HEVC, VVC

có thể không quy định các OLS. OLS bao gồm tập hợp gồm các lớp quy định, trong đó một hoặc nhiều lớp trong tập hợp gồm các lớp được quy định cho các lớp được kết xuất. Lớp được kết xuất là lớp của OLS mà được kết xuất. Trong một số cách thực hiện của VVC, chỉ một lớp có thể được chọn để giải mã và kết xuất khi các lớp là các lớp phát đồng thời. Trong một số cách thực hiện của VVC, toàn bộ dòng bit bao gồm tất cả các lớp được quy định để được giải mã khi lớp bất kỳ sử dụng ILP. Ngoài ra, một số lớp nhất định trong số các lớp được quy định cho các lớp được kết xuất. Các lớp được kết xuất có thể được chỉ báo là chỉ lớp cao nhất, tất cả các lớp, hoặc lớp cao nhất cộng tập hợp gồm các lớp thấp hơn được chỉ báo.

Các khía cạnh nêu trên có một số vấn đề nhất định. Ví dụ, các giá trị của `nuh_layer_id` cho các đơn vị NAL SPS, PPS, và APS có thể không được ràng buộc phù hợp. Ngoài ra, giá trị `TemporalId` cho các đơn vị NAL SEI có thể không được ràng buộc phù hợp. Ngoài ra, việc thiết đặt `NoOutputOfPriorPicsFlag` có thể không được quy định phù hợp khi việc lấy mẫu lại hình ảnh tham chiếu được cho phép và các hình ảnh trong CLVS có các độ phân giải không gian khác nhau. Ngoài ra, trong một số hệ thống lập mã video, các thông điệp SEI tiếp tố không thể được chứa trong thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được. Là một ví dụ khác, các thông điệp SEI chu kỳ đệm, thời gian hình ảnh, và thông tin đơn vị giải mã có thể bao gồm các sự phụ thuộc phân tích cú pháp trên VPS và/hoặc SPS.

Nói chung, phần mô tả mô tả các cách tiếp cận cải thiện việc lập mã video. Phần mô tả về các kỹ thuật dựa vào VVC. Tuy nhiên, các kỹ thuật này cũng áp dụng cho lập mã video phân lớp dựa vào các đặc tính kỹ thuật lập mã/giải mã video khác.

Một hoặc nhiều trong số các vấn đề nêu trên có thể được giải quyết như sau. Các giá trị của `nuh_layer_id` cho các đơn vị NAL SPS, PPS, và APS được ràng buộc phù hợp ở đây. Giá trị `TemporalId` cho các đơn vị NAL SEI được ràng buộc phù hợp ở đây. Việc thiết đặt `NoOutputOfPriorPicsFlag` được quy định phù hợp khi việc lấy mẫu lại hình ảnh tham chiếu được cho phép và các hình ảnh trong CLVS có các độ phân giải không gian khác nhau. Các thông điệp SEI tiếp tố được phép có trong thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được. Các sự phụ thuộc phân tích cú pháp của các thông điệp BP, PT, và SEI DUI trên VPS hoặc SPS có thể được loại bỏ bằng cách lặp lại phần tử cú pháp `decoding_unit_hrd_params_present_flag` trong cú pháp thông điệp SEI BP, các phần tử

cú pháp `decoding_unit_hrd_params_present_flag` và `decoding_unit_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` trong cú pháp thông điệp SEI PT, và phần tử cú pháp `decoding_unit_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` trong thông điệp SEI DUI.

Cách thực hiện ví dụ của các cơ chế nêu trên là như sau. Ngữ nghĩa đơn vị NAL chung làm ví dụ là như sau.

`Nuh_temporal_id_plus1` trừ 1 quy định mã định danh thời gian dùng cho đơn vị NAL. Giá trị của `nuh_temporal_id_plus1` không được bằng không. Biến `TemporalId` có thể được suy ra như sau:

$$\text{TemporalId} = \text{nuh_temporal_id_plus1} - 1$$

Khi `nal_unit_type` nằm trong khoảng từ `IDR_W_RADL` đến `RSV_IRAP_13`, thì `TemporalId` cần bằng không. Khi `nal_unit_type` bằng `STSA_NUT`, `TemporalId` không được bằng không.

Giá trị của `TemporalId` cần giống nhau đối với tất cả các đơn vị NAL VCL của đơn vị truy cập. Giá trị của `TemporalId` của hình ảnh được lập mã, đơn vị truy cập lớp, hoặc đơn vị truy cập có thể là giá trị của `TemporalId` của các đơn vị NAL VCL của hình ảnh được lập mã, đơn vị truy cập lớp, hoặc đơn vị truy cập. Giá trị của `TemporalId` của biểu diễn lớp con có thể là giá trị lớn nhất của `TemporalId` của tất cả các đơn vị NAL VCL trong biểu diễn lớp con.

Giá trị của `TemporalId` cho các đơn vị NAL không phải VCL được ràng buộc như sau. Nếu `nal_unit_type` bằng `DPS_NUT`, `VPS_NUT`, hoặc `SPS_NUT`, thì `TemporalId` bằng không và `TemporalId` của đơn vị truy cập chứa đơn vị NAL cần bằng không. Nếu không thì nếu `nal_unit_type` bằng `EOS_NUT` hoặc `EOB_NUT`, thì `TemporalId` cần bằng không. Nếu không thì, nếu `nal_unit_type` bằng `AUD_NUT`, `FD_NUT`, `PREFIX_SEI_NUT`, hoặc `SUFFIX_SEI_NUT`, thì `TemporalId` cần bằng `TemporalId` của đơn vị truy cập chứa đơn vị NAL. Nếu không thì, khi `nal_unit_type` bằng `PPS_NUT` hoặc `APS_NUT`, thì `TemporalId` cần lớn hơn hoặc bằng `TemporalId` của đơn vị truy cập chứa đơn vị NAL. Khi đơn vị NAL là đơn vị NAL không phải VCL, thì giá trị của `TemporalId` cần bằng giá trị nhỏ nhất của các giá trị `TemporalId` của tất cả các đơn vị truy cập mà áp dụng đơn vị NAL không phải VCL. Khi `nal_unit_type` bằng `PPS_NUT` hoặc `APS_NUT`,

TemporalId có thể lớn hơn hoặc bằng TemporalId của đơn vị truy cập chứa. Điều này là do tất cả các PPS và các APS có thể có trong phần khởi đầu của dòng bit. Ngoài ra, hình ảnh thứ nhất được lập mã có TemporalId bằng không.

Ngữ nghĩa tập tham số chuỗi RBSP làm ví dụ là như sau. SPS RBSP cần khả dụng cho quy trình giải mã trước khi được tham chiếu. SPS có thể có trong ít nhất một đơn vị truy cập có TemporalId bằng không hoặc được cung cấp qua cơ chế bên ngoài. Đơn vị NAL SPS chứa SPS có thể được ràng buộc để có nuh_layer_id bằng giá trị của nuh_layer_id thấp nhất của các đơn vị NAL PPS mà tham chiếu đến SPS.

Ngữ nghĩa tập tham số hình ảnh RBSP ví dụ là như sau. PPS RBSP cần khả dụng cho quy trình giải mã trước khi được tham chiếu. PPS cần có trong ít nhất một đơn vị truy cập có TemporalId nhỏ hơn hoặc bằng TemporalId của đơn vị NAL PPS hoặc được cung cấp qua cơ chế bên ngoài. Đơn vị NAL PPS chứa PPS RBSP cần có nuh_layer_id bằng giá trị của nuh_layer_id thấp nhất của các đơn vị NAL lát được lập mã mà tham chiếu đến PPS.

Ngữ nghĩa tập tham số thích ứng làm ví dụ là như sau. Mỗi APS RBSP cần khả dụng cho quy trình giải mã trước khi được tham chiếu. APS cần có trong ít nhất một đơn vị truy cập có TemporalId nhỏ hơn hoặc bằng TemporalId của lát được lập mã đơn vị NAL mà tham chiếu đến APS hoặc được cung cấp qua cơ chế bên ngoài. Đơn vị NAL APS được phép được dùng chung bởi các hình ảnh/các lát của nhiều lớp. Nuh_layer_id của đơn vị NAL APS cần bằng giá trị của nuh_layer_id thấp nhất của các đơn vị NAL lát được lập mã mà tham chiếu đến đơn vị NAL APS. Theo cách khác, đơn vị NAL APS có thể không được dùng chung bởi các hình ảnh/các lát của nhiều lớp. Nuh_layer_id của đơn vị NAL APS cần bằng nuh_layer_id của các lát tham chiếu đến APS.

Theo một ví dụ, việc loại bỏ các hình ảnh khỏi DPB trước khi giải mã hình ảnh hiện thời được thảo luận như sau. Việc loại bỏ các hình ảnh khỏi DPB trước khi giải mã hình ảnh hiện thời (nhưng sau khi phân tích cú pháp phần đầu lát của lát thứ nhất của hình ảnh hiện thời) có thể xảy ra ở thời gian loại bỏ CPB của đơn vị giải mã thứ nhất của đơn vị truy cập n (chứa hình ảnh hiện thời). Việc này diễn ra như sau. Quy trình giải mã để tạo ra danh sách hình ảnh tham chiếu được gọi ra và quy trình giải mã để đánh dấu hình ảnh tham chiếu được gọi ra.

Khi hình ảnh hiện thời là hình ảnh bắt đầu chuỗi video lớp được lập mã (CLVSS)

mà không phải hình ảnh không, thì các bước theo thứ tự sau đây được áp dụng. Biến NoOutputOfPriorPicsFlag được suy ra cho bộ giải mã trong quá trình thử nghiệm như sau. Nếu giá trị của pic_width_max_in_luma_samples, pic_height_max_in_luma_samples, chroma_format_idc, separate_colour_plane_flag, bit_depth_luma_minus8, bit_depth_chroma_minus8 hoặc sps_max_dec_pic_buffering_minus1[Htid] được suy ra từ SPS lần lượt khác với giá trị của pic_width_in_luma_samples, pic_height_in_luma_samples, chroma_format_idc, separate_colour_plane_cờ, bit_depth_luma_minus8, bit_depth_chroma_minus8 hoặc sps_max_dec_pic_buffering_minus1[Htid], được suy ra từ SPS được tham chiếu bởi hình ảnh trước, thì NoOutputOfPriorPicsFlag có thể được thiết đặt đến một bởi bộ giải mã trong thử nghiệm, bất kể giá trị của no_output_of_prior_pics_flag. Cần lưu ý rằng, mặc dù việc thiết đặt NoOutputOfPriorPicsFlag bằng no_output_of_prior_pics_flag có thể được ưu tiên trong các điều kiện này, nhưng bộ giải mã trong quá trình thử nghiệm được phép thiết đặt NoOutputOfPriorPicsFlag là một trong trường hợp này. Nếu không thì, NoOutputOfPriorPicsFlag có thể được thiết đặt thành no_output_of_prior_pics_flag.

Giá trị của NoOutputOfPriorPicsFlag được suy ra cho bộ giải mã trong quá trình thử nghiệm được áp dụng cho HRD, sao cho khi giá trị của NoOutputOfPriorPicsFlag bằng 1, thì tất cả các bộ đệm lưu trữ hình ảnh trong DPB được làm trống mà không có đầu ra của các hình ảnh mà chúng chứa, và độ đầy của DPB được thiết đặt thành không. Khi cả hai điều kiện sau là đúng đối với các hình ảnh k bất kỳ trong DPB, thì tất cả các hình ảnh k trong DPB này được loại bỏ khỏi DPB. Hình ảnh k được đánh dấu là chưa được sử dụng để tham chiếu, và hình ảnh k có PictureOutputFlag bằng không hoặc thời gian kết xuất DPB tương ứng nhỏ hơn hoặc bằng thời gian loại bỏ CPB của đơn vị giải mã thứ nhất (được biểu thị là đơn vị giải mã m) của hình ảnh hiện thời n. Việc này có thể xảy ra khi DpbOutputTime[k] nhỏ hơn hoặc bằng DuCpbRemovalTime[m]. Đối với mỗi hình ảnh mà được loại bỏ khỏi DPB, độ đầy của DPB giảm đi một đơn vị.

Theo một ví dụ, việc kết xuất và việc loại bỏ các hình ảnh khỏi DPB được thảo luận như sau. Việc kết xuất và loại bỏ các hình ảnh khỏi DPB trước khi việc giải mã hình ảnh hiện thời (nhưng sau khi phân tích cú pháp phần đầu lát của lát thứ nhất của hình ảnh hiện thời) có thể xảy ra khi đơn vị giải mã thứ nhất của đơn vị truy cập chứa hình ảnh hiện thời được loại bỏ khỏi CPB và diễn ra như sau. Quy trình giải mã để tạo ra danh sách hình ảnh tham chiếu và quy trình giải mã để đánh dấu hình ảnh tham chiếu được gọi ra.

Nếu hình ảnh hiện thời là hình ảnh CLVSS mà không phải hình ảnh không, các bước theo thứ tự sau đây được áp dụng. Biến NoOutputOfPriorPicsFlag có thể được suy ra cho bộ giải mã trong quá trình thử nghiệm như sau. Nếu giá trị của pic_width_max_in_luma_samples, pic_height_max_in_luma_samples, chroma_format_idc, separate_colour_plane_flag, bit_depth_luma_minus8, bit_depth_chroma_minus8 hoặc sps_max_dec_pic_buffering_minus1[Htid] được suy ra từ SPS lần lượt khác với giá trị của pic_width_in_luma_samples, pic_height_in_luma_samples, chroma_format_idc, separate_colour_plane_flag, bit_depth_luma_minus8, bit_depth_chroma_minus8 hoặc sps_max_dec_pic_buffering_minus1[Htid], được suy ra từ SPS được tham chiếu bởi hình ảnh trước, thì NoOutputOfPriorPicsFlag có thể được thiết đặt đến một bởi bộ giải mã trong quá trình thử nghiệm, bất kể giá trị của no_output_of_prior_pics_flag. Cần lưu ý rằng mặc dù việc thiết đặt NoOutputOfPriorPicsFlag bằng no_output_of_prior_pics_flag được ưu tiên trong các điều kiện này, bộ giải mã trong quá trình thử nghiệm có thể thiết đặt NoOutputOfPriorPicsFlag là một trong trường hợp này. Nếu không thì, NoOutputOfPriorPicsFlag có thể được thiết đặt thành no_output_of_prior_pics_flag.

Giá trị của NoOutputOfPriorPicsFlag được suy ra cho bộ giải mã trong quá trình thử nghiệm có thể được áp dụng cho HRD như sau. Nếu NoOutputOfPriorPicsFlag bằng một, thì tất cả các bộ đệm lưu trữ hình ảnh trong DPB được làm trống mà không có đầu ra của các hình ảnh mà chúng chứa và độ đầy của DPB được thiết đặt thành không. Nếu không thì (NoOutputOfPriorPicsFlag bằng không), tất cả các bộ đệm lưu trữ hình ảnh chứa hình ảnh mà được đánh dấu là không cần thiết cho đầu ra và chưa được sử dụng để tham chiếu được làm trống (không có đầu ra) và tất cả các bộ đệm lưu trữ hình ảnh không trống trong DPB được làm trống bằng cách khởi tạo một cách lặp đi lặp lại quy trình đầy và độ đầy của DPB được thiết đặt thành không.

Nếu không thì (hình ảnh hiện thời không là hình ảnh CLVSS), tất cả các bộ đệm lưu trữ hình ảnh chứa hình ảnh mà được đánh dấu là không cần thiết cho đầu ra và chưa được sử dụng để tham chiếu được làm trống (không có đầu ra). Đối với mỗi bộ đệm lưu trữ hình ảnh mà được làm trống, độ đầy của DPB giảm đi một đơn vị. Khi một hoặc nhiều trong số các điều kiện sau là đúng, thì quy trình đầy được gọi ra một cách lặp đi lặp lại trong khi làm giảm thêm độ đầy của DPB một đơn vị đối với mỗi bộ đệm lưu trữ hình ảnh

bổ sung mà được làm trống cho đến khi không còn điều kiện nào sau đây là đúng. Điều kiện là số lượng của các hình ảnh trong DPB được đánh dấu là cần thiết cho đầu ra lớn hơn `sps_max_num_reorder_pics[ Htid ]`. Một điều kiện khác là `sps_max_latency_increase_plus1[ Htid ]` không bằng không và có ít nhất một hình ảnh trong DPB mà được đánh dấu là cần thiết cho đầu ra để biến liên kết `PicLatencyCount` lớn hơn hoặc bằng `SpsMaxLatencyPictures[ Htid ]`. Một điều kiện khác là số lượng của các hình ảnh trong DPB lớn hơn hoặc bằng `SubDpbSize[ Htid ]`.

Cú pháp thông điệp SEI chung làm ví dụ là như sau.

<code>sei_payload(payloadType, payloadSize) {</code>	Mô tả
<code>if(nal_unit_type == PREFIX_SEI_NUT)</code>	
<code>if(payloadType == 0)</code>	
<code>buffering_period(payloadSize)</code>	
<code>else if(payloadType == 1)</code>	
<code>pic_timing(payloadSize)</code>	
<code>else if(payloadType == 3)</code>	
<code>filler_payload(payloadSize)</code>	
<code>else if(payloadType == 130)</code>	
<code>decoding_unit_info(payloadSize)</code>	
<code>else if(payloadType == 133)</code>	
<code>scalable_nesting(payloadSize)</code>	
<code>else if(payloadType == 145)</code>	
<code>dependent_rap_indication(payloadSize)</code>	
<code>// Được định rõ trong ITU-T H.SEI ISO/IEC 23002-7.</code>	

else if(payloadType == 168)	
frame_field_info(payloadSize)	
else	
reserved_sei_message(payloadSize)	
else /* nal_unit_type == SUFFIX_SEI_NUT */	
if(payloadType == 3)	
filler_payload(payloadSize)	
if(payloadType == 132)	
decoded_picture_hash(payloadSize) // được định rõ trong ITU-T H.SEI ISO/IEC 23002-7.	
else if(payloadType == 133)	
scalable_nesting(payloadSize)	
else	
reserved_sei_message(payloadSize)	
if(more_data_in_payload()) {	
if(payload_extension_present())	
reserved_payload_extension_data	u(v)
payload_bit_equal_to_one /* equal to */	f(1)
while(!byte_aligned())	
payload_bit_equal_to_zero /* equal to 0 */	f(1)
}	

}	
---	--

Cú pháp thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được ví dụ là như sau.

scalable_nesting(payloadSize) {	Mô tả
nesting_ols_flag	u(1)
if(nesting_ols_flag) {	
nesting_num_olss_minus1	ue(v)
for(i = 0; i <= nesting_num_olss_minus1; i++) {	
nesting_ols_idx_delta_minus1[i]	ue(v)
if(NumLayersInOls[NestingOlsIdx[i]] > 1) {	
nesting_num_ols_layers_minus1[i]	ue(v)
for(j = 0; j <= nesting_num_ols_layers_minus1[i]; j++)	
nesting_ols_layer_idx_delta_minus1[i][j]	ue(v)
}	
}	
} else {	
nesting_all_layers_flag	u(1)
if(!nesting_all_layers_flag) {	
nesting_num_layers_minus1	ue(v)
for(i = 1; i <= nesting_num_layers_minus1; i++)	
nesting_layer_id[i]	u(6)

}	
}	
nesting_num_seis_minus1	ue(v)
while(!byte_aligned())	
nesting_zero_bit /* equal to 0 */	u(1)
for(i = 0; i <= nesting_num_seis_minus1; i++)	
sei_message()	
}	

Ngữ nghĩa thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được ví dụ là như sau. Thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được cung cấp cơ chế để liên kết các thông điệp SEI với các lớp cụ thể nằm trong ngữ cảnh của các OLS cụ thể hoặc với các lớp cụ thể không ở trong ngữ cảnh của OLS. Thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được chứa một hoặc nhiều thông điệp SEI. Các thông điệp SEI có trong thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được còn được gọi là các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được. Tính tương thích dòng bit có thể yêu cầu rằng các ràng buộc sau được áp dụng khi các thông điệp SEI có trong thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được.

Thông điệp SEI mà có payloadType bằng 132 (băm hình ảnh được giải mã) hoặc 133 (lồng định tỷ lệ được) không được có trong thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được. Khi thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được chứa thông điệp SEI chu kỳ đệm, thời gian hình ảnh, hoặc thông tin đơn vị giải mã, thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được không được chứa thông điệp SEI bất kỳ khác có payloadType bằng không (chu kỳ đệm), một (thời gian hình ảnh), hoặc 130 (thông tin đơn vị giải mã).

Tính tương thích dòng bit có thể còn yêu cầu rằng các ràng buộc sau được áp dụng trên giá trị của nal_unit_type của đơn vị NAL SEI chứa thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được. Khi thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được chứa thông điệp SEI mà có payloadType bằng không (chu kỳ đệm), một (thời gian hình ảnh), 130 (thông tin đơn vị giải mã), 145 (chỉ báo RAP phụ thuộc), hoặc 168 (thông tin khung-trường), đơn vị NAL SEI chứa thông

điệp SEI lồng định tỷ lệ được cần có `nal_unit_type` được thiết đặt thành `PREFIX_SEI_NUT`. Khi thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được chứa thông điệp SEI mà có `payloadType` bằng 132 (băm hình ảnh được giải mã), thì đơn vị NAL SEI chứa thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được cần có `nal_unit_type` được thiết đặt thành `SUFFIX_SEI_NUT`.

`Nesting_ols_flag` có thể được thiết đặt thành một để quy định rằng các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được áp dụng cho các lớp cụ thể trong ngữ cảnh các OLS cụ thể. `Nesting_ols_flag` có thể được thiết đặt thành không để quy định rằng các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được thường áp dụng (ví dụ, không trong ngữ cảnh OLS) cho các lớp cụ thể.

Tính tương thích dòng bit có thể yêu cầu rằng các ràng buộc sau được áp dụng cho giá trị của `nesting_ols_flag`. Khi thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được chứa thông điệp SEI mà có `payloadType` bằng không (chu kỳ đệm), một (thời gian hình ảnh), hoặc 130 (thông tin đơn vị giải mã), thì giá trị của `nesting_ols_flag` cần bằng một. Khi thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được chứa thông điệp SEI mà có `payloadType` bằng giá trị trong `VclAssociatedSeiList`, thì giá trị của `nesting_ols_flag` cần bằng không.

`Nesting_num_olss_minus1` cộng một quy định số lượng của các OLS mà áp dụng các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ. Giá trị của `nesting_num_olss_minus1` cần nằm trong khoảng từ, bao gồm cả đầu mút, không đến `TotalNumOlss - 1`. `Nesting_ols_idx_delta_minus1[ i ]` được sử dụng để suy ra biến `NestingOlsIdx[ i ]` mà quy định chỉ số OLS của OLS thứ *i* mà áp dụng các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ khi `nesting_ols_flag` bằng một. Giá trị của `nesting_ols_idx_delta_minus1[ i ]` cần nằm trong khoảng từ, bao gồm cả đầu mút, không đến `TotalNumOlss - 2`. Biến `NestingOlsIdx[ i ]` có thể được suy ra như sau:

```
if( i == 0 )
```

```
    NestingOlsIdx[ i ] = nesting_ols_idx_delta_minus1[ i ]
```

```
else
```

```
    NestingOlsIdx[ i ] = NestingOlsIdx[ i - 1 ] + nesting_ols_idx_delta_minus1[ i ]
```

```
+ 1
```

`Nesting_num_ols_layers_minus1[ i ]` cộng một quy định số lượng của các lớp mà áp dụng các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ trong ngữ cảnh OLS thứ `NestingOlsIdx[ i ]`. Giá trị của `nesting_num_ols_layers_minus1[ i ]` cần nằm trong khoảng

từ không đến NumLayersInOls[NestingOlsIdx[i]] - 1.

Nesting_ols_layer_idx_delta_minus1[i][j] được sử dụng để suy ra biến NestingOlsLayerIdx[i][j] mà quy định chỉ số lớp OLS của lớp thứ j mà áp dụng các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ trong ngữ cảnh OLS thứ NestingOlsIdx[i] khi nesting_ols_flag bằng một. Giá trị của nesting_ols_layer_idx_delta_minus1[i] cần nằm trong khoảng từ không đến NumLayersInOls[nestingOlsIdx[i]] - 2.

Biến NestingOlsLayerIdx[i][j] có thể được suy ra như sau:

if(j == 0)

NestingOlsLayerIdx[i][j] = nesting_ols_layer_idx_delta_minus1[i][j]

else

NestingOlsLayerIdx[i][j] = NestingOlsLayerIdx[i][j - 1] +

nesting_ols_layer_idx_delta_minus1[i][j] + 1

Giá trị thấp nhất trong số tất cả các giá trị của LayerIdInOls[NestingOlsIdx[i]][NestingOlsLayerIdx[i][0]] với i nằm trong khoảng từ không đến nesting_num_olss_minus1, cần bằng nuh_layer_id của đơn vị NAL SEI hiện thời (ví dụ, đơn vị NAL SEI chứa thông điệp SEI lồng định tỷ lệ được). Nesting_all_layers_flag có thể được thiết đặt thành một để quy định rằng các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được thường áp dụng cho tất cả các lớp mà có nuh_layer_id lớn hơn hoặc bằng nuh_layer_id của đơn vị NAL SEI hiện thời. Nesting_all_layers_flag có thể được thiết đặt thành không để quy định rằng các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được có thể hoặc có thể thường không áp dụng cho tất cả các lớp mà có nuh_layer_id lớn hơn hoặc bằng nuh_layer_id của đơn vị NAL SEI hiện thời.

Nesting_num_layers_minus1 cộng một quy định số lượng của các lớp mà áp dụng chung các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được. Giá trị của nesting_num_layers_minus1 cần nằm trong khoảng từ không đến vps_max_layers_minus1 - GeneralLayerIdx[nuh_layer_id], trong đó nuh_layer_id là nuh_layer_id của đơn vị NAL SEI hiện thời. Nesting_layer_id[i] định rõ giá trị của nuh_layer_id của lớp thứ i mà áp dụng chung các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được khi nesting_all_layers_flag bằng không. Giá trị của nesting_layer_id[i] cần lớn hơn nuh_layer_id, trong đó nuh_layer_id là nuh_layer_id của đơn vị NAL SEI hiện thời.

Khi nesting_ols_flag bằng một, biến NestingNumLayers, Định rõ số lượng của lớp

mà áp dụng chung các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được, và danh sách NestingLayerId[i] với i nằm trong khoảng từ không đến NestingNumLayers – 1, định rõ danh sách của giá trị của nuh_layer_id của các lớp mà áp dụng chung các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được, được suy ra như sau, trong đó nuh_layer_id là nuh_layer_id của đơn vị NAL SEI hiện thời:

```

if( nesting_all_layers_flag ) {
    NestingNumLayers =
vps_max_layers_minus1 + 1 – GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ]
    for( i = 0; i < NestingNumLayers; i ++ )
        NestingLayerId[ i ] = vps_layer_id[ GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ] + i ]
(D-2)
} else {
    NestingNumLayers = nesting_num_layers_minus1 + 1
    for( i = 0; i < NestingNumLayers; i ++ )
        NestingLayerId[ i ] = ( i == 0 ) ? nuh_layer_id : nesting_layer_id[ i ]
}

```

Nesting_num_seis_minus1 cộng một quy định số lượng của các thông điệp SEI được lồng định tỷ lệ được. Giá trị của nesting_num_seis_minus1 cần nằm trong khoảng từ không đến 63. Nesting_zero_bit cần được thiết đặt thành không.

Fig.8 là sơ đồ giản lược của thiết bị lập mã video ví dụ 800. Thiết bị lập mã video 800 thích hợp để thực hiện các ví dụ/các phương án được bộc lộ như được mô tả ở đây. Thiết bị lập mã video 800 bao gồm các cổng đầu ra 820, các cổng đầu vào 850, và/hoặc các bộ phận thu phát (Tx/Rx) 810, bao gồm các bộ phát và/hoặc các bộ nhận để truyền thông dữ liệu đầu vào và/hoặc đầu ra qua mạng. Thiết bị lập mã video 800 còn bao gồm bộ xử lý 830 bao gồm bộ phận logic và/hoặc bộ phận xử lý trung tâm (Central Processing Unit, CPU) để xử lý dữ liệu và bộ nhớ 832 để lưu trữ dữ liệu. Thiết bị lập mã video 800 cũng có thể bao gồm các thành phần điện, biến đổi quang thành điện (Optical-to-Electrical, OE), thành phần biến đổi điện thành quang (Electrical-to-Optical, EO), và/hoặc thành phần truyền thông không dây được ghép nối với các cổng đầu vào 850 và/hoặc các cổng đầu ra 820 để truyền thông dữ liệu qua các mạng truyền thông điện, quang, hoặc không dây. Thiết bị lập mã video 800 có thể cũng bao gồm các thiết bị đầu vào và/hoặc đầu ra (Input and/or Output, I/O) 860 để truyền thông dữ liệu đến và từ người dùng. Các

thiết bị I/O 860 có thể bao gồm các thiết bị đầu ra chẳng hạn như bộ hiển thị để hiển thị dữ liệu video, các loa để kết xuất dữ liệu audio, v.v.. Các thiết bị I/O 860 có thể cũng bao gồm các thiết bị đầu vào, chẳng hạn như bàn phím, chuột, bi xoay, v.v., và/hoặc các giao diện tương ứng để tương tác với các thiết bị đầu ra như vậy.

Bộ xử lý 830 được thực hiện bởi phần cứng và phần mềm. Bộ xử lý 830 có thể được thực hiện dưới dạng một hoặc nhiều lõi, chip CPU (ví dụ, dưới dạng bộ xử lý nhiều lõi), các mảng cổng lập trình được dạng trường (Field-Programmable Gate Array, FPGA), các mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit, ASIC), và các bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor, DSP). Bộ xử lý 830 truyền thông với các cổng đầu ra 820, Tx/Rx 810, các cổng đầu vào 850, và bộ nhớ 832. Bộ xử lý 830 bao gồm môđun lập mã 814. Môđun lập mã 814 thực hiện các phương án được bộc lộ được mô tả trong bản mô tả, chẳng hạn như các phương pháp 100, 900, và 1000, mà có thể sử dụng chuỗi video nhiều lớp 600 và/hoặc dòng bit 700. Môđun lập mã 814 cũng có thể thực hiện phương pháp/cơ chế bất kỳ khác được mô tả trong bản mô tả. Ngoài ra, môđun lập mã 814 có thể thực hiện hệ thống codec 200, bộ mã hóa 300, bộ giải mã 400, và/hoặc HRD 500. Ví dụ, môđun lập mã 814 có thể sử dụng tín hiệu và/hoặc đọc các tham số khác nhau như được mô tả trong bản mô tả. Ngoài ra, môđun lập mã có thể được sử dụng để mã hóa và/hoặc giải mã chuỗi video dựa vào các tham số này. Do đó, các thay đổi về báo hiệu được mô tả trong bản mô tả có thể làm tăng hiệu suất và/hoặc tránh được các lỗi trong môđun lập mã 814. Theo đó, môđun lập mã 814 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các cơ chế để giải quyết một hoặc nhiều vấn đề được thảo luận ở trên. Do đó, môđun lập mã 814 làm cho thiết bị lập mã video 800 cung cấp chức năng bổ sung và/hoặc hiệu quả lập mã khi lập mã dữ liệu video. Như vậy, môđun lập mã 814 cải thiện chức năng của thiết bị lập mã video 800 cũng như giải quyết các vấn đề cụ thể đối với tình trạng kỹ thuật của việc lập mã video. Ngoài ra, môđun lập mã 814 có tác dụng biến đổi thiết bị lập mã video 800 sang trạng thái khác. Theo cách khác, môđun lập mã 814 được thực hiện ở dạng các lệnh được lưu trong bộ nhớ 832 và được thực thi bởi bộ xử lý 830 (ví dụ, ở dạng sản phẩm chương trình máy tính được lưu trữ trên phương tiện không nhất thời).

Bộ nhớ 832 bao gồm một hoặc nhiều loại bộ nhớ chẳng hạn như các đĩa, ổ đĩa băng, ổ đĩa lưu trữ thể rắn, bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), bộ nhớ flash, bộ nhớ nội dung khả lập địa chỉ bậc ba (Ternary Content-Addressable Memory, TCAM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên

tĩnh (Static Random-Access Memory, SRAM), v.v.. Bộ nhớ 832 có thể được sử dụng làm thiết bị lưu trữ dữ liệu vượt quá, để lưu các chương trình khi các chương trình này được chọn để thực thi, và để lưu các lệnh và dữ liệu được đọc trong quá trình thực thi chương trình.

Fig.9 là lưu đồ của phương pháp ví dụ 900 để mã hóa chuỗi video thành dòng bit, chẳng hạn như dòng bit 700, bằng cách sử dụng thông điệp SEI mà có thể không phụ thuộc vào VPS. Phương pháp 900 có thể được sử dụng bởi bộ mã hóa, chẳng hạn như hệ thống codec 200, bộ mã hóa 300, và/hoặc thiết bị lập mã video 800 khi thực hiện phương pháp 100. Ngoài ra, phương pháp 900 có thể vận hành trên HRD 500 và do đó có thể thực hiện thử nghiệm tương thích trên chuỗi video nhiều lớp 600.

Phương pháp 900 có thể bắt đầu khi bộ mã hóa nhận chuỗi video và để mã hóa chuỗi video thành dòng bit nhiều lớp, ví dụ dựa vào dữ liệu nhập người dùng. Ở bước 901, bộ mã hóa mã hóa nhiều hình ảnh được lập mã thành dòng bit. Ví dụ, các hình ảnh được lập mã có thể được sắp xếp thành các lớp để tạo ra dòng bit nhiều lớp. Ngoài ra, mỗi hình ảnh được lập mã có thể được bao gồm trong DU. Các hình ảnh được lập mã có thể cũng được bao gồm trong các AU, trong đó AU chứa tập hợp các hình ảnh từ các lớp khác nhau có cùng thời gian kết xuất. Lớp có thể bao gồm tập hợp gồm các đơn vị NAL VCL có cùng ID lớp và các đơn vị NAL không phải VCL được kết hợp. Ví dụ, tập hợp gồm các đơn vị NAL VCL là một phần của lớp khi tất cả trong tập hợp gồm các đơn vị NAL VCL có `nuh_layer_id` có giá trị cụ thể. Lớp có thể bao gồm tập hợp các đơn vị NAL VCL, trong đó mỗi đơn vị NAL VCL chứa lát của ảnh được mã hóa. Lớp có thể cũng chứa các tập tham số bất kỳ được sử dụng để lập mã các hình ảnh như vậy trong đó các tham số như vậy được bao gồm trong các đơn vị NAL không phải VCL. Các lớp có thể được bao gồm trong một hoặc nhiều OLS. Một hoặc nhiều lớp có thể là các lớp được kết xuất (ví dụ, mỗi OLS chứa ít nhất một lớp được kết xuất). Các lớp không phải lớp được kết xuất được mã hóa để hỗ trợ xây dựng lại (các) lớp được kết xuất, nhưng các lớp hỗ trợ này không được chủ định làm đầu ra ở bộ giải mã. Theo cách này, bộ mã hóa có thể mã hóa các kết hợp khác nhau của các lớp để truyền đến bộ giải mã sau khi yêu cầu. Lớp có thể được truyền như mong muốn để cho phép bộ giải mã thu được các biểu diễn khác nhau của chuỗi video tùy thuộc vào các điều kiện mạng, khả năng phân cứng, và/hoặc các thiết đặt người dùng.

Ở bước 903, bộ mã hóa có thể mã hóa thông điệp SEI hiện thời thành dòng bit.

Thông điệp SEI hiện thời có thể là thông điệp SEI BP, thông điệp SEI PT, hoặc thông điệp SEI DUI, phụ thuộc vào ví dụ. Thông điệp SEI hiện thời bao gồm `du_hrd_params_present_flag` mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không. `du_hrd_params_present_flag` có thể còn định rõ xem liệu HRD hoạt động ở mức AU hay mức DU. Mức AU chỉ báo rằng các quy trình HRD được áp dụng cho toàn bộ các AU và mức DU chỉ báo rằng các quy trình HRD được áp dụng cho các DU riêng lẻ. Như vậy, `du_hrd_params_present_flag` có thể định rõ độ chi tiết của các thử nghiệm tương thích (ví dụ, độ chi tiết AU hoặc độ chi tiết DU). Trong một ví dụ cụ thể, `du_hrd_params_present_flag` có thể được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU. Ngoài ra, `du_hrd_params_present_flag` có thể được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU.

Thông điệp SEI hiện thời có thể cũng bao gồm `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay không. `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` có thể còn định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI hay không. Trong một ví dụ cụ thể, `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` có thể được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT và không có thông điệp SEI DUI khả dụng. Ngoài ra, `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` có thể được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI và các thông điệp SEI PT không bao gồm các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU. Các ràng buộc và/hoặc yêu cầu nêu trên đảm bảo rằng dòng bit tương thích với, ví dụ, VVC hoặc một số chuẩn khác, được cải biến như được chỉ báo ở đây. Tuy nhiên, bộ mã hóa có thể còn có khả năng vận hành trong các chế độ khác trong đó nó không bị ràng buộc như vậy, chẳng hạn như khi vận hành trong chuẩn khác hoặc phiên bản khác của cùng một chuẩn.

Ở bước 905, HRD có thể thực hiện tập hợp các thử nghiệm tương thích dòng bit trên dòng bit dựa vào thông điệp SEI hiện thời. Ví dụ, HRD có thể đọc `du_hrd_params_present_flag` để xác định xem có thử nghiệm dòng bit ở mức AU hay không hoặc xem liệu các tham số DU có mặt có cho phép để thử nghiệm ở mức DU hay không. Ngoài ra, HRD có thể đọc `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` để xác định

xem liệu các tham số DU, nếu có, có thể được tìm thấy trong thông điệp SEI DUI hay thông điệp SEI PT. Sau đó, HRD có thể thu các tham số mong muốn từ các thông điệp SEI được chỉ báo và thực hiện các thử nghiệm tương thích dựa vào các tham số này. Dựa vào các cờ nêu trên, thông điệp SEI hiện thời không phụ thuộc vào VPS. Như vậy, thông điệp SEI hiện thời có thể được phân tích và được giải quyết hoàn toàn ngay cả khi VPS không khả dụng. Vì vậy, các thử nghiệm tương thích hoạt động bình thường ngay cả khi thử nghiệm được thực hiện trên OLS có lớp đơn và do đó VPS không khả dụng cho HRD vì VPS không được tạo cấu hình để truyền như một phần của OLS.

Ở bước 907, bộ mã hóa có thể lưu trữ dòng bit để truyền thông với bộ giải mã sau khi yêu cầu. Bộ mã hóa có thể cũng truyền dòng bit hướng về bộ giải mã như mong muốn.

Fig.10 là lưu đồ của phương pháp ví dụ 1000 để giải mã chuỗi video từ dòng bit, chẳng hạn như dòng bit 700, mà sử dụng thông điệp SEI mà có thể không phụ thuộc vào VPS. Phương pháp 1000 có thể được sử dụng bởi bộ giải mã chẳng hạn như hệ thống codec 200, bộ giải mã 400, và/hoặc thiết bị lập mã video 800 khi thực hiện phương pháp 100. Ngoài ra, phương pháp 1000 có thể được sử dụng trên chuỗi video nhiều lớp 600 mà có được kiểm tra tính tương thích bởi HRD, chẳng hạn như HRD 500.

Phương pháp 1000 có thể bắt đầu khi bộ giải mã bắt đầu thu dòng bit của dữ liệu được lập mã biểu diễn chuỗi video nhiều lớp, ví dụ là kết quả của phương pháp 900 và/hoặc đáp lại yêu cầu bởi bộ giải mã. Ở bước 1001, bộ giải mã nhận dòng bit bao gồm hình ảnh được lập mã trong một hoặc nhiều đơn vị NAL VCL. Ví dụ, dòng bit có thể bao gồm một hoặc nhiều lớp bao gồm hình ảnh được lập mã. Ngoài ra, mỗi hình ảnh được lập mã có thể được bao gồm trong DU. Các hình ảnh được lập mã có thể cũng được bao gồm trong các AU, trong đó AU chứa tập hợp các hình ảnh từ các lớp khác nhau có cùng thời gian kết xuất. Lớp có thể bao gồm tập hợp gồm các đơn vị NAL VCL có cùng ID lớp và các đơn vị NAL không phải VCL được kết hợp. Ví dụ, tập hợp gồm các đơn vị NAL VCL là một phần của lớp khi tất cả trong tập hợp gồm các đơn vị NAL VCL có `nuh_layer_id` có giá trị cụ thể. Lớp có thể bao gồm tập hợp các đơn vị NAL VCL trong đó mỗi đơn vị NAL VCL chứa lát của hình ảnh được lập mã. Lớp có thể cũng chứa các tập tham số bất kỳ được sử dụng để lập mã các hình ảnh như vậy trong đó các tham số như vậy được bao gồm trong các đơn vị NAL không phải VCL. Các lớp có thể được bao gồm trong OLS. Một hoặc nhiều lớp có thể là các lớp được kết xuất. Các lớp không phải lớp được kết xuất được mã hóa để hỗ trợ xây dựng lại (các) lớp được kết xuất, nhưng các lớp hỗ trợ này

không được nhằm để kết xuất. Theo cách này, bộ giải mã có thể thu được các biểu diễn khác nhau của chuỗi video tùy thuộc vào các điều kiện mạng, khả năng phần cứng, và/hoặc các thiết đặt người dùng.

Dòng bit cũng bao gồm thông điệp SEI hiện thời. Thông điệp SEI hiện thời có thể là thông điệp SEI BP, thông điệp SEI PT, hoặc thông điệp SEI DUI, phụ thuộc vào ví dụ. Thông điệp SEI hiện thời bao gồm `du_hrd_params_present_flag` mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không. `du_hrd_params_present_flag` có thể còn định rõ xem liệu HRD ở bộ mã hóa hoạt động ở mức AU hay mức DU. Mức AU chỉ báo rằng các quy trình HRD được áp dụng cho toàn bộ các AU và mức DU chỉ báo rằng các quy trình HRD được áp dụng cho các DU riêng lẻ. Như vậy, `du_hrd_params_present_flag` có thể định rõ độ chi tiết của các thử nghiệm tương thích (ví dụ, độ chi tiết AU hoặc độ chi tiết DU). Trong một ví dụ cụ thể, `du_hrd_params_present_flag` có thể được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU. Ngoài ra, `du_hrd_params_present_flag` có thể được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU.

Thông điệp SEI hiện thời có thể cũng bao gồm `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay không. `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` có thể còn định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI hay không. Trong một ví dụ cụ thể, `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` có thể được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT và không có thông điệp SEI DUI khả dụng. Ngoài ra, `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` có thể được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI và các thông điệp SEI PT không bao gồm các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU.

Theo một phương án, bộ giải mã video yêu cầu `du_hrd_params_present_flag` và `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` để chỉ báo sự có mặt hoặc vị trí của mức các tham số DU như được nêu trên dựa vào VVC hoặc một số chuẩn khác. Tuy nhiên, nếu bộ giải mã xác định rằng điều kiện này là không đúng, thì bộ giải mã có thể phát hiện lỗi, báo hiệu lỗi, yêu cầu dòng bit sửa đổi (hoặc một phần của dòng bit) được gửi lại, hoặc sử dụng

một số phép hiệu chỉnh để đảm bảo rằng thu được dòng bit phù hợp.

Ở bước 1003, bộ giải mã có thể giải mã hình ảnh được lập mã từ các đơn vị NAL VCL để tạo ra hình ảnh được giải mã. Ví dụ, bộ giải mã có thể xác định rằng dòng bit đã được kiểm tra để tương thích với các chuẩn dựa vào sự có mặt của thông điệp SEI hiện thời. Vì vậy, bộ giải mã có thể xác định rằng dòng bit giải mã được dựa vào sự có mặt của thông điệp SEI hiện thời. Cần lưu ý rằng, trong một số trường hợp, OLS được nhận ở bộ giải mã có thể chứa lớp đơn. Trong các trường hợp như vậy, lớp/OLS có thể không bao gồm VPS. Do sự có mặt của `du_hrd_params_present_flag` và `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag`, thông điệp SEI hiện thời không phụ thuộc vào VPS. Như vậy việc thiếu VPS không gây ra lỗi khi thông điệp SEI hiện thời được phân tích. Ở bước 1005, bộ giải mã có thể chuyển tiếp hình ảnh được giải mã để hiển thị là một phần của chuỗi video được giải mã.

Fig.11 là sơ đồ giản lược của hệ thống ví dụ 1100 để lập mã chuỗi video sử dụng dòng bit mà sử dụng thông điệp SEI mà có thể không phụ thuộc vào VPS. Hệ thống 1100 có thể được thực hiện bởi bộ mã hóa và bộ giải mã chẳng hạn như hệ thống codec 200, bộ mã hóa 300, bộ giải mã 400, và/hoặc thiết bị lập mã video 800. Ngoài ra, hệ thống 1100 có thể sử dụng HRD 500 để thực hiện thử nghiệm tương thích trên chuỗi video nhiều lớp 600 và/hoặc dòng bit 700. Ngoài ra, hệ thống 1100 có thể được sử dụng khi thực hiện phương pháp 100, 900, và/hoặc 1000.

Hệ thống 1100 bao gồm bộ mã hóa video 1102. Bộ mã hóa video 1102 bao gồm môđun mã hóa 1103 để mã hóa hình ảnh được lập mã thành dòng bit. Môđun mã hóa 1103 còn dùng để mã hóa thành dòng bit thông điệp SEI hiện thời bao gồm `du_hrd_params_present_flag` mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không. Bộ mã hóa video 1102 còn bao gồm môđun HRD 1105 để thực hiện tập hợp các thử nghiệm tương thích dòng bit trên dòng bit dựa vào thông điệp SEI hiện thời. Bộ mã hóa video 1102 còn bao gồm môđun lưu trữ 1106 để lưu trữ dòng bit để truyền thông hướng về bộ giải mã. Bộ mã hóa video 1102 còn bao gồm môđun truyền 1107 để truyền dòng bit đến bộ giải mã video 1110. Bộ mã hóa video 1102 có thể còn được tạo cấu hình để thực hiện bước bất kỳ trong số các bước của phương pháp 900.

Hệ thống 1100 cũng bao gồm bộ giải mã video 1110. Bộ giải mã video 1110 bao gồm môđun nhận 1111 để nhận dòng bit bao gồm hình ảnh được lập mã và thông điệp

SEI hiện thời bao gồm du_hrd_params_present_flag mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không. Bộ giải mã video 1110 còn bao gồm môđun giải mã 1113 để giải mã hình ảnh được lập mã để tạo ra hình ảnh được giải mã. Bộ giải mã video 1110 còn bao gồm môđun chuyển tiếp 1115 để chuyển tiếp ảnh được giải mã để hiển thị như một phần của chuỗi video được giải mã. Bộ giải mã video 1110 có thể còn được tạo cấu hình để thực hiện bước bất kỳ trong số các bước của phương pháp 1000.

Thành phần thứ nhất được ghép nối trực tiếp với thành phần thứ hai khi không có các thành phần xen giữa, ngoại trừ một đường, vết, hoặc phương tiện khác giữa thành phần thứ nhất và thành phần thứ hai. Thành phần thứ nhất được ghép nối gián tiếp với thành phần thứ hai khi có các thành phần xen giữa khác đường, vết, hoặc phương tiện khác giữa thành phần thứ nhất và thành phần thứ hai. Thuật ngữ “được ghép nối” và các biến thể của nó bao gồm cả được ghép nối trực tiếp và được ghép nối gián tiếp. Việc sử dụng thuật ngữ “khoảng” có nghĩa là khoảng bao gồm $\pm 10\%$ số sau trừ khi có quy định khác.

Cũng cần hiểu rằng các bước của các phương pháp làm ví dụ được nêu ở đây không nhất thiết cần được thực hiện theo thứ tự được mô tả, và thứ tự của các bước của các phương pháp này cần được hiểu chỉ để làm ví dụ. Tương tự, các bước bổ sung có thể có trong các phương pháp này, và các bước nhất định có thể được lược bỏ hoặc được kết hợp, trong các phương pháp theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Mặc dù một số phương án đã được đề xuất trong bản mô tả này, nhưng cần hiểu rằng các hệ thống và các phương pháp được bộc lộ có thể được thực hiện theo nhiều dạng cụ thể mà không vượt ra khỏi bản chất hoặc phạm vi của sáng chế. Các ví dụ của sáng chế nhằm mang tính minh họa và không giới hạn, và chủ đích là không bị giới hạn ở các chi tiết được nêu ở đây. Ví dụ, các phần tử hoặc các thành phần khác nhau có thể được kết hợp hoặc được kết hợp trong hệ thống khác hoặc các dấu hiệu nhất định có thể được bỏ qua, hoặc không được thực hiện.

Ngoài ra, các kỹ thuật, các hệ thống, các hệ thống con, và các phương pháp được mô tả và được minh họa trong các phương án khác nhau dưới dạng riêng lẻ hoặc riêng biệt có thể được kết hợp hoặc được kết hợp với các hệ thống, các thành phần, các kỹ thuật, hoặc các phương pháp khác mà không trệt khỏi phạm vi của sáng chế. Các ví dụ khác về các thay đổi, thay thế, và biến đổi xác định được bởi người có hiểu biết trung bình

trong lĩnh vực kỹ thuật và có thể được thực hiện mà không trệch khỏi bản chất và phạm vi được bộc lộ trong bản mô tả này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

nhận dòng bit bao gồm hình ảnh được lập mã và thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (Supplemental Enhancement Information, SEI) hiện thời bao gồm cờ biểu diễn các tham số bộ giải mã tham chiếu giả định (Hypothetical Reference Decoder, HRD) đơn vị giải mã (Decoding Unit, DU) (`du_hrd_params_present_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không, trong đó `du_hrd_params_present_flag` còn định rõ HRD có thể được hoạt động ở mức đơn vị truy cập (Access Unit, AU) hoặc mức DU, trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU, và trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU; và

giải mã hình ảnh được lập mã để tạo ra hình ảnh được giải mã.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó:

thông điệp SEI hiện thời còn bao gồm các tham số bộ đệm hình ảnh được lập mã (Coded Picture Buffer, CPB) DU trong cờ SEI thời gian hình ảnh (Picture Timing, PT) (`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay không.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó:

`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` còn định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (Decoding Unit Information, DUI) hay không.

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó:

`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT và không có thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI) khả dụng, và trong đó `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI và các thông điệp SEI

PT không bao gồm các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó:

thông điệp SEI hiện thời là thông điệp SEI chu kỳ đệm (Buffering Period, BP), thông điệp SEI thời gian hình ảnh (PT), hoặc thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI).

6. Phương pháp mã hóa được thực hiện bởi bộ mã hóa, phương pháp này bao gồm các bước:

mã hóa hình ảnh được lập mã thành dòng bit;

mã hóa thành dòng bit, bởi bộ xử lý, thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (SEI) hiện thời bao gồm cờ biểu diễn các tham số bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) đơn vị giải mã (DU) (`du_hrd_params_present_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không, trong đó `du_hrd_params_present_flag` còn định rõ HRD có thể được hoạt động ở mức đơn vị truy cập (AU) hoặc mức DU, trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU, và trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU;

thực hiện tập hợp các thử nghiệm tương thích dòng bit trên dòng bit dựa vào thông điệp SEI hiện thời.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó:

thông điệp SEI hiện thời còn bao gồm các tham số bộ đệm hình ảnh được lập mã (CPB) DU trong cờ SEI thời gian hình ảnh (PT) (`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay không.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó:

`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` còn định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI) hay không.

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó:

`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng

các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT và không có thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI) khả dụng, và trong đó `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI và các thông điệp SEI PT không bao gồm các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU.

10. Phương pháp theo điểm 6, trong đó:

thông điệp SEI hiện thời là thông điệp SEI chu kỳ đệm (Buffering Period, BP), thông điệp SEI thời gian hình ảnh (PT), hoặc thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI).

11. Thiết bị lập mã video bao gồm:

bộ nhận được tạo cấu hình để nhận dòng bit bao gồm hình ảnh được lập mã và thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (SEI) hiện thời bao gồm cờ biểu diễn các tham số bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) đơn vị giải mã (DU) (`du_hrd_params_present_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không, trong đó `du_hrd_params_present_flag` còn định rõ HRD có thể được hoạt động ở mức đơn vị truy cập (AU) hoặc mức DU, trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU, và trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU; và

bộ xử lý được ghép nối với bộ nhận và được tạo cấu hình để giải mã hình ảnh được lập mã để tạo ra hình ảnh được giải mã.

12. Thiết bị lập mã video theo điểm 11, trong đó:

thông điệp SEI hiện thời còn bao gồm các tham số bộ đệm hình ảnh được lập mã (CPB) DU trong cờ SEI thời gian hình ảnh (PT) (`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT hay không.

13. Thiết bị lập mã video theo điểm 12, trong đó:

`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` còn định rõ xem liệu các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI) hay không.

14. Thiết bị lập mã video theo điểm 12, trong đó:

`du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI PT và không có thông điệp SEI thông tin đơn vị giải mã (DUI) khả dụng, và trong đó `du_cpb_params_in_pic_timing_sei_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU có trong thông điệp SEI DUI và các thông điệp SEI PT không bao gồm các tham số độ trễ loại bỏ CPB mức DU.

15. Thiết bị mã hóa bao gồm:

phương tiện mã hóa để:

mã hóa hình ảnh được lập mã thành dòng bit; và

mã hóa thành dòng bit thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (SEI) hiện thời bao gồm cờ biểu diễn các tham số bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) đơn vị giải mã (DU) (`du_hrd_params_present_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không; trong đó `du_hrd_params_present_flag` còn định rõ HRD có thể được hoạt động ở mức đơn vị truy cập (AU) hoặc mức DU, trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU, và trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU;

phương tiện bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) để thực hiện tập hợp các thử nghiệm tương thích dòng bit trên dòng bit dựa vào thông điệp SEI hiện thời.

16. Thiết bị mã hóa theo điểm 15, trong đó thiết bị mã hóa này còn được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 10.

17. Phương tiện đọc được bởi máy tính bao gồm các lệnh thực thi được bởi máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

18. Phương tiện đọc được bởi máy tính bao gồm các lệnh thực thi được bởi máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 10.

19. Phương tiện đọc được bởi máy tính lưu trữ dòng bit, trong đó dòng bit bao gồm hình ảnh được lập mã và thông điệp thông tin tăng cường bổ sung (SEI) hiện thời bao gồm cờ biểu diễn các tham số bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) đơn vị giải mã (DU)

(`du_hrd_params_present_flag`) mà định rõ xem liệu các tham số HRD mức DU có trong dòng bit hay không, trong đó `du_hrd_params_present_flag` còn định rõ HRD có thể được hoạt động ở mức đơn vị truy cập (AU) hoặc mức DU, trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến một khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU có mặt và HRD có thể được hoạt động ở mức AU hoặc mức DU, và trong đó `du_hrd_params_present_flag` được thiết đặt đến không khi định rõ rằng các tham số HRD mức DU không có mặt và HRD hoạt động ở mức AU.

1/11

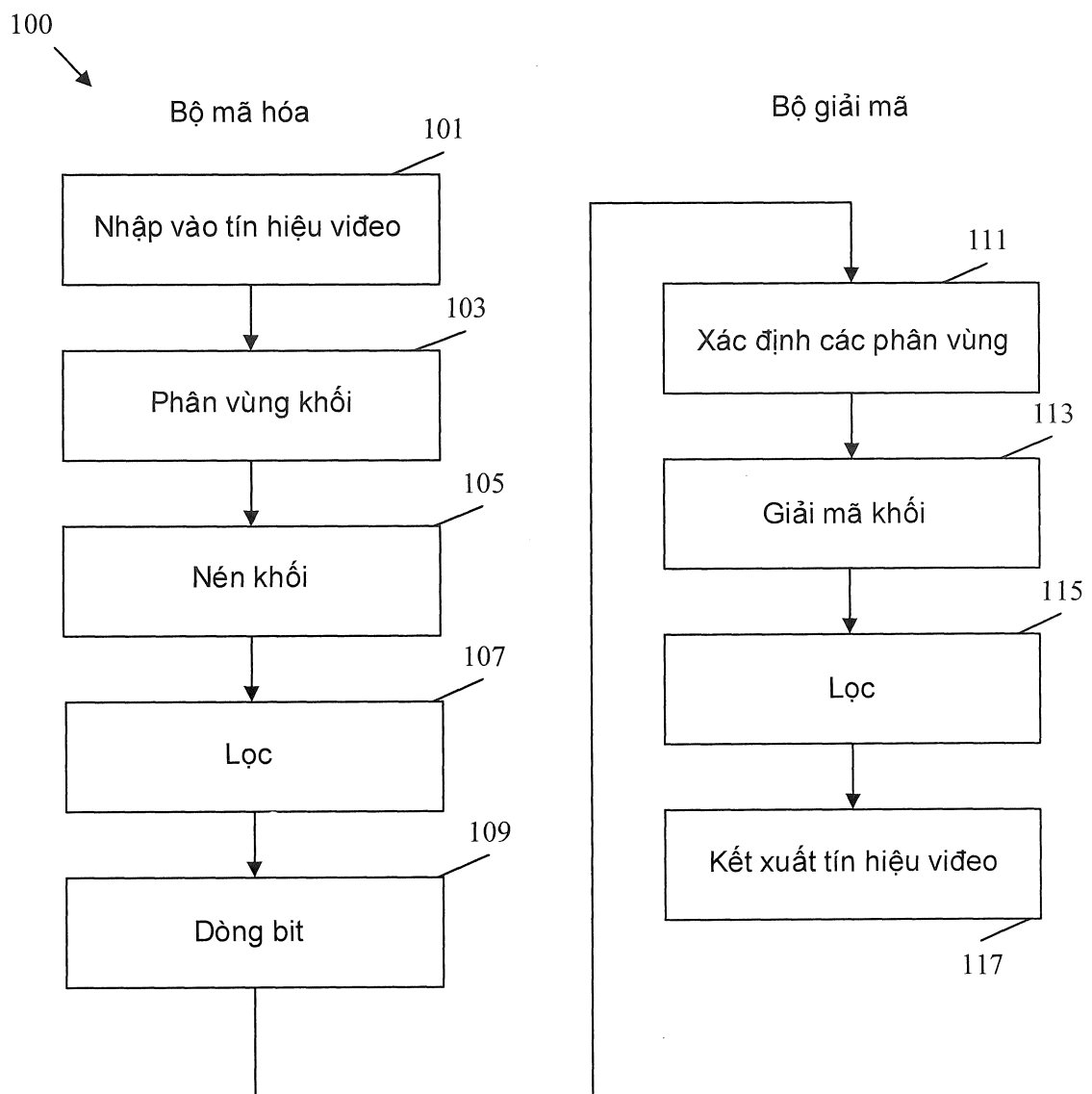


FIG. 1

2/11

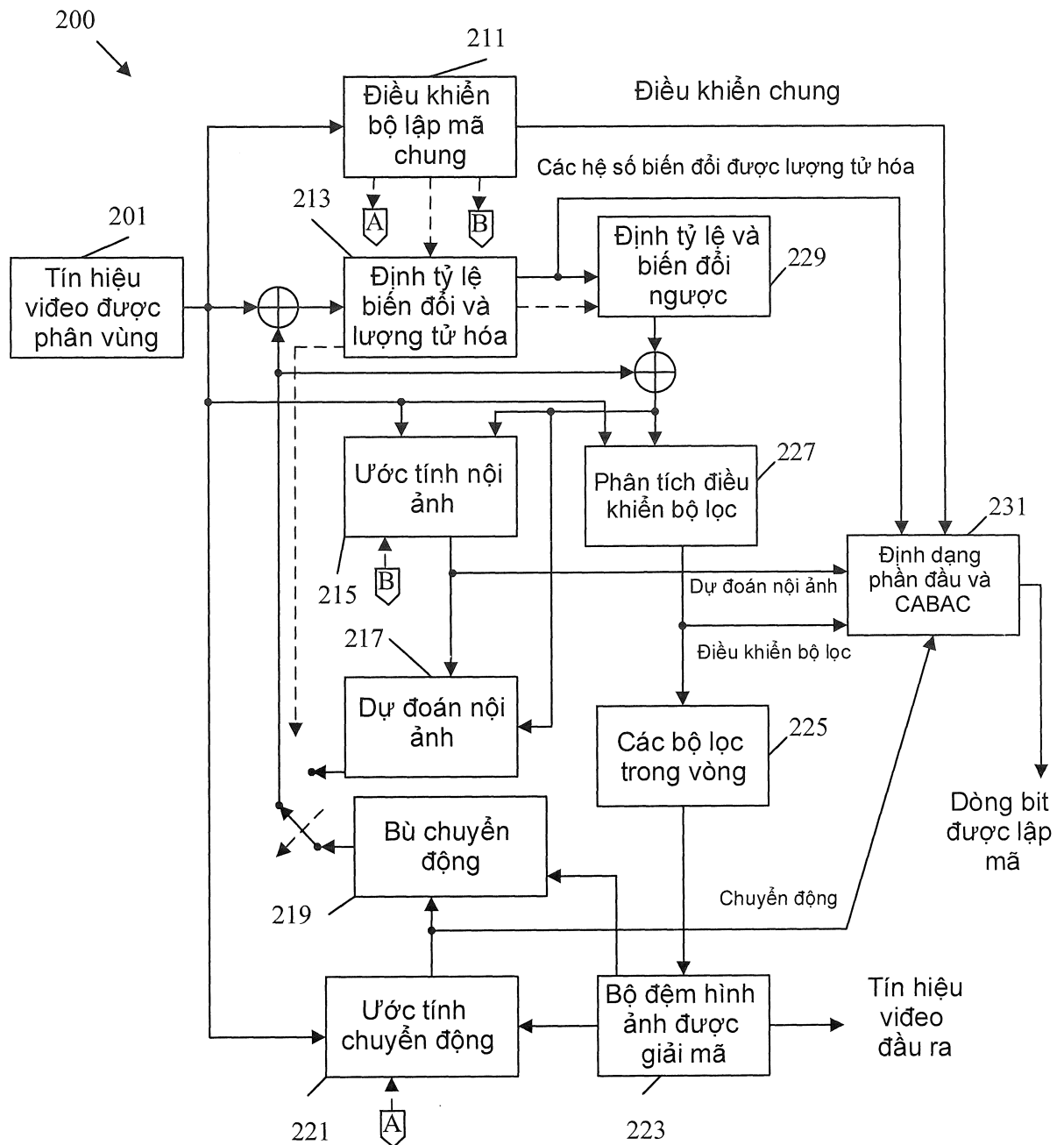


FIG. 2

3/11

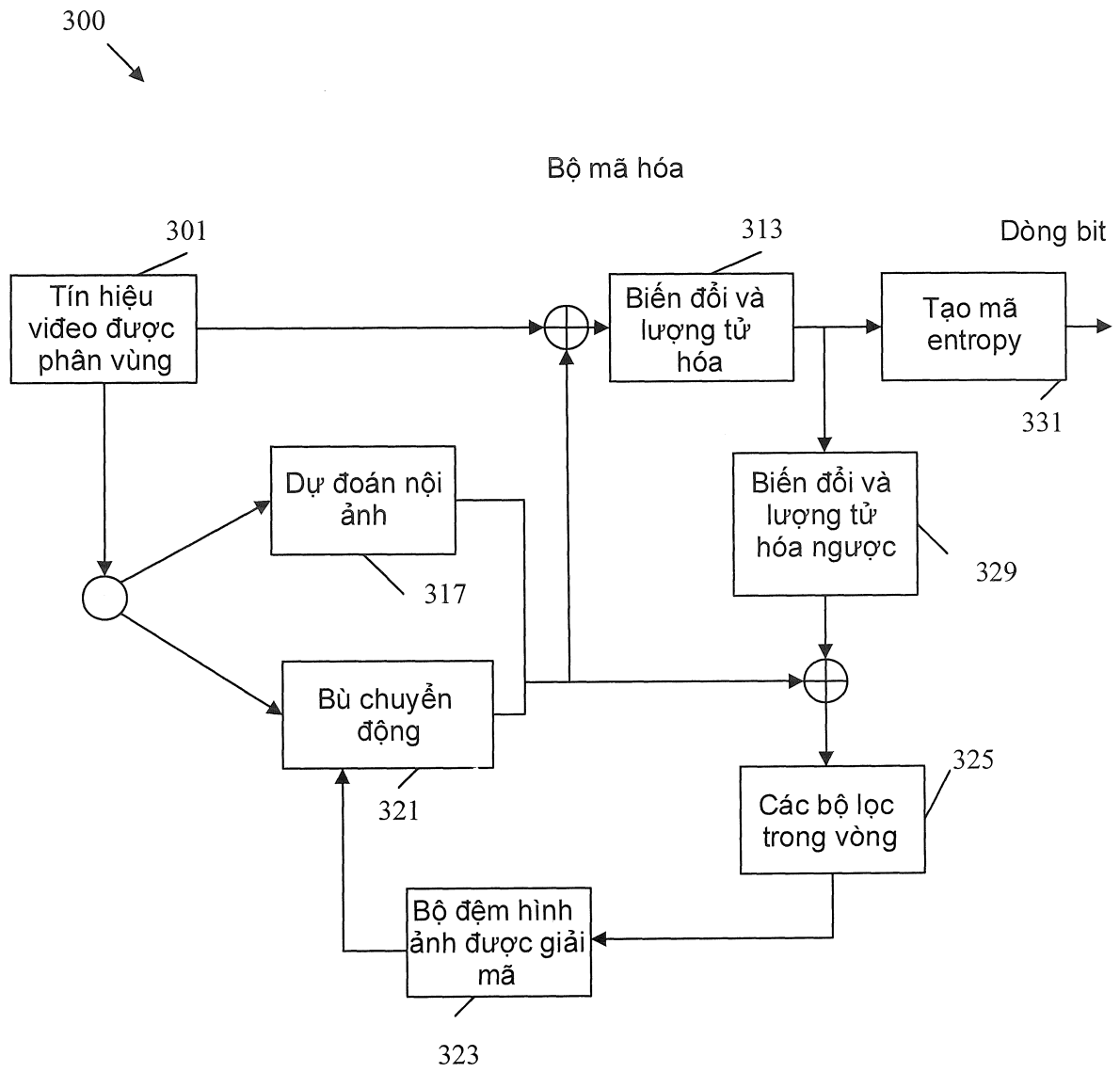


FIG. 3

4/11

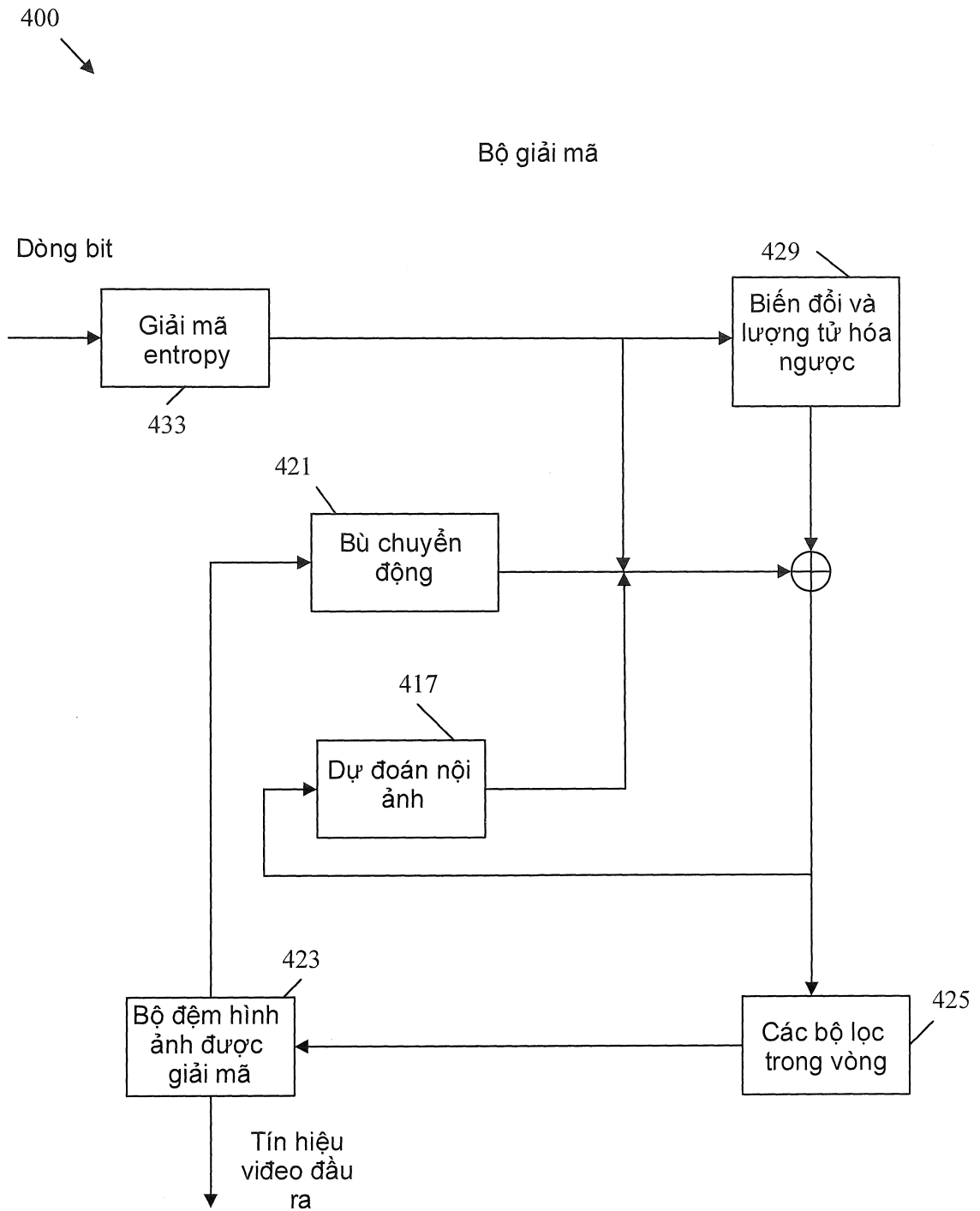


FIG. 4

5/11

Bộ giải mã tham chiếu giả định

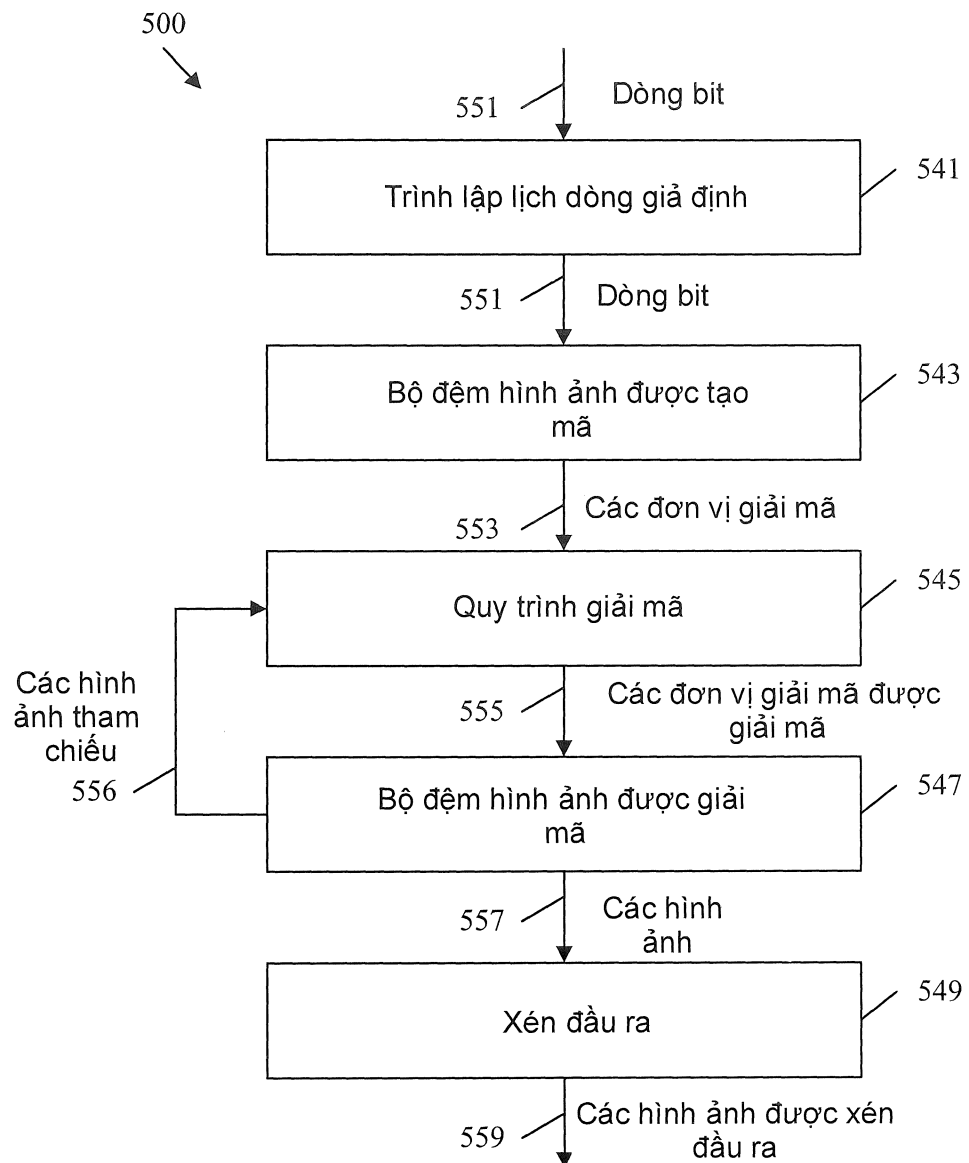


FIG. 5

6/11

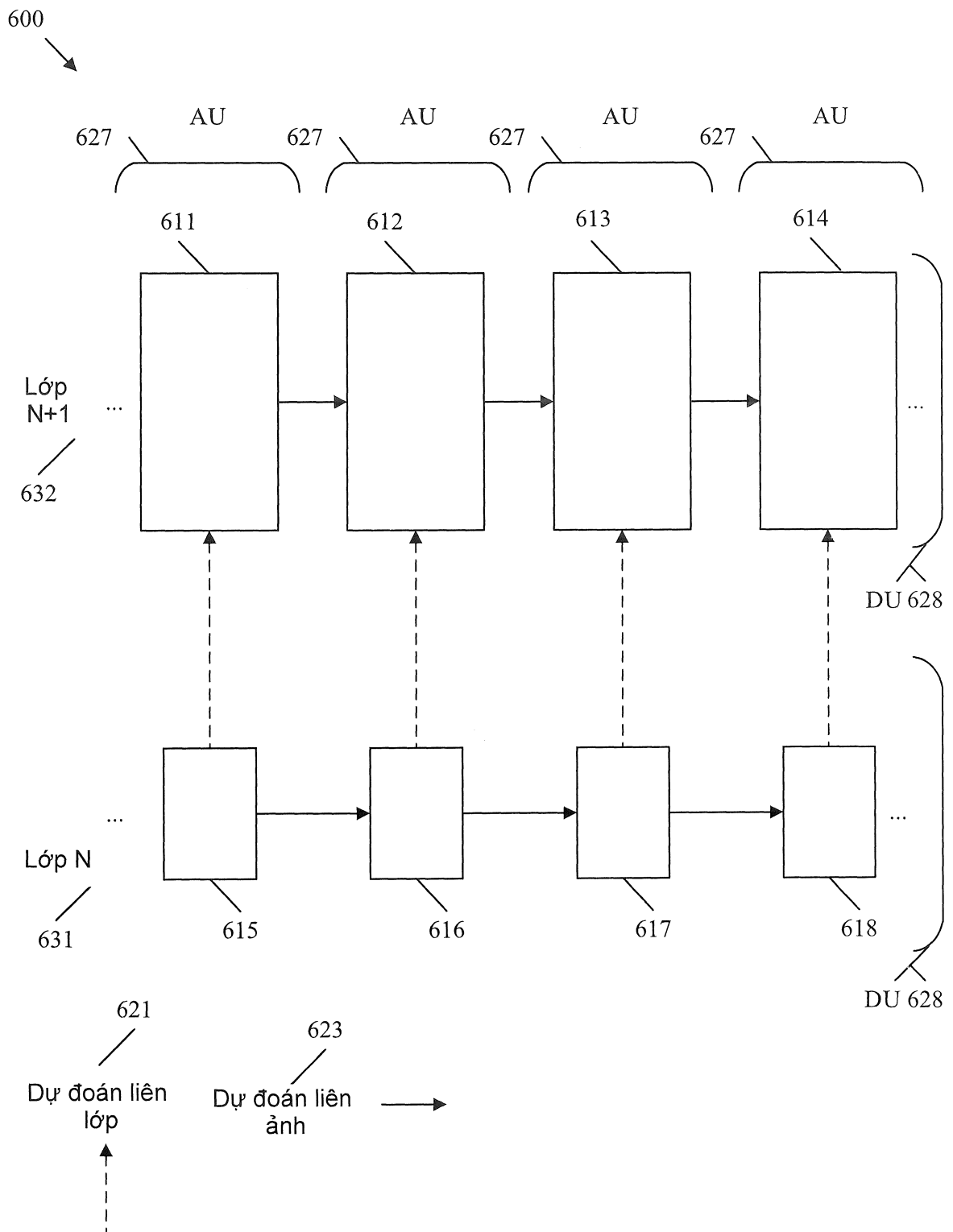


FIG. 6

7/11

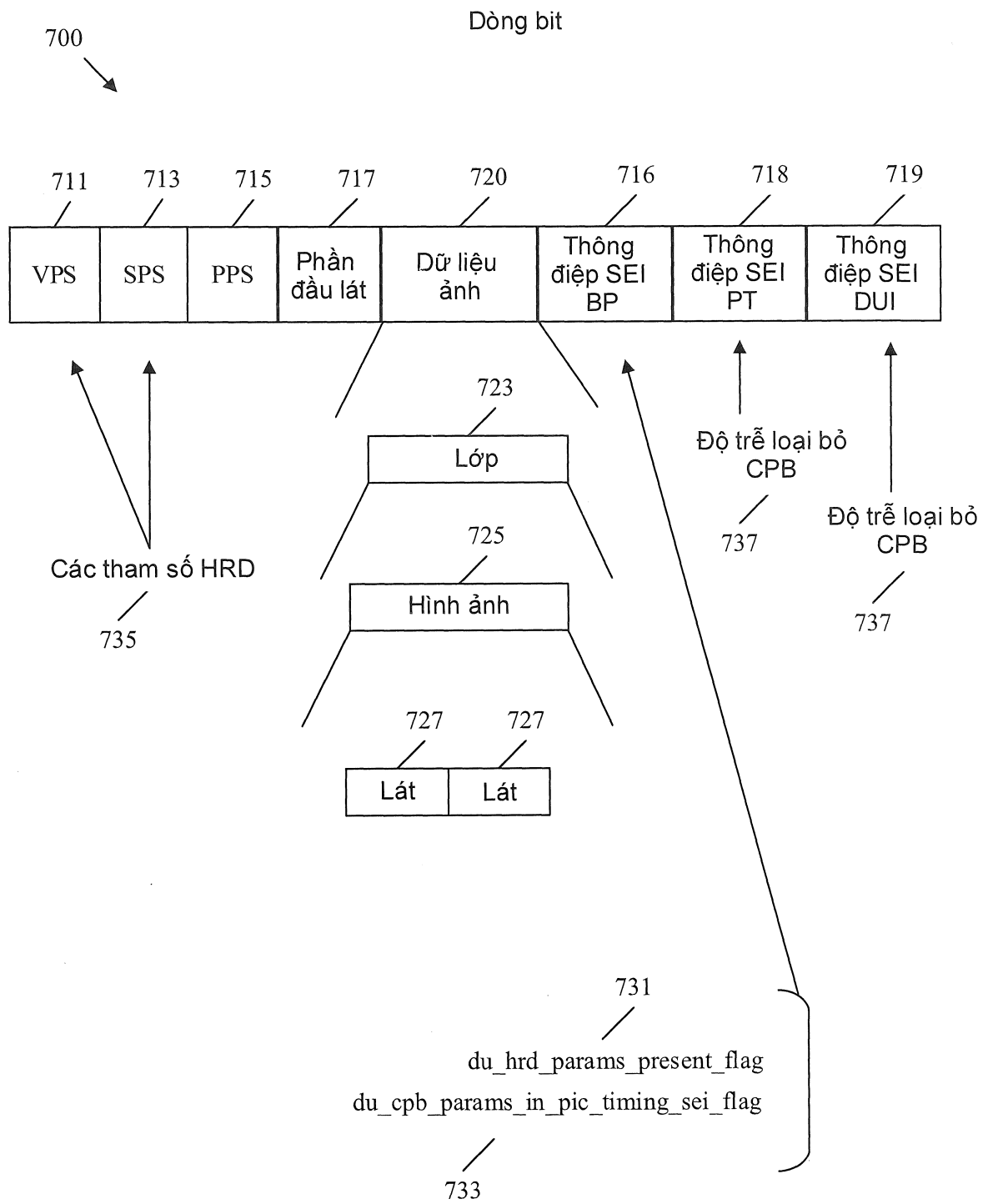


FIG. 7

8/11

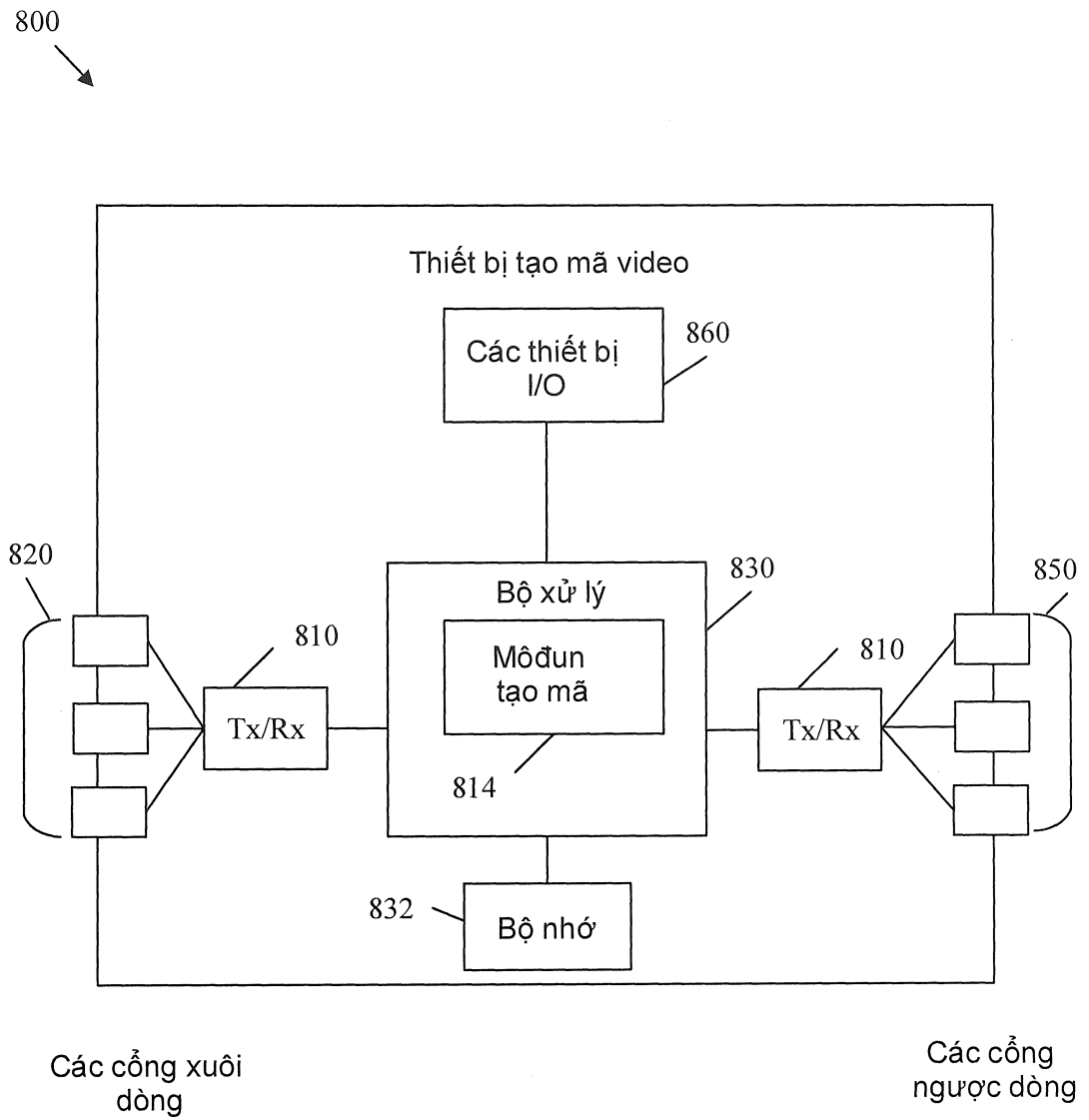


FIG. 8

9/11

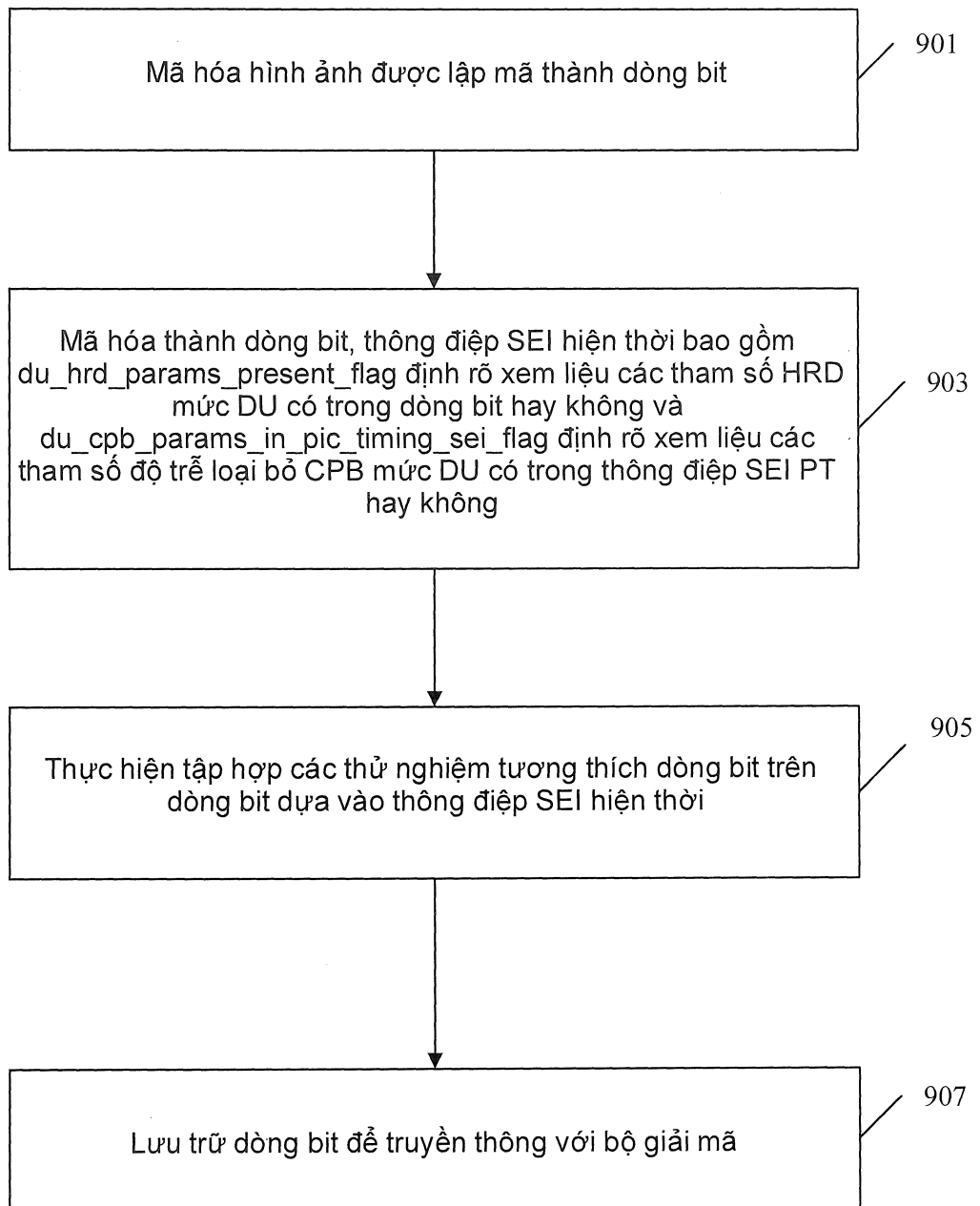
900
↓

FIG. 9

10/11

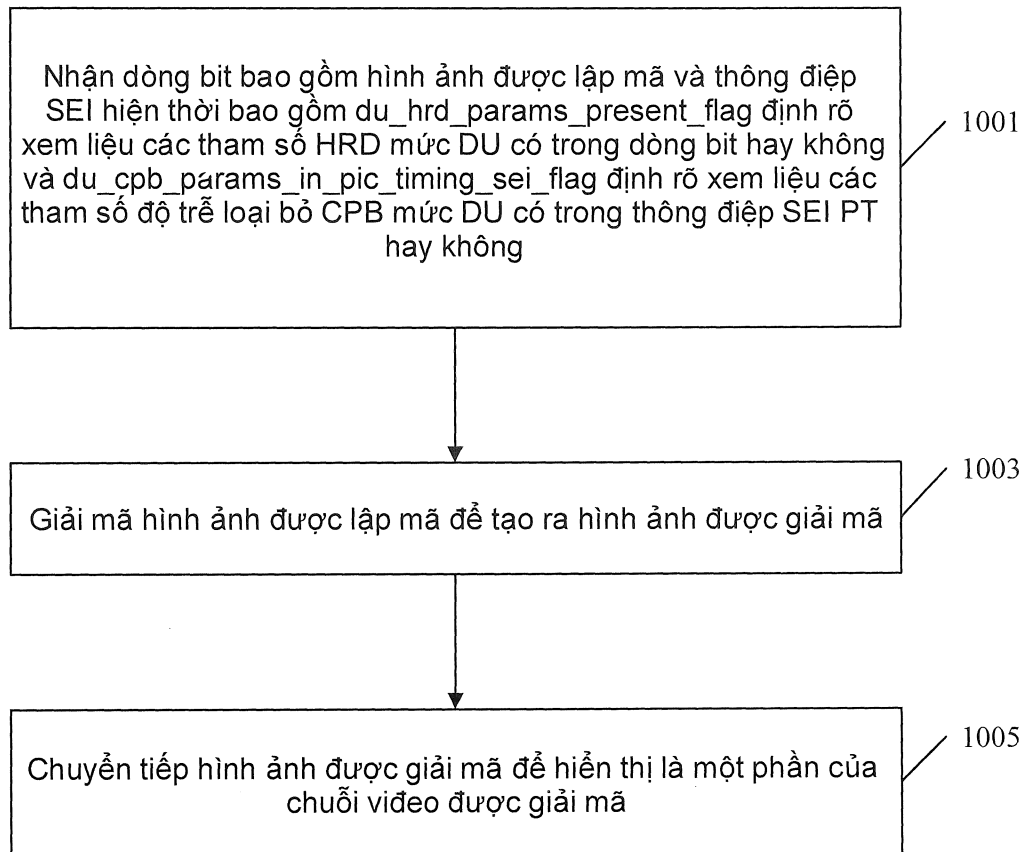
1000
↓

FIG. 10

11/11

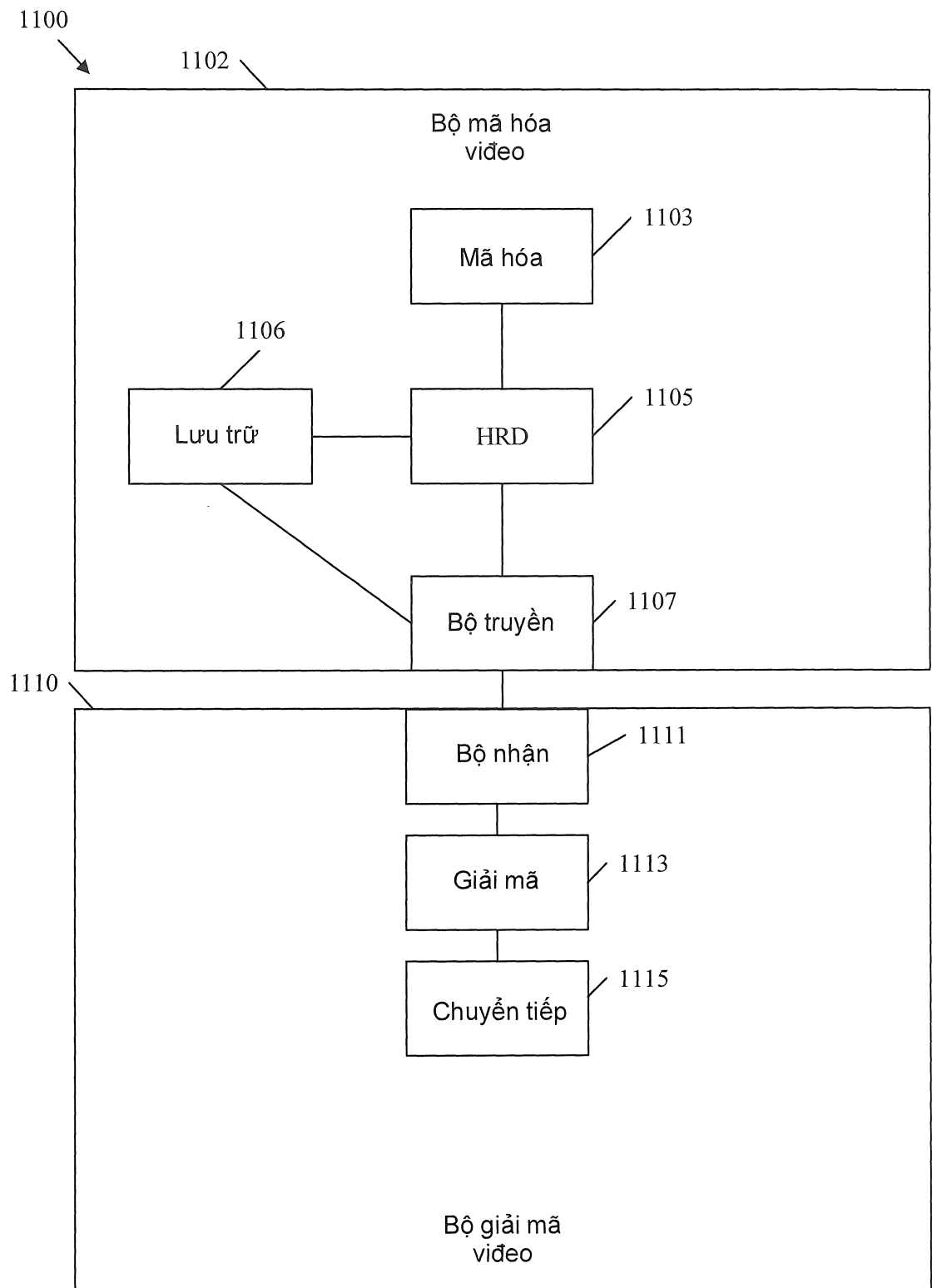


FIG. 11