



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

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

(11)



1-0053970

(51)^{2020.01} H04N 13/00

(13) B

(21) 1-2022-02399

(22) 11/09/2020

(86) PCT/US2020/050395 11/09/2020

(87) WO2021/061428 01/04/2021

(30) 62/905,143 24/09/2019 US

(45) 25/11/2025 452

(43) 27/06/2022 411A

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

Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, P. R. China

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

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC TRIỂN KHAI BỞI BỘ GIẢI MÃ VÀ BỘ MÃ HÓA,
THIẾT BỊ LẬP MÃ VIDEO VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ ĐƯỢC ĐỌC BẰNG
MÁY TÍNH KHÔNG TẠM THỜI

(21) 1-2022-02399

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp được triển khai bởi bộ giải mã, thiết bị lập mã video, phương tiện đọc được bằng máy tính không tạm thời và bộ giải mã. Phương pháp bao gồm việc nhận dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp và bản tin thông tin cải tiến bổ sung (supplemental enhancement information, SEI) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ tập hợp lớp đầu ra (output layer set, OLS) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay cho các lớp cụ thể. Ảnh được mã hóa được giải mã từ một hoặc nhiều lớp để sản xuất ảnh được giải mã. Ảnh được giải mã được chuyển tiếp để hiển thị như một phần của chuỗi video được giải mã.

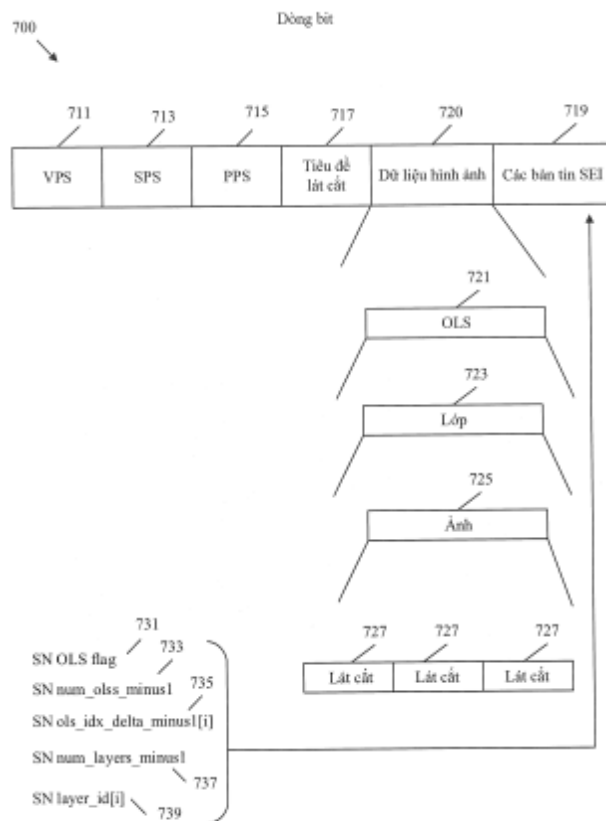


FIG. 7

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập nói chung đến việc lập mã video, và được đề cập cụ thể đến các bản tin thông tin cải tiến bổ sung (supplemental enhancement information, SEI) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được sử dụng để hỗ trợ việc mã hóa các lớp thành các tập hợp lớp đầu ra (output layer set, OLS) trong các dòng bit đa lớp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lượng dữ liệu video cần để mô tả kể cả video tương đối ngắn có thể là đáng kể, mà có thể dẫn đến các khó khăn khi dữ liệu cần được phát trực tuyến hoặc được truyền thông theo cách khác thông qua mạng truyền thông với dung lượng băng thông giới hạn. Do đó, dữ liệu video được nén nói chung trước khi được truyền thông qua các mạng truyền thông hiện đại. Kích thước của video có thể cũng là vấn đề khi video được lưu trữ trên thiết bị lưu trữ vì các 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 dẫn hoặc lưu trữ, do đó giảm số lượng dữ liệu cần để biểu diễn các hình ảnh video số. Dữ liệu được nén sau đó được nhận ở đích bởi thiết bị giải nén mà giải mã dữ liệu video. Với các tài nguyên mạng bị giới hạn và nhu cầu ngày càng tăng về chất lượng video cao hơn, các kỹ thuật nén và giải nén được cải tiến nhằm cải thiện tỷ suất nén mà ít hoặc không hy sinh chất lượng hình ảnh là điều mong muốn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo phương án, sáng chế bao gồm phương pháp được triển khai bởi bộ giải mã, phương pháp bao gồm các bước: nhận, bởi bộ nhận của bộ giải mã, dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp và bản tin thông tin cải tiến bổ sung (SEI) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ tập hợp lớp đầu ra (OLS) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay các lớp cụ thể; và giải mã, bởi bộ xử lý của bộ giải mã, ảnh được lập mã từ một hoặc nhiều

lớp, dựa trên các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ, để sản xuất ảnh được giải mã.

Một số hệ thống lập mã video sử dụng các bản tin SEI. Bản tin SEI chứa thông tin mà không cần bởi quá trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các ảnh được giải mã. Ví dụ, các bản tin SEI có thể chứa các tham số được sử dụng để kiểm tra dòng bit về sự phù hợp với các tiêu chuẩn. Bộ giải mã tham chiếu giả định (hypothetical reference decoder, HRD) có thể đọc các bản tin SEI để xác định cách kiểm tra dòng bit về sự phù hợp các tiêu chuẩn. Các hệ thống như vậy có thể sử dụng các loại riêng biệt của các bản tin SEI cho dữ liệu liên quan đến các lớp và dữ liệu liên quan đến các OLS mà chứa các lớp. Điều này có thể dẫn đến hệ thống mà phức tạp và dư thừa. Ví dụ hiện tại bao gồm bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được tạo cấu hình để chứa các tham số liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Ví dụ, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chứa cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, mà có thể được đặt để chỉ báo xem bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa các tham số liên quan đến các lớp hay các tham số liên quan đến các OLS. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể cũng chứa một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ mà liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các OLS, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các cờ chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các chỉ mục OLS để tương quan các OLS với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các lớp, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các cờ chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các mã định danh (identifier, ID) lớp để tương quan các lớp với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Theo cách này, số loại bản tin SEI có thể được giảm, mà giảm độ phức tạp và giảm tổng số loại bản tin. Điều này đến lượt giảm độ dài của dữ liệu ID bản tin được sử dụng để định danh mỗi loại bản tin. Nhờ đó, hiệu suất lập mã được tăng, làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc băng thông ở cả hai bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy chọn, theo bất kỳ một trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ

thể, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là không khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp cụ thể.

Tùy chọn, theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bản tin SEI mà có loại tải trọng là khoảng thời gian đệm, định thời ảnh, hoặc thông tin đơn vị giải mã.

Tùy chọn, theo bất kỳ một trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm phần tử cú pháp số OLS trừ một (number of OLSs minus one, num_olss_minus1) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một, và trong đó phần tử cú pháp num_olss_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chỉ định số OLS mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng, và trong đó giá trị của phần tử cú pháp num_olss_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ ở trong phạm vi từ không đến tổng số OLS (total number of OLSs, TotalNumOlss) - 1, toàn bộ.

Tùy chọn, theo bất kỳ một trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm phần tử cú pháp delta OLS trừ một (OLS delta minus one, ols_idx_delta_minus1[i]) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được sử dụng để suy ra chỉ số OLS lồng nhau (nesting OLS index, NestingOlsIdx[i]) mà chỉ định chỉ số OLS của OLS thứ i mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bằng một, trong đó giá trị của phần tử cú pháp ols_idx_delta_minus1[i] lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ ở trong phạm vi từ không đến TotalNumOlss - 2, toàn bộ.

Tùy chọn, theo bất kỳ một trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, còn bao gồm việc suy ra NestingOlsIdx[i] như sau:

if(i == 0)

NestingOlsIdx[i] = ols_idx_delta_minus1[i] lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ

else

NestingOlsIdx[i] = NestingOlsIdx[i - 1] + ols_idx_delta_minus1[i] lồng
nhau có thể thay đổi tỷ lệ + 1.

Tùy chọn, theo bất kỳ một trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm phần tử

cú pháp số lớp trừ một (number of layers minus one, `num_layers_minus1`) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là không, và trong đó phần tử cú pháp `num_layers_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chỉ định số lớp mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng.

Theo phương án, sáng chế bao gồm phương pháp được triển khai bởi bộ mã hóa, phương pháp bao gồm các bước: mã hóa, bởi bộ xử lý của bộ mã hóa, dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp; mã hóa thành dòng bit, bởi bộ xử lý, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay các lớp cụ thể; thực hiện, bởi bộ xử lý, bộ các kiểm tra sự phù hợp dòng bit dựa trên bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ; và lưu trữ, bởi bộ nhớ được ghép với bộ xử lý, dòng bit để truyền thông đến bộ giải mã.

Một số hệ thống lập mã video sử dụng các bản tin SEI. Bản tin SEI chứa thông tin mà không cần bởi quá trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các ảnh được giải mã. Ví dụ, các bản tin SEI có thể chứa các tham số được sử dụng để kiểm tra dòng bit về sự phù hợp với các tiêu chuẩn. HRD có thể đọc các bản tin SEI để xác định cách kiểm tra dòng bit để sự phù hợp các tiêu chuẩn. Các hệ thống như vậy có thể sử dụng các loại riêng biệt của các bản tin SEI cho dữ liệu liên quan đến các lớp và dữ liệu liên quan đến các OLS mà chứa các lớp. Điều này có thể dẫn đến hệ thống phức tạp và dư thừa. Ví dụ hiện tại bao gồm bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được tạo cấu trúc để chứa các tham số liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Ví dụ, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chứa cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, mà có thể được đặt để chỉ báo xem bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa các tham số liên quan đến các lớp hay các tham số liên quan đến các OLS. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể cũng chứa một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ mà liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các OLS, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các cờ chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các chỉ mục OLS để tương quan các OLS với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi

tỷ lệ. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các lớp, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các cờ chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các ID lớp để tương quan các lớp với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Theo cách này, số loại bản tin SEI có thể được giảm, mà giảm độ phức tạp và giảm tổng số loại bản tin. Điều này đến lượt giảm độ dài của dữ liệu ID bản tin được sử dụng để định danh mỗi loại bản tin. Nhờ đó, hiệu suất lập mã được tăng, làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc báo hiệu mạng ở cả hai bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy chọn, theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là không khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp cụ thể.

Tùy chọn, theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bản tin SEI mà có loại tải trọng là khoảng thời gian đệm, định thời ảnh, hoặc thông tin đơn vị giải mã.

Tùy chọn, theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm phần tử cú pháp `num_olss_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một, và trong đó phần tử cú pháp `num_olss_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chỉ định số OLS mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng, và trong đó giá trị của phần tử cú pháp `num_olss_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ ở trong phạm vi từ không đến $\text{TotalNumOlss} - 1$, toàn bộ.

Tùy chọn, theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm phần tử cú pháp `ols_idx_delta_minus1[i]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được sử dụng để suy ra `NestingOlsIdx[i]` mà chỉ định chỉ số OLS của OLS thứ i mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bằng một, trong đó giá trị của phần tử cú pháp `ols_idx_delta_minus1[i]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ ở trong phạm vi từ không đến $\text{TotalNumOlss} - 2$, toàn bộ.

Tùy chọn, theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, còn bao gồm việc suy ra $\text{NestingOlsIdx}[i]$ như sau:

if($i == 0$)

$\text{NestingOlsIdx}[i] = \text{ols_idx_delta_minus1}[i]$ lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ
else

$\text{NestingOlsIdx}[i] = \text{NestingOlsIdx}[i - 1] + \text{ols_idx_delta_minus1}[i]$ lồng
nhau có thể thay đổi tỷ lệ + 1.

Tùy chọn, theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm phần tử cú pháp num_layers_minus1 khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là không, và trong đó phần tử cú pháp num_layers_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chỉ định số lớp mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng.

Theo 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 truyền được ghép nối với bộ xử lý, trong đó bộ xử lý, bộ nhận, bộ nhớ, và bộ truyền được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước.

Theo phương án, sáng chế bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính không tạm thời bao gồm sản phẩm chương trình máy tính để dùng bởi thiết bị lập mã video, sản phẩm chương trình máy tính bao gồm các lệnh thực thi máy tính được lưu trữ trên phương tiện đọc được bằng máy tính không tạm thời sao cho khi được thực thi bởi bộ xử lý khiến cho thiết bị lập mã video thực hiện phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước.

Theo phương án, sáng chế bao gồm bộ giải mã bao gồm: phương tiện nhận để nhận dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp và bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay các lớp cụ thể; phương tiện giải mã để giải mã ảnh được lập mã từ một hoặc nhiều lớp, dựa trên các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ, để sản xuất ảnh được giải mã; và phương tiện chuyển tiếp để chuyển tiếp ảnh được giải mã để hiển thị như một phần của chuỗi video được giải mã.

Một số hệ thống lập mã video sử dụng các bản tin SEI. Bản tin SEI chứa thông tin mà không cần bởi quá trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các ảnh được giải mã. Ví dụ, các bản tin SEI có thể chứa các tham số được sử dụng để kiểm tra dòng bit về sự phù hợp với các tiêu chuẩn. HRD có thể đọc các bản tin SEI để xác định cách kiểm tra dòng bit về sự phù hợp các tiêu chuẩn. Các hệ thống như vậy có thể sử dụng các loại riêng biệt của các bản tin SEI cho dữ liệu liên quan đến các lớp và dữ liệu liên quan đến các OLS mà chứa các lớp. Điều này có thể dẫn đến hệ thống phức tạp và dư thừa. Ví dụ hiện tại bao gồm bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được tạo cấu trúc để chứa các tham số liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Ví dụ, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chứa cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, mà có thể được đặt để chỉ báo xem bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa các tham số liên quan đến các lớp hay các tham số liên quan đến các OLS. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể cũng chứa một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ mà liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các OLS, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các cờ chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các chỉ mục OLS để tương quan các OLS với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các lớp, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các cờ chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các ID lớp để tương quan các lớp với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Theo cách này, số loại bản tin SEI có thể được giảm, mà giảm độ phức tạp và giảm tổng số loại bản tin. Điều này đến lượt giảm độ dài của dữ liệu ID bản tin được sử dụng để định danh mỗi loại bản tin. Nhờ đó, hiệu suất lập mã được tăng, làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc bảo hiệu mạng ở cả hai bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy chọn, theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó bộ giải mã còn được tạo cấu trúc để thực hiện phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước.

Theo phương án, sáng chế bao gồm bộ mã hóa bao gồm: phương tiện mã hóa để: mã hóa dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp; và mã hóa thành dòng bit bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm

một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay các lớp cụ thể; phương tiện HRD để thực hiện bộ các kiểm tra sự phù hợp dòng bit dựa trên bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ; và phương tiện lưu trữ để lưu trữ dòng bit để truyền thông đến bộ giải mã.

Một số hệ thống lập mã video sử dụng các bản tin SEI. Bản tin SEI chứa thông tin mà không cần bởi quá trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các ảnh được giải mã. Ví dụ, các bản tin SEI có thể chứa các tham số được sử dụng để kiểm tra dòng bit về sự phù hợp với các tiêu chuẩn. HRD có thể đọc các bản tin SEI để xác định cách kiểm tra dòng bit về sự phù hợp các tiêu chuẩn. Các hệ thống như vậy có thể sử dụng các loại riêng biệt của các bản tin SEI cho dữ liệu liên quan đến các lớp và dữ liệu liên quan đến các OLS mà chứa các lớp. Điều này có thể dẫn đến hệ thống phức tạp và dư thừa. Ví dụ hiện tại bao gồm bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được tạo cấu trúc để chứa các tham số liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Ví dụ, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chứa cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, mà có thể được đặt để chỉ báo xem bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa các tham số liên quan đến các lớp hay các tham số liên quan đến các OLS. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể cũng chứa một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ mà liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các OLS, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các cờ chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các chỉ mục OLS để tương quan các OLS với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các lớp, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các cờ chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các ID lớp để tương quan các lớp với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Theo cách này, số loại bản tin SEI có thể được giảm, mà giảm độ phức tạp và giảm tổng số loại bản tin. Điều này đến lượt giảm độ dài của dữ liệu ID bản tin được sử dụng để định danh mỗi loại bản tin. Nhờ đó, hiệu suất lập mã được tăng, làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc băng thông ở cả hai bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy chọn, theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước, triển khai khác của khía cạnh đề xuất, trong đó bộ mã hóa còn được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp theo bất kỳ trong số các khía cạnh ở trước.

Đối với mục đích làm rõ, bất kỳ một trong số các phương án trên có thể được kết hợp với bất kỳ một hoặc nhiều phương án trên khác để tạo phương án mới ở trong phạm vi của sáng chế.

Những điều này và các đặc điểm khác sẽ được hiểu rõ ràng hơn từ mô tả chi tiết sau được thực hiện kết hợp với các hình vẽ và các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Đối với việc hiểu hoàn chỉnh hơn sáng chế, tham chiếu hiện được thực hiện cho mô tả ngắn gọn sau, liên quan đến các hình vẽ đi kèm và mô tả chi tiết, trong đó các số tham chiếu giống nhau biểu diễn các bộ phận giống nhau.

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

Fig.2 là sơ đồ dạng giản đồ của hệ thống lập mã và giải mã (mã hóa-giải mã) ví dụ để lập mã video.

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

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

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

Fig.6 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa chuỗi video đa lớp ví dụ được tạo cấu hình cho dự đoán liên lớp.

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

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

Fig.9 là lưu đồ của phương pháp ví dụ của việc mã hóa chuỗi video thành dòng bit bao gồm các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ.

Fig.10 là lưu đồ của phương pháp ví dụ của việc giải mã chuỗi video từ dòng bit bao gồm các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ.

Fig.11 là sơ đồ dạng giản đồ của hệ thống ví dụ để lập mã chuỗi video sử dụng dòng bit bao gồm các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cần hiểu ngay từ đầu rằng mặc dù triển khai minh họa của một hoặc nhiều phương án được đề xuất dưới đây, các hệ thống và/hoặc phương pháp được bộc lộ có thể được

triển khai sử dụng số lượng kỹ thuật bất kỳ, cho dù đã biết hiện tại hoặc đang tồn tại. Sáng chế không nên bị giới hạn ở các triển khai, hình vẽ, và các kỹ thuật minh họa được minh họa dưới đây, bao gồm các thiết kế và các triển khai làm ví dụ được minh họa và được mô tả ở đây, nhưng có thể được sửa đổi ở trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ yêu cầu bảo hộ đi kèm cùng với phạm vi tương đương đầy đủ của chúng.

Các thuật ngữ sau được định nghĩa như sau trừ khi được sử dụng trong ngữ cảnh trái ngược ở đây. Cụ thể, các định nghĩa sau nhằm để cung cấp thêm sự rõ ràng cho sáng chế. Tuy nhiên, các thuật ngữ có thể được mô tả khác nhau trong các ngữ cảnh khác nhau. Do đó, các định nghĩa sau nên được xem là sự thay thế, và không nên được xem là giới hạn bất kỳ định nghĩa khác của các mô tả được cung cấp cho các thuật ngữ như vậy ở đây.

Dòng bit là chuỗi của các bit bao gồm dữ liệu video mà được nén cho truyền dẫn giữa bộ mã hóa và bộ giải mã. Bộ mã hóa là thiết bị mà được tạo cấu hình để sử dụng các quá trình mã hóa để nén dữ liệu video thành dòng bit. Bộ giải mã là thiết bị mà được tạo cấu hình để sử dụng các quá trình giải mã để tái tạo dữ liệu video từ dòng bit để hiển thị. Ảnh là mảng các mẫu độ sáng và/hoặc mảng các mẫu sắc độ mà tạo khung hoặc trường của chúng. Ảnh mà đang được mã hóa hoặc giải mã có thể được gọi là ảnh hiện tại để làm rõ thảo luận. Ảnh được lập mã là biểu diễn được lập mã của ảnh bao gồm các đơn vị lớp lập mã video (video coding layer, VCL) lớp trừu tượng hóa mạng (network abstraction layer, NAL) với giá trị cụ thể của mã định danh lớp tiêu đề đơn vị NAL (NAL unit header layer identifier, `nuh_layer_id`) ở trong đơn vị truy nhập (access unit, AU) và chứa tất cả các đơn vị lập mã cây (coding tree unit, CTU). Ảnh được giải mã là ảnh được sản xuất bằng cách áp dụng quá trình giải mã cho ảnh được lập mã. Đơn vị NAL là cấu trúc cú pháp chứa dữ liệu dưới dạng tải trọng chuỗi byte thô (Raw Byte Sequence Payload, RBSP), chỉ báo của loại dữ liệu, và được xen kẽ như mong muốn với các byte ngăn chặn mô phỏng. Đơn vị VCL NAL là đơn vị NAL được lập mã để chứa dữ liệu video, như là lát cắt được lập mã của ảnh. Đơn vị không phải-VCL NAL là đơn vị NAL mà chứa dữ liệu không phải-video như là cú pháp và/hoặc các tham số mà hỗ trợ việc giải mã dữ liệu video, hiệu năng của việc kiểm tra sự phù hợp, hoặc các vận hành khác. Lớp là tập hợp của các đơn vị VCL NAL mà chia sẻ đặc trưng được chỉ định (ví dụ như, độ phân giải chung, tốc độ khung, kích thước hình ảnh, v.v.) như được chỉ báo bởi mã định

danh lớp (ID) và các đơn vị không phải-VCL NAL được liên kết. Mã định danh lớp tiêu đề đơn vị NAL (`nuh_layer_id`) là phần tử cú pháp mà chỉ định mã định danh của lớp mà bao gồm đơn vị NAL. Bộ tham số video (video parameter set, VPS) là đơn vị dữ liệu mà chứa các tham số liên quan đến toàn bộ video. Chuỗi video được lập mã là tập hợp của một hoặc nhiều ảnh được lập mã. Chuỗi video được giải mã là tập hợp của một hoặc nhiều ảnh được giải mã.

Tập hợp lớp đầu ra (OLS) là tập hợp của các lớp mà một hoặc nhiều lớp được chỉ định làm (các) lớp đầu ra. Lớp đầu ra là lớp mà được chỉ định cho đầu ra (ví dụ như, cho màn hình). Chỉ số OLS là chỉ số mà định danh duy nhất OLS tương ứng. Bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) là mô hình bộ giải mã vận hành trên bộ mã hóa mà kiểm tra khả năng thay đổi của các dòng bit được sản xuất bởi quá trình mã hóa để xác minh sự phù hợp với các ràng buộc được chỉ định. Kiểm tra sự phù hợp dòng bit là kiểm tra để xác định xem dòng bit được mã hóa có tuân theo tiêu chuẩn hay không, như là lập mã video đa năng (Versatile Video Coding, VVC). Các tham số HRD là các phần tử cú pháp mà khởi tạo và/hoặc định nghĩa các điều kiện vận hành của HRD. Các tham số HRD có thể được bao gồm trong các bản tin thông tin cải tiến bổ sung (SEI). Bản tin SEI là cấu trúc cú pháp với ngữ nghĩa cụ thể mà truyền tải thông tin mà không cần bởi quá trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các ảnh được giải mã. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ là bản tin mà chứa nhiều bản tin SEI mà tương ứng với một hoặc nhiều OLS hoặc một hoặc nhiều lớp. Bản tin SEI khoảng thời gian đệm (buffering period, BP) là bản tin SEI mà chứa các tham số HRD để khởi tạo HRD để quản lý bộ đệm ảnh được lập mã (coded picture buffer, CPB). Bản tin SEI định thời ảnh (picture timing, PT) là bản tin mà chứa các tham số HRD để quản lý thông tin phân phối cho các đơn vị truy nhập (AU) ở CPB và/hoặc bộ đệm ảnh được giải mã (decoded picture buffer, DPB). Bản tin SEI thông tin đơn vị giải mã là bản tin SEI mà chứa các tham số HRD để quản lý thông tin phân phối cho các DU ở CPB và/hoặc DPB.

Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm tập hợp của các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ là bản tin SEI mà được lồng nhau ở trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ Cờ là biến hoặc phần tử cú pháp đơn mà có thể lấy một hoặc hai giá trị khả thi: 0 và 1. Cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ là cờ mà chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ

lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay cho các lớp cụ thể. Số OLS trừ một (num_olss_minus1) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ là phần tử cú pháp mà chỉ định số OLS mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng. Tổng số OLS trừ một ($\text{total number of OLSs minus one, TotalNumOlss-1}$) là phần tử cú pháp mà chỉ định tổng số OLS trong VPS/ Delta OLS trừ một lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ ($\text{ols_idx_delta_minus1}[i]$) là phần tử cú pháp mà chứa dữ liệu đủ để suy ra chỉ số OLS lồng nhau. Chỉ số OLS lồng nhau ($\text{nesting OLS index, NestingOlsIdx}$) là phần tử cú pháp mà chỉ định chỉ số OLS của OLS mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng. Số lớp trừ một (num_layers_minus1) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ là phần tử cú pháp mà chỉ định số OLS mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng. ID lớp ($\text{layer id, layer_id}[i]$) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ là phần tử cú pháp mà chỉ định giá trị layer_id của lớp thứ i mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng.

Các từ viết tắt sau được sử dụng ở đây, đơn vị truy nhập (AU), khối lập mã cây (Coding Tree Block, CTB), đơn vị lập mã cây (CTU), đơn vị lập mã (coding unit, CU), chuỗi video lớp được lập mã (Coded Layer Video Sequence, CLVS), bắt đầu chuỗi video lớp được lập mã (Coded Layer Video Sequence Start, CLVSS), chuỗi video được lập mã (Coded Video Sequence, CVS), bắt đầu chuỗi video được lập mã (Coded Video Sequence Start, CVSS), nhóm các chuyên gia video chung (Joint Video Experts Team, JVET), tập hợp ô hạn chế 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), đếm thứ tự ảnh (Picture Order Count, POC), điểm truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Point, RAP), tải trọng chuỗi byte thô (RBSP), bộ tham số chuỗi (Sequence Parameter Set, SPS), bộ tham số video (VPS), lập mã video đa năng (VVC).

Nhiều kỹ thuật nén video có thể được sử dụng để giảm kích thước của các tập tin video với việc mất ít dữ liệu nhất. Ví dụ, các kỹ thuật nén video có thể bao gồm việc thực hiện dự đoán không gian (ví dụ như, nội ảnh) và/hoặc dự đoán thời gian (ví dụ như, liên ảnh) để giảm hoặc loại bỏ dư thừa dữ liệu trong các chuỗi video. Đối với việc lập mã video dựa trên khối, lát cắt video (ví dụ như, ảnh video hoặc một phần của ảnh video) có thể được phân chia thành các khối video, mà có thể cũng được gọi là các khối cây, các khối lập mã cây (CTB), các đơn vị lập mã cây (CTU), các đơn vị lập mã (CU), và/hoặc

các nút lập mã. Các khối video trong lát cắt lập mã trong (I) của ảnh được lập mã 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 cắt dự đoán một chiều liên lập mã (P) hoặc dự đoán hai chiều (B) của ảnh có thể 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 hoặc dự đoán thời gian đối với các mẫu tham chiếu trong các ảnh tham chiếu khác. Các ảnh có thể được gọi là các khung và/hoặc các hình ảnh, và các ảnh tham chiếu có thể được gọi là các khung tham chiếu và/hoặc các hình ảnh tham chiếu. Dự đoán không gian hoặc thời gian dẫn đến khối dự đoán biểu diễn khối hình ảnh. Dữ liệu phần dư biểu diễn các chênh lệch điểm ảnh giữa khối hình ảnh gốc và khối dự đoán. Do đó, khối liên lập mã được mã hóa theo vector chuyển động mà chỉ đến khối của các mẫu tham chiếu tạo thành khối dự đoán và dữ liệu phần dư chỉ báo chênh lệch giữa khối lập mã và khối dự đoán. Khối lập mã trong được mã hóa theo chế độ lập mã trong và dữ liệu phần dư. Để nén thêm, dữ liệu phần dư có thể được biến đổi từ miền điểm ảnh đến miền biến đổi. Những điều này dẫn đến các hệ số biến đổi phần dư, mà có thể được lượng tử hóa. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể được sắp xếp một cách khởi tạo trong mảng hai chiều. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể được quét để sản xuất vector một chiều của các hệ số biến đổi. Việc lập mã entropy có thể được áp dụng để đạt được nén nhiều hơn. Các kỹ thuật nén video như vậy được thảo luận chi tiết hơn dưới đây.

Để đảm bảo video được mã hóa có thể được giải mã một cách chính xác, video được mã hóa và được giải mã theo các tiêu chuẩn lập mã video tương ứng. Các tiêu chuẩn lập mã video bao gồm lĩnh vực tiêu chuẩn hóa Liên minh viễn thông quốc tế (International Telecommunication Union, ITU) (ITU-T) 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 các chuyên gia hình 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 cao cấp (Advanced Video Coding, AVC), cũng được biết đến là ITU-T H.264 hoặc ISO/IEC MPEG-4 phần 10, và mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding, HEVC), cũng được biết đến là ITU-T H.265 hoặc MPEG-H phần 2. AVC bao gồm các phần mở rộng như là Lập mã video có thể thay đổi tỷ lệ (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 (three dimensional, 3D) (3D-AVC). HEVC bao gồm các phần mở rộng như là HEVC có thể thay đổi tỷ lệ (Scalable HEVC, SHVC), HEVC đa góc nhìn (Multiview HEVC, MV-HEVC), và HEVC 3D (3D HEVC, 3D-HEVC). Nhóm các chuyên gia video chung (JVET) của ITU-T và ISO/IEC đã bắt đầu phát triển tiêu chuẩn lập mã video được gọi là lập mã video đa năng (VVC). VVC được bao gồm trong bản thảo công việc (Working Draft, WD), mà bao gồm JVET-O2001-v14.

Một số hệ thống lập mã sử dụng các bản tin thông tin cải tiến bổ sung (SEI). Bản tin SEI chứa thông tin mà không cần bởi quá trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các ảnh được giải mã. Ví dụ, các bản tin SEI có thể chứa các tham số được sử dụng để kiểm tra dòng bit về sự phù hợp với các tiêu chuẩn. Bộ giải mã tham chiếu giả định (HRD) có thể đọc các bản tin SEI để xác định cách kiểm tra dòng bit về sự phù hợp các tiêu chuẩn. Các hệ thống như vậy có thể sử dụng các loại riêng biệt của các bản tin SEI cho dữ liệu liên quan đến các lớp và dữ liệu liên quan đến các tập hợp lớp đầu ra (OLS) mà chứa các lớp. Điều này có thể dẫn đến hệ thống phức tạp và dư thừa.

Được bộc lộ ở đây là bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được tạo cấu hình để chứa các tham số liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Ví dụ, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chứa các OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, mà có thể được đặt để chỉ báo xem bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa các tham số liên quan đến các lớp hay các tham số liên quan đến các OLS. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể cũng chứa một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ mà liên quan đến các lớp hoặc các OLS. Như được sử dụng ở đây, một hoặc nhiều chỉ báo số dương bất kỳ của mục tương ứng, mà bao gồm một hoặc nhiều mục như vậy. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các OLS, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các chỉ mục OLS để tương quan các OLS với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các lớp, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng bao gồm các chỉ báo số OLS được liên kết với bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và chỉ báo các mã định danh (ID) lớp để tương quan các lớp với các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Theo cách này, số loại bản tin SEI có thể được giảm, mà giảm độ phức tạp

và giảm tổng số loại bản tin. Điều này đến lượt giảm độ dài của dữ liệu ID bản tin được sử dụng để định danh mỗi loại bản tin. Nhờ đó, hiệu suất lập mã được tăng, làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc băng thông ở cả hai bộ mã hóa và bộ giải mã.

Fig.1 là lưu đồ của phương pháp vận hành ví dụ 100 của việc lập mã tín hiệu video. Cụ thể, tín hiệu video được mã hóa ở bộ mã hóa. Quá trình mã hóa nén tín hiệu video bằng cách sử dụng các cơ chế khác nhau để giảm kích thước tập tin video. Kích thước tập tin nhỏ hơn cho phép tập tin video cần được nén để được truyền đến người dùng, trong khi giảm chi phí băng thông được liên kết. Bộ giải mã sau đó giải mã tập tin video được nén để tái tạo tín hiệu video ban đầu để hiển thị cho người dùng cuối. Quá trình giải mã nói chung phản ánh quá trình mã hóa để cho phép bộ giải mã tái tạo một cách nhất quán tín hiệu video.

Ở bước 101, tín hiệu video được nhập vào trong bộ mã hóa. Ví dụ, tín hiệu video có thể là tập tin video không được nén được lưu trữ trong bộ nhớ. Như ví dụ khác, tập tin video có thể được ghi lại bởi thiết bị ghi lại, như là camera video, và được mã hóa để hỗ trợ truyền hình trực tiếp video. Tập tin video có thể bao gồm cả hai thành phần âm thanh và thành phần video. Thành phần video chứa một loạt các khung hình ảnh mà, khi được xem trong chuỗi, tạo ấn tượng trực quan về chuyển động. Các khung chứa các điểm ảnh mà được biểu đạt dưới dạng ánh sáng, được gọi ở đây là các thành phần độ sáng (hoặc các mẫu độ sáng), và màu sắc, mà được gọi là các thành phần sắc độ (hoặc các mẫu màu sắc). Trong một số ví dụ, các khung có thể cũng chứa các giá trị độ sâu để hỗ trợ dạng xem ba chiều.

Ở bước 103, video được phân chia thành các khối. Việc phân chia bao gồm việc chia nhỏ các điểm ảnh trong mỗi khung thành các khối hình vuông và/hoặc hình chữ nhật để nén. Ví dụ, trong mã hóa video hiệu suất cao (HEVC) (cũng được biết là H.265 và MPEG-H phần 2) khung có thể trước tiên được chia thành các đơn vị lập mã cây (CTU), mà các khối của kích thước được định nghĩa trước (ví dụ như, sáu mươi tư điểm ảnh x sáu mươi tư điểm ảnh). Các CTU chứa cả hai mẫu độ sáng và sắc độ. Các cây lập mã có thể được sử dụng để chia các CTU thành các khối và sau đó chia nhỏ các khối một cách đệ quy đến khi các cấu hình đạt được hỗ trợ việc mã hóa thêm. Ví dụ, các thành phần độ sáng của khung có thể được chia nhỏ đến khi các khối riêng lẻ chứa các giá trị chiếu sáng

tương đối đồng nhất. Hơn nữa, các thành phần sắc độ của khung có thể được chia nhỏ đến khi các khối riêng lẻ chứa các giá trị màu sắc tương đối đồng nhất. Do đó, các cơ chế phân chia thay đổi phụ thuộc vào nội dung của các khung video.

Ở bước 105, các cơ chế nén khác nhau được sử dụng để nén các khối hình ảnh được phân chia ở bước 103. Ví dụ, dự đoán liên khung và/hoặc dự đoán nội khung có thể được sử dụng. Dự đoán liên khung được thiết kế để tận dụng lợi thế của thực tế là các đối tượng trong cảnh chung có xu hướng xuất hiện trong các khung liên tiếp. Do đó, khối mô tả đối tượng trong khung tham chiếu không cần được mô tả lặp lại trong các khung liên kế. Cụ thể, đối tượng, như là bàn, có thể duy trì trong vị trí không đổi qua nhiều khung. Vì thế bảng được mô tả một lần và các khung liên kế có thể tham chiếu trở lại khung tham chiếu. Các cơ chế so khớp mẫu có thể được sử dụng để so khớp các đối tượng qua nhiều khung. Hơn nữa, các đối tượng di chuyển có thể được biểu diễn trên nhiều khung, ví dụ do sự di chuyển của đối tượng hoặc sự di chuyển của camera. Như ví dụ cụ thể, video có thể thể hiện xe hơi mà di chuyển trên màn ảnh qua nhiều khung. Các vector chuyển động có thể được sử dụng để mô tả sự di chuyển như vậy. Vector chuyển động là vector hai chiều mà cung cấp độ lệch từ các tọa độ của đối tượng trong khung đến các tọa độ của đối tượng trong khung tham chiếu. Như vậy, dự đoán liên khung có thể mã hóa khối hình ảnh trong khung hiện tại như tập hợp các vector chuyển động chỉ báo độ lệch từ khối tương ứng trong khung tham chiếu.

Dự đoán nội khung mã hóa các khối trong khung thông thường. Dự đoán nội khung tận dụng lợi thế của thực tế là các thành phần độ sáng và sắc độ có xu hướng tụ lại trong khung. Ví dụ, một phần xanh trong một phần của cây có xu hướng được định vị liên kế với các phần xanh tương tự. Dự đoán nội khung sử dụng các chế độ dự đoán đa chiều (ví dụ như, ba mươi ba trong HEVC), chế độ phẳng, và chế độ một chiều (direct current, DC). Các chế độ định hướng chỉ báo rằng khối hiện tại tương tự/giống như các mẫu của khối lân cận theo hướng tương ứng. Chế độ mặt phẳng chỉ báo rằng một loạt khối cùng với hàng/cột (ví dụ như, mặt phẳng) có thể được nội suy dựa trên các khối lân cận ở các cạnh của hàng. Chế độ mặt phẳng, trên thực tế, chỉ báo sự chuyển giao trơn tru của ánh sáng, màu sắc trên hàng/cột bằng cách sử dụng dốc tương đối không đổi khi thay đổi các giá trị. Chế độ DC được sử dụng để làm mịn đường biên và chỉ báo rằng khối là tương tự/giống với giá trị trung bình được liên kết với các mẫu của tất cả các khối lân cận được

liên kết với các hướng góc của các chế độ dự đoán định hướng. Do đó, các khối dự đoán nội khung có thể biểu diễn các khối hình ảnh như các giá trị chế độ dự đoán quan hệ khác nhau thay vì các giá trị thực tế. Hơn nữa, các khối dự đoán liên khung có thể biểu diễn các khối hình ảnh như 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 hình ảnh trong một số trường hợp. Chênh lệch bất kỳ được lưu trữ trong các khối phần dư. Các biến đổi có thể được áp dụng cho các khối phần dư để nén thêm tập tin.

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 lặp. Dự đoán dựa trên khối được thảo luận trên có thể dẫn đến việc tạo các hình ảnh khối ở bộ giải mã. Hơn nữa, khối dựa trên sơ đồ dự đoán có thể mã hóa khối và sau đó tái tạo khối được mã hóa để dùng sau làm khối tham chiếu. Sơ đồ lọc trong vòng lặp áp dụng một cách lặp lại các bộ lọc triệt nhiễu, các bộ lọc khử chặn, các bộ lọc lặp lại tương thích, và các bộ lọc độ lệch tương tích mẫu (sample adaptive offset, SAO) cho các khối/các khung. Các bộ lọc này giảm thiểu các tạo tác chặn như vậy sao cho tập tin được mã hóa có thể được tái tạo một cách chính xác. Hơn nữa, các bộ lọc này giảm thiểu các tạo tác trong các khối tham chiếu được tái tạo sao cho các tạo tác ít có khả năng để tạo các tạo tác bổ sung trong các khối tiếp theo mà được mã hóa dựa trên các khối tham chiếu được tái tạo.

Một khi tín hiệu video đã được phân chia, được nén, và được lọc, dữ liệu kết quả được mã hóa trong dòng bit ở bước 109. Dòng bit bao gồm dữ liệu được thảo luận trên cũng như là bất kỳ dữ liệu báo hiệu mong muốn để hỗ trợ thích hợp việc tái tạo tín hiệu video ở bộ giải mã. Ví dụ, dữ liệu như vậy có thể bao gồm dữ liệu phân chia, dữ liệu dự đoán, các khối phần dư, và các cờ khác nhau cung cấp các lệnh lập mã cho bộ giải mã. Dòng bit có thể được lưu trữ trong bộ nhớ cho sự truyền dẫn đến bộ giải mã theo yêu cầu. Dòng bit có thể cũng là quảng bá và/hoặc đa luồng đến nhiều bộ giải mã. Việc tạo dòng bit là quá trình lặp lại. Do đó, các bước 101, 103, 105, 107, và 109 có thể xảy ra liên tục và/hoặc đồng thời qua nhiều khung và khối. Thứ tự được thể hiện trên Fig.1 được trình bày để làm rõ và dễ dàng thảo luận, và không nhằm để giới hạn quá trình lập mã video theo thứ tự cụ thể.

Bộ giải mã nhận dòng bit và bắt đầu quá trình giải mã ở bước 111. Cụ thể, 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 vùng phân chia cho các khung ở bước 111. Việc phân chia nên khớp với các kết quả của việc phân chia khối ở bước 103. Việc mã hóa/giải mã entropy như được sử dụng trong bước 111 hiện được mô tả. Bộ mã hóa thực hiện nhiều sự lựa chọn trong quá trình nén, như là việc chọn các sơ đồ phân chia khối từ một vài sự lựa chọn khả thi dựa trên việc định vị không gian của các giá trị trong (các) hình ảnh đầu vào. Báo hiệu các lựa chọn chính xác có thể sử dụng số lượng lớn bin. Như được sử dụng ở đây bin là giá trị nhị phân mà được coi như biến (ví dụ như, giá trị bit mà có thể thay đổi phụ thuộc vào ngữ cảnh). Việc lập mã entropy cho phép bộ mã hóa loại bỏ bất kỳ tùy chọn mà rõ ràng là không khả thi cho trường hợp cụ thể, để lại tập hợp các tùy chọn có thể cho phép. Mỗi tùy chọn có thể cho phép sau đó được gán từ mã. Độ dài của các từ mã dựa trên số tùy chọn có thể cho phép (ví dụ như, một thùng cho hai tùy chọn, hai thùng cho ba đến bốn tùy chọn, v.v.). Bộ mã hóa sau đó mã hóa từ mã cho tùy chọn được chọn. Sơ đồ này giảm kích thước của các từ mã như các từ mã lớn như mong muốn để chỉ báo duy nhất lựa chọn từ tập hợp con nhỏ của các tùy chọn có thể cho phép thay vì việc chỉ báo duy nhất lựa chọn từ tập hợp lớn tiềm năng của tất cả các tùy chọn khả thi. Bộ giải mã sau đó giải mã lựa chọn bằng cách xác định tập hợp các tùy chọn có thể cho phép theo cách tương tự như bộ mã hóa. Bằng cách xác định tập hợp các tùy chọn có thể 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 việc giải mã khối. Cụ thể, bộ giải mã sử dụng biến đổi đảo để tạo ra các khối phần dư. Sau đó bộ giải mã sử dụng các khối phần dư và các khối dự đoán tương ứng để tái tạo các khối hình ảnh theo việc phân chia. Các khối dự đoán có thể bao gồm cả hai khối dự đoán nội khung và các khối dự đoán liên khung như được tạo ra ở bộ mã hóa ở bước 105. Các khối hình ảnh được tái tạo sau đó được định vị vào trong các khung của tín hiệu video được tái tạo theo dữ liệu phân chia được xác định ở bước 111. Cú pháp cho bước 113 có thể cũng được báo hiệu trong dòng bit thông qua việc lập mã entropy như được đề cập ở trên.

Ở bước 115, việc lọc được thực hiện trên các khung của tín hiệu video được tái tạo theo cách tương tự với bước 107 ở bộ mã hóa. Ví dụ, các bộ lọc triệt nhiễu, các bộ lọc khử chặn, các bộ lọc lặp lại tương thích, và các bộ lọc SAO có thể được áp dụng cho các

khung để loại bỏ các tạo tác chặn. Một khi các khung được lọc, tín hiệu video có thể được xuất đến màn hình ở bước 117 để xem bởi người dùng cuối.

Fig.2 là sơ đồ dạng giản đồ của hệ thống lập mã và giải mã (mã hóa-giải mã) ví dụ 200 để lập mã video. Cụ thể, hệ thống mã hóa-giải mã 200 cung cấp chức năng để hỗ trợ triển khai của phương pháp vận hành 100. Hệ thống mã hóa-giải mã 200 được tổng quát hóa để mô tả các thành phần được sử dụng trong cả hai bộ mã hóa và bộ giải mã. Hệ thống mã hóa-giải mã 200 nhận và phân chia tín hiệu video như được thảo luận đối với các bước 101 và 103 theo phương pháp vận hành 100, mà dẫn đến tín hiệu video được phân chia 201. Hệ thống mã hóa-giải mã 200 sau đó nén tín hiệu video được phân chia 201 thành dòng bit được lập mã khi hoạt động như bộ mã hóa như được thảo luận đối với các bước 105, 107, và 109 theo phương pháp 100. Khi hoạt động như bộ giải mã, hệ thống mã hóa-giải mã 200 tạo ra tín hiệu video đầu ra từ dòng bit như được thảo luận đối với các bước 111, 113, 115, và 117 theo phương pháp vận hành 100. Hệ thống mã hóa-giải mã 200 bao gồm thành phần điều khiển lập mã chung 211, thành phần thay đổi 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 trừ chuyển động 219, thành phần ước tính chuyển động 221, thành phần thay đổi tỷ lệ và biến đổi ngược 229, thành phần phân tích điều khiển lọc 227, thành phần bộ lọc trong vòng lặp 225, thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223, và thành phần định dạng tiêu đề và lập mã nhị phân số học tương thích với ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding, CABAC) 231. Các thành phần như vậy được ghép nối như được thể hiện. Trên Fig.2, các đường đen chỉ báo di chuyển của dữ liệu cần được mã hóa/giải mã trong khi các đường nét đứt chỉ báo di chuyển của dữ liệu điều khiển mà điều khiển vận hành của các thành phần khác. Các thành phần của hệ thống mã hóa-giải mã 200 đều có thể có trong bộ mã hóa. Bộ giải mã có thể bao gồm tập hợp con của các thành phần của hệ thống mã hóa-giải mã 200. Ví dụ, bộ giải mã có thể bao gồm thành phần dự đoán nội ảnh 217, thành phần bù trừ chuyển động 219, thành phần thay đổi tỷ lệ và biến đổi ngược 229, thành phần bộ lọc trong vòng lặp 225, và thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223. Các thành phần này hiện được mô tả.

Tín hiệu video được phân chia 201 là chuỗi video được ghi lại mà đã được phân chia thành các khối của các điểm ảnh bởi cây lập mã. Cây lập mã sử dụng các chế độ phân tách khác nhau để chia nhỏ khối điểm ảnh thành các khối điểm ảnh nhỏ hơn. Các

khối này có thể sau đó còn được chia nhỏ thành các khối nhỏ hơn. Các khối có thể được gọi là các nút trên cây lập mã. Các nút cha lớn hơn được phân tách thành các nút con nhỏ hơn. Số lần nút được chia nhỏ được gọi là độ sâu của nút/cây lập mã. Các khối được chia có thể được bao gồm trong các đơn vị lập mã (CU) trong một số trường hợp. Ví dụ, CU có thể là một phần con của CTU mà chứa khối độ sáng, (các) khối sắc độ (chroma, Cr) chênh lệch màu đỏ, và (các) khối sắc độ chênh lệch màu xanh cùng với các lệnh cú pháp tương ứng cho CU. Các chế độ phân tách có thể bao gồm cây nhị phân (binary tree, BT), cây tam phân (triple tree, TT), và cây tứ phân (quad tree, QT) được sử dụng để phân chia nút thành hai, ba, hoặc bốn nút con, tương ứng, của các hình dạng khác nhau phụ thuộc vào các chế độ phân tách được sử dụng. Tín hiệu video được phân chia 201 được chuyển tiếp đến thành phần điều khiển lập mã chung 211, thành phần thay đổi tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213, thành phần ước tính nội ảnh 215, thành phần phân tích điều khiển lọc 227, thành phần ước tính chuyển động 221 để nén.

Thành phần điều khiển lập mã chung 211 được tạo cấu hình để thực hiện các quyết định liên quan đến việc lập mã của các hình ảnh của chuỗi video thành dòng bit theo các ràng buộc ứng dụng. Ví dụ, thành phần điều khiển lập mã chung 211 quản lý sự tối ưu hóa của tốc độ bit/kích thước dòng bit so với chất lượng tái tạo. Các quyết định như vậy có thể được thực hiện dựa trên yêu cầu không gian lưu trữ/độ khả dụng băng thông và độ phân giải hình ảnh. Thành phần điều khiển lập mã chung 211 cũng quản lý việc sử dụng bộ đệm dựa trên tốc độ truyền dẫn để giảm thiểu các vấn đề chạy ngầm và tràn bộ đệm. Để quản lý các vấn đề này, thành phần điều khiển lập mã chung 211 quản lý việc phân chia, dự đoán, và lọc bởi các thành phần khác. Ví dụ, thành phần điều khiển lập mã chung 211 có thể tăng tự động độ phức tạp nén để tăng độ phân giải và tăng mức sử dụng băng thông hoặc giảm độ phức tạp nén để giảm độ phân giải và mức sử dụng băng thông. Vì thế, thành phần điều khiển lập mã chung 211 điều khiển các thành phần khác của hệ thống mã hóa-giải mã 200 để cân bằng chất lượng tái tạo tín hiệu video với các lo ngại về tốc độ bit. Thành phần điều khiển lập mã chung 211 tạo dữ liệu điều khiển, mà điều khiển vận hành của các thành phần khác. Dữ liệu điều khiển cũng được chuyển tiếp đến định dạng tiêu đề và thành phần CABAC 231 cần được mã hóa trong dòng bit đến các tham số tín hiệu để giải mã ở bộ giải mã.

Tín hiệu video được phân chia 201 cũng được gửi đến thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù trừ chuyển động 219 để dự đoán liên khung. Khung hoặc lát cắt của tín hiệu video được phân chia 201 có thể được chia thành nhiều khối video. Thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù trừ chuyển động 219 thực hiện việc lập mã dự đoán liên khung của khối video được nhận liên quan đến một hoặc nhiều khối trong một hoặc nhiều khung tham chiếu để cung cấp dự đoán thời gian. Hệ thống mã hóa-giải mã 200 có thể thực hiện nhiều lần lập mã, ví dụ như, 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 trừ chuyển động 219 có thể được tích hợp cao, nhưng được minh họa một cách riêng biệt cho các mục đích khái niệm. Ước tính chuyển động, được thực hiện bởi thành phần ước tính chuyển động 221, là quá trình tạo ra các vector chuyển động, mà ước tính chuyển động cho các khối video. Vector chuyển động, ví dụ, có thể chỉ báo sự thay thế của đối tượng được lập mã liên quan đến khối dự đoán. Khối dự đoán là khối mà được tìm thấy là khớp chặt chẽ với khối cần được lập mã, về chênh lệch điểm ảnh. Khối dự đoán có thể cũng được gọi là khối tham chiếu. Sự khác biệt điểm ảnh như vậy có thể được xác định bằng tổng chênh lệch tuyệt đối (sum of absolute difference, SAD), tổng chênh lệch bình phương (sum of square difference, SSD), hoặc các số liệu chênh lệch khác. HEVC sử dụng một vài đối tượng được lập mã bao gồm CTU, các khối lập mã cây (CTB), và các CU. Ví dụ, CTU có thể được chia thành các CTB, mà có thể sau đó được chia thành các CB để đưa vào các CU. CU có thể được mã hóa dưới dạng đơn vị dự đoán (prediction unit, PU) chứa dữ liệu dự đoán và/hoặc đơn vị biến đổi (transform unit, TU) chứa dữ liệu phần dư được biến đổi cho CU. Thành phần ước tính chuyển động 221 tạo ra các vector chuyển động, các PU, và các TU bằng cách sử dụng phân tích tốc độ méo như một phần của quá trình tối ưu hóa tốc độ méo. Ví dụ, thành phần ước tính chuyển động 221 có thể xác định nhiều khối tham chiếu, nhiều vector chuyển động, v.v. cho khối/khung hiện tại, và có thể chọn các khối tham chiếu, các vector chuyển động, v.v. có các đặc trưng tốc độ méo tốt nhất. Các đặc trưng tốc độ méo tốt nhất cân bằng cả hai chất lượng của việc tái tạo video (ví dụ như, lượng dữ liệu bị mất bởi nén) với hiệu suất lập mã (ví dụ như, kích thước của mã hóa cuối cùng).

Trong một số ví dụ, hệ thống mã hóa-giải mã 200 có thể tính toán các giá trị cho các vị trí điểm ảnh số nguyên phụ của các ảnh tham chiếu được lưu trữ trong thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223. Ví dụ, hệ thống mã hóa-giải mã video 200 có thể nội suy các giá trị của các vị trí một phần tư điểm ảnh, các vị trí một phần tám điểm ảnh, hoặc các vị trí điểm ảnh phân số khác của ảnh tham chiếu. Vì thế, 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 xuất vector chuyển động với độ chính xác điểm ảnh phân số. Thành phần ước tính chuyển động 221 tính toán vector chuyển động cho PU của khối video trong lát cắt liên lập mã bằng cách so sánh vị trí của PU với vị trí của khối dự đoán của ảnh tham chiếu. Thành phần ước tính chuyển động 221 xuất vector chuyển động được tính toán làm dữ liệu chuyển động đến định dạng tiêu đề và thành phần CABAC 231 để mã hóa và chuyển động cho thành phần bù trừ chuyển động 219.

Bù trừ chuyển động, được thực hiện bởi thành phần bù trừ chuyển động 219, có thể liên quan đến việc tìm nạp hoặc tạo ra khối dự đoán dựa trên vector chuyển động được xác định bởi thành phần ước tính chuyển động 221. Lần nữa, thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù trừ chuyển động 219 có thể được tích hợp về mặt chức năng, trong một số ví dụ. Khi nhận vector chuyển động cho PU của khối video hiện tại, thành phần bù trừ chuyển động 219 có thể định vị khối dự đoán mà vector chuyển động hướng đến. Khối video phần dư sau đó được tạo thành bằng cách trừ các giá trị điểm ảnh của khối dự đoán từ các giá trị điểm ảnh của khối video hiện tại đang được lập mã, tạo thành 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 sáng, và thành phần bù trừ chuyển động 219 sử dụng các vector chuyển động được tính toán dựa trên các thành phần độ sáng cho cả các thành phần sắc độ và các thành phần độ sáng. Khối dự đoán và khối phần dư được chuyển tiếp đến thành phần thay đổi tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213.

Tín hiệu video được phân chia 201 cũng được gửi đến thành phần ước tính nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217. Như với thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù trừ 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 một cách riêng biệt cho các mục đích khái niệm. Thành phần ước tính nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217 dự đoán nội khung khối hiện tại so với các khối trong khung hiện tại, như là sự

thay thế cho dự đoán liên khung được thực hiện bởi thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù trừ chuyển động 219 giữa các khung, như được mô tả trên. Cụ thể, thành phần ước tính nội ảnh 215 xác định chế độ dự đoán nội khung để dùng để mã hóa khối hiện tại. Trong một số ví dụ, thành phần ước tính nội ảnh 215 chọn chế độ dự đoán nội khung thích hợp để mã hóa khối hiện tại từ nhiều chế độ dự đoán nội khung được thử nghiệm. Các chế độ dự đoán nội khung được chọn sau đó được chuyển tiếp đến thành phần định dạng tiêu đề và CABAC 231 để mã hóa.

Ví dụ, thành phần ước tính nội ảnh 215 tính toán các giá trị tốc độ méo sử dụng phân tích tốc độ méo cho các chế độ dự đoán nội khung được thử nghiệm khác nhau, và chọn chế độ dự đoán nội khung có các đặc tính tốc độ méo tốt nhất trong số các chế độ được thử nghiệm. Phân tích tốc độ méo xác định nói chung lượng méo (hoặc lỗi) giữa khối được mã hóa và khối không được mã hóa ban đầu mà đã được mã hóa để sản xuất khối được mã hóa, cũng như là tốc độ bit (ví dụ như, số lượng bit) được sử dụng để sản xuất khối được mã hóa. Thành phần ước tính nội ảnh 215 tính toán các tỷ lệ từ các độ méo và các tốc độ cho các khối được mã hóa khác nhau để xác định xem chế độ dự đoán nội khung nào đưa ra giá trị tốc độ méo tốt nhất cho khối. Ngoài ra, thành phần ước tính nội ảnh 215 có thể được tạo cấu hình để lập mã các khối độ sâu sử dụng chế độ mô hình hóa độ sâu (depth modeling mode, DMM) dựa trên tối ưu hóa tốc độ méo (rate-distortion optimization, RDO).

Thành phần dự đoán nội ảnh 217 có thể tạo ra khối phần dư từ khối dự đoán dựa trên các chế độ dự đoán nội khung được chọn được xác định bởi thành phần ước tính nội ảnh 215 khi được triển khai trên bộ mã hóa hoặc được đọc khối phần dư từ dòng bit khi được triển khai trên bộ giải mã. Khối phần dư bao gồm sự khác biệt về các giá trị giữa khối dự đoán và khối ban đầu, được biểu diễn như ma trận. Khối phần dư sau đó được chuyển tiếp đến thành phần thay đổi 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 vận hành trên cả hai thành phần độ sáng và sắc độ.

Thành phần thay đổi tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 được tạo cấu hình để còn nén khối phần dư. Thành phần thay đổi tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 áp dụng biến đổi, như là 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, cho khối phần

dur, sản xuất khối video bao gồm các giá trị hệ số biến đổi phần dư. Các biến đổi wavelet, biến đổi số nguyên, biến đổi dải con hoặc các loại khác của biến đổi có thể cũng được sử dụng. Biến đổi có thể chuyển đổi thông tin phần dư từ miền giá trị điểm ảnh đến miền biến đổi, như là miền tần số. Thành phần thay đổi tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 cũng được tạo cấu hình để thay đổi tỷ lệ thông tin phần dư được biến đổi, ví dụ dựa trên tần số. Việc thay đổi tỷ lệ như vậy liên quan đến việc áp dụng hệ số tỷ lệ cho thông tin phần dư sao cho thông tin tần số khác được lượng tử hóa ở các chi tiết khác nhau, mà có thể ảnh hưởng đến chất lượng trực quan cuối cùng của video được tái tạo. Thành phần thay đổi tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 cũng được tạo cấu hình để lượng tử hóa các hệ số biến đổi để giảm thêm tốc độ bit. Quá trình lượng tử hóa có thể giảm độ sâu bit được liên kết với một số hoặc tất cả các hệ số. Mức độ lượng tử hóa có thể được sửa đổi bằng cách điều chỉnh tham số lượng tử hóa. Trong một số ví dụ, thành phần thay đổi tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 có thể sau đó thực hiện quét ma trận bao gồm các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Các hệ số biến đổi lượng tử hóa được chuyển tiếp đến thành phần định dạng tiêu đề và CABAC 231 để được mã hóa trong dòng bit.

Thành phần thay đổi tỷ lệ và biến đổi ngược 229 áp dụng vận hành đảo của thành phần thay đổi tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 để hỗ trợ ước tính chuyển động. Thành phần thay đổi tỷ lệ và biến đổi ngược 229 áp dụng việc thay đổi tỷ lệ ngược, biến đổi, và/hoặc lượng tử hóa để tái tạo khối phần dư trong miền điểm ảnh, ví dụ như, để sử dụng sau này như khối tham chiếu mà có thể trở thành khối dự đoán cho khối hiện tại khác. Thành phần ước tính chuyển động 221 và/hoặc thành phần bù trừ chuyển động 219 có thể tính toán khối tham chiếu bằng cách thêm khối phần dư trở lại vào khối dự đoán tương ứng để dùng trong ước tính chuyển động của khối/khung sau đó. Các bộ lọc được áp dụng cho các khối tham chiếu được tái tạo để giảm thiểu các tạo tác được tạo trong khi thay đổi tỷ lệ, lượng tử hóa, và biến đổi. Các tạo tác như vậy có thể cách khác khiến cho dự đoán không chính xác (và tạo các tạo tác bổ sung) khi các khối tiếp theo được dự đoán.

Thành phần phân tích điều khiển lọc 227 và thành phần bộ lọc trong vòng lặp 225 áp dụng các bộ lọc cho các khối phần dư và/hoặc các khối hình ảnh được tái tạo. Ví dụ, khối phần dư được biến đổi từ thành phần thay đổi 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 trừ chuyển động 219 để tái tạo khối hình ảnh gốc. Các bộ lọc có thể sau

đó được áp dụng cho khối hình ảnh được tái tạo. Trong một số ví dụ, các bộ lọc có thể thay vào đó được áp dụng cho các khối phần dư. Như với các thành phần khác trên Fig.2, thành phần phân tích điều khiển lọc 227 và thành phần bộ lọc trong vòng lặp 225 được tích hợp cao và có thể được triển khai cùng nhau, nhưng được mô tả riêng biệt cho các mục đích khái niệm. Các bộ lọc được áp dụng cho các khối tham chiếu được tái tạo được áp dụng cho các vùng không gian cụ thể và bao gồm nhiều tham số để điều chỉnh cách các bộ lọc như vậy được áp dụng. Thành phần phân tích điều khiển lọc 227 phân tích các khối tham chiếu được tái tạo để xác định trong đó các bộ lọc như vậy nên được áp dụng và đặt các tham số tương ứng. Dữ liệu như vậy được chuyển tiếp đến thành phần định dạng tiêu đề và CABAC 231 là dữ liệu điều khiển lọc để mã hóa. Thành phần bộ lọc trong vòng lặp 225 áp dụng các bộ lọc như vậy dựa trên dữ liệu điều khiển lọc. Các bộ lọc có thể bao gồm bộ lọc tách khối, bộ lọc triệt nhiễu, bộ lọc SAO, và bộ lọc lặp lại tương thích. Các bộ lọc như vậy có thể được áp dụng trong miền không gian/điểm ảnh (ví dụ như, trên khối điểm ảnh được tái tạo) hoặc trong miền tần số, phụ thuộc vào ví dụ.

Khi vận hành như bộ mã hóa, khối hình ảnh được tái tạo được lọc, khối phần dư, và/hoặc khối dự đoán được lưu trữ trong thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223 để dùng sau trong ước tính chuyển động như được thảo luận ở trên. Khi vận hành như bộ giải mã, thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223 lưu trữ và chuyển tiếp các khối được tái tạo và được lọc đến màn hình như một phần của tín hiệu video đầu ra. Thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223 có thể là bất kỳ thiết bị bộ nhớ có thể lưu trữ các khối dự đoán, các khối phần dư, và/hoặc các khối hình ảnh được tái tạo.

Thành phần định dạng tiêu đề và CABAC 231 nhận dữ liệu từ các thành phần khác nhau của hệ thống mã hóa-giải mã 200 và mã hóa dữ liệu như vậy thành dòng bit được lập mã để truyền về phía bộ giải mã. Cụ thể, thành phần định dạng tiêu đề và CABAC 231 tạo ra các tiêu đề khác nhau để mã hóa dữ liệu điều khiển, như là dữ liệu điều khiển chung và dữ liệu điều khiển lọc. Hơn nữa, dữ liệu dự đoán, bao gồm dự đoán nội khung và dữ liệu chuyển động, cũng như là dữ liệu phần dư dưới dạng dữ liệu hệ số biến đổi được lượng tử hóa tất cả đều được mã hóa trong dòng bit. Dòng bit cuối cùng bao gồm tất cả thông tin mong muốn bởi bộ giải mã để tái tạo tín hiệu video được phân chia 201 ban đầu. Thông tin như vậy có thể cũng bao gồm các bảng chỉ số chế độ dự đoán nội khung (cũng được gọi là các bảng ánh xạ từ mã), các định nghĩa của các ngữ cảnh mã

hóa cho các khối khác nhau, các chỉ báo của hầu hết chế độ dự đoán nội khung có thể xảy ra, chỉ báo của thông tin phân chia, v.v. Dữ liệu như vậy có thể được mã hóa bằng cách sử dụng việc lập mã entropy. Ví dụ, thông tin có thể được mã hóa bằng cách sử dụng lập mã chiều dài thay đổi tương thích với ngữ cảnh (context adaptive variable length coding, CAVLC), CABAC, lập mã nhị phân số học tương thích với ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding, SBAC), lập mã entropy phân chia theo khoảng xác suất (probability interval partitioning entropy, PIPE), hoặc kỹ thuật lập mã entropy khác. Theo việc lập mã entropy, dòng bit được lập mã có thể được truyền đến thiết bị khác (ví dụ như, bộ giải mã video) hoặc được lưu trữ cho truyền dẫn hoặc truy xuất sau này.

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 triển khai các chức năng mã hóa của hệ thống mã hóa-giải mã 200 và/hoặc triển khai các bước 101, 103, 105, 107, và/hoặc 109 của phương pháp vận hành 100. Bộ mã hóa 300 phân chia tín hiệu video đầu vào, dẫn đến tín hiệu video được phân chia 301, mà về cơ bản là tương tự với tín hiệu video được phân chia 201. Tín hiệu video được phân chia 301 sau đó được nén và được mã hóa thành dòng bit bởi các thành phần của bộ mã hóa 300.

Cụ thể, tín hiệu video được phân chia 301 được chuyển tiếp đến thành phần dự đoán nội ảnh 317 để dự đoán nội khung. Thành phần dự đoán nội ảnh 317 có thể về cơ bản tương tự với thành phần ước tính nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217. Tín hiệu video được phân chia 301 cũng được chuyển tiếp đến thành phần bù trừ chuyển động 321 để dự đoán liên khung dựa trên các khối tham chiếu trong thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 323. Thành phần bù trừ chuyển động 321 có thể về cơ bản tương tự với thành phần ước tính chuyển động 221 và thành phần bù trừ chuyển động 219. Các khối dự đoán và các khối phần dư từ thành phần dự đoán nội ảnh 317 và thành phần bù trừ chuyển động 321 được chuyển tiếp đến thành phần biến đổi và lượng tử hóa 313 cho sự biến đổi và lượng tử hóa của các khối phần dư. Thành phần biến đổi và lượng tử hóa 313 có thể về cơ bản tương tự với thành phần thay đổi tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213. Các khối phần dư được biến đổi và lượng tử hóa và các khối dự đoán tương ứng (cùng với dữ liệu điều khiển được liên kết) được chuyển tiếp đến thành phần lập mã entropy 331 để

lập mã thành dòng bit. Thành phần lập mã entropy 331 có thể về cơ bản tương tự với thành phần định dạng tiêu đề và CABAC 231.

Các khối phần dư được biến đổi và 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 ngược và lượng tử hóa 329 để tái tạo thành các khối tham chiếu để dùng bởi thành phần bù trừ chuyển động 321. Thành phần biến đổi ngược và lượng tử hóa 329 có thể về cơ bản tương tự với thành phần thay đổi tỷ lệ và biến đổi ngược 229. Các bộ lọc trong vòng lặp trong thành phần bộ lọc trong vòng lặp 325 cũng được áp dụng cho các khối phần dư và/hoặc các khối tham chiếu được tái tạo, phụ thuộc vào ví dụ. Thành phần bộ lọc trong vòng lặp 325 có thể về cơ bản tương tự với thành phần phân tích điều khiển lọc 227 và thành phần bộ lọc trong vòng lặp 225. Thành phần bộ lọc trong vòng lặp 325 có thể bao gồm nhiều bộ lọc như được thảo luận đối với thành phần bộ lọc trong vòng lặp 225. Các khối được lọc sau đó được lưu trữ trong thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 323 để dùng như các khối tham chiếu bởi thành phần bù trừ chuyển động 321. Thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 323 có thể về cơ bản tương tự với thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã video ví dụ 300. Bộ giải mã video 400 có thể được sử dụng để triển khai các chức năng giải mã của hệ thống mã hóa-giải mã 200 và/hoặc triển khai các bước 111, 113, 115, và/hoặc 107 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 tái tạo dựa trên 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 triển khai sơ đồ giải mã entropy, như là việc lập mã 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 tiêu đề để cung cấp ngữ cảnh để biên dịch dữ liệu bổ sung được mã hóa như các từ mã trong dòng bit. Thông tin được giải mã bao gồm bất kỳ thông tin mong muốn để giải mã tín hiệu video, như là dữ liệu điều khiển chung, dữ liệu điều khiển lọc, thông tin phân chia, dữ liệu chuyển động, dữ liệu dự đoán, và các hệ số biến đổi lượng tử hóa từ các khối phần dư. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa được chuyển tiếp đến thành phần biến đổi ngược và lượng tử hóa 429 để tái tạo thành

các khối phần dư. Thành phần biến đổi ngược và lượng tử hóa 429 có thể tương tự với thành phần biến đổi ngược và lượng tử hóa 329.

Các khối phần dư được tái tạo và/hoặc các khối dự đoán được chuyển tiếp đến thành phần dự đoán nội ảnh 417 để tái tạo thành các khối hình ảnh dựa trên các vận hành dự đoán nội khung. 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, thành phần dự đoán nội ảnh 417 sử dụng các chế độ dự đoán để xác định vị trí khối tham chiếu trong khung và áp dụng khối phần dư vào kết quả để tái tạo các khối hình ảnh được dự đoán nội khung. Các khối hình ảnh được dự đoán nội khung được tái tạo và/hoặc các khối phần dư và dữ liệu dự đoán liên khung tương ứng được chuyển tiếp đến thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 423 thông qua thành phần bộ lọc trong vòng lặp 425, mà có thể về cơ bản tương tự với thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223 và thành phần bộ lọc trong vòng lặp 225, tương ứng. Thành phần bộ lọc trong vòng lặp 425 lọc các khối hình ảnh được tái tạo, các khối phần dư và/hoặc các khối dự đoán, và thông tin như vậy được lưu trữ trong thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 423. Các khối hình ảnh được tái tạo từ thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 423 được chuyển tiếp đến thành phần bù trừ chuyển động 421 để dự đoán liên khung. Thành phần bù trừ chuyển động 421 có thể về cơ bản tương tự với thành phần ước tính chuyển động 221 và/hoặc thành phần bù trừ chuyển động 219. Cụ thể, thành phần bù trừ chuyển động 421 sử dụng các vector chuyển động từ khối tham chiếu để tạo ra khối dự đoán và áp dụng khối phần dư vào kết quả để tái tạo khối hình ảnh. Các khối được tái tạo kết quả có thể cũng được chuyển tiếp thông qua thành phần bộ lọc trong vòng lặp 425 đến thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 423. Thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 423 tiếp tục lưu trữ các khối hình ảnh được tái tạo bổ sung, mà có thể được tái tạo thành các khung thông qua thông tin phân chia. Các khung như vậy có thể cũng được đặt trong chuỗi. Chuỗi được xuất đến màn hình như tín hiệu video đầu ra được tái tạo.

Fig.5 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa HRD ví dụ 500. HRD 500 có thể được sử dụng trong bộ mã hóa, như là hệ thống mã hóa-giải mã 200 và/hoặc bộ mã hóa 300. HRD 500 có thể kiểm tra dòng bit được tạo ở bước 109 của phương pháp 100 trước khi dòng bit được chuyển tiếp đến bộ giải mã, như là bộ giải mã 400. Trong một số ví dụ, dòng bit có thể được chuyển tiếp liên tục thông qua HRD 500 như dòng bit được mã hóa. Trong

trường hợp mà một phần của dòng bit không phù hợp với các ràng buộc được liên kết, HRD 500 có thể chỉ báo lỗi như vậy cho bộ mã hóa để khiến cho bộ mã hóa mã hóa lại mục tương ứng của dòng bit với các cơ chế khác nhau.

HRD 500 bao gồm bộ lập lịch dòng giả định (hypothetical stream scheduler, HSS) 541. HSS 541 là thành phần được tạo cấu hình để thực hiện cơ chế phân phối giả định. Cơ chế phân phối giả định được sử dụng để kiểm tra sự phù hợp của dòng bit hoặc bộ giải mã liên quan đến định thời và luồng dữ liệu của dòng bit 551 được nhập vào trong HRD 500. Ví dụ, HSS 541 có thể nhận dòng bit 551 được xuất từ bộ mã hóa và quản lý quá trình kiểm tra sự phù hợp trên dòng bit 551. Trong ví dụ cụ thể, HSS 541 có thể điều khiển tốc độ mà các ảnh được lập mã di chuyển thông qua HRD 500 và xác minh 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 được định nghĩa trước. HRD 500 có thể quản lý dữ liệu trong các đơn vị giải mã (decoding unit, DU) 553. DU 553 là đơn vị truy nhập (AU) hoặc tập hợp con của AU và các đơn vị không phải-lớp lập mã video (VCL) lớp trừu tượng hóa mạng (NAL) được liên kết. Cụ thể, AU chứa một hoặc nhiều ảnh được liên kết với thời gian xuất. Ví dụ, AU có thể chứa ảnh đơn trong dòng bit lớp đơn, và có thể chứa ảnh cho mỗi lớp trong dòng bit đa lớp. Mỗi ảnh của AU có thể được chia thành các lát cắt mà mỗi lát cắt được bao gồm trong đơn vị VCL NAL tương ứng. Vì thế, DU 553 có thể chứa một hoặc nhiều ảnh, một hoặc nhiều lát cắt của ảnh, hoặc các sự kết hợp của chúng. Ngoài ra, các tham số được sử dụng để giải mã AU, các ảnh, và/hoặc các lát cắt có thể được bao gồm trong các đơn vị không phải-VCL NAL. Như vậy, DU 553 chứa các đơn vị không phải-VCL NAL mà chứa dữ liệu cần để hỗ trợ việc giải mã các đơn vị VCL NAL trong DU 553. CPB 543 là bộ đệm nhập trước xuất 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 khi xác minh sự phù hợp dòng bit.

CPB 543 chuyển tiếp các DU 553 đến thành phần xử lý giải mã 545. Thành phần xử lý giải mã 545 là thành phần mà phù hợp với tiêu chuẩn VVC. Ví dụ, thành phần xử lý giải mã 545 có thể mô phỏng bộ giải mã 400 được sử dụng bởi người dùng cuối. Thành phần xử lý giải mã 545 giải mã các DU 553 ở tốc độ mà có thể đạt được bởi bộ giải mã người dùng cuối ví dụ. Nếu thành phần xử lý giải mã 545 không thể giải mã các DU 553

đủ nhanh để ngăn sự tràn của CPB 543, sau đó dòng bit 551 không phù hợp với tiêu chuẩn và nên được mã hóa lại.

Thành phần xử lý giải mã 545 giải mã các DU 553, mà tạo các DU được giải mã 555. DU được giải mã 555 chứa ảnh được giải mã. Các DU được giải mã 555 được chuyển tiếp đến DPB 547. DPB 547 có thể về cơ bản tương tự với thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223, 323, và/hoặc 423. Để hỗ trợ dự đoán liên khung, các ảnh mà được đánh dấu để dùng làm các ảnh tham chiếu 556 mà thu được từ các DU được giải mã 555 được trả về thành phần xử lý giải mã 545 để hỗ trợ việc giải mã thêm. DPB 547 xuất chuỗi video được giải mã dưới dạng một loạt ảnh 557. Các ảnh 557 là các ảnh được tái tạo mà phản ánh nói chung các ảnh được mã hóa vào trong dòng bit 551 bởi bộ mã hóa.

Các ảnh 557 được chuyển tiếp đến thành phần cắt đầu ra 549. Thành phần cắt đầu ra 549 được tạo cấu hình để áp dụng cửa sổ cắt phù hợp cho các ảnh 557. Điều này dẫn đến các ảnh được cắt đầu ra 559. Ảnh được cắt đầu ra 559 là ảnh được tái tạo hoàn toàn. Do đó, ảnh được cắt đầu ra 559 bắt chước những gì người dùng cuối sẽ thấy khi giải mã dòng bit 551. Như vậy, bộ mã hóa có thể xem lại các ảnh được cắt đầu ra 559 để đảm bảo việc mã hóa đạt yêu cầu.

HRD 500 được khởi tạo dựa trên 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 bản tin SEI. HRD 500 có thể sau đó thực hiện các vận hành kiểm tra sự phù hợp trên dòng bit 551 dựa trên thông tin như là các tham số HRD. Như ví dụ cụ thể, HRD 500 có thể xác định một hoặc nhiều lịch trình phân phối CPB từ các tham số HRD. Lịch trình phân phối chỉ định định thời để phân phối dữ liệu video đến và/hoặc từ vị trí bộ nhớ, như là CPB và/hoặc DPB. Vì thế, lịch trình phân phối chỉ định định thời để phân phối các AU, DU 553, và/hoặc các ảnh, đến/từ CPB 543. Cần lưu ý rằng HRD 500 có thể sử dụng các lịch trình phân phối DPB cho DPB 547 mà tương tự với các lịch trình phân phối CPB.

Video có thể được lập mã thành các lớp khác nhau và/hoặc các OLS để dùng bởi các bộ giải mã với các mức khác nhau của khả năng phần cứng cũng như để thay đổi các điều kiện mạng. Các lịch trình phân phối CPB được chọn để phản ánh các vấn đề này. Do đó, các dòng bit con lớp cao hơn được chỉ định cho phần cứng tối ưu và các điều kiện mạng và vì thế các lớp cao hơn có thể nhận một hoặc nhiều lịch trình phân phối CPB mà sử dụng lượng lớn bộ nhớ trong CPB 543 và các trễ ngắn để chuyển các DU 553 đến

DPB 547. Tương tự như vậy, các dòng bit con lớp thấp hơn được chỉ định cho các khả năng phần cứng bộ giải mã bị giới hạn và/hoặc điều kiện mạng kém. Vì thế, các lớp thấp hơn có thể nhận một hoặc nhiều lịch trình phân phối CPB mà sử dụng lượng nhỏ bộ nhớ trong CPB 543 và các trễ dài hơn để chuyển của các DU 553 đến DPB 547. Các OLS, các lớp, các lớp con, hoặc các sự kết hợp của chúng có thể sau đó được kiểm tra theo lịch trình phân phối tương ứng để đảm bảo rằng dòng bit con kết quả có thể được giải mã chính xác trong các điều kiện mà được dự kiến cho dòng bit con. Do đó, các tham số HRD trong dòng bit 551 có thể chỉ báo các lịch trình phân phối CPB cũng như là bao gồm dữ liệu đủ để cho phép HRD 500 xác định các lịch trình phân phối CPB và tương quan các lịch trình phân phối CPB với các OLS, các lớp, và/hoặc các lớp con tương ứng.

Fig.6 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa chuỗi video đa lớp ví dụ 600 được tạo cấu hình cho dự đoán liên lớp 621. Chuỗi video đa lớp 600 có thể được mã hóa bởi bộ mã hóa, như là hệ thống mã hóa-giải mã 200 và/hoặc bộ mã hóa 300 và được giải mã bởi bộ giải mã, như là hệ thống mã hóa-giải mã 200 và/hoặc bộ giải mã 400, ví dụ theo phương pháp 100. Hơn nữa, chuỗi video đa lớp 600 có thể được kiểm tra về sự phù hợp tiêu chuẩn bởi HRD, như là HRD 500. Chuỗi video đa lớp 600 được bao gồm để mô tả ứng dụng ví dụ cho các lớp trong chuỗi video được lập mã. Chuỗi video đa lớp 600 là chuỗi video bất kỳ mà sử dụng nhiều lớp, như là lớp N 631 và lớp N+1 632.

Trong ví dụ, chuỗi video đa lớp 600 có thể sử dụng dự đoán liên lớp 621. Dự đoán liên lớp 621 được áp dụng giữa các ảnh 611, 612, 613, và 614 và các ảnh 615, 616, 617, và 618 trong các lớp khác nhau. Trong ví dụ được thể hiện, các ảnh 611, 612, 613, và 614 là một phần của lớp N+1 632 và các ảnh 615, 616, 617, và 618 là một phần của lớp N 631. Lớp, như là lớp N 631 và/hoặc lớp N+1 632, là nhóm ảnh mà tất cả được liên kết với giá trị tương tự của các đặc trưng, như là kích thước, chất lượng, độ phân giải, tỉ số tín hiệu trên nhiễu, dung lượng tương tự, v.v. Lớp có thể được định nghĩa một cách chính thức là tập hợp của các đơn vị VCL NAL và các đơn vị không phải-VCL NAL được liên kết. Đơn vị VCL NAL là đơn vị NAL được lập mã để chứa dữ liệu video, như là lát cắt được lập mã của ảnh. Đơn vị không phải-VCL NAL là đơn vị NAL mà chứa dữ liệu không phải-video như là cú pháp và/hoặc các tham số mà hỗ trợ việc giải mã dữ liệu video, hiệu năng của việc kiểm tra sự phù hợp, hoặc các vận hành khác.

Trong ví dụ thể hiện, lớp N+1 632 được liên kết với kích thước hình ảnh lớn hơn lớp N 631. Do đó, các ảnh 611, 612, 613, và 614 trong lớp N+1 632 có kích thước ảnh lớn hơn (ví dụ như, chiều cao và chiều rộng lớn hơn và vì thế nhiều mẫu hơn) các ảnh 615, 616, 617, và 618 trong lớp N 631 trong ví dụ này. Tuy nhiên, các ảnh như vậy có thể được tách giữa lớp N+1 632 và lớp N 631 bởi các đặc trưng khác. Trong khi chỉ có hai lớp, lớp N+1 632 và lớp N 631, được thể hiện, tập hợp các ảnh có thể được tách thành số lớp bất kỳ dựa trên các đặc trưng được liên kết. Lớp N+1 632 và lớp N 631 có thể cũng được biểu thị bởi ID lớp. ID lớp là mục của dữ liệu mà được liên kết với ảnh và biểu thị ảnh là một phần của lớp được chỉ báo. Do đó, mỗi ảnh từ 611 đến 618 có thể được liên kết với ID lớp tương ứng để chỉ báo lớp N+1 632 hay lớp N 631 bao gồm ảnh tương ứng. Ví dụ, ID lớp có thể bao gồm mã định danh lớp tiêu đề đơn vị NAL (`nuh_layer_id`), mà là phần tử cú pháp mà chỉ định mã định danh của lớp mà bao gồm đơn vị NAL (ví dụ như, việc bao gồm các lát cắt và/hoặc các tham số của các ảnh trong lớp). Lớp được liên kết với chất lượng thấp hơn/kích thước dòng bit, như là lớp N 631, được gán nói chung ID lớp thấp hơn và được gọi là lớp thấp hơn. Hơn nữa, lớp được liên kết với chất lượng cao hơn/kích thước dòng bit, như là lớp N+1 632, được gán nói chung ID lớp cao hơn và được gọi là lớp cao hơn.

Các ảnh từ 611 đến 618 trong các lớp khác nhau từ 631 đến 632 được tạo cấu hình để được hiển thị theo cách khác. Như vậy, các ảnh trong các lớp khác nhau từ 631 đến 632 có thể chia sẻ ID thời gian và có thể được bao gồm trong cùng AU. ID thời gian là phần tử dữ liệu mà chỉ báo dữ liệu tương ứng với vị trí thời gian trong chuỗi video. AU là tập hợp của các đơn vị NAL mà được liên kết với nhau theo nguyên tắc phân loại được chỉ định và đề cập đến một thời gian xuất cụ thể. Ví dụ, AU có thể bao gồm một hoặc nhiều ảnh trong các lớp khác nhau, như là ảnh 611 và ảnh 615 khi các ảnh như vậy được liên kết với cùng ID thời gian. Như ví dụ cụ thể, bộ giải mã có thể giải mã và hiển thị ảnh 615 ở thời gian hiển thị hiện tại nếu ảnh nhỏ hơn được mong muốn hoặc bộ giải mã có thể giải mã và hiển thị ảnh 611 ở thời gian hiển thị hiện tại nếu ảnh lớn hơn được mong muốn. Như vậy, các ảnh từ 611 đến 614 ở lớp cao hơn N+1 632 chứa về cơ bản cùng dữ liệu hình ảnh như các ảnh tương ứng từ 615 đến 618 ở lớp thấp hơn N 631 (bất kể chênh lệch về kích thước ảnh). Cụ thể, ảnh 611 chứa về cơ bản cùng dữ liệu hình ảnh như ảnh 615, ảnh 612 chứa về cơ bản cùng dữ liệu hình ảnh như ảnh 616, v.v.

Các ảnh từ 611 đến 618 có thể được lập mã bằng cách tham chiếu đến các ảnh từ 611 đến 618 khác trong cùng lớp N 631 hoặc N+1 632. Việc lập mã ảnh trong tham chiếu đến ảnh khác trong cùng lớp dẫn đến dự đoán liên khung 623. Dự đoán liên khung 623 được mô tả bởi các mũi tên đường nét liền. Ví dụ, ảnh 613 có thể được lập mã bằng cách sử dụng dự đoán liên khung 623 sử dụng một hoặc hai ảnh 611, 612, và/hoặc 614 trong lớp N+1 632 làm tham chiếu, trong đó một ảnh được tham chiếu cho dự đoán liên khung một chiều và/hoặc hai ảnh được tham chiếu cho dự đoán liên khung hai chiều. Hơn nữa, ảnh 617 có thể được lập mã bằng cách sử dụng dự đoán liên khung 623 sử dụng một hoặc hai ảnh 615, 616, và/hoặc 618 trong lớp N 631 làm tham chiếu, trong đó một ảnh được tham chiếu cho dự đoán liên khung một chiều và/hoặc hai ảnh được tham chiếu cho dự đoán liên khung hai chiều. Khi ảnh được sử dụng làm tham chiếu cho ảnh khác trong cùng lớp khi thực hiện dự đoán liên khung 623, ảnh có thể được gọi là ảnh tham chiếu. Ví dụ, ảnh 612 có thể là ảnh tham chiếu được sử dụng để lập mã ảnh 613 theo dự đoán liên khung 623. Dự đoán liên khung 623 có thể cũng được gọi là dự đoán liên lớp trong ngữ cảnh đa lớp. Như vậy, dự đoán liên khung 623 là cơ chế của các mẫu lập mã của ảnh hiện tại bằng cách tham chiếu đến các mẫu được chỉ báo trong ảnh tham chiếu mà khác với ảnh hiện tại trong đó ảnh tham chiếu và ảnh hiện tại ở trong cùng lớp.

Các ảnh từ 611 đến 618 có thể cũng được lập mã bằng cách tham chiếu đến các ảnh từ 611 đến 618 khác trong các lớp khác nhau. Quá trình này được gọi là dự đoán liên lớp 621, và được mô tả bởi các mũi tên nét đứt. Dự đoán liên lớp 621 là cơ chế của các mẫu lập mã của ảnh hiện tại bằng cách tham chiếu đến các mẫu được chỉ báo trong ảnh tham chiếu trong đó ảnh hiện tại và ảnh tham chiếu ở trong các lớp khác nhau và vì thế có các ID lớp khác nhau. Ví dụ, ảnh trong lớp thấp hơn N 631 có thể được sử dụng làm ảnh tham chiếu để lập mã ảnh tương ứng ở lớp cao hơn N+1 632. Như ví dụ cụ thể, ảnh 611 có thể được lập mã bằng cách tham chiếu đến ảnh 615 theo dự đoán liên lớp 621. Trong trường hợp như vậy, ảnh 615 được sử dụng làm ảnh tham chiếu liên lớp. Ảnh tham chiếu liên lớp là ảnh tham chiếu được sử dụng cho dự đoán liên lớp 621. Trong hầu hết các trường hợp, dự đoán liên lớp 621 bị ràng buộc sao cho ảnh hiện tại, như là ảnh 611, chỉ có thể dùng (các) ảnh tham chiếu liên lớp mà được bao gồm trong cùng AU và ở lớp thấp hơn, như là ảnh 615. Khi nhiều lớp (ví dụ như, nhiều hơn hai) là khả dụng, dự đoán

liên lớp 621 có thể mã hóa/giải mã ảnh hiện tại dựa trên nhiều (các) ảnh tham chiếu liên lớp ở mức thấp hơn ảnh hiện tại.

Bộ mã hóa video có thể sử dụng chuỗi video đa lớp 600 để mã hóa các ảnh từ 611 đến 618 thông qua nhiều sự kết hợp và/hoặc các hoán vị khác nhau của dự đoán liên khung 623 và dự đoán liên lớp 621. Ví dụ, ảnh 615 có thể được lập mã theo dự đoán nội khung. Các ảnh từ 616 đến 618 có thể sau đó được lập mã theo dự đoán liên khung 623 bằng cách sử dụng ảnh 615 làm ảnh tham chiếu. Hơn nữa, ảnh 611 có thể được lập mã theo dự đoán liên lớp 621 bằng cách sử dụng ảnh 615 làm ảnh tham chiếu liên lớp. Các ảnh từ 612 đến 614 có thể sau đó được lập mã theo dự đoán liên khung 623 bằng cách sử dụng ảnh 611 làm ảnh tham chiếu. Như vậy, ảnh tham chiếu có thể đóng vai trò là cả hai ảnh tham chiếu lớp đơn và ảnh tham chiếu liên lớp cho các cơ chế lập mã khác nhau. Bằng cách lập mã các ảnh lớp cao hơn $N+1$ 632 dựa trên các ảnh lớp thấp hơn N 631, lớp cao hơn $N+1$ 632 có thể tránh việc sử dụng dự đoán nội khung, mà có hiệu suất lập mã thấp hơn nhiều so với dự đoán liên khung 623 và dự đoán liên lớp 621. Như vậy, hiệu suất lập mã kém của dự đoán nội khung có thể bị giới hạn ở các ảnh chất lượng nhỏ nhất/thấp nhất, và vì thế giới hạn việc lập mã lượng nhỏ nhất dữ liệu video. Các ảnh được sử dụng làm các ảnh tham chiếu và/hoặc các ảnh tham chiếu liên lớp có thể được chỉ báo trong các mục nhập của (các) danh sách ảnh tham chiếu được chứa trong cấu trúc danh sách ảnh tham chiếu.

Để thực hiện các vận hành như vậy, các lớp như là lớp N 631 và lớp $N+1$ 632 có thể được bao gồm trong OLS 625. OLS 625 là tập hợp của các lớp mà một hoặc nhiều lớp được chỉ định làm lớp đầu ra. Lớp đầu ra là lớp mà được chỉ định cho đầu ra (ví dụ như, cho màn hình). Ví dụ, lớp N 631 có thể chỉ được bao gồm để hỗ trợ dự đoán liên lớp 621 và có thể không bao giờ được xuất. Trong trường hợp như vậy, lớp $N+1$ 632 được giải mã dựa trên lớp N 631 và được xuất. Trong trường hợp như vậy, OLS 625 bao gồm lớp $N+1$ 632 là lớp đầu ra. Trong một số trường hợp, OLS 625 chỉ chứa lớp đầu ra được gọi là lớp phát sóng đồng thời. Trong các trường hợp khác, OLS 625 có thể chứa nhiều lớp trong các sự kết hợp khác nhau. Ví dụ, lớp đầu ra trong OLS 625 có thể được lập mã theo dự đoán liên lớp 621 dựa trên một, hai, hoặc nhiều lớp thấp hơn. Hơn nữa, OLS 625 có thể chứa nhiều hơn một lớp đầu ra. Vì thế, OLS 625 có thể chứa một hoặc nhiều lớp đầu ra và bất kỳ lớp hỗ trợ cần để tái tạo các lớp đầu ra. Chuỗi video đa lớp 600 có thể

được lập mã bằng cách sử dụng nhiều OLS 625 khác nhau mà mỗi OLS sử dụng các sự kết hợp khác nhau của các lớp. Mỗi OLS 625 được liên kết với chỉ số OLS, mà là chỉ số mà định danh duy nhất OLS 625 tương ứng

Việc kiểm tra chuỗi video đa lớp 600 về sự phù hợp các tiêu chuẩn ở HRD 500 có thể trở nên phức tạp phụ thuộc vào số lớp từ 631 đến 632 và các OLS 625. Các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được sử dụng để chỉ báo các tham số cần để kiểm tra các lớp từ 631 đến 632 và các OLS 625 về sự phù hợp tiêu chuẩn.

Fig.7 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa dòng bit ví dụ 700. Ví dụ, dòng bit 700 có thể được tạo ra bởi hệ thống mã hóa-giải mã 200 và/hoặc bộ mã hóa 300 để giải mã bởi hệ thống mã hóa-giải mã 200 và/hoặc bộ giải mã 400 theo phương pháp 100. Hơn nữa, dòng bit 700 có thể bao gồm chuỗi video đa lớp 600. Ngoài ra, dòng bit 700 có thể bao gồm các tham số khác nhau để điều khiển vận hành của HRD, như là HRD 500. Dựa trên các tham số như vậy, HRD có thể kiểm tra dòng bit 700 về sự phù hợp với các tiêu chuẩn trước khi truyền dẫn về phía bộ giải mã để giải mã.

Dòng bit 700 bao gồm VPS 711, một hoặc nhiều SPS 713, nhiều bộ tham số hình ảnh (picture parameter set, PPS) 715, nhiều tiêu đề lát cắt 717, dữ liệu hình ảnh 720, và các bản tin SEI 719. VPS 711 chứa dữ liệu liên quan đến toàn bộ dòng bit 700. Ví dụ, VPS 711 có thể chứa các 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 ảnh trong chuỗi video được lập mã được chứa 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 việc định cỡ ảnh, độ sâu bit, các tham số công cụ lập mã, hạn chế tốc độ bit, v.v. Cần lưu ý rằng, trong khi mỗi chuỗi đề cập đến SPS 713, SPS 713 đơn có thể chứa dữ liệu cho nhiều chuỗi trong một số ví dụ. PPS 715 chứa các tham số mà áp dụng cho toàn bộ ảnh. Vì thế, mỗi ảnh trong chuỗi video có thể đề cập đến PPS 715. Cần lưu ý rằng, trong khi mỗi ảnh đề cập đến PPS 715, PPS 715 đơn có thể chứa dữ liệu cho nhiều ảnh trong một số ví dụ. Ví dụ, nhiều ảnh tương tự có thể được lập mã theo các tham số tương tự. Trong trường hợp như vậy, PPS 715 đơn có thể chứa dữ liệu cho các ảnh tương tự như vậy. PPS 715 có thể chỉ báo các công cụ lập mã khả dụng cho các lát cắt trong các ảnh, các tham số lượng tử hóa, các độ lệch tương ứng, v.v.

Tiêu đề lát cắt 717 chứa các tham số mà cụ thể cho mỗi lát cắt trong ảnh. Vì thế, có thể có một tiêu đề lát cắt 717 cho mỗi lát cắt trong chuỗi video. Tiêu đề lát cắt 717 có thể chứa thông tin loại lát cắt, các POC, các danh sách ảnh tham chiếu, các trọng số dự đoán, các điểm nhập ô, các tham số tách khối, v.v. Cần lưu ý rằng trong một số ví dụ, dòng bit 700 có thể cũng bao gồm tiêu đề ảnh, mà là cấu trúc cú pháp mà chứa các tham số mà áp dụng cho tất cả các lát cắt trong ảnh đơn. Đối với nguyên nhân này, tiêu đề ảnh và tiêu đề lát cắt 717 có thể được sử dụng thay thế cho nhau trong một số ngữ cảnh. Ví dụ, các tham số nhất định có thể được di chuyển giữa tiêu đề lát cắt 717 và tiêu đề ảnh phụ thuộc vào xem các tham số như vậy có là phổ biến với tất cả các lát cắt trong ảnh hay không.

Dữ liệu hình ảnh 720 chứa dữ liệu video được mã hóa theo dự đoán liên khung và/hoặc dự đoán nội khung cũng như là dữ liệu phần dư được biến đổi và được lượng tử hóa tương ứng. Ví dụ, dữ liệu hình ảnh 720 có thể bao gồm các OLS 721, các lớp 723, các ảnh 725, và/hoặc các lát cắt 727. OLS 721, là tập hợp của các lớp 723 mà một hoặc nhiều lớp được chỉ định làm (các) lớp đầu ra. OLS 721 có thể về cơ bản tương tự với OLS 625. Lớp 723 là tập hợp của các đơn vị VCL NAL mà chia sẻ đặc trưng được chỉ định (ví dụ như, độ phân giải chung, tốc độ khung, kích thước hình ảnh, v.v.) như được chỉ báo bởi mã định danh lớp (ID) và các đơn vị không phải-VCL NAL được liên kết. Ví dụ, lớp 723 có thể bao gồm tập hợp của các ảnh 725 mà chia sẻ cùng `nuh_layer_id`. Lớp 723 có thể về cơ bản tương tự với các lớp 631 và/hoặc 632. Ảnh 725 là mảng các mẫu độ sáng và/hoặc mảng các mẫu sắc độ mà tạo khung hoặc trường của chúng. Ví dụ, ảnh 725 là hình ảnh được lập mã mà có thể được xuất để hiển thị hoặc được sử dụng để hỗ trợ việc lập mã của (các) ảnh 725 khác để xuất. Ảnh 725 chứa một hoặc nhiều lát cắt 727. Lát cắt 727 có thể được định nghĩa là số nguyên các ô hoàn chỉnh hoặc số nguyên các hàng đơn vị lập mã cây (CTU) hoàn chỉnh liên tiếp (ví dụ như, ở trong ô) của ảnh 725 mà chỉ được chứa trong đơn vị NAL đơn. Các lát cắt 727 còn được chia thành các CTU và/hoặc các khối lập mã cây (CTB). CTU là nhóm các mẫu của kích thước được định nghĩa trước mà có thể được phân chia bởi cây lập mã. CTB là tập hợp con của CTU và chứa các thành phần độ sáng hoặc các thành phần sắc độ của CTU. Các CTU/CTB còn được chia thành các khối lập mã dựa trên các cây lập mã. Các khối lập mã có thể sau đó được mã hóa/giải mã theo các cơ chế dự đoán.

Dòng bit 700 có thể được lập mã như chuỗi các đơn NAL. Đơn vị NAL là vùng chứa dữ liệu video và/hoặc cú pháp hỗ trợ. Đơn vị NAL có thể là đơn vị VCL NAL hoặc đơn vị không phải-VCL NAL. Đơn vị VCL NAL là đơn vị NAL được lập mã để chứa dữ liệu video, như là dữ liệu hình ảnh 720 và tiêu đề lát cắt được liên kết 717. Đơn vị không phải-VCL NAL là đơn vị NAL mà chứa dữ liệu không phải-video như là cú pháp và/hoặc các tham số mà hỗ trợ việc giải mã dữ liệu video, hiệu năng của việc kiểm tra sự phù hợp, hoặc các vận hành khác. Ví dụ, đơn vị không phải-VCL NAL có thể chứa VPS 711, SPS 713, PPS 715, bản tin SEI 719, hoặc cú pháp hỗ trợ khác.

Bản tin SEI 719 là cấu trúc cú pháp với ngữ nghĩa cụ thể mà truyền tải thông tin mà không cần bởi quá trình giải mã để xác định các giá trị của các mẫu trong các ảnh được giải mã. Ví dụ, các bản tin SEI 719 có thể chứa dữ liệu để hỗ trợ các quá trình HRD hoặc dữ liệu hỗ trợ khác mà không trực tiếp liên quan đến việc giải mã dòng bit 700 ở bộ giải mã. Bản tin SEI 719 có thể là các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ là bản tin mà chứa nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ mà tương ứng với một hoặc nhiều OLS 721 hoặc một hoặc nhiều lớp 723. Do đó, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ là bản tin SEI 719 mà chứa tập hợp các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ của cùng loại. Các bản tin SEI 719 có thể bao gồm bản tin BP SEI mà chứa các tham số HRD để khởi tạo HRD để quản lý CPB. Các bản tin SEI 719 có thể cũng bao gồm bản tin PT SEI mà chứa các tham số HRD để quản lý thông tin phân phối cho các AU ở CPB và/hoặc DPB. Các bản tin SEI 719 có thể cũng bao gồm bản tin DUI SEI mà chứa các tham số HRD để quản lý thông tin phân phối cho các DU ở CPB và/hoặc DPB.

Dòng bit 700 bao gồm các cờ khác nhau để báo hiệu cấu hình của các bản tin SEI 719. Ví dụ, bản tin SEI 719 có thể bao gồm cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ (scalable nesting, SN) 731, số OLS trừ một (num_olss_minus1) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 733, delta OLS trừ một ($\text{ols_idx_delta_minus1}[i]$) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 735, số lớp trừ một (num_layers_minus1) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 737, và/hoặc ID lớp ($\text{layer_id}[i]$) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 739 khi bản tin SEI 719 là bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ.

Cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 731 là phần tử cú pháp mà chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay

đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hoặc các lớp cụ thể 723. Ví dụ, cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 731 có thể đặt là một khi các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS 721 cụ thể (và không phải các lớp). Hơn nữa, cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 731 có thể đặt là không khi các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp 723 cụ thể (và không phải các lớp). Do đó, HRD có thể đọc cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 731 trong bản tin SEI 719 và xác định xem tất cả các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ chứa ở đó mô tả các OLS 721 hoặc các lớp 723.

Num_olss_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 733 được sử dụng khi bản tin SEI 719 liên quan đến các OLS 721 như được chỉ báo bởi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 731. Num_olss_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 733 là phần tử cú pháp mà chỉ định số OLS 721 mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng. Num_olss_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 733 sử dụng định dạng trừ một và vì thế bao gồm một định dạng nhỏ hơn giá trị thực tế. Ví dụ, nếu bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ mà liên quan đến năm OLS 721, sau đó num_olss_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 733 được đặt giá trị là bốn.

Ols_idx_delta_minus1[i] lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 735 được sử dụng khi bản tin SEI 719 liên quan đến các OLS 721 như được chỉ báo bởi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 731. Ols_idx_delta_minus1[i] lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 735 là phần tử cú pháp mà chứa dữ liệu đủ để suy ra chỉ số OLS lồng nhau. Cụ thể, ols_idx_delta_minus1[i] lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 735 chứa chỉ số OLS cho mỗi bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Như vậy, ols_idx_delta_minus1[i] lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 735 có thể được sử dụng để tương quan các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ với các OLS 721. Trong ví dụ cụ thể, ols_idx_delta_minus1[i] 735 được sử dụng để xác định chỉ số OLS lồng nhau (NestingOlsIdx) cho mỗi bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. NestingOlsIdx là phần tử cú pháp mà chỉ định chỉ số OLS của OLS 721 mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng. Trong ví dụ, NestingOlsIdx[i] được suy ra như sau:

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

$\text{NestingOlsIdx}[i] = \text{ols_idx_delta_minus1}[i]$ lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ
else

$\text{NestingOlsIdx}[i] = \text{NestingOlsIdx}[i - 1] + \text{ols_idx_delta_minus1}[i]$ lồng
nhau có thể thay đổi tỷ lệ + 1.

Num_layers_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 733 được sử dụng khi bản tin SEI 719 liên quan đến các lớp 723 như được chỉ báo bởi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 731. Num_layers_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 737 là phần tử cú pháp mà chỉ định số lớp 723 mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng. Num_layers_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 737 sử dụng định dạng trừ một và vì thế bao gồm một định dạng nhỏ hơn giá trị thực tế. Ví dụ, nếu bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ mà liên quan đến năm lớp 723, sau đó num_olss_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 737 được đặt giá trị là bốn.

$\text{Layer_id}[i]$ 739 được sử dụng khi bản tin SEI 719 liên quan đến các lớp 723 như được chỉ báo bởi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 731. $\text{Layer_id}[i]$ 739 là phần tử cú pháp mà chỉ định giá trị num_layer_id của lớp thứ i mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng. Như vậy, $\text{layer_id}[i]$ 739 có thể được sử dụng để tương quan mỗi bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ với các lớp 723 tương ứng.

Do đó, các cờ được mô tả trong dòng bit 700 cho phép HRD và/hoặc bộ giải mã xác định nhanh chóng cấu hình của các bản tin SEI 719. HRD/bộ giải mã có thể sử dụng cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 731 để xác định nếu tập hợp của các bản tin được lồng có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các OLS 721 hoặc các lớp 723. HRD/bộ giải mã có thể sau đó xác định số OLS 721 tương ứng sử dụng num_olss_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 733 và chỉ số của mỗi OLS 721 tương ứng sử dụng $\text{ols_idx_delta_minus1}[i]$ lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 735 để xác định cách áp dụng các bản tin được lồng có thể thay đổi tỷ lệ khi các bản tin được lồng có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các OLS 721. Hơn nữa, HRD/bộ giải mã có thể sau đó xác định số lớp 723 tương ứng sử dụng num_layers_minus1 lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ 737 và chỉ số của mỗi lớp 723 tương ứng sử dụng $\text{layer_id}[i]$ 739 để xác định cách áp dụng các bản tin được lồng có thể thay đổi tỷ lệ khi các bản tin được lồng có thể thay đổi tỷ lệ liên quan đến các lớp 723. Cách tiếp cận này giảm số loại bản tin SEI 719. Điều này giảm độ phức tạp và

giảm tổng số loại bản tin. Điều này đến lượt giảm độ dài của dữ liệu ID bản tin được sử dụng để định danh mỗi loại bản tin. Nhờ đó, hiệu suất lập mã được tăng, làm giảm việc sử dụng tài nguyên bộ xử lý, bộ nhớ, và/hoặc báo hiệu mạng ở cả hai bộ mã hóa và bộ giải mã.

Thông tin ở trước hiện được mô tả chi tiết hơn ở đây dưới đây. Việc lập mã video được phân lớp cũng được gọi là việc lập mã video có thể thay đổi tỷ lệ hoặc việc lập mã video có khả năng thay đổi tỷ lệ. Khả năng thay đổi tỷ lệ trong việc lập mã video có thể được hỗ trợ bằng cách sử dụng các kỹ thuật lập mã đa lớp. Dòng bit đa lớp bao gồm lớp cơ sở (base layer, BL) và một hoặc nhiều lớp nâng cao (enhancement layer, EL) Ví dụ về các khả năng thay đổi tỷ lệ bao gồm khả năng thay đổi tỷ lệ không gian, khả năng thay đổi tỷ lệ chất lượng / tỉ số tín hiệu trên nhiễu (signal to noise ratio, SNR), khả năng thay đổi tỷ lệ đa góc nhìn, khả năng thay đổi tỷ lệ tốc độ khung, v.v. Khi kỹ thuật lập mã đa lớp được sử dụng, ảnh hoặc một phần của nó có thể được lập mã mà không sử dụng ảnh tham chiếu (dự đoán nội khung), có thể được lập mã bằng cách tham chiếu các ảnh tham chiếu mà ở trong cùng lớp (dự đoán liên khung), và/hoặc có thể được lập mã bằng cách tham chiếu các ảnh tham chiếu mà ở trong (các) lớp khác (dự đoán liên lớp). Ảnh tham chiếu được sử dụng cho dự đoán liên lớp của ảnh hiện tại được gọi là ảnh tham chiếu liên lớp (inter-layer reference picture, ILRP). Fig.6 minh họa ví dụ của việc lập mã đa lớp cho khả năng thay đổi tỷ lệ không gian mà trong đó các ảnh trong các lớp khác nhau có các độ phân giải khác nhau.

Một số họ lập mã video cung cấp hỗ trợ cho khả năng thay đổi tỷ lệ trong (các) hồ sơ được tách từ (các) hồ sơ để lập mã đơn lớp. Lập mã video có thể thay đổi tỷ lệ (SVC) là phần mở rộng của lập mã video cao cấp (AVC) mà cung cấp hỗ trợ cho các khả năng thay đổi tỷ lệ không gian, thời gian, và chất lượng. Đối với SVC, cờ được báo hiệu trong mỗi khối macro (macroblock, MB) trong các ảnh EL để chỉ báo xem EL MB được dự đoán có sử dụng khối được sắp xếp từ lớp thấp hơn hay không. Dự đoán từ khối được sắp xếp có thể bao gồm kết cấu, các vector chuyển động, và/hoặc các chế độ lập mã. Các triển khai của SVC có thể không tái sử dụng trực tiếp các triển khai AVC chưa sửa đổi trong thiết kế của chúng. Cú pháp khối macro SVC EL và quá trình giải mã khác với cú pháp AVC và quá trình giải mã

HEVC có thể thay đổi tỷ lệ (SHVC) là phần mở rộng của HEVC mà cung cấp hỗ trợ cho các khả năng thay đổi tỷ lệ không gian và chất lượng. HEVC đa góc nhìn (MV-HEVC) là phần mở rộng của HEVC mà cung cấp hỗ trợ cho khả năng thay đổi tỷ lệ đa góc nhìn. HEVC 3D (3D-HEVC) là phần mở rộng của HEVC mà cung cấp hỗ trợ cho việc lập mã video 3D mà tiên tiến hơn và hiệu quả hơn MV-HEVC. Khả năng thay đổi tỷ lệ thời gian có thể được bao gồm như một phần không thể thiếu của bộ mã hóa-giải mã HEVC đơn lớp. Trong phần mở rộng đa lớp của HEVC, các ảnh được giải mã được sử dụng cho dự đoán liên lớp chỉ đến từ cùng AU và được coi là các ảnh tham chiếu dài hạn (long-term reference picture, LTRP). Các ảnh như vậy được gán các chỉ mục tham chiếu trong (các) danh sách ảnh tham chiếu cùng với các ảnh tham chiếu thời gian khác trong lớp hiện tại. Dự đoán liên lớp (Inter-layer prediction, ILP) đạt được ở mức đơn vị dự đoán (PU) bằng cách đặt giá trị của chỉ số tham chiếu để đề cập đến (các) ảnh tham chiếu liên lớp trong (các) danh sách ảnh tham chiếu. Khả năng thay đổi tỷ lệ không gian tái lấy mẫu ảnh tham chiếu hoặc một phần của nó khi ILRP có độ phân giải không gian khác với ảnh hiện tại đang được mã hóa hoặc được giải mã. Việc tái lấy mẫu ảnh chuẩn có thể được tiến hành ở mức ảnh hoặc mức khối lập mã.

VVC có thể cũng hỗ trợ việc lập mã video được phân lớp. Dòng bit VVC có thể bao gồm nhiều lớp. Các lớp có thể là điều 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 cũng được gọi là các lớp phát sóng đồng thời. Trong một số trường hợp, một số lớp được lập mã sử dụng ILP. Cờ trong VPS có thể chỉ báo xem các lớp có là các lớp phát sóng đồng thời hoặc xem một số lớp có dùng ILP hay không. Khi một số lớp sử dụng ILP, mối quan hệ phụ thuộc lớp giữa các lớp cũng được báo hiệu trong VPS. Không giống SHVC và MV-HEVC, VVC có thể không chỉ định các OLS. OLS bao gồm tập hợp được chỉ định của các lớp, trong đó một hoặc nhiều lớp trong tập hợp của các lớp được chỉ định để làm các lớp đầu ra. Lớp đầu ra là lớp của OLS mà được xuất. Trong một số triển khai của VVC, chỉ một lớp có thể được chọn để giải mã và xuất khi các lớp là các lớp phát sóng đồng thời. Trong một số triển khai của VVC, toàn bộ dòng bit bao gồm tất cả các lớp được chỉ định để được giải mã khi lớp bất kỳ dùng ILP. Hơn nữa, các lớp nhất định trong số các lớp được chỉ định để làm các lớp đầu ra. Các lớp đầu ra có thể được chỉ báo để chỉ là lớp

cao nhất, tất cả các lớp, hoặc lớp cao nhất cộng với tập hợp của các lớp thấp hơn được chỉ báo.

Các khía cạnh ở trước chứa các vấn đề nhất định. HEVC, bao gồm SHVC và MV-HEVC mở rộng có khả năng thay đổi tỷ lệ, có thể sử dụng bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ để liên kết các bản tin SEI với các tập hợp con dòng bit tương ứng với các điểm vận hành khác nhau hoặc với các lớp hoặc các lớp con cụ thể. HEVC có thể cũng sử dụng việc lồng phân chia dòng bit để liên kết các bản tin SEI với vùng phân chia dòng bit trong OLS. Vùng phân chia dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp của dòng bit đa lớp. Mỗi bản tin SEI lồng nhau phân chia dòng bit có thể được chứa ở trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Sơ đồ lồng nhau hai mức này cho các bản tin SEI cho các OLS là phức tạp.

Nói chung, sáng chế mô tả các cách tiếp cận để lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ của các bản tin SEI cho các tập hợp lớp đầu ra trong các dòng bit video đa lớp. Các mô tả của các kỹ thuật là dựa trên VVC. Tuy nhiên, các kỹ thuật cũng áp dụng cho việc lập mã video được phân lớp dựa trên các thông số kỹ thuật mã hóa-giải mã video khác.

Một hoặc nhiều vấn đề được đề cập trên có thể được giải quyết như sau. Cụ thể, sáng chế bao gồm các phương pháp cho sự lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ đơn giản và hiệu quả của các bản tin SEI cho các OLS trong các dòng bit video đa lớp. Thay vì sử dụng sơ đồ lồng nhau hai mức, chỉ một bản tin SEI lồng nhau được định nghĩa để bao gồm một cách trực tiếp các bản tin SEI lồng nhau mà áp dụng cho một hoặc nhiều lớp trong OLS.

Triển khai ví dụ của các cơ chế ở trước là như sau. Cú pháp bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ ví dụ là như sau.

scalable_nesting(payloadSize) {	Ký hiệu
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 /* bằng 0 */	u(1)
for(i = 0; i <= nesting_num_seis_minus1; i++)	
sei_message()	
}	

Trong ví dụ thay thế, cờ có thể được thêm vào khi nesting_ols_flag bằng một. Cờ này có thể được đặt bằng một để chỉ báo rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho tất cả OLS và có thể áp dụng cho tất cả các lớp trong mỗi OLS. Khi cờ này được đặt bằng một, tất cả các phần tử cú pháp sau cờ này đến nesting_num_seis_minus1 không được báo hiệu. Trong ví dụ thay thế khác, cờ có thể được sử dụng và được đặt bằng một để chỉ báo rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho tất cả OLS. Khi cờ này bằng một, phần tử cú pháp nesting_ols_idx_delta_minus1 và danh sách các phần tử cú pháp nesting_ols_idx_delta_minus1[i] không được báo hiệu. Trong ví dụ thay thế khác, các giá trị chỉ số OLS lồng nhau được báo hiệu bởi các phần tử cú pháp nesting_ols_idx_delta_minus1[i] được lập mã trực tiếp thay vì được lập mã delta. Trong

ví dụ thay thế khác, cờ có thể được sử dụng và được đặt bằng một để chỉ báo rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho tất cả các lớp của OLS. Khi cờ này bằng một, các danh sách của các phần tử cú pháp `nesting_ols_idx_layers_minus1[ i ]` và `nesting_ols_layer_idx_delta_minus1[ i ][ j ]` không được báo hiệu. Trong ví dụ thay thế khác, các giá trị chỉ số lớp OLS lồng nhau được báo hiệu bởi các phần tử cú pháp `nesting_ols_idx_delta_minus1[ i ][ j ]` được lập mã trực tiếp thay vì được lập mã delta.

Ngữ nghĩa bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ ví dụ là như sau.

Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cung cấp cơ chế để liên kết các bản tin SEI với các lớp cụ thể trong ngữ cảnh của các OLS cụ thể hoặc với các lớp cụ thể không ở trong ngữ cảnh của OLS. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa một hoặc nhiều bản tin SEI. Các bản tin SEI được chứa trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ cũng được gọi là các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Sự phù hợp dòng bit có thể yêu cầu rằng các hạn chế sau áp dụng khi các bản tin SEI được chứa trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ.

Bản tin SEI mà có `payloadType` bằng một trăm ba mươi hai (bấm ảnh được giải mã) hoặc một trăm ba mươi ba (lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ) không nên được chứa trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa khoảng thời gian đệm, định thời ảnh, hoặc bản tin SEI thông tin đơn vị giải mã, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ không nên chứa bất kỳ bản tin SEI khác với `payloadType` không bằng không (khoảng thời gian đệm), một (định thời ảnh), hoặc một trăm ba mươi (thông tin đơn vị giải mã).

Sự phù hợp dòng bit có thể cũng yêu cầu rằng các hạn chế sau áp dụng trên giá trị của `nal_unit_type` của đơn vị SEI NAL chứa bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bản tin SEI mà có `payloadType` bằng không (khoảng thời gian đệm), một (định thời ảnh), một trăm ba mươi (thông tin đơn vị giải mã), một trăm bốn mươi lăm (chỉ báo RAP phụ thuộc), hoặc một trăm sáu mươi tám (thông tin trường khung). đơn vị SEI NAL chứa bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ nên có `nal_unit_type` được đặt bằng `PREFIX_SEI_NUT`. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bản tin SEI mà có `payloadType` bằng một trăm ba mươi hai (bấm ảnh được giải mã), đơn vị SEI NAL chứa bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ nên có `nal_unit_type` được đặt bằng `SUFFIX_SEI_NUT`.

Nesting_ols_flag có thể được đặt bằng một để chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp cụ thể trong ngữ cảnh của các OLS cụ thể. Nesting_ols_flag có thể được đặt bằng không để chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng nói chung (ví dụ như, không trong ngữ cảnh của OLS) cho các lớp cụ thể.

Sự phù hợp dòng bit có thể yêu cầu rằng các hạn chế sau được áp dụng cho giá trị của nesting_ols_flag. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bản tin SEI mà có payloadType bằng không (khoảng thời gian đệm), một (định thời ảnh), hoặc một trăm ba mươi (thông tin đơn vị giải mã), giá trị của nesting_ols_flag nên bằng một. Khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bản tin SEI mà có payloadType bằng giá trị trong VclAssociatedSeiList, giá trị nesting_ols_flag nên bằng không.

Nesting_num_olss_minus1 cộng một chỉ định số OLS mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng. Giá trị của nesting_num_olss_minus1 nên ở trong phạm vi từ không đến TotalNumOlss - 1, toàn bộ. Nesting_ols_idx_delta_minus1[i] được sử dụng để suy ra biến NestingOlsIdx[i] mà chỉ định chỉ số OLS của OLS thứ i mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng khi nesting_ols_flag bằng một. Giá trị của nesting_ols_idx_delta_minus1[i] nên ở trong phạm vi từ không đến TotalNumOlss - 2, toàn bộ. 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 chỉ định số lớp mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng trong ngữ cảnh của OLS thứ NestingOlsIdx[i]. Giá trị của nesting_num_ols_layers_minus1[i] nên ở trong phạm vi từ không đến NumLayersInOls[NestingOlsIdx[i]] - 1, toàn bộ.

Nesting_ols_layer_idx_delta_minus1[i][j] được sử dụng để suy ra biến NestingOlsLayerIdx[i][j] mà chỉ định chỉ số lớp OLS của lớp thứ j mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng trong ngữ cảnh của OLS thứ NestingOlsIdx[i]

khi `nesting_ols_flag` bằng một. Giá trị của `nesting_ols_layer_idx_delta_minus1[ i ]` nên ở trong phạm vi từ không đến `NumLayersInOls[ nestingOlsIdx[ i ] ] - two`, toàn bộ.

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 ] ]` cho `i` trong phạm vi từ không đến `nesting_num_olss_minus1`, toàn bộ, nên bằng `nuh_layer_id` của đơn vị SEI NAL hiện tại, (ví dụ như, đơn vị SEI NAL chứa bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ). `Nesting_all_layers_flag` có thể được đặt bằng một để chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng nói chung với tất cả các lớp mà có `nuh_layer_id` lớn hơn hoặc bằng `nuh_layer_id` của đơn vị SEI NAL hiện tại. `Nesting_all_layers_flag` có thể được đặt bằng không để chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ có thể hoặc có thể không áp dụng nói chung với tất cả các lớp mà có `nuh_layer_id` lớn hơn hoặc bằng `nuh_layer_id` của đơn vị SEI NAL hiện tại.

`Nesting_num_olss_minus1` cộng một chỉ định số lớp mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng nói chung. Giá trị của `nesting_num_layers_minus1` nên ở trong phạm vi từ không đến

`vps_max_layers_minus1 - GeneralLayerIdx[ nuh_layer_id ]`, toàn bộ, trong đó

`nuh_layer_id` là `nuh_layer_id` của đơn vị SEI NAL hiện tại. `Nesting_layer_id[ i ]` chỉ định giá trị `nuh_layer_id` của lớp thứ `i` mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng nói chung khi `nesting_all_layers_flag` bằng không. Giá trị của `nesting_layer_id[ i ]` nên lớn hơn `nuh_layer_id`, trong đó `nuh_layer_id` là `nuh_layer_id` của đơn vị SEI NAL hiện tại.

Khi `nesting_ols_flag` bằng một, biến `NestingNumLayers`, chỉ định số lớp mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng nói chung, và danh sách `NestingLayerId[ i ]` cho `i` trong phạm vi từ không đến `NestingNumLayers - 1`, toàn bộ, chỉ định danh sách của giá trị `nuh_layer_id` của các lớp mà các bản tin SEI được lồng có

thể thay đổi tỷ lệ áp dụng nói chung, được suy ra như sau, trong đó `nuh_layer_id` là `nuh_layer_id` của đơn vị SEI NAL hiện tại:

```

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 chỉ định số bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Giá trị của `nesting_num_seis_minus1` nên ở trong phạm vi từ không đến sáu mươi ba, toàn bộ. `Nesting_zero_bit` nên được đặt bằng không.

Fig.8 là sơ đồ dạng giản đồ của thiết bị lập mã video ví dụ 800. Thiết bị lập mã video 800 phù hợp cho việc triển khai 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 đường xuống 820, các cổng đường lên 850, và/hoặc các đơn vị truyền nhận (Tx/Rx) 810, bao gồm các bộ truyền và bộ nhận để truyền thông đường lên và/hoặc đường xuống dữ liệu qua mạng. Thiết bị lập mã video 800 cũng bao gồm bộ xử lý 830 bao gồm đơn vị logic và/hoặc đơn vị 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 có thể cũng bao gồm các thành phần điện tử, biến đổi quang điện (optical-to-electrical, OE), các thành phần biến đổi điện quang (electrical-to-optical, EO), và/hoặc các thành phần truyền thông không dây được ghép nối với các cổng đường lên 850 và/hoặc các cổng đường xuống 820 cho truyền thông của dữ liệu thông qua các mạng điện tử, quang, hoặc truyền thông 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 như là màn hình để hiển thị dữ liệu video, loa để xuất dữ liệu âm thanh, v.v. Các thiết bị I/O

860 có thể cũng bao gồm các thiết bị đầu vào, như là bàn phím, chuột, bi lăn, 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 triển khai bởi phần cứng và phần mềm. Bộ xử lý 830 có thể được triển khai như một hoặc nhiều chip CPU, nhân (ví dụ như, bộ xử lý đa nhân), các mạch tích hợp cỡ lớn lập trình được (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 giao tiếp với các cổng đường xuống 820, Tx/Rx 810, các cổng đường lên 850, và bộ nhớ 832. Bộ xử lý 830 bao gồm mô-đun lập mã 814. Mô-đun lập mã 814 triển khai các phương án được bộc lộ được mô tả ở đây, như là các phương pháp 100, 900, và 1000, mà có thể sử dụng chuỗi video đa lớp 600 và/hoặc dòng bit 700. Mô-đun lập mã 814 có thể cũng triển khai bất kỳ phương pháp/cơ chế khác được mô tả ở đây. Hơn nữa, mô-đun lập mã 814 có thể triển khai hệ thống mã hóa-giải mã 200, bộ mã hóa 300, bộ giải mã 400, và/hoặc HRD 500. Ví dụ, mô-đun lập mã 814 có thể được sử dụng để triển khai HRD. Hơn nữa, mô-đun lập mã 814 có thể được sử dụng để mã hóa các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ với các cờ tương ứng để hỗ trợ báo hiệu rõ ràng và ngắn gọn của các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ trong các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Do đó, mô-đun 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. Vì thế, mô-đun lập mã 814 khiến cho thiết bị lập mã video 800 cung cấp chức năng bổ sung và/hoặc hiệu suất lập mã khi lập mã dữ liệu video. Như vậy, mô-đun lập mã 814 cải thiện chức năng của thiết bị lập mã video 800 cũng như là giải quyết các vấn đề mà cụ thể với lĩnh vực kỹ thuật lập mã video. Hơn nữa, mô-đun lập mã 814 tác dụng lên biến đổi của thiết bị lập mã video 800 sang trạng thái khác. Ngoài ra, mô-đun lập mã 814 có thể được triển khai như các lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ 832 và được thực thi bởi bộ xử lý 830 (ví dụ như, như sản phẩm chương trình máy tính được lưu trữ trên phương tiện không tạm thời).

Bộ nhớ 832 bao gồm một hoặc nhiều loại bộ nhớ như là đĩa, ổ băng, ổ đĩa trạng thái 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 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 tràn,

để lưu trữ các chương trình khi các chương trình như vậy được chọn để thực thi, và để lưu trữ các lệnh và dữ liệu mà được đọc trong khi thực thi chương trình.

Fig.9 là lưu đồ của phương pháp ví dụ của việc mã hóa chuỗi video thành dòng bit, như là dòng bit 700, bao gồm các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Phương pháp 900 có thể được sử dụng bởi bộ mã hóa, như là hệ thống mã hóa-giải mã 200, bộ mã hóa 300, và/hoặc thiết bị lập mã video 800 khi thực hiện phương pháp thực hiện 100. Hơn nữa, phương pháp 900 có thể vận hành trên HRD 500 và vì thế có thể thực hiện các kiểm tra sự phù hợp trên chuỗi video đa lớp 600.

Phương pháp 900 có thể bắt đầu khi bộ mã hóa nhận chuỗi video và xác định để mã hóa rằng chuỗi video thành dòng bit đa lớp, ví dụ dựa trên đầu vào người dùng. Ở bước 901, bộ mã hóa mã hóa chuỗi video thành một hoặc nhiều lớp và mã hóa các lớp thành dòng bit đa lớp. Lớp có thể bao gồm tập hợp của các đơn vị VCL NAL với cùng ID lớp và các đơn vị không phải-VCL NAL được liên kết. Ví dụ, lớp có thể bao gồm tập hợp của các đơn vị VCL NAL mà chứa dữ liệu video của các ảnh được mã hóa cũng như là bất kỳ bộ tham số được sử dụng để lập mã các ảnh như vậy. Các lớp có thể được bao gồm trong các OLS. Ví dụ, OLS có thể chứa lớp đầu ra và bất kỳ lớp hỗ trợ mà có thể được sử dụng để giải mã lớp đầu ra theo dự đoán liên lớp. Như vậy, OLS có thể chứa đủ dữ liệu để giải mã biểu diễn của chuỗi video, ví dụ ở kích thước hình ảnh, SNR, tốc độ khung tương ứng, v.v. Như chuỗi video có thể được lập mã thành một vài biểu diễn, chuỗi video có thể bao gồm một vài lớp mà được tổ chức thành một vài OLS như mong muốn. Theo cách này, bộ mã hóa có thể chọn OLS với các lớp tương ứng cho truyền dẫn đến bộ giải mã theo yêu cầu.

Ở bước 903, bộ mã hóa mã hóa các bản tin SEI thành dòng bit. Bản tin SEI là cấu trúc cú pháp mà chứa dữ liệu mà không được sử dụng để giải mã. Ví dụ, các bản tin SEI có thể chứa dữ liệu để hỗ trợ việc kiểm tra sự phù hợp để đảm bảo dòng bit phù hợp với các tiêu chuẩn. Để hỗ trợ việc báo hiệu đơn giản hóa khi được sử dụng kết hợp với dòng bit đa lớp, các bản tin SEI được mã hóa là các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ có thể mỗi áp dụng cho một hoặc nhiều OLS và/hoặc một hoặc nhiều lớp. Để hỗ trợ báo hiệu đơn giản hóa, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm cả OLS lồng nhau có thể thay

đổi tỷ lệ. Cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay cho các lớp cụ thể. Ví dụ, cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể đặt là một khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS tương ứng cụ thể (ví dụ như, và không phải các lớp). Ví dụ khác, cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể đặt là không khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp tương ứng cụ thể (ví dụ như, và không phải các OLS). Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chứa một vài loại bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Như ví dụ cụ thể, các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ có thể bao gồm các bản tin SEI khoảng thời gian đệm, các bản tin SEI định thời ảnh, và/hoặc các bản tin SEI thông tin đơn vị giải mã. Cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được đặt là một để chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể (ví dụ như, và không phải các lớp) khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bất kỳ bản tin SEI mà có loại tải trọng của khoảng thời gian đệm, định thời ảnh, hoặc thông tin đơn vị giải mã.

Các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chứa dữ liệu khác để chỉ báo cách các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ tương ứng nên được sử dụng bởi HRD ở bộ mã hóa. Ví dụ, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bao gồm phần tử cú pháp `num_olss_minus1` mà chỉ định số OLS mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ tương ứng áp dụng. Phần tử cú pháp `num_olss_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được sử dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS. Giá trị của phần tử cú pháp `num_olss_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bị ràng buộc để duy trì trong phạm vi từ không đến $\text{TotalNumOlss} - 1$, toàn bộ. Theo cách tương tự, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bao gồm `num_layers_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ mà chỉ định số lớp mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ tương ứng áp dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là không chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp.

Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể cũng bao gồm phần tử cú pháp `ols_idx_delta_minus1[i]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ mà được sử dụng để suy ra chỉ số OLS lồng nhau (`NestingOlsIdx[i]`) mà chỉ định chủ số OLS của OLS thứ i mà các

bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bằng một chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS. Cụ thể, phần tử cú pháp `ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được sử dụng để chỉ định OLS tương ứng cho mỗi bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Như vậy, `num_olss_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được sử dụng để xác định số OLS mà được tham chiếu bởi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và `ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được sử dụng để tương quan mỗi bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ với OLS tương ứng. Giá trị của phần tử cú pháp `ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bị ràng buộc để duy trì trong phạm vi từ không đến `TotalNumOlss - 2`, toàn bộ. Trong ví dụ cụ thể, `NestingOlsIdx[ i ]` được suy ra như sau:

`if( i == 0 )`

`NestingOlsIdx[ i ] = ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ

`else`

`NestingOlsIdx[ i ] = NestingOlsIdx[ i - 1 ] + ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng

nhau có thể thay đổi tỷ lệ + 1.

Theo cách tương tự, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bao gồm `layer_id[i]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bằng không chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp. `Layer_id[i]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chỉ định giá trị ID lớp (ví dụ như, `nuh_layer_id`) của lớp thứ `i` mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng.

Ở bước 905, HRD vận hành ở bộ mã hóa có thể thực hiện bộ các kiểm tra sự phù hợp dòng bit dựa trên bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Ví dụ, HRD có thể đọc các cờ trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ để xác định cách biên dịch các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ được chứa trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. HRD có thể sau đó đọc các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ để xác định cách kiểm tra các OLS và/hoặc các lớp về sự phù hợp với các tiêu chuẩn. HRD có thể sau đó thực hiện các kiểm tra sự phù hợp trên OLS và/hoặc các lớp dựa trên các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và/hoặc các cờ tương ứng trong bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Ở bước 907, bộ mã hóa có thể lưu trữ dòng bit để truyền thông đến bộ giải mã theo yêu cầu.

Fig.10 là lưu đồ của phương pháp ví dụ 1000 của việc giải mã chuỗi video từ dòng bit, như là dòng bit 700, bao gồm các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Phương pháp 1000 có thể được sử dụng bởi bộ mã hóa, như là hệ thống mã hóa-giải mã 200, bộ giải mã 400, và/hoặc thiết bị lập mã video 800 khi thực hiện phương pháp thực hiện 100. Hơn nữa, phương pháp 1000 có thể được sử dụng trên chuỗi video đa lớp 600 mà đã được kiểm tra về sự phù hợp bởi HRD, như là HRD 500.

Phương pháp 1000 có thể bắt đầu khi bộ giải mã bắt đầu nhận dòng bit của dữ liệu được lập mã biểu diễn chuỗi video đa lớp, ví dụ như là kết quả của phương pháp 900. Ở bước 1001, bộ giải mã nhận dòng bit bao gồm một hoặc nhiều. Lớp có thể bao gồm tập hợp của các đơn vị VCL NAL với cùng ID lớp và các đơn vị không phải-VCL NAL được liên kết. Ví dụ, lớp có thể bao gồm tập hợp của các đơn vị VCL NAL mà chứa dữ liệu video của các ảnh được mã hóa cũng như là bất kỳ bộ tham số được sử dụng để lập mã các ảnh như vậy. Các lớp có thể được bao gồm trong OLS. Ví dụ, OLS có thể chứa lớp đầu ra và bất kỳ lớp hỗ trợ mà có thể được sử dụng để giải mã lớp đầu ra theo dự đoán liên lớp. Như vậy, OLS có thể chứa đủ dữ liệu để giải mã biểu diễn của chuỗi video, ví dụ ở kích thước hình ảnh, SNR, tốc độ khung tương ứng, v.v. Như chuỗi video có thể được lập mã thành một vài biểu diễn, chuỗi video có thể bao gồm một vài lớp mà được tổ chức thành một vài OLS như mong muốn. Theo cách này, bộ giải mã có thể yêu cầu và nhận OLS được chỉ định với các lớp tương ứng như mong muốn để giải mã và hiển thị biểu diễn cụ thể của chuỗi video.

Dòng bit cũng bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Bản tin SEI là cấu trúc cú pháp mà chứa dữ liệu mà không được sử dụng để giải mã. Ví dụ, các bản tin SEI có thể chứa dữ liệu để hỗ trợ việc kiểm tra sự phù hợp để đảm bảo dòng bit phù hợp với các tiêu chuẩn. Để hỗ trợ việc báo hiệu đơn giản hóa khi được sử dụng kết hợp với dòng bit đa lớp, các bản tin SEI được lập mã trong các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ có thể mỗi áp dụng cho một hoặc nhiều OLS và/hoặc một hoặc nhiều lớp. Để hỗ trợ báo hiệu đơn giản hóa, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm các OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Các OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ trong bản tin SEI lồng

nhau có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay cho các lớp cụ thể. Ví dụ, cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể đặt là một khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS tương ứng cụ thể (ví dụ như, và không phải các lớp). Ví dụ khác, cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể đặt là không khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp tương ứng cụ thể (ví dụ như, và không phải các OLS). Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chứa một vài loại bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Như ví dụ cụ thể, các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ có thể bao gồm các bản tin SEI khoảng thời gian đệm, các bản tin SEI định thời ảnh, và/hoặc các bản tin SEI thông tin đơn vị giải mã. Cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được đặt là một để chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể (ví dụ như, và không phải các lớp) khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bất kỳ bản tin SEI mà có loại tải trọng của khoảng thời gian đệm, định thời ảnh, hoặc thông tin đơn vị giải mã.

Các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chứa dữ liệu khác để chỉ báo cách các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ tương ứng nên được sử dụng bởi HRD ở bộ mã hóa. Ví dụ, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bao gồm phần tử cú pháp `num_olss_minus1` mà chỉ định số OLS mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ tương ứng áp dụng. Phần tử cú pháp `num_olss_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được sử dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS. Giá trị của phần tử cú pháp `num_olss_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bị ràng buộc để duy trì trong phạm vi từ không đến $\text{TotalNumOlss} - 1$, toàn bộ. Theo cách tương tự, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bao gồm `num_layers_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ mà chỉ định số lớp mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ tương ứng áp dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là không chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp.

Bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể cũng bao gồm phần tử cú pháp `ols_idx_delta_minus1[i]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ mà được sử dụng để suy ra chỉ số OLS lồng nhau (`NestingOlsIdx[i]`) mà chỉ định chủ số OLS của OLS thứ i mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi

tỷ lệ bằng một chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS. Cụ thể, phần tử cú pháp `ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được sử dụng để chỉ định OLS tương ứng cho mỗi bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ. Như vậy, `num_olss_minus1` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được sử dụng để xác định số OLS mà được tham chiếu bởi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ và `ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể được sử dụng để tương quan mỗi bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ với OLS tương ứng. Giá trị của phần tử cú pháp `ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bị ràng buộc để duy trì trong phạm vi từ không đến `TotalNumOlss - 2`, toàn bộ. Trong ví dụ cụ thể, `NestingOlsIdx[ i ]` được suy ra như sau:

`if( i == 0 )`

`NestingOlsIdx[ i ] = ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ

`else`

`NestingOlsIdx[ i ] = NestingOlsIdx[ i - 1 ] + ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng

nhau có thể thay đổi tỷ lệ + 1.

Theo cách tương tự, bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể bao gồm `layer_id[i]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bằng không chỉ báo các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp. `Layer_id[i]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chỉ định giá trị ID lớp (ví dụ như, `nuh_layer_id`) của lớp thứ `i` mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng.

Ở bước 1003, bộ giải mã có thể giải mã ảnh được lập mã từ một hoặc nhiều lớp, dựa trên các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ, để sản xuất ảnh được giải mã. Ví dụ, sự có mặt của bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ có thể chỉ báo rằng dòng bit đã được kiểm tra bởi HRD ở bộ mã hóa và vì thế phù hợp với các tiêu chuẩn. Do đó, sự có mặt của bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chỉ định dòng bit có thể được giải mã. Ở bước 1005, bộ giải mã có thể chuyển tiếp ảnh được giải mã để hiển thị như một phần của chuỗi video được giải mã.

Fig.11 là sơ đồ dạng giản đồ của hệ thống ví dụ 1100 để lập mã chuỗi video sử dụng dòng bit bao gồm các bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Hệ thống 1100 có thể được triển khai bởi bộ mã hóa và bộ giải mã như là hệ thống mã hóa-giải mã 200, bộ mã hóa 300, bộ giải mã 400, và/hoặc thiết bị lập mã video 800. Hơn nữa, hệ thống 1100

có thể sử dụng HRD 500 để thực hiện các kiểm tra sự phù hợp trên chuỗi video đa lớp 600 và/hoặc dòng bit 700. Ngoài ra, hệ thống 1100 có thể được sử dụng khi phương pháp được triển khai 100, 900, và/hoặc 1000.

Hệ thống 1100 bao gồm bộ mã hóa video 1102. Bộ mã hóa video 1102 bao gồm mô-đun mã hóa 1103 để mã hóa dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp. Mô-đun mã hóa 1103 còn để mã hóa vào trong dòng bit bản tin thông tin cải tiến bổ sung (SEI) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ tập hợp lớp đầu ra (OLS) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng các OLS cụ thể hay các lớp cụ thể. Bộ mã hóa video 1102 còn bao gồm mô-đun HRD 1105 để thực hiện bộ các kiểm tra sự phù hợp dòng bit dựa trên bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ. Bộ mã hóa video 1102 còn bao gồm mô-đun lưu trữ 1106 để lưu trữ dòng bit để truyền thông đến bộ giải mã. Bộ mã hóa video 1102 còn bao gồm mô-đun 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 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 mô-đun nhận 1111 để nhận dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp và bản tin thông tin cải tiến bổ sung (SEI) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ tập hợp lớp đầu ra (OLS) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng các OLS cụ thể hay các lớp cụ thể. Bộ giải mã video 1110 còn bao gồm mô-đun giải mã 1113 để giải mã ảnh được lập mã từ một hoặc nhiều lớp, dựa trên các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ, để sản xuất ảnh được giải mã. Bộ giải mã video 1110 còn bao gồm mô-đun 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 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 thành phần can thiệp, ngoại trừ đường, vạch, 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 thành phần can thiệp, ngoại trừ đường, vạch, 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 hai được ghép nối trực tiếp và được ghép nối gián tiếp. Việc sử dụng thuật ngữ “khoảng” nghĩa là phạm vi bao gồm $\pm 10\%$ của số tiếp theo trừ khi được chỉ rõ theo cách khác.

Cũng nên hiểu rằng các bước của các phương pháp làm ví dụ trình bày ở đây không nhất thiết cần phải được thực hiện để được mô tả, và thứ tự của các bước của các phương pháp như vậy nên được hiểu là làm ví dụ đơn thuần. Tương tự như vậy, các bước bổ sung có thể được bao gồm trong các phương pháp như vậy, và các bước nhất định có thể được bỏ qua hoặc được kết hợp, trong các phương pháp nhất quán với các phương án khác nhau của sáng chế.

Trong khi một vài phương án của được cung cấp trong sáng chế, có thể hiểu rằng các hệ thống được bộc lộ và phương pháp có thể được thể hiện theo nhiều các dạng cụ thể mà không rời xa phạm vi của sáng chế. Các ví dụ hiện tại được xem là minh họa và không là hạn chế, và ý định là không bị giới hạn ở các chi tiết được đưa ra ở đây. Ví dụ, các phần tử hoặc các thành phần khác nhau có thể được kết hợp hoặc được tích hợp trong hệ thống khác hoặc các đặc điểm nhất định có thể được bỏ qua, hoặc không được triển khai.

Ngoài ra, các lý thuật, các hệ thống, các hệ thống con, và các phương pháp được mô tả và được minh họa theo nhiều phương án khác nhau như rời rạc hoặc riêng biệt có thể được kết hợp hoặc tích hợp với các hệ thống, các kỹ thuật thành phần, hoặc các phương pháp khác mà không xa rời khỏi phạm vi của sáng chế. Các ví dụ khác của các sự thay đổi, thay thế, và biến đổi có thể biết chắc bởi một người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực và có thể thực hiện mà không xa rời phạm vi được bộc lộ ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp được triển khai bởi bộ giải mã, phương pháp bao gồm các bước: nhận, bởi bộ nhận của bộ giải mã, dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp và bản tin thông tin cải tiến bổ sung (supplemental enhancement information, SEI) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ tập hợp lớp đầu ra (output layer set, OLS) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay các lớp cụ thể; và

giải mã, bởi bộ xử lý của bộ giải mã, ảnh được lập mã từ một hoặc nhiều lớp, dựa trên các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ, để sản xuất ảnh được giải mã;

trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm phần tử cú pháp `delta_OLS_trừ_một_lồng_nhau_có_thể_thay_đổi_tỷ_lệ` (`scalable_nesting_ols_idx_delta_minus1[ i ]`) được sử dụng để suy ra chỉ số OLS lồng nhau (`NestingOlsIdx[ i ]`) mà chỉ định chỉ số OLS của OLS thứ *i* mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bằng một, phương pháp còn bao gồm việc suy ra `NestingOlsIdx[ i ]` như sau:

khi *i* bằng 0, giá trị của `NestingOlsIdx[ i ]` bằng giá trị của `ols_idx_delta_minus1[ i ]` lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ; hoặc

khi *i* không bằng 0, giá trị của `NestingOlsIdx[ i ]` bằng giá trị của `NestingOlsIdx[ i - 1 ]` cộng giá trị của `scalable_nesting_ols_idx_delta_minus1[ i ]` và cộng thêm 1.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là không khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp cụ thể.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bản tin SEI mà có loại tải trọng là khoảng thời gian đậm, định thời ảnh, hoặc thông tin đơn vị giải mã.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó giá trị của phần tử cú pháp `scalable nesting ols_idx_delta_minus1[ i ]` ở trong phạm vi từ không đến tổng số OLS (`TotalNumOlss`) – 2, toàn bộ; trong đó `TotalNumOlss-1` chỉ định tổng số lượng OLS được chỉ báo bởi VPS, và `scalable nesting ols_idx_delta_minus1[ i ]` phần tử cú pháp bao gồm dữ liệu để suy ra chỉ số OLS lồng nhau.

5. Phương pháp được triển khai bởi bộ mã hóa, phương pháp bao gồm các bước:
mã hóa, bởi bộ xử lý của bộ mã hóa, dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp;

mã hóa thành dòng bit, bởi bộ xử lý, bản tin thông tin cải tiến bổ sung (supplemental enhancement information, SEI) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ tập hợp lớp đầu ra (output layer set) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hoặc các lớp cụ thể;

thực hiện, bởi bộ xử lý, bộ các kiểm tra sự phù hợp dòng bit dựa trên bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ; và

lưu trữ, bởi bộ nhớ được ghép nối với bộ xử lý, dòng bit cho truyền thông về phía bộ giải mã;

trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm phần tử cú pháp `delta OLS trừ một` (`scalable nesting OLS delta minus one`, `scalable nesting ols_idx_delta_minus1[ i ]`) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được sử dụng để suy ra chỉ số OLS lồng nhau (`nesting OLS index`, `NestingOlsIdx[ i ]`) mà chỉ định chỉ số OLS của OLS thứ *i* mà các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng khi cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bằng một, và phương pháp còn bao gồm việc suy ra `NestingOlsIdx[ i ]` như sau:

khi *i* bằng 0, giá trị của `NestingOlsIdx[ i ]` bằng giá trị của `scalable nesting ols_idx_delta_minus1[ i ]`; hoặc

khi *i* không bằng 0, giá trị của `NestingOlsIdx[ i ]` bằng giá trị của `NestingOlsIdx[ i – 1 ]` cộng giá trị của `scalable nesting ols_idx_delta_minus1[ i ]` và cộng thêm 1.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể, và trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là không khi chỉ định rằng các bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các lớp cụ thể.

7. Phương pháp theo điểm 5, trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt là một khi bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ chứa bản tin SEI mà có loại tải trọng là khoảng thời gian đệm, định thời ảnh, hoặc thông tin đơn vị giải mã.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó giá trị của phần tử cú pháp `scalable nesting ols_idx_delta_minus1[ i ]` ở trong phạm vi từ không đến `TotalNumOlss - 2`, toàn bộ; trong đó `TotalNumOlss-1` chỉ định tổng số lượng OLS được chỉ báo bởi VPS, và `scalable nesting ols_idx_delta_minus1[ i ]` phần tử cú pháp bao gồm dữ liệu để suy ra chỉ số OLS lồng nhau.

9. Thiết bị lập mã video bao gồm:

bộ nhận, được tạo cấu hình để nhận dòng bit bao gồm một hoặc nhiều lớp và bản tin thông tin cải tiến bổ sung (supplemental enhancement information, SEI) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó bản tin SEI lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ bao gồm một hoặc nhiều bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ và cờ tập hợp lớp đầu ra (output layer set, OLS) lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ, trong đó cờ OLS lồng nhau có thể thay đổi tỷ lệ được đặt để chỉ định xem bản tin SEI được lồng có thể thay đổi tỷ lệ áp dụng cho các OLS cụ thể hay các lớp cụ thể;

bộ xử lý được ghép nối với bộ nhận và bộ nhận và bộ nhớ được ghép nối với bộ xử lý, trong đó bộ xử lý và bộ nhớ được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4.

10. Phương tiện đọc được bằng máy tính không tạm thời bao gồm sản phẩm chương trình máy tính để sử dụng bởi thiết bị lập mã video, sản phẩm chương trình máy tính bao gồm các lệnh thực thi được bằng máy tính được lưu trữ trên phương tiện đọc được bằng máy tính không tạm thời sao cho khi được thực thi bởi bộ xử lý khiến cho thiết bị lập mã video thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8.

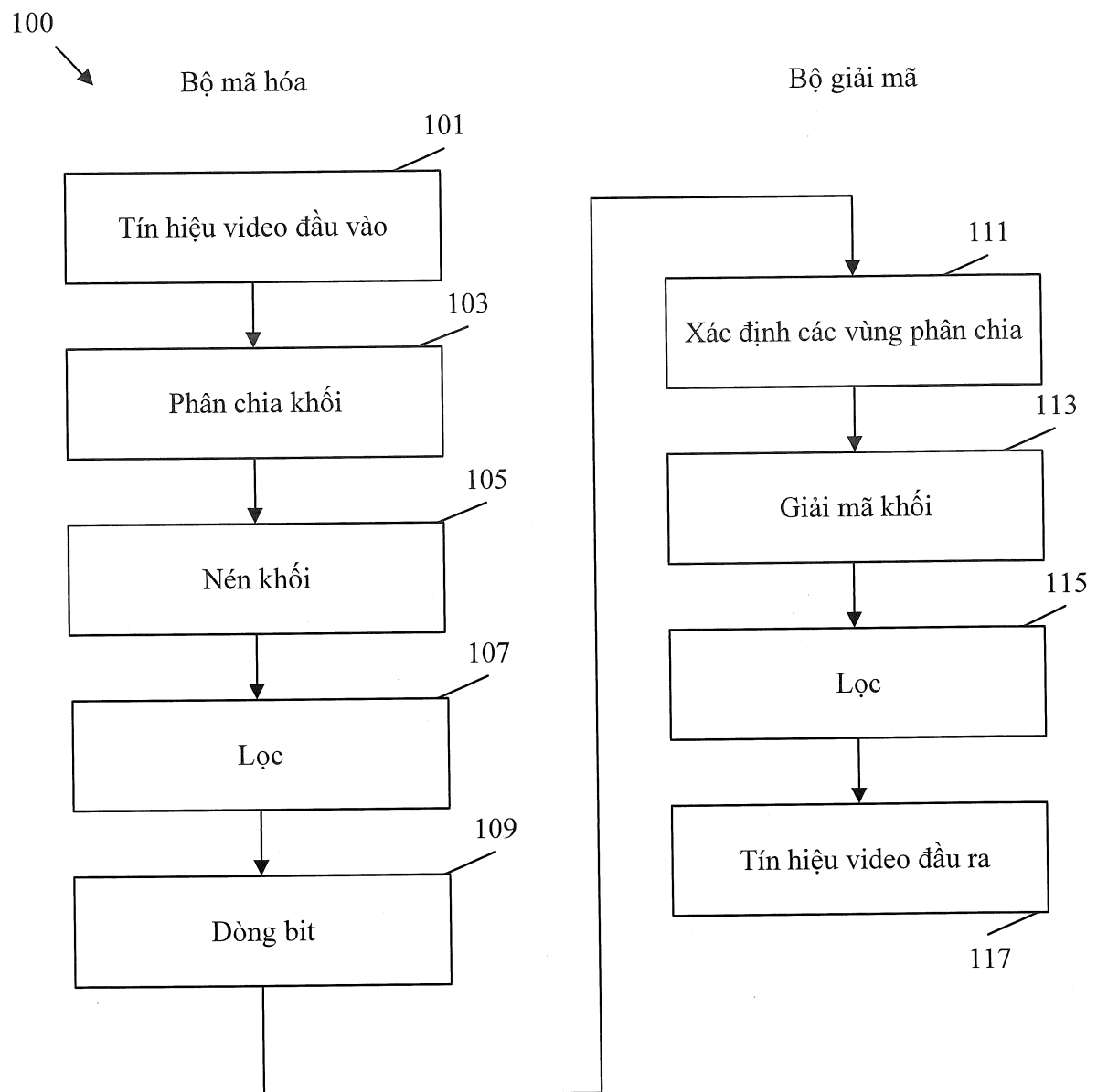


FIG. 1

2/11

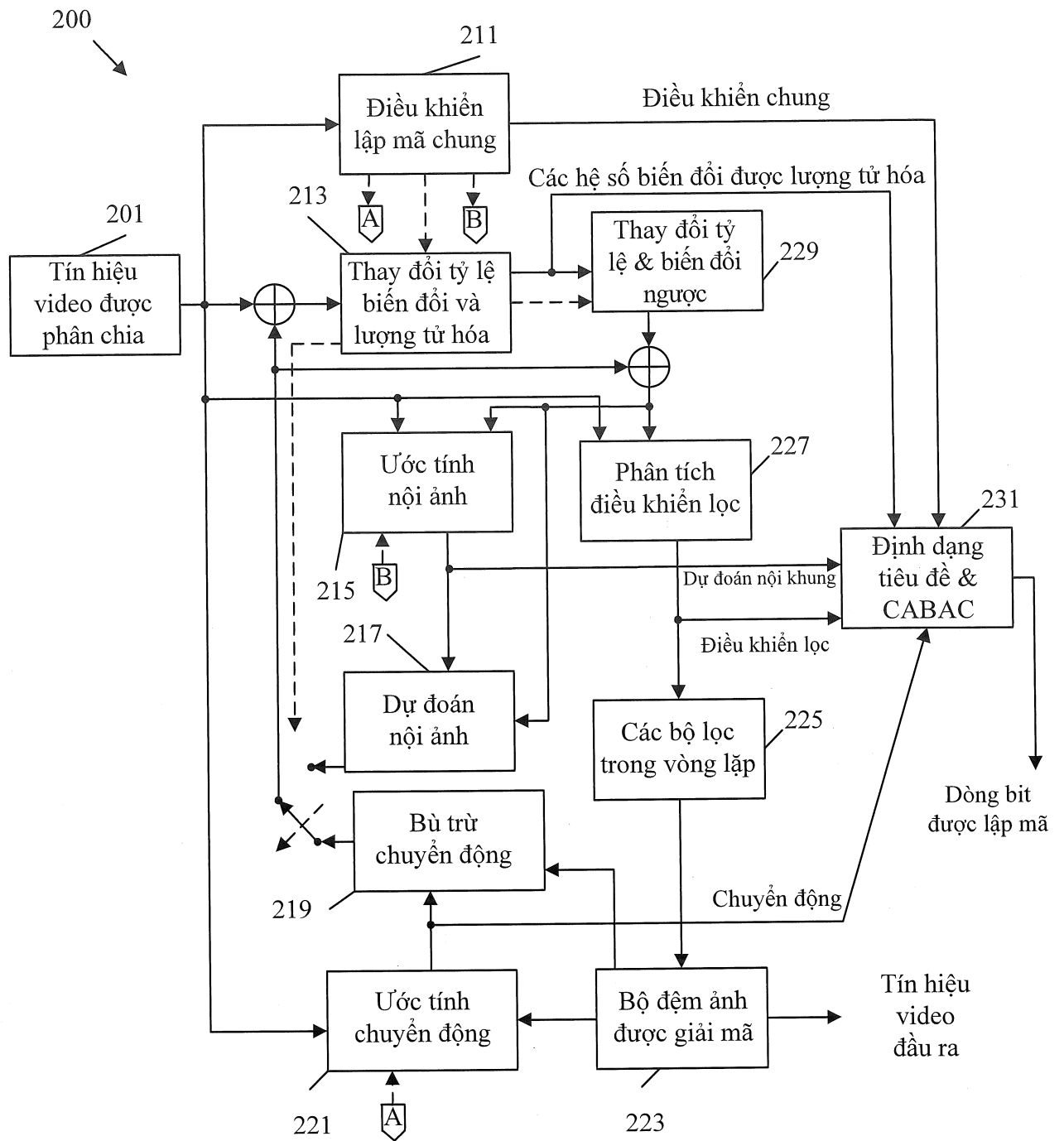


FIG. 2

3/11

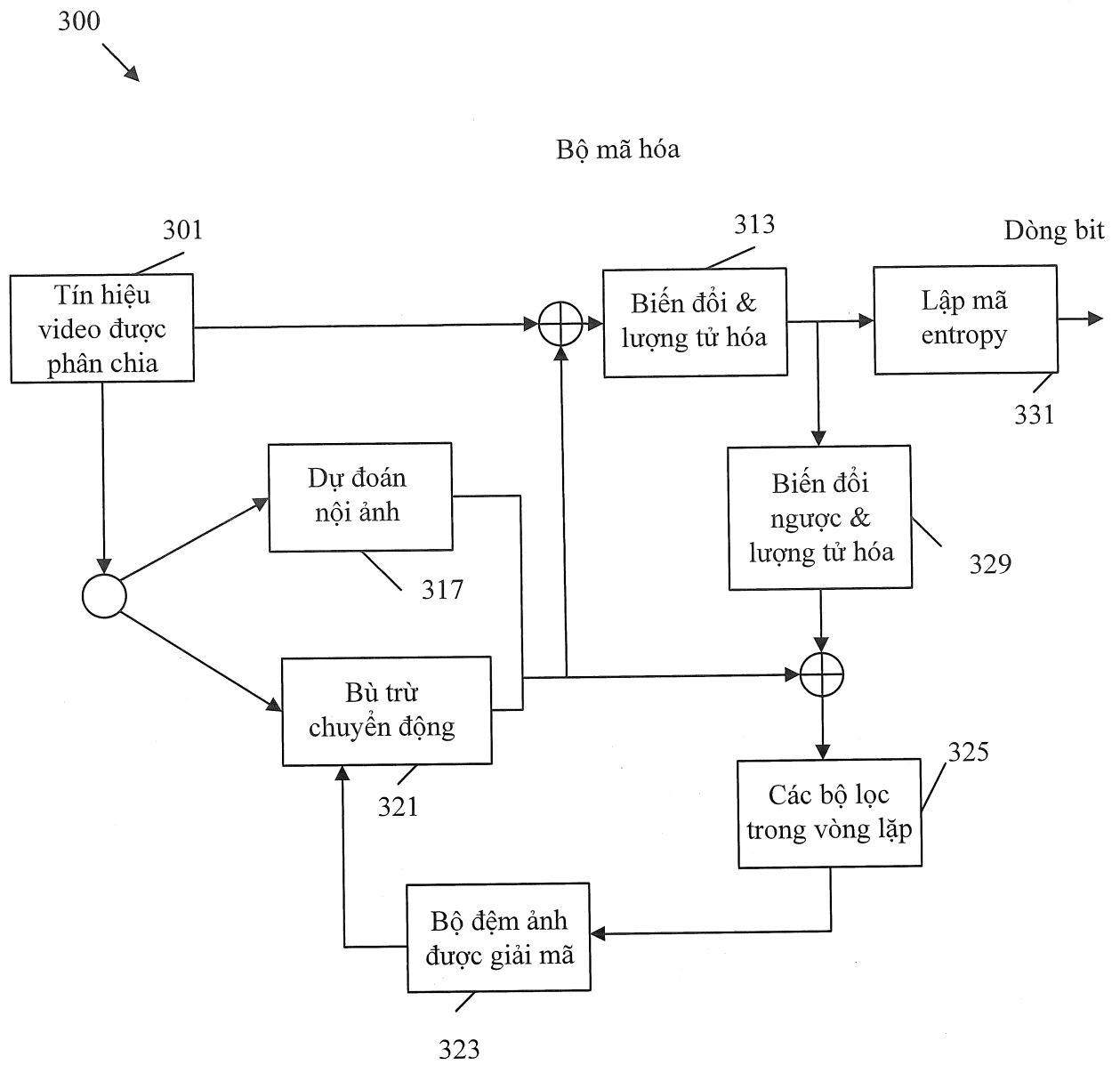


FIG. 3

4/11

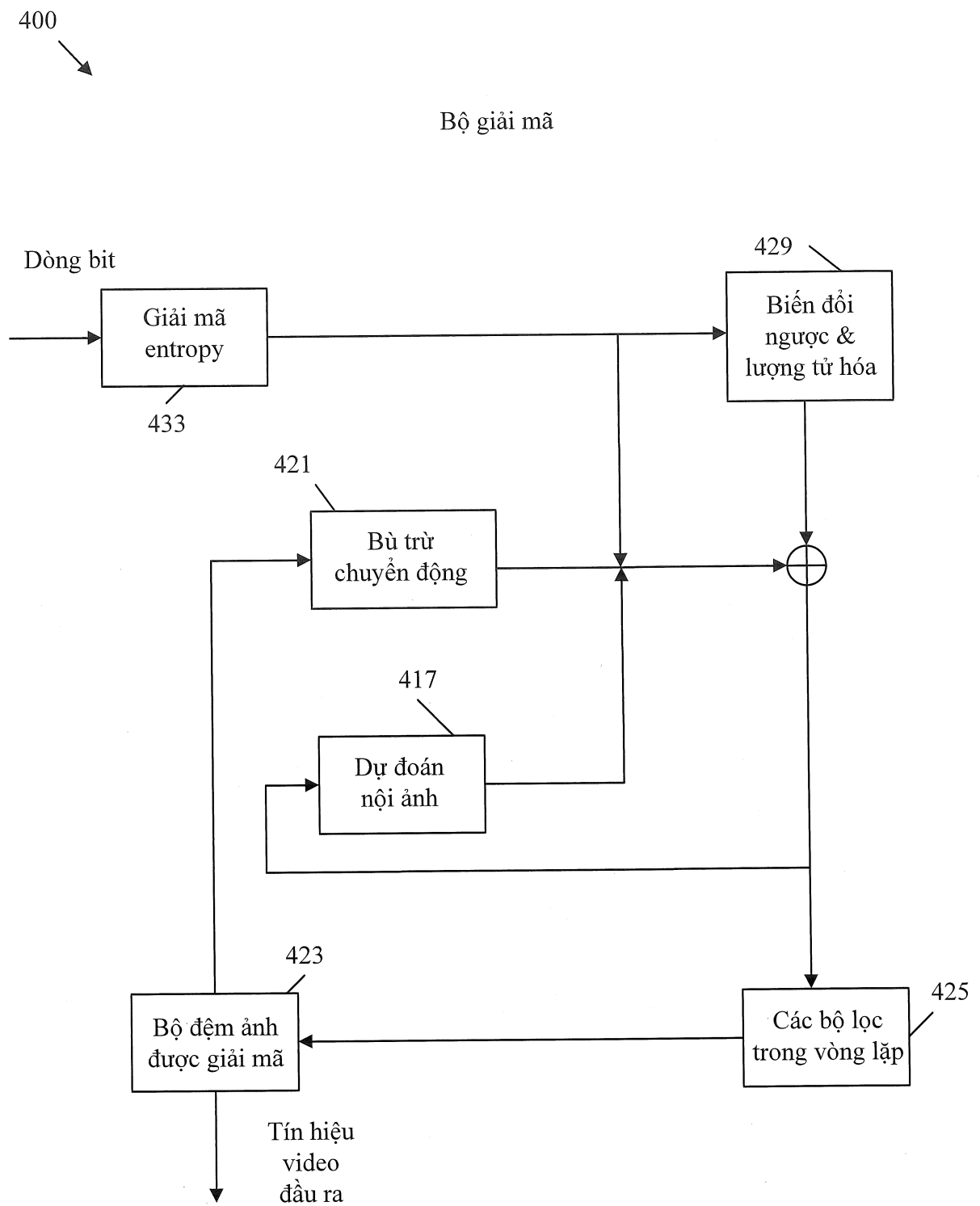


FIG. 4

5/11

Bộ giải mã tham chiếu giả định

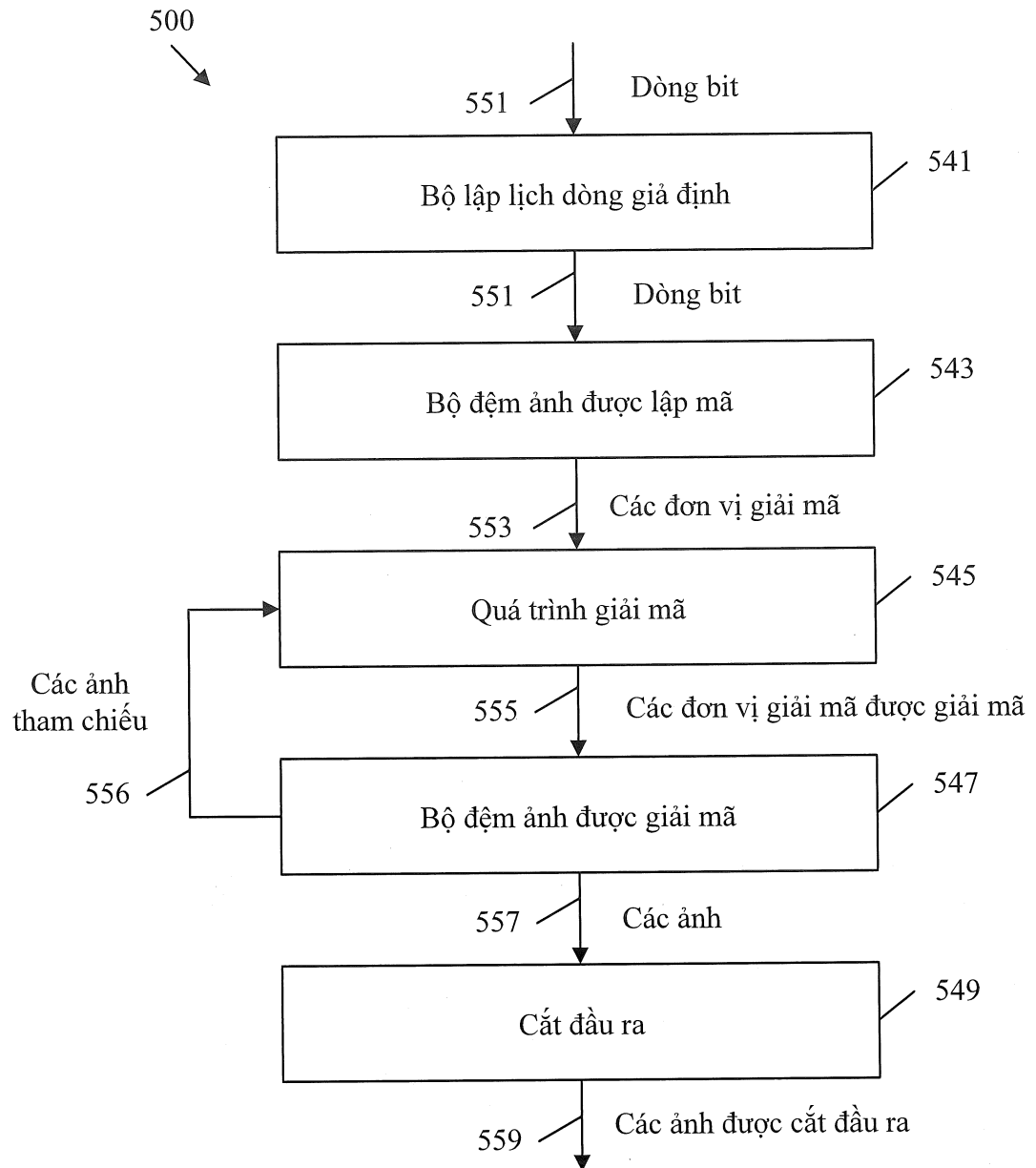


FIG. 5

6/11

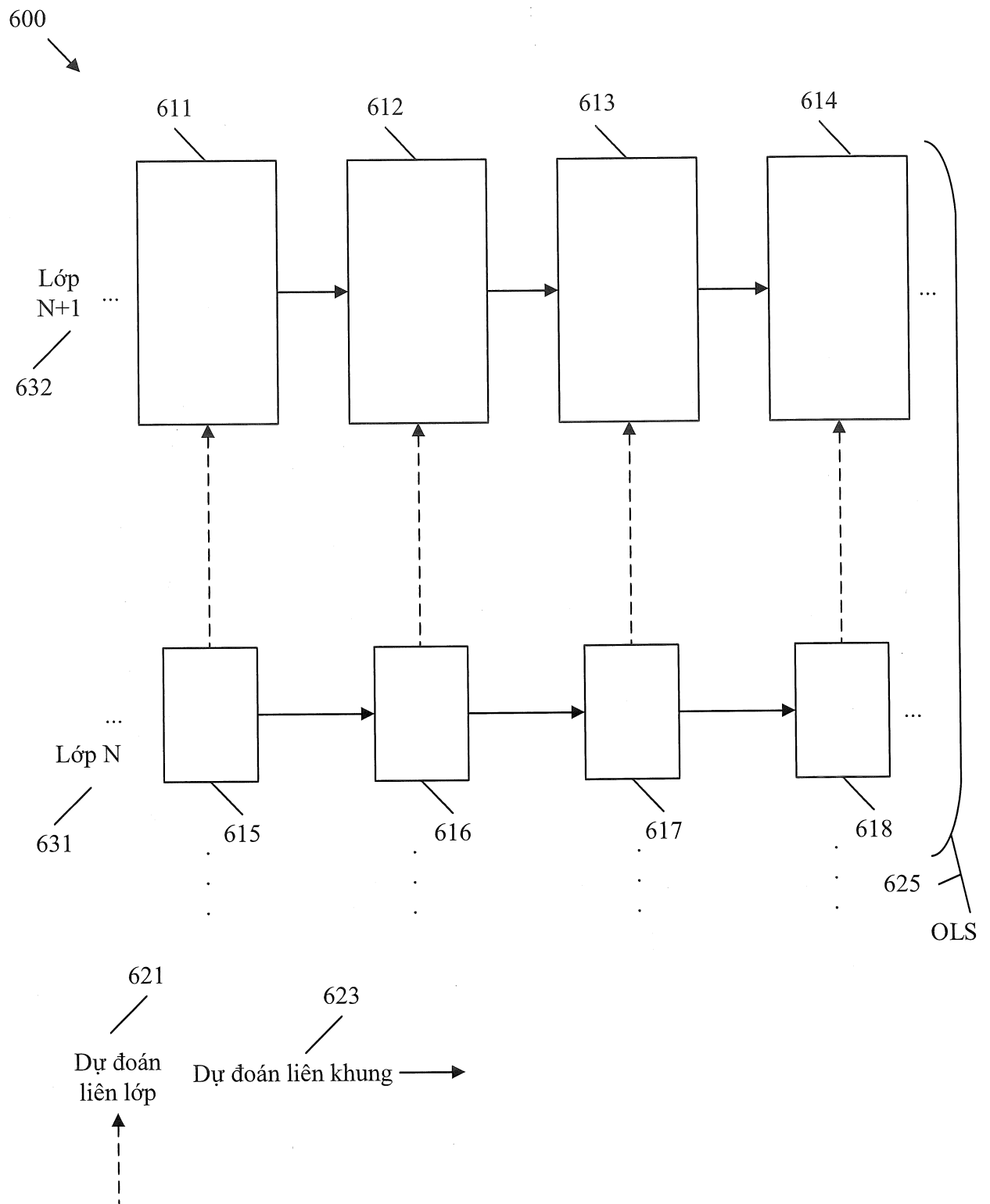


FIG. 6

7/11

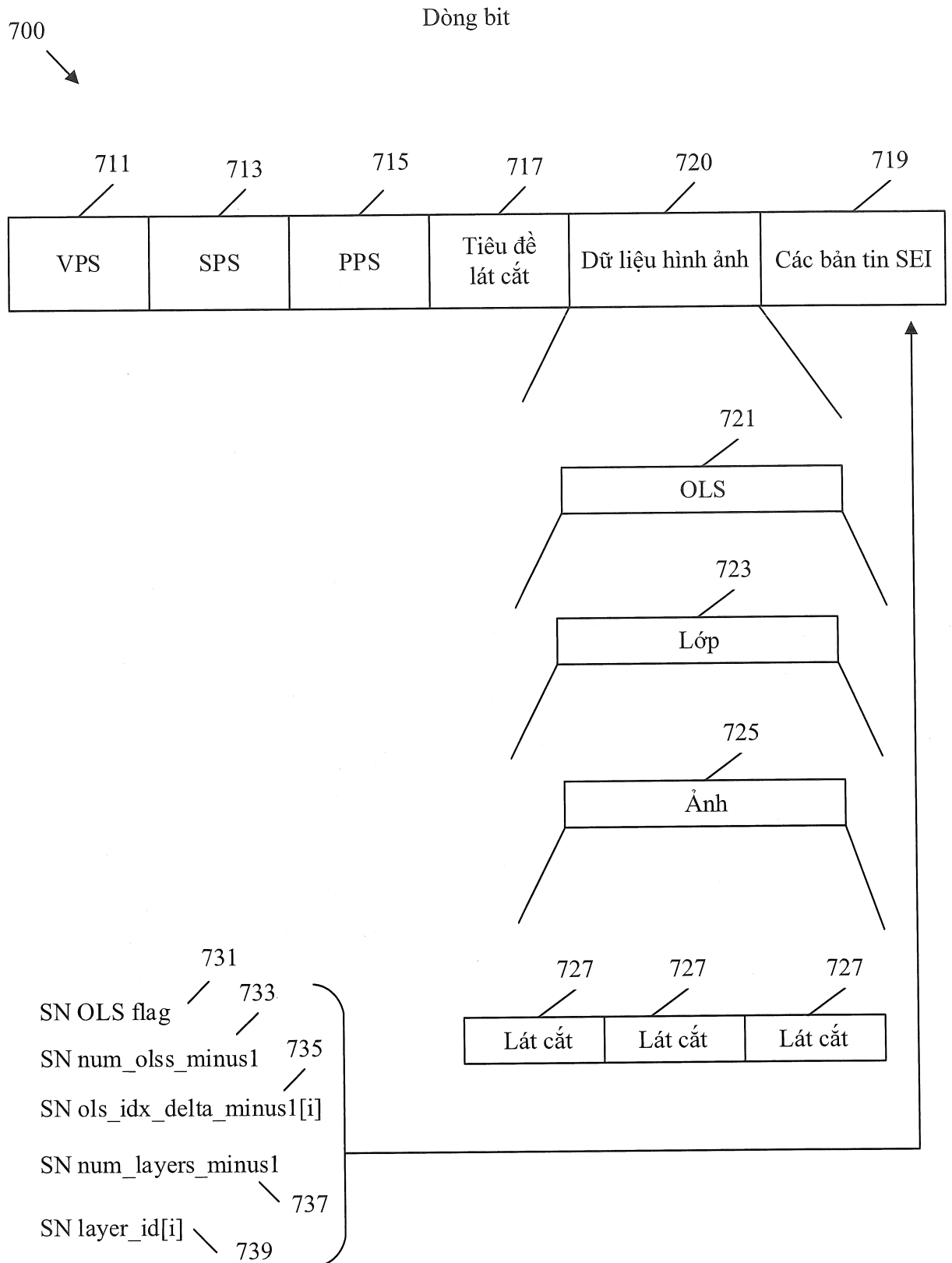


FIG. 7

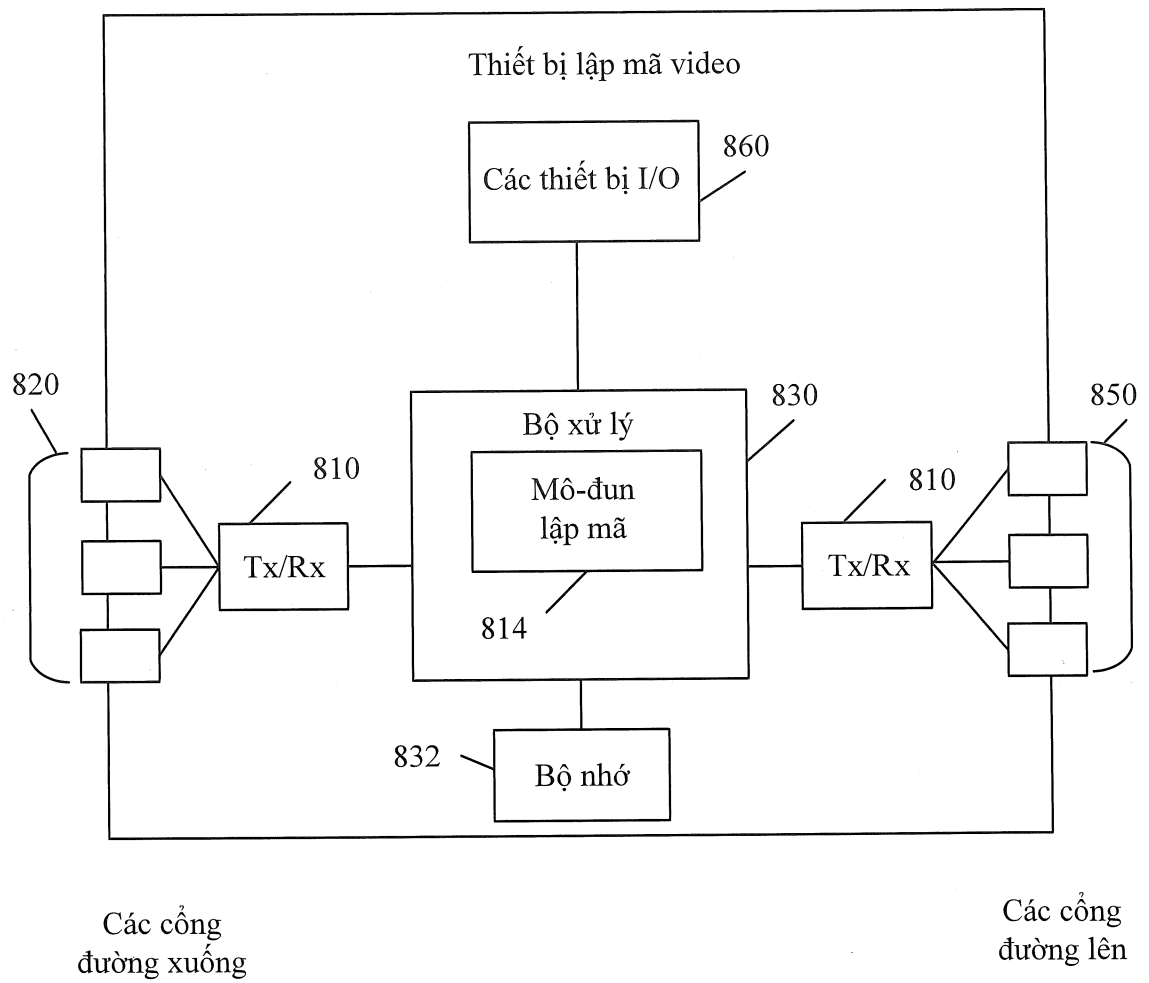
800
↓

FIG. 8

9/11

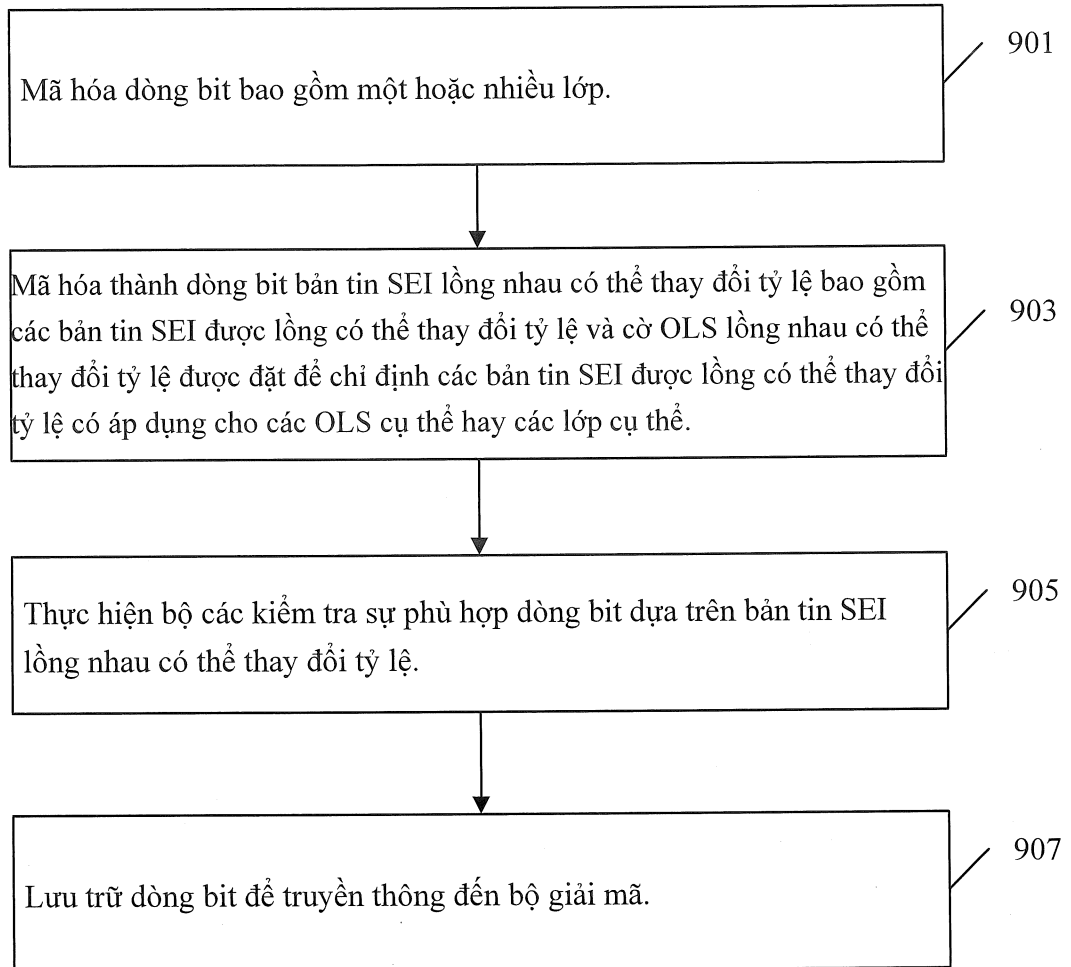
900
↓

FIG. 9

10/11

1000

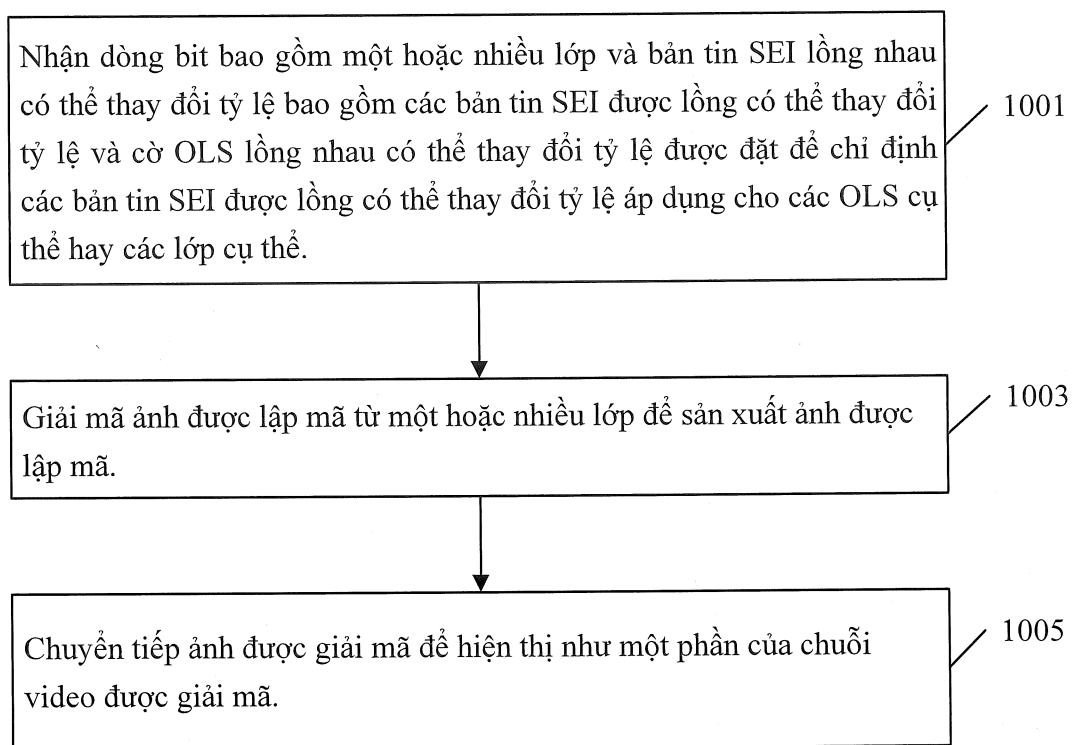


FIG. 10

11/11

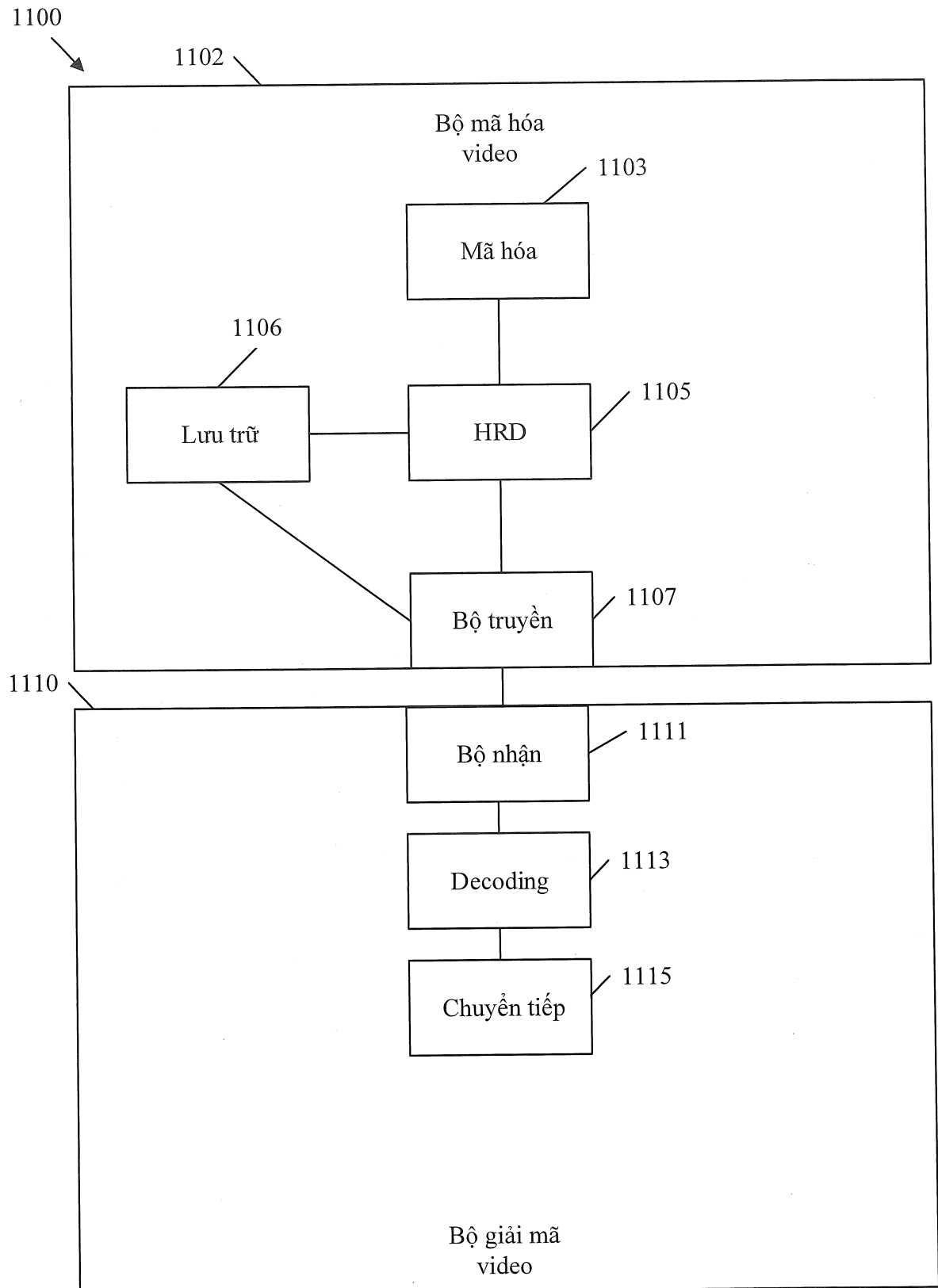


FIG. 11