



(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)



1-0044794

(51)<sup>2020.01</sup> H04N 19/44; H04N 19/48; H04N 19/46 (13) B

(21) 1-2021-01959

(22) 10/09/2019

(86) PCT/US2019/050409 10/09/2019

(87) WO2020/055865 19/03/2020

(30) 62/731,693 14/09/2018 US

(45) 25/04/2025 445

(43) 26/07/2021 400A

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

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

(72) WANG, Ye-Kui (US); HENDRY, Fnu (ID); ZAKHARCHENKO, Vladyslav (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ, PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA, THIẾT BỊ GIẢI MÃ DỮ  
LIỆU VIDEO, THIẾT BỊ MÃ HÓA DỮ LIỆU VIDEO, BỘ GIẢI MÃ, BỘ MÃ  
HÓA VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ ĐƯỢC ĐỌC ĐƯỢC BỞI MÁY TÍNH KHÔNG  
CHUYỂN TIẾP

(21) 1-2021-01959

(57) Sáng chế đề xuất cơ chế lập mã video. Cơ chế này gồm có nhận dòng bit bao gồm nhiều trình tự được lập mã của các khung lập mã đám mây điểm (point cloud coding, PCC), trong đó nhiều trình tự được lập mã của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến. Mỗi khung PCC được lập mã được biểu diễn bởi một hoặc nhiều đơn vị lớp trừu tượng mạng (network abstraction layer, NAL) PCC. Cơ chế cũng gồm có phân tách dòng bit để thu được sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC mà chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC, và thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC tương ứng. Cơ chế cũng gồm có giải mã dòng bit dựa trên các sự chỉ báo. Sáng chế cũng liên quan đến phương pháp giải mã được thi hành bởi bộ giải mã video, phương pháp mã hóa được thi hành bởi bộ mã hóa video, thiết bị giải mã dữ liệu video, thiết bị mã hóa dữ liệu video, phương tiện đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp, bộ giải mã, bộ mã hóa và phương tiện lưu trữ không chuyển tiếp.

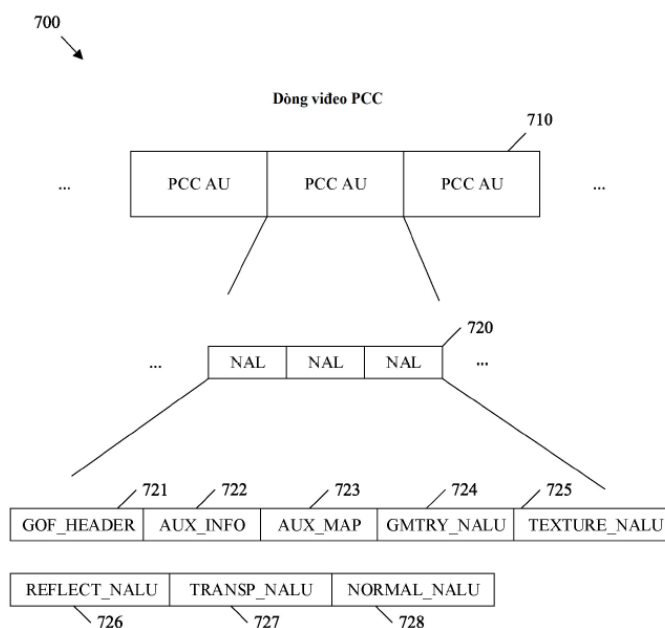


FIG. 7

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế nói chung là có liên quan đến sự lập mã video, và cụ thể là có liên quan đến sự lập mã của các thuộc tính video cho các khung video lập mã đám mây điểm (point cloud coding, PCC).

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Lượng dữ liệu video cần thiết để miêu tả ngay cả video tương đối ngắn có thể là đáng kể, mà có thể dẫn đến các sự khó khăn khi dữ liệu là để được tạo dòng hoặc cách khác được truyền thông ngang qua mạng truyền thông với dung lượng băng thông được giới hạn. Như vậy, dữ liệu video nói chung là được nén trước khi được truyền thông ngang qua các mạng viễn thông thời hiện đại. Kích thước của video có thể cũng là vấn đề khi video được lưu trữ trên thiết bị lưu trữ bởi vì các tài nguyên bộ nhớ có thể được 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 sự truyền hoặc lưu trữ, bằng cách ấy giảm số lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn các hình ảnh video (video image) số. Dữ liệu được nén sau đó được nhận ở đích bởi thiết bị giải nén video mà giải mã dữ liệu video. Với các tài nguyên mạng được giới hạn và các nhu cầu ngày càng tăng của chất lượng video cao hơn, các kỹ thuật nén và giải nén được cải thiện mà cải thiện tỷ lệ nén với ít đến không hi sinh về chất lượng hình ảnh là mong muốn.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Trong phương án, sáng chế gồm có phương pháp được thi hành bởi bộ giải mã video. Phương pháp bao gồm bước nhận, bởi bộ nhận, dòng bit (bitstream) bao gồm nhiều trình tự (sequence) được lập mã của các khung lập mã đám mây điểm (point cloud coding, PCC), trong đó nhiều trình tự được lập mã của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC gồm có hình học (geometry), kết cấu (texture), và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ (reflectance), độ trong suốt (transparency), và pháp tuyến (normal), và trong đó mỗi khung PCC được lập mã được biểu diễn bởi một hoặc nhiều đơn vị lớp trừu tượng mạng

(network abstraction layer, NAL) PCC. Phương pháp thêm nữa bao gồm bước phân tách, bởi bộ xử lý, dòng bit để thu được sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC mà chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC, và thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC tương ứng. Phương pháp thêm nữa bao gồm bước giải mã, bởi bộ xử lý, dòng bit dựa trên các sự chỉ báo. Trong một số hệ thống lập mã video, dòng video PCC chứa thuộc tính hình học và thuộc tính kết cấu. Phương án hiện tại bổ sung hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến như các thuộc tính tùy chọn. Thêm nữa, phương án hiện tại giới thiệu dữ liệu chỉ báo số lượng của các thuộc tính và chỉ báo các thuộc tính trên thực tế được gồm có trong dòng bit để cho phép bộ giải mã xác định cách thức để giải mã dòng video PCC. Nhờ bổ sung các thuộc tính PCC bổ sung, bộ mã hóa có thể mô tả các khung PCC phức tạp hơn, và bộ giải mã có thể đọc, và vì thế hiển thị, các khung PCC phức tạp hơn. Thêm nữa, việc bổ sung các thuộc tính bổ sung có thể đơn giản hóa các thuộc tính khác. Do đó, sự sử dụng tài nguyên xử lý có thể được giảm và hiệu suất lập mã có thể được tăng. Việc tăng hiệu suất lập mã giảm sự sử dụng bộ nhớ cũng như sự sử dụng tài nguyên mạng trong khi truyền dòng bit giữa bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó mỗi trình tự được lập mã của các khung PCC được kết hợp với đơn vị dữ liệu mức trình tự (sequence-level data unit) chứa các thông số mức trình tự (sequence-level parameter), trong đó đơn vị dữ liệu mức trình tự bao gồm phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo một số những thuộc tính PCC được mang trong trình tự được lập mã của các khung PCC và phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo mỗi trong các thuộc tính PCC.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần tử cú pháp thứ hai là phần tử loại thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung (group of frames header) trong dòng bit.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất là phần tử một số những thuộc

tính (number of attributes element) được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo một số những dòng cho mỗi trong các thuộc tính PCC.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính (attributes first ordering flag) được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị lớp trừu tượng mạng PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự dòng trong đơn vị truy nhập PCC tương ứng.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị lớp trừu tượng mạng PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự thuộc tính trong đơn vị truy nhập PCC tương ứng.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó mỗi trong các đơn vị truy nhập PCC gồm có không (zero) đến bốn dòng thuộc tính cho mỗi trong các thuộc tính PCC, và trong đó ít nhất một trong các dòng thuộc tính gồm có tốc độ khung không phải là không đổi (non-constant frame rate).

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, thêm nữa bao gồm gửi chuyển tiếp, bởi bộ xử lý, trình tự được giải mã của các khung PCC từ dòng bit hướng về bộ hiển thị cho sự trình bày.

Trong phương án, sáng chế gồm có phương pháp được thi hành bởi bộ mã hóa video. Phương pháp bao gồm bước mã hóa, bởi bộ xử lý, trình tự của các khung PCC thành dòng bit, trong đó trình tự của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến, và trong đó mỗi khung PCC được mã hóa trong một số những đơn vị NAL PCC. Phương pháp thêm nữa bao gồm bước mã hóa, bởi bộ xử lý, sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị

NAL PCC mà chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC, và thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC tương ứng. Phương pháp thêm nữa bao gồm bước truyền, bởi bộ truyền, dòng bit hướng về bộ giải mã video. Trong một số hệ thống lập mã video, dòng video PCC chứa thuộc tính hình học và thuộc tính kết cấu. Phương án hiện tại bổ sung hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến như các thuộc tính tùy chọn. Thêm nữa, phương án hiện tại giới thiệu dữ liệu chỉ báo số lượng của các thuộc tính và chỉ báo các thuộc tính trên thực tế được gồm có trong dòng bit để cho phép bộ giải mã xác định cách thức để giải mã dòng video PCC. Nhờ bổ sung các thuộc tính PCC bổ sung, bộ mã hóa có thể mô tả các khung PCC phức tạp hơn, và bộ giải mã có thể đọc, và vì thế hiển thị, các khung PCC phức tạp hơn. Thêm nữa, việc bổ sung các thuộc tính bổ sung có thể đơn giản hóa các thuộc tính khác. Do đó, sự sử dụng tài nguyên xử lý có thể được giảm và hiệu suất lập mã có thể được tăng. Việc tăng hiệu suất lập mã giảm sự sử dụng bộ nhớ cũng như sự sử dụng tài nguyên mạng trong khi truyền dòng bit giữa bộ mã hóa và bộ giải mã.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó dòng bit được kết hợp với đơn vị dữ liệu mức trình tự chứa các thông số mức trình tự, trong đó đơn vị dữ liệu mức trình tự bao gồm phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo một số những thuộc tính PCC được mang trong dòng bit và phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo mỗi trong các thuộc tính PCC.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần tử cú pháp thứ hai là phần tử loại thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất là phần tử một số những thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo một số những dòng cho mỗi trong các thuộc tính PCC.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị lớp trừu tượng mạng PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự dòng trong đơn vị truy nhập PCC tương ứng.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị lớp trừu tượng mạng PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự thuộc tính trong đơn vị truy nhập PCC tương ứng.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó mỗi trong các đơn vị truy nhập PCC gồm có không đến bốn dòng thuộc tính cho mỗi trong các thuộc tính PCC, và trong đó ít nhất một trong các dòng thuộc tính gồm có tốc độ khung không phải là không đổi.

Trong phương án, sáng chế gồm có thiết bị lập mã video bao gồm bộ xử lý, bộ nhận được ghép với bộ xử lý, và bộ truyền được ghép với bộ xử lý, bộ xử lý, bộ nhận, và bộ truyền được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp của khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước.

Trong phương án, sáng chế gồm có phương tiện đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp (non-transitory computer readable medium) 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 có thể thực thi được bởi máy tính được lưu trữ trên phương tiện đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp sao cho khi được thực thi bởi bộ xử lý làm cho thiết bị lập mã video thực hiện phương pháp của khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước.

Trong phương án, sáng chế gồm có bộ mã hóa bao gồm phương tiện mã hóa khung (frame encoding means) để mã hóa trình tự của các khung PCC thành dòng bit, trong đó trình tự của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến, và trong đó mỗi khung PCC được mã hóa trong một số những đơn vị NAL PCC. Bộ mã hóa thêm nữa bao gồm phương tiện mã hóa thông số (parameter encoding means) để mã hóa sự chỉ báo

cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC mà chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC, và thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC tương ứng. Bộ mã hóa thêm nữa bao gồm phương tiện truyền (transmitting means) để truyền dòng bit hướng về bộ giải mã video.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó bộ mã hóa được tạo cấu hình thêm nữa để thực hiện phương pháp của khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước.

Trong phương án, sáng chế gồm có bộ giải mã bao gồm phương tiện nhận (receiving means) để nhận dòng bit bao gồm nhiều trình tự được lập mã của các khung PCC, trong đó nhiều trình tự được lập mã của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến, và trong đó mỗi khung PCC được lập mã được biểu diễn bởi một hoặc nhiều đơn vị NAL PCC. Bộ giải mã thêm nữa bao gồm phương tiện phân tách (parsing means) để phân tách dòng bit để thu được sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC mà chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC, và thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC tương ứng. Bộ giải mã thêm nữa bao gồm phương tiện giải mã (decoding means) để giải mã dòng bit dựa trên các sự chỉ báo.

Tùy chọn, trong khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước, sự thi hành khác của khía cạnh cung cấp, trong đó bộ mã hóa được tạo cấu hình thêm nữa để thực hiện phương pháp của khía cạnh bất kỳ trong các khía cạnh trước.

Nhằm mục đích rõ ràng, phương án bất kỳ trong các phương án đề cập ở trên có thể được phối hợp với một hoặc nhiều phương án bất kỳ trong các phương án đề cập ở trên khác để tạo ra phương án mới trong phạm vi của sáng chế.

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

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Để hiểu đầy đủ hơn về sáng chế, tham chiếu lúc này được thực hiện đối với phần mô tả vắn tắt sau đây, được lấy có liên quan với các hình vẽ và phần mô tả chi tiết kèm theo, trong đó các số tham chiếu giống nhau biểu diễn các phần giống nhau.

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

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

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

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

Fig.5 là ví dụ của các phương tiện đám mây điểm (point cloud media) mà có thể được lập mã theo các cơ chế PCC.

Fig.6 là ví dụ của sự phân đoạn và đóng gói dữ liệu cho khung các phương tiện đám mây điểm.

Fig.7 là sơ đồ giản lược minh họa dòng video PCC ví dụ với tập hợp thuộc tính được mở rộng.

Fig.8 là sơ đồ giản lược minh họa cơ chế để sắp thứ tự các thuộc tính PCC theo dòng.

Fig.9 là sơ đồ giản lược minh họa cơ chế để sắp thứ tự các thuộc tính PCC theo thuộc tính.

Fig.10 là lưu đồ của phương pháp ví dụ để mã hóa trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng.

Fig.11 là lưu đồ của phương pháp ví dụ để giải mã trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng.

Fig.12 là sơ đồ giản lược của thiết bị lập mã video ví dụ.

Fig.13 là sơ đồ giản lược của hệ thống ví dụ để lập mã trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng.

Fig.14 là lưu đồ của phương pháp ví dụ khác để mã hóa trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng.

Fig.15 là của phương pháp ví dụ để giải mã trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Cần hiểu ngay từ đầu là mặc dù sự thi hành minh họa của một hoặc nhiều phương án được cung cấp ở dưới, các hệ thống và/hoặc các phương pháp được bộc lộ có thể được thi hành sử dụng số lượng bất kỳ của các kỹ thuật, dù hiện đã biết hoặc đang tồn tại. Sáng chế không nên được giới hạn vào các sự thi hành, các hình vẽ, và các kỹ thuật minh họa mà được minh họa ở dưới, gồm có các thiết kế và các sự thi hành làm ví dụ mà được minh họa và được mô tả ở đây, nhưng có thể được sửa đổi trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo cùng với phạm vi đầy đủ của các tương đương của chúng.

Nhiều kỹ thuật nén video có thể được dùng để giảm kích thước của các tệp video với tổn thất tối thiểu của dữ liệu. Ví dụ, các kỹ thuật nén video có thể gồm có thực hiện sự dự đoán không gian (ví dụ, nội ảnh (intra-picture)) và/hoặc sự dự đoán thời gian (ví dụ, liên ảnh (inter-picture)) để giảm hoặc loại bỏ sự dư thừa dữ liệu trong các trình tự video. Cho sự lập mã video dựa trên khối, lát video (ví dụ, ảnh video (video picture) hoặc đoạn của ảnh video) có thể được phân chia thành các khối video, mà có thể cũng được tham chiếu đến như các khối cây (treeblock), các khối cây lập mã (coding tree block, CTB), các đơn vị cây lập mã (coding tree unit, CTU), các đơn vị lập mã (coding unit, CU), và/hoặc các nút lập mã. Các khối video trong lát được nội lập mã (intra-coded) (I) của ảnh (picture) được lập mã sử dụng sự dự đoán không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng ảnh. Các khối video trong lát được liên lập mã (inter-coded) (P hoặc B) của ảnh có thể được lập mã nhờ dùng sự dự đoán không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng ảnh hoặc sự dự đoán thời gian đối với các mẫu tham chiếu trong các ảnh tham chiếu khác. Các ảnh có thể được tham chiếu đến như các khung, và các ảnh tham chiếu có thể được tham chiếu đến như các khung tham chiếu. Sự dự đoán không gian hoặc thời gian dẫn đến khối dự đoán (predictive block) biểu diễn khối hình ảnh (image block). Dữ liệu dư biểu diễn các sự khác biệt điểm ảnh giữa khối hình ảnh gốc và khối dự đoán. Do đó, khối được 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 dư chỉ báo sự khác biệt giữa khối được lập mã và khối dự đoán. Khối được nội lập mã được mã hóa theo chế độ nội lập mã (intra-coding) và dữ liệu dư. Cho sự nén thêm nữa, dữ liệu dư có thể được biến đổi từ miền điểm ảnh thành miền biến đổi. Những điều này dẫn đến các hệ số biến đổi dư, mà có thể được lượng tử hóa. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể ban đầu được sắp đặt trong mảng hai chiều. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể được quét để tạo vector một chiều của các hệ số biến đổi. Sự lập mã entropy có thể được áp dụng để đạt được sự nén nhiều hơn nữa. Các kỹ thuật nén video như vậy được thảo luận chi tiết hơn ở dưới.

Để bảo đảm video được mã hóa có thể được giải mã một cách chính xác, video được mã hóa và được giải mã theo các chuẩn lập mã video tương ứng. Các chuẩn lập mã video gồm có Lĩnh vực tiêu chuẩn hóa Hiệp hội viễn thông quốc tế (International Telecommunication Union, ITU) (ITU-T) H.261, Nhóm chuyên gia ảnh động (Motion Picture Experts Group, MPEG)-1 Phần 2 của Tổ chức quốc tế về tiêu chuẩn hóa/Ủy ban kỹ thuật điện quốc tế (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, ISO/IEC), ITU-T H.262 hoặc MPEG-2 Phần 2 của ISO/IEC, , ITU-T H.263, MPEG-4 Phần 2 của ISO/IEC, Lập mã video nâng cao (Advanced Video Coding, AVC), cũng được biết đến như ITU-T H.264 hoặc MPEG-4 Phần 10 của ISO/IEC, và Lập mã video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding, HEVC), cũng được biết đến như ITU-T H.265 hoặc MPEG-H Phần 2. AVC gồm có các sự mở rộng như Lập mã video có thể mở rộng quy mô (Scalable Video Coding, SVC), Lập mã video đa tầm nhìn (Multiview Video Coding, MVC) và Lập mã video đa tầm nhìn cộng Độ sâu (Multiview Video Coding plus Depth, MVC+D), và AVC ba chiều (three dimensional, 3D) (3D-AVC). HEVC gồm có các sự mở rộng như HEVC có thể mở rộng quy mô (Scalable HEVC, SHVC), HEVC đa tầm nhìn (Multiview HEVC, MV-HEVC), và HEVC 3D (3D HEVC, 3D-HEVC). Nhóm chuyên gia video chung (joint video experts team, JVET) của ITU-T và ISO/IEC đã bắt đầu phát triển chuẩn lập mã video được tham chiếu đến như Lập mã video đa năng (Versatile Video Coding, VVC). VVC được gồm có trong Dự thảo làm việc (Working Draft, WD), mà gồm có JVET-K1001-v4 và JVET-K1002-v1.

PCC là cơ chế để mã hóa video của các vật thể 3D. Đám mây điểm là tập hợp của các điểm dữ liệu trong không gian 3D. Các điểm dữ liệu như vậy gồm có các thông số mà xác định, ví dụ, vị trí trong không gian và màu sắc. Các đám mây điểm có thể được sử dụng trong những ứng dụng khác nhau như hiện diện từ xa đắm chìm 3D thời gian thực (real-time 3D immersive telepresence), xem thực tế ảo (virtual reality, VR) nội dung với thị sai tương tác, phát rộng phát lại thể thao điểm nhìn tự do 3D (3D free viewpoint sport replays broadcasting), các hệ thống thông tin địa lý, di sản văn hóa, điều hướng tự trị dựa trên các bản đồ động 3D tỷ lệ lớn, và các ứng dụng ô tô. Codec MPEG ISO/IEC cho PCC có thể hoạt động trên dữ liệu đám mây điểm được nén không tổn hao và/hoặc tổn hao với độ mạnh và hiệu suất lập mã đáng kể đối với các môi trường mạng. Sử dụng codec này cho phép các đám mây điểm được thao tác như dạng của dữ liệu máy tính, được lưu trữ trên những phương tiện lưu trữ khác nhau, được truyền và được nhận qua các mạng, và được phân phối trên các kênh phát rộng. Môi trường lập mã PCC được phân loại thành hạng PCC 1, hạng PCC 2, và hạng PCC 3. Sáng chế được hướng hướng về hạng PCC 2, mà có liên quan đến các tài liệu được đưa ra MPEG N17534 và N17533. Thiết kế của codec hạng PCC 2 tìm cách tận dụng các codec video khác để nén thông tin hình học và kết cấu của đám mây điểm động nhờ nén dữ liệu đám mây điểm như tập hợp của các trình tự video khác nhau. Ví dụ, hai trình tự video, một biểu diễn thông tin hình học của dữ liệu đám mây điểm và trình tự video kia biểu diễn thông tin kết cấu có thể được tạo ra và được nén nhờ sử dụng một hoặc nhiều codec video. Siêu dữ liệu (metadata) bổ sung để hỗ trợ sự diễn dịch của các trình tự video (ví dụ, thông tin miếng (patch) phụ trợ và bản đồ chiếm chỗ (occupancy map)) có thể cũng được tạo ra và được nén một cách riêng biệt.

Các hệ thống PCC có thể hỗ trợ thuộc tính PCC hình học chứa dữ liệu vị trí và thuộc tính PCC kết cấu chứa dữ liệu màu sắc. Tuy nhiên, một số ứng dụng video có thể gồm có các loại khác của dữ liệu, như hệ số phản xạ, độ trong suốt, và các vector pháp tuyến (normal vector). Thêm nữa, các hệ thống PCC có thể lập mã dữ liệu video PCC trong dòng bit, và dữ liệu thuộc tính tách ra trong các dòng thuộc tính bên trong dòng bit. Do chỉ hai thuộc tính được hỗ trợ, các hệ thống PCC có thể được giới hạn vào hai dòng hình học và dòng kết cấu đơn. Tuy nhiên, tính linh hoạt lớn hơn có thể là mong muốn, nói riêng là khi tập hợp thuộc tính được mở rộng là khả dụng. Ngoài ra, các hệ thống PCC mã hóa dữ liệu trong các đơn vị truy nhập (access unit, AU) PCC. AU PCC chứa dữ liệu đủ

để xây dựng lại khung PCC đơn. Các hệ thống PCC có thể được hạn chế vào sắp thứ tự các đơn vị dữ liệu trong PCC theo dòng. Cụ thể, các hệ thống PCC có thể được hạn chế vào lập mã các đơn vị dữ liệu cho dòng hình học thứ nhất, sau đó các đơn vị dữ liệu cho dòng hình học thứ hai, và sau đó các đơn vị dữ liệu cho dòng kết cấu. Tuy nhiên, sơ đồ sắp thứ tự linh hoạt hơn có thể là mong muốn để hỗ trợ sự tối ưu hóa của sự lập mã video trong các trường hợp sử dụng nhất định. Cũng vậy, các hệ thống PCC có thể yêu cầu là các đơn vị dữ liệu có mặt cho mỗi dòng thuộc tính PCC trong mỗi AU PCC. Do đó, nếu dòng bit PCC được thiết đặt ở tốc độ khung không đổi, thì tốc độ khung của mỗi dòng thuộc tính cũng sẽ không đổi. Điều này có thể không mong muốn trong một số thí dụ, ví dụ khi dùng tập hợp thuộc tính được mở rộng. Sáng chế giải quyết các vấn đề này và các vấn đề khác với các hệ thống PCC như vậy.

Được bộc lộ ở đây là các cơ chế để cải thiện PCC. Trong một phương án, tập hợp được mở rộng của các thuộc tính được làm khả dụng để cho phép phân chức năng (functionality) PCC mạnh hơn. Tập hợp được mở rộng của các thuộc tính PCC gồm có hình học và kết cấu. Tập hợp được mở rộng của các thuộc tính PCC cũng gồm có hệ số phản xạ, độ trong suốt, và các vector pháp tuyến (được tham chiếu đến ở đây như pháp tuyến (normal)). Thuộc tính hệ số phản xạ chỉ báo lượng ánh sáng (ví dụ, ánh sáng màu dựa trên thuộc tính kết cấu) mà chiếu từ điểm dữ liệu thứ nhất lên các điểm dữ liệu liền kề trong sự lân cận đối với điểm dữ liệu thứ nhất. Thuộc tính độ trong suốt chỉ báo lượng ánh sáng mà có thể đi qua điểm dữ liệu thứ nhất (ví dụ, được phản xạ từ các điểm dữ liệu liền kề trong sự lân cận đối với điểm dữ liệu thứ nhất). Thuộc tính pháp tuyến (normal attribute) chỉ báo vector mà vuông góc với bề mặt được tạo ra bởi các điểm dữ liệu tương ứng (ví dụ, dựa trên thuộc tính hình học). Thuộc tính hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến có thể chứa dữ liệu mô tả một số hoặc tất cả các điểm dữ liệu trong AU PCC. Thêm nữa, các thuộc tính hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến là tùy chọn, và vì thế có thể xuất hiện một cách riêng lẻ hoặc trong sự phối hợp cho một số AU PCC và không cho các AU PCC khác trong cùng dòng bit. Sáng chế thêm nữa gồm có cơ chế để báo hiệu loại thuộc tính và thông tin có liên quan để hỗ trợ lập mã tập hợp thuộc tính được mở rộng. Trong phương án khác, sáng chế gồm có cơ chế để hỗ trợ một số linh hoạt những dòng thuộc tính. Ví dụ, mỗi thuộc tính có thể gồm có không đến bốn dòng, mà cho phép cho sự sử dụng phức tạp của các thuộc tính hoặc sự bỏ đi hoàn toàn của các thuộc tính

như vậy, phụ thuộc vào khung PCC được lập mã. Như ví dụ cụ thể, dòng video PCC gồm có một số lớn những vật thể sáng bóng có thể gồm có nhiều dòng hệ số phản xạ, như các dòng dành riêng khác nhau cho các vật thể khác nhau, các dòng khác nhau cho các khung chẵn và lẻ, v.v.. Thêm nữa, dòng video PCC gồm có chỉ các vật thể mờ có thể bỏ đi các dòng hệ số phản xạ. Trong phương án khác, sơ đồ sắp thứ tự linh hoạt cho các thuộc tính PCC được bộc lộ. Cụ thể, các thuộc tính có thể được sắp thứ tự theo dòng sao cho dòng thứ nhất của mỗi thuộc tính khả dụng được gồm có trước tiên, sau đó dòng thứ hai của mỗi thuộc tính được gồm có, v.v.. Các thuộc tính có thể cũng được sắp thứ tự theo thứ tự thuộc tính sao cho tất cả các dòng của thuộc tính thứ nhất được gồm có, sau đó tất cả các dòng của thuộc tính thứ hai, v.v.. Các thứ tự khác nhau có thể là tối ưu hơn trong các trường hợp sử dụng khác nhau. Thứ tự được sử dụng có thể được chỉ rõ bởi cờ sắp thứ tự. Các phương án trước có thể được dùng một mình hoặc trong sự phối hợp. Ngoài ra, tập hợp được mở rộng của các thuộc tính gồm có các thuộc tính tùy chọn. Như vậy, các đơn vị dữ liệu có thể không có mặt cho mỗi dòng thuộc tính PCC trong mỗi AU. Bởi vậy, ngay cả nếu toàn bộ dòng bit PCC là có tốc độ khung không đổi, thì các dòng thuộc tính PCC cơ bản (underlying) có thể không gồm có tốc độ khung không đổi trong một số trường hợp. Thêm nữa, cú pháp mô tả sự sử dụng của các phương án như vậy có thể được gồm có trong dữ liệu mức trình tự trong dòng bit, ví dụ trong đơn vị lớp trừu tượng mạng (network abstraction layer, NAL) nhóm của các khung được định vị trong mỗi AU PCC tương ứng. Các ví dụ này và các ví dụ khác được mô tả chi tiết ở dưới.

Fig.1 là lưu đồ của phương pháp hoạt động ví dụ 100 để lập mã tín hiệu video. Cụ thể, tín hiệu video được mã hóa ở bộ mã hóa. Quy trình mã hóa nén tín hiệu video nhờ dùng những cơ chế khác nhau để giảm kích thước tệp video. Kích thước tệp nhỏ hơn cho phép tệp video được nén được truyền hướng về người dùng, trong khi giảm tổng phí băng thông (bandwidth overhead) được kết hợp. Bộ giải mã sau đó giải mã tệp video được nén để xây dựng lại tín hiệu video gốc cho sự hiển thị đối với người dùng cuối. Quy trình giải mã nói chung là phản chiếu quy trình mã hóa để cho phép bộ giải mã xây dựng lại một cách nhất quán tín hiệu video.

Ở bước 101, tín hiệu video được đưa vào bộ mã hóa. Ví dụ, tín hiệu video có thể là tệp video không được nén được lưu trữ trong bộ nhớ. Như ví dụ khác, tệp video có thể được thu thập bởi thiết bị thu thập video, như camera video, và được mã hóa để hỗ trợ

sự tạo dòng trực tiếp (live streaming) của video. Tập video có thể gồm có cả thành phần âm thanh và thành phần video. Thành phần video chứa một loạt các khung hình ảnh mà, khi được xem trong trình tự, cho ấn tượng trực quan của chuyển động. Các khung chứa các điểm ảnh mà được biểu thị về mặt ánh sáng, được tham chiếu đến ở đây như các thành phần luma (hoặc các mẫu luma), và màu sắc, mà được tham chiếu đến như các thành phần sắc độ (chroma) (hoặc các mẫu màu sắc). Trong một số ví dụ, các khung có thể cũng chứa các trị số độ sâu để hỗ trợ sự xem ba chiều.

Ở bước 103, video được phân chia thành các khối. Việc phân chia gồm có chia nhỏ các điểm ảnh trong mỗi khung thành các khối hình vuông và/hoặc hình chữ nhật cho sự nén. Ví dụ, trong Lập mã video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding, HEVC) (cũng được biết đến như H.265 và MPEG-H Phần 2) khung có thể trước tiên được chia thành các đơn vị cây lập mã (coding tree unit, CTU), mà là các khối có kích thước được định nghĩa trước (ví dụ, sáu mươi bốn điểm ảnh nhân sáu mươi bốn điểm ảnh). Các CTU chứa cả các mẫu luma và sắc độ. Các cây lập mã có thể được dùng để chia các CTU thành các khối và sau đó chia nhỏ một cách đệ quy các khối cho đến khi đạt được các sự tạo cấu hình mà hỗ trợ sự mã hóa thêm nữa. Ví dụ, các thành phần luma của khung có thể được chia nhỏ cho đến khi các khối riêng lẻ chứa các trị số chiếu sáng tương đối đồng nhất. Thêm nữa, các thành phần sắc độ của khung có thể được chia nhỏ cho đến khi các khối riêng lẻ chứa các trị số 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, những cơ chế nén khác nhau được dùng để nén các khối hình ảnh được phân chia ở bước 103. Ví dụ, sự liên dự đoán (inter-prediction) và/hoặc sự nội dự đoán (intra-prediction) có thể được dùng. Sự liên dự đoán được thiết kế để lợi dụng thực tế là các vật thể trong cảnh chung có xu hướng xuất hiện trong các khung kế tiếp. Do đó, khối miêu tả vật thể trong khung tham chiếu không cần được mô tả một cách lặp lại trong các khung liền kề. Cụ thể, vật thể, như cái bàn (table), có thể vẫn ở vị trí không đổi qua nhiều khung. Vì thế cái bàn (table) được mô tả một lần và các khung liền kề có thể tham chiếu lại khung tham chiếu. Các cơ chế so khớp mẫu hình có thể được dùng để so khớp các vật thể qua nhiều khung. Thêm nữa, các vật thể di chuyển có thể được biểu diễn ngang qua nhiều khung, ví dụ do sự di chuyển vật thể hoặc sự di chuyển camera. Như ví dụ riêng, video có thể thể hiện ô tô mà di chuyển ngang qua màn hình qua nhiều khung. Các

vector chuyển động có thể được dùng để mô tả sự di chuyển như vậy. Vector chuyển động là vector hai chiều mà cung cấp độ dịch từ các tọa độ của vật thể trong khung đến các tọa độ của vật thể trong khung tham chiếu. Như vậy, sự liên dự đoán có thể mã hóa khối hình ảnh trong khung hiện thời như tập hợp của các vector chuyển động chỉ báo độ dịch từ khối tương ứng trong khung tham chiếu.

Sự nội dự đoán mã hóa các khối trong khung chung. Sự nội dự đoán lợi dụng thực tế là các thành phần luma và sắc độ có xu hướng hợp lại trong khung. Ví dụ, miếng màu xanh lục trong đoạn của cây có xu hướng được định vị liền kề với các miếng màu xanh lục tương tự. Sự nội dự đoán dùng nhiều chế độ dự đoán hướng (ví dụ, ba mươi ba trong HEVC), chế độ phẳng, và chế độ dòng một chiều (direct current, DC). Các chế độ hướng chỉ báo là khối hiện thời là tương tự/giống với các mẫu của khối lân cận theo hướng tương ứng. Chế độ phẳng chỉ báo là một loạt các khối dọc theo hàng/cột (ví dụ, mặt phẳng) có thể được nội suy dựa trên các khối lân cận ở các mép của hàng. Chế độ phẳng, có hiệu lực, chỉ báo sự chuyển tiếp mịn của ánh sáng/màu sắc ngang qua hàng/cột nhờ dùng độ dốc tương đối không đổi khi thay đổi các trị số. Chế độ DC được dùng để làm mịn biên và chỉ báo là khối là tương tự/giống như trị số trung bình được kết hợp với các mẫu của tất cả các khối lân cận được kết hợp với các hướng góc của các chế độ dự đoán hướng. Do đó, các khối nội dự đoán có thể biểu diễn các khối hình ảnh như những trị số chế độ dự đoán quan hệ khác nhau thay vì các trị số thực tế. Thêm nữa, các khối liên dự đoán có thể biểu diễn các khối hình ảnh như các trị số vector chuyển động thay vì các trị số thực tế. Trong mỗi trường hợp, các khối dự đoán có thể không biểu diễn một cách chính xác các khối hình ảnh trong một số trường hợp. Các sự khác biệt bất kỳ được lưu trữ trong các khối dư. Các sự biến đổi có thể được áp dụng đối với các khối dư để nén thêm nữa tệp.

Ở bước 107, những kỹ thuật lọc khác nhau có thể được áp dụng. Trong HEVC, các bộ lọc được áp dụng theo sơ đồ lọc trong vòng. Sự dự đoán dựa trên khối được thảo luận ở trên có thể dẫn đến sự tạo ra của các hình ảnh khối (blocky image) ở bộ giải mã. Thêm nữa, sơ đồ dự đoán dựa trên khối có thể mã hóa khối và sau đó xây dựng lại khối được mã hóa để sử dụng sau như khối tham chiếu. Sơ đồ lọc trong vòng áp dụng một cách lặp các bộ lọc triệt tiếng ồn, các bộ lọc giải chặn (de-blocking filter), các bộ lọc vòng thích ứng, và các bộ lọc độ dịch thích ứng mẫu (sample adaptive offset, SAO) đối với các

khối/các khung. Các bộ lọc này giảm nhẹ thành phần lạ chặn (blocking artifact) như vậy sao cho tệp được mã hóa có thể được xây dựng lại một cách chính xác. Thêm nữa, các bộ lọc này giảm nhẹ các thành phần lạ trong các khối tham chiếu được xây dựng lại sao cho các thành phần lạ ít khả năng hơn để tạo ra các thành phần lạ bổ sung trong các khối tiếp theo mà được mã hóa dựa trên các khối tham chiếu được xây dựng lại.

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 gồm có dữ liệu được thảo luận ở trên cũng như dữ liệu báo hiệu bất kỳ được mong muốn để hỗ trợ sự xây dựng lại tín hiệu video thích đáng ở bộ giải mã. Ví dụ, dữ liệu như vậy có thể gồm có dữ liệu phân chia, dữ liệu dự đoán, các khối dư, và những 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 hướng về bộ giải mã vào lúc yêu cầu. Dòng bit có thể cũng được phát rộng và/hoặc được phát đa phương hướng về nhiều bộ giải mã. Sự tạo ra của dòng bit là quy trình lặp. Do đó, các bước 101, 103, 105, 107, và 109 có thể xảy ra một cách liên tiếp và/hoặc một cách đồng thời qua nhiều khung và khối. Thứ tự được thể hiện trên Fig.1 được trình bày cho rõ ràng và để thảo luận, và không được dự định để giới hạn quy trình lập mã video vào thứ tự riêng.

Bộ giải mã nhận dòng bit và bắt đầu quy trình giải mã ở bước 111. Cụ thể, bộ giải mã dùng sơ đồ giải mã entropy để chuyển đổi dòng bit thành dữ liệu video và cú pháp tương ứng. Bộ giải mã dùng dữ liệu cú pháp từ dòng bit để xác định các sự phân chia cho các khung ở bước 111. Việc phân chia nên so khớp các kết quả của việc phân chia khối ở bước 103. Sự mã hóa/giải mã entropy như được dùng trong bước 111 lúc này được mô tả. Bộ mã hóa thực hiện nhiều sự chọn trong quy trình nén, như lựa chọn các sơ đồ phân chia khối từ vài sự chọn có thể dựa trên sự định vị không gian của các trị số trong (các) hình ảnh được đưa vào. Sự báo hiệu các sự chọn chính xác có thể dùng một số lớn những ngăn (bin). Như được sử dụng ở đây, ngăn (bin) là trị số nhị phân mà được xem như biên (ví dụ, trị số bit mà có thể thay đổi phụ thuộc vào ngữ cảnh). Sự lập mã entropy cho phép bộ mã hóa bỏ các tùy chọn bất kỳ mà rõ ràng là không thể tồn tại cho trường hợp riêng, để lại tập hợp của các tùy chọn được phép. Mỗi tùy chọn được phép sau đó được gán từ mã. Độ dài của các từ mã được dựa trên số lượng của các tùy chọn được phép (ví dụ, một ngăn cho hai tùy chọn, hai ngăn cho ba đến bốn tùy chọn, v.v.). Bộ mã hóa sau đó mã hóa từ mã cho tùy chọn được lựa chọn. Sơ đồ này giảm kích thước của các từ mã khi các từ mã

là lớn như mong muốn để chỉ báo một cách duy nhất sự lựa chọn từ tập hợp con nhỏ của các tùy chọn được phép như trái với chỉ báo một cách duy nhất sự lựa chọn từ tập hợp có tiềm năng là lớn của tất cả các tùy chọn có thể. Bộ giải mã sau đó giải mã sự lựa chọn nhờ xác định tập hợp của các tùy chọn được phép theo cách tương tự đối với bộ mã hóa. Nhờ xác định tập hợp của các tùy chọn được phép, bộ giải mã có thể đọc từ mã và xác định sự lựa chọn được thực hiện bởi bộ mã hóa.

Ở bước 113, bộ giải mã thực hiện sự giải mã khối. Cụ thể, bộ giải mã dùng các sự biến đổi đảo (reverse transform) để tạo ra các khối dư. Sau đó bộ giải mã dùng các khối dư và các khối dự đoán tương ứng để xây dựng lại các khối hình ảnh theo việc phân chia. Các khối dự đoán có thể gồm có cả các khối nội dự đoán và các khối liên dự đoán như được tạo ra ở bộ mã hóa ở bước 105. Các khối hình ảnh được xây dựng lại sau đó được định vị vào các khung của tín hiệu video được xây dựng lại 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 qua sự lập mã entropy như được thảo luận ở trên.

Ở bước 115, sự lọc được thực hiện trên các khung của tín hiệu video được xây dựng lại theo cách tương tự với bước 107 ở bộ mã hóa. Ví dụ, các bộ lọc triệt tiếng ồn, các bộ lọc giải chặn, các bộ lọc vòng thích ứng, và các bộ lọc SAO có thể được áp dụng đối với các khung để loại bỏ thành phần lạ chặn. Một khi các khung được lọc, tín hiệu video có thể được đưa ra đến bộ hiển thị ở bước 117 để xem bởi người dùng cuối.

Fig.2 là sơ đồ giản lược của hệ thống lập mã và giải mã (coding and decoding, codec) ví dụ 200 cho sự lập mã video. Cụ thể, hệ thống codec 200 cung cấp phần chức năng để hỗ trợ sự thi hành của phương pháp hoạt động 100. Hệ thống codec 200 được tổng quát hóa để miêu tả các thành phần được dùng trong cả bộ mã hóa và bộ giải mã. Hệ thống codec 200 nhận và phân chia tín hiệu video như được thảo luận đối với các bước 101 và 103 trong phương pháp hoạt động 100, mà dẫn đến tín hiệu video được phân chia 201. Hệ thống codec 200 sau đó nén tín hiệu video được phân chia 201 thành dòng bit được lập mã khi hành động như bộ mã hóa như được thảo luận đối với các bước 105, 107, và 109 trong phương pháp 100. Khi hành động như bộ giải mã hệ thống codec 200 tạo ra tín hiệu video được đưa ra từ dòng bit như được thảo luận đối với các bước 111, 113, 115, và 117 trong phương pháp hoạt động 100. Hệ thống codec 200 gồm có thành phần điều

khuyến bộ lập mã chung 211, thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa (transform scaling and quantization component) 213, thành phần ước lượng nội ảnh 215, thành phần dự đoán nội ảnh 217, thành phần bù chuyển động 219, thành phần ước lượng chuyển động 221, thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược (scaling and inverse transform component) 229, thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227, thành phần các bộ lọc trong vòng 225, thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223, và thành phần định dạng phần đầu và lập mã số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding, CABAC) (header formatting and CABAC component) 231. Các thành phần như vậy được ghép như được thể hiện. Trên Fig.2, các đường màu đen chỉ báo sự di chuyển của dữ liệu để được mã hóa/được giải mã trong khi các đường đứt nét chỉ báo sự di chuyển của dữ liệu điều khiển mà điều khiển sự hoạt động của các thành phần khác. Tất cả các thành phần của hệ thống codec 200 có thể có mặt trong bộ mã hóa. Bộ giải mã có thể gồm có tập hợp con của các thành phần của hệ thống codec 200. Ví dụ, bộ giải mã có thể gồm có thành phần dự đoán nội ảnh 217, thành phần bù chuyển động 219, thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229, thành phần các bộ lọc trong vòng 225, và thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223. Các thành phần này lúc này được mô tả.

Tín hiệu video được phân chia 201 là trình tự video được thu thập mà đã được phân chia thành các khối của các điểm ảnh bởi cây lập mã. Cây lập mã dùng những chế độ tách khác nhau để chia nhỏ khối của các điểm ảnh thành các khối nhỏ hơn của các điểm ảnh. Các khối này có thể sau đó được chia nhỏ thêm nữa thành các khối nhỏ hơn. Các khối có thể được tham chiếu đến như các nút trên cây lập mã. Các nút cha mẹ lớn hơn được tách thành các nút con nhỏ hơn. Số lần nút được chia nhỏ được tham chiếu đến như độ sâu của nút/cây lập mã. Các khối được chia có thể được gồm có trong các đơn vị lập mã (coding unit, CU) trong một số trường hợp. Ví dụ, CU có thể là đoạn con (sub-portion) của CTU mà chứa khối luma, (các) khối sắc độ khác biệt màu đỏ (Cr), và (các) khối sắc độ khác biệt màu xanh lam (Cb) cùng với các lệnh cú pháp tương ứng cho CU. Các chế độ tách có thể gồm có cây nhị phân (binary tree, BT), cây bộ ba (triple tree, TT), và cây tứ phân (quad tree, QT) được dùng để phân chia nút thành hai, ba, hoặc bốn nút con, một cách tương ứng, để thay đổi các hình dạng phụ thuộc vào các chế độ tách được dùng. Tín hiệu video được phân chia 201 được gửi chuyển tiếp đến thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211, thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213, thành phần ước

lượng nội ảnh 215, thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227, và thành phần ước lượng chuyển động 221 cho sự nén.

Thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 được tạo cấu hình để đưa ra các quyết định có liên quan đến sự lập mã của các hình ảnh của trình tự video thành dòng bit theo các ràng buộc ứng dụng. Ví dụ, thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 quản lý sự tối ưu hóa của tốc độ bit (bitrate)/kích thước dòng bit so với chất lượng xây dựng lại. Các quyết định như vậy có thể được đưa ra dựa trên không gian lưu trữ/độ khả dụng băng thông và các yêu cầu độ phân giải hình ảnh. Thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 cũng quản lý sự dùng bộ đệm cân nhắc đến tốc độ truyền để giảm nhẹ các vấn đề chạy thiếu và chạy quá bộ đệm. Để quản lý các vấn đề này, thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 quản lý việc phân chia, sự dự đoán, và sự lọc bởi các thành phần khác. Ví dụ, thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 có thể một cách động tăng độ phức tạp nén để tăng độ phân giải và tăng sự sử dụng băng thông hoặc giảm độ phức tạp nén để giảm độ phân giải và sự sử dụng băng thông. Vì thế, thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 điều khiển các thành phần khác của hệ thống codec 200 để cân bằng chất lượng xây dựng lại tín hiệu video với các sự quan tâm về tốc độ bit. Thành phần điều khiển bộ lập mã chung 211 tạo ra dữ liệu điều khiển, mà điều khiển sự hoạt động của các thành phần khác. Dữ liệu điều khiển cũng được gửi chuyển tiếp đến thành phần định dạng phân đầu và CABAC 231 để được mã hóa trong dòng bit để báo hiệu các thông số để giải mã ở bộ giải mã.

Tín hiệu video được phân chia 201 cũng được gửi đến thành phần ước lượng chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 cho sự liên dự đoán. Khung hoặc lát của tín hiệu video được phân chia 201 có thể được chia thành nhiều khối video. Thành phần ước lượng chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 thực hiện sự lập mã liên dự đoán của khối video được nhận liên quan đến một hoặc nhiều khối trong một hoặc nhiều khung tham chiếu để cung cấp sự dự đoán thời gian. Hệ thống codec 200 có thể thực hiện nhiều sự thông qua lập mã, ví dụ, để lựa chọn chế độ lập mã thích hợp cho mỗi khối của dữ liệu video.

Thành phần ước lượng chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 có thể được tích hợp cao, nhưng được minh họa một cách riêng biệt cho các mục đích khái

niệm. Sự ước lượng chuyển động, được thực hiện bởi thành phần ước lượng chuyển động 221, là quy trình để tạo ra các vector chuyển động, mà ước lượng sự chuyển động cho các khối video. Vector chuyển động, ví dụ, có thể chỉ báo sự dịch chuyển của vật thể được lập mã liên quan đến khối dự đoán. Khối dự đoán là khối mà được tìm thấy là so khớp chặt chẽ khối để được lập mã, về mặt sự khác biệt điểm ảnh. Khối dự đoán có thể cũng được tham chiếu đến như khối tham chiếu. Sự khác biệt điểm ảnh như vậy có thể được xác định bởi tổng của sự khác biệt tuyệt đối (sum of absolute difference, SAD), tổng của sự khác biệt bình phương (sum of square difference, SSD), hoặc các số đo khác biệt khác. HEVC dùng vài vật thể được lập mã gồm có CTU, các khối cây lập mã (coding tree block, CTB), và các CU. Ví dụ, CTU có thể được chia thành các CTB, mà có thể sau đó được chia thành các CB cho sự gồm có trong các CU. CU có thể được mã hóa như đơn vị dự đoán (prediction unit, PU) chứa dữ liệu dự đoán và/hoặc đơn vị biến đổi (transform unit, TU) chứa dữ liệu dư được biến đổi cho CU. Thành phần ước lượng chuyển động 221 tạo ra các vector chuyển động, các PU, và các TU nhờ sử dụng sự phân tích biến dạng tốc độ (rate-distortion analysis) như một phần của quy trình tối ưu hóa biến dạng tốc độ. Ví dụ, thành phần ước lượng chuyển động 221 có thể xác định nhiều khối tham chiếu, nhiều vector chuyển động, v.v. cho khối/khung hiện thời, và có thể lựa chọn các khối tham chiếu, các vector chuyển động, v.v. có các đặc tính biến dạng tốc độ (rate-distortion characteristic) tốt nhất. Các đặc trưng biến dạng tốc độ tốt nhất cân bằng cả chất lượng của sự xây dựng lại video (ví dụ, lượng tổn thất dữ liệu bởi sự nén) với hiệu suất lập mã (ví dụ, kích thước của sự mã hóa cuối cùng).

Trong một số ví dụ, hệ thống codec 200 có thể tính toán các trị số cho các vị trí điểm ảnh dưới-số nguyên (sub-integer) của các ảnh tham chiếu được lưu trữ trong thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223. Ví dụ, hệ thống codec video 200 có thể nội suy các trị số của các vị trí điểm ảnh một phần tư, các vị trí điểm ảnh một phần tám, hoặc các vị trí điểm ảnh phân số khác của ảnh tham chiếu. Cho nên, thành phần ước lượng chuyển động 221 có thể thực hiện sự tìm kiếm chuyển động liên quan đến các vị trí điểm ảnh đầy đủ và các vị trí điểm ảnh phân số và đưa ra vector chuyển động với độ chính xác điểm ảnh phân số. Thành phần ước lượng chuyển động 221 tính toán vector chuyển động cho PU của khối video trong lát được liên lập mã nhờ so sánh vị trí của PU với vị trí của khối dự đoán của ảnh tham chiếu. Thành phần ước lượng chuyển động 221 đưa ra vector chuyển

động được tính toán như dữ liệu chuyển động đối với thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 để mã hóa và chuyển động đến thành phần bù chuyển động 219.

Sự bù chuyển động, được thực hiện bởi thành phần bù chuyển động 219, có thể gồm tìm nạp hoặc tạo ra khối dự đoán dựa trên vector chuyển động được xác định bởi thành phần ước lượng chuyển động 221. Lần nữa, thành phần ước lượng chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 có thể được tích hợp về mặt chức năng, trong một số ví dụ. Vào lúc nhận vector chuyển động cho PU của khối video hiện thời, thành phần bù chuyển động 219 có thể xác định địa điểm khối dự đoán mà vector chuyển động chỉ đến. Khối video dư sau đó được tạo thành nhờ trừ các trị số điểm ảnh của khối dự đoán khỏi các trị số điểm ảnh của khối video hiện thời được lập mã, tạo thành các trị số khác biệt điểm ảnh. Nói chung, thành phần ước lượng chuyển động 221 thực hiện sự ước lượng chuyển động liên quan đến các thành phần luma, và thành phần bù chuyển động 219 sử dụng các vector chuyển động được tính toán dựa trên các thành phần luma cho cả các thành phần sắc độ và các thành phần luma. Khối dự đoán và khối dư được gửi chuyển tiếp đến thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213.

Tín hiệu video được phân chia 201 cũng được gửi đến thành phần ước lượng nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217. Như với thành phần ước lượng chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219, thành phần ước lượng 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 lượng nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217 nội dự đoán khối hiện thời liên quan đến các khối trong khung hiện thời, như sự lựa chọn đối với sự liên dự đoán được thực hiện bởi thành phần ước lượng chuyển động 221 và thành phần bù chuyển động 219 giữa các khung, như được mô tả ở trên. Nói riêng, thành phần ước lượng nội ảnh 215 xác định chế độ nội dự đoán để sử dụng để mã hóa khối hiện thời. Trong một số ví dụ, thành phần ước lượng nội ảnh 215 lựa chọn chế độ nội dự đoán thích hợp để mã hóa khối hiện thời từ nhiều chế độ nội dự đoán được kiểm tra. Các chế độ nội dự đoán được lựa chọn sau đó được gửi chuyển tiếp đến thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 để mã hóa.

Ví dụ, thành phần ước lượng nội ảnh 215 tính toán các trị số biến dạng tốc độ sử dụng sự phân tích biến dạng tốc độ cho những chế độ nội dự đoán được kiểm tra khác

nhau, và lựa chọn chế độ nội dự đoán có các đặc tính biến dạng tốc độ tốt nhất trong số các chế độ được kiểm tra. Sự phân tích biến dạng tốc độ nói chung là xác định lượng biến dạng (hoặc lỗi) giữa khối được mã hóa và khối không được mã hóa gốc mà đã được mã hóa để tạo khối được mã hóa, cũng như tốc độ bit (ví dụ, một số những bit) được sử dụng để tạo khối được mã hóa. Thành phần ước lượng nội ảnh 215 tính toán các tỷ lệ từ các sự biến dạng và các tốc độ cho những khối được mã hóa khác nhau để xác định chế độ nội dự đoán nào biểu hiện trị số biến dạng tốc độ tốt nhất cho khối. Ngoài ra, thành phần ước lượng nội ảnh 215 có thể được tạo cấu hình để lập mã các khối độ sâu của bản đồ độ sâu sử dụng chế độ mô hình hóa độ sâu (depth modeling mode, DMM) dựa trên sự tối ưu hóa biến dạng tốc độ (rate-distortion optimization, RDO).

Thành phần dự đoán nội ảnh 217 có thể tạo ra khối dư từ khối dự đoán dựa trên các chế độ nội dự đoán được lựa chọn được xác định bởi thành phần ước lượng nội ảnh 215 khi được thi hành trên bộ mã hóa hoặc đọc khối dư từ dòng bit khi được thi hành trên bộ giải mã. Khối dư gồm có sự khác biệt trong các trị số giữa khối dự đoán và khối gốc, được biểu diễn như ma trận. Khối dư sau đó được gửi chuyển tiếp đến thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213. Thành phần ước lượng nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217 có thể hoạt động trên cả các thành phần luma và sắc độ.

Thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 được tạo cấu hình để nén thêm nữa khối dư. Thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 áp dụng sự biến đổi, như sự biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform, DCT), sự biến đổi sin rời rạc (discrete sine transform, DST), hoặc sự biến đổi tương tự về khái niệm, đối với khối dư, tạo khối video bao gồm các trị số hệ số biến đổi dư. Các sự biến đổi sóng con (wavelet transform), các sự biến đổi số nguyên, các sự biến đổi băng con hoặc các loại khác của các sự biến đổi có thể cũng được sử dụng. Sự biến đổi có thể chuyển đổi thông tin dư từ miền trị số điểm ảnh thành miền biến đổi, như miền tần số. Thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 cũng được tạo cấu hình để định tỷ lệ thông tin dư được biến đổi, ví dụ dựa trên tần số. Sự định tỷ lệ như vậy gồm áp dụng hệ số tỷ lệ (scale factor) đối với thông tin dư sao cho thông tin tần số khác nhau được lượng tử hóa ở các độ chi tiết khác nhau, mà có thể ảnh hưởng đến chất lượng trực quan cuối cùng của video được xây dựng lại. Thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 cũng được tạo cấu hình để lượng tử hóa các hệ số biến đổi để giảm thêm nữa tốc độ bit. Quy trình lượng tử hóa có thể giảm

độ sâu bit được kết hợp với một số hoặc tất cả trong các hệ số. Bậc lượng tử hóa có thể được sửa đổi nhờ điều chỉnh thông số lượng tử hóa. Trong một số ví dụ, thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 có thể sau đó thực hiện sự quét của ma trận gồm có các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa được gửi chuyển tiếp đến thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 để được mã hóa trong dòng bit.

Thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229 áp dụng hoạt động đảo của thành phần định tỷ lệ biến đổi và lượng tử hóa 213 để hỗ trợ sự ước lượng chuyển động. Thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229 áp dụng sự định tỷ lệ ngược, phép biến đổi (transformation), và/hoặc sự lượng tử hóa để xây dựng lại khối dư trong miền điểm ảnh, ví dụ, để sử dụng sau như khối tham chiếu mà có thể trở thành khối dự đoán cho khối hiện thời khác. Thành phần ước lượng chuyển động 221 và/hoặc thành phần bù chuyển động 219 có thể tính toán khối tham chiếu nhờ bổ sung khối dư lại vào khối dự đoán tương ứng để sử dụng trong sự ước lượng chuyển động của khối/khung sau. Các bộ lọc được áp dụng đối với các khối tham chiếu được xây dựng lại để giảm nhẹ các thành phần lạ được tạo ra trong khi định tỷ lệ, lượng tử hóa, và biến đổi. Các thành phần lạ như vậy có thể cách khác gây ra sự dự đoán không chính xác (và tạo ra các thành phần lạ bổ sung) khi các khối tiếp theo được dự đoán.

Thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227 và thành phần các bộ lọc trong vòng 225 áp dụng các bộ lọc đối với các khối dư và/hoặc đối với các khối hình ảnh được xây dựng lại. Ví dụ, khối dư được biến đổi từ thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược 229 có thể được phối hợp với khối dự đoán tương ứng từ thành phần dự đoán nội ảnh 217 và/hoặc thành phần bù chuyển động 219 để xây dựng lại khối hình ảnh gốc. Các bộ lọc có thể sau đó được áp dụng đối với khối hình ảnh được xây dựng lại. Trong một số ví dụ, các bộ lọc có thể thay vào đó được áp dụng đối với các khối dư. Như với các thành phần khác trên Fig.2, thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227 và thành phần các bộ lọc trong vòng 225 được tích hợp cao và có thể được thi hành cùng nhau, nhưng được miêu tả một cách riêng biệt cho các mục đích khái niệm. Các bộ lọc được áp dụng đối với các khối tham chiếu được xây dựng lại được áp dụng đối với các vùng không gian riêng và gồm có nhiều thông số để điều chỉnh cách thức các bộ lọc như vậy được áp dụng. Thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227 phân tích các khối tham chiếu được xây dựng lại để xác định nơi các bộ lọc như vậy nên được áp dụng và thiết đặt các thông số tương ứng. Dữ

liệu như vậy được gửi chuyển tiếp đến thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 như dữ liệu điều khiển bộ lọc để mã hóa. Thành phần các bộ lọc trong vòng 225 áp dụng các bộ lọc như vậy dựa trên dữ liệu điều khiển bộ lọc. Các bộ lọc có thể gồm có bộ lọc giải chặn, bộ lọc triệt tiếng ồn, bộ lọc SAO, và bộ lọc vòng thích ứng. Các bộ lọc như vậy có thể được áp dụng trong miền không gian/điểm ảnh (ví dụ, trên khối điểm ảnh được xây dựng lại) hoặc trong miền tần số, phụ thuộc vào ví dụ.

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

Thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 nhận dữ liệu từ những thành phần khác nhau của hệ thống codec 200 và mã hóa dữ liệu như vậy thành dòng bit được lập mã cho sự truyền hướng về bộ giải mã. Cụ thể, thành phần định dạng phần đầu và CABAC 231 tạo ra những phần đầu khác nhau để mã hóa dữ liệu điều khiển, như dữ liệu điều khiển chung và dữ liệu điều khiển bộ lọc. Thêm nữa, dữ liệu dự đoán, gồm có dữ liệu chuyển động và nội dự đoán, cũng như dữ liệu dư ở dạng của dữ liệu hệ số biến đổi được lượng tử hóa tất cả được mã hóa trong dòng bit. Dòng bit cuối cùng gồm có tất cả thông tin được mong muốn bởi bộ giải mã để xây dựng lại tín hiệu video được phân chia gốc 201. Thông tin như vậy có thể cũng gồm có các bảng chỉ số chế độ nội dự đoán (cũng được tham chiếu đến như các bảng ánh xạ từ mã), các sự định nghĩa của các ngữ cảnh mã hóa cho những khối khác nhau, các sự chỉ báo của các chế độ nội dự đoán có thể nhất, sự chỉ báo của thông tin phân chia, v.v.. Dữ liệu như vậy có thể được mã hóa nhờ dùng sự lập mã entropy. Ví dụ, thông tin có thể được mã hóa nhờ dùng lập mã độ dài biến đổi thích ứng theo ngữ cảnh (context adaptive variable length coding, CAVLC), CABAC, lập mã số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding, SBAC), lập mã entropy phân chia khoảng xác suất (probability interval partitioning entropy, PIPE), hoặc kỹ thuật lập mã entropy khác. Theo

sau sự lập mã entropy, dòng bit được lập mã có thể được truyền đến thiết bị khác (ví dụ, bộ giải mã video) hoặc được lưu giữ (archived) cho sự truyền hoặc sự truy tìm (retrieval) sau.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa video ví dụ 300. Bộ mã hóa video 300 có thể được dùng để thi hành các chức năng mã hóa của hệ thống codec 200 và/hoặc thi hành các bước 101, 103, 105, 107, và/hoặc 109 của phương pháp hoạt động 100. Bộ mã hóa 300 phân chia tín hiệu video được đưa vào, dẫn đến tín hiệu video được phân chia 301, mà về căn 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 nhờ các thành phần của bộ mã hóa 300.

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

Các khối dư được biến đổi và được lượng tử hóa và/hoặc các khối dự đoán tương ứng cũng được gửi chuyển tiếp từ thành phần biến đổi và lượng tử hóa 313 đến thành phần biến đổi ngược và lượng tử hóa 329 cho sự xây dựng lại thành các khối tham chiếu để sử dụng bởi thành phần bù chuyển động 321. Thành phần biến đổi ngược và lượng tử hóa 329 có thể về căn bản là tương tự với thành phần định tỷ lệ và biến đổi ngược

229. Các bộ lọc trong vòng trong thành phần các bộ lọc trong vòng 325 cũng được áp dụng đối với các khối dư và/hoặc các khối tham chiếu được xây dựng lại, phụ thuộc vào ví dụ. Thành phần các bộ lọc trong vòng 325 có thể về căn bản là tương tự với thành phần phân tích điều khiển bộ lọc 227 và thành phần các bộ lọc trong vòng 225. Thành phần các bộ lọc trong vòng 325 có thể gồm có nhiều bộ lọc như được thảo luận đối với thành phần các bộ lọc trong vòng 225. Các khối được lọc sau đó được lưu trữ trong thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 323 để sử dụng như các khối tham chiếu bởi thành phần bù chuyển động 321. Thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 323 có thể về căn bản là 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 400. Bộ giải mã video 400 có thể được dùng để thi hành các chức năng giải mã của hệ thống codec 200 và/hoặc thi hành các bước 111, 113, 115, và/hoặc 117 của phương pháp hoạt động 100. Bộ giải mã 400 nhận dòng bit, ví dụ từ bộ mã hóa 300, và tạo ra tín hiệu video được đưa ra được xây dựng lại dựa trên dòng bit cho sự hiển thị đối với 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 thi hành sơ đồ giải mã entropy, như CAVLC, CABAC, SBAC, lập mã PIPE, hoặc các kỹ thuật lập mã entropy khác. Ví dụ, thành phần giải mã entropy 433 có thể dùng thông tin phân đầu để cung cấp ngữ cảnh để diễn dịch dữ liệu bổ sung được mã hóa như các từ mã trong dòng bit. Thông tin được giải mã gồm có thông tin mong muốn bất kỳ để giải mã tín hiệu video, như dữ liệu điều khiển chung, dữ liệu điều khiển bộ lọc, thông tin phân chia, dữ liệu chuyển động, dữ liệu dự đoán, và các hệ số biến đổi được lượng tử hóa từ các khối dư. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa được gửi chuyển tiếp đến thành phần biến đổi ngược và lượng tử hóa 429 cho sự xây dựng lại thành các khối dư. Thành phần biến đổi ngược và lượng tử hóa 429 có thể là tương tự với thành phần biến đổi ngược và lượng tử hóa 329.

Các khối dư được xây dựng lại và/hoặc các khối dự đoán được gửi chuyển tiếp đến thành phần dự đoán nội ảnh 417 cho sự xây dựng lại thành các khối hình ảnh dựa trên các hoạt động nội dự đoán. Thành phần dự đoán nội ảnh 417 có thể là tương tự với thành phần ước lượng nội ảnh 215 và thành phần dự đoán nội ảnh 217. Cụ thể, thành phần dự đoán nội ảnh 417 dùng các chế độ dự đoán để xác định địa điểm khối tham chiếu trong khung

và áp dụng khối dư đối với kết quả để xây dựng lại các khối hình ảnh được nội dự đoán. Các khối hình ảnh được nội dự đoán được xây dựng lại và/hoặc các khối dư và dữ liệu liên dự đoán tương ứng được gửi chuyển tiếp đến thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 423 qua thành phần các bộ lọc trong vòng 425, mà có thể về căn bản là tương tự với thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 223 và thành phần các bộ lọc trong vòng 225, một cách tương ứng. Thành phần các bộ lọc trong vòng 425 lọc các khối hình ảnh được xây dựng lại, các khối 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 xây dựng lại từ thành phần bộ đệm ảnh được giải mã 423 được gửi chuyển tiếp đến thành phần bù chuyển động 421 cho sự liên dự đoán. Thành phần bù chuyển động 421 có thể về căn bản là tương tự với thành phần ước lượng chuyển động 221 và/hoặc thành phần bù chuyển động 219. Cụ thể, thành phần bù chuyển động 421 dùng các vector chuyển động từ khối tham chiếu để tạo ra khối dự đoán và áp dụng khối dư đối với kết quả để xây dựng lại khối hình ảnh. Các khối được xây dựng lại kết quả có thể cũng được gửi chuyển tiếp qua thành phần các bộ lọc trong vòng 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 xây dựng lại bổ sung, mà có thể được xây dựng lại thành các khung qua thông tin phân chia. Các khung như vậy có thể cũng được đặt trong trình tự. Trình tự được đưa ra hướng về bộ hiển thị như tín hiệu video được đưa ra được xây dựng lại.

Fig.5 là ví dụ của các phương tiện đám mây điểm 500 mà có thể được lập mã theo các cơ chế PCC. Đám mây điểm là tập hợp của các điểm dữ liệu trong không gian. Các đám mây điểm có thể được tạo bởi các máy quét 3D, mà đo một số lớn những điểm trên các bề mặt bên ngoài của các vật thể xung quanh chúng. Đám mây điểm có thể được mô tả về mặt thuộc tính hình học, thuộc tính kết cấu, thuộc tính hệ số phản xạ, thuộc tính độ trong suốt, thuộc tính pháp tuyến, v.v.. Mỗi thuộc tính có thể được lập mã bởi codec, như hệ thống codec video 200, bộ mã hóa 300, và/hoặc bộ giải mã 400, như một phần của phương pháp 100. Cụ thể, mỗi thuộc tính của khung PCC có thể được lập mã một cách riêng biệt ở bộ mã hóa và được giải mã và được phối hợp lại ở bộ giải mã để tạo lại khung PCC.

Các phương tiện đám mây điểm 500 gồm có ba hộp giới hạn (bounding box) 502, 504, và 506. Mỗi trong các hộp giới hạn 502, 504, và 506 biểu diễn đoạn hoặc phân

đoạn của hình ảnh 3D từ khung hiện thời. Trong khi các hộp giới hạn 502, 504, và 506 chứa hình ảnh 3D của người, các vật thể khác có thể được gồm có trong các hộp giới hạn trong các ứng dụng thực tế. Mỗi hộp giới hạn 502, 504, và 506 gồm có trục x, trục y, và trục z mà chỉ báo một số những điểm ảnh được chiếm bởi hình ảnh 3D theo các hướng x, y, và z, một cách tương ứng. Ví dụ, trục x và trục y miêu tả khoảng bốn trăm điểm ảnh (ví dụ, từ khoảng 0-400 điểm ảnh) trong khi trục z miêu tả khoảng một nghìn điểm ảnh (ví dụ, từ khoảng 0-1000 điểm ảnh).

Mỗi trong các hộp giới hạn 502, 504, và 506 chứa một hoặc nhiều miếng 508, mà được biểu diễn bởi các hình khối hoặc các hộp trên Fig.5. Mỗi miếng 508 chứa đoạn của vật thể tổng thể trong một trong các hộp giới hạn 502, 504, hoặc 506 và có thể được mô tả hoặc được biểu diễn bởi thông tin miếng. Thông tin miếng có thể gồm có, ví dụ, các tọa độ hai chiều (two-dimensional, 2D) và/hoặc ba chiều (three-dimensional, 3D) mô tả địa điểm của miếng 508 trong hộp giới hạn 502, 504, hoặc 506. Thông tin miếng có thể cũng gồm có các thông số khác. Ví dụ, thông tin miếng có thể gồm có các thông số như `normalAxis`, mà được kế thừa cho thông tin miếng hiện thời từ thông tin miếng tham chiếu. Nghĩa là, một hoặc nhiều thông số từ thông tin miếng của khung tham chiếu có thể được kế thừa cho thông tin miếng của khung hiện thời. Ngoài ra, một hoặc nhiều phần siêu dữ liệu (ví dụ, sự quay miếng, thông số tỷ lệ (scale parameter), phần tử nhận dạng vật liệu, v.v.) từ khung tham chiếu có thể được kế thừa bởi khung hiện thời. Các miếng 508 có thể được tham chiếu một cách hoán đổi đến ở đây như các miếng 3D hoặc các đơn vị dữ liệu miếng. Danh sách của các miếng 508 trong mỗi hộp giới hạn 502, 504, hoặc 506 có thể được tạo ra và được lưu trữ trong bộ đệm các miếng theo thứ tự giảm dần từ miếng lớn nhất đến miếng nhỏ nhất. Các miếng có thể sau đó được mã hóa bởi bộ mã hóa và/hoặc được giải mã bởi bộ giải mã.

Các miếng 508 có thể mô tả những thuộc tính khác nhau của các phương tiện đám mây điểm 500. Cụ thể, vị trí của mỗi điểm ảnh trên trục x, trục y, và trục z là hình học của điểm ảnh đó. Các miếng 508 chứa vị trí của tất cả trong các điểm ảnh trong khung hiện thời có thể được lập mã để thu thập thuộc tính hình học cho khung hiện thời của các phương tiện đám mây điểm 500. Thêm nữa, mỗi điểm ảnh có thể gồm có trị số màu sắc trong màu đỏ, màu xanh lam, và màu xanh lục (red, blue, and green, RGB) và/hoặc phổ độ chói và sắc độ (luminance and chrominance, YUV). Các miếng 508 chứa màu sắc của

tất cả các điểm ảnh trong khung hiện thời có thể được lập mã để thu thập thuộc tính kết cấu cho khung hiện thời của các phương tiện đám mây điểm 500.

Ngoài ra, mỗi điểm ảnh có thể (hoặc có thể không) gồm có hệ số phản xạ nào đó. Hệ số phản xạ là lượng ánh sáng (ví dụ, ánh sáng màu) mà chiếu từ điểm ảnh đến các điểm ảnh liền kề. Các vật thể sáng bóng có hệ số phản xạ cao, và vì thế lan truyền ánh sáng/màu sắc của các điểm ảnh tương ứng của chúng trên điểm ảnh gần khác. Trong lúc đó các vật thể mờ có hệ số phản xạ nhỏ hoặc không có hệ số phản xạ, và có thể không ảnh hưởng đến màu sắc/mức ánh sáng của các điểm ảnh liền kề. Các miếng 508 chứa hệ số phản xạ của tất cả các điểm ảnh trong khung hiện thời có thể được lập mã để thu thập thuộc tính hệ số phản xạ cho khung hiện thời của các phương tiện đám mây điểm 500. Một số điểm ảnh có thể cũng trong suốt một phần đến trong suốt hoàn toàn (ví dụ, thủy tinh, chất dẻo trong, v.v.). Độ trong suốt là lượng ánh sáng/màu sắc của điểm ảnh liền kề mà có thể đi qua điểm ảnh hiện thời. Các miếng 508 chứa mức của độ trong suốt của tất cả trong các điểm ảnh trong khung hiện thời có thể được lập mã để thu thập thuộc tính độ trong suốt cho khung hiện thời của các phương tiện đám mây điểm 500. Thêm nữa, các điểm của các phương tiện đám mây điểm có thể tạo ra các bề mặt. Bề mặt có thể được kết hợp với vector pháp tuyến (normal vector), mà là vector mà vuông góc với bề mặt. Các vector pháp tuyến có thể là hữu ích khi mô tả sự tương tác và/hoặc sự chuyển động vật thể. Do đó, trong một số trường hợp người dùng có thể muốn mã hóa các vector pháp tuyến cho các bề mặt để hỗ trợ phần chức năng bổ sung. Các miếng 508 chứa các vector pháp tuyến cho (các) bề mặt trong khung hiện thời có thể được lập mã để thu thập thuộc tính pháp tuyến cho khung hiện thời của các phương tiện đám mây điểm 500.

Thuộc tính hình học, kết cấu, hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến có thể chứa dữ liệu mô tả một số hoặc tất cả các điểm dữ liệu trong các phương tiện đám mây điểm 500, phụ thuộc vào ví dụ. Ví dụ, các thuộc tính hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến là tùy chọn, và vì thế có thể xuất hiện một cách riêng lẻ hoặc trong sự phối hợp cho một số ví dụ các phương tiện đám mây điểm 500 và không cho các cái khác, ngay cả trong cùng dòng bit. Như vậy, số lượng của các miếng 508, và thêm nữa số lượng của các thuộc tính có thể thay đổi từ khung này đến khung khác và từ video này đến video khác dựa trên đối tượng được quay phim, các thiết đặt video, v.v..

Fig.6 là ví dụ của sự phân đoạn và đóng gói dữ liệu cho khung các phương tiện đám mây điểm 600. Cụ thể, ví dụ trên Fig.6 miêu tả sự biểu diễn 2D của các miếng 508 của các phương tiện đám mây điểm 500. Khung các phương tiện đám mây điểm 600 gồm có hộp giới hạn 602 tương ứng với khung hiện thời từ trình tự video. Hộp giới hạn 602 là 2D như trái với các hộp giới hạn 502, 504, và 506 trên Fig.5, mà là 3D. Như được thể hiện, hộp giới hạn 602 chứa nhiều miếng 604. Các miếng 604 có thể được tham chiếu một cách hoán đổi đến ở đây như các miếng 2D hoặc các đơn vị dữ liệu miếng. Nói chung, các miếng 604 trên Fig.6 là sự biểu diễn của hình ảnh trong hộp giới hạn 504 từ Fig.5. Như vậy, hình ảnh 3D trong hộp giới hạn 504 trên Fig.5 được chiếu lên hộp giới hạn 602 qua các miếng 604. Các đoạn của hộp giới hạn 602 mà không chứa một trong các miếng 604 được tham chiếu đến như không gian trống 606. Không gian trống 606 có thể cũng được tham chiếu đến như các không gian rỗng, các mẫu trống, v.v..

Ghi nhớ điều ở trên, cần lưu ý là các giải pháp codec nén đám mây điểm (point cloud compression, PCC) dựa trên video được dựa trên sự phân đoạn của dữ liệu đám mây điểm 3D (ví dụ, các miếng 508 trên Fig.5) thành các miếng chiếu 2D (ví dụ, các miếng 604 trên Fig.6). Thực vậy, hệ phương pháp hoặc quy trình lập mã được mô tả ở trên có thể được thi hành một cách có lợi cho những loại công nghệ khác nhau như, ví dụ, sáu bậc tự do (six degrees of freedom, 6 DoF) đắm chìm, các vật thể Thực tế tăng cường/Thực tế ảo (Augmented Reality/Virtual Reality, AR/VR) động, di sản văn hóa, Các hệ thống thông tin đồ họa (Graphic Information Systems, GIS), Thiết kế có máy tính hỗ trợ (Computer Aided Design, CAD), điều hướng tự trị, và vân vân.

Địa điểm cho mỗi miếng (ví dụ, một trong các miếng 604 trên Fig.6) trong hộp giới hạn (ví dụ, hộp giới hạn 602) có thể được xác định bởi kích thước của một mình miếng. Ví dụ, miếng lớn nhất trong các miếng 604 trên Fig.6 được chiếu lên hộp giới hạn 602 trước tiên bắt đầu từ góc trên cùng bên trái (0, 0). Sau khi miếng lớn nhất trong các miếng 604 đã được chiếu lên hộp giới hạn 602, miếng lớn nhất tiếp theo trong các miếng 604 được chiếu lên (cũng được biết đến là, được điền vào) hộp giới hạn 602, và vân vân cho đến khi miếng nhỏ nhất trong các miếng 604 đã được chiếu lên hộp giới hạn 602. Lần nữa, chỉ kích thước của mỗi miếng 604 được xem xét với quy trình này. Trong một số trường hợp, các miếng 604 có kích thước nhỏ hơn có thể chiếm không gian giữa các miếng lớn hơn và có thể kết thúc có vị trí gần hơn với góc trên cùng bên trái của hộp giới hạn

602 so với các miếng 604 lớn hơn. Trong khi mã hóa, quy trình này có thể được lặp lại cho mỗi thuộc tính liên quan cho đến khi các miếng cho mỗi thuộc tính trong khung được mã hóa thành một hoặc nhiều dòng thuộc tính tương ứng. Nhóm của các đơn vị dữ liệu trong các dòng thuộc tính mà được sử dụng để tạo lại khung đơn có thể sau đó được lưu trữ trong dòng bit trong AU PCC. Ở bộ giải mã, các dòng thuộc tính này được thu được từ AU PCC và được giải mã để tạo ra các miếng 604. Các miếng 604 như vậy có thể sau đó được phối hợp để tạo lại các phương tiện PCC. Như vậy, khung các phương tiện đám mây điểm 600 có thể được lập mã bởi codec, như hệ thống codec video 200, bộ mã hóa 300, và/hoặc hoặc bộ giải mã 400, như một phần của phương pháp 100 để nén các phương tiện đám mây điểm 500 cho sự truyền.

Fig.7 là sơ đồ giản lược minh họa dòng video PCC ví dụ 700 với tập hợp thuộc tính được mở rộng. Ví dụ, dòng video PCC 700 có thể được tạo ra khi khung các phương tiện đám mây điểm 600 từ các phương tiện đám mây điểm 500 được mã hóa theo phương pháp 100, ví dụ nhờ dùng hệ thống codec video 200, bộ mã hóa 300, và/hoặc bộ giải mã 400.

Dòng video PCC 700 gồm có trình tự của các AU PCC 710. AU PCC 710 gồm có dữ liệu đủ để xây dựng lại khung PCC đơn. Dữ liệu được định vị vào các AU PCC 710 trong các đơn vị NAL 720. Đơn vị NAL 720 là bộ chứa dữ liệu được tạo kích thước gói. Ví dụ, đơn vị NAL 720 đơn nói chung là được tạo kích thước để cho phép sự truyền mạng đơn giản. Đơn vị NAL 720 có thể chứa phần đầu chỉ báo loại đơn vị NAL 720 và phần trọng tải mà chứa dữ liệu video được kết hợp. Dòng video PCC 700 được thiết kế cho tập hợp thuộc tính được mở rộng, và vì thế chứa vài đơn vị NAL 720 cụ thể cho thuộc tính.

Dòng video PCC 700 có thể gồm có phần đầu nhóm của các khung (group of frames, GOF) 721, khung thông tin phụ trợ 722, khung bản đồ chiếm chỗ 723, đơn vị NAL hình học 724, đơn vị NAL kết cấu 725, đơn vị NAL phản xạ 726, đơn vị NAL độ trong suốt 727, và đơn vị NAL pháp tuyến 728, mỗi trong số chúng là loại của đơn vị NAL 720. Phần đầu GOF 721 chứa những phần tử cú pháp khác nhau mô tả AU PCC 710 tương ứng, khung được kết hợp với AU PCC 710 tương ứng, và/hoặc các đơn vị NAL 720 khác trong AU PCC 710. AU PCC 710 có thể chứa phần đầu GOF 721 đơn hoặc có thể không chứa phần đầu GOF 721, phụ thuộc vào ví dụ. Khung thông tin phụ trợ 722 có

thể chứa siêu dữ liệu liên quan đến khung, như thông tin có liên quan đến các miếng được sử dụng để mã hóa các thuộc tính. Khung bản đồ chiếm chỗ 723 có thể chứa siêu dữ liệu thêm nữa liên quan đến khung, như bản đồ chiếm chỗ chỉ báo các khu vực của khung mà được chiếm với dữ liệu so với các khu vực của khung mà là trống. Các đơn vị NAL 720 còn lại chứa dữ liệu thuộc tính cho AU PCC 710. Cụ thể, đơn vị NAL hình học 724, đơn vị NAL kết cấu 725, đơn vị NAL phản xạ 726, đơn vị NAL độ trong suốt 727, và đơn vị NAL pháp tuyến 728 chứa thuộc tính hình học, thuộc tính kết cấu, thuộc tính phản xạ, thuộc tính độ trong suốt, và thuộc tính pháp tuyến, một cách tương ứng.

Như được lưu ý ở trên, các thuộc tính có thể được tổ chức thành các dòng. Ví dụ, có thể có từ không đến bốn dòng cho mỗi thuộc tính. Dòng có thể gồm có các đoạn riêng biệt về mặt logic của dữ liệu video PCC. Ví dụ, thuộc tính cho các vật thể khác nhau có thể được mã hóa thành nhiều dòng thuộc tính của cùng loại (ví dụ, dòng hình học thứ nhất cho hộp giới hạn 3D thứ nhất, dòng thuộc tính thứ hai cho hộp giới hạn 3D thứ hai, v.v.). Trong ví dụ khác, thuộc tính được kết hợp với các khung khác nhau có thể được mã hóa thành nhiều dòng thuộc tính (ví dụ, dòng thuộc tính độ trong suốt cho các khung chắn và dòng thuộc tính độ trong suốt cho các khung lẻ). Trong ví dụ khác nữa, các miếng có thể được đặt trong các lớp để biểu diễn vật thể 3D. Do đó, các lớp riêng biệt có thể được gồm có trong các dòng riêng biệt (ví dụ, dòng thuộc tính kết cấu thứ nhất cho lớp trên cùng, dòng thuộc tính kết cấu thứ hai cho lớp thứ hai, v.v.). Bất chấp ví dụ, AU PCC 710 có thể chứa không, một, hoặc nhiều đơn vị NAL cho thuộc tính tương ứng.

Cũng cần lưu ý là tập hợp được mở rộng của các thuộc tính gồm có các thuộc tính tùy chọn và có thể chứa không dòng trong một số AU PCC 710. Như vậy, một số trong các đơn vị NAL 720 được liệt kê có thể không có mặt cho một số dòng thuộc tính PCC trong một số AU PCC 710 và có thể có mặt trong vài dòng trong các AU PCC 710 khác. Bởi vậy, ngay cả nếu toàn bộ dòng video PCC 700 có tốc độ khung không đổi, thì các dòng thuộc tính PCC cơ bản có thể gồm có tốc độ khung không phải là không đổi.

Sau đây là cơ chế ví dụ để thi hành các khía cạnh được đề cập ở trên. Các sự định nghĩa: Đơn vị NAL video là đơn vị NAL PCC mà có `PccNalUnitType` bằng với `GMTRY_NALU`, `TEXTURE_NALU`, `REFLECT_NALU`, `TRANSP_NALU`, hoặc `NORMAL_NALU`.

Các định dạng dòng bit: Mệnh đề này chỉ rõ mối quan hệ giữa dòng đơn vị NAL và dòng byte, mỗi trong số chúng được tham chiếu đến như dòng bit. Dòng bit có thể ở một trong hai định dạng: định dạng dòng đơn vị NAL hoặc định dạng dòng byte. Định dạng dòng đơn vị NAL về mặt khái niệm là loại cơ sở hơn, và gồm có trình tự của các cấu trúc cú pháp được gọi là các đơn vị NAL PCC. Trình tự này được sắp thứ tự theo thứ tự giải mã. Có các ràng buộc được áp đặt trên thứ tự giải mã (và các nội dung) của các đơn vị NAL PCC trong dòng đơn vị NAL. Định dạng dòng byte có thể được xây dựng từ định dạng dòng đơn vị NAL nhờ sắp thứ tự các đơn vị NAL theo thứ tự giải mã và đặt tiền tố mỗi đơn vị NAL với tiền tố mã bắt đầu và không hoặc nhiều hơn các byte được đặt trị số bằng không (zero-valued byte) để tạo thành dòng của các byte. Định dạng dòng đơn vị NAL có thể được trích từ định dạng dòng byte nhờ tìm kiếm địa điểm của mẫu hình tiền tố mã bắt đầu duy nhất trong dòng này của các byte. Định dạng dòng byte là tương tự với định dạng được dùng trong HEVC và AVC.

Cú pháp phần đầu đơn vị NAL PCC có thể được thi hành như được mô tả trong Bảng 1 ở dưới.

| pcc_nal_unit_header( ) { | Bộ mô tả |
|--------------------------|----------|
| forbidden_zero_bit       | f(1)     |
| pcc_nal_unit_type_plus1  | u(5)     |
| pcc_stream_id            | u(2)     |
| }                        |          |

Bảng 1 cú pháp phần đầu đơn vị NAL PCC

Cú pháp trọng tải trình tự byte thô (raw byte sequence payload, RBSP) phần đầu nhóm của các khung có thể được thi hành như được mô tả trong Bảng 2 ở dưới.

|                                                                                                                                                                   |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| group_of_frames_header_rbsp( ) {                                                                                                                                  | Bộ mô tả |
| num_attributes                                                                                                                                                    | u(5)     |
| if( num_attributes > 1 )                                                                                                                                          |          |
| attributes_first_ordering_flag                                                                                                                                    | u(1)     |
| for( i = 0; i < num_attributes; i++ ) {                                                                                                                           |          |
| attribute_type[ i ]                                                                                                                                               | u(5)     |
| identified_codec_for_attribute[ i ]                                                                                                                               | u(8)     |
| num_streams_for_attribute[ i ]                                                                                                                                    | u(2)     |
| num_layers_for_attribute[ i ]                                                                                                                                     | u(4)     |
| for( j = 0; j < num_streams_for_attribute[ i ]; j++ ) {                                                                                                           |          |
| max_attribute_layer_idx[ i ][ j ]                                                                                                                                 | u(4)     |
| if( ( j == 0 && max_attribute_layer_idx[ i ][ j ] > 0 )   <br>( j > 0 && max_attribute_layer_idx[ i ][ j ] ><br>( max_attribute_layer_idx[ i ][ j - 1 ] + 1 ) ) ) |          |
| attribute_layers_combination_mode[ i ][ j ]                                                                                                                       | u(4)     |
| }                                                                                                                                                                 |          |
| for( j = 0; j < num_layers_for_attribute[ i ]; j++ )                                                                                                              |          |
| regular_points_flag[ i ][ j ]                                                                                                                                     | u(1)     |
| }                                                                                                                                                                 |          |
| byte_alignment( )                                                                                                                                                 |          |
| pcc_profile_level( )                                                                                                                                              |          |
| frame_width                                                                                                                                                       | u(16)    |
| frame_height                                                                                                                                                      | u(16)    |
| occupancy_resolution                                                                                                                                              | u(8)     |
| radius_to_smoothing                                                                                                                                               | u(8)     |
| neighbor_count_smoothing                                                                                                                                          | u(8)     |
| radius2_boundary_detection                                                                                                                                        | u(8)     |
| threshold_smoothing                                                                                                                                               | u(8)     |
| lossless_geometry                                                                                                                                                 | u(8)     |
| lossless_texture                                                                                                                                                  | u(8)     |

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| no_attributes                   | u(8) |
| lossless_geometry_444           | u(8) |
| absolute_d1_coding              | u(8) |
| binary_arithmetic_coding        | u(8) |
| gof_header_extension_flag       | u(1) |
| if( gof_header_extension_flag ) |      |
| while( more_rbsp_data( ) )      |      |
| gof_header_extension_data_flag  | u(1) |
| rbp_trailing_bits( )            |      |
| }                               |      |

Bảng 2 cú pháp RBSP phần đầu nhóm của các khung

Cú pháp mức và biên dạng PCC (PCC profile) có thể được thi hành như được mô tả trong Bảng 3 ở dưới.

|                                                             |          |
|-------------------------------------------------------------|----------|
| pcc_profile_level( ) {                                      | Bộ mô tả |
| pcc_profile_idc                                             | u(5)     |
| pcc_pl_reserved_zero_19bits                                 | u(19)    |
| pcc_level_idc                                               | u(8)     |
| for( i = 0; i < num_attributes; i++ )                       |          |
| if( identified_codec_for_attribute[ i ] == CODEC_HEVC )     |          |
| hevc_ptl_12bytes_attribute[ i ]                             | u(96)    |
| else if( identified_codec_for_attribute[ i ] == CODEC_AVC ) |          |
| avc_pl_3bytes_attribute[ i ]                                | u(24)    |
| }                                                           |          |

Bảng 3 Cú pháp biên dạng PCC

Các ngữ nghĩa phần đầu đơn vị NAL PCC có thể được thi hành như sau. forbidden\_zero\_bit có thể được thiết đặt bằng với không. pcc\_nal\_unit\_type\_plus1 trừ 1 chỉ rõ trị số của biến PccNalUnitType, mà chỉ rõ loại của cấu trúc dữ liệu RBSP được chứa trong đơn vị NAL PCC như được chỉ rõ trong Bảng 4 ở dưới. Biến NalUnitType được chỉ rõ như sau:

$$\text{PccNalUnitType} = \text{pcc\_nal\_unit\_type\_plus1} - 1 \quad (7-1)$$

Các đơn vị NAL PCC mà có `nal_unit_type` trong phạm vi của UNSPEC25..UNSPEC30, gồm có (inclusive), mà các ngữ nghĩa không được chỉ rõ cho, sẽ không ảnh hưởng đến quy trình giải mã được chỉ rõ ở đây. Cần lưu ý là các loại đơn vị NAL PCC trong phạm vi của UNSPEC25..UNSPEC30 có thể được sử dụng như được xác định bởi ứng dụng. Không có quy trình giải mã cho các trị số này của `PccNalUnitType` được chỉ rõ trong sáng chế. Do các ứng dụng khác nhau có thể sử dụng các loại đơn vị NAL PCC này cho các mục đích khác nhau, nên sự thận trọng riêng nên được thực hiện trong thiết kế của các bộ mã hóa mà tạo ra các đơn vị NAL PCC với các trị số `PccNalUnitType` này và trong thiết kế của các bộ giải mã mà diễn dịch nội dung của các đơn vị NAL PCC với các trị số `PccNalUnitType` này. Sáng chế không định nghĩa sự quản lý bất kỳ cho các trị số này. Các trị số `PccNalUnitType` này có thể chỉ phù hợp để sử dụng trong các ngữ cảnh trong đó các sự xung đột của sự sử dụng (ví dụ, các sự định nghĩa khác nhau của ý nghĩa của nội dung đơn vị NAL PCC cho cùng trị số `PccNalUnitType`) là không quan trọng, không thể, được quản lý – ví dụ, được định nghĩa hoặc được quản lý trong đặc tả vận chuyển hoặc ứng dụng điều khiển, hoặc nhờ điều khiển môi trường trong đó các dòng bit được phân phối.

Nhằm các mục đích khác với xác định lượng dữ liệu trong các AU PCC của dòng bit, các bộ giải mã có thể bỏ qua (loại bỏ khỏi dòng bit và bỏ) các nội dung của tất cả các đơn vị NAL PCC mà sử dụng các trị số được dự trữ của `PccNalUnitType`. Yêu cầu này có thể cho phép sự định nghĩa trong tương lai của các sự mở rộng tương thích đối với sáng chế.

| PccNalUnitType | Tên của PccNalUnitType | Nội dung của đơn vị NAL PCC và/hoặc cấu trúc cú pháp RBSP                                                    |
|----------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0              | GOF_HEADER             | Phần đầu nhóm của các khung <code>group_of_frames_header_rbsp()</code>                                       |
| 1              | AUX_INFO               | Khung thông tin phụ trợ <code>auxiliary_info_frame_rbsp()</code>                                             |
| 2              | OCP_MAP                | Khung bản đồ chiếm chỗ <code>occupancy_map_frame_rbsp()</code>                                               |
| 3              | GMTRY_NALU             | Trọng tải của đơn vị NAL PCC này chứa đơn vị NAL của thuộc tính hình học cho mỗi codec video được nhận dạng. |
| 4              | TEXTURE_NALU           | Trọng tải của đơn vị NAL PCC này chứa đơn vị NAL của thuộc tính kết cấu cho mỗi codec video được nhận dạng.  |
| 5              | REFLECT_NALU           |                                                                                                              |
| 6              | TRANSP_NALU            |                                                                                                              |
| 7              | NORMAL_NALU            |                                                                                                              |
| 8..24          | RSV_8..RSV_24          | Được dự trữ                                                                                                  |
| 25..30         | UNSPEC25..<br>UNSPEC30 | Không được chỉ rõ                                                                                            |

Bảng 4 Các mã loại đơn vị NAL PCC

Codec video được nhận dạng (ví dụ, HEVC hoặc AVC) được chỉ báo trong đơn vị NAL phần đầu nhóm của các khung mà có mặt trong AU PCC thứ nhất của mỗi dòng điểm đám mây (cloud point stream, CPS). `pcc_stream_id` chỉ rõ phần tử nhận dạng (identifier, ID) dòng PCC cho đơn vị NAL PCC. Khi `PccNalUnitType` bằng với `GOF_HEADER`, `AUX_INFO`, hoặc `OCP_MAP`, trị số của `pcc_stream_id` được thiết đặt bằng với không. Trong sự định nghĩa của một hoặc nhiều tập hợp của các mức và các biên dạng PCC, trị số của `pcc_stream_id` có thể được ràng buộc để nhỏ hơn so với bốn.

Thứ tự của các đơn vị NAL PCC và sự kết hợp của chúng đối với các AU PCC được mô tả ở dưới. AU PCC gồm có không hoặc một nhóm của các đơn vị NAL phần đầu khung, một đơn vị NAL khung thông tin phụ trợ, một đơn vị NAL khung bản đồ chiếm chỗ, và một hoặc nhiều AU video mang các đơn vị dữ liệu của các thuộc tính PCC như hình học, kết cấu, sự phản xạ, độ trong suốt, hoặc pháp tuyến. Để cho  $\text{video\_au}(i, j)$  biểu thị AU video với  $\text{pcc\_stream\_id}$  bằng với  $j$  cho thuộc tính PCC với ID thuộc tính PCC bằng với  $\text{attribute\_type}[i]$ . Các AU video có mặt trong AU PCC có thể được sắp thứ tự như sau. Nếu  $\text{attributes\_first\_ordering\_flag}$  bằng với một, cho hai AU video bất kỳ  $\text{video\_au}(i_1, j_1)$  và  $\text{video\_au}(i_2, j_2)$  có mặt trong AU PCC, thì điều sau đây áp dụng. Nếu  $i_1$  nhỏ hơn so với  $i_2$ , thì  $\text{video\_au}(i_1, j_1)$  sẽ đi trước  $\text{video\_au}(i_2, j_2)$  bất chấp các trị số của  $j_1$  và  $j_2$ . Nếu không thì, nếu  $i_1$  bằng với  $i_2$  và  $j_1$  lớn hơn so với  $j_2$ , thì  $\text{video\_au}(i_1, j_1)$  sẽ đi theo sau  $\text{video\_au}(i_2, j_2)$ .

Nếu không thì (ví dụ,  $\text{attributes\_first\_ordering\_flag}$  bằng với không), cho hai AU video bất kỳ  $\text{video\_au}(i_1, j_1)$  và  $\text{video\_au}(i_2, j_2)$  có mặt trong AU PCC, điều sau đây áp dụng. Nếu  $j_1$  nhỏ hơn so với  $j_2$ , thì  $\text{video\_au}(i_1, j_1)$  sẽ đi trước  $\text{video\_au}(i_2, j_2)$  bất chấp các trị số của  $i_1$  và  $i_2$ . Nếu không thì, nếu  $j_1$  bằng với  $j_2$  và  $i_1$  lớn hơn so với  $i_2$ , thì  $\text{video\_au}(i_1, j_1)$  sẽ đi theo sau  $\text{video\_au}(i_2, j_2)$ . Thứ tự ở trên của AU video dẫn đến điều sau đây. Nếu  $\text{attributes\_first\_ordering\_flag}$  bằng với một, thì thứ tự của các AU video, khi có mặt, trong AU PCC là như sau (theo thứ tự được liệt kê), trong đó trong AU PCC, tất cả các đơn vị NAL PCC của mỗi thuộc tính PCC riêng, khi có mặt, là kề nhau theo thứ tự giải mã mà không được đan xen với các đơn vị NAL PCC của các thuộc tính PCC khác:

$\text{video\_au}(0, 0), \text{video\_au}(0, 1), \dots, \text{video\_au}(0, \text{num\_streams\_for\_attribute}[0]),$

$\text{video\_au}(1, 0), \text{video\_au}(1, 1), \dots, \text{video\_au}(1, \text{num\_streams\_for\_attribute}[1]),$

...

$\text{video\_au}(\text{num\_attributes} - 1, 0), \text{video\_au}(\text{num\_attributes} - 1, 1), \dots,$

$\text{video\_au}(\text{num\_attributes} - 1, \text{num\_streams\_for\_attribute}[\text{num\_attributes} - 1]).$

Nếu không thì ( $\text{attributes\_first\_ordering\_flag}$  bằng với không), thứ tự của các AU video, khi có mặt, trong AU PCC là như sau (theo thứ tự được liệt kê), trong đó trong AU PCC,

tất cả các đơn vị NAL PCC của mỗi trị số `pcc_stream_id` riêng, khi có mặt, là kề nhau theo thứ tự giải mã mà không được đan xen với các đơn vị NAL PCC của các trị số `pcc_stream_id` khác:

```
video_au( 0, 0 ), video_au( 1, 0 ), ..., video_au( num_attributes - 1, 0 ),
video_au( 0, 1 ), video_au( 1, 1 ), ..., video_au( num_attributes - 1, 1 ),
...
video_au( 0, num_streams_for_attribute[ 1 ] ),
video_au( 1, num_streams_for_attribute[ 1 ] ), ...,
video_au( num_attributes - 1, num_streams_for_attribute[ 1 ] ).
```

Sự kết hợp của các đơn vị NAL đối với AU video và thứ tự của các đơn vị NAL trong AU video được chỉ rõ trong đặc tả của codec video được nhận dạng, ví dụ, HEVC hoặc AVC. Codec video được nhận dạng được chỉ báo trong đơn vị NAL phần đầu các khung mà có mặt trong AU PCC thứ nhất của mỗi CPS.

AU PCC thứ nhất của mỗi CPS bắt đầu với đơn vị NAL phần đầu nhóm của các khung, và mỗi đơn vị NAL phần đầu nhóm của các khung chỉ rõ sự bắt đầu của AU PCC mới.

Các AU PCC khác bắt đầu với đơn vị NAL khung thông tin phụ trợ. Nói cách khác, đơn vị NAL khung thông tin phụ trợ, khi không được đi trước bởi đơn vị NAL phần đầu nhóm của các khung, bắt đầu AU PCC mới.

Các ngữ nghĩa RBSP phần đầu nhóm của các khung là như sau. `num_attributes` chỉ rõ số lượng tối đa của các thuộc tính PCC (như hình học, kết cấu, v.v.) mà có thể được mang trong CPS. Lưu ý là trong sự định nghĩa của một hoặc nhiều tập hợp của các mức và các biên dạng PCC, trị số của `num_attributes` có thể được ràng buộc để bằng với năm hoặc nhỏ hơn. `attributes_first_ordering_flag`, khi được thiết đặt bằng với không, chỉ rõ là, trong AU PCC, tất cả các đơn vị NAL PCC của mỗi thuộc tính PCC riêng, khi có mặt, là kề nhau theo thứ tự giải mã mà không được đan xen với các đơn vị NAL PCC của các thuộc tính PCC khác. `attributes_first_ordering_flag`, khi được thiết đặt bằng với không, chỉ rõ là, trong AU PCC, tất cả các đơn vị NAL PCC của mỗi trị số `pcc_stream_id` riêng, khi có mặt, là kề nhau theo thứ tự giải mã mà không được đan xen với các đơn vị NAL

PCC của các trị số `pcc_stream_id` khác. `attribute_type[ i ]` chỉ rõ loại thuộc tính PCC của thuộc tính PCC thứ *i*. Sự diễn dịch của các loại thuộc tính PCC khác nhau được chỉ rõ trong Bảng 5 ở dưới. Trong sự định nghĩa của một hoặc nhiều tập hợp của các mức và các biên dạng PCC, trị số của `attribute_type[ 0 ]` và `attribute_type[ 1 ]` có thể được ràng buộc để bằng với không và một, một cách tương ứng.

| Trị số | Tên của thuộc tính PCC        | Thuộc tính PCC được nhận dạng |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|
| 0      | ATTR_GEOMETRY                 | Hình học                      |
| 1      | ATTR_TEXTURE                  | Kết cấu                       |
| 2      | ATTR_REFLECT                  | Hệ số phản xạ                 |
| 3      | ATTR_TRANSP                   | Độ trong suốt                 |
| 4      | ATTR_NORMAL                   | Pháp tuyến                    |
| 5..31  | CODEC_RSV_5..<br>CODEC_RSV_31 | Được dự trữ                   |

Bảng 5 Đặc tả của `attribute_type[ i ]`

`identified_codec_for_attribute[ i ]` chỉ rõ codec video được nhận dạng được sử dụng cho sự lập mã của thuộc tính PCC thứ *i* như được thể hiện trong Bảng 6 ở dưới.

| Trị số | Tên của <code>identified_codec</code> | Codec video được nhận dạng |
|--------|---------------------------------------|----------------------------|
| 0      | CODEC_HEVC                            | ISO/IEC IS 23008-2 (HEVC)  |
| 1      | CODEC_AVC                             | ISO/IEC IS 14496-10 (AVC)  |
| 2..255 | CODEC_RSV_2..<br>CODEC_RSV_255        | Được dự trữ                |

Bảng 6 Đặc tả của `identified_codec_for_attribute[ i ]`

`num_streams_for_attribute[ i ]` chỉ rõ số lượng tối đa của các dòng PCC cho thuộc tính PCC thứ *i*. Lưu ý là trong sự định nghĩa của một hoặc nhiều tập hợp của các mức và các biên dạng PCC, trị số của `num_streams_for_attribute[ i ]` có thể được ràng buộc để nhỏ hơn hoặc bằng bốn. `num_layers_for_attribute[ i ]` chỉ rõ số lượng của các lớp thuộc tính cho thuộc tính PCC thứ *i*. Lưu ý là trong sự định nghĩa của một hoặc nhiều tập hợp của các mức và các biên dạng PCC, trị số của `num_layer_for_attribute[ i ]` có thể

được ràng buộc để nhỏ hơn hoặc bằng bốn.  $\text{max\_attribute\_layer\_idx}[i][j]$  chỉ rõ trị số tối đa của chỉ số lớp thuộc tính của dòng PCC với  $\text{pcc\_stream\_id}$  bằng với  $j$  cho thuộc tính PCC thứ  $i$ . Trị số của  $\text{max\_attribute\_layer\_idx}[i][j]$  nên nhỏ hơn so với  $\text{num\_layer\_for\_attribute}[i]$ .  $\text{attribute\_layers\_combination\_mode}[i][j]$  chỉ rõ chế độ phối hợp các lớp thuộc tính cho các lớp thuộc tính được mang trong dòng PCC với  $\text{pcc\_stream\_id}$  bằng với  $j$  cho thuộc tính PCC thứ  $i$ . Sự diễn dịch của các trị số khác nhau cho  $\text{attribute\_layers\_combination\_mode}[i][j]$  được chỉ rõ trong Bảng 7 ở dưới.

| Trị số | Tên của chế độ phối hợp                            | Chế độ phối hợp được nhận dạng                                                                                                                                                                                                         |
|--------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | COMBIN_MODE_TEMP_INTLV                             | Chế độ đan xen thời gian, trong đó mỗi AU PCC chứa một lớp thuộc tính của dòng PCC với $\text{pcc\_stream\_id}$ bằng với $j$ cho thuộc tính PCC thứ $i$ , và các lớp thuộc tính được đan xen theo thời gian trong các AU PCC khác nhau |
| 1..15  | COMBIN_MODE_RSV_1<br>..<br>COMBIN_MODE_RSV_2<br>55 | Được dự trữ                                                                                                                                                                                                                            |

Bảng 7 Đặc tả của  $\text{attribute\_layers\_combination\_mode}[i][j]$

Khi  $\text{attribute\_layers\_combination\_mode}[i][j]$  có mặt và bằng với không, biến  $\text{attrLayerIdx}[i][j]$ , chỉ báo chỉ số lớp thuộc tính cho lớp thuộc tính của dòng PCC với  $\text{pcc\_stream\_id}$  bằng với  $j$  cho thuộc tính PCC thứ  $i$ , các đơn vị NAL PCC của lớp thuộc tính được mang trong AU video với trị số đếm thứ tự ảnh bằng với  $\text{PicOrderCntVal}$  như được chỉ rõ trong đặc tả của codec video được nhận dạng, được suy ra như sau.

$\text{tmpVal} = \text{PicOrderCntVal} \% \text{num\_streams\_for\_attribute}[i]$

if( $j == 0$ )

$\text{attrLayerId}[i][j] = \text{tmpVal}$  (7-2)

else

$\text{attrLayerId}[i][j][k] = \text{max\_attribute\_layer\_idx}[i][j-1] + 1 + \text{tmpVal}$

`regular_points_flag[ i ][ j ]`, khi bằng với một, chỉ rõ là lớp thuộc tính với chỉ số lớp bằng với `j` cho thuộc tính PCC thứ `i` mang các điểm thường (regular point) của tín hiệu đám mây điểm. `regular_points_flag[ i ][ j ]`, khi được thiết đặt bằng với không, chỉ rõ là lớp thuộc tính với chỉ số lớp bằng với `j` cho thuộc tính PCC thứ `i` mang các điểm bất thường (irregular point) của tín hiệu đám mây điểm. Lưu ý là trong sự định nghĩa của một hoặc nhiều tập hợp của các mức và các biên dạng PCC, trị số của `regular_points_flag[ i ][ j ]` có thể được ràng buộc để là không. `frame_width` chỉ báo độ rộng khung, trong các điểm ảnh, của các video kết cấu và hình học. Độ rộng khung nên là bội số của `occupancyResolution`. `frame_height` chỉ báo độ cao khung, trong các điểm ảnh, của các video kết cấu và hình học. Độ cao khung nên là bội số của `occupancyResolution`. `occupancy_resolution` chỉ báo độ phân giải ngang và dọc, trong các điểm ảnh, tại đó các miếng được đóng gói trong các video kết cấu và hình học. `occupancy_resolution` nên là bội số trị số chẵn của `occupancyPrecision`. `radius_to_smoothing` chỉ báo bán kính để phát hiện các lân cận (neighbour) để làm mịn. Trị số của `radius_to_smoothing` nên nằm trong phạm vi từ không đến hai trăm năm mươi lăm gồm có (inclusive).

`neighbor_count_smoothing` chỉ báo số lượng tối đa của các lân cận (neighbor) được sử dụng để làm mịn. Trị số của `neighbor_count_smoothing` nên nằm trong phạm vi từ không đến hai trăm năm mươi lăm gồm có. `radius2_boundary_detection` chỉ báo bán kính cho sự phát hiện điểm biên. Trị số của `radius2_boundary_detection` nên nằm trong phạm vi từ không đến hai trăm năm mươi lăm gồm có. `threshold_smoothing` chỉ báo ngưỡng làm mịn. Trị số của `threshold_smoothing` nên nằm trong phạm vi từ không đến hai trăm năm mươi lăm gồm có. `lossless_geometry` chỉ báo sự lập mã hình học không tổn hao. Trị số của `lossless_geometry`, khi bằng với một, chỉ báo là thông tin hình học đám mây điểm được lập mã một cách không tổn hao. Trị số của `lossless_geometry`, khi bằng với không, chỉ báo là thông tin hình học đám mây điểm được lập mã theo cách tổn hao. `lossless_texture` chỉ báo sự mã hóa kết cấu không tổn hao. Trị số của `lossless_texture`, khi bằng với một, chỉ báo là thông tin kết cấu đám mây điểm được lập mã một cách không tổn hao. Trị số của `lossless_texture`, khi bằng với không, chỉ báo là thông tin kết cấu đám mây điểm được lập mã theo cách tổn hao. `lossless_geometry_444` chỉ báo liệu sử dụng định dạng video 4:2:0 hoặc 4:4:4 cho các khung hình học. Trị số của

lossless\_geometry\_444, khi bằng với một, chỉ báo là video hình học được lập mã trong định dạng 4:4:4. Trị số của lossless\_geometry\_444, khi bằng với không, chỉ báo là video hình học được lập mã trong định dạng 4:2:0.

absolute\_d1\_coding chỉ báo cách thức các lớp hình học khác với lớp gần nhất với mặt phẳng chiếu được lập mã. absolute\_d1\_coding, khi bằng với một, chỉ báo là các trị số hình học thực tế được lập mã cho các lớp hình học khác với lớp gần nhất với mặt phẳng chiếu. absolute\_d1\_coding, khi bằng với không, chỉ báo là các lớp hình học khác với lớp gần nhất với mặt phẳng chiếu được lập mã vi sai (coded differentially). bin\_arithmetic\_coding chỉ báo liệu sự lập mã số học nhị phân được sử dụng. Trị số của bin\_arithmetic\_coding, khi bằng với một, chỉ báo là sự lập mã số học nhị phân được sử dụng cho tất cả các phần tử cú pháp. Trị số của bin\_arithmetic\_coding, khi bằng với không, chỉ báo là sự lập mã số học không phải nhị phân được sử dụng cho một số phần tử cú pháp. gof\_header\_extension\_flag, khi bằng với không, chỉ rõ là không có phần tử cú pháp gof\_header\_extension\_data\_flag có mặt trong cấu trúc cú pháp RBSP phần đầu nhóm của các khung. gof\_header\_extension\_flag, khi bằng với một, chỉ rõ là có các phần tử cú pháp gof\_header\_extension\_data\_flag có mặt trong cấu trúc cú pháp RBSP phần đầu nhóm của các khung. Các bộ giải mã có thể bỏ qua tất cả dữ liệu mà theo sau trị số một cho gof\_header\_extension\_flag trong đơn vị NAL phần đầu nhóm của các khung. gof\_header\_extension\_data\_flag có thể có trị số bất kỳ, và sự có mặt và trị số của cờ không ảnh hưởng đến sự phù hợp (conformance) bộ giải mã. Các bộ giải mã có thể bỏ qua tất cả các phần tử cú pháp gof\_header\_extension\_data\_flag.

Các ngữ nghĩa mức và biên dạng PCC là như sau. pcc\_profile\_idc chỉ báo biên dạng mà CPS làm phù hợp với. pcc\_pl\_reserved\_zero\_19bits bằng với không trong các dòng bit làm phù hợp với phiên bản này của sáng chế. Các trị số khác cho pcc\_pl\_reserved\_zero\_19bits được dự trữ để sử dụng trong tương lai bởi ISO/IEC. Các bộ giải mã có thể bỏ qua trị số của pcc\_pl\_reserved\_zero\_19bits. pcc\_level\_idc chỉ báo mức mà CPS làm phù hợp với. hevc\_ptl\_12bytes\_attribute[ i ] có thể bằng với trị số của mười hai byte từ general\_profile\_idc đến general\_level\_idc, gồm có, trong tập hợp thông số trình tự (sequence parameter set, SPS) hoạt động khi dòng bit HEVC cho loại thuộc tính PCC bằng với attribute\_type[ i ] được trích như được chỉ rõ bởi quy trình trích dòng bit con (sub-bitstream) được giải mã bởi bộ giải mã HEVC làm phù hợp.

avc\_pl\_3bytes\_attribute[ i ] có thể bằng với trị số của ba byte từ profile\_idc đến level\_idc, gồm có, trong SPS hoạt động khi dòng bit AVC cho loại thuộc tính PCC bằng với attribute\_type[ i ] được trích như được chỉ rõ bởi quy trình trích dòng bit con được giải mã bởi bộ giải mã AVC làm phù hợp.

Quy trình trích dòng bit con là như sau. Các đầu vào đối với quy trình này là dòng bit PCC inBitstream, loại thuộc tính PCC mục tiêu targetAttrType, và trị số ID dòng PCC mục tiêu targetStreamId. Đầu ra của quy trình này là dòng bit con. Nó có thể là yêu cầu của sự phù hợp dòng bit cho dòng bit được đưa vào là dòng bit con được đưa ra bất kỳ mà là đầu ra của quy trình được chỉ rõ trong mệnh đề này với dòng bit PCC làm phù hợp inBitstream, targetAttrType chỉ báo loại bất kỳ của các thuộc tính PCC có mặt trong inBitstream, và targetStreamId nhỏ hơn hoặc bằng trị số ID dòng PCC lớn nhất của các dòng PCC có mặt trong inBitstream cho loại thuộc tính targetAttrType sẽ là dòng bit video làm phù hợp cho mỗi đặc tả codec video được nhận dạng cho loại thuộc tính targetAttrType.

Dòng bit con được đưa ra được suy ra bởi các bước được sắp thứ tự sau đây. Phụ thuộc vào trị số của targetAttrType, điều sau đây áp dụng. Nếu targetAttrType bằng với ATTR\_GEOMETRY, thì tất cả các đơn vị NAL PCC với PccNalUnitType không bằng với GMTRY\_NALU hoặc pcc\_stream\_id không bằng với targetStreamId được loại bỏ. Nếu không thì, nếu targetAttrType bằng với ATTR\_TEXTURE, thì tất cả các đơn vị NAL PCC với PccNalUnitType không bằng với TEXTURE\_NALU hoặc pcc\_stream\_id không bằng với targetStreamId được loại bỏ. Nếu không thì, nếu targetAttrType bằng với ATTR\_REFLECT, thì tất cả các đơn vị NAL PCC với PccNalUnitType không bằng với REFLECT\_NALU hoặc pcc\_stream\_id không bằng với targetStreamId được loại bỏ. Nếu không thì, nếu targetAttrType bằng với ATTR\_TRANSP, thì tất cả các đơn vị NAL PCC với PccNalUnitType không bằng với TRANSP\_NALU hoặc pcc\_stream\_id không bằng với targetStreamId được loại bỏ. Nếu không thì, nếu targetAttrType bằng với ATTR\_NORMAL, thì tất cả các đơn vị NAL PCC với PccNalUnitType không bằng với NORMAL\_NALU hoặc pcc\_stream\_id không bằng với targetStreamId được loại bỏ. Cho mỗi đơn vị NAL PCC, byte thứ nhất có thể cũng được loại bỏ.

Trong phương án lựa chọn của tập hợp thứ nhất của các phương pháp như được tóm tắt ở trên, phần đầu đơn vị NAL PCC được thiết kế để sử dụng nhiều bit hơn cho `pcc_stream_id` và cho phép nhiều hơn bốn dòng cho mỗi thuộc tính. Trong trường hợp đó, bổ sung một loại nữa cho phần đầu đơn vị NAL PCC.

Fig.8 là sơ đồ giản lược minh họa cơ chế 800 để sắp thứ tự các thuộc tính PCC theo dòng. Ví dụ, cơ chế 800 có thể được dùng để tổ chức các đơn vị NAL của dòng video PCC 700. Do đó, cơ chế 800 có thể được dùng để tổ chức các thuộc tính từ khung các phương tiện đám mây điểm được mã hóa 600 dựa trên các phương tiện đám mây điểm 500. Như vậy, cơ chế 800 có thể được sử dụng bởi bộ mã hóa 300 để tạo ra dòng bit và bởi bộ giải mã 400 khi đọc dòng bit. Do đó, cơ chế 800 có thể được dùng bởi hệ thống codec 200 và có thể thêm nữa được dùng để hỗ trợ phương pháp 100.

Cơ chế 800 có thể làm cho các thuộc tính PCC được tổ chức dựa trên thứ tự của các dòng thuộc tính được kết hợp với khung PCC, mà được biểu thị ở đây như thứ tự dòng. Thêm nữa, sự sử dụng của cơ chế 800 có thể được báo hiệu nhờ thiết đặt `attributes_first_ordering_flag` thành không, ví dụ trong phần đầu GOF 821.

Cơ chế 800 có thể đặt phần đầu GOF 821, khung thông tin phụ trợ 822, và khung bản đồ chiếm chỗ 823 ở bắt đầu của AU PCC. Các đơn vị NAL như vậy có thể về căn bản là tương tự với phần đầu GOF 721, khung thông tin phụ trợ 722, và khung bản đồ chiếm chỗ 723, một cách tương ứng. Cơ chế 800 có thể sau đó đặt thuộc tính từ mỗi dòng theo thứ tự. Mỗi thuộc tính có thể có từ không đến bốn dòng. Bốn dòng cho mỗi thuộc tính được miêu tả trên Fig.8 để thể hiện trường hợp phức tạp nhất. Cụ thể, dòng thứ nhất của mỗi thuộc tính được mã hóa trước tiên. Do đó, đơn vị NAL hình học dòng thứ nhất 824, đơn vị NAL kết cấu dòng thứ nhất 825, đơn vị NAL phản xạ dòng thứ nhất 826, đơn vị NAL độ trong suốt dòng thứ nhất 827, và đơn vị NAL pháp tuyến dòng thứ nhất 828 được mã hóa trước tiên. Các đơn vị NAL như vậy về căn bản là tương tự với đơn vị NAL hình học 724, đơn vị NAL kết cấu 725, đơn vị NAL phản xạ 726, đơn vị NAL độ trong suốt 727, và đơn vị NAL pháp tuyến 728, một cách tương ứng, và chứa dữ liệu thuộc tính được chỉ định như một phần của dòng thứ nhất cho loại thuộc tính tương ứng.

Tiếp theo các thuộc tính được kết hợp với tập hợp thứ hai của các dòng thuộc tính được mã hóa. Cụ thể, đơn vị NAL hình học dòng thứ hai 834, đơn vị NAL kết cấu

dòng thứ hai 835, đơn vị NAL phản xạ dòng thứ hai 836, đơn vị NAL độ trong suốt dòng thứ hai 837, và đơn vị NAL pháp tuyến dòng thứ hai 838 được mã hóa sau các dòng thứ nhất. Các mục như vậy chứa các thuộc tính theo cách tương tự với các đơn vị NAL tương ứng từ dòng thứ nhất, nhưng chứa dữ liệu được chỉ định như một phần của dòng thứ hai.

Tiếp theo các thuộc tính được kết hợp với tập hợp thứ ba của các dòng thuộc tính được mã hóa. Cụ thể, đơn vị NAL hình học dòng thứ ba 844, đơn vị NAL kết cấu dòng thứ ba 845, đơn vị NAL phản xạ dòng thứ ba 846, đơn vị NAL độ trong suốt dòng thứ ba 847, và đơn vị NAL pháp tuyến dòng thứ ba 848 được mã hóa sau các dòng thứ hai. Các mục như vậy chứa các thuộc tính theo cách tương tự với các đơn vị NAL tương ứng từ các dòng thứ nhất và thứ hai, nhưng chứa dữ liệu được chỉ định như một phần của dòng thứ ba.

Cuối cùng, các thuộc tính được kết hợp với tập hợp thứ tư của các dòng thuộc tính được mã hóa. Cụ thể, đơn vị NAL hình học dòng thứ tư 854, đơn vị NAL kết cấu dòng thứ tư 855, đơn vị NAL phản xạ dòng thứ tư 856, đơn vị NAL độ trong suốt dòng thứ tư 857, và đơn vị NAL pháp tuyến dòng thứ tư 858 được mã hóa sau các dòng thứ ba. Các mục như vậy chứa các thuộc tính theo cách tương tự với các đơn vị NAL tương ứng từ các dòng thứ nhất, thứ hai, và thứ ba, nhưng chứa dữ liệu được chỉ định như một phần của dòng thứ tư. Như được lưu ý ở trên, cơ chế 800 thể hiện trường hợp phức tạp nhất do các thuộc tính có thể gồm có ít hơn so với bốn dòng. Do đó, các dòng cho các thuộc tính được chỉ rõ có thể được bỏ đi như mong muốn.

Fig.9 là sơ đồ giản lược minh họa cơ chế 900 để sắp thứ tự các thuộc tính PCC theo thuộc tính. Ví dụ, cơ chế 900 có thể được dùng để tổ chức các đơn vị NAL của dòng video PCC 700. Do đó, cơ chế 900 có thể được dùng để tổ chức các thuộc tính từ khung các phương tiện đám mây điểm được mã hóa 600 dựa trên các phương tiện đám mây điểm 500. Như vậy, cơ chế 900 có thể được sử dụng bởi bộ mã hóa 300 để tạo ra dòng bit và bởi bộ giải mã 400 khi đọc dòng bit. Do đó, cơ chế 900 có thể được dùng bởi hệ thống codec 200 và có thể thêm nữa được dùng để hỗ trợ phương pháp 100.

Cơ chế 900 có thể làm cho các thuộc tính PCC được tổ chức dựa trên thứ tự của các thuộc tính được kết hợp với khung PCC, mà được biểu thị ở đây như thứ tự thuộc

tính. Thêm nữa, sự sử dụng của cơ chế 900 có thể được báo hiệu nhờ thiết đặt `attributes_first_ordering_flag` thành một, ví dụ trong phần đầu GOF 921.

Cơ chế 900 có thể đặt phần đầu GOF 921, khung thông tin phụ trợ 922, và khung bản đồ chiếm chỗ 923 ở bắt đầu của AU PCC. Các đơn vị NAL như vậy có thể về căn bản là tương tự với phần đầu GOF 721, khung thông tin phụ trợ 722, và khung bản đồ chiếm chỗ 723, một cách tương ứng. Cơ chế 900 có thể sau đó nhóm các thuộc tính chung cùng nhau trong thuộc tính. Mỗi thuộc tính có thể có từ không đến bốn dòng. Bốn dòng cho mỗi thuộc tính được miêu tả trên Fig.9 để thể hiện trường hợp phức tạp nhất. Cụ thể, tất cả trong các dòng của các thuộc tính hình học được mã hóa trước tiên. Do đó, đơn vị NAL hình học dòng thứ nhất 924, đơn vị NAL hình học dòng thứ hai 934, đơn vị NAL hình học dòng thứ ba 944, và đơn vị NAL hình học dòng thứ tư 954 được mã hóa. Các đơn vị NAL như vậy về căn bản là tương tự với đơn vị NAL hình học 724 và chứa các thuộc tính hình học được chỉ định bởi các dòng tương ứng.

Tiếp theo, đơn vị NAL kết cấu dòng thứ nhất 925, đơn vị NAL kết cấu dòng thứ hai 935, đơn vị NAL kết cấu dòng thứ ba 945, và đơn vị NAL kết cấu dòng thứ tư 955 được mã hóa. Các đơn vị NAL như vậy về căn bản là tương tự với đơn vị NAL kết cấu 725 và chứa các thuộc tính kết cấu được chỉ định bởi các dòng tương ứng. Sau đó, đơn vị NAL phản xạ dòng thứ nhất 926, đơn vị NAL phản xạ dòng thứ hai 936, đơn vị NAL phản xạ dòng thứ ba 946, và đơn vị NAL phản xạ dòng thứ tư 956 được mã hóa. Các đơn vị NAL như vậy về căn bản là tương tự với đơn vị NAL phản xạ 726 và chứa các thuộc tính phản xạ được chỉ định bởi các dòng tương ứng. Sau đó, đơn vị NAL độ trong suốt dòng thứ nhất 927, đơn vị NAL độ trong suốt dòng thứ hai 937, đơn vị NAL độ trong suốt dòng thứ ba 947, và đơn vị NAL độ trong suốt dòng thứ tư 957 được mã hóa. Các đơn vị NAL như vậy về căn bản là tương tự với đơn vị NAL độ trong suốt 727 và chứa các thuộc tính độ trong suốt được chỉ định bởi các dòng tương ứng. Cuối cùng, đơn vị NAL pháp tuyến dòng thứ nhất 928, đơn vị NAL pháp tuyến dòng thứ hai 938, đơn vị NAL pháp tuyến dòng thứ ba 948, và đơn vị NAL pháp tuyến dòng thứ tư 958 được mã hóa. Các đơn vị NAL như vậy về căn bản là tương tự với đơn vị NAL pháp tuyến 728 và chứa các thuộc tính pháp tuyến được chỉ định bởi các dòng tương ứng. Như được lưu ý ở trên, cơ chế 900 thể hiện trường hợp phức tạp nhất do các thuộc tính có thể gồm có ít hơn so với bốn dòng. Do đó, các dòng cho các thuộc tính được chỉ rõ có thể được bỏ đi như mong muốn.

Fig.10 là lưu đồ của phương pháp ví dụ 1000 để mã hóa trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng. Ví dụ, phương pháp 1000 có thể tổ chức dữ liệu thành dòng bit theo cơ chế 800 và/hoặc 900 và chỉ định cơ chế như vậy trong phần đầu GOF. Thêm nữa, phương pháp 1000 có thể tạo ra dòng video PCC 700 nhờ mã hóa khung các phương tiện đám mây điểm 600 dựa trên các phương tiện đám mây điểm 500. Thêm nữa, phương pháp 1000 có thể được dùng bởi hệ thống codec 200 và/hoặc bộ mã hóa 300 trong khi thực hiện các bước mã hóa của phương pháp 100.

Phương pháp 1000 có thể bắt đầu khi bộ mã hóa nhận trình tự của các khung PCC chứa các phương tiện đám mây điểm. Bộ mã hóa có thể xác định để mã hóa các khung như vậy, ví dụ để đáp lại việc nhận câu lệnh người dùng. Ở bước 1001, bộ mã hóa mã hóa trình tự của các khung PCC thành dòng bit như một số những đơn vị truy nhập PCC.

Ở bước 1003, bộ mã hóa mã hóa đơn vị dữ liệu mức trình tự chứa các thông số mức trình tự thành dòng bit. Đơn vị dữ liệu mức trình tự chứa các thông số mà bộ giải mã có thể dùng để diễn dịch dữ liệu được chứa trong dòng bit được mã hóa. Đơn vị dữ liệu mức trình tự là đơn vị dữ liệu bất kỳ mà mang dữ liệu video cơ bản (ví dụ, đơn vị NAL). Đơn vị dữ liệu mức trình tự được phân biệt với các phần đầu thông số video (như tập hợp thông số trình tự, tập hợp thông số ảnh, phần đầu lát, v.v.) do dữ liệu như vậy là một phần của video cơ bản được mang bởi các đơn vị dữ liệu mức trình tự. Như ví dụ cụ thể, đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể là đơn vị NAL phần đầu GOF. Đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể bao gồm vài phần tử cú pháp mà mô tả các thuộc tính PCC tương ứng. Ví dụ, đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể bao gồm phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo một số những thuộc tính PCC được mang trong dòng bit. Các thuộc tính PCC như vậy có thể gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến. Phần tử cú pháp thứ nhất có thể được thi hành như phần tử một số những thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit.

Đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể cũng bao gồm phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo mỗi trong các thuộc tính PCC trong dòng bit. Ví dụ, phần tử cú pháp thứ hai có thể là phần tử loại thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit. Thêm nữa, mỗi trong các đơn vị truy nhập PCC có thể gồm có không đến bốn dòng thuộc

tính cho mỗi trong các thuộc tính PCC. Đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể cũng bao gồm phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo một số những dòng cho mỗi trong các thuộc tính PCC. Ví dụ, phần tử cú pháp thứ ba có thể là một số những dòng cho phần tử thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit. Đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể cũng bao gồm phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo thứ tự thuộc tính trong AU PCC. Ví dụ, phần tử cú pháp thứ tư có thể là cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit. Cờ sắp thứ tự thứ nhất có thể được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị NAL PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự dòng theo cơ chế 800 trong AU PCC tương ứng. Cờ sắp thứ tự thứ nhất có thể cũng được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị NAL PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự thuộc tính theo cơ chế 900 trong AU PCC tương ứng. Ngoài ra, do mỗi trong các đơn vị truy nhập PCC gồm có không đến bốn dòng thuộc tính cho mỗi trong các thuộc tính PCC, một hoặc nhiều trong các dòng thuộc tính có thể gồm có tốc độ khung không phải là không đổi (ví dụ, ngay cả khi tốc độ khung của trình tự của các khung PCC là không đổi).

Dữ liệu trong đơn vị dữ liệu mức trình tự (phần đầu GOF) có thể được sử dụng bởi bộ giải mã để xác định cách thức để nhận dạng và giải mã các đơn vị NAL tương ứng. Do đó, bộ giải mã có thể truyền dòng bit ở bước 1005 để hỗ trợ sự tạo ra của trình tự được giải mã của các khung PCC dựa trên trình tự của các khung PCC được lập mã và các thông số mức trình tự trong đơn vị dữ liệu mức trình tự.

Fig.11 là lưu đồ của phương pháp ví dụ 1100 để giải mã trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng. Ví dụ, phương pháp 1100 có thể đọc dữ liệu từ dòng bit theo cơ chế 800 và/hoặc 900 vào lúc xác định thứ tự mã hóa nhờ đọc các thông số trong dữ liệu mức trình tự như trong phần đầu GOF. Thêm nữa, phương pháp 1100 có thể xây dựng lại các phương tiện đám mây điểm 500 nhờ giải mã khung các phương tiện đám mây điểm 600 từ dòng video PCC 700. Thêm nữa, phương pháp 1100 có thể được dùng bởi hệ thống codec 200 và/hoặc bộ giải mã 400 trong khi thực hiện các bước giải mã của phương pháp 100.

Phương pháp 1100 có thể được khởi đầu khi bộ giải mã nhận dòng bit chứa dữ liệu video PCC. Do đó, bộ giải mã có thể nhận dòng bit bao gồm trình tự được lập mã của các khung PCC được tổ chức thành một số những đơn vị truy nhập PCC ở bước 1101.

Ở bước 1103, bộ giải mã có thể phân tách dòng bit để thu được đơn vị dữ liệu mức trình tự chứa các thông số mức trình tự. Đơn vị dữ liệu mức trình tự chứa các thông số mà hướng dẫn bộ giải mã về cách thức để diễn dịch dữ liệu được chứa trong dòng bit được mã hóa. Như ví dụ cụ thể, đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể là đơn vị NAL phần đầu GOF. Đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể bao gồm vài phần tử cú pháp mà mô tả các thuộc tính PCC tương ứng. Ví dụ, đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể bao gồm phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo một số những thuộc tính PCC được mang trong dòng bit. Các thuộc tính PCC như vậy có thể gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến. Phần tử cú pháp thứ nhất có thể được thi hành như phần tử một số những thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit.

Đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể cũng bao gồm phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo mỗi trong các thuộc tính PCC trong dòng bit. Ví dụ, phần tử cú pháp thứ hai có thể là phần tử loại thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit. Thêm nữa, mỗi trong các đơn vị truy nhập PCC có thể gồm có không đến bốn dòng thuộc tính cho mỗi trong các thuộc tính PCC. Đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể cũng bao gồm phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo một số những dòng cho mỗi trong các thuộc tính PCC. Ví dụ, phần tử cú pháp thứ ba có thể là một số những dòng cho phần tử thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit. Đơn vị dữ liệu mức trình tự có thể cũng bao gồm phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo thứ tự thuộc tính trong AU PCC. Ví dụ, phần tử cú pháp thứ tư có thể là cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit. Cờ sắp thứ tự thứ nhất có thể được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị NAL PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự dòng theo cơ chế 800 trong AU PCC tương ứng. Cờ sắp thứ tự thứ nhất có thể cũng được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị NAL PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự thuộc tính theo cơ chế 900 trong AU PCC tương ứng. Ngoài ra, do mỗi trong các đơn vị truy nhập PCC gồm có không đến bốn dòng thuộc tính cho mỗi trong các thuộc tính PCC, một hoặc nhiều trong các dòng thuộc tính có thể gồm có tốc độ khung

không phải là không đổi (ví dụ, ngay cả khi tốc độ khung của trình tự của các khung PCC là không đổi).

Bộ giải mã có thể đọc các phần tử cú pháp trong đơn vị dữ liệu mức trình tự để xác định dữ liệu nào được chứa trong các đơn vị NAL nào. Do đó, bộ giải mã có thể giải mã trình tự được lập mã của các khung PCC ở bước 1105 dựa trên các thông số mức trình tự trong đơn vị dữ liệu mức trình tự để tạo ra trình tự được giải mã của các khung PCC.

Fig.12 là sơ đồ giản lược của thiết bị lập mã video ví dụ 1200. Thiết bị lập mã video 1200 là phù hợp để thi hành các ví dụ/các phương án được bộc lộ như được mô tả ở đây. Thiết bị lập mã video 1200 bao gồm các cổng xuôi dòng 1220, các cổng ngược dòng 1250, và/hoặc các bộ phận bộ truyền nhận (Tx/Rx) 1210, gồm có các bộ truyền và/hoặc các bộ nhận để truyền thông dữ liệu ngược dòng và/hoặc xuôi dòng qua mạng. Thiết bị lập mã video 1200 cũng gồm có bộ xử lý 1230 gồm có bộ phận logic và/hoặc bộ phận xử lý trung tâm (central processing unit, CPU) để xử lý dữ liệu và bộ nhớ 1232 để lưu trữ dữ liệu. Thiết bị lập mã video 1200 có thể cũng bao gồm các thành phần quang-thành-điện (optical-to-electrical, OE), các thành phần điện-thành-quang (electrical-to-optical, EO), và/hoặc các thành phần truyền thông không dây được ghép với các cổng ngược dòng 1250 và/hoặc các cổng xuôi dòng 1220 cho sự truyền thông của dữ liệu qua các mạng truyền thông không dây hoặc quang. Thiết bị lập mã video 1200 có thể cũng gồm có các thiết bị đầu vào và/hoặc đầu ra (input and/or output, I/O) 1260 để truyền thông dữ liệu đến và từ người dùng. Các thiết bị I/O 1260 có thể gồm có các thiết bị đầu ra như bộ hiển thị để hiển thị dữ liệu video, các loa để đưa ra dữ liệu âm thanh, v.v.. Các thiết bị I/O 1260 có thể cũng gồm có các thiết bị đầu vào, như bàn phím, chuột, bi xoay, v.v., và/hoặc các giao diện tương ứng để tương tác với các thiết bị đầu ra như vậy.

Bộ xử lý 1230 được thi hành bởi phần cứng và phần mềm. Bộ xử lý 1230 có thể được thi hành như một hoặc nhiều chip CPU, lõi (ví dụ, như bộ xử lý nhiều lõi), mảng cổng có thể lập trình được theo trường (field-programmable gate array, FPGA), mạch tích hợp cụ thể cho ứng dụng (application specific integrated circuit, ASIC), và bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor, DSP). Bộ xử lý 1230 có truyền thông với các cổng xuôi dòng 1220, Tx/Rx 1210, các cổng ngược dòng 1250, và bộ nhớ 1232. Bộ xử lý 1230 bao

gồm môđun lập mã 1214. Môđun lập mã 1214 thi hành các phương án được bộc lộ được mô tả ở trên, như các phương pháp 100, 1000, 1100, 1400, và 1500 cũng như các cơ chế 800 và 900, mà có thể dùng các phương tiện đám mây điểm 500, khung các phương tiện đám mây điểm 600, và/hoặc dòng video PCC 700 và/hoặc phương pháp/cơ chế khác bất kỳ được mô tả ở đây. Thêm nữa, môđun lập mã 1214 có thể thi hành hệ thống codec 200, bộ mã hóa 300, và/hoặc bộ giải mã 400. Ví dụ, môđun lập mã 1214 có thể dùng tập hợp thuộc tính được mở rộng cho PCC và có thể báo hiệu sự sử dụng của tập hợp thuộc tính như vậy cùng với sự sử dụng dòng tương ứng trong dữ liệu mức trình tự. Vì thế, môđun lập mã 1214 làm cho thiết bị lập mã video 1200 cung cấp tính linh hoạt và/hoặc phần chức năng bổ sung khi lập mã dữ liệu video PCC. Như vậy, môđun lập mã 1214 cải thiện phần chức năng của thiết bị lập mã video 1200 cũng như giải quyết các vấn đề mà là cụ thể đối với các kỹ thuật lập mã video. Thêm nữa, môđun lập mã 1214 đem lại phép biến đổi của thiết bị lập mã video 1200 thành trạng thái khác nhau. Như một sự lựa chọn, môđun lập mã 1214 có thể được thi hành như các lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ 1232 và được thực thi bởi bộ xử lý 1230 (ví dụ, như sản phẩm chương trình máy tính được lưu trữ trên phương tiện không chuyển tiếp).

Bộ nhớ 1232 bao gồm một hoặc nhiều loại bộ nhớ như các đĩa, các ổ băng, các ổ trạng thái rắn, bộ nhớ chỉ đọc (read only memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (random access memory, RAM), bộ nhớ tác động nhanh (flash memory), bộ nhớ có thể lập địa chỉ nội dung tam phân (ternary content-addressable memory, TCAM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên tĩnh (static random-access memory, SRAM), v.v.. Bộ nhớ 1232 có thể được sử dụng như thiết bị lưu trữ dữ liệu tràn, để lưu trữ các chương trình khi các chương trình như vậy được lựa chọn cho sự thực thi, và để lưu trữ các lệnh và dữ liệu mà được đọc trong khi thực thi chương trình.

Fig.13 là sơ đồ giản lược của hệ thống ví dụ 1300 để lập mã trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng. Hệ thống 1300 gồm có bộ mã hóa video 1302, mà bao gồm môđun mã hóa khung 1301 để mã hóa trình tự của các khung PCC thành dòng bit như một số những đơn vị truy nhập PCC. Bộ mã hóa video 1302 thêm nữa bao gồm môđun mã hóa thông số 1303 để mã hóa đơn vị dữ liệu mức trình tự chứa các thông số mức trình tự thành dòng bit, trong đó đơn vị dữ liệu mức trình tự bao gồm phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo một số những thuộc tính PCC được mang trong dòng bit và phần

tử cú pháp thứ hai chỉ báo mỗi trong các thuộc tính PCC. Bộ mã hóa video 1302 thêm nữa bao gồm môđun truyền 1305 để truyền dòng bit để hỗ trợ sự tạo ra của trình tự được giải mã của các khung PCC dựa trên trình tự của các khung PCC được lập mã và các thông số mức trình tự trong đơn vị dữ liệu mức trình tự. Các môđun của bộ mã hóa video 1302 có thể cũng được dùng để thực hiện bất kỳ trong các bước/các mục được mô tả ở trên đối với phương pháp 1000 và/hoặc 1400.

Hệ thống 1300 cũng gồm có bộ giải mã video 1310, mà bao gồm môđun nhận 1311 để nhận dòng bit bao gồm trình tự được lập mã của các khung PCC được tổ chức thành một số những đơn vị truy nhập PCC. Bộ giải mã video 1310 cũng bao gồm môđun phân tách 1313 để phân tách dòng bit để thu được đơn vị dữ liệu mức trình tự chứa các thông số mức trình tự, trong đó đơn vị dữ liệu mức trình tự bao gồm phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo một số những thuộc tính PCC được mang trong dòng bit và phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo mỗi trong các thuộc tính PCC. Bộ giải mã video 1310 cũng bao gồm môđun giải mã 1315 để giải mã trình tự được lập mã của các khung PCC dựa trên các thông số mức trình tự trong đơn vị dữ liệu mức trình tự để tạo ra trình tự được giải mã của các khung PCC. Các môđun của bộ giải mã video 1310 có thể cũng được dùng để thực hiện bất kỳ trong các bước/các mục được mô tả ở trên đối với phương pháp 1100 và/hoặc 1500.

Fig.14 là lưu đồ của phương pháp ví dụ khác 1400 để mã hóa trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng. Ví dụ, phương pháp 1400 có thể tổ chức dữ liệu thành dòng bit theo cơ chế 800 và/hoặc 900 và chỉ định cơ chế như vậy trong phần đầu GOF. Thêm nữa, phương pháp 1400 có thể tạo ra dòng video PCC 700 nhờ mã hóa khung các phương tiện đám mây điểm 600 dựa trên các phương tiện đám mây điểm 500. Thêm nữa, phương pháp 1400 có thể được dùng bởi hệ thống codec 200 và/hoặc bộ mã hóa 300 trong khi thực hiện các bước mã hóa của phương pháp 100.

Ở bước 1401, trình tự của các khung PCC được mã hóa thành dòng bit. Trình tự của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC. Các thuộc tính PCC gồm có hình học và kết cấu. Các thuộc tính PCC cũng gồm có một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến. Mỗi khung PCC được mã hóa trong một số những đơn vị NAL PCC. Ở bước 1403, sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC được mã hóa.

Sự chỉ báo chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC. Thêm nữa, khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC, sự chỉ báo chỉ báo thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về. Ở bước 1405, dòng bit được truyền hướng về bộ giải mã video.

Fig.15 là của phương pháp ví dụ 1500 để giải mã trình tự video PCC với tập hợp thuộc tính được mở rộng. Ví dụ, phương pháp 1500 có thể đọc dữ liệu từ dòng bit theo cơ chế 800 và/hoặc 900 vào lúc xác định thứ tự mã hóa nhờ đọc các thông số trong dữ liệu mức trình tự như trong phần đầu GOF. Thêm nữa, phương pháp 1500 có thể xây dựng lại các phương tiện đám mây điểm 500 nhờ giải mã khung các phương tiện đám mây điểm 600 từ dòng video PCC 700. Thêm nữa, phương pháp 1500 có thể được dùng bởi hệ thống codec 200 và/hoặc bộ giải mã 400 trong khi thực hiện các bước giải mã của phương pháp 100.

Ở bước 1501, dòng bit được nhận. Dòng bit bao gồm nhiều trình tự được lập mã của các khung PCC. Nhiều trình tự được lập mã của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC. Các thuộc tính PCC gồm có hình học và kết cấu. Các thuộc tính PCC cũng gồm có một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến. Mỗi khung PCC được lập mã được biểu diễn bởi một hoặc nhiều đơn vị NAL PCC. Ở bước 1503, dòng bit được phân tách để thu được sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC. Sự chỉ báo chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC. Thêm nữa, khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC, sự chỉ báo chỉ báo thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về. Ở bước 1505, dòng bit được giải mã dựa trên các sự chỉ báo.

Thành phần thứ nhất được ghép trực tiếp với thành phần thứ hai khi không có các thành phần đan xen, ngoại trừ đường, vết, hoặc phương tiện khác giữa thành phần thứ nhất và thành phần thứ hai. Thành phần thứ nhất được ghép gián tiếp với thành phần thứ hai khi có các thành phần đan xen khác với đường, vết, hoặc phương tiện khác giữa thành phần thứ nhất và thành phần thứ hai. Thuật ngữ “được ghép” và các biến thể của nó gồm có cả được ghép trực tiếp và được ghép gián tiếp. Sử dụng thuật ngữ “khoảng” có nghĩa là phạm vi gồm có  $\pm 10\%$  của số tiếp theo trừ khi được nói rõ cách khác.

Trong khi vài phương án đã được cung cấp trong sáng chế, nó có thể được hiểu là các hệ thống và các phương pháp được bộc lộ có thể được biểu hiện dưới nhiều dạng cụ thể khác mà không lệch khỏi ý đồ hoặc phạm vi của sáng chế. Các ví dụ hiện tại được xem là minh họa và không hạn chế, và dự định không được giới hạn vào các chi tiết được đưa ra ở đây. Ví dụ, những phần tử hoặc thành phần khác nhau có thể được phối hợp hoặc được tích hợp trong hệ thống khác hoặc các dấu hiệu nhất định có thể được bỏ đi, hoặc không được thi hành.

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

## YÊU CẦU BẢO HỘ

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

nhận, bởi bộ giải mã, dòng bit bao gồm nhiều trình tự được lập mã của các khung lập mã đám mây điểm (point cloud coding, PCC), trong đó nhiều trình tự được lập mã của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến (normal), và trong đó mỗi khung PCC được lập mã được biểu diễn bởi một hoặc nhiều đơn vị lớp trừu tượng mạng (network abstraction layer, NAL) PCC;

phân tách, bởi bộ giải mã, dòng bit để thu được sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC mà chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC, và thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC tương ứng; và

giải mã, bởi bộ giải mã, dòng bit dựa trên các sự chỉ báo.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi trình tự được lập mã của các khung PCC được kết hợp với đơn vị dữ liệu mức trình tự chứa các thông số mức trình tự, và trong đó đơn vị dữ liệu mức trình tự bao gồm phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo một số những thuộc tính PCC được mang trong trình tự được lập mã của các khung PCC và phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo mỗi trong các thuộc tính PCC.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phần tử cú pháp thứ hai là phần tử loại thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 2 đến 3, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất là phần tử một số những thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 2 đến 4, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo một số những dòng cho mỗi trong các thuộc tính PCC.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 2 đến 5, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị lớp trừu tượng mạng PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự dòng trong đơn vị truy nhập PCC tương ứng.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 2 đến 6, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị lớp trừu tượng mạng PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự thuộc tính trong đơn vị truy nhập PCC tương ứng.

8. Phương pháp theo điểm 6 hoặc 7, trong đó mỗi trong các đơn vị truy nhập PCC gồm có không đến bốn dòng thuộc tính cho mỗi trong các thuộc tính PCC, và trong đó ít nhất một trong các dòng thuộc tính gồm có tốc độ khung không phải là không đổi.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 2 đến 8, thêm nữa bao gồm bước gửi chuyển tiếp, bởi bộ giải mã, trình tự được giải mã của các khung PCC từ dòng bit hướng về bộ hiển thị cho sự trình bày.

10. Phương pháp mã hóa được thi hành bởi bộ mã hóa, phương pháp này bao gồm các bước:

mã hóa, bởi bộ mã hóa, trình tự của các khung lập mã đám mây điểm (point cloud coding, PCC) thành dòng bit, trong đó trình tự của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến, và trong đó mỗi khung PCC được mã hóa trong một số những đơn vị lớp trừu tượng mạng (network abstraction layer, NAL) PCC;

mã hóa, bởi bộ mã hóa, sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC mà chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC, và thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC tương ứng; và

truyền, bởi bộ mã hóa, dòng bit hướng về bộ giải mã.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó dòng bit được kết hợp với đơn vị dữ liệu mức trình tự chứa các thông số mức trình tự, và trong đó đơn vị dữ liệu mức trình tự bao gồm

phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo một số những thuộc tính PCC được mang trong dòng bit và phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo mỗi trong các thuộc tính PCC.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó phần tử cú pháp thứ hai là phần tử loại thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 11 đến 12, trong đó phần tử cú pháp thứ nhất là phần tử một số những thuộc tính được chứa trong phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 11 đến 13, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo một số những dòng cho mỗi trong các thuộc tính PCC.

15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 11 đến 14, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị lớp trừu tượng mạng PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự dòng trong đơn vị truy nhập PCC tương ứng.

16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 11 đến 15, trong đó phần đầu nhóm của các khung trong dòng bit bao gồm cờ sắp thứ tự thứ nhất các thuộc tính được thiết đặt để chỉ báo các đơn vị lớp trừu tượng mạng PCC cho mỗi trong các thuộc tính PCC được gồm có theo thứ tự thuộc tính trong đơn vị truy nhập PCC tương ứng.

17. Phương pháp theo điểm 15 hoặc 16, trong đó mỗi trong các đơn vị truy nhập PCC gồm có không đến bốn dòng thuộc tính cho mỗi trong các thuộc tính PCC, và trong đó ít nhất một trong các dòng thuộc tính gồm có tốc độ khung không phải là không đổi.

18. Thiết bị giải mã dữ liệu video, bao gồm:

bộ lưu trữ bộ nhớ không chuyển tiếp, được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video ở dạng của dòng bit; và

bộ giải mã, được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp bất kỳ trong các phương pháp theo các điểm từ 1 đến 9.

19. Thiết bị mã hóa dữ liệu video, bao gồm:

bộ lưu trữ bộ nhớ không chuyển tiếp, được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video ở dạng của dòng bit; và

bộ mã hóa, được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp bất kỳ trong các phương pháp theo các điểm từ 10 đến 17.

20. Bộ giải mã bao gồm hệ mạch xử lý để tiến hành phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 9.

21. Bộ mã hóa bao gồm hệ mạch xử lý để tiến hành phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 10 đến 17.

22. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp bao gồm nhiều lệnh có thể thực thi được bởi máy tính mà,

khi các lệnh có thể thực thi được bởi máy tính được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý của máy tính, làm cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 9.

23. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp bao gồm nhiều lệnh có thể thực thi được bởi máy tính mà,

khi các lệnh có thể thực thi được bởi máy tính được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý của máy tính, làm cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 10 đến 17.

24. Bộ mã hóa bao gồm:

phương tiện mã hóa khung để mã hóa trình tự của các khung lập mã đám mây điểm (point cloud coding, PCC) thành dòng bit, trong đó trình tự của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến, và trong đó mỗi khung PCC được mã hóa trong một số những đơn vị lớp trừu tượng mạng (network abstraction layer, NAL) PCC;

phương tiện mã hóa thông số để mã hóa sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC mà chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC, và thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC tương ứng; và

phương tiện truyền để truyền dòng bit hướng về bộ giải mã.

25. Bộ mã hóa theo điểm 24, trong đó bộ mã hóa được tạo cấu hình thêm nữa để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 10 đến 17.

26. Bộ giải mã bao gồm:

phương tiện nhận để nhận dòng bit bao gồm nhiều trình tự được lập mã của các khung lập mã đám mây điểm (point cloud coding, PCC), trong đó nhiều trình tự được lập mã của các khung PCC biểu diễn nhiều thuộc tính PCC gồm có hình học, kết cấu, và một hoặc nhiều trong hệ số phản xạ, độ trong suốt, và pháp tuyến, và trong đó mỗi khung PCC được lập mã được biểu diễn bởi một hoặc nhiều đơn vị lớp trừu tượng mạng (network abstraction layer, NAL) PCC;

phương tiện phân tách để phân tách dòng bit để thu được sự chỉ báo cho mỗi trong các đơn vị NAL PCC mà chỉ báo liệu mỗi trong các đơn vị NAL PCC thuộc về một thuộc tính PCC tương ứng trong các thuộc tính PCC, và thuộc tính PCC nào trong các thuộc tính PCC mà đơn vị NAL PCC thuộc về khi đơn vị NAL PCC thuộc về thuộc tính PCC tương ứng; và

phương tiện giải mã để giải mã dòng bit dựa trên các sự chỉ báo.

27. Bộ giải mã theo điểm 26, trong đó bộ giải mã được tạo cấu hình thêm nữa để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 9.

1/13

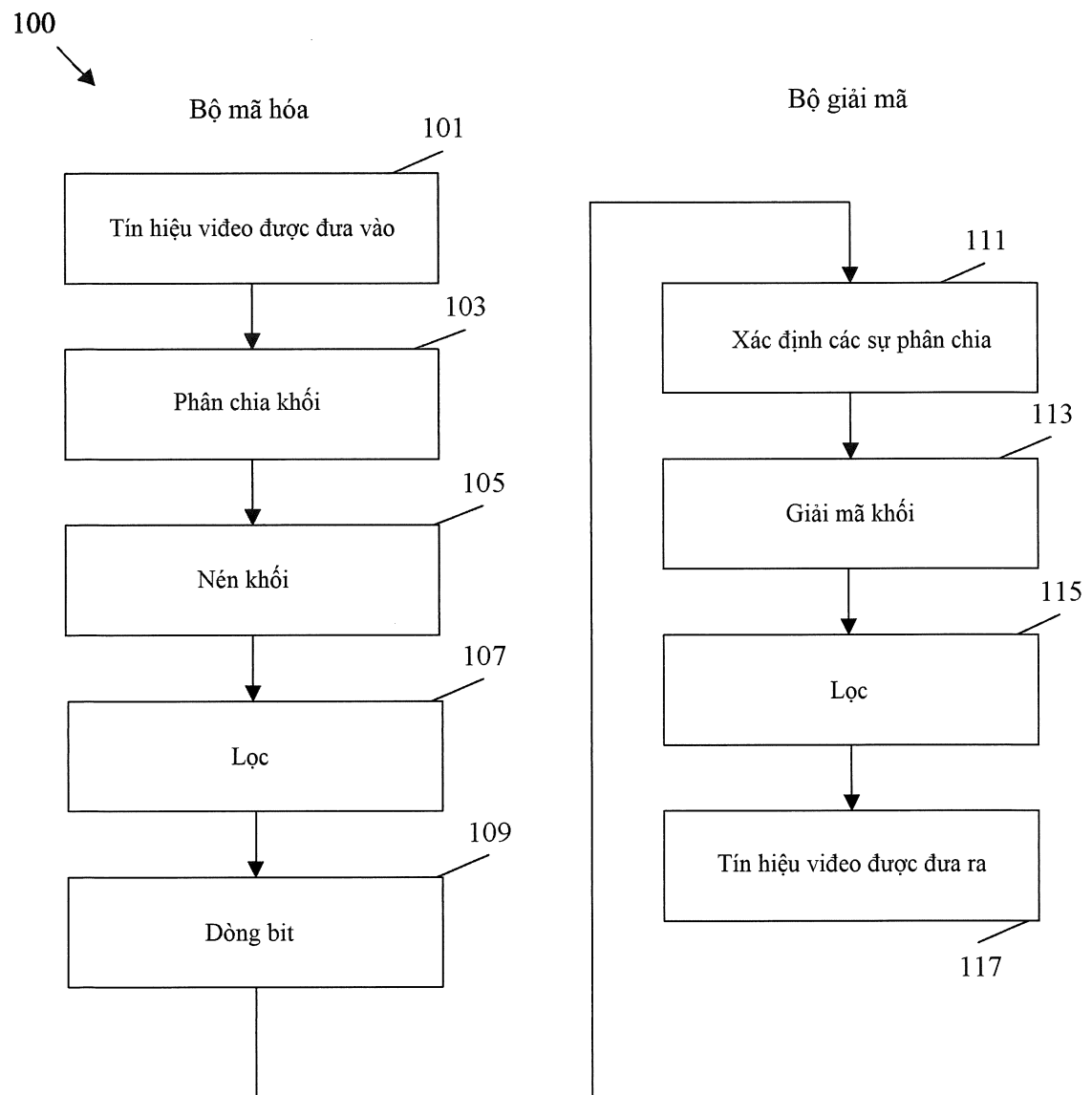


FIG. 1

2/13

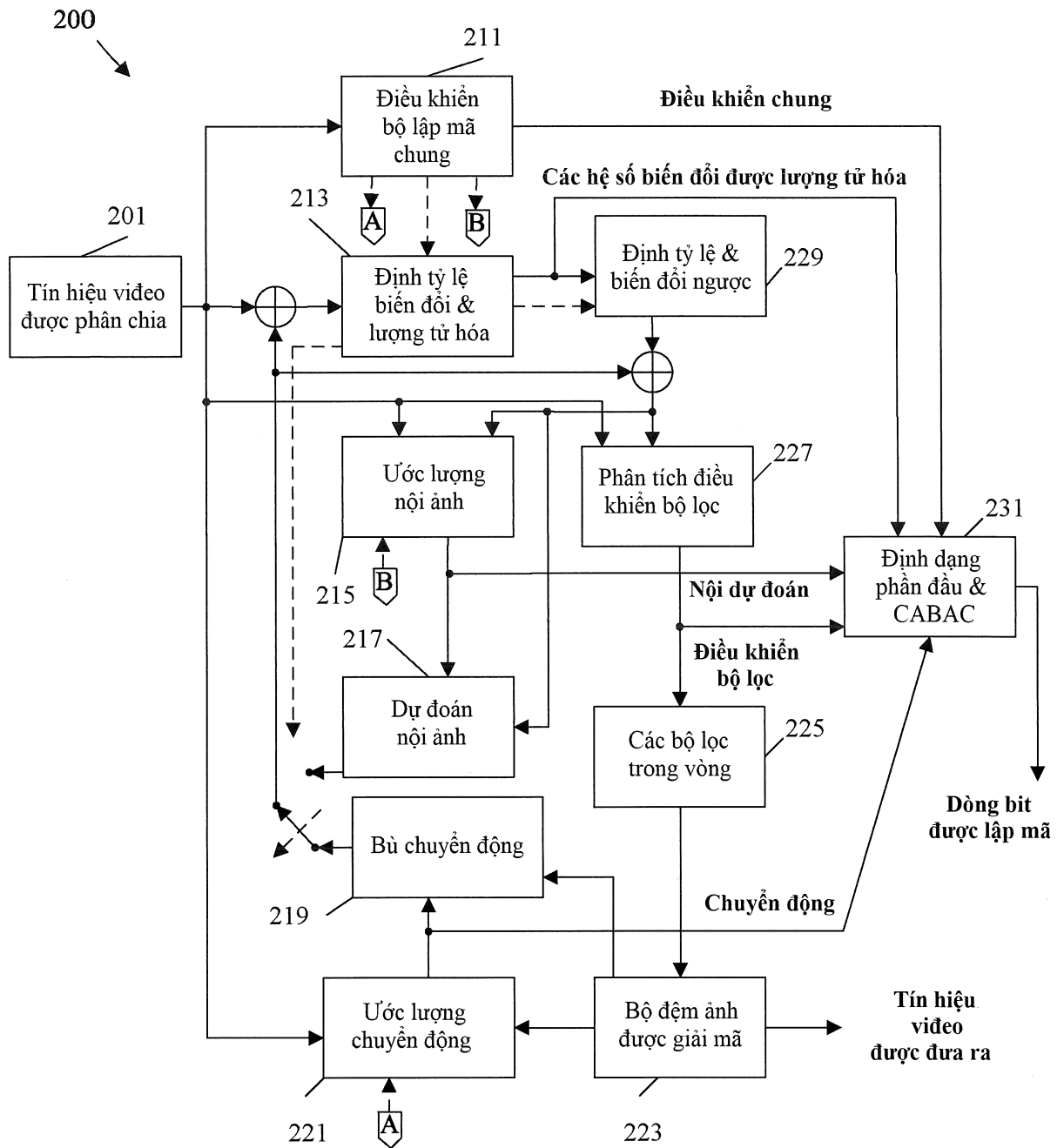


FIG. 2

3/13

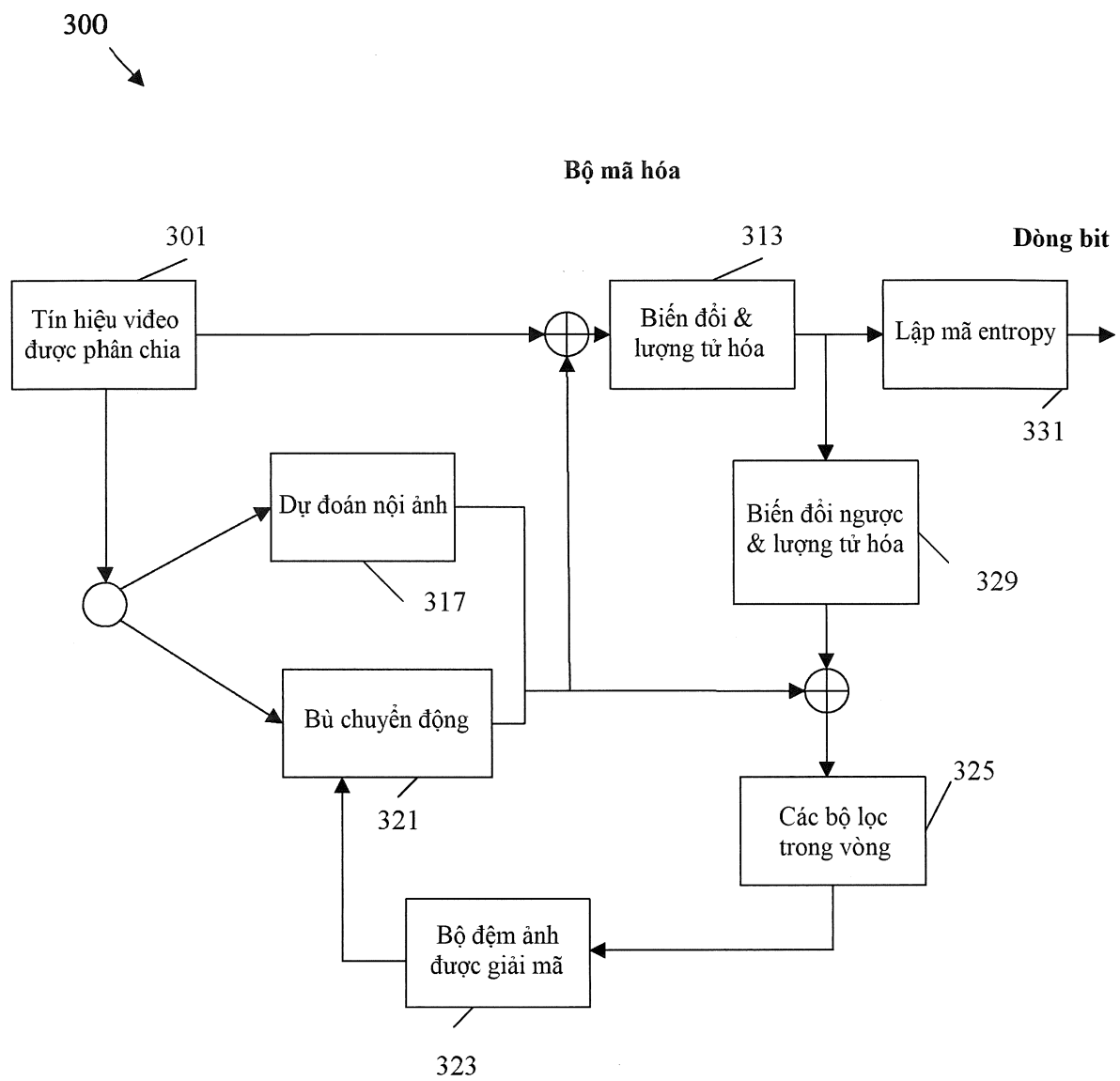


FIG. 3

4/13

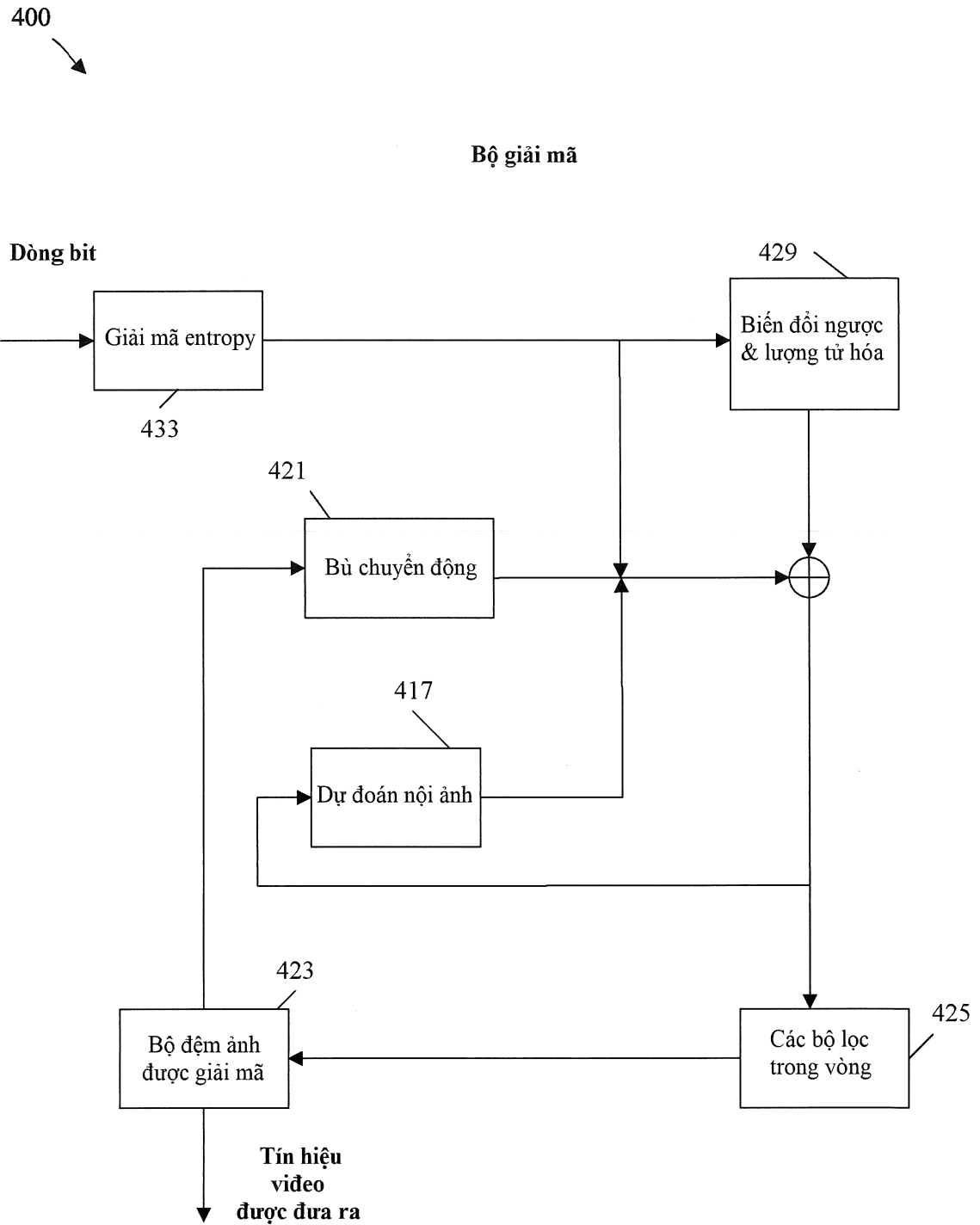


FIG. 4

5/13

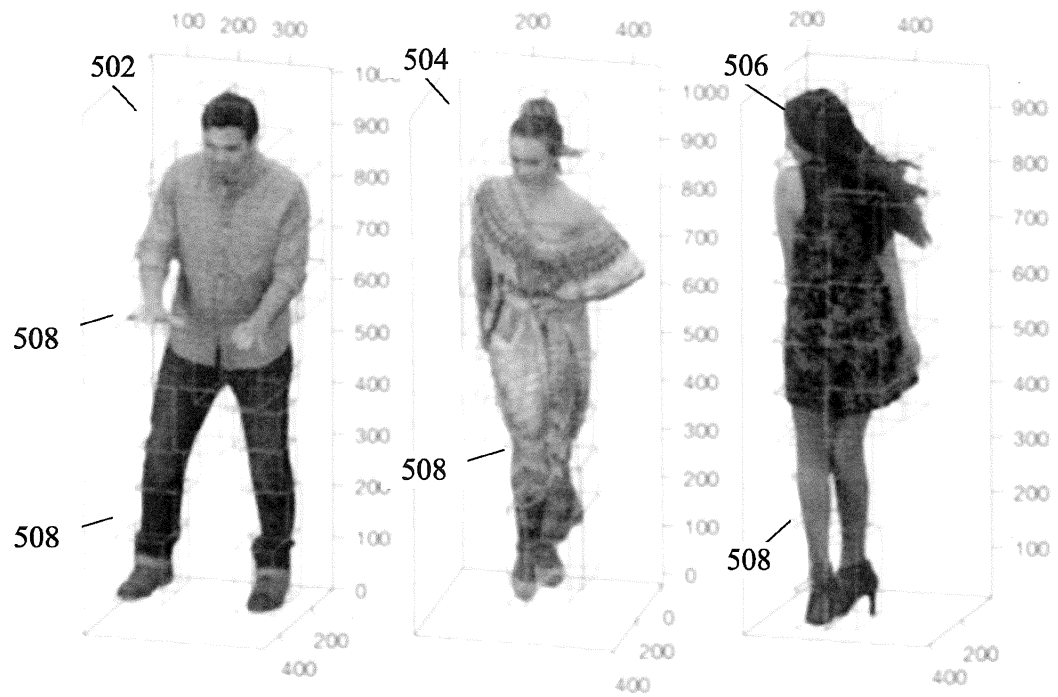
500  
↓

FIG. 5

6/13

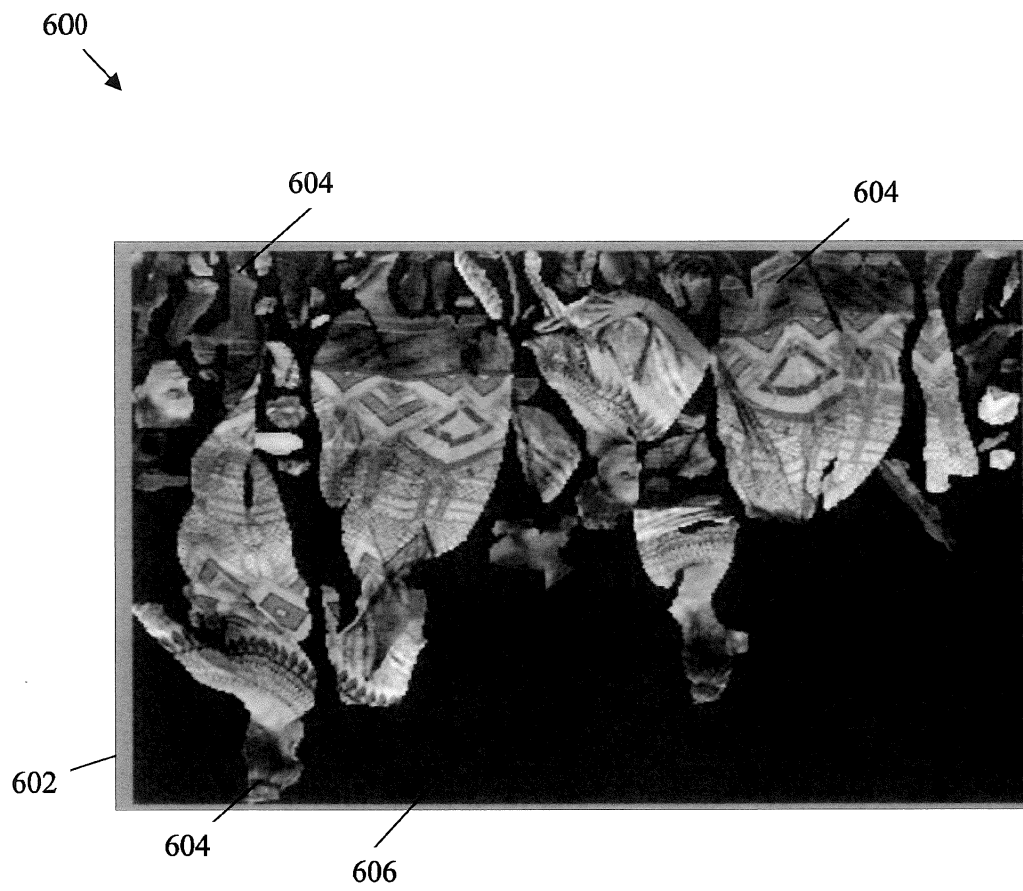


FIG. 6

7/13

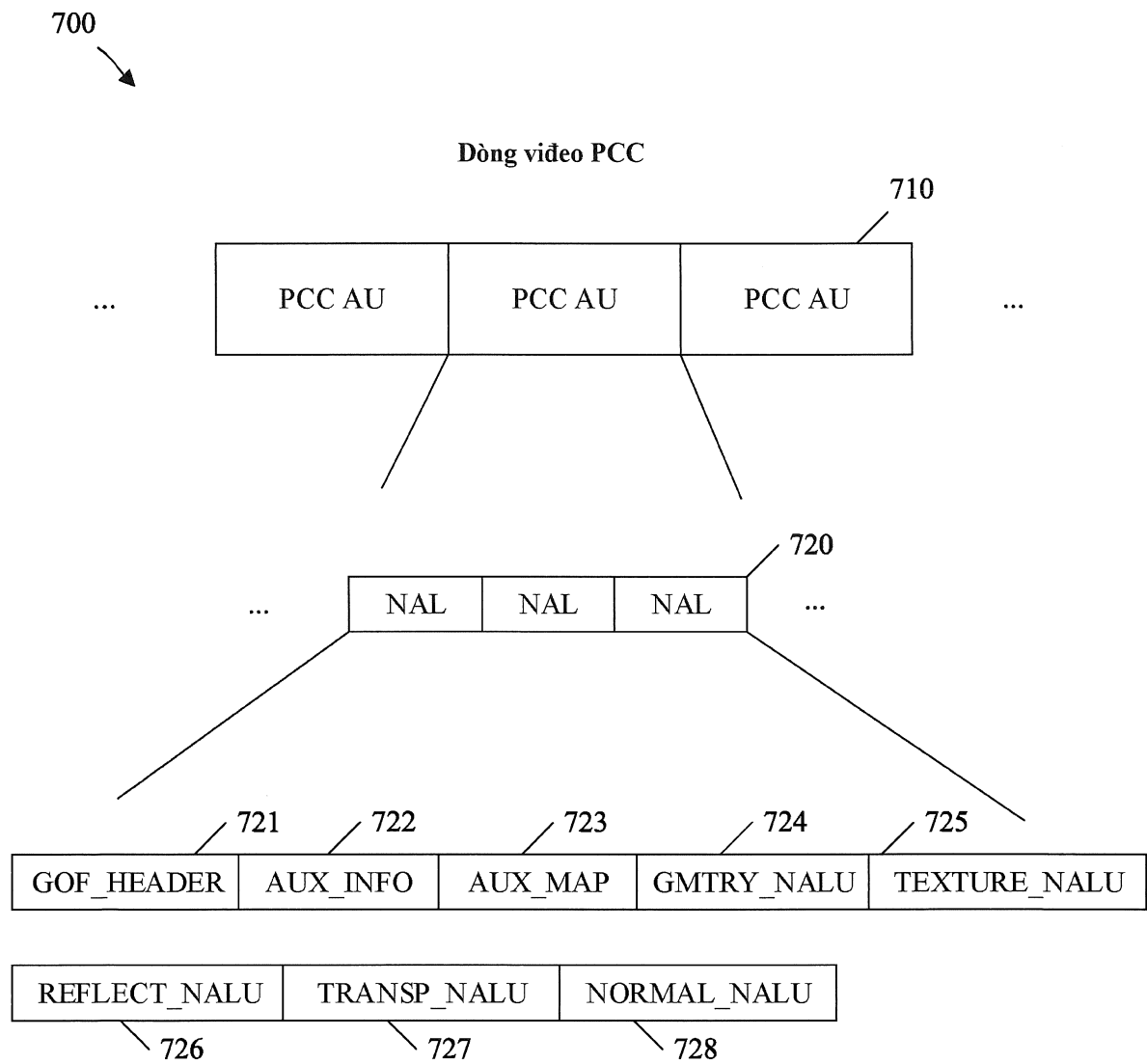


FIG. 7

8/13

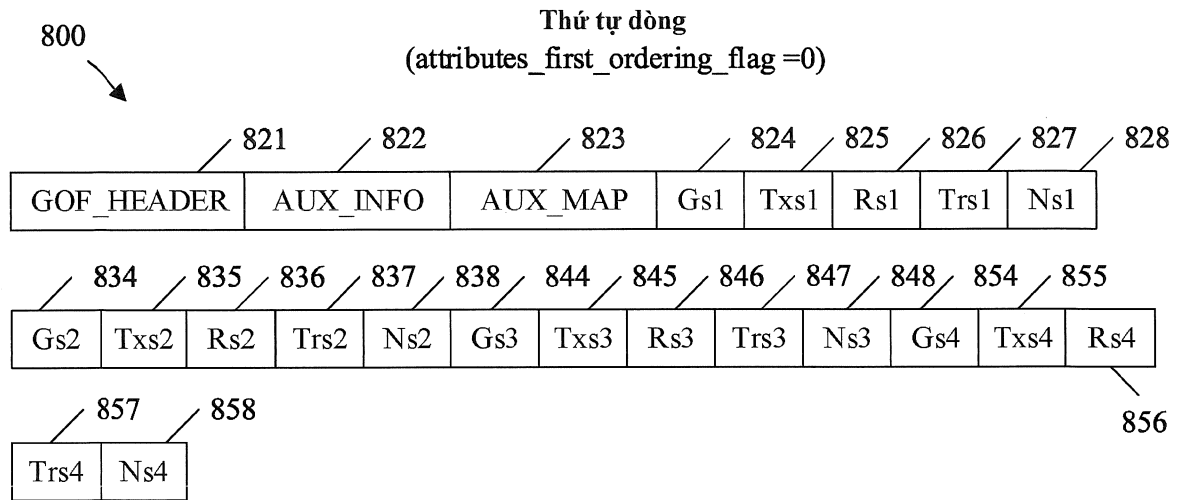


FIG. 8

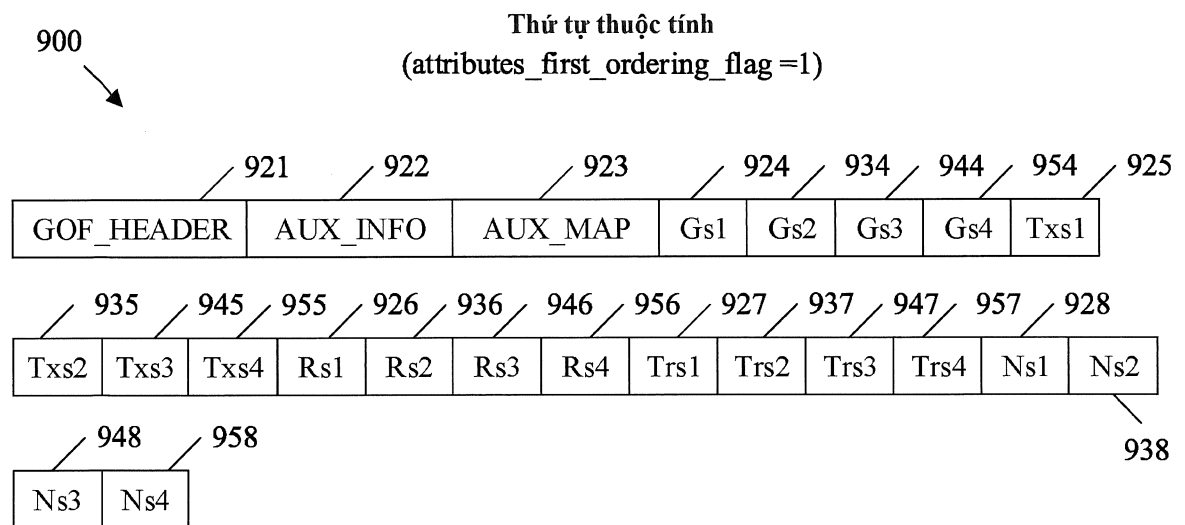


FIG. 9

9/13

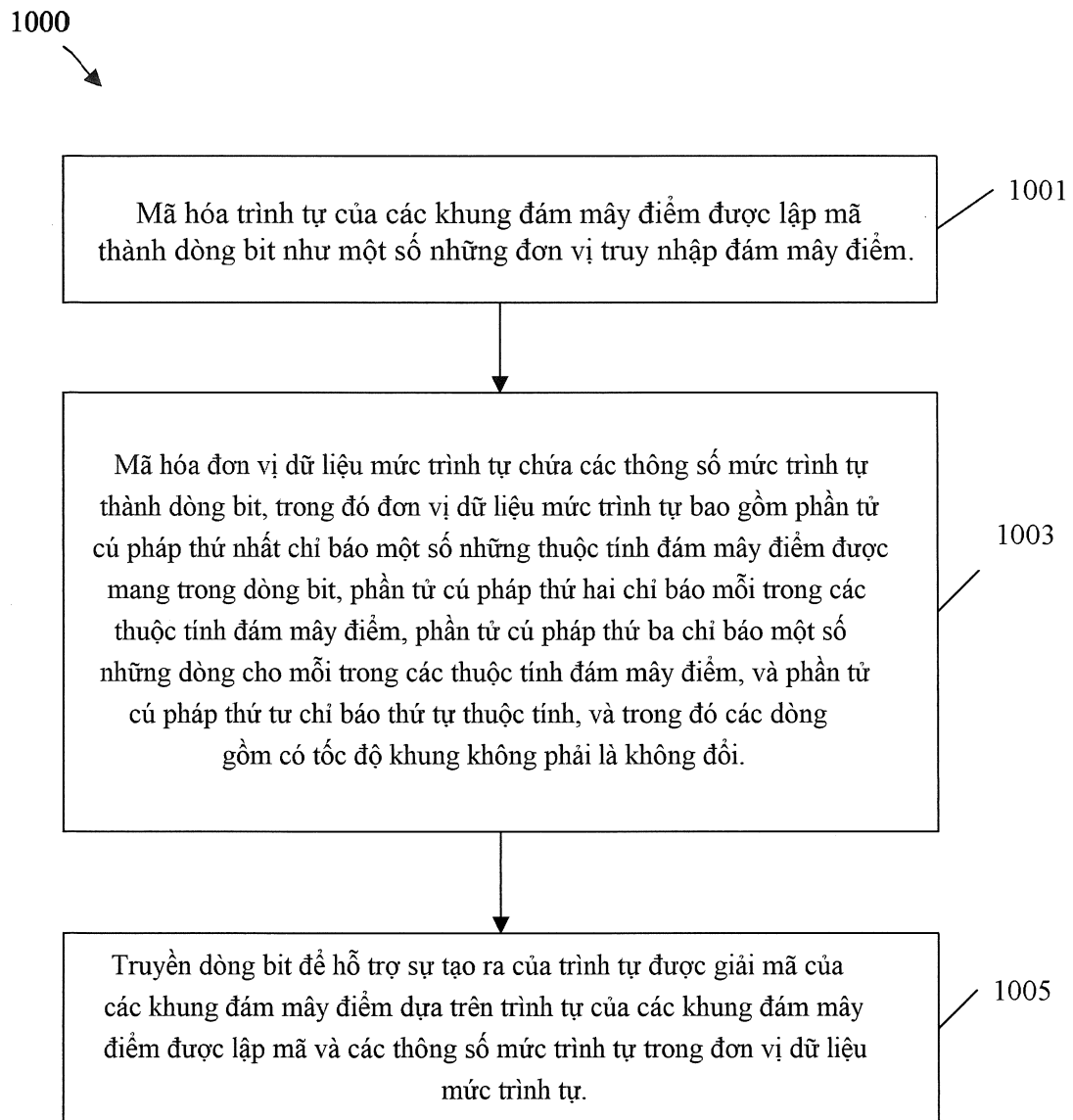


FIG. 10

10/13

1100

Nhận dòng bit bao gồm trình tự của các khung đám mây điểm được lập mã được tổ chức thành một số những đơn vị truy nhập đám mây điểm.

1101

Phân tách dòng bit để thu được đơn vị dữ liệu mức trình tự (ví dụ phần đầu GOF) chứa các thông số mức trình tự, trong đó đơn vị dữ liệu mức trình tự bao gồm phần tử cú pháp thứ nhất chỉ báo một số những thuộc tính đám mây điểm được mang trong dòng bit, phần tử cú pháp thứ hai chỉ báo mỗi trong các thuộc tính đám mây điểm, phần tử cú pháp thứ ba chỉ báo một số những dòng cho mỗi trong các thuộc tính đám mây điểm, và phần tử cú pháp thứ tư chỉ báo thứ tự thuộc tính, và trong đó các dòng gồm có tốc độ khung không phải là không đổi.

1103

Giải mã trình tự của các khung đám mây được lập mã dựa trên các thông số mức trình tự trong đơn vị dữ liệu mức trình tự để tạo ra trình tự được giải mã của các khung đám mây điểm.

1105

FIG. 11

11/13

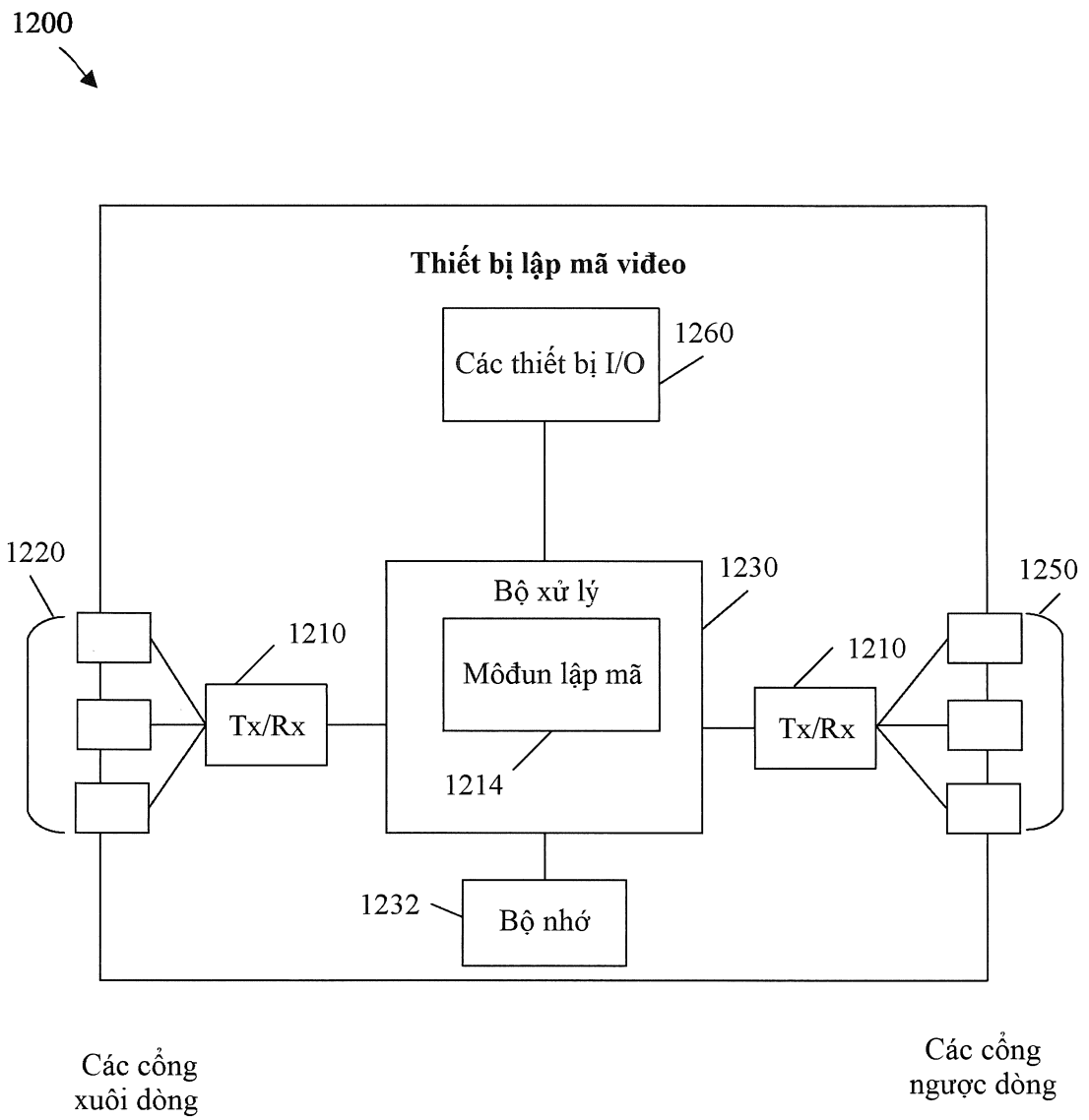


FIG. 12

12/13

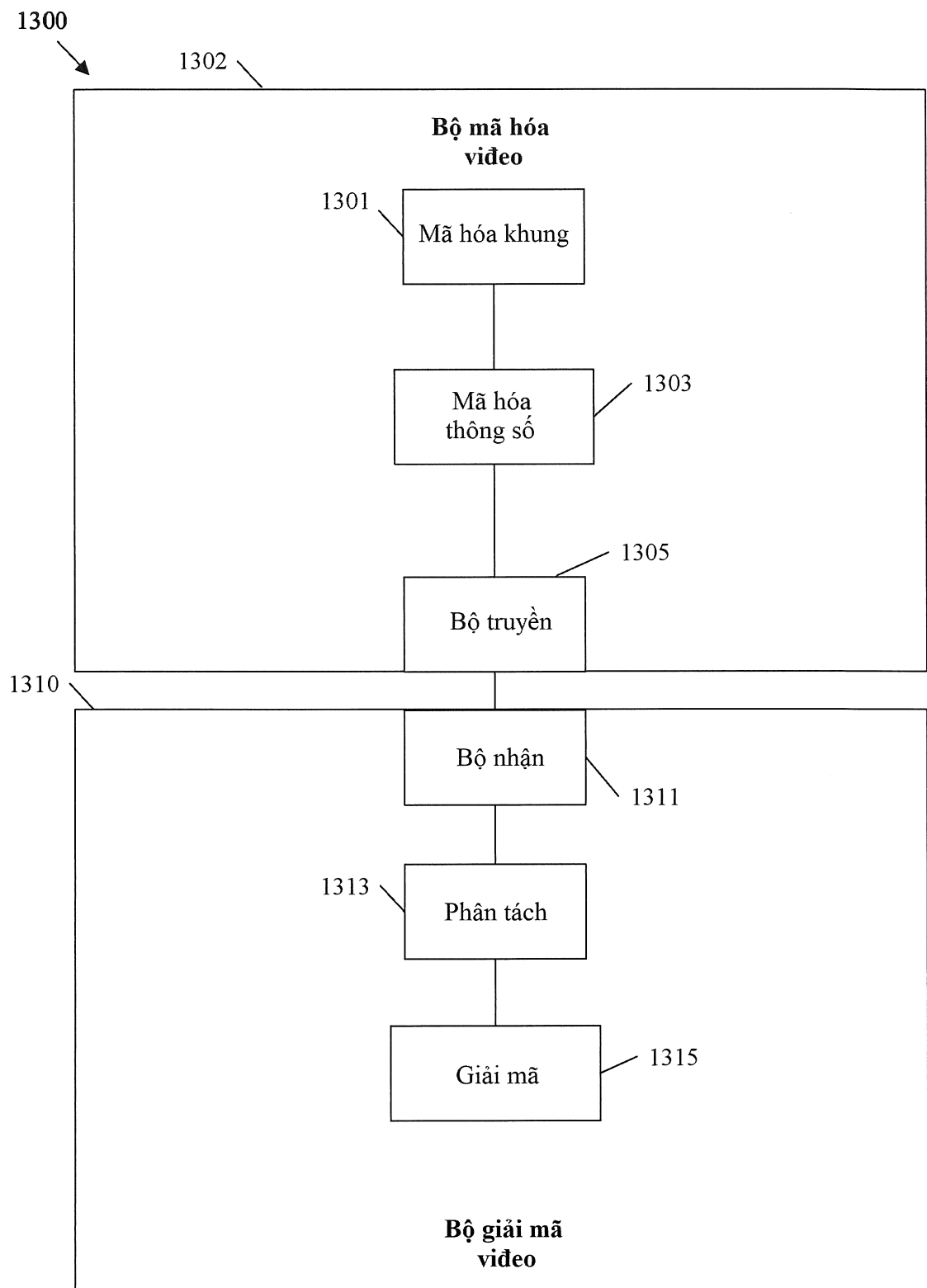


FIG. 13

13/13

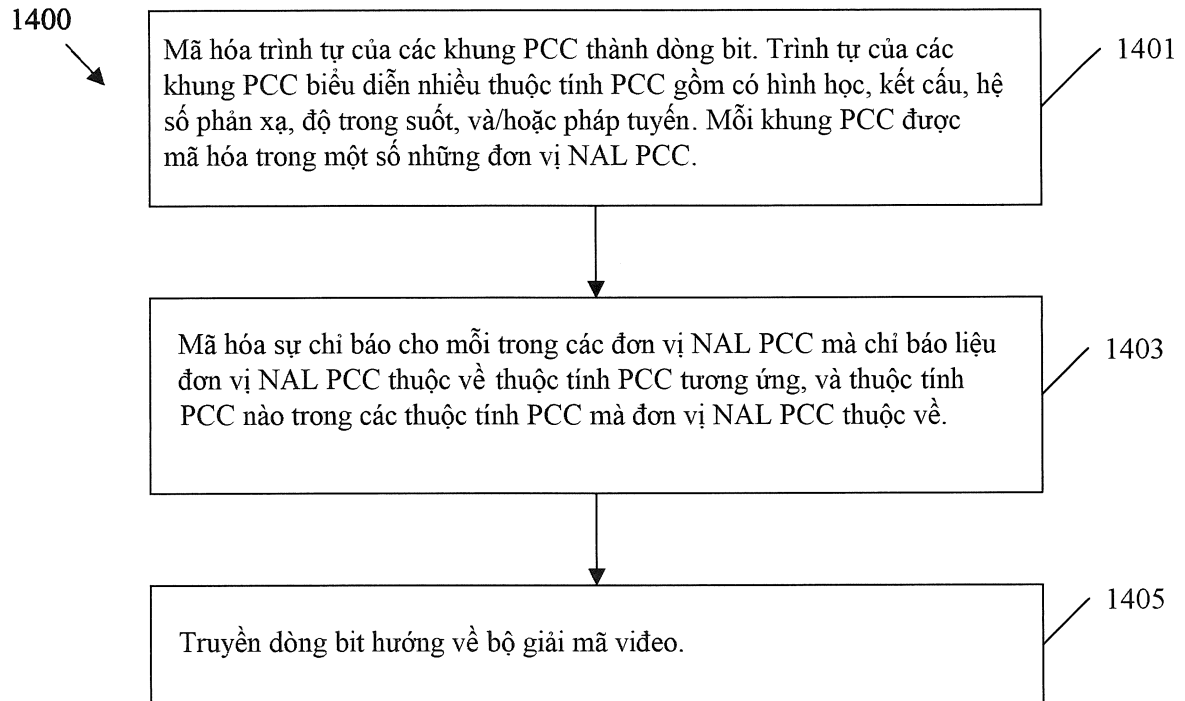


FIG. 14

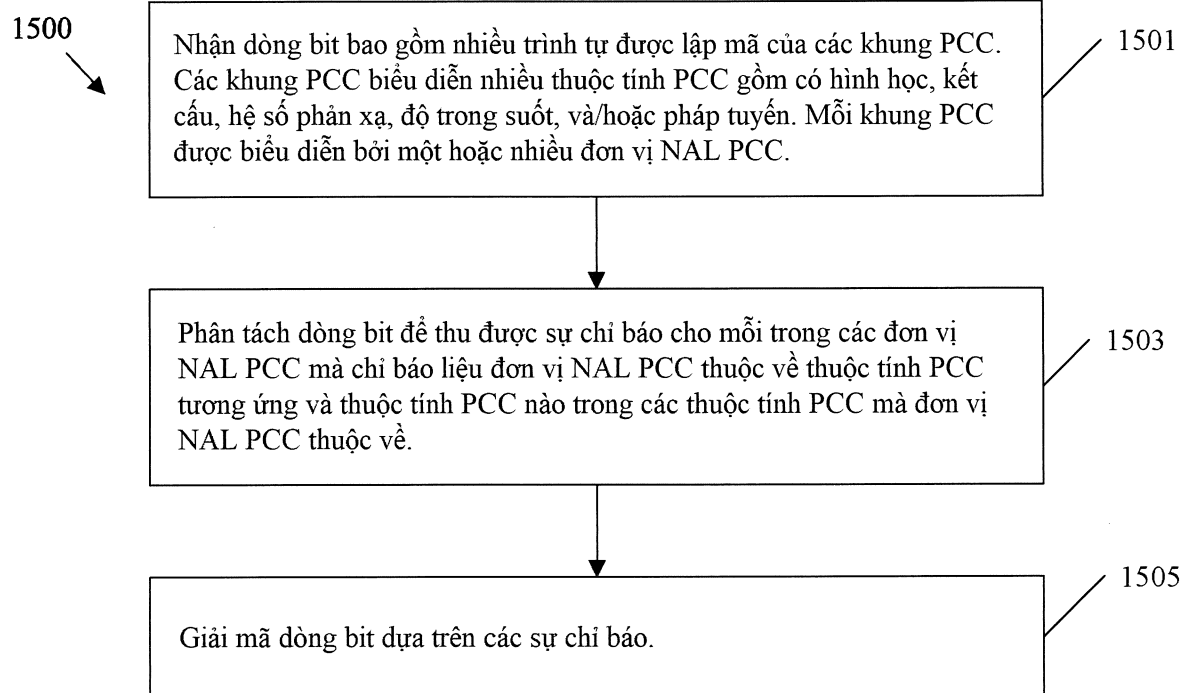


FIG. 15