



(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)



1-0041954

(51)^{2020.01} H04N 19/105; H04N 19/119; H04N 19/82; H04N 19/159; H04N 19/176; H04N 19/46; H04N 19/117; H04N 19/132 (13) B

(21) 1-2021-06739

(22) 30/03/2020

(86) PCT/CN2020/082145 30/03/2020

(87) WO2020/192793 01/10/2020

(30) 62/825,793 28/03/2019 US

(45) 25/12/2024 441

(43) 25/01/2022 406

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

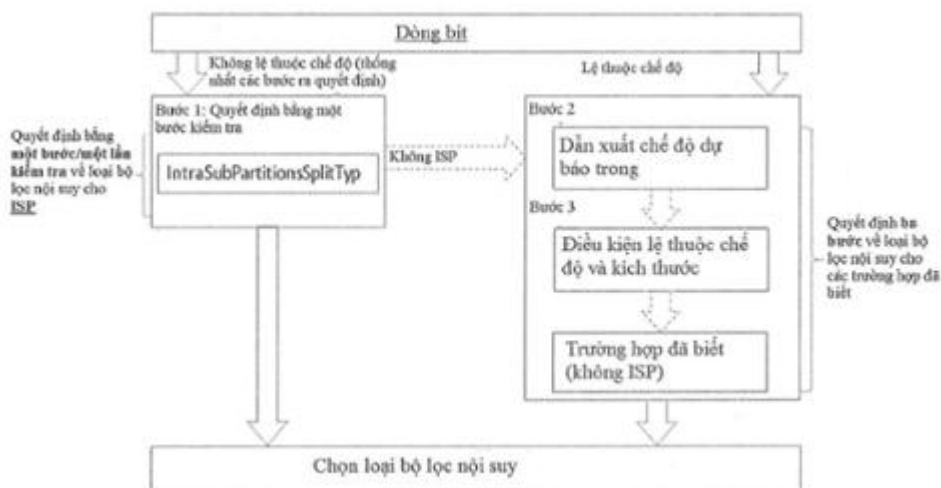
Huawei Administration Building Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) FILIPPOV, Alexey Konstantinovich (RU); RUFITSKIY, Vasily Alexeevich (RU); CHEN, Jianle (CN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ MÃ HÓA VÀ GIẢI MÃ, VÀ VẬT GHI MÁY TÍNH ĐƯỢC

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp dự báo trong của khối của ảnh. Phương pháp bao gồm các bước: thu được thông tin của các phân vùng phụ trong (Intra Sub-Partition, ISP), trong đó thông tin của ISP chỉ báo liệu ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại; và lựa chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên thông tin của ISP, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Phương pháp còn bao gồm thu được các mẫu được dự báo của khối hiện tại bằng cách áp dụng tập hợp hệ số cho các mẫu tham chiếu. Khi thông tin của ISP chỉ báo liệu ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại (tức là, ISP đang bật), phương pháp loại bỏ lệ thuộc chế độ trong khi lựa chọn loại bộ lọc nội suy. Điều này có thể tăng hiệu suất mã hóa hoặc giải mã.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập chung đến lĩnh vực xử lý ảnh và cụ thể hơn đến dự báo trong, đặc biệt đến phương pháp và thiết bị làm mờ trong vùng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kỹ thuật tạo mã video (mã hóa và giải mã video) được sử dụng trong nhiều ứng dụng video số, chẳng hạn TV phát sóng số, truyền video trên mạng Internet và mạng di động, các ứng dụng hội thoại thời gian thực chẳng hạn, trò chuyện video, hội nghị video, đĩa DVD và Blu-ray, các hệ thống chỉnh sửa và thu thập nội dung video, và máy quay xách tay của các ứng dụng an ninh.

Lượng dữ liệu video cần mô tả video tương đối ngắn có thể là lớn, mà có thể gặp các khó khăn khi dữ liệu cần được truyền phát hoặc ngược lại được truyền giữa mạng truyền thông có dung lượng băng thông hữu hạn. Do vậy, dữ liệu video thường được nén trước khi được truyền giữa các mạng viễn thông ngày nay. Kích thước của video cũng có thể là vấn đề khi video được lưu trữ trên thiết bị lưu trữ do các tài nguyên bộ nhớ có thể bị giới hạn. Các thiết bị nén video thường sử dụng phần mềm và/hoặc phần cứng ở phía nguồn để tạo mã dữ liệu video trước khi truyền hoặc lưu trữ, nhờ đó giảm lượng dữ liệu cần để biểu diễn các ảnh video số. Sau đó, dữ liệu được nén được nhận ở đích bởi thiết bị giải nén video mà giải mã dữ liệu video. Với tài nguyên mạng hữu hạn và 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 không hi sinh chất lượng ảnh được mong muốn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế đề cập đến các thiết bị và các phương pháp mã hóa và giải mã theo các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập.

Các đối tượng nêu trên và khác đạt được bởi đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập. Các dạng triển khai khác trở nên rõ ràng trong các điểm yêu cầu

bảo hộ phụ thuộc, phân mô tả và các hình vẽ.

Khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề cập đến phương pháp dự báo trong của khối của ảnh. Phương pháp bao gồm các bước: thu được thông tin của các phân vùng phụ trong (Intra Sub-Partition, ISP), trong đó thông tin của ISP chỉ báo liệu ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại; và lựa chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên thông tin của ISP, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Phương pháp còn bao gồm thu được dự báo các mẫu của khối hiện tại bằng cách áp dụng tập hợp hệ số cho các mẫu tham chiếu.

Theo triển khai của khía cạnh thứ nhất, thông tin của ISP có thể được chỉ báo bằng IntraSubPartitionsSplitType. ISP được sử dụng (tức là, ISP đang bật) để phân tách khối hiện tại khi IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT.

Theo triển khai của khía cạnh thứ nhất, khi thông tin của ISP chỉ báo ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại, trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt. Trạng thái lọc khối có thể được chỉ báo bằng cờ smoothState, và trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt khi giá trị của smoothState bằng 0. Giá trị của filterFlag bằng giá trị của smoothState, tức là, 0. Tương ứng, các hệ số fC sẽ được chọn.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế đề cập đến phương pháp dự báo trong của khối của ảnh. Phương pháp bao gồm bước: dò trạng thái lọc khối (tức là, trạng thái mượt của khối) dựa trên thông tin của các ISP, trong đó trạng thái lọc khối bao gồm trạng thái không mượt, trạng thái mượt, hoặc trạng thái mượt phụ thuộc hướng; và

lựa chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên giá trị của trạng thái lọc khối, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Phương pháp còn bao gồm bước thu được dự báo các mẫu của khối hiện tại bằng cách áp dụng tập hợp hệ số cho các mẫu tham chiếu.

Theo triển khai của khía cạnh thứ hai, thông tin của ISP có thể được chỉ báo bằng IntraSubPartitionsSplitType. ISP được sử dụng (tức là, ISP đang bật) để phân tách khối hiện tại khi IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT. Khi thông tin của ISP chỉ báo ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại, trạng thái

lọc khối là trạng thái không mượt. Trạng thái lọc khối có thể được chỉ báo bằng cờ smoothState, và trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt khi giá trị của smoothState bằng 0.

Theo triển khai của khía cạnh thứ hai, giá trị của cờ của bộ lọc (filterFlag) có thể được sử dụng để chỉ báo tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Giá trị của filterFlag bằng giá trị của smoothState. Nghĩa là giá trị của filterFlag bằng 0 khi trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt. Tương ứng, các hệ số fC sẽ được chọn.

Khía cạnh thứ ba của sáng chế đề cập đến phương pháp dự báo trong của khối của ảnh. Phương pháp bao gồm thu được được dự báo các mẫu của khối bằng cách áp dụng bộ lọc nội suy cho các mẫu tham chiếu, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy được xác định dựa trên quyết định (cũng được gọi là “các trạng thái lọc khối”) rằng bao gồm các bước sau được thực hiện cho mỗi cơ chế trong các cơ chế làm mượt:

- thu được giá trị của cờ chỉ báo liệu cơ chế dự báo trong được áp dụng; và
- so sánh giá trị của cờ nhận (chẳng hạn, intraSubPartitionSplitType) với giá trị nhị phân định trước (chẳng hạn, ISP_NO_SPLIT);

và trong đó việc xác định tập hợp hệ số được thực hiện bằng cách lựa chọn một trong các tập hợp hệ số được định trước, lựa chọn dựa trên quyết định vốn là kết quả so sánh các giá trị của các cờ nhận với giá trị nhị phân định trước.

Phương pháp theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế có thể được thực hiện bằng thiết bị theo khía cạnh thứ tư của sáng chế. Thiết bị bao gồm khối thu thập, khối lựa chọn, và khối dự báo. Khối thu thập, được tạo cấu hình để thu được thông tin của các ISP, trong đó thông tin của ISP chỉ báo liệu ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại. Khối lựa chọn, được tạo cấu hình để chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên thông tin của ISP, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Khối dự báo, được tạo cấu hình để thu được được dự báo các mẫu của khối hiện tại bằng cách áp dụng tập hợp hệ số cho các mẫu tham chiếu.

Phương pháp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế có thể được thực hiện bằng thiết bị theo khía cạnh thứ năm của sáng chế. Thiết bị bao gồm khối dò, khối lựa

chọn, và khối dự báo. Khối dò, được tạo cấu hình để dò trạng thái lọc khối dựa trên thông tin của các ISP, trong đó trạng thái lọc khối bao gồm trạng thái không mượt, trạng thái mượt, hoặc trạng thái mượt phụ thuộc hướng. Khối lựa chọn, được tạo cấu hình để chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên giá trị của trạng thái lọc khối, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Khối dự báo, được tạo cấu hình để thu được được dự báo các mẫu của khối hiện tại bằng cách áp dụng tập hợp hệ số cho các mẫu tham chiếu. Các dấu hiệu và các dạng triển khai khác của phương pháp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế tương ứng với các dấu hiệu và các dạng triển khai của thiết bị theo khía cạnh thứ năm của sáng chế.

Phương pháp theo khía cạnh thứ ba của sáng chế có thể được thực hiện bằng thiết bị theo khía cạnh thứ sáu của sáng chế. Các dấu hiệu và các dạng triển khai khác của phương pháp theo khía cạnh thứ ba của sáng chế tương ứng với các dấu hiệu và các dạng triển khai của thiết bị theo khía cạnh thứ sáu của sáng chế.

Theo khía cạnh thứ bảy, sáng chế đề cập đến thiết bị để giải mã dòng video bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ nhớ lưu trữ các lệnh mà khiến bộ xử lý thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất, thứ hai hoặc thứ ba hoặc triển khai khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, thứ hai hoặc thứ ba.

Theo khía cạnh thứ tám, sáng chế đề cập đến thiết bị để mã hóa dòng video bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ nhớ lưu trữ các lệnh mà khiến bộ xử lý thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất, thứ hai hoặc thứ ba hoặc triển khai khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, thứ hai hoặc thứ ba.

Khía cạnh thứ chín đề cập đến vật ghi máy tính đọc được đã lưu trữ trên đó các lệnh mà khi được thực thi khiến một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo mã dữ liệu video. Các lệnh khiến một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất, thứ hai hoặc thứ ba hoặc triển khai khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, thứ hai hoặc thứ ba.

Theo khía cạnh thứ mười, sáng chế đề cập đến chương trình máy tính bao gồm mã chương trình để thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất, thứ hai hoặc thứ ba hoặc triển khai khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, thứ hai hoặc thứ ba khi được thực thi trên máy tính.

Như được nêu trên đây, khi thông tin của ISP chỉ báo liệu ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại (tức là, ISP bật), các khía cạnh hoặc các triển khai của các khía cạnh loại bỏ lệ thuộc chế độ trong khi chọn loại bộ lọc nội suy. Điều này có thể tăng hiệu suất mã hóa hoặc giải mã.

Các chi tiết của một hoặc nhiều phương án thực hiện được đề xuất trong các hình vẽ đi kèm và phần mô tả dưới đây. Các dấu hiệu, các đối tượng, và các ưu điểm khác sẽ trở nên rõ ràng trong phần mô tả, các hình vẽ, và các điểm yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Dưới đây các phương án thực hiện của sáng chế được mô tả chi tiết hơn dựa vào các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1A là sơ đồ khối thể hiện ví dụ về hệ thống tạo mã video được tạo cấu hình để thực hiện các phương án thực hiện sáng chế;

Fig.1B là sơ đồ khối thể hiện ví dụ khác của hệ thống tạo mã video được tạo cấu hình để thực hiện các phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ về bộ mã hóa video được tạo cấu hình để thực hiện các phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc ví dụ của bộ giải mã video được tạo cấu hình để thực hiện các phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã;

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa ví dụ khác của thiết bị mã hóa hoặc thiết bị giải mã;

Fig.6 là hình vẽ minh họa hai phân vùng phụ được phân tách trong công cụ ISP;

Fig.7 là hình vẽ minh họa bốn phân vùng phụ được phân tách trong công cụ ISP;

Fig.8 là hình vẽ minh họa dự báo trong đa dòng tham chiếu;

Fig.9 đến Fig.11 là các hình vẽ minh họa các phương pháp lựa chọn mẫu tham chiếu khác nhau cho chế độ dự báo trong PLANAR;

Fig.12 đến Fig.13 là các hình vẽ minh họa các phương pháp lựa chọn mẫu

tham chiếu khác nhau cho chế độ dự báo trong DC;

Fig.14 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về lựa chọn loại bộ lọc nội suy;

Fig.15 là sơ đồ khối minh họa ví dụ khác của lựa chọn loại bộ lọc nội suy;

Fig.16 là hình vẽ minh họa phương pháp 1600 theo các phương án thực hiện sáng chế;

Fig.17 là hình vẽ minh họa phương pháp 1700 theo các phương án thực hiện sáng chế;

Fig.18 là hình vẽ minh họa thiết bị 1800 để sử dụng theo các phương án thực hiện sáng chế;

Fig.19 là hình vẽ minh họa thiết bị 1900 để sử dụng theo các phương án thực hiện sáng chế;

Fig.20 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc ví dụ của hệ thống cấp nội dung 3100 thực hiện dịch vụ truyền nội dung; và

Fig.21 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc của ví dụ về thiết bị đầu cuối.

Dưới đây các dấu tham chiếu giống hệt đề cập đến các dấu hiệu tương đương ít nhất về chức năng hoặc giống hệt nếu không được xác định tương minh ngược lại.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả sau, tham khảo các hình vẽ đi kèm, tạo thành một phần của sáng chế, và mà thể hiện, thông qua minh họa, các khía cạnh cụ thể của các phương án thực hiện của sáng chế hoặc các khía cạnh cụ thể trong đó các phương án thực hiện của sáng chế có thể được sử dụng. Cần hiểu rằng các phương án thực hiện của sáng chế có thể được sử dụng theo các khía cạnh khác và bao gồm các thay đổi logic hoặc cấu trúc không được mô tả trên các hình vẽ. Do vậy, phần mô tả chi tiết sau không được hiểu theo nghĩa giới hạn, và phạm vi của sáng chế được định nghĩa bởi các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm.

Chẳng hạn, cần hiểu rằng phần bộc lộ cùng với phương pháp được mô tả có thể cũng đúng đối với thiết bị hoặc hệ thống tương ứng được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp và ngược lại. Chẳng hạn, nếu một hoặc nhiều bước của phương pháp cụ thể được mô tả, thiết bị tương ứng có thể bao gồm một hoặc

nhiều khối, chẳng hạn, khối chức năng, để thực hiện một hoặc nhiều bước phương pháp được mô tả (chẳng hạn, một khối thực hiện một hoặc nhiều bước, hoặc mỗi khối trong các khối thực hiện một hoặc nhiều bước), thậm chí nếu một hoặc nhiều khối không được mô tả hoặc minh hoạt tường minh trên các hình vẽ. Nói cách khác, chẳng hạn, nếu thiết bị cụ thể được mô tả dựa trên một hoặc nhiều khối, chẳng hạn, khối chức năng, phương pháp tương ứng có thể bao gồm một bước để thực hiện chức năng của một hoặc nhiều khối (chẳng hạn, một bước thực hiện chức năng của một hoặc nhiều khối, hoặc mỗi bước trong các bước thực hiện chức năng của một hoặc nhiều trong các khối), thậm chí nếu một hoặc nhiều bước này không được mô tả hoặc minh hoạt tường minh trên các hình vẽ. Ngoài ra, cần hiểu rằng các dấu hiệu của các phương án thực hiện và/hoặc các khía cạnh lấy làm ví dụ khác nhau được mô tả ở đây có thể được kết hợp với nhau, trừ khi có lưu ý khác.

Kỹ thuật tạo mã video thường đề cập đến xử lý chuỗi ảnh, tạo thành video hoặc chuỗi video. Thay cho cụm từ “ảnh” cụm từ “khung” hoặc “ảnh” có thể được sử dụng làm các từ đồng nghĩa trong lĩnh vực tạo mã video. Kỹ thuật tạo mã video (hoặc tạo mã nói chung) bao gồm hai phần mã hóa video và giải mã video. Mã hóa video được thực hiện ở phía nguồn, thường bao gồm xử lý (chẳng hạn, bằng cách nén) ảnh video ban đầu để giảm lượng dữ liệu cần để biểu diễn các ảnh video (để lưu trữ và/hoặc truyền hiệu quả hơn). Giải mã video được thực hiện ở phía đích và thường bao gồm xử lý ngược lại so với bộ mã hóa để tái tạo các ảnh video. Các phương án thực hiện đề cập đến “tạo mã” các ảnh video (hoặc ảnh nói chung) sẽ được hiểu là liên quan đến “mã hóa” hoặc “giải mã” các ảnh video hoặc các chuỗi video tương ứng. Việc kết hợp phần mã hóa và phần giải mã cũng được gọi là CODEC (Coding and Decoding).

Trong trường hợp tạo mã video không tổn hao, ảnh video ban đầu có thể được tái tạo, tức là, các ảnh video được tái tạo có cùng chất lượng với ảnh video ban đầu (giả sử không tổn hao truyền hoặc tổn hao dữ liệu khác trong khi lưu trữ hoặc truyền). Trong trường hợp tạo mã video có tổn hao, bước nén tiếp, chẳng hạn, bằng cách lượng tử, được thực hiện, để giảm lượng dữ liệu biểu diễn các ảnh video, mà không thể được tái tạo hoàn chỉnh ở bộ giải mã, tức là, chất lượng

của các ảnh video được tái tạo thấp hơn hoặc tệ hơn so với chất lượng của ảnh video ban đầu.

Vài chuẩn tạo mã video thuộc nhóm “codec video lai có tổn hao” (tức là, kết hợp dự báo thời gian và không gian trong miền mẫu và mã hóa biến đổi 2D để áp dụng lượng tử hóa trong miền biến đổi). Mỗi ảnh của chuỗi video thường được phân vùng thành tập hợp khối không chồng lấp và việc mã hóa thường được thực hiện ở mức khối. Nói cách khác, ở bộ mã hóa, video thường được xử lý, tức là được mã hóa, ở mức khối (khối video), chẳng hạn, nhờ sử dụng dự báo không gian (trong ảnh) và/hoặc dự báo thời gian (ngoài ảnh) để tạo khối dự báo, lấy khối hiện tại (khối đang được xử lý/cần được xử lý) trừ khối dự báo để thu được khối dư, biến đổi khối dư và lượng tử khối dư trong miền biến đổi để giảm lượng dữ liệu cần được truyền (nén), trong đó ở bộ giải mã xử lý ngược lại so với bộ mã hóa được áp dụng cho khối được nén hoặc được mã hóa để tái tạo khối hiện tại để biểu diễn. Ngoài ra, bộ mã hóa sao chép vòng xử lý của bộ giải mã sao cho cả hai sẽ tạo các dự báo giống hệt (chẳng hạn, các dự báo trong và ngoài) và/hoặc các tái tạo để xử lý, tức là, mã hóa, các khối tiếp theo.

Các phương án thực hiện dưới đây mô tả hệ thống tạo mã video 10, bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 dựa trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3.

Fig.1A là sơ đồ khối minh họa hệ thống tạo mã lấy làm ví dụ 10, chẳng hạn, hệ thống tạo mã video 10 (hoặc viết tắt là hệ thống tạo mã 10) mà có thể sử dụng các phương án thực hiện sáng chế. Bộ mã hóa video 20 (hoặc viết tắt là bộ mã hóa 20) và bộ giải mã video 30 (hoặc viết tắt là bộ giải mã 30) của hệ thống tạo mã video 10 biểu diễn các ví dụ của các thiết bị mà có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật theo các ví dụ khác nhau được mô tả theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.1A, hệ thống tạo mã 10 bao gồm thiết bị nguồn 12 được tạo cấu hình để cấp dữ liệu ảnh được mã hóa 21 chẳng hạn, đến thiết bị đích 14 để giải mã dữ liệu ảnh được mã hóa 13.

Thiết bị nguồn 12 bao gồm bộ mã hóa 20, và có thể còn, tức là, tùy chọn, bao gồm nguồn ảnh 16, bộ tiền xử lý (hoặc khối tiền xử lý) 18, chẳng hạn, bộ tiền xử lý ảnh 18, và giao diện truyền thông hoặc khối truyền thông 22.

Nguồn ảnh 16 có thể bao gồm hoặc là loại thiết bị chụp ảnh bất kỳ, chẳng

hạn camera chụp ảnh thế giới thực, và/hoặc loại thiết bị tạo ảnh bất kỳ, chẳng hạn bộ xử lý đồ họa ảnh để tạo ảnh hoạt hình máy tính, hoặc loại thiết bị khác bất kỳ để thu được và/hoặc tạo ảnh thế giới thực, ảnh được tạo bằng máy tính (chẳng hạn, nội dung màn hình, ảnh thực tại ảo (virtual reality, VR)) và/hoặc kết hợp bất kỳ của nó (chẳng hạn, ảnh thực tại tăng cường (augmented reality, AR)). Nguồn ảnh có thể là loại bộ nhớ hoặc bộ lưu trữ bất kỳ lưu trữ ảnh bất kỳ trong các ảnh nêu trên.

Trái với bộ tiền xử lý 18 và quá trình xử lý được thực hiện bởi khối tiền xử lý 18, ảnh hoặc dữ liệu ảnh 17 có thể cũng được gọi là ảnh thô hoặc dữ liệu ảnh thô 17.

Bộ tiền xử lý 18 được tạo cấu hình để nhận dữ liệu ảnh (thô) 17 và để thực hiện tiền xử lý trên dữ liệu ảnh 17 để thu được ảnh được tiền xử lý 19 hoặc dữ liệu ảnh được tiền xử lý 19. Tiền xử lý được thực hiện bởi bộ tiền xử lý 18 có thể, chẳng hạn, bao gồm cắt, biến đổi định dạng màu (chẳng hạn, từ RGB sang YCbCr), hiệu chỉnh màu, hoặc khử nhiễu. Có thể hiểu rằng khối tiền xử lý 18 có thể là thành phần tùy chọn.

Bộ mã hóa video 20 được tạo cấu hình để nhận dữ liệu ảnh được tiền xử lý 19 và cấp dữ liệu ảnh được mã hóa 21 (các chi tiết khác sẽ được mô tả dưới đây, chẳng hạn, dựa trên Fig. 2).

Giao diện truyền thông 22 của thiết bị nguồn 12 có thể được tạo cấu hình để nhận dữ liệu ảnh được mã hóa 21 và truyền dữ liệu ảnh được mã hóa 21 (hoặc viên bản được xử lý khác nữa của nó) trên kênh truyền thông 13 đến thiết bị khác, chẳng hạn, thiết bị đích 14 hoặc thiết bị khác bất kỳ, để lưu trữ hoặc tái tạo trực tiếp.

Thiết bị đích 14 bao gồm bộ giải mã 30 (chẳng hạn, bộ giải mã video 30), và có thể còn, tức là, tùy chọn, bao gồm giao diện truyền thông hoặc khối truyền thông 28, bộ hậu xử lý 32 (hoặc khối hậu xử lý 32) và bộ phận hiển thị 34.

Giao diện truyền thông 28 của thiết bị đích 14 được tạo cấu hình để nhận dữ liệu ảnh được mã hóa 21 (hoặc viên bản được xử lý khác nữa của nó), chẳng hạn, trực tiếp từ thiết bị nguồn 12 hoặc từ nguồn khác bất kỳ, chẳng hạn, bộ phận lưu trữ, chẳng hạn, bộ phận lưu trữ dữ liệu ảnh được mã hóa, và cấp dữ liệu ảnh được

mã hóa 21 cho bộ giải mã 30.

Giao diện truyền thông 22 và giao diện truyền thông 28 có thể được tạo cấu hình để truyền hoặc nhận dữ liệu ảnh được mã hóa 21 hoặc dữ liệu được mã hóa 13 qua liên kết truyền thông trực tiếp giữa thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14, chẳng hạn, kết nối không dây hoặc hữu tuyến trực tiếp, hoặc qua lại mạng bất kỳ, chẳng hạn, mạng hữu tuyến hoặc không dây hoặc kết hợp bất kỳ của nó, hoặc loại mạng riêng hoặc công cộng bất kỳ, hoặc loại kết hợp bất kỳ của nó.

Giao diện truyền thông 22 có thể, chẳng hạn, được tạo cấu hình để đóng gói dữ liệu ảnh được mã hóa 21 thành định dạng thích hợp, chẳng hạn, các gói, và/hoặc xử lý dữ liệu ảnh được mã hóa nhờ sử dụng loại mã hóa truyền bất kỳ hoặc xử lý để truyền trên liên kết truyền thông hoặc mạng truyền thông.

Giao diện truyền thông 28, tạo thành bản sao của giao diện truyền thông 22, có thể, chẳng hạn, được tạo cấu hình để nhận dữ liệu được truyền và xử lý dữ liệu truyền nhờ sử dụng loại bất kỳ của giải mã hoặc xử lý truyền tương ứng và/hoặc tháo gói để thu được dữ liệu ảnh được mã hóa 21.

Cả giao diện truyền thông 22 và giao diện truyền thông 28 có thể được tạo cấu hình dưới dạng các giao diện truyền thông đơn hướng như được chỉ báo bằng mũi tên để kênh truyền thông 13 trên Fig.1A trở từ thiết bị nguồn 12 đến thiết bị đích 14, hoặc các giao diện truyền thông hai hướng, và có thể được tạo cấu hình, chẳng hạn, để gửi và nhận thông điệp, chẳng hạn, để thiết lập kết nối, để báo nhận và trao đổi thông tin khác bất kỳ liên quan đến liên kết truyền thông và/hoặc truyền dữ liệu, chẳng hạn, truyền dữ liệu ảnh được mã hóa.

Bộ giải mã 30 được tạo cấu hình để nhận dữ liệu ảnh được mã hóa 21 và cấp dữ liệu ảnh được giải mã 31 hoặc ảnh được giải mã 31 (các chi tiết khác sẽ được mô tả dưới đây, chẳng hạn, dựa trên Fig.3 hoặc Fig.5).

Bộ hậu xử lý 32 của thiết bị đích 14 được tạo cấu hình để hậu xử lý dữ liệu ảnh được giải mã 31 (cũng được gọi là dữ liệu ảnh được tái tạo), chẳng hạn, ảnh được giải mã 31, để thu được dữ liệu ảnh được hậu xử lý 33, chẳng hạn, ảnh được hậu xử lý 33. Bước hậu xử lý được thực hiện bởi khối hậu xử lý 32 có thể bao gồm, chẳng hạn, biến đổi định dạng màu (chẳng hạn, từ YCbCr sang RGB), hiệu chỉnh màu, cắt, hoặc lấy mẫu lại, hoặc xử lý khác bất kỳ, chẳng hạn, để

chuẩn bị dữ liệu ảnh được giải mã 31 để hiển thị, chẳng hạn, bằng bộ phận hiển thị 34.

Bộ phận hiển thị 34 của thiết bị đích 14 được tạo cấu hình để nhận dữ liệu ảnh được xử lý 33 để hiển thị ảnh, chẳng hạn, đến người dùng hoặc người xem. Bộ phận hiển thị 34 có thể là hoặc bao gồm loại hiển thị bất kỳ để biểu diễn ảnh được tái tạo, chẳng hạn, màn hình được tích hợp hoặc bên ngoài. Các bộ phận hiển thị có thể, chẳng hạn, bao gồm màn hình tinh thể lỏng (liquid crystal display, LCD), màn hình điốt phát quang hữu cơ (organic light emitting diode, OLED), màn hình plasma, máy chiếu, màn hình vi LED, màn hình tinh thể lỏng trên silic (liquid crystal on silicon, LCoS), bộ xử lý ánh sáng số (digital light processor, DLP) hoặc loại hiển thị khác bất kỳ.

Mặc dù Fig.1A mô tả thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 dưới dạng các thiết bị riêng rẽ, theo các phương án thực hiện, các thiết bị cũng có thể bao gồm cả hai chức năng, thiết bị nguồn 12 hoặc chức năng tương ứng và thiết bị đích 14 hoặc chức năng tương ứng. Theo các phương án thực hiện này, thiết bị nguồn 12 hoặc chức năng tương ứng và thiết bị đích 14 hoặc chức năng tương ứng có thể được triển khai sử dụng phần cứng và/hoặc phần mềm tương tự hoặc bằng phần cứng và/hoặc phần mềm riêng rẽ hoặc kết hợp bất kỳ của nó.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu dựa trên phần mô tả, sự tồn tạo và tách riêng (chính xác) các chức năng của các khối khác nhau hoặc các chức năng trong thiết bị nguồn 12 và/hoặc thiết bị đích 14 như được thể hiện trên Fig. 1A có thể thay đổi tùy thuộc vào thiết bị và ứng dụng thực.

Bộ mã hóa 20 (chẳng hạn, bộ mã hóa video 20) hoặc bộ giải mã 30 (chẳng hạn, bộ giải mã video 30) hoặc cả bộ mã hóa 20 lẫn bộ giải mã 30 có thể được triển khai qua hệ mạch xử lý như được thể hiện trên Fig.1B, chẳng hạn một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor, DSP), mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (application-specific integrated circuit, ASIC), mảng cổng dạng trường lập trình được (field-programmable gate array, FPGA), logic rời rạc, phần cứng, tạo mã video dành riêng hoặc các tổ hợp bất kỳ của nó. Bộ mã hóa 20 có thể được triển khai qua hệ mạch xử lý 46 để thực hiện các môđun khác nhau như được mô tả dựa vào bộ mã hóa 20 trên Fig.2 và/hoặc hệ thống hoặc hệ

thống phụ bộ mã hóa khác bất kỳ được mô tả ở đây. Bộ giải mã 30 có thể được triển khai qua hệ mạch xử lý 46 để thực hiện các môđun khác nhau như được mô tả dựa vào bộ giải mã 30 trên Fig.3 và/hoặc hệ thống hoặc hệ thống phụ bộ giải mã khác bất kỳ được mô tả ở đây. Hệ mạch xử lý có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động khác nhau như được nêu sau đây. Như được thể hiện trên Fig.5, nếu các kỹ thuật này được triển khai một phần trong phần mềm, thiết bị có thể lưu trữ các lệnh cho phần mềm trong vật ghi máy tính đọc được bất biến, thích hợp và có thể thực thi các lệnh trong phần cứng sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý để thực hiện các phương án thực hiện sáng chế. Một trong bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được tích hợp dưới dạng một phần của bộ mã hóa/bộ giải mã kết hợp (CODEC) trong một thiết bị, chẳng hạn, như được thể hiện trên Fig.1B.

Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong các loại thiết bị, bao gồm loại bất kỳ trong các thiết bị cầm tay hoặc tĩnh, chẳng hạn, máy tính notebook hoặc máy tính xách tay, điện thoại di động, điện thoại thông minh, máy tính bảng, camera, máy tính để bàn, hộp tín hiệu truyền hình cáp (set-top box), TV, bộ phận hiển thị, máy phát media số, bảng điều khiển game video, các thiết bị streaming (phát trực tuyến) video (chẳng hạn mã chủ dịch vụ nội dung hoặc máy chủ truyền nội dung), thiết bị thu sóng, thiết bị truyền sóng, hoặc tương tự và có thể không sử dụng hoặc sử dụng loại hệ điều hành bất kỳ. Trong một số trường hợp, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể được trang bị để truyền thông không dây. Do vậy, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể là các thiết bị truyền thông không dây.

Trong một số trường hợp, hệ thống tạo mã video 10 được minh họa trên Fig.1A chỉ là ví dụ và các phương án của sáng chế có thể áp dụng cho các thiết lập tạo mã video (chẳng hạn, mã hóa video hoặc giải mã video) không nhất thiết bao gồm truyền thông dữ liệu bất kỳ giữa các thiết bị mã hóa và giải mã. Trong các ví dụ khác, dữ liệu được truy xuất từ bộ nhớ cục bộ, phát truyền trên mạng, hoặc tương tự. Thiết bị mã hóa video có thể mã hóa và lưu trữ dữ liệu vào bộ nhớ, và/hoặc thiết bị giải mã video có thể truy xuất và giải mã dữ liệu từ bộ nhớ. Trong một số ví dụ, bước mã hóa và giải mã được thực hiện bởi các thiết bị

không truyền thông với nhau, mà chỉ mã hóa dữ liệu vào bộ nhớ và/hoặc truy xuất và giải mã dữ liệu từ bộ nhớ.

Để tiện mô tả, các phương án thực hiện của sáng chế được mô tả ở đây, chẳng hạn, bằng cách tham chiếu đến tạo mã video hiệu suất cao (High-Efficiency video coding, HEVC) hoặc đến phần mềm chuẩn của tạo mã video đa dụng (Versatile Video Coding VVC), chuẩn tạo mã video thế hệ tiếp theo được phát triển bởi nhóm hợp tác chung về tạo mã video (Joint Collaboration Team on video coding, JCT-VC) của nhóm chuyên gia tạo mã video ITU-T (Video Coding Experts Group, VCEG) và nhóm chuyên gia hình ảnh động ISO/IEC (Motion Picture Experts Group, MPEG). Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng các phương án thực hiện của sáng chế không bị giới hạn ở HEVC hoặc VVC.

Bộ mã hóa và phương pháp mã hóa

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối của bộ mã hóa video 20 ví dụ mà được tạo cấu hình để thực hiện các phương án thực hiện sáng chế. Trong ví dụ trên Fig.2, bộ mã hóa video 20 bao gồm đầu vào 201 (hoặc giao diện đầu vào 201), khối tính toán phần dư 204, khối xử lý biến đổi 206, khối lượng tử 208, khối lượng tử ngược 210, và khối xử lý biến đổi ngược 212, khối tái tạo 214, khối lọc vòng 220, DPB (DPB) 230, khối chọn chế độ 260, khối mã hóa entropy 270 và đầu ra 272 (hoặc giao diện đầu ra 272). Khối chọn chế độ 260 có thể bao gồm khối dự báo ngoài 244, khối dự báo trong 254 và khối phân vùng 262. Khối dự báo ngoài 244 có thể bao gồm khối ước tính chuyển động và khối bù chuyển động (không được thể hiện trên hình vẽ). Bộ mã hóa video 20 như được thể hiện trên Fig.2 có thể cũng được gọi là bộ mã hóa video hoặc bộ mã hóa video lai theo codec video lai.

Khối tính toán phần dư 204, khối xử lý biến đổi 206, khối lượng tử 208, khối chọn chế độ 260 có thể được xem là tạo đường tín hiệu thuận của bộ mã hóa 20, trong đó khối lượng tử ngược 210, khối xử lý biến đổi ngược 212, khối tái tạo 214, bộ đệm 216, khối lọc vòng 220, bộ đệm ảnh được giải mã (Decoded Picture Buffer, DPB) 230, khối dự báo ngoài 244 và khối dự báo trong 254 có thể được xem là tạo đường tín hiệu ngược của bộ mã hóa video 20, trong đó đường tín hiệu ngược của bộ mã hóa video 20 tương ứng với đường tín hiệu của bộ giải mã

(xem bộ giải mã video 30 trên Fig.3). Khối lượng tử ngược 210, khối xử lý biến đổi ngược 212, khối tái tạo 214, khối lọc vòng 220, DPB 230, khối dự báo ngoài 244 và khối dự báo trong 254 cũng được gọi là tạo “bộ giải mã cài sẵn” của bộ mã hóa video 20.

Ảnh & phân vùng ảnh (ảnh & khối)

Bộ mã hóa 20 có thể được tạo cấu hình để nhận, chẳng hạn, qua đầu vào 201, ảnh 17 (hoặc dữ liệu ảnh 17), chẳng hạn, ảnh của chuỗi ảnh tạo video hoặc chuỗi video. Ảnh được nhận hoặc dữ liệu ảnh có thể cũng là ảnh được tiền xử lý 19 (hoặc dữ liệu ảnh được tiền xử lý 19). Để đơn giản hóa việc mô tả sau tham khảo ảnh 17. Ảnh 17 có thể cũng được gọi là ảnh hiện tại hoặc ảnh cần được mã hóa (cụ thể là ở kỹ thuật tạo mã video để phân biệt ảnh hiện tại với các ảnh khác, chẳng hạn, các ảnh được mã hóa và/hoặc được giải mã trước đó của cùng chuỗi video, tức là, chuỗi video cũng bao gồm ảnh hiện tại).

Ảnh (số) là hoặc có thể được xem là mảng hai chiều hoặc ma trận của các mẫu có các giá trị cường độ. Mẫu trong mảng có thể cũng được gọi là pixel (viết tắt của phần tử ảnh) hoặc pel. Số lượng mẫu theo hướng ngang và dọc (hoặc trục) của mảng hoặc ảnh định nghĩa kích thước và/hoặc độ phân giải của ảnh. Để biểu diễn màu sắc, thường ba thành phần màu được sử dụng, tức là, ảnh có thể được biểu diễn hoặc bao gồm ba mảng mẫu. Trong định dạng hoặc không gian màu RGB, ảnh bao gồm mảng mẫu đỏ, lục và lam tương ứng. Tuy nhiên, trong kỹ thuật tạo mã video, mỗi pixel thường được biểu diễn ở định dạng độ sáng và sắc độ hoặc không gian màu, chẳng hạn, YCbCr, mà bao gồm thành phần độ sáng được chỉ báo bằng Y (đôi lúc, L cũng được sử dụng thay thế) và hai thành phần sắc độ được chỉ báo bằng Cb và Cr. Thành phần độ sáng Y là độ sáng hoặc cường độ thang xám (chẳng hạn, giống như trong ảnh thang xám), trong khi hai thành phần sắc độ Cb và Cr là các thành phần thông tin màu hoặc sắc sai. Theo đó, ảnh ở định dạng YCbCr bao gồm mảng mẫu độ sáng của các giá trị mẫu độ sáng (Y), và hai mảng mẫu sắc độ của các giá trị sắc độ (Cb và Cr). Các ảnh ở định dạng RGB có thể được biến đổi thành định dạng YCbCr và ngược lại, quá trình này cũng được biết đến là biến đổi màu sắc. Nếu ảnh đơn sắc, ảnh có thể bao gồm chỉ mảng mẫu độ sáng. Theo đó, ảnh có thể, chẳng hạn, mảng mẫu độ sáng ở

định dạng đơn sắc của mảng mẫu độ sáng và hai mảng tương ứng của các mẫu sắc độ ở định dạng 4:2:0, 4:2:2, và 4:4:4.

Theo các phương án thực hiện, bộ mã hóa video 20 có thể bao gồm khối phân vùng ảnh (không được mô tả trên Fig.2) được tạo cấu hình để phân vùng ảnh 17 thành các khối ảnh (thường không chồng lấp) 203. Các khối này có thể cũng được gọi là các khối gốc, các khối lớn (H.264/AVC) hoặc các khối cây mã (coding tree block, CTB) hoặc các đơn vị cây mã (coding tree unit, CTU) (H.265/HEVC và VVC). Khối phân vùng ảnh có thể được tạo cấu hình để sử dụng cùng kích thước khối cho tất cả ảnh của chuỗi video và lưới tương ứng định nghĩa kích thước khối, hoặc thay đổi kích thước khối giữa các ảnh hoặc các tập con hoặc các nhóm ảnh, và phân vùng mỗi ảnh thành các khối tương ứng.

Theo các phương án thực hiện khác, bộ mã hóa video có thể được tạo cấu hình để nhận trực tiếp khối 203 của ảnh 17, chẳng hạn, một, vài, hoặc tất cả các khối tạo ảnh 17. Khối ảnh 203 có thể cũng được gọi là khối ảnh hiện tại hoặc khối ảnh cần được mã hóa.

Giống như ảnh 17, khối ảnh 203 lại hoặc có thể được xem là mảng hai chiều hoặc ma trận của các mẫu có các giá trị cường độ (các giá trị mẫu), Mặc dù có kích thước nhỏ hơn ảnh 17. Nói cách khác, khối 203 có thể bao gồm, chẳng hạn, một mảng mẫu (chẳng hạn, mảng độ sáng trong trường hợp ảnh đơn sắc 17, hoặc mảng độ sáng hoặc sắc độ trong trường hợp ảnh màu) or ba mảng mẫu (chẳng hạn, mảng độ sáng và hai mảng sắc độ trong trường hợp ảnh màu 17) hoặc số lượng khác bất kỳ và/hoặc loại mảng tùy thuộc định dạng màu được áp dụng. Số lượng mẫu theo hướng ngang và dọc (hoặc trục) của khối 203 định nghĩa kích thước của khối 203. Theo đó, khối có thể, chẳng hạn, mảng $M \times N$ (M cột x N hàng) của các mẫu, hoặc mảng $M \times N$ của các hệ số biến đổi.

Theo các phương án thực hiện, bộ mã hóa video 20 như được thể hiện trên Fig.2 có thể được tạo cấu hình để mã hóa ảnh 17 theo từng khối, chẳng hạn, mã hóa và dự báo được thực hiện trên khối 203.

Theo các phương án thực hiện, bộ mã hóa video 20 như được thể hiện trên Fig.2 có thể còn được tạo cấu hình để phân vùng và/hoặc mã hóa ảnh nhờ sử dụng các lát (cũng được gọi là các lát video), trong đó ảnh có thể được phân vùng

thành hoặc được mã hóa nhờ sử dụng một hoặc nhiều lát (thường không chồng lấp), và mỗi lát có thể bao gồm một hoặc nhiều khối (chẳng hạn, các CTU).

Theo các phương án thực hiện, bộ mã hóa video 20 như được thể hiện trên Fig. 2 có thể còn được tạo cấu hình để phân vùng và/hoặc mã hóa ảnh nhờ sử dụng các nhóm ô (cũng được gọi là các nhóm ô video) và/hoặc các ô (cũng được gọi là các ô video), trong đó ảnh có thể được phân vùng thành hoặc được mã hóa nhờ sử dụng một hoặc nhiều nhóm ô (thường không chồng lấp), và mỗi nhóm ô ảnh có thể bao gồm, chẳng hạn, một hoặc nhiều khối (chẳng hạn, các CTU) hoặc một hoặc nhiều ô ảnh, trong đó mỗi ô ảnh, chẳng hạn, có thể có hình chữ nhật và có thể bao gồm một hoặc nhiều khối (chẳng hạn, các CTU), chẳng hạn, các khối hoàn chỉnh hoặc phân số.

Tính toán dư

Khối tính toán phần dư 204 có thể được tạo cấu hình để tính toán khối dư 205 (cũng được gọi là phần dư 205) dựa trên khối ảnh 203 và khối dự báo 265 (các chi tiết khác về khối dự báo 265 được nêu sau đây), chẳng hạn, bằng cách lấy các giá trị mẫu của khối 203 trừ đi các giá trị mẫu của khối dự báo 265, theo từng mẫu (theo từng pixel) để thu được khối dư 205 trong miền mẫu.

Biến đổi

Khối xử lý biến đổi 206 có thể được tạo cấu hình để áp dụng biến đổi, chẳng hạn, biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform, DCT) hoặc biến đổi sin rời rạc (discrete sine transform, DST), trên các giá trị mẫu của khối dư 205 để thu được các hệ số biến đổi 207 trong miền biến đổi. Các hệ số biến đổi 207 có thể cũng được gọi là các hệ số dư được biến đổi và biểu diễn khối dư 205 trong miền biến đổi.

Khối xử lý biến đổi 206 có thể được tạo cấu hình áp dụng các phép xấp xỉ số nguyên của DCT/DST, chẳng hạn các biến đổi được xác định cho H.265/HEVC. So với biến đổi DCT trực giao, các phép xấp xỉ số nguyên thường được chia tỷ lệ theo hệ số cụ thể. Để duy trì chuẩn của khối dư được xử lý bằng các phép biến đổi thuận và ngược, các hệ số chia tỷ lệ bổ sung được áp dụng dưới dạng một phần của quá trình biến đổi. Các hệ số chia tỷ lệ thường được chọn dựa trên các ràng buộc cụ thể như các hệ số chia tỷ lệ là lũy thừa 2 đối với các phép dịch,

chiều sâu bit của các hệ số biến đổi, cân bằng giữa độ chính xác và các chi phí triển khai, v.v.. Các hệ số chia tỷ lệ cụ thể được, chẳng hạn, được xác định cho biến đổi ngược, chẳng hạn, bằng khối xử lý biến đổi ngược 212 (và biến đổi ngược tương ứng, chẳng hạn, bằng khối xử lý biến đổi ngược 312 ở bộ giải mã video 30) và các hệ số chia tỷ lệ tương ứng cho biến đổi thuận, chẳng hạn, bằng khối xử lý biến đổi 206, ở bộ mã hóa 20 có thể được xác định theo đó.

Theo các phương án thực hiện, bộ mã hóa video 20 (tương ứng là khối xử lý biến đổi 206) có thể được tạo cấu hình để xuất ra các tham số biến đổi, chẳng hạn, loại biến đổi hoặc các biến đổi, chẳng hạn, trực tiếp hoặc được mã hóa hoặc được nén qua khối mã hóa entropy 270, sao cho, chẳng hạn, bộ giải mã video 30 có thể nhận và sử dụng các tham số biến đổi để giải mã.

Lượng tử hóa

Khối lượng tử 208 có thể được tạo cấu hình để lượng tử hóa các hệ số biến đổi 207 để thu được các hệ số được lượng tử 209, chẳng hạn, bằng cách áp dụng lượng tử hóa vô hướng hoặc lượng tử hóa vector. Các hệ số được lượng tử 209 có thể cũng được gọi là các hệ số biến đổi được lượng tử hóa 209 hoặc các hệ số dư được lượng tử 209.

Quá trình lượng tử hóa có thể giảm chiều sâu bit được liên kết với một số hoặc tất cả hệ số biến đổi 207. Chẳng hạn, hệ số biến đổi n bit có thể được làm tròn xuống hệ số biến đổi m bit trong khi lượng tử hóa, trong đó n lớn hơn m . Mức độ lượng tử hóa có thể được chỉnh sửa bằng cách điều chỉnh tham số lượng tử (Quantization Parameter, QP). Chẳng hạn để lượng tử hóa vô hướng, phép chia tỷ lệ khác có thể được áp dụng để thực hiện lượng tử hóa mịn hơn hoặc thô hơn. Các kích thước bậc lượng tử hóa nhỏ hơn tương ứng với lượng tử hóa mịn hơn, trong đó các kích thước bậc lượng tử hóa lớn hơn tương ứng với lượng tử hóa thô hơn. Kích thước bậc lượng tử hóa áp dụng được có thể được chỉ báo bằng QP. QP có thể chẳng hạn là chỉ số với tập hợp định trước của các kích thước bậc lượng tử hóa có thể áp dụng. Chẳng hạn, các QP nhỏ có thể tương ứng với lượng tử hóa mịn (các kích thước bậc lượng tử nhỏ) và các QP lớn có thể tương ứng với lượng tử hóa thô (các kích thước bậc lượng tử lớn) hoặc ngược lại. Bước lượng tử có thể bao gồm phép chia cho kích thước bậc lượng tử và kích thước

tương ứng và/hoặc bước lượng tử hóa ngược, chẳng hạn, bởi khối lượng tử hóa ngược 210, có thể bao gồm phép nhân với kích thước bậc lượng tử hóa. Các phương án thực hiện theo một số chuẩn, chẳng hạn, HEVC, có thể được tạo cấu hình để sử dụng QP để xác định kích thước bậc lượng tử hóa. Nói chung, kích thước bậc lượng tử hóa có thể được tính toán dựa trên QP nhờ sử dụng phép xấp xỉ dấu chấm tĩnh của phương trình bao gồm phép chia. Các hệ số chia tỷ lệ bổ sung có thể được đưa vào để lượng tử hóa và khử lượng tử hóa để khôi phục chuẩn của khối dư, mà có thể được chỉnh sửa do phép chia tỷ lệ được sử dụng trong phép xấp xỉ dấu chấm tĩnh của phương trình cho kích thước bậc lượng tử và QP. Theo một triển khai ví dụ, phép chia tỷ lệ của biến đổi ngược và khử lượng tử có thể được kết hợp. Theo cách khác, các bảng lượng tử được tùy chỉnh có thể được sử dụng và được báo hiệu từ bộ mã hóa đến bộ giải mã, chẳng hạn, trong dòng bit. Phép lượng tử là toán tử có tổn hao, trong đó tổn hao tăng với việc tăng các kích thước bậc lượng tử.

Theo các phương án thực hiện, bộ mã hóa video 20 (tương ứng với khối lượng tử 208) có thể được tạo cấu hình để xuất ra các QP (QP), chẳng hạn, trực tiếp hoặc được mã hóa qua khối mã hóa entropy 270, sao cho, chẳng hạn, bộ giải mã video 30 có thể nhận và áp dụng các QP để giải mã.

Lượng tử hóa ngược

Khối lượng tử ngược 210 được tạo cấu hình để áp dụng lượng tử hóa ngược khối lượng tử 208 trên các hệ số được lượng tử để thu được các hệ số được khử lượng tử 211, chẳng hạn, bằng cách áp dụng phép ngược của phương pháp lượng tử được áp dụng bằng khối lượng tử 208 dựa trên hoặc sử dụng kích thước bậc lượng tử hóa tương tự như khối lượng tử 208. Các hệ số được khử lượng tử 211 có thể cũng được gọi là các hệ số dư được khử lượng tử 211 và tương ứng - Mặc dù không giống hệt với các hệ số biến đổi do tổn hao bởi lượng tử hóa- cho các hệ số biến đổi 207.

Biến đổi ngược

Khối xử lý biến đổi ngược 212 được tạo cấu hình để áp dụng biến đổi ngược của phép biến đổi được áp dụng bằng khối xử lý biến đổi 206, chẳng hạn, DCT ngược hoặc DST ngược hoặc các phép biến đổi ngược khác, để thu được khối

được tái tạo 213 (hoặc các hệ số được khử lượng tử hóa tương ứng 213) trong miền mẫu. Khối dư được tái tạo 213 có thể cũng được gọi là khối biến đổi 213.

Tái tạo

Khối tái tạo 214 (chẳng hạn, bộ cộng 214) được tạo cấu hình để bổ sung khối biến đổi 213 (tức là, khối dư được tái tạo 213) vào khối dự báo 265 để thu được khối được tái tạo 215 trong miền mẫu, chẳng hạn, bằng cách bổ sung – theo từng mẫu - các giá trị mẫu của khối dư được tái tạo 213 và các giá trị mẫu của khối dự báo 265.

Lọc

Khối lọc vòng 220 (hoặc viết tắt là “bộ lọc vòng” 220), được tạo cấu hình để lọc khối được tái tạo 215 để thu được khối được lọc 221, hoặc nói chung, để lọc các mẫu được tái tạo để thu được các mẫu được lọc. Khối lọc vòng, chẳng hạn, được tạo cấu hình để làm mượt các dịch chuyển pixel, hoặc ngược lại cải thiện chất lượng video. Khối lọc vòng 220 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ lọc vòng, chẳng hạn bộ lọc tách khối (de-blocking filter, DBF), bộ lọc độ lệch mẫu thích ứng (sample-adaptive offset, SAO) hoặc một hoặc nhiều bộ lọc khác, chẳng hạn, bộ lọc hai biên, bộ lọc vòng thích ứng (adaptive loop filter, ALF), bộ lọc làm nét, bộ lọc làm mượt hoặc các bộ lọc cộng tác, hoặc kết hợp bất kỳ của nó. Mặc dù khối lọc vòng 220 được thể hiện trên Fig.2 như là bộ lọc trong vòng, trong các cấu hình khác, khối lọc vòng 220 có thể được triển khai dưới dạng hậu bộ lọc vòng. Khối được lọc 221 có thể cũng được gọi là khối được tái tạo được lọc 221.

Theo các phương án thực hiện, bộ mã hóa video 20 (tương ứng là khối lọc vòng 220) có thể được tạo cấu hình để xuất ra các tham số lọc vòng (chẳng hạn thông tin SAO), chẳng hạn, trực tiếp hoặc được mã hóa qua khối mã hóa entropy 270, sao cho, chẳng hạn, bộ giải mã 30 có thể nhận và áp dụng các tham số lọc vòng tương tự hoặc các bộ lọc vòng tương ứng để giải mã.

Bộ đệm ảnh được giải mã

DPB 230 có thể là bộ nhớ lưu trữ các ảnh tham chiếu, hoặc nói chung dữ liệu ảnh tham chiếu, để mã hóa dữ liệu video bằng bộ mã hóa video 20. DPB 230 có thể được tạo bằng thiết bị bất kỳ trong các bộ nhớ, chẳng hạn RAM động (dynamic random access memory, DRAM), bao gồm DRAM đồng bộ

(synchronous DRAM, SDRAM), RAM từ trở (magnetoresistive RAM, MRAM), RAM điện trở (resistive RAM, RRAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. DPB 230 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ một hoặc nhiều khối được lọc 221. DPB 230 có thể còn được tạo cấu hình để lưu trữ các khối được lọc trước đó, chẳng hạn, các khối được tái tạo và được lọc trước đó 221, của cùng ảnh hiện tại hoặc của các ảnh khác nhau, chẳng hạn, các ảnh được tái tạo trước đó, và có thể tạo các ảnh được tái tạo hoàn chỉnh trước đó, tức là, được giải mã (và các khối tham chiếu và các mẫu tương ứng) và/hoặc ảnh hiện tại được tái tạo một phần (và các khối tham chiếu và các mẫu tương ứng), chẳng hạn để dự báo ngoài. DPB 230 có thể cũng được tạo cấu hình để lưu trữ một hoặc nhiều khối được tái tạo không được lọc 215, hoặc nói chung các mẫu được tái tạo không được lọc, chẳng hạn, nếu khối được tái tạo 215 không được lọc bởi khối lọc vòng 220, hoặc phiên bản được xử lý thêm khác bất kỳ của các khối hoặc các mẫu được tái tạo.

Chọn chế độ (phân vùng & dự báo)

Khối chọn chế độ 260 bao gồm khối phân vùng 262, khối dự báo ngoài 244 và khối dự báo trong 254, và được tạo cấu hình để nhận hoặc thu dữ liệu ảnh ban đầu, chẳng hạn, khối ban đầu 203 (khối hiện tại 203 của ảnh hiện tại 17), và dữ liệu ảnh được tái tạo, chẳng hạn, các mẫu được tái tạo được lọc và/hoặc không được lọc hoặc các khối của cùng ảnh (hiện tại) và/hoặc từ một hoặc nhiều ảnh được giải mã trước đó, chẳng hạn, từ DBP 230 hoặc các bộ đệm khác (chẳng hạn, bộ đệm dòng, không được thể hiện trên hình vẽ). Dữ liệu ảnh được tái tạo được sử dụng làm dữ liệu ảnh tham chiếu để dự báo, chẳng hạn, dự báo ngoài hoặc dự báo trong, để thu được khối dự báo 265 hoặc bộ dự báo 265.

Khối chọn chế độ 260 có thể được tạo cấu hình để xác định hoặc chọn phân vùng cho chế độ dự báo khối hiện tại (bao gồm không phân vùng) và chế độ dự báo (chẳng hạn, chế độ dự báo trong hoặc ngoài) và tạo khối dự báo tương ứng 265, mà được sử dụng để tính toán khối dư 205 và để tái tạo khối được tái tạo 215.

Theo các phương án thực hiện, khối chọn chế độ 260 có thể được tạo cấu hình để chọn chế độ phân vùng và dự báo (chẳng hạn, từ các chế độ được hỗ trợ hoặc khả dụng cho khối chọn chế độ 260), mà tạo so khớp tốt nhất hoặc nói cách

khác phần dư nhỏ nhất (phần dư nhỏ nhất nghĩa là nén tốt hơn để truyền hoặc lưu trữ), hoặc phụ tải báo hiệu nhỏ nhất (phụ tải báo hiệu nhỏ nhất nghĩa là nén tốt hơn để truyền hoặc lưu trữ), hoặc xem xét hoặc cân bằng cả hai. Khối chọn chế độ 260 có thể được tạo cấu hình để xác định chế độ phân vùng và dự báo dựa trên tối ưu hóa méo dạng tốc độ (rate distortion optimization, RDO), tức là, chọn chế độ dự báo mà cho méo dạng tốc độ nhỏ nhất. Các cụm từ như “tốt nhất”, “nhỏ nhất”, “tối ưu”, v.v. trong ngữ cảnh này không nhất thiết đề cập đến toàn bộ “tốt nhất”, “nhỏ nhất”, “tối ưu”, v.v. mà cũng có thể đề cập đến việc thỏa mãn tiêu chí kết thúc hoặc lựa chọn giống như giá trị lớn hơn hoặc nhỏ hơn ngưỡng hoặc các ràng buộc khác có thể dẫn đến “lựa chọn tối ưu phụ” mà giảm độ phức tạp và thời gian xử lý.

Nói cách khác, khối phân vùng 262 có thể được tạo cấu hình để phân vùng khối 203 thành các phân vùng khối nhỏ hơn hoặc các khối phụ (lại tạo thành các khối), chẳng hạn, sử dụng lặp lại phân vùng cây tứ phân (quad-tree, QT), phân vùng cây nhị phân (binary tree, BT) hoặc phân vùng cây tam phân (triple-tree, TT) hoặc kết hợp bất kỳ của nó, và để thực hiện, chẳng hạn, dự báo cho mỗi phân vùng trong các phân vùng khối hoặc các khối phụ, trong đó chọn chế độ bao gồm chọn cấu trúc cây của khối được phân vùng 203 và các chế độ dự báo được áp dụng cho mỗi phân vùng trong các phân vùng khối hoặc các khối phụ.

Dưới đây quá trình phân vùng (chẳng hạn, bằng khối phân vùng 260) và quá trình dự báo (bằng khối dự báo ngoài 244 và khối dự báo trong 254) được thực hiện bởi bộ mã hóa video 20 ví dụ sẽ được giải thích chi tiết hơn.

Phân vùng

Khối phân vùng 262 có thể phân vùng (hoặc tách) khối hiện tại 203 thành các phân vùng nhỏ hơn, chẳng hạn, các khối nhỏ hơn có kích thước hình vuông hoặc chữ nhật. Các khối nhỏ hơn này (mà có thể cũng được gọi là các khối phụ) có thể còn được phân vùng thành thậm chí các phân vùng nhỏ hơn. Điều này cũng được gọi là phân vùng cây hoặc phân vùng cây phân cấp, trong đó khối cây, chẳng hạn, ở mức cây gốc 0 (mức phân cấp 0, chiều sâu 0), có thể được phân vùng đệ quy, chẳng hạn, được phân vùng thành hai hoặc nhiều khối của mức cây thấp hơn tiếp theo, chẳng hạn, các nút ở mức cây 1 (mức phân cấp 1, chiều sâu

1), trong đó các khối này có thể lại được phân vùng thành hai hoặc nhiều khối của mức thấp hơn tiếp theo, chẳng hạn, mức cây 2 (mức phân cấp 2, chiều sâu 2), v.v. cho đến khi kết thúc phân vùng, chẳng hạn, do thỏa mãn tiêu chí kết thúc, chẳng hạn, đạt đến chiều sâu cây lớn nhất hoặc kích thước khối nhỏ nhất. Các khối không được phân vùng thêm cũng được gọi là các khối lá hoặc các nút lá của cây. Cây sử dụng phân vùng thành hai phân vùng được gọi là BT, cây sử dụng phân vùng thành ba phân vùng được gọi là cây tam phân (ternary-tree, TT), và cây sử dụng phân vùng thành bốn phân vùng được gọi là QT.

Như được nêu trước khi, cụm từ “khối” như được sử dụng ở đây có thể là phần, cụ thể là phần hình vuông hoặc chữ nhật, của ảnh. Chẳng hạn, dựa vào HEVC và VVC, khối có thể là hoặc tương ứng với CTU, đơn vị mã (coding unit, CU), đơn vị dự báo (prediction unit, PU), và đơn vị biến đổi (transform unit, TU) và/hoặc với các khối tương ứng, chẳng hạn, CTB, khối mã (coding block, CB), khối biến đổi (transform block, TB) hoặc khối dự báo (Prediction Block, PB).

Chẳng hạn, CTU có thể là hoặc bao gồm CTB của các mẫu độ sáng, hai CTB tương ứng của các mẫu sắc độ của ảnh mà có ba mảng mẫu, hoặc CTB của các mẫu của ảnh đơn sắc hoặc ảnh được mã hóa nhờ sử dụng ba mặt phẳng màu riêng rẽ và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để mã hóa các mẫu. Tương ứng, CTB có thể là khối $N \times N$ của các mẫu đối với một số giá trị của N sao cho việc phân chia thành phần thành các CTB là phân vùng. A coding unit (CU) có thể là hoặc bao gồm CB của các mẫu độ sáng, hai CB tương ứng của các mẫu sắc độ của ảnh mà có ba mảng mẫu, hoặc CB của các mẫu của ảnh đơn sắc hoặc ảnh được mã hóa nhờ sử dụng ba mặt phẳng màu riêng rẽ và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để mã hóa các mẫu. Tương ứng CB có thể là khối $M \times N$ của các mẫu đối với một số giá trị của M và N sao cho việc phân chia CTB thành các CB là phân vùng.

Theo các phương án thực hiện, chẳng hạn, theo HEVC, CTU có thể được tách thành các CU nhờ sử dụng cấu trúc QT được ký hiệu là cây mã. Quyết định liệu có mã hóa khu vực ảnh nhờ sử dụng dự báo ngoài ảnh (thời gian) hoặc trong ảnh (không gian) được thực hiện ở mức CU. Mỗi CU có thể còn được tách thành một, hai hoặc bốn PU theo loại tách PU. Bên trong một PU, quá trình dự báo

tương tự được áp dụng và thông tin liên quan được truyền đến bộ giải mã dựa trên PU. Sau khi thu được khối dư bằng cách áp dụng quá trình dự báo dựa trên loại tách PU, CU có thể được phân vùng thành các TU theo cấu trúc QT khác giống như cây mã cho CU.

Theo các phương án thực hiện, chẳng hạn, theo chuẩn tạo mã video mới nhất đang được phát triển, mà được gọi là VVC, phân vùng kết hợp cây nhị phân và cây tứ phân (Quad-tree and binary tree, QTBT) chẳng hạn được sử dụng để phân vùng CB. Trong cấu trúc khối QTBT, CU có thể có hình vuông hoặc chữ nhật. Chẳng hạn, CTU trước hết được phân vùng bởi cấu trúc QT. Các nút lá QT còn được phân vùng bởi cấu trúc cây BT hoặc TT. Các nút lá cây phân vùng được gọi là các CU, và phân đoạn đó được sử dụng cho quá trình dự báo và biến đổi mà không phân vùng thêm nữa. Điều này nghĩa là CU, PU và TB có cùng kích thước khối trong cấu trúc CB QTBT. Một cách song song, nhiều phân vùng, chẳng hạn, phân vùng TT có thể được sử dụng cùng với cấu trúc khối QTBT.

Trong một ví dụ, khối chọn chế độ 260 của bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để thực hiện tổ hợp bất kỳ của các kỹ thuật phân vùng được mô tả ở đây.

Như được mô tả trên đây, bộ mã hóa video 20 được tạo cấu hình để xác định hoặc lựa chọn chế độ dự báo tốt nhất hoặc tối ưu từ tập hợp (chẳng hạn, định trước) các chế độ dự báo. Tập hợp của các chế độ dự báo có thể bao gồm, chẳng hạn, các chế độ dự báo trong và/hoặc các chế độ dự báo ngoài.

Dự báo trong

Tập hợp của các chế độ dự báo trong có thể bao gồm 35 chế độ dự báo trong khác nhau, chẳng hạn, các chế độ vô hướng như chế độ DC (hoặc trung bình) và chế độ phẳng, hoặc các chế độ định hướng, chẳng hạn, như được định nghĩa trong HEVC, hoặc có thể bao gồm 67 chế độ dự báo trong khác nhau, chẳng hạn, các chế độ vô hướng như chế độ DC (hoặc trung bình) và chế độ phẳng, hoặc các chế độ định hướng, chẳng hạn, như được định nghĩa cho VVC.

Khối dự báo trong 254 được tạo cấu hình để sử dụng các mẫu được tái tạo của các khối lân cận của cùng ảnh hiện tại để tạo khối dự báo trong 265 theo chế độ dự báo trong của tập hợp của các chế độ dự báo trong.

Khối dự báo trong 254 (hoặc nói chung khối chọn chế độ 260) còn được tạo cấu hình để xuất các tham số dự báo trong (hoặc nói chung thông tin chỉ báo chế độ dự báo trong được chọn cho khối) ra khối mã hóa entropy 270 ở dạng các phần tử cú pháp 266 để bao gồm vào dữ liệu ảnh được mã hóa 21, sao cho, chẳng hạn, bộ giải mã video 30 có thể nhận và sử dụng các tham số dự báo để giải mã. Dự báo ngoài

Tập hợp của (hoặc khả thi) các chế độ dự báo ngoài tùy thuộc vào các ảnh tham chiếu khả dụng (tức là, các ảnh được giải mã ít nhất một phần trước đó, chẳng hạn, được lưu trữ trong DBP 230) và các tham số dự báo ngoài khác, chẳng hạn, liệu toàn bộ ảnh tham chiếu hoặc một phần, chẳng hạn, khu vực cửa sổ tìm kiếm quanh khu vực của khối hiện tại, của ảnh tham chiếu được sử dụng để tìm kiếm khối tham chiếu so khớp tốt nhất, và/hoặc chẳng hạn, liệu có áp dụng nội suy pixel, chẳng hạn, nội suy bán pel và/hoặc 1/4 pel, hoặc không.

Bên cạnh các chế độ dự báo, chế độ bỏ qua và/hoặc chế độ trực tiếp nêu trên có thể được áp dụng.

Khối dự báo ngoài 244 có thể bao gồm khối ước tính chuyển động (motion estimation, ME) và khối bù chuyển động (motion compensation, MC) (cả hai không được thể hiện trên Fig.2). Khối ME có thể được tạo cấu hình để nhận hoặc thu được khối ảnh 203 (khối ảnh hiện tại 203 của ảnh hiện tại 17) và ảnh được giải mã 231, hoặc ít nhất một hoặc nhiều khối được tái tạo trước đó, chẳng hạn, các khối được tái tạo của một hoặc nhiều ảnh được giải mã khác nhau trước đó 231, để ước tính chuyển động. Chẳng hạn, chuỗi video có thể bao gồm ảnh hiện tại và các ảnh được giải mã trước đó 231, hoặc nói cách khác, ảnh hiện tại và các ảnh được giải mã trước đó 231 có thể là một phần hoặc tạo chuỗi ảnh tạo thành chuỗi video.

Bộ mã hóa 20 có thể, chẳng hạn, được tạo cấu hình để chọn khối tham chiếu từ các khối tham chiếu của cùng ảnh hoặc các ảnh khác nhau của các ảnh khác và cấp ảnh tham chiếu (hoặc chỉ số ảnh tham chiếu) và/hoặc độ lệch (độ lệch không gian) giữa vị trí (các tọa độ x, y) của khối tham chiếu và vị trí của khối hiện tại dưới dạng các tham số dự báo ngoài với khối ME. Độ lệch này cũng được gọi là vectơ chuyển động (motion vector, MV).

Khối MC được tạo cấu hình để thu được, chẳng hạn, nhận, tham số dự báo ngoài và để thực hiện dự báo ngoài dựa trên hoặc sử dụng tham số dự báo ngoài để thu được khối dự báo ngoài 265. Kỹ thuật bù chuyển động, được thực hiện bởi khối MC, có thể bao gồm nạp hoặc tạo khối dự báo dựa trên vector chuyển động/khối được xác định bằng ước tính chuyển động, có thể thực hiện nội suy đến độ chính xác pixel con. Lọc nội suy có thể tạo các mẫu pixel bổ sung từ các mẫu pixel đã biết, do vậy có thể tăng số lượng khối dự báo-ứng viên mà có thể được sử dụng để mã hóa khối ảnh. Khi nhận MV cho PU của khối ảnh hiện tại, khối MC có thể định vị khối dự báo mà MV trỏ đến trong một trong các danh sách ảnh tham chiếu.

Khối MC có thể cũng tạo các phần tử cú pháp được liên kết với các khối và các lát video để sử dụng bằng bộ giải mã video 30 khi giải mã các khối ảnh của lát video. Bên cạnh hoặc tùy chọn với các lát và các phần tử cú pháp tương ứng, các nhóm ô và/hoặc các ô và các phần tử cú pháp tương ứng có thể được tạo hoặc được sử dụng.

Mã hóa entropy

Khối mã hóa entropy 270 được tạo cấu hình để áp dụng, chẳng hạn, thuật toán hoặc phương pháp mã hóa entropy (chẳng hạn, phương pháp mã hóa chiều dài biến thiên (variable length coding, VLC), phương pháp VLC ngữ cảnh thích ứng (context adaptive VLC scheme, CAVLC), phương tiện mã hóa số học, phép biến đổi nhị phân, mã hóa số học nhị phân ngữ cảnh thích ứng (context adaptive binary arithmetic coding, CABAC), CABAC dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding, SBAC), mã hóa entropy phân vùng khoảng xác suất (probability interval partitioning entropy, PIPE) hoặc phương pháp hoặc kỹ thuật mã hóa entropy khác) hoặc đi vòng (không nén) trên các hệ số được lượng tử 209, các tham số dự báo ngoài, các tham số dự báo trong, các tham số lọc vòng và/hoặc các phần tử cú pháp khác để thu được dữ liệu ảnh được mã hóa 21 mà có thể được xuất ra qua đầu ra 272, chẳng hạn, ở dạng dòng bit được mã hóa 21, sao cho, chẳng hạn, bộ giải mã video 30 có thể nhận và sử dụng các tham số để giải mã. Dòng bit được mã hóa 21 có thể được truyền đến bộ giải mã video 30, hoặc được lưu trữ trong bộ nhớ để truyền hoặc truy xuất sau bằng

bộ giải mã video 30.

Các biến thể cấu trúc khác của bộ mã hóa video 20 có thể được sử dụng để mã hóa dòng video. Chẳng hạn, bộ mã hóa không biến đổi 20 có thể lượng tử hóa tín hiệu dư trực tiếp không có khối xử lý biến đổi 206 cho các khối hoặc các khung hình cụ thể. Theo triển khai khác, bộ mã hóa 20 có thể có khối lượng tử 208 và khối lượng tử ngược 210 được kết hợp thành một khối.

Bộ giải mã và phương pháp giải mã

Fig.3 thể hiện ví dụ của bộ giải mã video 30 mà được tạo cấu hình để thực hiện các phương án thực hiện sáng chế. Bộ giải mã video 30 được tạo cấu hình để nhận dữ liệu ảnh được mã hóa 21 (chẳng hạn, dòng bit được mã hóa 21), chẳng hạn, được mã hóa bằng bộ mã hóa 20, để thu được ảnh được giải mã 331. Dữ liệu ảnh hoặc dòng bit được mã hóa bao gồm thông tin để giải mã dữ liệu ảnh được mã hóa, chẳng hạn, dữ liệu biểu diễn các khối ảnh của lát video được mã hóa (và/hoặc các nhóm ô hoặc các ô) và các phần tử cú pháp liên kết.

Trong ví dụ trên Fig. 3, bộ giải mã 30 bao gồm khối giải mã entropy 304, khối lượng tử ngược 310, khối xử lý biến đổi ngược 312, khối tái tạo 314 (chẳng hạn, bộ cộng 314), bộ lọc vòng 320, DPB 330, khối áp dụng chế độ 360, khối dự báo ngoài 344 và khối dự báo trong 354. Khối dự báo ngoài 344 có thể là hoặc bao gồm khối bù chuyển động. Trong một số ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể thực hiện bước giải mã nói chung ngược với bước mã hóa được mô tả với bộ mã hóa video 100 từ Fig.2.

Như được giải thích dựa vào bộ mã hóa 20, khối lượng tử ngược 210, khối xử lý biến đổi ngược 212, khối tái tạo 214 khối lọc vòng 220, DPB 230, khối dự báo ngoài 344 và khối dự báo trong 354 cũng được gọi là tạo “bộ giải mã cài sẵn” của bộ mã hóa video 20. Theo đó, khối lượng tử ngược 310 có thể có chức năng giống hệt khối lượng tử ngược 110, khối xử lý biến đổi ngược 312 có thể có chức năng giống hệt khối xử lý biến đổi ngược 212, khối tái tạo 314 có thể có chức năng giống hệt khối tái tạo 214, khối lọc vòng 320 có thể có chức năng giống hệt khối lọc vòng 220, và DPB 330 có thể có chức năng giống hệt DPB 230. Do vậy, các giải thích dành cho các khối và các chức năng tương ứng của video 20 bộ mã hóa áp dụng tương ứng cho các khối và các chức năng tương ứng

của bộ giải mã video 30.

Giải mã entropy

Khối giải mã entropy 304 được tạo cấu hình để phân tách dòng bit 21 (hoặc nói chung dữ liệu ảnh được mã hóa 21) và thực hiện, chẳng hạn, giải mã entropy với dữ liệu ảnh được mã hóa 21 để thu được, chẳng hạn, các hệ số được lượng tử 309 và/hoặc các tham số tạo mã được giải mã (không được thể hiện trên Fig.3), chẳng hạn, tham số bất kỳ hoặc tất cả các tham số dự báo ngoài (chẳng hạn, chỉ số ảnh tham chiếu và MV), tham số dự báo trong (chẳng hạn, chế độ hoặc chỉ số dự báo trong), các tham số biến đổi, các QP, các tham số lọc vòng, và/hoặc các phần tử cú pháp khác. Khối giải mã entropy 304 có thể được tạo cấu hình các thuật toán hoặc các phương tiện giải mã tương ứng với các phương tiện mã hóa như được mô tả với khối mã hóa entropy 270 của bộ mã hóa 20. Khối giải mã entropy 304 có thể còn được tạo cấu hình để cấp các tham số dự báo ngoài, tham số dự báo trong và/hoặc các phần tử cú pháp khác cho khối áp dụng chế độ 360 và các tham số khác cho các khối khác của bộ giải mã 30. Bộ giải mã video 30 có thể nhận các phần tử cú pháp ở mức lát video và/hoặc mức khối video. Bên cạnh hoặc tùy chọn với các lát và các phần tử cú pháp tương ứng, các nhóm ô và/hoặc các ô và các phần tử cú pháp tương ứng có thể được nhận và/hoặc được sử dụng.

Lượng tử hóa ngược

Khối lượng tử ngược 310 có thể được tạo cấu hình để nhận các QP (hoặc nói chung thông tin liên quan đến lượng tử hóa ngược) và các hệ số được lượng tử từ dữ liệu ảnh được mã hóa 21 (chẳng hạn, bằng cách phân tách và/hoặc giải mã, chẳng hạn, bằng khối giải mã entropy 304) và để áp dụng dựa trên các QP lượng tử hóa ngược trên các hệ số được lượng tử được giải mã 309 để thu được các hệ số được khử lượng tử 311, mà có thể cũng được gọi là các hệ số biến đổi 311. Quá trình lượng tử hóa ngược có thể bao gồm sử dụng QP được xác định bằng bộ mã hóa video 20 cho mỗi khối video trong lát video (hoặc ô hoặc nhóm ô) để xác định mức độ lượng tử và, tương tự, mức độ lượng tử hóa ngược cần được áp dụng.

Biến đổi ngược

Khối xử lý biến đổi ngược 312 có thể được tạo cấu hình để nhận các hệ số được khử lượng tử 311, cũng được gọi là các hệ số biến đổi 311, và để áp dụng biến đổi to các hệ số được khử lượng tử 311 để thu được các khối dư được tái tạo 213 trong miền mẫu. Các khối dư được tái tạo 213 có thể cũng được gọi là các khối biến đổi 313. Phép biến đổi có thể là biến đổi ngược, chẳng hạn, DCT ngược, DST ngược, biến đổi số nguyên ngược, hoặc quá trình biến đổi ngược tương tự về khái niệm. Khối xử lý biến đổi ngược 312 có thể còn được tạo cấu hình để nhận các tham số biến đổi hoặc thông tin tương ứng từ dữ liệu ảnh được mã hóa 21 (chẳng hạn, bằng cách phân tách và/hoặc giải mã, chẳng hạn, bằng khối giải mã entropy 304) để xác định phép biến đổi cần được áp dụng cho các hệ số được khử lượng tử 311.

Tái tạo

Khối tái tạo 314 (chẳng hạn, bộ cộng 314) có thể được tạo cấu hình để bổ sung khối dư được tái tạo 313, vào khối dự báo 365 để thu được khối được tái tạo 315 trong miền mẫu, chẳng hạn, bằng cách bổ sung các giá trị mẫu của khối dư được tái tạo 313 và các giá trị mẫu của khối dự báo 365.

Lọc

Khối lọc vòng 320 (trong vòng mã hoặc sau vòng mã) được tạo cấu hình để lọc khối được tái tạo 315 để thu được khối được lọc 321, chẳng hạn, để làm mượt các dịch chuyển pixel, hoặc ngược lại cải thiện chất lượng video. Khối lọc vòng 320 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ lọc vòng, chẳng hạn DBF, bộ lọc SAO hoặc một hoặc nhiều bộ lọc khác, chẳng hạn, bộ lọc hai biên, ALF, bộ lọc làm nét, bộ lọc làm mượt hoặc các bộ lọc cộng tác, hoặc kết hợp bất kỳ của nó. Mặc dù khối lọc vòng 320 được thể hiện trên Fig.3 như là bộ lọc trong vòng, trong các cấu hình khác, khối lọc vòng 320 có thể được triển khai dưới dạng hậu bộ lọc vòng.

Bộ đệm ảnh được giải mã

Sau đó, các khối video được giải mã 321 của ảnh được lưu trữ trong DPB 330, mà lưu trữ các ảnh được giải mã 331 dưới dạng các ảnh tham chiếu để bù chuyển động tiếp theo cho các ảnh khác và/hoặc để hiển thị đầu ra tương ứng.

Bộ giải mã 30 được tạo cấu hình để xuất ra ảnh được giải mã 311, chẳng hạn,

qua đầu ra 312, để trình chiếu hoặc hiển thị đến người dùng.

Dự báo

Khối dự báo ngoài 344 có thể có chức năng tương tự khối dự báo ngoài 244 (cụ thể là với khối MC) và khối dự báo trong 354 có thể có chức năng tương tự khối dự báo ngoài 254, và thực hiện các quyết định tách hoặc phân vùng và dự báo dựa trên các tham số phân vùng và/hoặc dự báo hoặc thông tin tương ứng được nhận từ dữ liệu ảnh được mã hóa 21 (chẳng hạn, bằng cách phân tách và/hoặc giải mã, chẳng hạn, bằng khối giải mã entropy 304). Khối áp dụng chế độ 360 có thể được tạo cấu hình để thực hiện dự báo (dự báo trong hoặc ngoài) trên khối dựa trên các ảnh được tái tạo, các khối hoặc các mẫu tương ứng (được lọc hoặc không được lọc) để thu được khối dự báo 365.

Khi lát video được mã hóa dưới dạng lát được mã hóa trong (I), khối dự báo trong 354 của khối áp dụng chế độ 360 được tạo cấu hình để tạo khối dự báo 365 cho khối ảnh của lát video hiện tại dựa trên chế độ và dữ liệu dự báo trong được báo hiệu từ các khối được giải mã trước đó của ảnh hiện tại. Khi ảnh video được mã hóa dưới dạng lát được mã hóa ngoài (tức là, B hoặc P), khối dự báo ngoài 344 (chẳng hạn, khối MC) của khối áp dụng chế độ 360 được tạo cấu hình để tạo các khối dự báo 365 đối với khối video của lát video hiện tại dựa trên các MV và các phần tử cú pháp khác được nhận từ khối giải mã entropy 304. Để dự báo ngoài, các khối dự báo có thể được tạo từ một trong các ảnh tham chiếu trong một trong các danh sách ảnh tham chiếu. Bộ giải mã video 30 có thể tạo các danh sách khung tham chiếu, Danh sách 0 và Danh sách 1, sử dụng các kỹ thuật tạo mặc định dựa trên các ảnh tham chiếu được lưu trữ trong DPB 330. Kỹ thuật giống hệt hoặc tương tự có thể được áp dụng cho hoặc theo các phương án thực hiện nhờ sử dụng các nhóm ô (chẳng hạn, các nhóm ô video) và/hoặc các ô (chẳng hạn, các ô video) bên cạnh các lát (chẳng hạn, các lát video), chẳng hạn, video có thể được mã hóa nhờ sử dụng các nhóm ô và/hoặc các ô I, P hoặc B.

Khối áp dụng chế độ 360 được tạo cấu hình để xác định thông tin dự báo đối với khối video của lát video hiện tại bằng cách phân tách các MV hoặc thông tin liên quan và các phần tử cú pháp khác, và sử dụng thông tin dự báo để tạo các khối dự báo cho khối video hiện tại đang được giải mã. Chẳng hạn, khối áp dụng

chế độ 360 sử dụng một số phần tử cú pháp được nhận để xác định chế độ dự báo (chẳng hạn, dự báo trong hoặc ngoài) được sử dụng để mã hóa các khối video của lát video, loại lát dự báo ngoài (chẳng hạn, lát B, lát P, hoặc lát GPB), thông tin tạo cho một hoặc nhiều danh sách ảnh tham chiếu cho lát, các MV cho mỗi khối video được mã hóa ngoài của lát, trạng thái dự báo ngoài cho mỗi khối video được mã hóa ngoài của lát, và thông tin khác để giải mã các khối video trong lát video hiện tại. Kỹ thuật giống hệt hoặc tương tự có thể được áp dụng cho hoặc theo các phương án thực hiện nhờ sử dụng các nhóm ô (chẳng hạn, các nhóm ô video) và/hoặc các ô (chẳng hạn, các ô video) bên cạnh các lát (chẳng hạn, các lát video), chẳng hạn, video có thể được mã hóa nhờ sử dụng các nhóm ô và/hoặc các ô I, P, hoặc B.

Theo các phương án thực hiện, bộ giải mã video 30 như được thể hiện trên Fig.3 có thể được tạo cấu hình để phân vùng và/hoặc giải mã ảnh nhờ sử dụng các lát (cũng được gọi là các lát video), trong đó ảnh có thể được phân vùng thành hoặc được giải mã nhờ sử dụng một hoặc nhiều lát (thường không chồng lấp), và mỗi lát có thể bao gồm một hoặc nhiều khối (chẳng hạn, các CTU).

Theo các phương án thực hiện, bộ giải mã video 30 như được thể hiện trên Fig.3 có thể được tạo cấu hình để phân vùng và/hoặc giải mã ảnh nhờ sử dụng các nhóm ô (cũng được gọi là các nhóm ô video) và/hoặc các ô (cũng được gọi là các ô video), trong đó ảnh có thể được phân vùng thành hoặc được giải mã nhờ sử dụng một hoặc nhiều nhóm ô (thường không chồng lấp), và mỗi nhóm ô ảnh có thể bao gồm, chẳng hạn, một hoặc nhiều khối (chẳng hạn, các CTU) hoặc một hoặc nhiều ô ảnh, trong đó mỗi ô ảnh, chẳng hạn, có thể có hình chữ nhật và có thể bao gồm một hoặc nhiều khối (chẳng hạn, các CTU), chẳng hạn, các khối hoàn chỉnh hoặc phân số.

Các biến thể khác của bộ giải mã video 30 có thể được sử dụng để giải mã dữ liệu ảnh được mã hóa 21. Chẳng hạn, bộ giải mã 30 có thể tạo dòng video đầu ra mà không có khối lọc vòng 320. Chẳng hạn, bộ giải mã không biến đổi 30 có thể lượng tử hóa ngược tín hiệu dư trực tiếp không có khối xử lý biến đổi ngược 312 cho các khối hoặc các khung hình cụ thể. Theo triển khai khác, bộ giải mã video 30 có thể có khối lượng tử hóa ngược 310 và khối xử lý biến đổi ngược

312 được kết hợp thành một khối.

Cần hiểu rằng, trong bộ mã hóa 20 và bộ giải mã 30, kết quả xử lý của bước hiện tại có thể còn được xử lý và sau đó được xuất ra bước tiếp theo. Chẳng hạn, sau khi lọc nội suy, dẫn xuất MV hoặc lọc vòng, hoạt động khác, chẳng hạn xén tia hoặc dịch, có thể được thực hiện trên kết quả xử lý của lọc nội suy, dẫn xuất MV hoặc lọc vòng.

Cần lưu ý rằng các hoạt động khác có thể được áp dụng cho các MV được dẫn xuất của khối hiện tại (bao gồm mà không giới hạn ở các MV điểm điều khiển của chế độ afin, các MV khối phụ trong chế độ afin, phẳng, ATMVP, các MV thời gian, và v.v.). Chẳng hạn, giá trị của MV bị giới hạn ở khoảng định trước theo bit đại diện. Nếu bit đại diện của MV là bitDepth, thì khoảng là $-2^{(\text{bitDepth}-1)} \sim 2^{(\text{bitDepth}-1)-1}$, trong đó “^” nghĩa là nâng lũy thừa. Chẳng hạn, nếu bitDepth được gán bằng 16, khoảng là $-32768 \sim 32767$; nếu bitDepth được gán bằng 18, khoảng là từ -131072 đến 131071. Chẳng hạn, giá trị của MV được dẫn xuất (chẳng hạn, các MV của bốn khối phụ 4x4 trong một khối 8x8) bị giới hạn sao cho hiệu số lớn nhất giữa các phần nguyên của bốn MV khối phụ 4x4 không lớn hơn N pixel, chẳng hạn không lớn hơn 1 pixel. Sáng chế đề xuất hai phương pháp ràng buộc MV theo bitDepth.

Phương pháp 1: loại bỏ bit có trọng số lớn nhất (most significant bit, MSB) tràn bằng các phép toán sau

$$ux = (\text{mvx} + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (1)$$

$$\text{mvx} = (ux \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (ux - 2^{\text{bitDepth}}) : ux \quad (2)$$

$$uy = (\text{mvy} + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (3)$$

$$\text{mvy} = (uy \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (uy - 2^{\text{bitDepth}}) : \quad (4)$$

trong đó mvx là thành phần ngang của vector chuyển động của khối ảnh hoặc khối phụ, mvy là thành phần dọc của vector chuyển động của khối ảnh hoặc khối phụ, và ux và uy chỉ báo giá trị trung gian;

Chẳng hạn, nếu giá trị của mvx bằng -32769, sau khi áp dụng các công thức (1) và (2), giá trị thu được bằng 32767. Trong hệ thống máy tính, các số thập phân được lưu dưới dạng bù 2. bù 2 của -32769 là 1,0111,1111,1111,1111 (17 bit), thì MSB bị loại bỏ, do vậy bù 2 thu được bằng 0111,1111,1111,1111 (số thập

phân bằng 32767), giống như đầu ra bằng cách áp dụng công thức (1) và (2).

$$ux = (mvp_x + mvd_x + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (5)$$

$$mv_x = (ux \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (ux - 2^{\text{bitDepth}}) : ux \quad (6)$$

$$uy = (mvp_y + mvd_y + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (7)$$

$$mv_y = (uy \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (uy - 2^{\text{bitDepth}}) : uy \quad (8)$$

Các phép toán có thể được áp dụng trong khi tính tổng mvp và mvd, như được thể hiện trên công thức từ (5) đến (8).

Phương pháp 2: loại bỏ MSB tràn bằng cách xén giá trị

$$vx = \text{Clip3}(-2^{\text{bitDepth}-1}, 2^{\text{bitDepth}-1} - 1, vx)$$

$$vy = \text{Clip3}(-2^{\text{bitDepth}-1}, 2^{\text{bitDepth}-1} - 1, vy)$$

trong đó vx là thành phần ngang của vector chuyển động của khối ảnh hoặc khối phụ, vy là thành phần dọc của vector chuyển động của khối ảnh hoặc khối phụ; x, y và z lần lượt tương ứng với ba giá trị đầu vào của quá trình xén MV, và định nghĩa của hàm Clip3 như sau:

$$\text{Clip3}(x, y, z) = \begin{cases} x & ; \quad z < x \\ y & ; \quad z > y \\ z & ; \quad \text{ngược lại} \end{cases}$$

Fig.4 là sơ đồ của thiết bị tạo mã video 400 theo phương án thực hiện sáng chế. Thiết bị tạo mã video 400 thích hợp để thực hiện các phương án thực hiện được bộc lộ như được mô tả ở đây. Theo phương án thực hiện, thiết bị tạo mã video 400 có thể là bộ giải mã chẳng hạn bộ giải mã video 30 trên Fig.1A hoặc bộ mã hóa, chẳng hạn, bộ mã hóa video 20 trên Fig.1A.

Thiết bị tạo mã video 400 bao gồm các cổng vào 410 và các bộ thu (Rx) 420 để nhận dữ liệu; bộ xử lý, khối logic, hoặc khối xử lý trung tâm (central processing unit, CPU) 430 để xử lý dữ liệu; các bộ phát (Tx) 440 và các cổng ra 450 để truyền dữ liệu; và bộ nhớ 460 để lưu trữ dữ liệu. Thiết bị tạo mã video 400 có thể cũng bao gồm các thành phần quang sang điện (optical-to-electrical, OE) và các thành phần điện sang quang (electrical-to-optical, EO) được ghép nối với các cổng vào 410, các bộ thu 420, các bộ phát 440, và các cổng ra 450 để xuất hoặc nhập các tín hiệu quang hoặc điện.

Bộ xử lý 430 được triển khai bằng phần cứng và phần mềm. Bộ xử lý 430 có thể được triển khai dưới dạng một hoặc nhiều chip CPU, lõi (chẳng hạn, dưới

dạng bộ xử lý nhiều lõi), FPGA, ASIC, và DSP. Bộ xử lý 430 truyền thông với các cổng vào 410, các bộ thu 420, các bộ phát 440, các cổng ra 450, và bộ nhớ 460. Bộ xử lý 430 bao gồm môđun tạo mã 470. Môđun tạo mã 470 triển khai các phương án thực hiện được mô tả được bộc lộ nêu trên. Chẳng hạn, môđun tạo mã 470 triển khai, xử lý, chuẩn bị, hoặc tạo các hoạt động tạo mã khác nhau. Do vậy, việc bao gồm môđun tạo mã 470 cải thiện đáng kể chức năng của thiết bị tạo mã video 400 và biến đổi thiết bị tạo mã video 400 sang trạng thái khác. Theo cách khác, môđun tạo mã 470 được triển khai dưới dạng các lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ 460 và được thực thi bởi bộ xử lý 430.

Bộ nhớ 460 có thể bao gồm một hoặc nhiều đĩa, ổ băng, và ổ trạng thái rắn (solid-state drive, SSD) có thể được sử dụng làm bộ lưu trữ dữ liệu tràn, để lưu trữ các chương trình khi các chương trình này được chọn để thực thi, và để lưu trữ các lệnh và dữ liệu được đọc khi thực thi chương trình. Bộ nhớ 460 có thể, chẳng hạn, khả biến và/hoặc bất biến và có thể là bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (random access memory, RAM), bộ nhớ có nội dung đánh địa chỉ tam phân (ternary content-addressable memory, TCAM), và/hoặc RAM tĩnh (static random-access memory, SRAM).

Fig.5 là sơ đồ khối được đơn giản hóa của thiết bị 500 mà có thể được sử dụng làm một hoặc cả hai thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 từ Fig.1A theo phương án thực hiện lấy làm ví dụ.

Bộ xử lý 502 trong thiết bị 500 có thể là CPU. Theo cách khác, bộ xử lý 502 có thể là loại thiết bị bất kỳ, hoặc nhiều thiết bị, có thể thao tác hoặc xử lý thông tin hiện có hoặc được phát triển sau. Mặc dù các triển khai được bộc lộ có thể được thực hiện với một bộ xử lý như được thể hiện trên hình vẽ, chẳng hạn, bộ xử lý 502, các ưu điểm về tốc độ và hiệu suất có thể đạt được nhờ sử dụng nhiều hơn một bộ xử lý.

Bộ nhớ 504 trong thiết bị 500 có thể là ROM hoặc RAM theo triển khai. Loại thiết bị lưu trữ thích hợp khác bất kỳ có thể được sử dụng làm bộ nhớ 504. Bộ nhớ 504 có thể bao gồm mã và dữ liệu 506 được truy nhập bằng bộ xử lý 502 nhờ sử dụng bus 512. Bộ nhớ 504 có thể còn bao gồm hệ điều hành 508 và các chương trình ứng dụng 510, các chương trình ứng dụng 510 bao gồm ít nhất một

chương trình cho phép bộ xử lý 502 để thực hiện các phương pháp được mô tả ở đây. Chẳng hạn, các chương trình ứng dụng 510 có thể bao gồm các ứng dụng từ 1 đến N, mà còn bao gồm ứng dụng tạo mã video mà thực hiện các phương pháp được mô tả ở đây.

Thiết bị 500 có thể cũng bao gồm một hoặc nhiều bộ phận đầu ra, chẳng hạn bộ phận hiển thị 518. Bộ phận hiển thị 518 có thể là, trong một ví dụ, bộ phận hiển thị cảm ứng kết hợp bộ phận hiển thị với phần tử cảm ứng mà có thể hoạt động để cảm nhận các đầu vào chạm. Bộ phận hiển thị 518 có thể được ghép nối với bộ xử lý 502 qua bus 512.

Mặc dù được mô tả ở đây dưới dạng một bus, bus 512 của thiết bị 500 có thể gồm nhiều bus. Ngoài ra, bộ lưu trữ thứ cấp 514 có thể được ghép nối trực tiếp với các thành phần khác của thiết bị 500 hoặc có thể được truy nhập qua mạng và có thể bao gồm một khối tích hợp, chẳng hạn, thẻ nhớ hoặc nhiều khối chẳng hạn nhiều thẻ nhớ. Do vậy, thiết bị 500 có thể được triển khai trong nhiều cấu hình.

Các chi tiết của các công cụ ISP có thể được tìm thấy trong JVET-M0102, Mô tả văn bản công cụ này được nêu dưới đây:

Công cụ ISP phân chia các khối được dự báo trong độ sáng theo chiều ngang hoặc dọc thành 2 hoặc 4 phân vùng con tùy thuộc vào các chiều kích thước khối, như được thể hiện trên **bảng 1**. Fig.6 và Fig.7 thể hiện các ví dụ của hai khả năng. Tất cả các phân vùng con thỏa mãn điều kiện có ít nhất 16 mẫu.

Bảng 1: Số lượng phân vùng con tùy thuộc kích thước khối

Kích thước khối	Số lượng phân vùng con
4×4	Không được phân chia
4×8 và 8×4	2
Tất cả các trường hợp khác	4

Cho mỗi của các phân vùng con này, tín hiệu dư được tạo bằng cách giải mã entropy các hệ số được gửi bằng bộ mã hóa và sau đó lượng tử ngược và biến đổi ngược chúng. Sau đó, phân vùng phụ được dự báo trong và cuối cùng các mẫu được tái tạo tương ứng thu được bằng cách bổ sung tín hiệu dư vào tín hiệu

dự báo. Do vậy, các giá trị được tái tạo của mỗi phân vùng con sẽ khả dụng để tạo dự báo của phân vùng tiếp theo, sẽ lặp lại tiến trình và v.v.. Tất cả các phân vùng con phải giống chế độ nội vùng.

Dựa trên chế độ nội vùng và phân tách được sử dụng, hai lớp khác nhau của các thứ tự xử lý được sử dụng, mà được gọi là thứ tự thông thường và thứ tự đảo. Theo thứ tự thông thường, phân vùng phụ thứ nhất cần được xử lý là phân vùng chứa mẫu trên bên trái của CU và sau đó tiếp tục xuống dưới (tách ngang) hoặc sang phải (tách dọc). Kết quả là, các mẫu tham chiếu được sử dụng để tạo các phân vùng phụ mà các tín hiệu dự báo chỉ được đặt ở phía bên trái và phía trên của các dòng. Nói cách khác, thứ tự xử lý ngược bắt đầu với phân vùng phụ chứa mẫu dưới bên trái của CU và tiếp tục lên trên hoặc bắt đầu với phân vùng phụ chứa mẫu trên bên phải của CU và tiếp tục sang trái.

Fig. 8 thể hiện các vị trí của các dòng của các mẫu tham chiếu được sử dụng cho dự báo trong của khối. Tùy thuộc chỉ số của dòng tham chiếu (“Reference line”), các mẫu của khối được dự báo (“Block unit”) có thể được dự báo nhờ sử dụng các mẫu tham chiếu không liền kề với khối được dự báo, tức là, khi chỉ số của dòng tham chiếu không bằng 0.

Chế độ dự báo trong phẳng được xác định trong VVC Draft như sau:

Các đầu vào của quá trình này là:

- biến $nTbW$ xác định chiều rộng TB,
- biến $nTbH$ xác định chiều cao TB,
- các mẫu lân cận $p[x][y]$, với $x = -1, y = -1..nTbH$ và $x = 0..nTbW, y = -1$.

Các đầu ra của quá trình này là các mẫu được dự báo $predSamples[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1, y = 0..nTbH - 1$.

Các biến nW và nH được dẫn xuất như sau:

$$nW = \text{Max}(nTbW, 2)$$

$$nH = \text{Max}(nTbH, 2)$$

Các giá trị của các mẫu dự báo $predSamples[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$ và $y = 0..nTbH - 1$, được dẫn xuất như sau:

$$\begin{aligned} \text{predV}[x][y] &= ((nH - 1 - y) * p[x][-1] + (y + 1) * p[-1][nTbH]) \ll \text{Log2}(nW) \\ \text{predH}[x][y] &= ((nW - 1 - x) * p[-1][y] + (x + 1) * p[nTbW][-1]) \ll \text{Log2}(nH) \\ \text{predSamples}[x][y] &= (\text{predV}[x][y] + \text{predH}[x][y] + nW * nH) \gg (\text{Log2}(nW) \\ &+ \text{Log2}(nH) + 1) \end{aligned}$$

Quá trình dự báo trong DC được xác định trong VVC draft như sau:

Các đầu vào của quá trình này là:

- biến nTbW xác định chiều rộng TB,
- biến nTbH xác định chiều cao TB,
- các mẫu lân cận $p[x][y]$, với $x = -1$, $y = -1..nTbH - 1$ và $x = 0..nTbW - 1$, $y = -1$.

Các đầu ra của quá trình này là các mẫu được dự báo $\text{predSamples}[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$, $y = 0..nTbH - 1$.

Các giá trị của các mẫu dự báo $\text{predSamples}[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$, $y = 0..nTbH - 1$, được dẫn xuất bằng các bước có thứ tự sau:

1. Biến dcVal được dẫn xuất như sau:

- Khi nTbW bằng nTbH:

$$\text{dcVal} = (\sum_{x'=0}^{nTbW-1} p[x'][-1] + \sum_{y'=0}^{nTbH-1} p[-1][y'] + nTbW) \gg (\text{Log2}(nTbW) + 1)$$

- Khi nTbW lớn hơn nTbH:

$$\text{dcVal} = (\sum_{x'=0}^{nTbW-1} p[x'][-1] + (nTbW \gg 1)) \gg \text{Log2}(nTbW)$$

- Khi nTbW nhỏ hơn nTbH:

$$\text{dcVal} = (\sum_{y'=0}^{nTbH-1} p[-1][y'] + (nTbH \gg 1)) \gg \text{Log2}(nTbH)$$

2. Các mẫu dự báo $\text{predSamples}[x][y]$ được dẫn xuất như sau:

$$\text{predSamples}[x][y] = \text{dcVal}, \text{ với } x = 0..nTbW - 1, y = 0..nTbH - 1$$

Các phương pháp hiện đại sử dụng dự báo trong định hướng chỉ khi chỉ số của dòng tham chiếu khác 0, tức là chế độ dự báo trong DC và chế độ dự báo trong PLANAR bị vô hiệu hóa trong trường hợp này.

Trường hợp khác khi chế độ dự báo trong DC không được thực hiện là khi ISP đang sử dụng.

Phiên bản của VVC draft xác định mã hóa khác nhau chế độ dự báo trong. Lựa chọn chuỗi phân tử cú pháp được báo hiệu trong dòng bit tùy thuộc vào các công cụ cụ thể được kích hoạt hoặc vô hiệu hóa. Cụ thể, cờ MPM được báo hiệu

chỉ khi các cờ “intra_luma_ref_idx” và “intra_subpartitions_mode_flag” bằng 0 (xem Bảng 2).

Bảng 2. Mã hóa chỉ số chế độ nội vùng như xác định bởi cú pháp CU trong pháp CU trong phác thảo đặc tả VVC phiên bản 4 soát lại 7.

if(treeType == SINGLE_TREE treeType == DUAL_TREE_LUMA) {	
if((y0 % CtbSizeY) > 0)	
intra_luma_ref_idx[x0][y0]	ae(v)
if (intra_luma_ref_idx[x0][y0] == 0 && (cbWidth <= MaxTbSizeY cbHeight <= MaxTbSizeY) && (cbWidth * cbHeight > MinTbSizeY * MinTbSizeY))	
intra_subpartitions_mode_flag[x0][y0]	ae(v)
if(intra_subpartitions_mode_flag[x0][y0] == 1 && cbWidth <= MaxTbSizeY && cbHeight <= MaxTbSizeY)	
intra_subpartitions_split_flag[x0][y0]	ae(v)
if(intra_luma_ref_idx[x0][y0] == 0 && intra_subpartitions_mode_flag[x0][y0] == 0)	
intra_luma_mpm_flag[x0][y0]	ae(v)
if(intra_luma_mpm_flag[x0][y0])	
intra_luma_mpm_idx[x0][y0]	ae(v)
Else	
intra_luma_mpm_remainder[x0][y0]	ae(v)
}	
if(treeType == SINGLE_TREE treeType == DUAL_TREE_CHROMA)	
intra_chroma_pred_mode[x0][y0]	ae(v)

Hiện tại, vài phiên bản danh sách MPM được duy trì trong phần mềm VVC và phác thảo đặc tả. Thiết kế phân cứng sử dụng vài danh sách MPM cũng không được mong muốn. Tuy nhiên, nếu kích hoạt các chế độ dự báo trong cho các trường hợp khi chúng bị vô hiệu hóa, sẽ dẫn đến hai tổ hợp của các cờ trong khối tạo các khối được dự báo trong giống nhau. Hiện nhiên, thiết kế này là dư thừa và để giải quyết vấn đề này, phần báo hiệu hoặc dự báo trong nên được thay đổi.

Phạm vi của các phương án thực hiện khi thay đổi các quá trình dự báo trong PLANAR và DC đối với các trường hợp trong đó các mẫu tham chiếu không liền kề với khối được dự báo hoặc khối cần được dự báo được phân tách tiếp (chẳng hạn, sử dụng ISP). Các thay đổi bao gồm không chỉ tiến trình xác định các mẫu dự báo, nhưng lọc mẫu tham chiếu và PDPC.

Mục đích của thay đổi này ở chỗ có thể có cơ chế báo hiệu chế độ nội vùng thống nhất cho tất cả các công cụ dự báo trong.

Các phương án thực hiện đề xuất thay đổi xử lý các mẫu tham chiếu và đề xuất chuyển đổi có điều kiện PDPC trong các trường hợp khi các chế độ dự báo trong DC hoặc PLANAR được sử dụng và khi các mẫu tham chiếu không liên kề với khối được dự báo hoặc khi khối được dự báo phải được tách tiếp (tức là, trong trường hợp ISP). Bước xử lý bao gồm lựa chọn các mẫu tham chiếu từ các mẫu được tái tạo ở khu vực bên trên và bên trái (như được thể hiện trên Fig.8) và bộ lọc của chúng.

Các phương án thực hiện nhằm tạo khả năng có một cơ chế báo hiệu thống nhất để mã hóa chế độ dự báo trong. Phương pháp báo hiệu thống nhất lấy làm ví dụ mã hóa chế độ dự báo trong được nêu trong Bảng 3.

Bảng 3. Mã hóa thống nhất lấy làm ví dụ chỉ số chế độ nội vùng.

if(treeType == SINGLE_TREE treeType == DUAL_TREE_LUMA)	
{	
if((y0 % CtbSizeY) > 0)	
intra_luma_ref_idx[x0][y0]	ae(v)
if (intra_luma_ref_idx[x0][y0] == 0 && (cbWidth <= MaxTbSizeY cbHeight <= MaxTbSizeY) && (cbWidth * cbHeight > MinTbSizeY * MinTbSizeY))	
intra_subpartitions_mode_flag[x0][y0]	ae(v)
if(intra_subpartitions_mode_flag[x0][y0] == 1 && cbWidth <= MaxTbSizeY && cbHeight <= MaxTbSizeY)	
intra_subpartitions_split_flag[x0][y0]	ae(v)
intra_luma_mpm_flag[x0][y0]	ae(v)
if(intra_luma_mpm_flag[x0][y0])	
intra_luma_mpm_idx[x0][y0]	ae(v)
Else	
intra_luma_mpm_remainder[x0][y0]	ae(v)
}	
if(treeType == SINGLE_TREE treeType == DUAL_TREE_CHROMA)	
intra_chroma_pred_mode[x0][y0]	ae(v)

Khác biệt giữa các phương pháp mã hóa được thể hiện trên Bảng 2 và Bảng 3 chính là báo hiệu có điều kiện **intra_luma_mpm_flag** bị loại bỏ trong cú pháp lấy làm ví dụ được đề xuất.

Theo sáng chế, lưu ý rằng chế độ dự báo trong PLANAR không thể hoạt động khi chỉ số của dòng tham chiếu khác 0. Phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.9 bộc lộ cách thức chúng có thể được xử lý. Trên hình vẽ này, trường hợp khi dòng tham chiếu thứ 3 được sử dụng. Các mẫu tham chiếu được

chọn cho chế độ dự báo trong PLANAR được biểu diễn bằng hình vuông chứa gạch chéo. Giả sử vị trí của mẫu trên bên trái thứ nhất (được ký hiệu là “A”) bằng (0, 0), chế độ dự báo trong PLANAR có thể được chỉnh sửa như sau:

Các đầu vào của quá trình này là:

- biến $refIdx$ xác định chỉ số dự báo trong dòng tham chiếu,
- biến $nTbW$ xác định chiều rộng TB,
- biến $nTbH$ xác định chiều cao TB,
- các mẫu tham chiếu $p[x][y]$, với $x = -1 - refIdx$, $y = -refIdx..nTbH$ và $x = -refIdx..nTbW$, $y = -1 - refIdx$.

Các đầu ra của quá trình này là các mẫu được dự báo $predSamples[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$, $y = 0..nTbH - 1$.

Các biến nW và nH được dẫn xuất như sau:

$$nW = \text{Max}(nTbW, 2)$$

$$nH = \text{Max}(nTbH, 2)$$

Các giá trị của các mẫu dự báo $predSamples[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$ và $y = 0..nTbH - 1$, được dẫn xuất như sau:

$$predV[x][y] = ((nH - 1 - y) * p[x][-1 - refIdx] + (y + 1) * p[-1 - refIdx][nTbH]) \ll \text{Log2}(nW)$$

$$predH[x][y] = ((nW - 1 - x) * p[-1 - refIdx][y] + (x + 1) * p[nTbW][-1 - refIdx]) \ll \text{Log2}(nH)$$

$$predSamples[x][y] = (predV[x][y] + predH[x][y] + nW * nH) \gg (\text{Log2}(nW) + \text{Log2}(nH) + 1)$$

Phương án thực hiện khác được thể hiện trên Fig.10 bộc lộ phương pháp khác lựa chọn các mẫu tham chiếu từ dòng tham chiếu cho chế độ dự báo trong PLANAR. Phương pháp này có thể được mô tả như sau.

Các đầu vào của quá trình này là:

- biến $refIdx$ xác định chỉ số dự báo trong dòng tham chiếu,
- biến $nTbW$ xác định chiều rộng TB,
- biến $nTbH$ xác định chiều cao TB,
- các mẫu lân cận $p[x][y]$, với $x = -1 - refIdx$, $y = -1 - refIdx..nTbH - refIdx$ và $x = -refIdx..nTbW - refIdx$, $y = -1 - refIdx..$

Các đầu ra của quá trình này là các mẫu được dự báo $\text{predSamples}[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$, $y = 0..nTbH - 1$.

Các biến nW và nH được dẫn xuất như sau:

$$nW = \text{Max}(nTbW, 2)$$

$$nH = \text{Max}(nTbH, 2)$$

Các giá trị của các mẫu dự báo $\text{predSamples}[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$ và $y = 0..nTbH - 1$, được dẫn xuất như sau:

$$\text{predV}[x][y] = ((nH - 1 - y) * p[x-\text{refIdx}][-1-\text{refIdx}] + (y + 1) * p[-1-\text{refIdx}][nTbH - \text{refIdx}]) \ll \text{Log2}(nW)$$

$$\text{predH}[x][y] = ((nW - 1 - x) * p[-1-\text{refIdx}][y-\text{refIdx}] + (x + 1) * p[nTbW - \text{refIdx}][-1-\text{refIdx}]) \ll \text{Log2}(nH)$$

$$\text{predSamples}[x][y] = (\text{predV}[x][y] + \text{predH}[x][y] + nW * nH) \gg (\text{Log2}(nW) + \text{Log2}(nH) + 1)$$

Phương án thực hiện tùy chọn khác bao gồm áp dụng dịch chuyển đặc biệt cho hai mẫu giá trị của nó được sử dụng trong dự báo kép làm giá trị mẫu đường dưới và giá trị mẫu bên phải, lần lượt. Trên Fig.11, có thể lưu ý rằng các mẫu tham chiếu được chọn từ dòng tham chiếu có khe. Các đoạn mô tả theo phương án thực hiện có thể như sau:

Các đầu vào của quá trình này:

- biến refIdx xác định chỉ số dự báo trong dòng tham chiếu,
- biến $nTbW$ xác định chiều rộng TB,
- biến $nTbH$ xác định chiều cao TB,
- các mẫu lân cận $p[x][y]$, với $x = -1-\text{refIdx}$, $y = -1-\text{refIdx}..nTbH-\text{refIdx}$ và $x = -\text{refIdx}..nTbW-\text{refIdx}$, $y = -1-\text{refIdx}..$

Các đầu ra của quá trình này là các mẫu được dự báo $\text{predSamples}[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$, $y = 0..nTbH - 1$.

Các biến nW và nH được dẫn xuất như sau:

$$nW = \text{Max}(nTbW, 2)$$

$$nH = \text{Max}(nTbH, 2)$$

Các giá trị của các mẫu dự báo $\text{predSamples}[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$ và $y = 0..nTbH - 1$, được dẫn xuất như sau:

$$\text{predV}[x][y] = ((nH - 1 - y) * p[x - \text{refIdx}][-1 - \text{refIdx}] + (y + 1) * p[-1 - \text{refIdx}][nTbH - 1]) \ll \log_2(nW)$$

$$\text{predH}[x][y] = ((nW - 1 - x) * p[-1 - \text{refIdx}][y - \text{refIdx}] + (x + 1) * p[nTbW - 1][y - \text{refIdx}]) \ll \log_2(nH)$$

$$\text{predSamples}[x][y] = (\text{predV}[x][y] + \text{predH}[x][y] + nW * nH) \gg (\log_2(nW) + \log_2(nH) + 1)$$

Quá trình dự báo trong DC cũng có thể được gọi khi chỉ số dòng tham chiếu khác 0.

Các phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.12 và Fig.13 bộc lộ cách thức thực hiện dự báo trong sử dụng chế độ DC khi chỉ số dòng tham chiếu khác 0. Cơ chế lấy mẫu trong trường hợp này giống như các cơ chế được bộc lộ trên đây cho chế độ dự báo trong PLANAR:

Các đầu vào của quá trình này là:

- biến nTbW xác định chiều rộng TB,
- biến nTbH xác định chiều cao TB,
- biến refIdx xác định chỉ số dòng tham chiếu dự báo trong,
- các mẫu lân cận $p[x][y]$, với $x = -1 - \text{refIdx}$,
 $y = -1 - \text{refIdx}..nTbH - \text{refIdx} - 1$ và
 $x = -\text{refIdx}..nTbW - \text{refIdx} - 1$, $y = -1 - \text{refIdx}$.

Các đầu ra của quá trình này là các mẫu được dự báo $\text{predSamples}[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$, $y = 0..nTbH - 1$.

Các giá trị của các mẫu dự báo $\text{predSamples}[x][y]$, với $x = 0..nTbW - 1$, $y = 0..nTbH - 1$, được dẫn xuất bằng các bước có thứ tự sau:

3. Biến dcVal được dẫn xuất như sau:

- Khi nTbW bằng nTbH:

$$\text{dcVal} = \left(\sum_{x'=-1-\text{refIdx}}^{nTbW-1-\text{refIdx}} p[x' - \text{refIdx}][-1 - \text{refIdx}] + \sum_{y'=-1-\text{refIdx}}^{nTbH-1-\text{refIdx}} p[-1 - \text{refIdx}][y' - \text{refIdx}] + nTbW \right) \gg (\log_2(nTbW) + 1)$$

- Khi nTbW lớn hơn nTbH:

$$\text{dcVal} = \left(\sum_{x'=-1-\text{refIdx}}^{nTbW-1-\text{refIdx}} p[x' - \text{refIdx}][-1 - \text{refIdx}] + (nTbW \gg 1) \right) \gg \log_2(nTbW)$$

- Khi nTbW nhỏ hơn nTbH:

$$\text{dcVal} = \left(\sum_{y'=-1-\text{refIdx}}^{nTbH-1-\text{refIdx}} p[-1 - \text{refIdx}][y' - \text{refIdx}] + (nTbH \gg 1) \right) \gg \log_2(nTbH)$$

4. Các mẫu dự báo $\text{predSamples}[x][y]$ được dẫn xuất như sau:

$\text{predSamples}[x][y] = \text{dcVal}$, với $x = 0..nTbW - 1$, $y = 0..nTbH - 1$

Phương án thực hiện sáng chế khác vô hiệu hóa làm mượt các mẫu tham chiếu trong khi các mẫu tham chiếu không liền kề với khối được dự báo, tức là khi chỉ số của dòng tham chiếu của các mẫu tham chiếu (được báo hiệu bởi “ $\text{intra_luma_ref_idx}$ ”) không bằng 0. Phương án thực hiện khác gồm thay đổi bộ lọc mẫu tham chiếu cho chế độ dự báo trong PLANAR với chỉ số của dòng tham chiếu của các mẫu tham chiếu.

Lựa chọn bộ lọc lấy làm ví dụ được nêu trong các Bảng 4 và 5.

Bảng 4. Lựa chọn bộ lọc lấy làm ví dụ với chỉ số của dòng được tham chiếu của các mẫu tham chiếu

Khoảng cách đến khối được dự báo (các mẫu)	Lựa chọn bộ lọc mẫu tham chiếu
0	[1 2 1] nếu khối được dự báo chứa không nhỏ hơn 256 mẫu, [1] ngược lại
Các giá trị khác	[1]

Bảng 5. Lựa chọn bộ lọc lấy làm ví dụ với chỉ số của dòng được tham chiếu của các mẫu tham chiếu

Khoảng cách đến khối được dự báo (các mẫu)	Lựa chọn bộ lọc mẫu tham chiếu
0	[1 2 1] nếu khối được dự báo chứa không nhỏ hơn 256 mẫu, [1] ngược lại
1	[1 2 1] nếu khối được dự báo chứa không nhỏ hơn 128 mẫu, [1] ngược lại
2	[1 0 2 0 1] nếu khối được dự báo chứa không nhỏ hơn 256 mẫu, [1] ngược lại
3	[1 0 2 0 1] nếu khối được dự báo chứa không nhỏ hơn 128 mẫu,

[1 2 1] ngược lại

Phương án thực hiện khác của sáng chế kích hoạt các chế độ dự báo trong PLANAR và DC được sử dụng cho dự báo trong của các phân vùng phụ khi cờ ISP được gán bằng 1. Đề xuất không thực hiện hoạt động PDPC khi cờ ISP được gán bằng 1.

Đối với trường hợp khi chế độ ISP bật, phương án thực hiện lấy làm ví dụ về cách thức xử lý chế độ dự báo trong DC như sau:

- Tính toán giá trị DC cho mẫu tham chiếu của toàn bộ khối, và
- Sử dụng giá trị DC được dự báo DC làm bộ dự báo trong cho tất cả các khối phụ thuộc khối được dự báo.

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị để chọn mẫu tham chiếu thống nhất và bộ lọc nội suy trong dự báo trong có ISP và dự báo trong đa dòng tham chiếu. Việc kết hợp vài cơ chế dự báo trong trong một mô đun dự báo trong (254, 354 trên Fig.2 và Fig.3) đòi hỏi thống nhất các bước xử lý. Cụ thể là, các khía cạnh sau cần giống hệt hoặc có số lượng phép kiểm tra nhỏ nhất:

- Báo hiệu chỉ số chế độ dự báo trong;
- Chuẩn bị tập hợp mẫu tham chiếu từ các mẫu lân cận được tái tạo;
- Lọc mẫu tham chiếu;
- Lọc nội suy pixel con.

Dẫn xuất chế độ dự báo trong dựa trên chỉ số chế độ dự báo trong không quan trọng như báo hiệu chế độ dự báo trong, nhưng tuy nhiên là khía cạnh quan trọng do nó là một phần của đường ống dự báo trong có thể tạo thêm trễ, đặc biệt khi kích thước khối nhỏ. Nguyên nhân của độ trễ này chính là dự báo trong có thể bắt đầu chỉ sau khi chế độ dự báo trong được dẫn xuất, và tiến trình dự báo trong nhanh hơn đối với các khối có các kích thước nhỏ hơn.

Các phương án thực hiện sáng chế nhằm thống nhất các bước ra quyết định làm mượt trong cho các cơ chế dự báo trong khác nhau, bao gồm:

- ISP;
- Làm mượt trong lệ thuộc chế độ (MDIS);
- dự báo trong góc rộng (WAIP);

- dự báo đa dòng tham chiếu (MRLP);
- Tổ hợp dự báo trong lệ thuộc vị trí (PDPC).

Các phương án thực hiện sáng chế là quá trình ra quyết định mà thực hiện lựa chọn các mẫu tham chiếu và các bộ lọc nội suy dựa trên việc kiểm tra tập hợp các điều kiện bao gồm:

- Khuôn dạng khối;
- Chiều dài cạnh tham chiếu chính;
- chế độ dự báo trong;
- ISP.

Các bước theo các phương án thực hiện như sau:

- thực hiện kiểm tra nhanh dựa trên các cờ được phân tách từ dòng bit liệu yêu cầu làm mượt trong, trong đó các trạng thái lọc khối được dò thấy, các trạng thái bao gồm

- o không làm mượt;
- o làm mượt;
- o làm mượt lệ thuộc hướng (làm mượt lệ thuộc kích thước có thể được xem là loại làm mượt lệ thuộc hướng);

- Khi trạng thái được dò thấy là lệ thuộc hướng, sử dụng chế độ dự báo trong và số lượng mẫu trong khối được dự báo để xác định các phương pháp làm mượt trong được áp dụng, bao gồm một hoặc tổ hợp của các phương pháp sau:

- o điều chỉnh của cường độ lọc mẫu tham chiếu;
- o điều chỉnh của cường độ lọc nội suy, chẳng hạn, fG hoặc fC,
- o có mặt trạng thái PDPC.

- Khi trạng thái không mượt được dò thấy, định nghĩa kết hợp của các phương pháp làm mượt trong không bao gồm chúng;

- Khi trạng thái mượt được dò thấy, xác định kết hợp mặc định của các phương pháp làm mượt trong dựa trên số lượng mẫu trong khối được dự báo;

- Thực hiện dự báo trong bao gồm kết hợp được chọn của các phương pháp làm mượt trong.

Phân phác thảo đặc tả VVC mà thực hiện dẫn xuất trạng thái theo các bước được liệt kê trên đây có thể như sau:

Các đầu vào của quá trình này là:

- chế độ dự báo trong predModeIntra,
- biến nTbW xác định chiều rộng TB,
- biến nTbH xác định chiều cao TB,
- biến nCbW xác định chiều rộng CB,
- biến nCbH xác định chiều cao CB,
- chỉ số thành phần màu cIdx

Các đầu ra của quá trình này là chế độ dự báo trong được chỉnh sửa của các biến predModeIntra, intraPredAngle parameter RefFilterFlag và InterpolationFlag.

Các biến nW và nH được dẫn xuất như sau:

- Nếu IntraSubPartitionsSplitType bằng ISP_NO_SPLIT hoặc cIdx không bằng 0, phương trình sau áp dụng:

$$nW = nTbW \quad (8-125)$$

$$nH = nTbH \quad (8-126)$$

- Ngược lại (IntraSubPartitionsSplitType không bằng ISP_NO_SPLIT và cIdx bằng 0), phương trình sau áp dụng:

$$nW = nCbW$$

$$nH = nCbH$$

Biến whRatio được gán bằng $\text{Abs}(\text{Log2}(nW / nH))$.

Đối với các khối không vuông (nW không bằng nH), chế độ dự báo trong predModeIntra được chỉnh sửa như sau:

- Nếu tất cả các điều kiện sau đúng, predModeIntra được gán bằng $(\text{predModeIntra} + 65)$.
 - nW lớn hơn nH
 - predModeIntra lớn hơn hoặc bằng 2
 - $\text{predModeIntra} < (\text{whRatio} > 1) ? (8 + 2 * \text{whRatio}) : 8$
- Ngược lại, nếu tất cả các điều kiện sau, predModeIntra được gán bằng $(\text{predModeIntra} - 67)$.
 - nH lớn hơn nW
 - predModeIntra nhỏ hơn hoặc bằng 66

– predModeIntra lớn hơn

(whRatio > 1) ? (60 – 2 * whRatio) : 60

Tham số góc intraPredAngle được xác định như được nêu trong Bảng 8-5 sử dụng giá trị predModeIntra.

Bảng 8-5 – Mô tả intraPredAngle

predModeIntra	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	2	3	4
intraPredAngle	512	341	256	171	128	102	86	73	64	57	51	45	39	35	32	29	26
predModeIntra	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
intraPredAngle	23	20	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
predModeIntra	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
intraPredAngle	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-23	-26	-29	-32	-29	-26	-23	-20
predModeIntra	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
intraPredAngle	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	6
predModeIntra	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
intraPredAngle	8	10	12	14	16	18	20	23	26	29	32	35	39	45	51	57	64
predModeIntra	73	74	75	76	77	78	79	80									
intraPredAngle	73	86	102	128	171	256	341	512									

Biến filterFlag được dẫn xuất như sau:

- Biến nTbS được gán bằng $\log_2(nW) + \log_2(nH)$
- Nếu một hoặc nhiều điều kiện sau là đúng, filterFlag được gán bằng 0.
- cIdx không bằng 0
- refIdx không bằng 0
- IntraSubPartitionsSplitType không bằng ISP_NO_SPLIT và cIdx bằng 0 và predModeIntra lớn hơn hoặc bằng INTRA_ANGULAR34 và nW lớn hơn 8
- IntraSubPartitionsSplitType không bằng ISP_NO_SPLIT và cIdx bằng 0 và predModeIntra nhỏ hơn INTRA_ANGULAR34 và nH lớn hơn 8.
- Ngược lại, nếu predModeIntra là INTRA_PLANAR, biến filterFlag được gán bằng $nTbS > 5 ? 1 : 0$

- Ngược lại, nếu intraPredAngle lớn hơn 32, biến filterFlag được gán bằng 1
- Ngược lại, điều kiện sau đúng:
 - Biến minDistVerHor được gán bằng $\text{Min}(\text{Abs}(\text{predModeIntra} - 50), \text{Abs}(\text{predModeIntra} - 18))$.
 - Biến $\text{intraHorVerDistThres}[\text{nTbS}]$ được xác định trong Bảng 8-4.
 - Biến filterFlag được dẫn xuất như sau:
 - Nếu minDistVerHor lớn hơn $\text{intraHorVerDistThres}[\text{nTbS}]$ hoặc $\text{Abs}(\text{intraPredAngle}) > 32$, filterFlag được gán bằng 1.

Bảng 8-4 – Mô tả $\text{intraHorVerDistThres}[\text{nTbS}]$ cho các kích thước TB khác nhau nTbS

	$\text{nTbS} = 2$	$\text{nTbS} = 3$	$\text{nTbS} = 4$	$\text{nTbS} = 5$	$\text{nTbS} = 6$	$\text{nTbS} = 7$
$\text{intraHorVerDistThres}[\text{nTbS}]$	16	14	2	0	0	0

Đầu ra các biến RefFilterFlag và InterpolationFlag được dẫn xuất như sau:

- Nếu predModeIntra là INTRA_PLANAR hoặc predIntraAng là bội số nguyên của 32, biến RefFilterFlag được gán bằng filterFlag , InterpolationFlag được gán bằng 0,
- Ngược lại, biến RefFilterFlag được gán bằng 0, InterpolationFlag được gán bằng filterFlag .

Trong phần mô tả trên đây, hai cờ: RefFilterFlag và InterpolationFlag được dẫn xuất. Khi RefFilterFlag bằng 1, các mẫu tham chiếu được lọc trước khi được sử dụng trong dự báo trong. Chẳng hạn, bộ lọc có các hệ số $[1 \ 2 \ 1] / 4$ có thể được áp dụng.

InterpolationFlag điều khiển lựa chọn bộ lọc nội suy. Khi InterpolationFlag bằng 1, các hệ số fG được sử dụng, ngược lại, các hệ số fC được sử dụng (xem Bảng 8-6) trong bước nội suy lấy mẫu phụ của quá trình dự báo trong định hướng.

Bảng 8-6 – Đặc tả các hệ số lọc nội suy fC và fG

Vị trí mẫu phân số p	Hệ số lọc nội suy fC				Hệ số lọc nội suy fG			
	fC[p][0]	fC[p][1]	fC[p][2]	fC[p][3]	fG[p][0]	fG[p][1]	fG[p][2]	fG[p][3]
0	0	64	0	0	16	32	16	0
1	-1	63	2	0	15	29	17	3
2	-2	62	4	0	15	29	17	3
3	-2	60	7	-1	14	29	18	3
4	-2	58	10	-2	13	29	18	4
5	-3	57	12	-2	13	28	19	4
6	-4	56	14	-2	13	28	19	4
7	-4	55	15	-2	12	28	20	4
8	-4	54	16	-2	11	28	20	5
9	-5	53	18	-2	11	27	21	5
10	-6	52	20	-2	10	27	22	5
11	-6	49	24	-3	9	27	22	6
12	-6	46	28	-4	9	26	23	6
13	-5	44	29	-4	9	26	23	6
14	-4	42	30	-4	8	25	24	7
15	-4	39	33	-4	8	25	24	7
16	-4	36	36	-4	8	24	24	8
17	-4	33	39	-4	7	24	25	8
18	-4	30	42	-4	7	24	25	8
19	-4	29	44	-5	6	23	26	9
20	-4	28	46	-6	6	23	26	9
21	-3	24	49	-6	6	22	27	9
22	-2	20	52	-6	5	22	27	10
23	-2	18	53	-5	5	21	27	11
24	-2	16	54	-4	5	20	28	11
25	-2	15	55	-4	4	20	28	12
26	-2	14	56	-4	4	19	28	13
27	-2	12	57	-3	4	19	28	13
28	-2	10	58	-2	4	18	29	13
29	-1	7	60	-2	3	18	29	14
30	0	4	62	-2	3	17	29	15
31	0	2	63	-1	3	17	29	15

Phương án thực hiện khác có thể được tạo như sau:

Các đầu vào của quá trình này là:

- chế độ dự báo trong predModeIntra,
- biến nTbW xác định chiều rộng TB,
- biến nTbH xác định chiều cao TB,
- biến nCbW xác định chiều rộng CB,
- biến nCbH xác định chiều cao CB,
- chỉ số thành phần màu cIdx

Các đầu ra của quá trình này là tham số chế độ dự báo trong `predModeIntra`, `intraPredAngle` `RefFilterFlag` và các biến `InterpolationFlag` chỉnh sửa.

Các biến `nW` và `nH` được dẫn xuất như sau:

- Nếu `IntraSubPartitionsSplitType` bằng `ISP_NO_SPLIT` hoặc `cIdx` không bằng 0, phương trình sau áp dụng:

$$nW = nTbW$$

$$nH = nTbH$$

- Ngược lại (`IntraSubPartitionsSplitType` không bằng `ISP_NO_SPLIT` và `cIdx` bằng 0), phương trình sau áp dụng:

$$nW = nCbW$$

$$nH = nCbH$$

Biến `whRatio` được gán bằng $\text{Abs}(\text{Log2}(nW / nH))$.

Đối với các khối không vuông (`nW` không bằng `nH`), chế độ dự báo trong `predModeIntra` được chỉnh sửa như sau:

- `predModeIntraOrig` được gán bằng `predModeIntra`
- Nếu tất cả các điều kiện sau là đúng, `predModeIntra` được gán bằng $(\text{predModeIntra} + 65)$.
 - `nW` lớn hơn `nH`
 - `predModeIntra` lớn hơn hoặc bằng 2
 - `predModeIntra` nhỏ hơn $(\text{whRatio} > 1) ? (8 + 2 * \text{whRatio}) : 8$
- Ngược lại, nếu tất cả các điều kiện sau là đúng, `predModeIntra` được gán bằng $(\text{predModeIntra} - 67)$.
 - `nH` lớn hơn `nW`
 - `predModeIntra` nhỏ hơn hoặc bằng 66
 - `predModeIntra` lớn hơn $(\text{whRatio} > 1) ? (60 - 2 * \text{whRatio}) : 60$

Tham số góc `intraPredAngle` được xác định như được xác định trong Bảng 8-5 sử dụng giá trị `predModeIntra`.

- Biến $nTbS$ được gán bằng $\log_2(nW) + \log_2(nH)$
 - Biến $smoothState$ được gán bằng 0 (FILTER_NONE) khi một trong các điều kiện sau đúng:
 - Biến $nTbS$ không lớn hơn 2
 - $cIdx$ không bằng 0
 - $refIdx$ không bằng 0
 - $predModeIntraOrig$ là INTRA_DC
 - cờ ISP bật
 - Biến $smoothState$ được gán bằng 1 (FILTER_ALWAYS) khi $intraPredAngle$ lớn hơn 32
 - Ngược lại, $smoothState$ được gán bằng 2 (FILTER_MDIS)
 - Nếu $smoothState$ nhỏ hơn 2, $filterFlag$ được gán bằng $smoothState$,
 - Ngược lại, $filterFlag$ được gán bằng 1 khi một trong các điều kiện sau đúng:
 - $predModeIntraOrig$ là INTRA_PLANAR và $nTbS$ lớn hơn 5;
 - $predModeIntraOrig$ lớn hơn 1 và $predModeIntraOrig$ nhỏ hơn 67 và $\min(\text{Abs}(\text{predModeIntra} - 50), \text{Abs}(\text{predModeIntra} - 18))$ lớn hơn $\text{intraHorVerDistThres}[nTbS]$
- Các biến đầu ra $RefFilterFlag$ và $InterpolationFlag$ được dẫn xuất như sau:
- Nếu $predModeIntra$ là INTRA_PLANAR hoặc $predIntraAng$ là bội số nguyên của 32, biến $RefFilterFlag$ được gán bằng $filterFlag$, $InterpolationFlag$ được gán bằng 0,
 - Ngược lại, biến $RefFilterFlag$ được gán bằng 0, $InterpolationFlag$ được gán bằng $filterFlag$.

Tối ưu hóa tiếp việc ra quyết định MDIS là khả thi khi chỉnh sửa $smoothState$ sau được gán bằng phần 2 (FILTER_MDIS):

...

- Nếu $smoothState$ nhỏ hơn 2, $filterFlag$ được gán bằng $smoothState$,
- Ngược lại, $filterFlag$ được gán bằng 1 khi một trong các điều kiện sau đúng:

- predModeIntraOrig là INTRA_PLANAR và nTbS lớn hơn 5;
 - predModeIntraOrig lớn hơn 1 và predModeIntraOrig nhỏ hơn 67
- và Abs(IntraPredAngle) không nhỏ hơn IntraPredAngleThr [nTbS]

	nTbS = 2	nTbS = 3	nTbS = 4	nTbS = 5	nTbS = 6	nTbS = 7
IntraPredAngleThr[nTbS]	32	26	2	0	0	0

Các biến đầu ra RefFilterFlag và InterpolationFlag được dẫn xuất như sau:

- Nếu predModeIntra là INTRA_PLANAR hoặc predIntraAng là bội số nguyên 32, biến RefFilterFlag được gán bằng filterFlag, InterpolationFlag được gán bằng 0,
- Ngược lại, biến RefFilterFlag được gán bằng 0, InterpolationFlag được gán bằng filterFlag.

...

Dựa trên các phương án thực hiện được mô tả trên đây, tập hợp điều kiện cho trạng thái không làm mượt có thể bao gồm một hoặc vài điều kiện sau:

- cờ ISP bật
- refIdx lớn hơn 1
- chiều dài của cạnh tham chiếu chính nhỏ hơn ngưỡng tham chiếu cạnh chính.

Ngưỡng tham chiếu cạnh chính có thể là giá trị hằng số định trước bằng 4, 8 hoặc 16.

Ngoài ra, khi cờ ISP bật, ngưỡng khác có thể được áp dụng để xác định giá trị filterFlag. Bảng 6 và 7 lấy làm ví dụ lệ thuộc này cho biến thể ngưỡng bởi giá trị tham số predIntraAng và bởi giá trị intraPredMode.

Bảng 6. Lệ thuộc của intraPredAngle vào giá trị cờ ISP

	nTbS = 2	nTbS = 3	nTbS = 4	nTbS = 5	nTbS = 6	nTbS = 7
IntraPredAngleThr[nTbS], cờ ISP bằng 0	32	26	2	0	0	0
IntraPredAngleThr[nTbS], cờ ISP bằng 1	32	32	24	8	2	0

Bảng 7. Lệ thuộc của intraHorVerDistThres vào giá trị cờ ISP

	nTbS = 2	nTbS = 3	nTbS = 4	nTbS = 5	nTbS = 6	nTbS = 7
intraHorVerDistThres[nTbS], cờ ISP bằng 0	16	14	2	0	0	0
intraHorVerDistThres[nTbS], cờ ISP bằng 1	16	16	14	8	2	0

Fig.14 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về lựa chọn loại bộ lọc nội suy. Như được thể hiện trên hình vẽ ở bước 1 trên Fig.14, nếu ISP bật (tức là, $\text{IntraSubPartitionsSplitType} \neq \text{ISP_NO_SPLIT}$), quyết định một bước/một kiểm tra trên loại bộ lọc nội suy cho ISP có thể được thực hiện. Không có lệ thuộc chế độ khi ISP bật. Khi ISP bật, giá trị của filterFlag bằng 0, và loại bộ lọc nội suy fC sẽ được chọn. Điều này có thể thống nhất các bước ra quyết định.

Nếu ISP tắt (tức là, không ISP), trường hợp đã biết sẽ được thực hiện như được thể hiện trên hình vẽ ở bước 2 và bước 3. Trường hợp đã biết là lệ thuộc chế độ. Ở bước 2, chế độ dự báo trong được dẫn xuất. Ở bước 3, điều kiện lệ thuộc chế độ và kích thước cho loại bộ lọc nội suy được dẫn xuất. Do vậy, có ít nhất ba bước quyết định về loại bộ lọc nội suy đối với các trường hợp đã biết. Sau bước 3, loại bộ lọc nội suy được chọn dựa trên điều kiện lệ thuộc chế độ và kích thước được dẫn xuất ở bước 3.

Fig.15 là sơ đồ khối minh họa ví dụ khác của lựa chọn loại bộ lọc nội suy so sánh với các trường hợp đã biết. Trong các trường hợp đã biết, chế độ nội vùng được dẫn xuất khi MRL tắt (tức là, $\text{refIdx} = 0$), và ISP bật (tức là, $\text{IntraSubPartitionsSplitType} \neq \text{ISP_NO_SPLIT}$). Chẳng hạn, các danh sách chế độ có xác suất lớn nhất (most probable mode, MPM) và phi MPM được tạo trong khi dẫn xuất chế độ nội vùng.

Sau đó, loại bộ lọc nội suy lệ thuộc chế độ được chọn. Các mẫu tham chiếu làm mượt hoặc lựa chọn bộ lọc nội suy dựa trên MDI được thực hiện trong khi lựa chọn bộ lọc nội suy lệ thuộc chế độ. Số lượng nhỏ nhất của các mẫu tham chiếu được nạp từ hàng và cột tham chiếu gần nhất. Bộ dự báo trong được tạo

sau khi nạp các mẫu tham chiếu. Chẳng hạn, dự báo tuần tự của tới 4 khối phụ có thể được thực hiện trong quá trình tạo bộ dự báo.

So sánh với các trường hợp đã biết, các phương án thực hiện sáng chế loại bỏ lệ thuộc chế độ khi lựa chọn loại bộ lọc nội suy khi MRL tắt (tức là, refIdx==0), và ISP bật (tức là, IntraSubPartitionsSplitType!=ISP_NO_SPLIT). Chế độ nội vùng có thể được dẫn xuất song song có lựa chọn bộ lọc. Do vậy, đường tới hạn ngắn hơn nếu các phương án thực hiện sáng chế được sử dụng khi tạo dự báo trong.

Việc tạo dự báo cho ISP thường phức tạp hơn do yêu cầu quá trình giải mã lặp vòng. Các phương án thực hiện sáng chế có thể tăng hiệu suất giải mã.

Cụ thể là, các phương pháp và các phương án thực hiện mã hóa dự báo sau của khối hiện tại được triển khai bằng thiết bị giải mã hoặc mã hóa. Thiết bị giải mã có thể là bộ giải mã video 30 trên Fig.1A, hoặc bộ giải mã 30 trên Fig.3. Thiết bị mã hóa có thể là bộ mã hóa video 20 trên Fig.1A, hoặc bộ mã hóa 20 trên Fig.2.

Theo phương án thực hiện 1600 (xem Fig.16), thiết bị thu được thông tin của các ISP ở bước 1601, trong đó thông tin của ISP chỉ báo liệu ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại. Thông tin của ISP có thể được chỉ báo bằng IntraSubPartitionsSplitType. ISP được sử dụng (tức là, ISP bật) để phân tách khối hiện tại khi IntraSubPartitionsSplitType != ISP_NO_SPLIT.

Ở bước 1602, thiết bị chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên thông tin của ISP, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Giá trị của cờ của bộ lọc (filterFlag) có thể được sử dụng để chỉ báo tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Khi giá trị của filterFlag bằng 0, các hệ số fC được chọn. Ngược lại, các hệ số fG được chọn.

Khi thông tin của ISP chỉ báo ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại, trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt. Trạng thái lọc khối có thể được chỉ báo bằng cờ smoothState, và trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt khi giá trị của smoothState bằng 0. Giá trị của filterFlag bằng giá trị của smoothState. Nghĩa là giá trị của filterFlag bằng 0 khi trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt. Tương ứng, các hệ số fC sẽ được chọn.

Ở bước 1603, thiết bị thu được các mẫu được dự báo của khối hiện tại bằng cách áp dụng tập hợp hệ số cho các mẫu tham chiếu. Thiết bị có thể xác định các hệ số lọc nội suy từ tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên chế độ dự báo trong của khối hiện tại; và sau đó thu được các mẫu được dự báo của khối hiện tại bằng cách áp dụng các hệ số lọc nội suy được xác định cho các mẫu tham chiếu.

Theo phương án thực hiện 1700 (xem Fig.17), thiết bị dò thấy trạng thái lọc khối dựa trên thông tin của ISP ở bước 1701, trong đó trạng thái lọc khối bao gồm trạng thái không mượt, trạng thái mượt, hoặc trạng thái mượt phụ thuộc hướng. Thông tin của ISP có thể được chỉ báo bằng IntraSubPartitionsSplitType. ISP được sử dụng (tức là, ISP bật) để phân tách khối hiện tại khi IntraSubPartitionsSplitType $\neq$ ISP_NO_SPLIT. Khi thông tin của ISP chỉ báo ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại, trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt. Trạng thái lọc khối có thể được chỉ báo bằng cờ smoothState, và trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt khi giá trị của smoothState bằng 0.

Ở bước 1702, thiết bị lựa chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên giá trị của trạng thái lọc khối, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Giá trị của cờ của bộ lọc (filterFlag) có thể được sử dụng để chỉ báo tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Khi giá trị của filterFlag bằng 0, các hệ số fC được chọn. Ngược lại, các hệ số fG được chọn.

Giá trị của filterFlag bằng giá trị của smoothState. Việc nghĩa là giá trị của filterFlag bằng 0 khi trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt. Tương ứng, các hệ số fC sẽ được chọn.

Ở bước 1703, thiết bị thu được các mẫu được dự báo của khối hiện tại bằng cách áp dụng tập hợp hệ số cho các mẫu tham chiếu. Thiết bị có thể xác định các hệ số lọc nội suy từ tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên chế độ dự báo trong của khối hiện tại; và sau đó thu được các mẫu được dự báo của khối hiện tại bằng cách áp dụng các hệ số lọc nội suy được xác định cho các mẫu tham chiếu.

Thông tin chi tiết của các phương án thực hiện 1600 hoặc 1700 được thể hiện trên các phương án thực hiện nêu trên.

Fig.18 minh họa các phương án thực hiện của thiết bị 1800. Thiết bị 1800 có

thể là bộ giải mã video 30 trên Fig.1A, hoặc bộ giải mã 30 trên Fig.3, hoặc có thể là bộ mã hóa video 20 trên Fig.1A, hoặc bộ mã hóa 20 trên Fig.2. Thiết bị 1800 có thể được sử dụng để thực hiện phương án thực hiện 1600, và các phương án thực hiện khác được mô tả trên đây.

Thiết bị 1800 dự báo trong của ảnh, bao gồm khối thu thập 1801, khối lựa chọn 1802, và khối dự báo 1803. Khối thu thập 1801, được tạo cấu hình để thu được thông tin của các ISP, trong đó thông tin của ISP chỉ báo liệu ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại. Khối lựa chọn 1802, được tạo cấu hình để chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên thông tin của ISP, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC. Khối dự báo 1803, được tạo cấu hình để thu được các mẫu được dự báo của khối hiện tại bằng cách áp dụng tập hợp hệ số cho các mẫu tham chiếu.

Khối lựa chọn 1802, được tạo cấu hình để xác định trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt khi thông tin của ISP chỉ báo ISP được sử dụng để phân tách khối hiện tại; và lựa chọn các hệ số fC khi trạng thái lọc khối là trạng thái không mượt.

Khối dự báo 1803, được tạo cấu hình để xác định các hệ số lọc nội suy từ tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên chế độ dự báo trong của khối hiện tại; và thu được các mẫu được dự báo của khối hiện tại bằng cách áp dụng các hệ số lọc nội suy được xác định cho các mẫu tham chiếu.

Fig.19 minh họa các phương án thực hiện của thiết bị 1900. Thiết bị 1900 có thể là bộ giải mã video 30 trên Fig.1A, hoặc bộ giải mã 30 trên Fig.3, hoặc có thể là bộ mã hóa video 20 trên Fig.1A, hoặc bộ mã hóa 20 trên Fig.2. Thiết bị 1900 có thể được sử dụng để thực hiện phương án thực hiện 1700, và các phương án thực hiện khác được mô tả trên đây.

Thiết bị 1900 dự báo trong của ảnh, bao gồm khối dò 1901, khối lựa chọn 1902, và khối dự báo 1903. Khối dò 1901, được tạo cấu hình để dò trạng thái lọc khối dựa trên thông tin của các ISP, trong đó trạng thái lọc khối bao gồm trạng thái không mượt, trạng thái mượt, hoặc trạng thái mượt phụ thuộc hướng. Khối lựa chọn 1902, được tạo cấu hình để chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên giá trị của trạng thái lọc khối, trong đó tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là

các hệ số fG hoặc hệ số fC. Khối dự báo 1903, được tạo cấu hình để thu được các mẫu được dự báo của khối hiện tại bằng cách áp dụng tập hợp hệ số cho các mẫu tham chiếu.

Khối lựa chọn 1902, được tạo cấu hình để xác định cờ của bộ lọc (filterFlag) dựa trên trạng thái lọc khối, trong đó giá trị của filterFlag chỉ báo tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy là các hệ số fG hoặc các hệ số fC; và chọn tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên giá trị của cờ của bộ lọc.

Khối dự báo 1903, được tạo cấu hình để xác định các hệ số lọc nội suy từ tập hợp hệ số của bộ lọc nội suy dựa trên chế độ dự báo trong của khối hiện tại; và thu được các mẫu được dự báo của khối hiện tại bằng cách áp dụng các hệ số lọc nội suy được xác định cho các mẫu tham chiếu.

Sáng chế đề cập đến tập hợp của các phương án thực hiện hoặc các khía cạnh sau:

Phương án thực hiện 1. Phương pháp làm mượt trong cho dự báo trong của khối, bao gồm:

xác định trạng thái mượt của khối, trong đó trạng thái mượt bao gồm không làm mượt, làm mượt, hoặc làm mượt lệ thuộc hướng;

thực hiện các bước sau dựa trên trạng thái mượt của khối:

- Khi trạng thái mượt là làm mượt lệ thuộc hướng, sử dụng mật dốc hướng và số lượng mẫu trong khối được dự báo để xác định các phương pháp làm mượt trong;

- Khi trạng thái mượt là không làm mượt, không sử dụng phương pháp làm mượt trong; hoặc

- Khi trạng thái mượt là làm mượt, sử dụng kết hợp mặc định của các phương pháp làm mượt trong dựa trên số lượng mẫu trong khối được dự báo.

Phương án thực hiện 2. Phương pháp theo phương án thực hiện 1, trong đó các phương pháp làm mượt trong bao gồm một hoặc nhiều tham số sau:

- điều chỉnh của cường độ lọc mẫu tham chiếu;
- điều chỉnh của cường độ lọc nội suy; hoặc
- Xuất hiện giai đoạn PDPC.

Phương án thực hiện 3. Phương pháp theo phương án thực hiện 1 hoặc 2, trong

đó mặt đốc hướng được định nghĩa từ chỉ số chế độ dự báo là $\text{Min}(\text{Abs}(\text{predModeIntra} - 50), \text{Abs}(\text{predModeIntra} - 18))$.

Phương án thực hiện 4. Phương pháp theo phương án thực hiện 1 hoặc 2, trong đó mặt đốc hướng được định nghĩa từ tham số predIntraAng là $\text{Abs}(\text{predIntraAng})$.

Phương án thực hiện 5. Phương pháp theo phương án bất kỳ trong các phương án thực hiện trước đó, trong đó dự báo trong bao gồm một hoặc nhiều tham số sau:

- ISP;
- MDIS;
- WAIP;
- MRLP; hoặc
- PDPC.

Phương án thực hiện 6. Phương pháp theo phương án thực hiện 5, trong đó cờ ISP được xem xét khi trạng thái mượt là làm mượt lệ thuộc hướng.

Phương án thực hiện 7. Phương pháp theo phương án thực hiện 5 hoặc 6, trong đó trạng thái không lọc được gán bằng không lọc khi chế độ dự báo trong là INTRA_DC , hoặc chỉ số tham chiếu MRLP không bằng 0, hoặc thành phần sắc độ được xử lý.

Phương án thực hiện 8. Phương pháp theo phương án bất kỳ trong các phương án thực hiện trước đó, việc thống nhất dự báo trong dựa trên một hoặc nhiều tham số sau:

- Khuôn dạng khối;
- chiều dài cạnh tham chiếu chính;
- chế độ dự báo trong; hoặc
- ISP.

Phương án thực hiện 9. Phương pháp theo phương án bất kỳ trong các phương án thực hiện nêu trên, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

phân tách một hoặc nhiều cờ từ dòng bit, và

xác định liệu để thực hiện làm mượt trong dựa trên một hoặc nhiều cờ.

Như được nêu trên đây, khi ISP bật, các phương án thực hiện sáng chế loại

bỏ lệ thuộc chế độ trong khi lựa chọn loại bộ lọc nội suy. Khi ISP bật, giá trị của filterFlag bằng 0, và loại bộ lọc nội suy fC sẽ được chọn. Các phương án thực hiện của sáng chế đề cập đến giải pháp kỹ thuật tuyến ngắn hơn tuyến trình so với các phương pháp lệ thuộc chế độ trong các trường hợp đã biết. Điều này có thể tăng hiệu suất mã hóa hoặc giải mã, và cũng thống nhất các bước ra quyết định.

Phần sau giải thích các ứng dụng của phương pháp mã hóa cũng như phương pháp giải mã như được thể hiện trên các phương án thực hiện nêu trên, và hệ thống sử dụng chúng.

Fig.20 là sơ đồ khối thể hiện hệ thống cấp nội dung 3100 để thực hiện dịch vụ phân phối nội dung. Hệ thống cấp nội dung này 3100 bao gồm thiết bị chụp 3102, thiết bị đầu cuối 3106, và một cách tùy chọn bao gồm bộ phận hiển thị 3126. Thiết bị chụp 3102 truyền thông với thiết bị đầu cuối 3106 trên liên kết truyền thông 3104. Liên kết truyền thông có thể bao gồm kênh truyền thông 13 được mô tả trên đây. Liên kết truyền thông 3104 bao gồm mà không bị giới hạn ở WIFI, Ethernet, cáp, không dây (3G/4G/5G), USB, hoặc loại kết hợp bất kỳ của nó, hoặc tương tự.

Thiết bị chụp 3102 tạo dữ liệu, và có thể mã hóa dữ liệu bằng phương pháp mã hóa như được thể hiện trên các phương án thực hiện trên đây. Theo cách khác, thiết bị chụp 3102 có thể phát tán dữ liệu đến máy chủ streaming (không được thể hiện trên hình vẽ), và máy chủ mã hóa dữ liệu và truyền dữ liệu được mã hóa đến thiết bị đầu cuối 3106. Thiết bị chụp 3102 bao gồm mà không bị giới hạn ở camera, điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng, máy tính hoặc máy tính xách tay, hệ thống hội nghị video, PDA, thiết bị lắp trong xe, hoặc kết hợp của các thiết bị bất kỳ, hoặc tương tự. Chẳng hạn, thiết bị chụp 3102 có thể bao gồm thiết bị nguồn 12 như được mô tả trên đây. Khi dữ liệu bao gồm video, bộ mã hóa video 20 được bao gồm trong thiết bị chụp 3102 có thể thực sự thực hiện xử lý mã hóa video. Khi dữ liệu bao gồm audio (tức là, giọng nói), bộ mã hóa audio được bao gồm trong thiết bị chụp 3102 có thể thực sự thực hiện xử lý mã hóa audio. Đối với một số kịch bản thực tế, thiết bị chụp 3102 phân tán dữ liệu video và audio được mã hóa bằng cách ghép kênh chúng với nhau. Đối với các kịch

bản thực tế khác, chẳng hạn trong hệ thống hội nghị video, dữ liệu audio được mã hóa và dữ liệu video được mã hóa không được ghép kênh. Thiết bị chụp 3102 phân tán dữ liệu audio được mã hóa và dữ liệu video được mã hóa đến thiết bị đầu cuối 3106 riêng rẽ.

Trong hệ thống cấp nội dung 3100, thiết bị đầu cuối 310 nhận và tái tạo dữ liệu được mã hóa. Thiết bị đầu cuối 3106 có thể là thiết bị có khả năng nhận và khôi phục dữ liệu, chẳng hạn điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng 3108, máy tính hoặc máy tính xách tay 3110, đầu ghi video mạng (network video recorder, NVR)/đầu ghi video số (digital video recorder, DVR) 3112, TV 3114, hộp tín hiệu truyền hình số (set top box, STB) 3116, hệ thống hội nghị video 3118, hệ thống giám sát video 3120, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (personal digital assistant, PDA) 3122, thiết bị lắp trong xe 3124, hoặc kết hợp của các thiết bị bất kỳ, hoặc tương tự có thể giải mã dữ liệu được mã hóa nêu trên. Chẳng hạn, thiết bị đầu cuối 3106 có thể bao gồm thiết bị đích 14 như được mô tả trên đây. Khi dữ liệu được mã hóa bao gồm video, bộ giải mã video 30 được bao gồm trong thiết bị đầu cuối được ưu tiên để thực hiện giải mã video. Khi dữ liệu được mã hóa bao gồm audio, bộ giải mã audio được bao gồm trong thiết bị đầu cuối được ưu tiên để thực hiện xử lý giải mã audio.

Đối với thiết bị đầu cuối có bộ phận hiển thị, chẳng hạn, điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng 3108, máy tính hoặc máy tính xách tay 3110, NVR/DVR 3112, TV 3114, PDA 3122, hoặc thiết bị lắp trong xe 3124, thiết bị đầu cuối có thể cấp dữ liệu được giải mã cho bộ phận hiển thị. Đối với thiết bị đầu cuối không có màn hiển thị, chẳng hạn, STB 3116, hệ thống hội nghị video 3118, hoặc hệ thống giám sát video 3120, màn hiển thị bên ngoài 3126 được tiếp xúc ở đây để nhận và thể hiện dữ liệu được giải mã.

Khi mỗi thiết bị trong hệ thống này thực hiện mã hóa hoặc giải mã, thiết bị mã hóa ảnh hoặc thiết bị giải mã ảnh, như được thể hiện trên các phương án thực hiện nêu trên, có thể được sử dụng.

Fig.21 là sơ đồ thể hiện cấu trúc của ví dụ về thiết bị đầu cuối 3106. Sau khi thiết bị đầu cuối 3106 nhận dòng từ thiết bị chụp 3102, khối xử lý giao thức 3202 phân tích giao thức truyền của dòng. Giao thức bao gồm mà không bị giới hạn ở

giao thức streaming thời gian thực (Real Time Streaming Protocol, RTSP), giao thức truyền siêu văn bản (Hyper Text Transfer Protocol, HTTP), giao thức truyền trực tiếp HTTP (HTTP Live streaming protocol, HLS), MPEG-DASH, giao thức vận tải thời gian thực (Real-time Transport protocol, RTP), giao thức nhắn tin thời gian thực (Real Time Messaging Protocol, RTMP), hoặc loại kết hợp bất kỳ của nó, hoặc tương tự.

Sau khi khối xử lý giao thức 3202 xử lý dòng, tệp dòng được tạo. Tệp tin được xuất ra khỏi phân kênh 3204. Khối phân kênh 3204 có thể tách riêng dữ liệu được ghép kênh thành dữ liệu audio được mã hóa và dữ liệu video được mã hóa. Như được mô tả trên đây, đối với một số kịch bản thực tế, chẳng hạn trong hệ thống hội nghị video, dữ liệu audio được mã hóa và dữ liệu video được mã hóa không được ghép kênh. Trong tình huống này, dữ liệu được mã hóa được truyền đến bộ giải mã video 3206 và bộ giải mã audio 3208 mà không qua khối phân kênh 3204.

Qua quá trình phân kênh, dòng sơ cấp video (elementary stream, ES), ES audio, và một cách tùy chọn phụ đề được tạo. Bộ giải mã video 3206, mà bao gồm bộ giải mã video 30 như được giải thích trong các phương án thực hiện nêu trên, giải mã ES video bằng phương pháp giải mã như được thể hiện trên các phương án thực hiện nêu trên để tạo khung video, và nạp dữ liệu này cho khối đồng bộ 3212. Bộ giải mã audio 3208, giải mã ES audio để tạo khung audio, và nạp dữ liệu này cho khối đồng bộ 3212. Theo cách khác, khung video có thể lưu trữ trong bộ đệm (không được thể hiện trên Fig.Y) trước khi cấp nó cho khối đồng bộ 3212. Tương tự, khung audio có thể lưu trữ trong bộ đệm (không được thể hiện trên Fig.Y) trước khi cấp nó cho khối đồng bộ 3212.

Khối đồng bộ 3212 đồng bộ khung video và khung audio, và cấp video/audio cho bộ phận hiển thị video/audio 3214. Chẳng hạn, khối đồng bộ 3212 đồng bộ hiển thị thông tin video và audio. Thông tin có thể mã hóa trong cú pháp sử dụng các nhãn thời gian liên quan đến hiển thị dữ liệu audio và hình ảnh được mã hóa và các nhãn thời gian liên quan đến truyền chính dòng dữ liệu.

Nếu phụ đề được bao gồm trong dòng, phụ đề bộ giải mã 3210 giải mã phụ đề, và đồng bộ nó với khung video và khung audio, và cấp video/audio/phụ đề

cho bộ phận hiển thị video/audio/phụ đề 3216.

Sáng chế không bị giới hạn ở hệ thống nêu trên, và thiết bị mã hóa ảnh hoặc thiết bị giải mã ảnh theo các phương án thực hiện nêu trên có thể được đưa vào hệ thống khác, chẳng hạn, hệ thống ô tô.

Các toán tử

Các toán tử được sử dụng trong sáng chế giống như các toán tử được sử dụng trong ngôn ngữ lập trình C. Tuy nhiên, các kết quả của phép chia số nguyên và phép dịch số học được định nghĩa chính xác hơn, và các phép toán bổ sung được định nghĩa, chẳng hạn phép nâng lũy thừa và phép chia số thực. Các quy ước đánh số và đếm số nói chung bắt đầu từ 0, chẳng hạn, “thứ nhất” tương đương với thứ 0, “thứ hai” tương đương với thứ nhất, v.v..

Toán tử số học

Các toán tử số học sau được định nghĩa như sau:

+ Phép cộng

– Phép trừ (như là toán tử hai đối số) hoặc âm (như là toán tử tiền tố một ngôi)

* Phép nhân, bao gồm nhân ma trận

Lũy thừa. Xác định x nâng lên lũy thừa của y . Trong các ngữ cảnh khác, ký pháp này được sử dụng cho chỉ số trên không nhằm hiểu là lũy thừa.

/ Phép chia số nguyên có rút gọn kết quả về 0. Chẳng hạn, $7 / 4$ và $-7 / -4$ được rút gọn về 1 và $-7 / 4$ và $7 / -4$ được rút gọn về -1.

$\div$ Được sử dụng để ký hiệu phép chia trong các phương trình toán học trong đó không rút gọn hoặc làm tròn.

$\frac{x}{y}$ Được sử dụng để ký hiệu phép chia trong các phương trình toán học trong đó không rút gọn hoặc làm tròn.

$\sum_{i=x}^y f(i)$ Tính tổng của $f(i)$ với i lấy tất cả các giá trị số nguyên từ x đến y và bao gồm y .

$x \% y$ Modulus. Số dư của x được chia cho y , được định nghĩa chỉ cho các số nguyên x và y với $x \geq 0$ và $y > 0$.

Các toán tử logic

Các toán tử logic sau được định nghĩa như sau:

$x \&\& y$ Logic boolean “and” của x và y

$x || y$ Logic boolean “or” của x và y

$!$ Logic boolean “no”

$x ? y : z$ Nếu x là TRUE hoặc không bằng 0, tính giá trị của y ; ngược lại, tính giá trị của z .

Các toán tử quan hệ

Các toán tử quan hệ sau được định nghĩa như sau:

$>$ Lớn hơn

$>=$ Lớn hơn hoặc bằng

$<$ Nhỏ hơn

$<=$ Nhỏ hơn hoặc bằng

$=$ Bằng

$!=$ Không bằng

Khi toán tử quan hệ được áp dụng cho phần tử cú pháp hoặc biến được gán giá trị “na” (không áp dụng), giá trị “na” được xem là giá trị riêng cho phần tử cú pháp này hoặc biến. Giá trị “na” được xem không bằng giá trị khác bất kỳ.

Các toán tử theo bit

Các toán tử theo bit sau được định nghĩa như sau:

$\&$ “and” theo bit. Khi hoạt động trên các đối số nguyên, hoạt động trên biểu diễn bù 2 của giá trị nguyên. Khi hoạt động trên đối số nhị phân chứa ít bit hơn đối số khác, đối số ngắn hơn được mở rộng bằng cách bổ sung nhiều bit có trọng số hơn bằng 0.

| “or” theo bit. Khi hoạt động trên các đối số nguyên, hoạt động trên biểu diễn bù 2 của giá trị nguyên. Khi hoạt động trên đối số nhị phân chứa ít bit hơn đối số khác, đối số ngắn hơn được mở rộng bằng cách bổ sung nhiều bit có trọng số hơn bằng 0.

^ “exclusive or” theo bit. Khi hoạt động trên các đối số nguyên, hoạt động trên biểu diễn bù 2 của giá trị nguyên. Khi hoạt động trên đối số nhị phân chứa ít bit hơn đối số khác, đối số ngắn hơn được mở rộng bằng cách bổ sung nhiều bit có trọng số hơn bằng 0.

$x \gg y$ Dịch phải số học của biểu diễn số nguyên bù 2 của x sang y số nhị phân. Hàm này chỉ được định nghĩa cho các giá trị nguyên không âm của y . Các bit được dịch thành các MSB như là kết quả dịch phải có giá trị bằng MSB của x trước phép dịch.

$x \ll y$ Dịch trái số học của biểu diễn số nguyên bù 2 của x sang y số nhị phân. Hàm này chỉ được định nghĩa cho các giá trị nguyên không âm của y . Các bit được dịch thành các bit có trọng số nhỏ nhất (least significant bit, LSB) làm kết quả dịch trái có giá trị bằng 0.

Các phép gán

Các toán tử số học sau được định nghĩa như sau:

= Phép gán

++ Tăng, tức là, $x++$ tương đương với $x = x + 1$; khi được sử dụng trong chỉ số mảng, tính giá trị của biến trước phép tăng.

-- Giảm, tức là, $x--$ tương đương với $x = x - 1$; khi được sử dụng trong chỉ số mảng, tính giá trị của biến trước phép giảm.

+= Tăng theo lượng được xác định, tức là, $x += 3$ tương đương với $x = x + 3$, và $x += (-3)$ tương đương với $x = x + (-3)$.

-= Giảm theo lượng được xác định, tức là, $x -= 3$ tương đương với $x = x - 3$, và $x -= (-3)$ tương đương với $x = x - (-3)$.

Ký pháp khoảng

Ký pháp sau được sử dụng để xác định khoảng giá trị:

$x = y..z$ x lấy các giá trị nguyên bắt đầu trong khoảng từ y đến z , với x , y , và z là các số nguyên và z lớn hơn y .

Các hàm toán học

Các hàm toán học sau được định nghĩa:

$$\text{Abs}(x) = \begin{cases} x & ; \quad x \geq 0 \\ -x & ; \quad x < 0 \end{cases}$$

$\text{Asin}(x)$ hàm lượng giác sin ngược, hoạt động trên đối số x nằm trọn trong khoảng từ $-1,0$ đến $1,0$, có giá trị đầu ra trọn trong khoảng từ $-\pi/2$ đến $\pi/2$, theo các đơn vị radian

$\text{Atan}(x)$ hàm lượng giác tang ngược, hoạt động trên đối số x , có giá trị đầu ra trọn trong khoảng từ $-\pi/2$ đến $\pi/2$, theo các đơn vị radian

$$\text{Atan2}(y, x) = \begin{cases} \text{Atan}\left(\frac{y}{x}\right) & ; \quad x > 0 \\ \text{Atan}\left(\frac{y}{x}\right) + \pi & ; \quad x < 0 \ \&\& \ y \geq 0 \\ \text{Atan}\left(\frac{y}{x}\right) - \pi & ; \quad x < 0 \ \&\& \ y < 0 \\ +\frac{\pi}{2} & ; \quad x = 0 \ \&\& \ y \geq 0 \\ -\frac{\pi}{2} & ; \quad \text{ngược lại} \end{cases}$$

$\text{Ceil}(x)$ số nguyên nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng x .

$\text{Clip1}_Y(x) = \text{Clip3}(0, (1 \ll \text{BitDepth}_Y) - 1, x)$

$\text{Clip1}_C(x) = \text{Clip3}(0, (1 \ll \text{BitDepth}_C) - 1, x)$

$$\text{Clip3}(x, y, z) = \begin{cases} x & ; \quad z < x \\ y & ; \quad z > y \\ z & ; \quad \text{ngược lại} \end{cases}$$

$\text{Cos}(x)$ hàm lượng giác cosin hoạt động trên đối số x theo các đơn vị radian.

$\text{Floor}(x)$ số nguyên lớn nhất nhỏ hơn hoặc bằng x .

$$\text{GetCurrMsb}(a, b, c, d) = \begin{cases} c + d & ; \quad b - a \geq d/2 \\ c - d & ; \quad a - b > d/2 \\ c & ; \quad \text{ngược lại} \end{cases}$$

$\text{Ln}(x)$ lôgarit tự nhiên của x (lôgarit cơ số e , trong đó e là lôgarit tự nhiên cơ số hằng số 2,718 281 828...).

$\text{Log2}(x)$ lôgarit cơ số 2 của x .

$\text{Log10}(x)$ lôgarit cơ số 10 của x .

$$\text{Min}(x, y) = \begin{cases} x & ; \quad x \leq y \\ y & ; \quad x > y \end{cases}$$

$$\text{Max}(x, y) = \begin{cases} x & ; \quad x \geq y \\ y & ; \quad x < y \end{cases}$$

$$\text{Round}(x) = \text{Sign}(x) * \text{Floor}(\text{Abs}(x) + 0.5)$$

$$\text{Sign}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x > 0 \\ 0 & ; \quad x == 0 \\ -1 & ; \quad x < 0 \end{cases}$$

$\text{Sin}(x)$ hàm lượng giác sin hoạt động trên đối số x theo các đơn vị radian

$$\text{Sqrt}(x) = \sqrt{x}$$

$$\text{Swap}(x, y) = (y, x)$$

$\text{Tan}(x)$ hàm lượng giác tang hoạt động trên đối số x theo các đơn vị radian

Thứ tự ưu tiên phép toán

Khi thứ tự ưu tiên trong biểu thức không được chỉ báo tường minh nhờ sử dụng các dấu ngoặc, các quy tắc sau áp dụng:

- Các phép toán có độ ưu tiên cao hơn được tính toán trước phép toán bất kỳ có độ ưu tiên thấp hơn.

- Các phép toán có cùng độ ưu tiên được tính toán tuần tự từ trái sang phải.

Bảng dưới đây xác định độ ưu tiên của các phép toán từ cao nhất đến thấp nhất; vị trí cao hơn trong bảng chỉ báo độ ưu tiên cao hơn.

Đối với các toán tử cũng được sử dụng trong ngôn ngữ lập trình C, thứ tự ưu tiên được sử dụng trong bản mô tả giống như được sử dụng trong ngôn ngữ lập trình C.

Bảng: độ ưu tiên phép toán từ cao nhất (ở đầu bảng) đến thấp nhất (ở dưới bảng)

các phép toán (với các toán hạng x , y , và z)
“ $x++$ ”, “ $x--$ ”
“ $!x$ ”, “ $-x$ ” (như là toán tử tiền tố một ngôi)
x^y
“ $x * y$ ”, “ x / y ”, “ $x \div y$ ”, “ $\frac{x}{y}$ ”, “ $x \% y$ ”
“ $x + y$ ”, “ $x - y$ ” (như là toán tử hai đối số), “ $\sum_{i=x}^y f(i)$ ”

"x << y", "x >> y"
"x < y", "x <= y", "x > y", "x >= y"
"x == y", "x != y"
"x & y"
"x y"
"x && y"
"x y"
"x ? y : z"
"x..y"
"x = y", "x += y", "x -= y"

Mô tả văn bản của các phép toán logic

Theo văn bản, mệnh đề của các phép toán logic như sẽ được mô tả ở dạng toán học sau:

if(điều kiện 0)

mệnh đề 0

else if(điều kiện 1)

mệnh đề 1

...

else /* nhận xét mang thông tin về điều kiện hiện tại */
mệnh đề n

có thể được mô tả theo cách sau:

... như sau / ... phương trình sau áp dụng:

- If điều kiện 0, mệnh đề 0
- otherwise, if điều kiện 1, mệnh đề 1
- ...
- Otherwise (nhận xét mang thông tin về điều kiện hiện tại),
mệnh đề n

Mỗi mệnh đề “Nếu ... Ngược lại, nếu ... Ngược lại, ...” trong văn bản có “... như sau” hoặc “... phương trình sau áp dụng” ngay sau “If ... “. Điều kiện cuối cùng của “Nếu ... Ngược lại, nếu ... Ngược lại, ...” luôn là “Ngược lại, ...”. Các

mệnh đề đan xen “Nếu ... Ngược lại, nếu ... Ngược lại, ...” có thể được nhận diện bằng cách so khớp “... như sau” hoặc “... phương trình sau áp dụng” có kết thúc “Ngược lại, ...”.

Theo văn bản, mệnh đề của các phép toán logic như sẽ được mô tả ở dạng toán học sau:

if(điều kiện 0a && điều kiện 0b)

mệnh đề 0

else if(điều kiện 1a || điều kiện 1b)

mệnh đề 1

...

else

mệnh đề n

có thể được mô tả theo cách sau:

... như sau / ... phương trình sau áp dụng:

- Nếu tất cả các điều kiện sau là đúng, mệnh đề 0:
- điều kiện 0a
- điều kiện 0b
- Ngược lại, nếu một hoặc nhiều các điều kiện sau là đúng,

mệnh đề 1:

- điều kiện 1a
- điều kiện 1b
- ...
- Ngược lại, mệnh đề n

Theo văn bản, mệnh đề của các phép toán logic như sẽ được mô tả ở dạng toán học sau:

if(điều kiện 0)

mệnh đề 0

if(điều kiện 1)

mệnh đề 1

có thể được mô tả theo cách sau:

Khi điều kiện 0, mệnh đề 0

Khi điều kiện 1, mệnh đề 1

Mặc dù các phương án thực hiện của sáng chế đã được mô tả chủ yếu dựa trên tạo mã video, cần lưu ý rằng các phương án thực hiện của hệ thống tạo mã 10, bộ mã hóa 20 lần bộ giải mã 30 (và tương ứng hệ thống 10) và các phương án thực hiện khác được mô tả ở đây có thể cũng được tạo cấu hình để xử lý ảnh tĩnh hoặc mã hóa, tức là, xử lý hoặc mã hóa ảnh riêng rẽ độc lập với ảnh đứng trước hoặc sau bất kỳ như trong tạo mã video. Nói chung, chỉ khối dự báo ngoài 244 (bộ mã hóa) và 344 (bộ giải mã) có thể không khả dụng trong trường hợp mã hóa ảnh xử lý bị giới hạn ở một ảnh 17. Tất cả các chức năng khác (cũng được gọi là các công cụ hoặc công nghệ) của bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được sử dụng cân bằng cho xử lý ảnh tĩnh, chẳng hạn, tính toán dư 204/304, biến đổi 206, lượng tử hóa 208, lượng tử hóa ngược 210/310, biến đổi (ngược 212/312, phân vùng 262/362, dự báo trong 254/354, và/hoặc lọc vòng 220, 320, và mã hóa entropy 270 và giải mã entropy 304.

Các phương án thực hiện, chẳng hạn, mô tả bộ mã hóa 20 và bộ giải mã 30, và các chức năng, chẳng hạn, dựa vào bộ mã hóa 20 và bộ giải mã 30, có thể được triển khai in phần cứng, phần mềm, firmware, hoặc kết hợp bất kỳ của nó. Nếu được triển khai trong phần mềm, các chức năng có thể được lưu trữ trên phương tiện máy tính đọc được hoặc được truyền trên các phương tiện truyền thông dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã và được thực thi bởi khối xử lý dựa trên phần cứng. Các phương tiện máy tính đọc được có thể bao gồm các phương tiện máy tính lưu trữ đọc được, mà tương ứng với phương tiện hữu hình chẳng hạn phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông bao gồm phương tiện bất kỳ để truyền chương trình máy tính từ một điểm sang điểm khác, chẳng hạn, theo giao thức truyền thông. Theo cách này, các phương tiện máy tính đọc được Nói chung có thể tương ứng với (1) các phương tiện máy tính lưu trữ đọc được hữu hình vốn bất biến hoặc (2) phương tiện truyền thông chẳng hạn tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện khả dụng bất kỳ mà có thể được truy nhập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để truy xuất lệnh, mã và/hoặc cấu trúc dữ liệu để thực hiện kỹ thuật được mô tả trong sáng chế. Sản phẩm chương trình máy tính có thể bao

gồm phương tiện máy tính đọc được.

Thông qua ví dụ và không giới hạn, các phương tiện máy tính lưu trữ đọc được này có thể bao gồm RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM hoặc bộ lưu trữ đĩa quang khác, bộ lưu trữ đĩa từ, hoặc bộ lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ nhanh, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được sử dụng để lưu trữ mã chương trình mong muốn ở dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và có thể được truy nhập bởi máy tính. Kết nối bất kỳ cũng được đặt tên đúng là phương tiện máy tính đọc được. Chẳng hạn, nếu các lệnh được truyền từ website, máy chủ, hoặc nguồn từ xa khác sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp xoắn, đường thuê bao số (digital subscriber line, DSL), hoặc công nghệ không dây chẳng hạn hồng ngoại, vô tuyến, và vi sóng, sau đó cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp xoắn, DSL, hoặc công nghệ không dây chẳng hạn hồng ngoại, vô tuyến, và vi sóng được bao gồm trong định nghĩa về môi trường. Cần hiểu rằng, tuy nhiên, thật các phương tiện máy tính lưu trữ đọc được và phương tiện lưu trữ dữ liệu không bao gồm các kết nối, sóng mang, tín hiệu, hoặc phương tiện khả biến khác, mà thay vào đó dành cho các phương tiện lưu trữ hữu hình, bất biến. Disk và disc, như được sử dụng ở đây, bao gồm compact disc (CD), đĩa laser, đĩa quang, đĩa đa dụng số (digital versatile disc, DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó disk thường tái tạo dữ liệu dạng từ tính, trong khi disc tái tạo dữ liệu dạng quang học bằng laser. Các kết hợp của các thiết bị trên đây cũng được bao gồm trong phạm vi của các phương tiện máy tính đọc được.

Các lệnh có thể được thực thi bằng một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor, DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (application specific integrated circuit, ASIC), mảng cổng dạng trường lập trình được (field programmable logic array, FPGA), hoặc hệ mạch tích hợp tương đương khác hoặc logic rời rạc. Theo đó, cụm từ “bộ xử lý,” như được sử dụng ở đây có thể đề cập đến cấu trúc bất kỳ của cấu trúc nêu trên hoặc cấu trúc khác bất kỳ thích hợp để thực hiện các kỹ thuật được mô tả ở đây. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, chức năng được mô tả ở đây có thể được nêu trong phần cứng và/hoặc các môđun phần mềm dành riêng được tạo cấu hình mã hóa và giải mã, hoặc được đưa vào codec được kết hợp. Các kỹ

thuật này cũng có thể được triển khai đầy đủ trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic.

Các phương án thực hiện sáng chế có thể được triển khai trong các thiết bị hoặc bộ phận khác nhau, bao gồm điện thoại tay cầm không dây, mạch tích hợp (integrated circuit, IC) hoặc tập hợp IC (chẳng hạn, chip set). Các thành phần, các môđun hoặc các đơn vị khác nhau được mô tả trong sáng chế để nhấn mạnh các khía cạnh chức năng của thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật được bộc lộ, mà không nhất thiết yêu cầu thực hiện bằng các đơn vị phần cứng khác nhau. Thay vào đó, như được mô tả trên đây, các khối khác nhau có thể được kết hợp trong đơn vị codec phần cứng hoặc được tạo bởi nhóm đơn vị phần cứng liên tác, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như được mô tả trên đây, cùng với phần mềm và/hoặc firmware thích hợp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp để giải mã video hoặc mã hóa video, trong đó một hoặc nhiều thiết bị xử lý thực hiện các hoạt động:

nhận thông tin chỉ báo loại tách các phân vùng phụ trong (Intra Sub-Partition, ISP), trong đó thông tin bao gồm cờ “IntraSubPartitionSplitType”;

gán giá trị của cờ lọc dựa trên loại tách ISP được chỉ báo bởi thông tin, trong đó giá trị của cờ lọc được gán bằng 0 khi IntraSubPartitionSplitType không bằng ISP_NO_SPLIT;

chọn các hệ số để lọc nội suy theo giá trị của cờ lọc, trong đó các hệ số fC được chọn khi giá trị của cờ lọc bằng 0 và các hệ số fG được chọn khi giá trị của cờ lọc khác 0; và

áp dụng các hệ số được chọn cho các mẫu tham chiếu để nhận các mẫu được dự báo của khối hiện tại.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trạng thái lọc cho khối hiện tại là trạng thái không mượt khi giá trị của cờ lọc được gán bằng 0.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó áp dụng các hệ số được chọn cho các mẫu tham chiếu để nhận các mẫu được dự báo của khối hiện tại bao gồm các bước:

xác định các hệ số lọc nội suy từ các hệ số được chọn của bộ lọc nội suy dựa trên chế độ dự báo trong của khối hiện tại; và

áp dụng các hệ số lọc nội suy được xác định cho các mẫu tham chiếu.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó chế độ dự báo trong là chế độ dự báo trong có hướng.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các hoạt động còn bao gồm các bước:

thu được giá trị của cờ chỉ báo liệu có áp dụng cơ chế dự báo trong hay không; và

so sánh giá trị của cờ được nhận với giá trị nhị phân được định trước.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó các cơ chế dự báo trong và các giá trị ngưỡng định trước tương ứng bao gồm ít nhất một trong các tham số sau:

dự báo đa đường tham chiếu (multi-reference line prediction, MRLP) (refIdx) với giá trị ngưỡng định trước được gán bằng 0; hoặc

cờ phân vùng phụ trong (intra subpartitioning, ISP) với giá trị ngưỡng định

trước được gán bằng 0.

7. Thiết bị để giải mã video hoặc mã hóa video, trong đó thiết bị này là bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, bao gồm:

một hoặc nhiều bộ xử lý; và một hoặc nhiều vật ghi máy tính đọc được bất biến được ghép nối truyền thông với một hoặc nhiều bộ xử lý, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực thi mã chương trình được lưu trữ trong vật ghi máy tính đọc được bất biến và nhờ đó thực hiện các hoạt động bao gồm:

thu được thông tin chỉ báo loại tách ISP, trong đó thông tin bao gồm cờ “IntraSubPartitionsSplitType”;

gán giá trị của cờ lọc dựa trên loại tách ISP được chỉ báo bởi thông tin, trong đó giá trị của cờ lọc được gán bằng 0 khi IntraSubPartitionsSplitType không bằng ISPNO_SPLIT;

chọn các hệ số để lọc nội suy theo giá trị của cờ lọc, trong đó các hệ số fC được chọn khi giá trị của cờ lọc bằng 0 và các hệ số fG được chọn khi giá trị của cờ lọc không bằng 0, và

áp dụng các hệ số được chọn cho các mẫu tham chiếu để nhận các mẫu được dự báo của khối hiện tại.

8. Thiết bị theo điểm 7, trong đó trạng thái lọc đối với khối hiện tại là trạng thái không mượt khi giá trị của cờ lọc được gán bằng 0.

9. Thiết bị theo điểm 7, trong đó áp dụng các hệ số được chọn cho các mẫu tham chiếu để nhận các mẫu được dự báo của khối hiện tại bao gồm các bước:

xác định các hệ số lọc nội suy từ các hệ số được chọn của bộ lọc nội suy dựa trên chế độ dự báo trong của khối hiện tại; và

áp dụng các hệ số lọc nội suy được xác định cho các mẫu tham chiếu.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó chế độ dự báo trong là chế độ dự báo trong có hướng.

11. Thiết bị theo điểm 7, trong đó các hoạt động còn bao gồm các bước:

thu được giá trị của cờ chỉ báo liệu có áp dụng cơ chế dự báo trong hay không; và

so sánh giá trị của cờ được nhận với giá trị nhị phân được định trước.

12. Thiết bị theo điểm 11, trong đó các cơ chế dự báo trong và các giá trị ngưỡng

định trước tương ứng bao gồm ít nhất một trong các tham số sau:

MRLP (refldx) với giá trị ngưỡng định trước được gán bằng 0; hoặc
cờ ISP với giá trị ngưỡng định trước được gán bằng 0.

13. Vật ghi máy tính đọc được bất biến lưu trữ các lệnh máy tính để dự báo trong khối ảnh, mà khi được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, khiến một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện các hoạt động:

thu được thông tin chỉ báo loại tách ISP, trong đó thông tin bao gồm cờ “IntraSubPartitionsSplitType”;

gán giá trị của cờ lọc dựa trên loại tách ISP được chỉ báo bởi thông tin, trong đó giá trị của cờ lọc được gán bằng 0 khi IntraSubPartitionsSplitType không bằng ISPNO_SPLIT;

chọn các hệ số để lọc nội suy theo giá trị của cờ lọc, trong đó các hệ số fC được chọn khi giá trị của cờ lọc bằng 0 và các hệ số fG được chọn khi giá trị của cờ lọc khác 0; và

áp dụng các hệ số được chọn cho các mẫu tham chiếu để nhận các mẫu được dự báo của khối hiện tại.

14. Vật ghi máy tính đọc được bất biến theo điểm 13, trong đó trạng thái lọc cho khối hiện tại là trạng thái không vượt khi giá trị của cờ lọc được gán bằng 0.

15. Vật ghi máy tính đọc được bất biến theo điểm 13, trong đó áp dụng các hệ số được chọn cho các mẫu tham chiếu để nhận các mẫu được dự báo của khối hiện tại bao gồm các bước:

xác định các hệ số lọc nội suy từ các hệ số được chọn của bộ lọc nội suy dựa trên chế độ dự báo trong của khối hiện tại; và

áp dụng các hệ số lọc nội suy được xác định cho các mẫu tham chiếu.

16. Vật ghi máy tính đọc được bất biến theo điểm 15, trong đó chế độ dự báo trong là chế độ dự báo trong có hướng.

17. Vật ghi máy tính đọc được bất biến theo điểm 15, trong đó các hoạt động còn bao gồm các bước:

thu được giá trị của cờ chỉ báo liệu có áp dụng cơ chế dự báo trong hay không; và

so sánh giá trị của cờ được nhận với giá trị nhị phân được định trước.

1/22

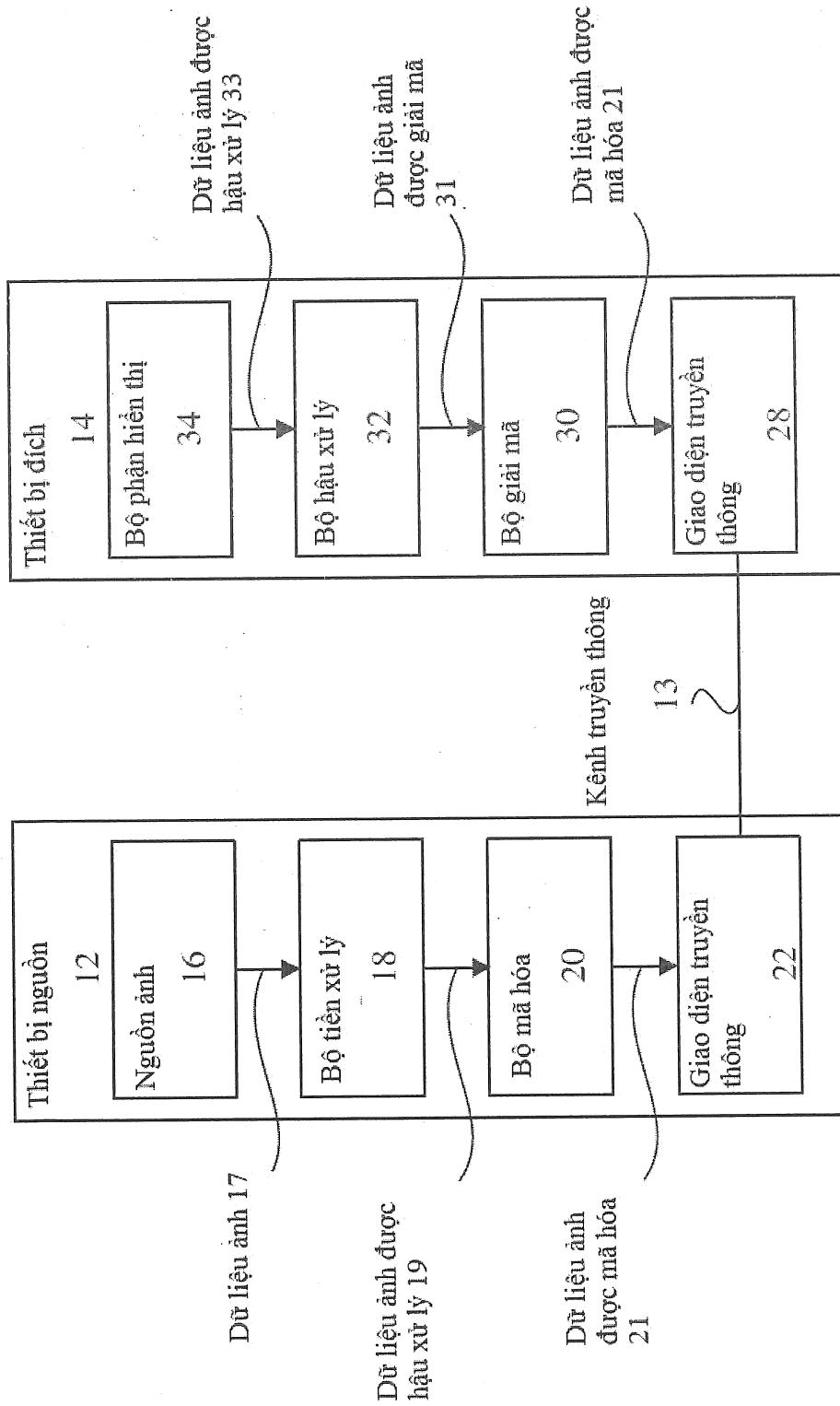


Fig.1A

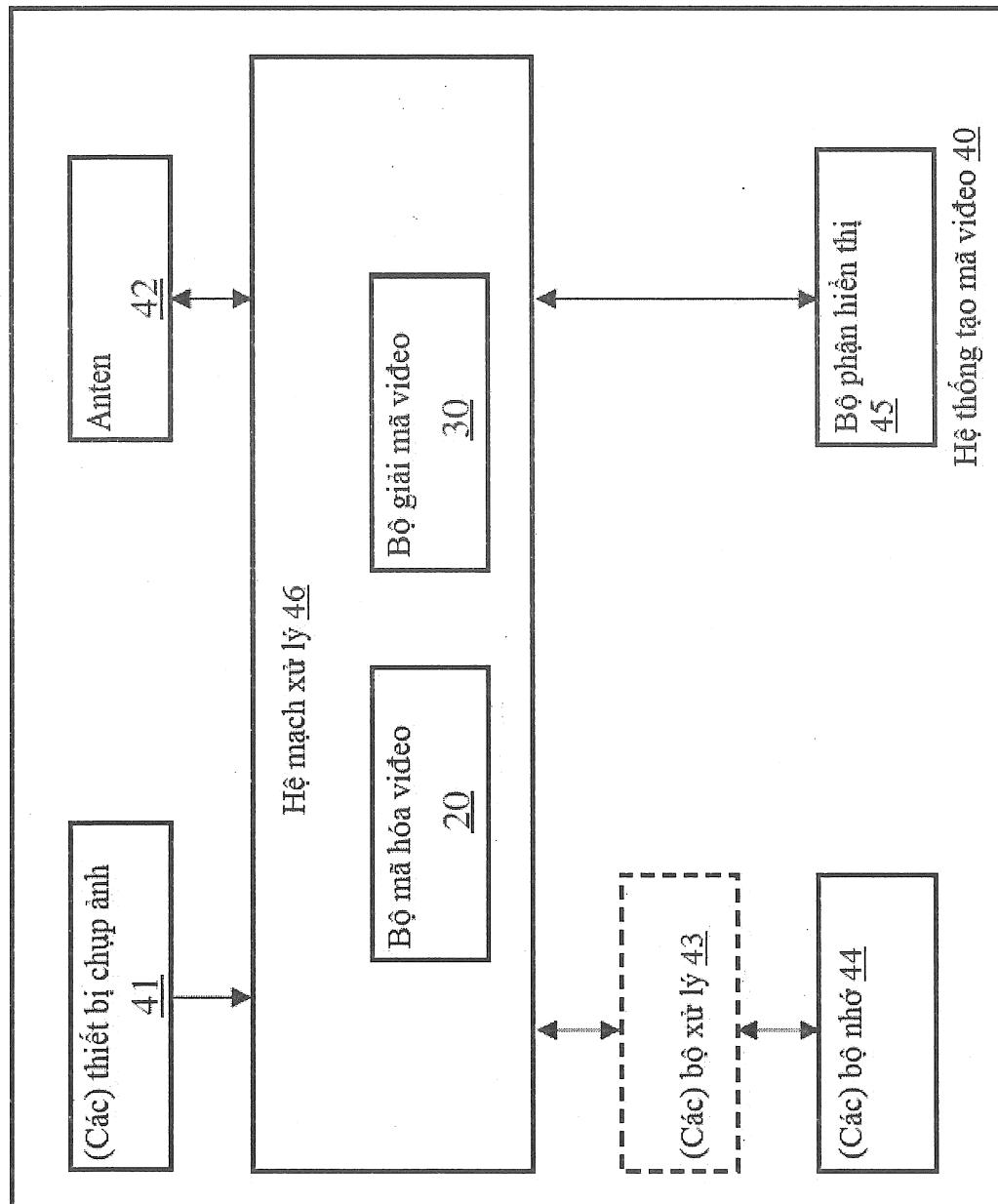


Fig.1B

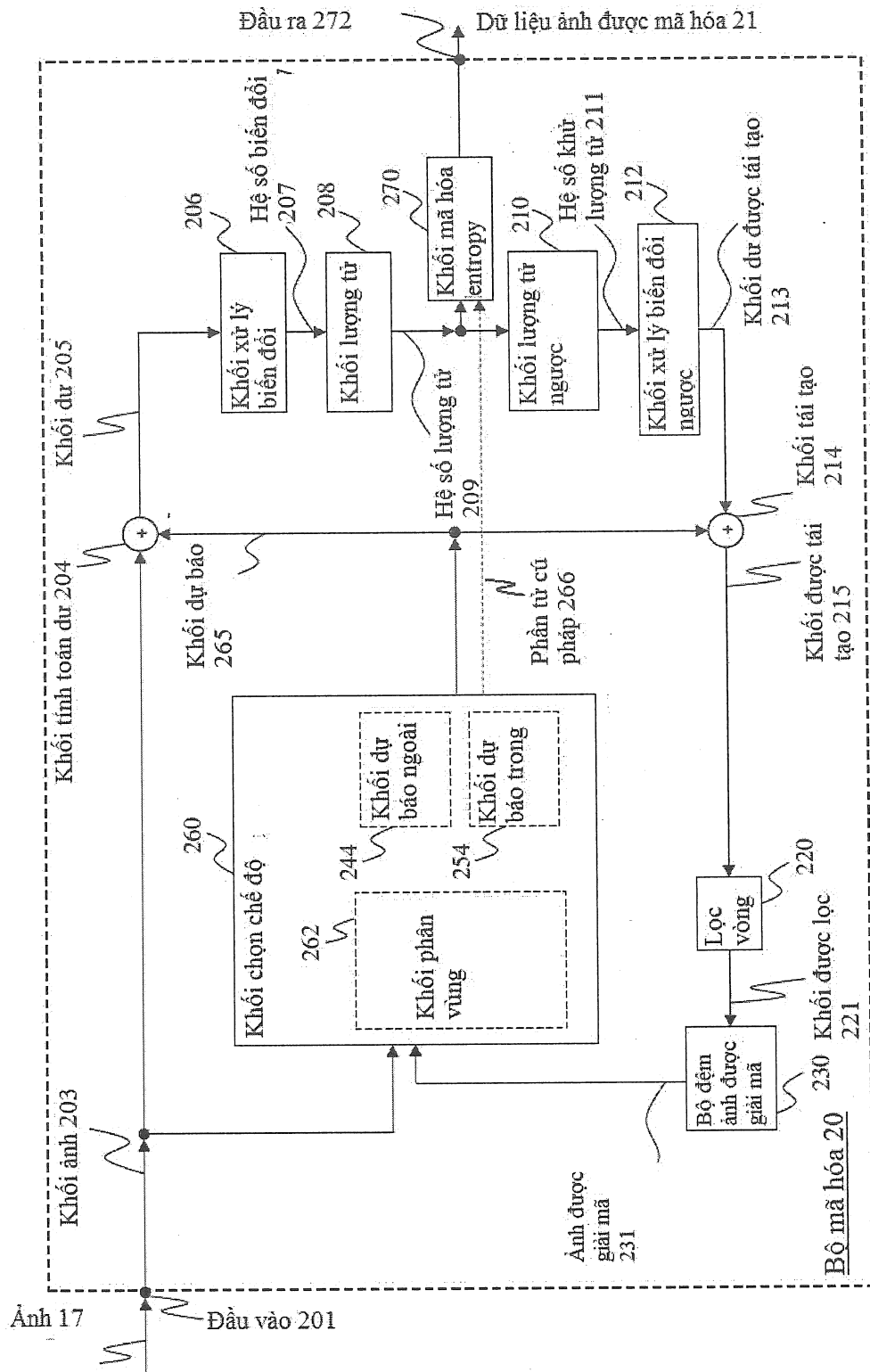


Fig. 2

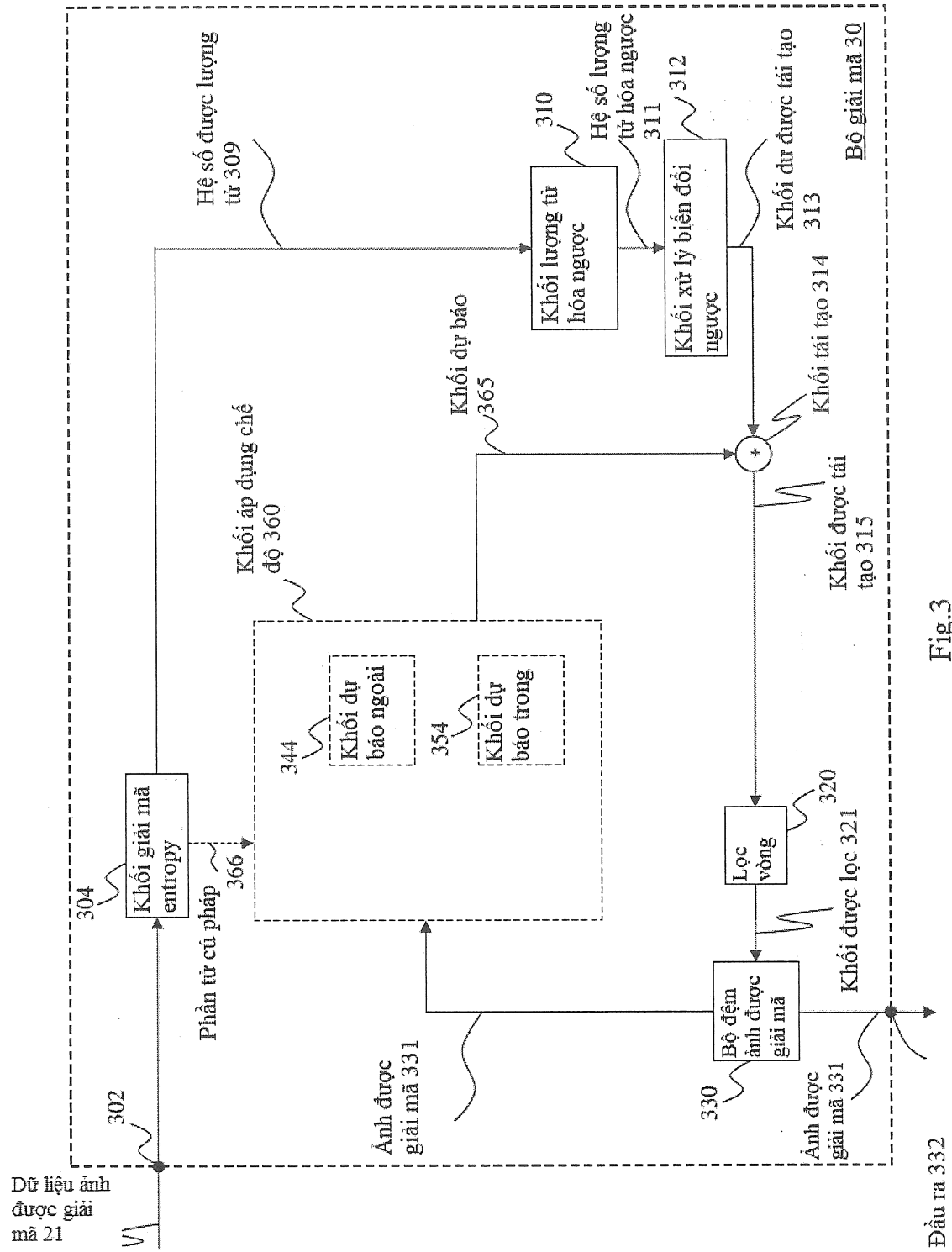


Fig. 3

5/22

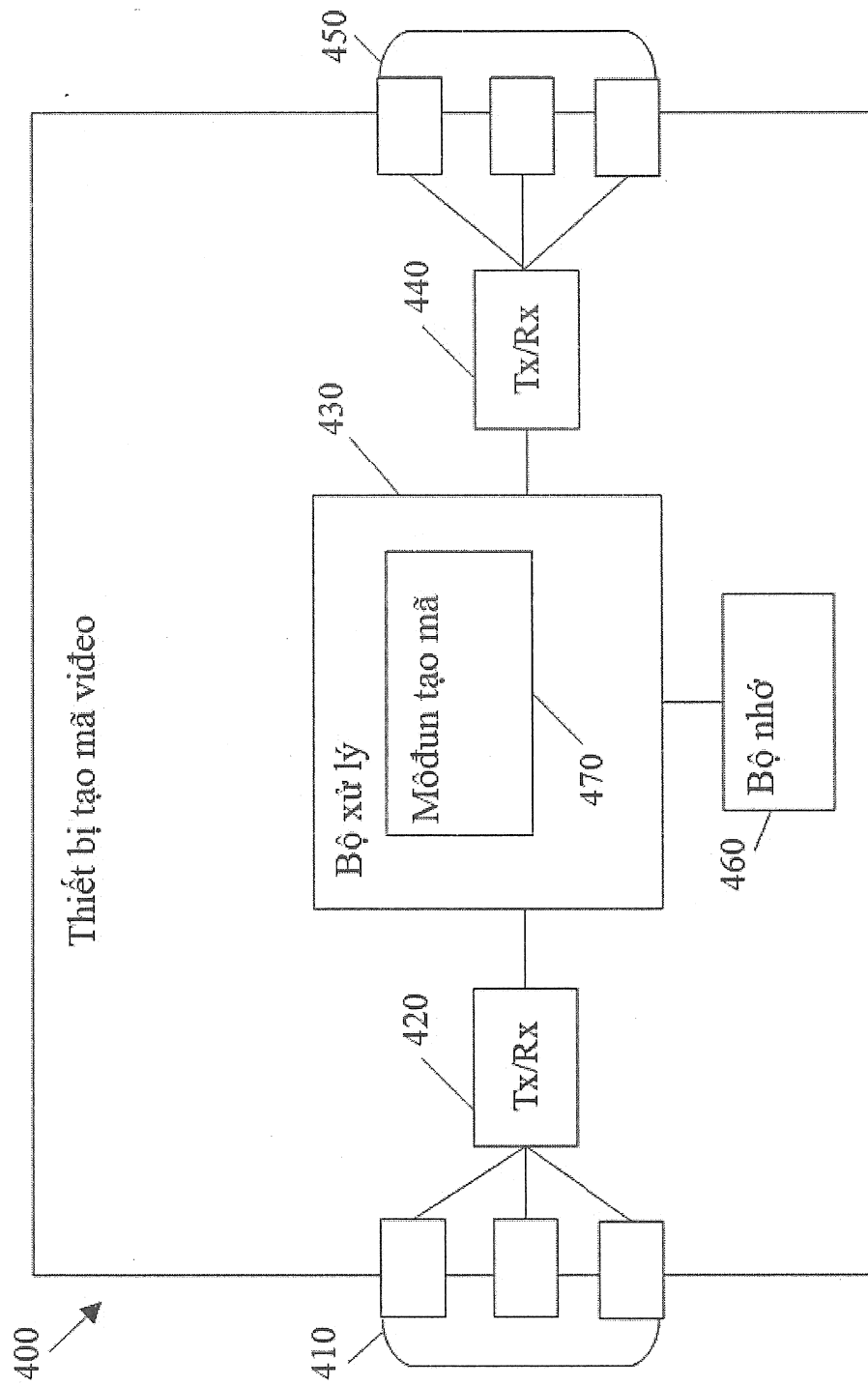


Fig.4

6/22

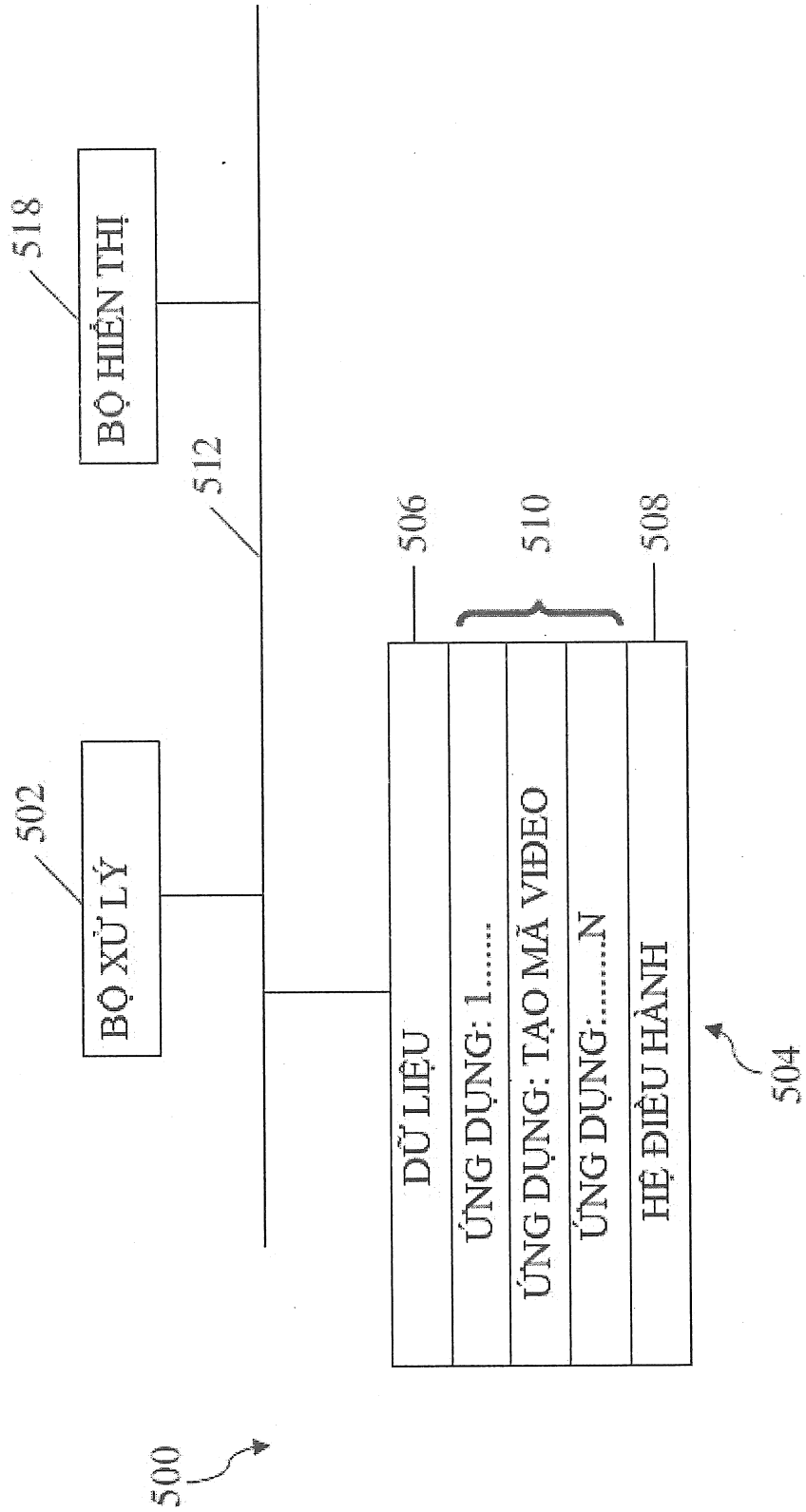


Fig.5

7/22

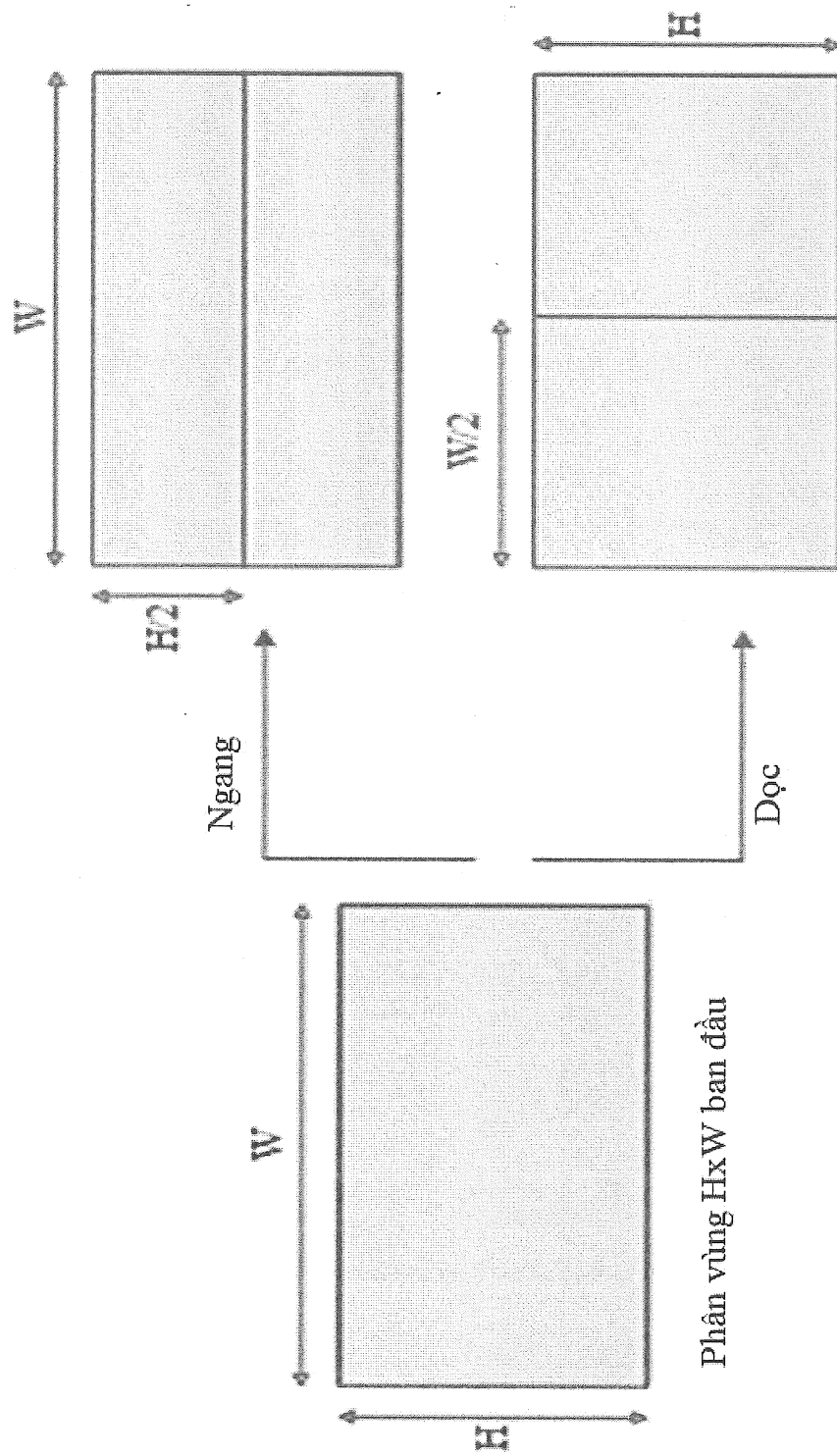


Fig.6

8/22

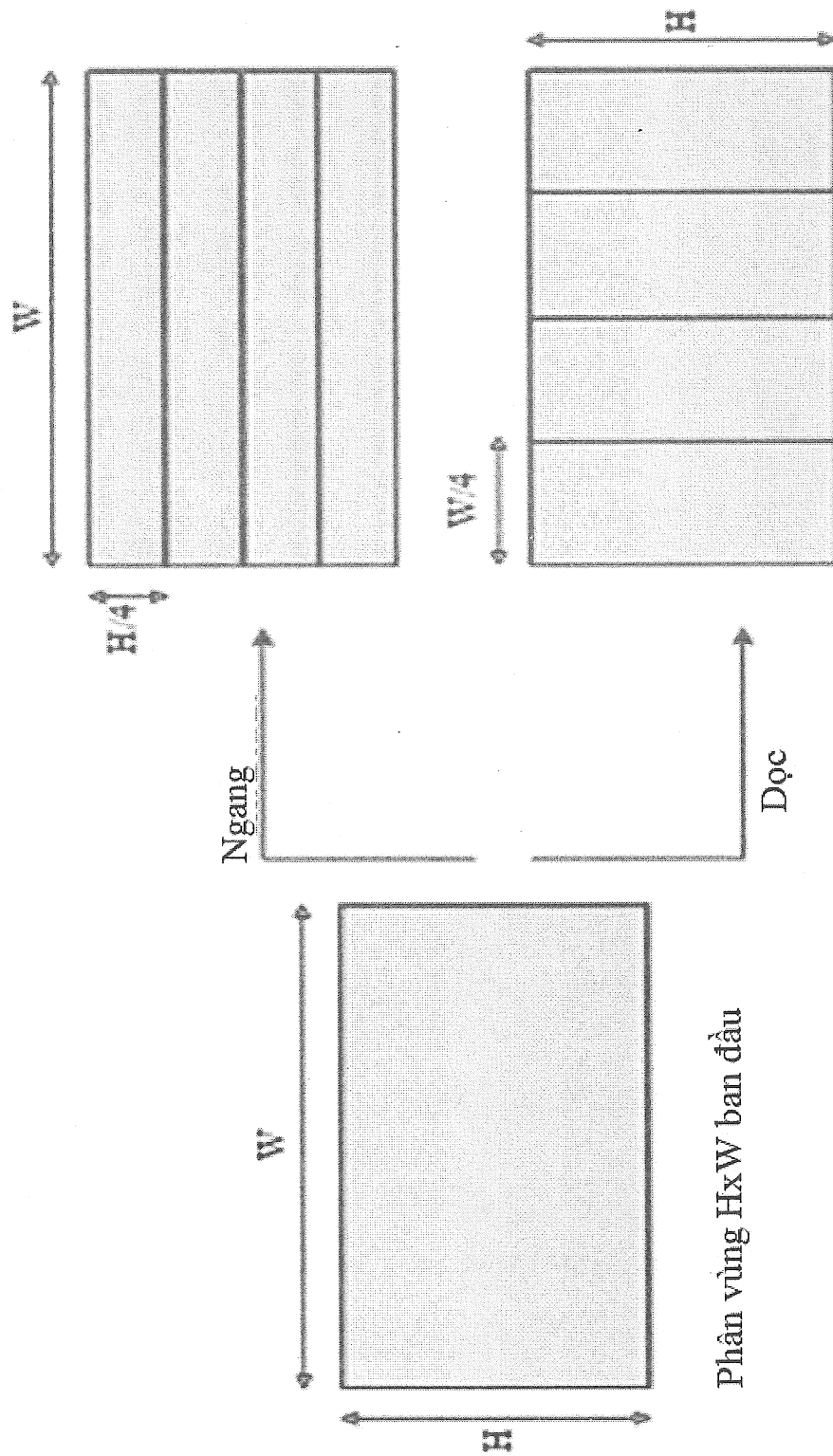


Fig.7

9/22

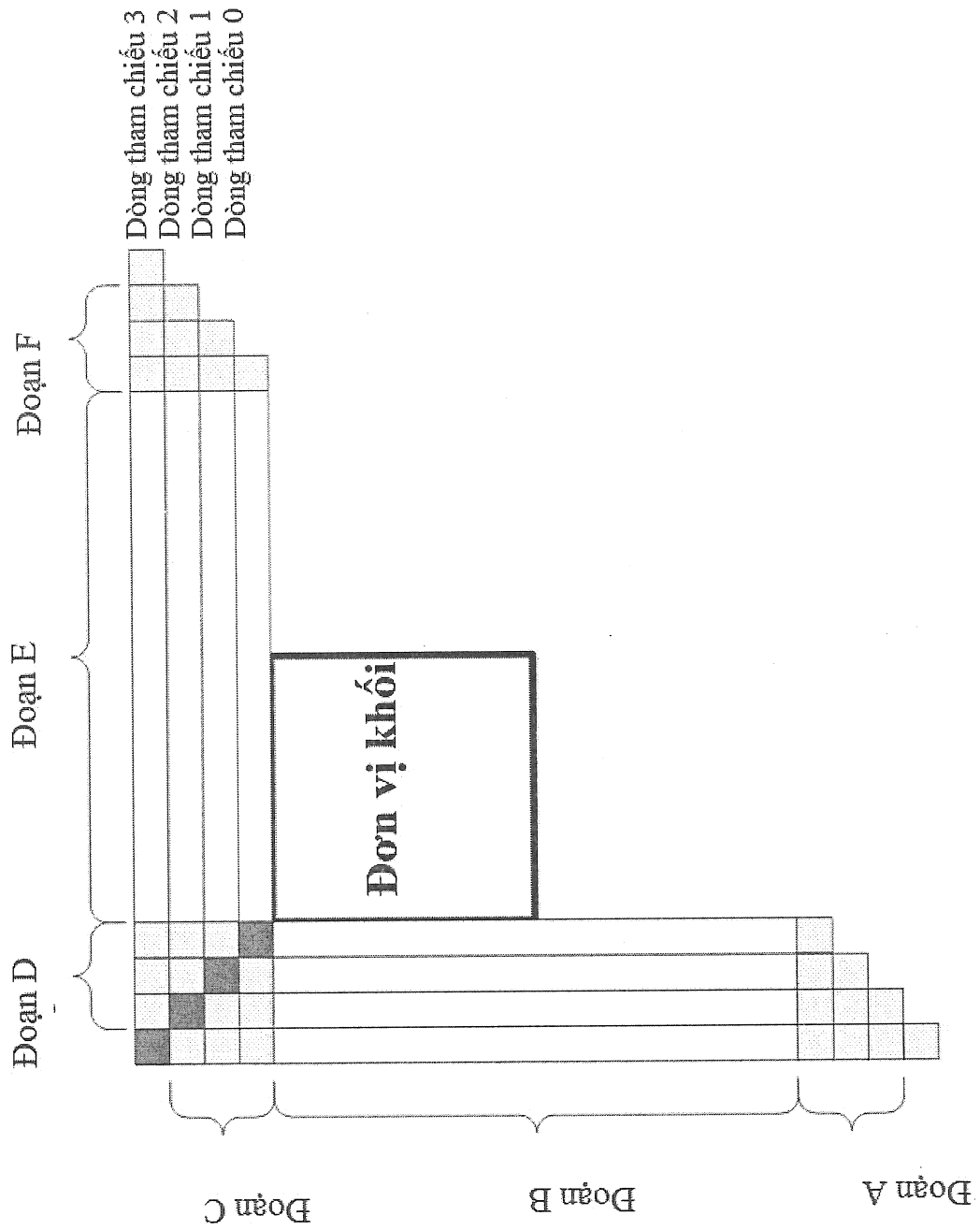


Fig. 8

10/22

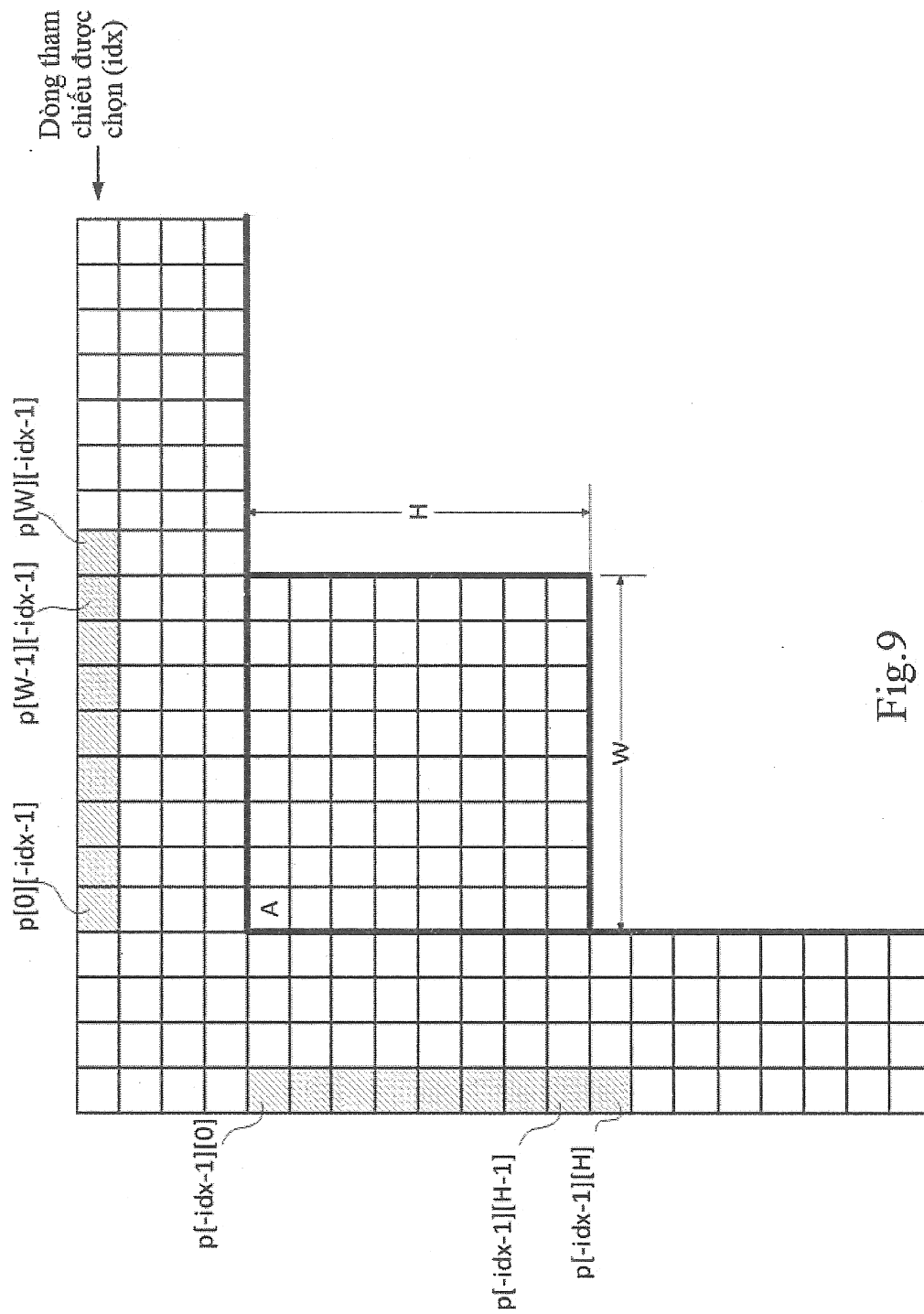


Fig.9

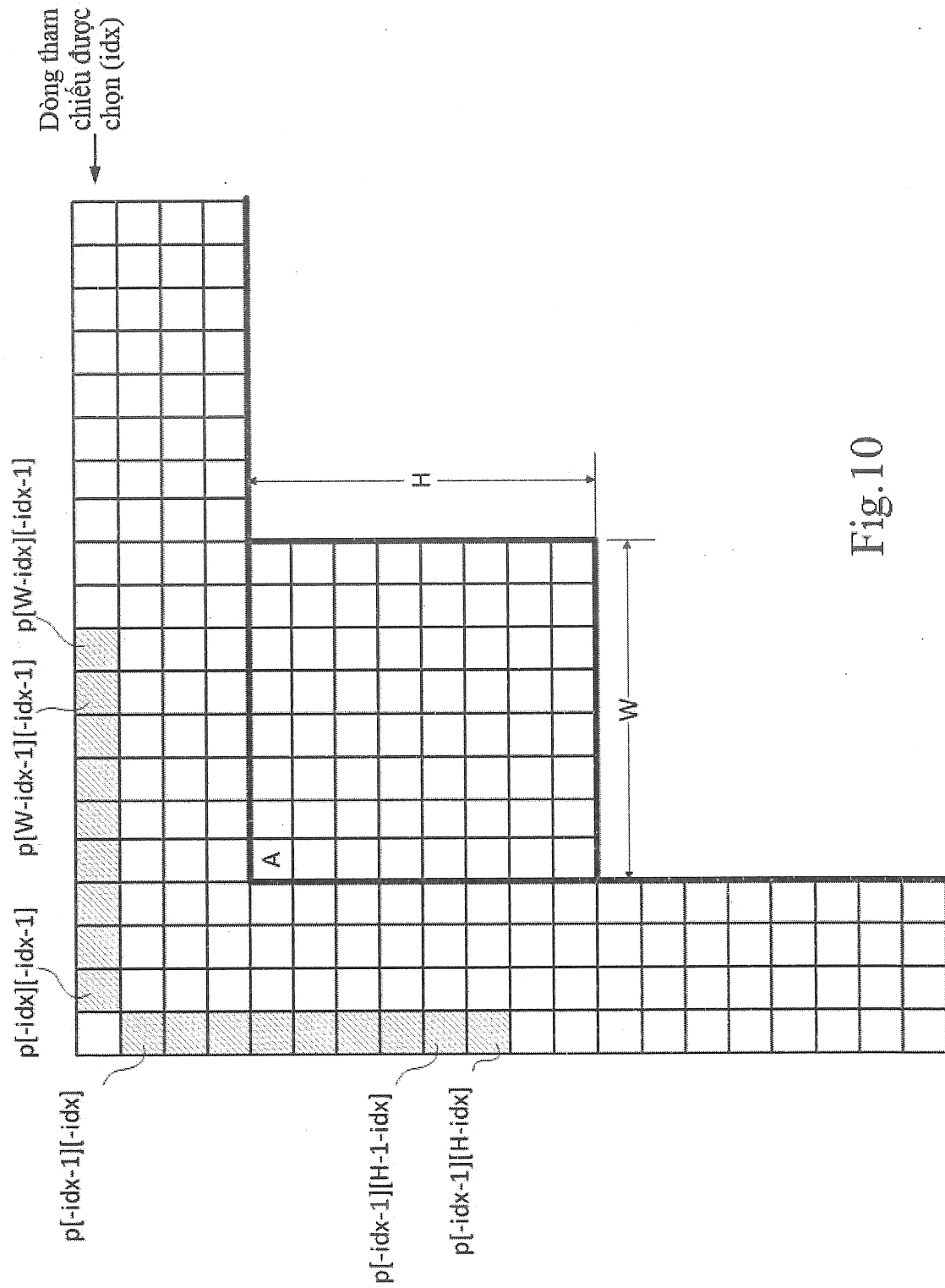


Fig. 10

12/22

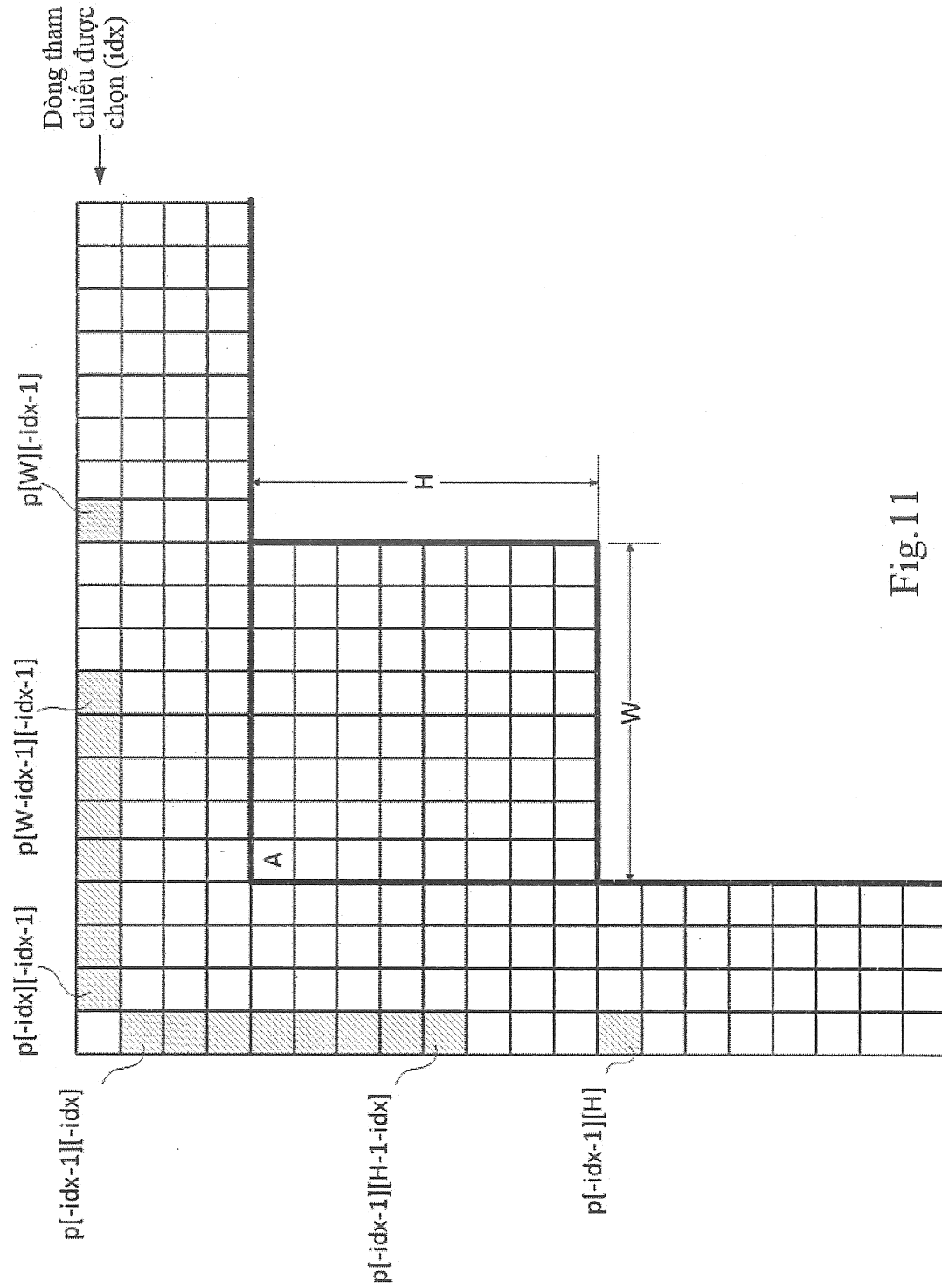


Fig.11

13/22

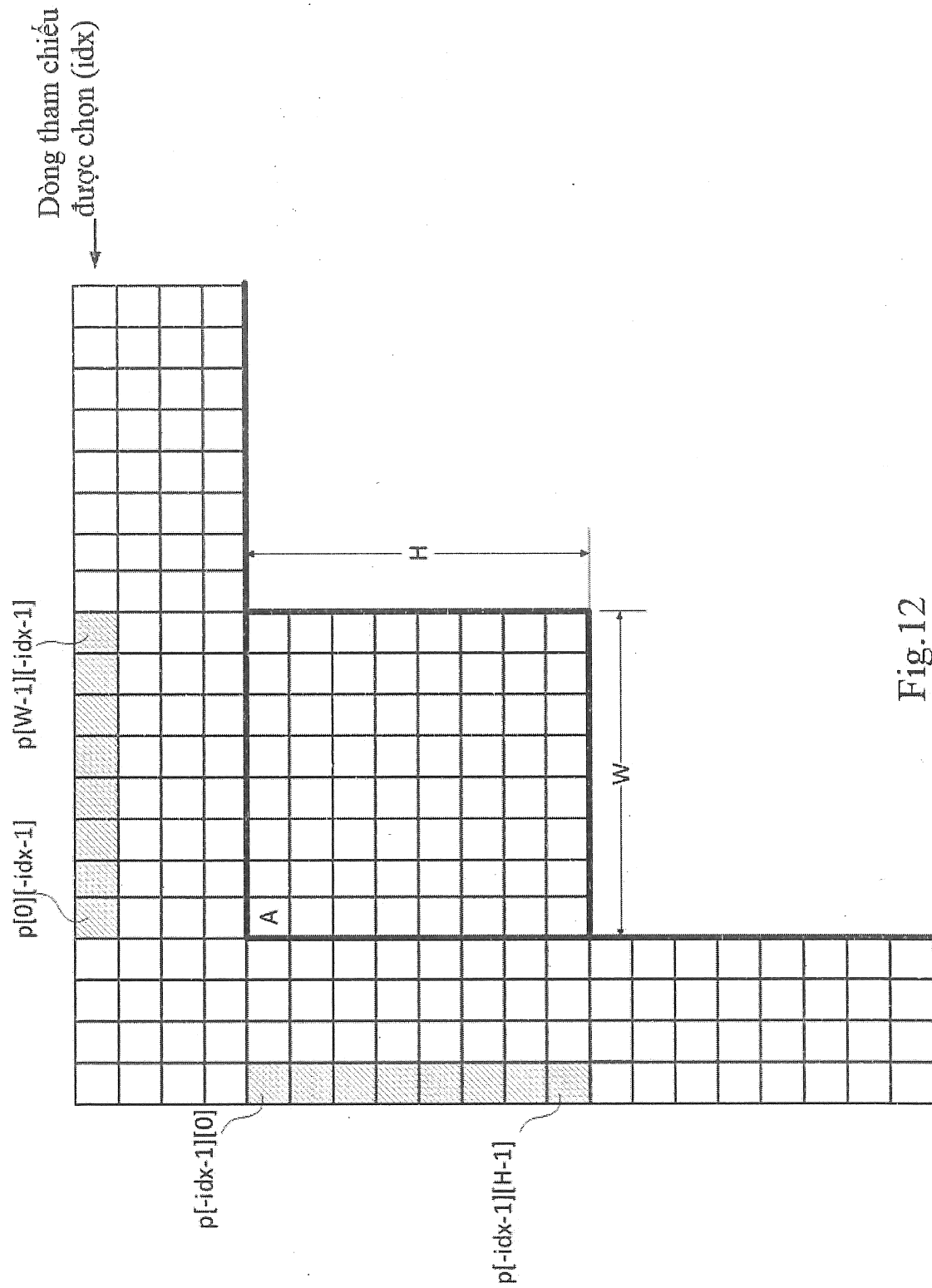


Fig.12

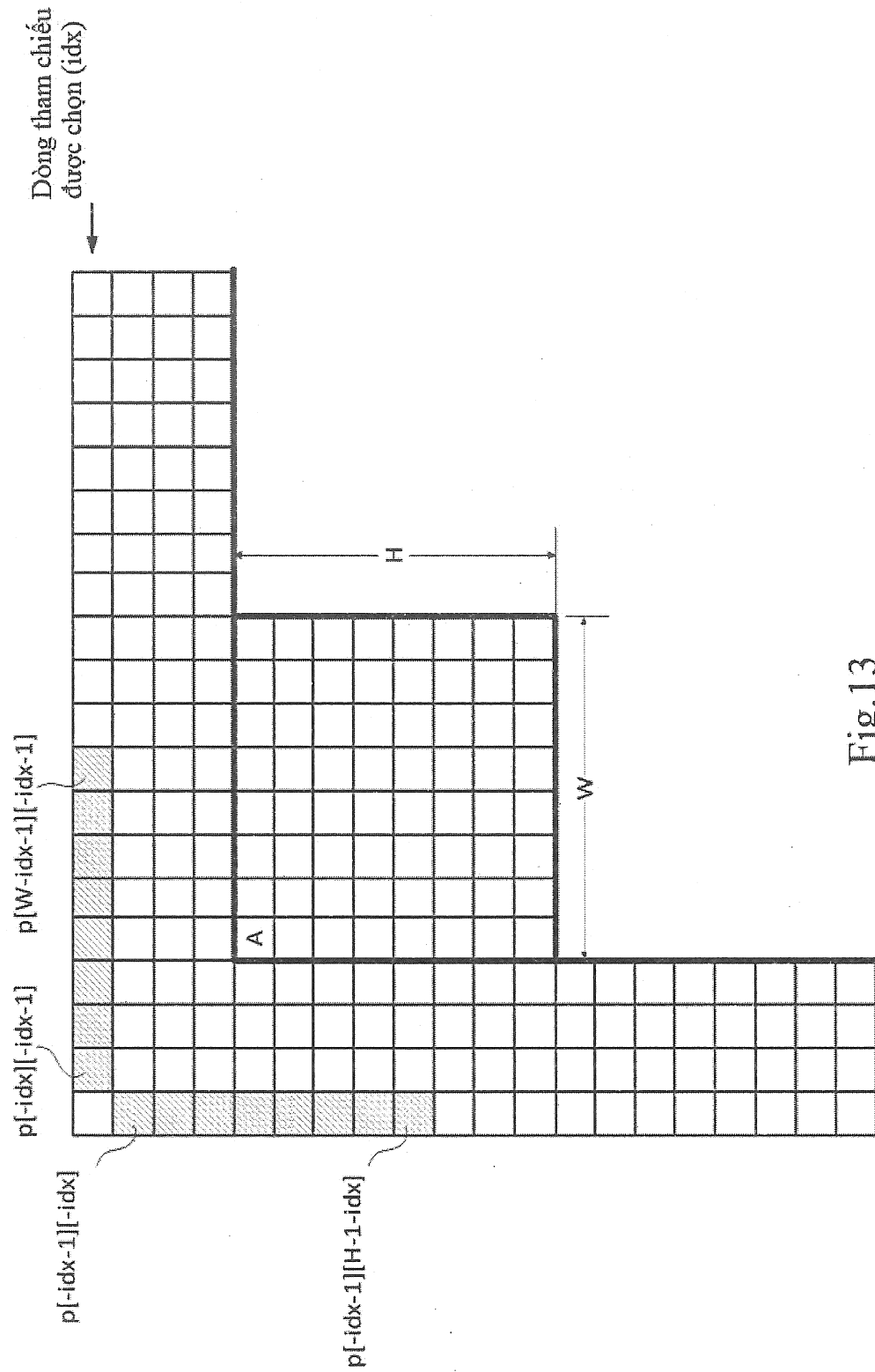


Fig.13

15/22

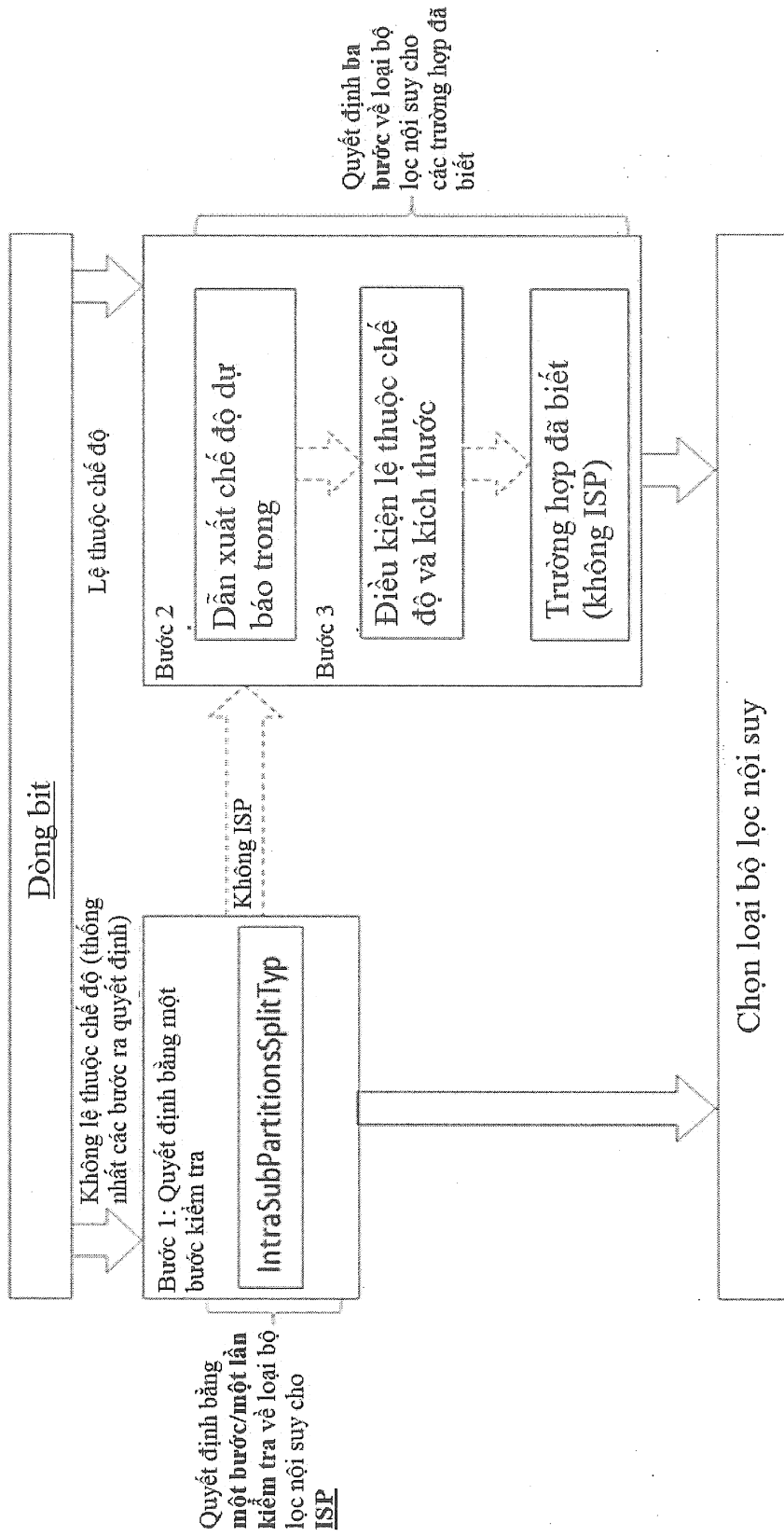


Fig.14

17/22

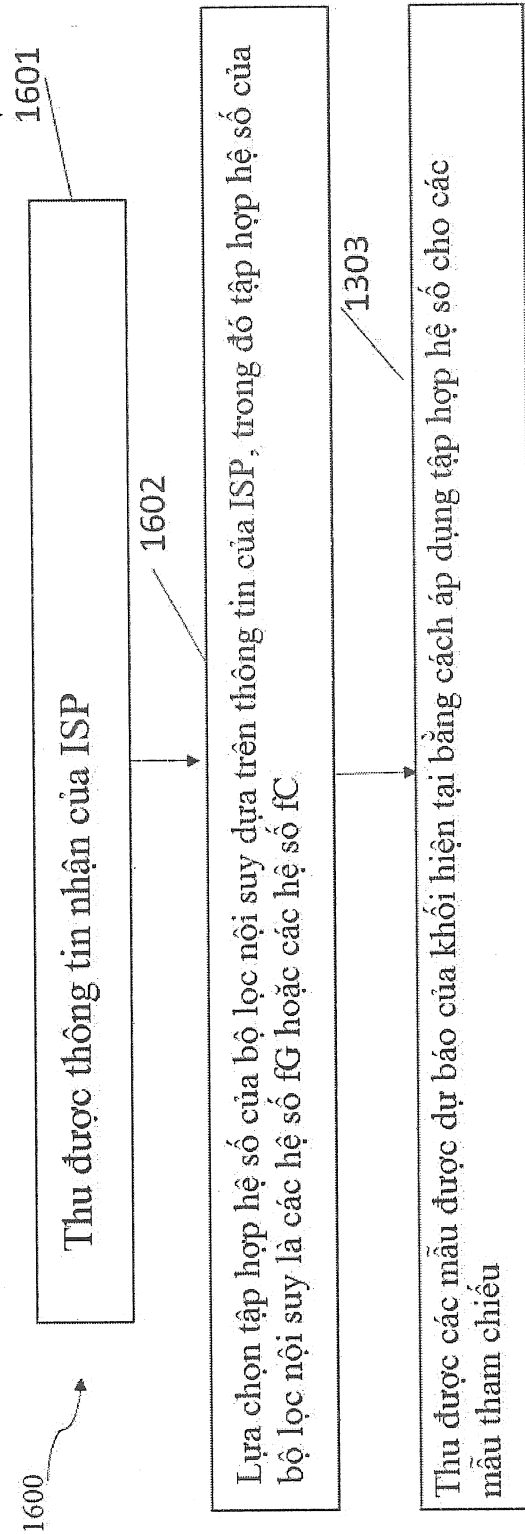


Fig.16

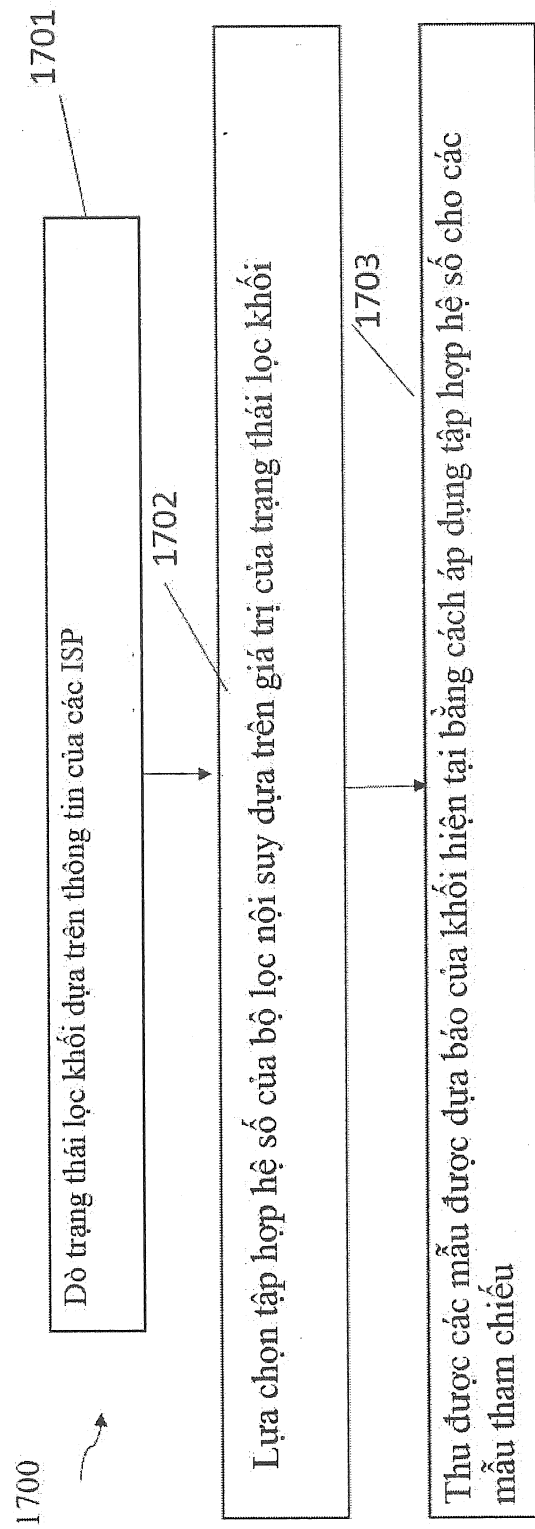


Fig.17

19/22

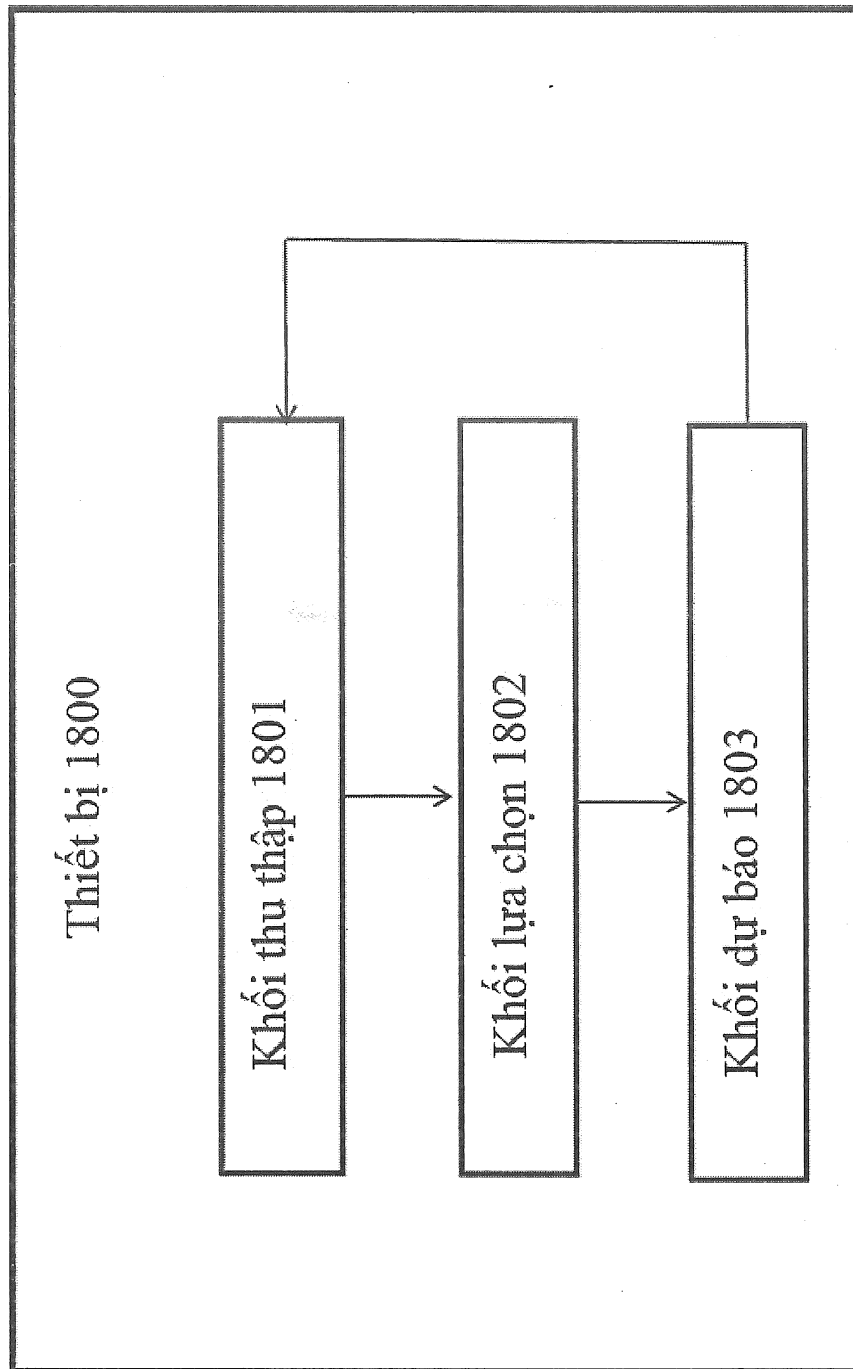


Fig.18

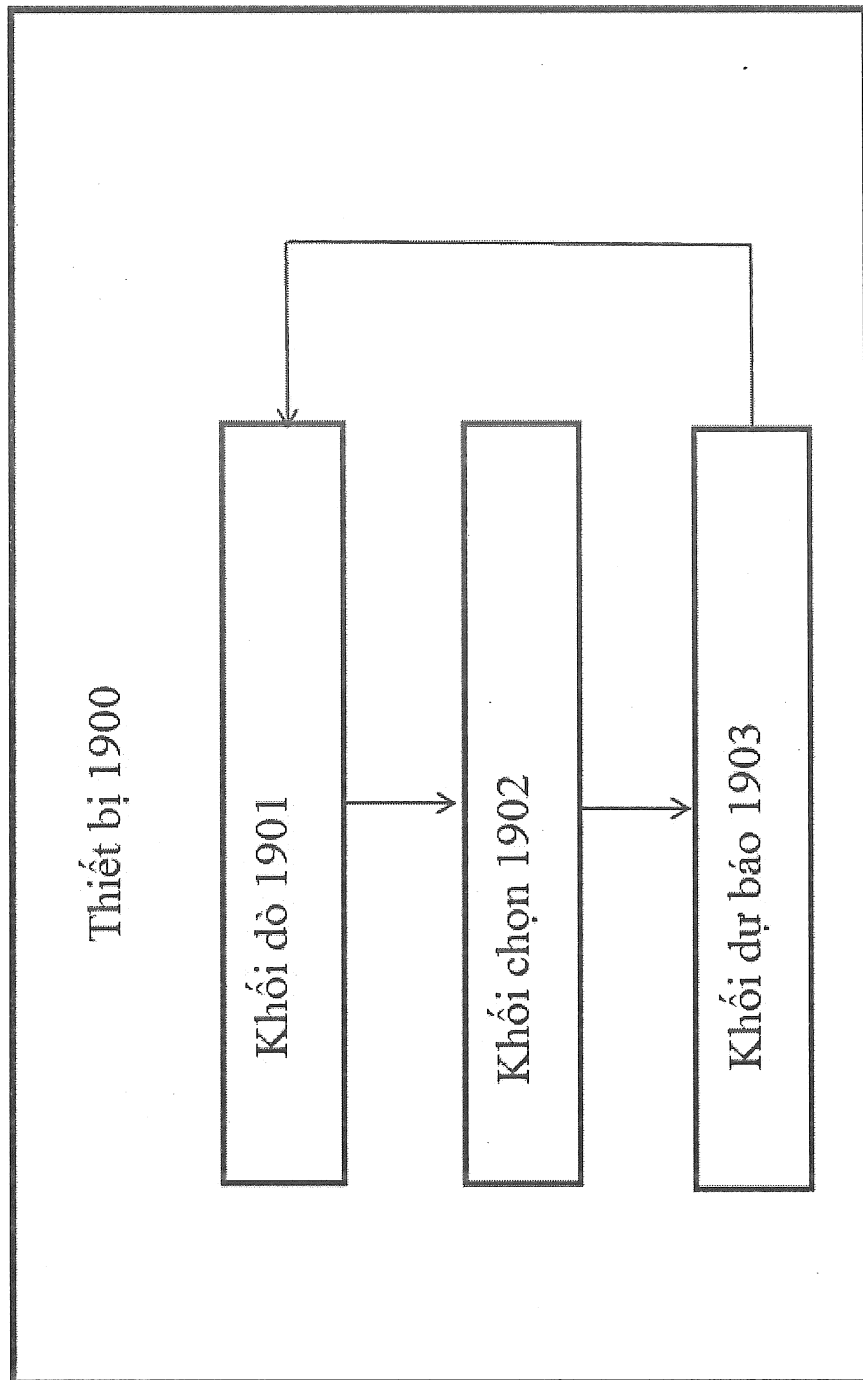


Fig.19

21/22

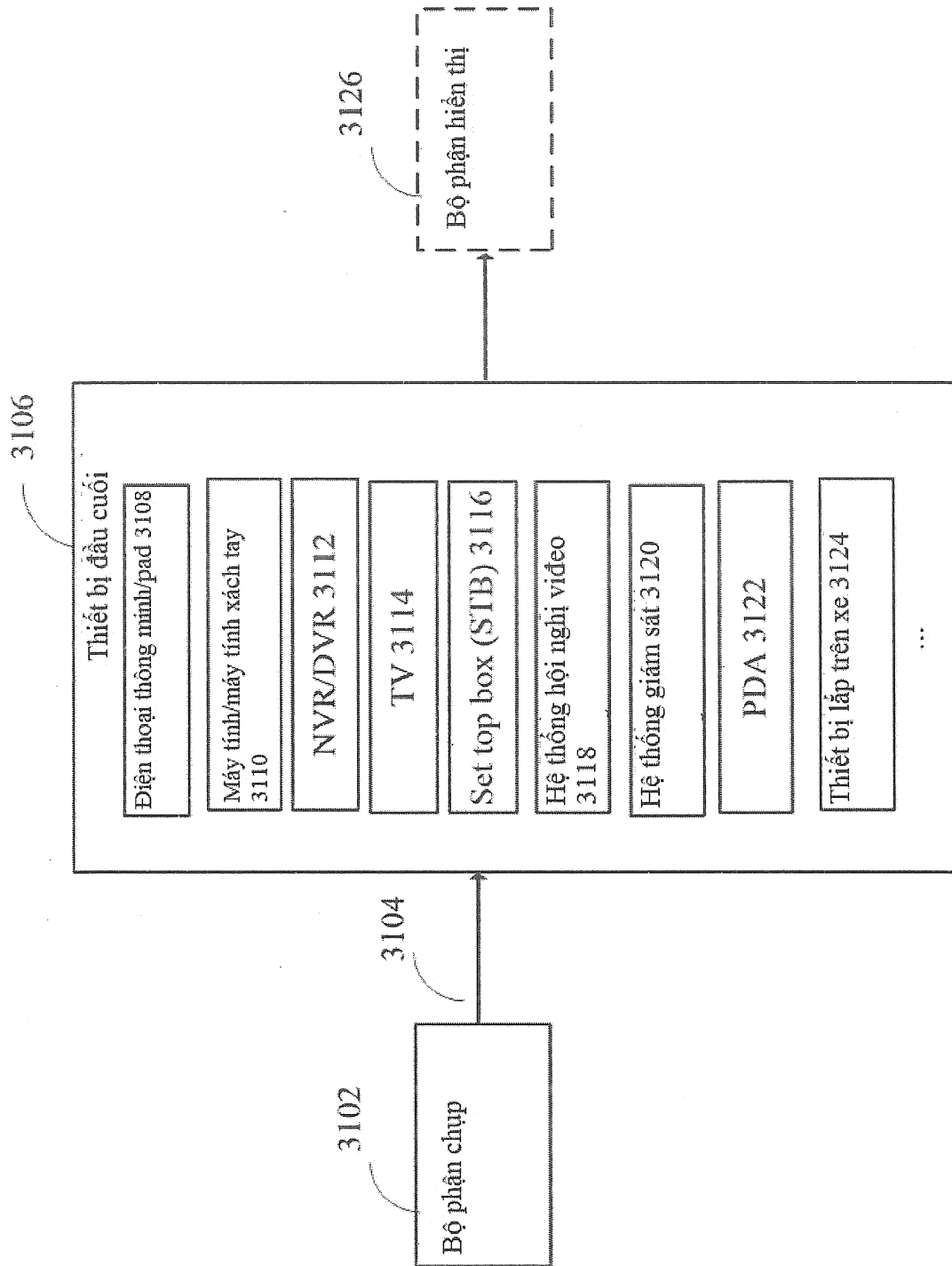


Fig.20

22/22

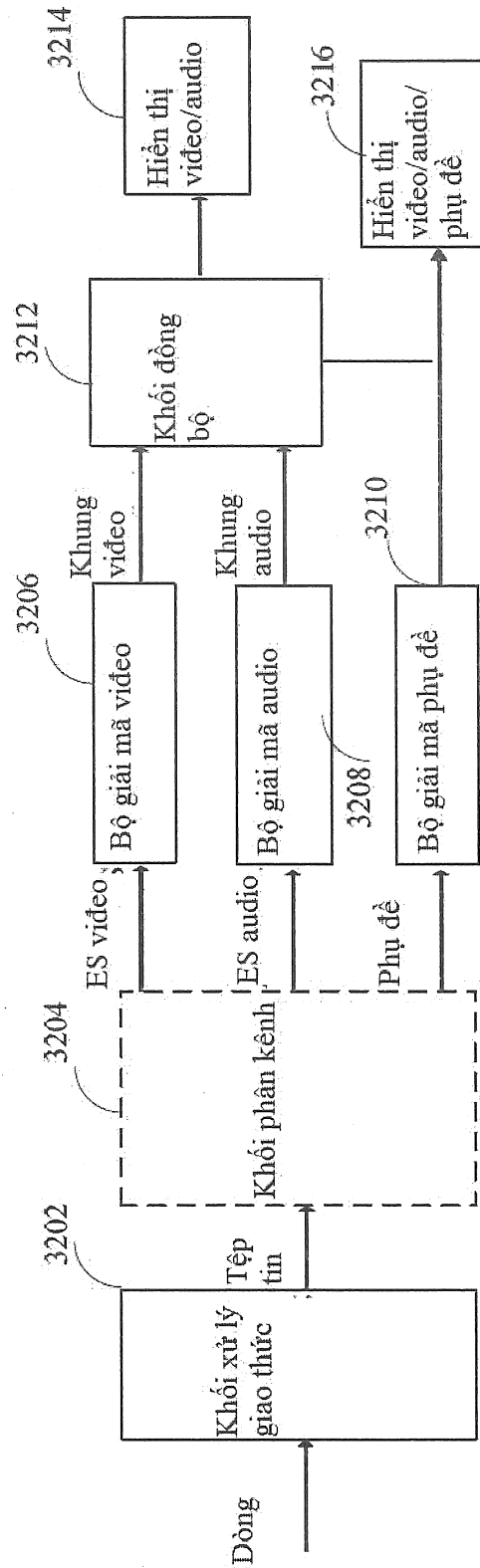


Fig.21