



(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)



1-0048927

(51)^{2020.01} H04N 19/593; H04N 19/85

(13) B

(21) 1-2021-06824

(22) 08/05/2020

(86) PCT/US2020/032048 08/05/2020

(87) WO2020/227612 12/11/2020

(30) 62/845,839 09/05/2019 US; 16/868,982 07/05/2020 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/02/2022 407A

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America

(72) RAMASUBRAMONIAN, Adarsh Krishnan (IN); VAN DER AUWERA, Geert
(BE); PHAM VAN, Luong (VN); KARCZEWICZ, Marta (US).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP, THIẾT BỊ VÀ MÁY GIẢI MÃ DỮ LIỆU VIDEO VÀ PHƯƠNG
TIỆN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2021-06824

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp, thiết bị và máy giải mã dữ liệu video và phương tiện đọc được bằng máy tính. Thiết bị giải mã dữ liệu video xác định rằng khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin (affine linear weighted intra prediction - ALWIP); suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng; áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian; lọc các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng; giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

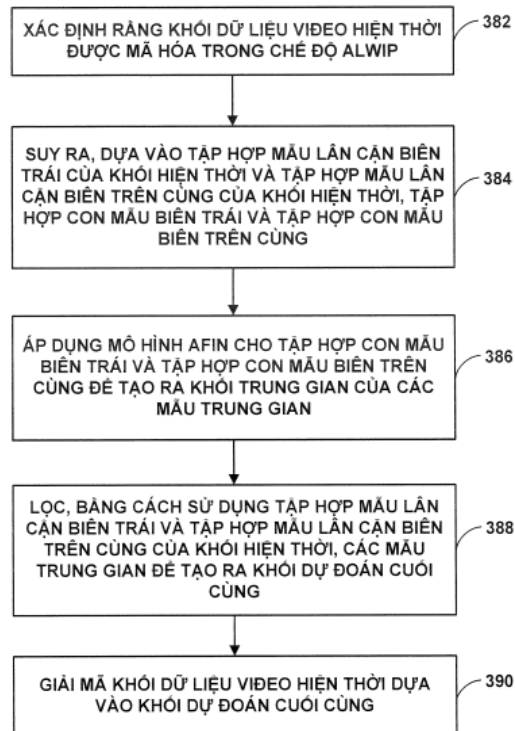


Fig.22

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc mã hóa video và giải mã video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tính năng video số có thể được đưa vào áp dụng trong rất nhiều thiết bị bao gồm máy thu hình số, hệ thống phát quảng bá trực tiếp số, hệ thống phát quảng bá không dây, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (personal digital assistant - PDA), máy tính xách tay hoặc máy tính để bàn, máy tính bảng, thiết bị đọc sách điện tử, máy ảnh số, thiết bị ghi số, máy phát phương tiện số, thiết bị chơi trò chơi điện tử, bàn giao tiếp trò chơi điện tử, điện thoại di động hoặc điện thoại vô tuyến vệ tinh, thiết bị được gọi là “điện thoại thông minh”, thiết bị hội thảo từ xa có truyền hình, thiết bị truyền dòng dữ liệu video, và thiết bị tương tự. Các thiết bị video số thực hiện các kỹ thuật mã hóa video, chẳng hạn như các kỹ thuật được mô tả theo các chuẩn được quy định bởi MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Phần 10, mã hóa video cải tiến (Advanced Video Coding - AVC), chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC), ITU-T H.265/mã hóa video hiệu suất cao (HEVC), và các phiên bản mở rộng của các chuẩn đó. Các thiết bị video có thể truyền, nhận, mã hóa, giải mã và/hoặc lưu trữ thông tin video kỹ thuật số hiệu quả hơn bằng cách thực hiện các kỹ thuật mã hóa dữ liệu video như vậy.

Các kỹ thuật mã hóa video bao gồm dự đoán không gian (nội hình) và/hoặc dự đoán thời gian (liên hình) để giảm hoặc loại bỏ dữ liệu dư thừa có trong các chuỗi dữ liệu video. Đối với kỹ thuật mã hóa video theo khối, lát video (ví dụ, hình ảnh video hoặc một phần hình ảnh video) có thể được chia thành các khối video, còn có thể được gọi là đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU), đơn vị mã hóa (coding unit - CU) và/hoặc nút mã hóa. Các khối dữ liệu video trong lát mã hóa nội hình (I) của hình ảnh được mã hóa bằng cách sử dụng kỹ thuật dự đoán không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng một hình ảnh. Các khối video trong lát mã hóa liên hình (P hoặc B) của hình ảnh có thể sử dụng kỹ thuật dự đoán không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng một hình ảnh, hoặc dự đoán thời gian đối với các mẫu tham chiếu trong các hình ảnh tham chiếu khác. Hình ảnh có thể được gọi là khung, và hình ảnh tham chiếu có thể được gọi là khung tham chiếu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế này mô tả các kỹ thuật có thể cải thiện dự đoán nội hình, bao gồm suy ra và báo hiệu các chế độ dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính, có thể còn được gọi là dự đoán nội hình ma trận hoặc dự đoán nội hình có trọng số ma trận hoặc dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin (affine linear weighted intra prediction - ALWIP). Cụ thể hơn, đối với khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ ALWIP, sáng chế này mô tả kỹ thuật lọc các mẫu tham chiếu biên để tạo ra khối dự đoán được lọc. Khối dự đoán được lọc có thể cải thiện sự đánh đổi tốc độ-độ méo cho các khối đã mã hóa trong chế độ ALWIP bằng cách tạo ra các khối dự đoán chính xác hơn.

Theo một ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp giải mã dữ liệu video bao gồm xác định xem khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin (ALWIP); suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng, trong đó tập hợp con mẫu biên trái bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu biên trên cùng; áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian; lọc, bằng cách sử dụng tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng; và giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị giải mã dữ liệu video bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video và một hoặc nhiều bộ xử lý được cài đặt trong mạch và được tạo cấu hình để xác định rằng khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin (ALWIP); suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng, trong đó tập hợp con mẫu biên trái bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu biên trên cùng; áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian; lọc, bằng cách sử dụng tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, các mẫu trung gian để tạo ra

khối dự đoán cuối cùng; và giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh khi được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý khiến một hoặc nhiều bộ xử lý xác định rằng khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin (ALWIP); suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng, trong đó tập hợp con mẫu biên trái bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu biên trên cùng; áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian; lọc, bằng cách sử dụng tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng; và giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề xuất máy giải mã dữ liệu video bao gồm phương tiện xác định rằng khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin (ALWIP); phương tiện suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng, trong đó tập hợp con mẫu biên trái bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu biên trên cùng; phương tiện áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian; phương tiện lọc, bằng cách sử dụng tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng; và phương tiện giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

Chi tiết về một hoặc nhiều ví dụ được thể hiện trên các hình vẽ kèm theo và phần mô tả dưới đây. Các đặc điểm, mục đích và ưu điểm khác sẽ trở nên rõ ràng nhờ phần mô tả, các hình vẽ và các yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và giải mã video làm ví dụ có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B là các sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về cấu trúc cây nhị phân cây tứ phân (quadtree binary tree - QTBT) và đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU) tương ứng.

Fig.3 thể hiện các ví dụ về các hướng của dự đoán nội hình, trong đó mũi tên chỉ hướng về các mẫu tham chiếu.

Fig.4 thể hiện ví dụ về khối chữ nhật 8x4 trong đó các mẫu tham chiếu "gần hơn" không được sử dụng cho dự đoán nội hình, nhưng có thể sử dụng các mẫu tham chiếu xa hơn.

Các hình vẽ Fig.5A đến Fig.5C thể hiện các ví dụ về các quy trình ánh xạ chế độ cho các chế độ nằm ngoài phạm vi hướng đường chéo.

Fig.6 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về các hướng dự đoán nội hình với các hướng góc rộng.

Fig.7A là sơ đồ khái niệm minh họa một ví dụ khác về các hướng dự đoán nội hình với các hướng góc rộng.

Fig.7B là bảng minh họa quan hệ giữa chế độ dự đoán nội hình và góc dự đoán nội hình.

Fig.8 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về các phân chia dọc và ngang của khối.

Fig.9 là sơ đồ khái niệm minh họa các ví dụ khác về các phân chia dọc và ngang của khối.

Fig.10 là minh họa về các mẫu tham chiếu từ nhiều dòng tham chiếu mà có thể được sử dụng để dự đoán nội hình khối mã hóa.

Các hình vẽ Fig.11A và Fig.11B là các sơ đồ khái niệm minh họa các ví dụ về các trọng số PDPC chế độ DC cho các vị trí mẫu trong khối 4X4.

Fig.12 là sơ đồ khái niệm minh họa các ví dụ về các chế độ góc dự đoán nội hình.

Fig.13A là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về chế độ trên cùng bên phải của đường chéo.

Fig.13B là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về chế độ dưới cùng bên trái của đường chéo.

Fig.13C là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về chế độ trên cùng bên phải của đường chéo liền kề.

Fig.13D là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về chế độ dưới cùng bên trái của đường chéo liền kề.

Fig.14 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về quy trình dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin (ALWIP) trên khối 8x8.

Fig.15 minh họa một số ví dụ về các loại dải biên.

Fig.16 thể hiện ví dụ về các mẫu tham chiếu biên.

Fig.17 thể hiện ví dụ về việc suy ra mẫu.

Fig.18 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ mã hóa video có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.19 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ giải mã video có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.20 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình mã hóa video.

Fig.21 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình giải mã video.

Fig.22 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình giải mã video.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mã hóa video (ví dụ, mã hóa video và/hoặc giải mã video) thường liên quan đến việc dự đoán khối dữ liệu video từ khối dữ liệu video đã mã hóa trong cùng một hình ảnh (ví dụ, dự đoán nội hình) hoặc khối dữ liệu video đã mã hóa trong hình ảnh khác (ví dụ, dự đoán liên hình). Trong một số trường hợp, bộ mã hóa video còn tính toán dữ liệu dư bằng cách so sánh khối dự đoán, còn gọi là khối dự đoán, với khối gốc. Vì vậy, dữ liệu dư biểu diễn chênh lệch giữa khối dự đoán và khối dữ liệu video gốc, sao cho việc thêm dữ liệu dư vào khối dự đoán dẫn đến khối video gốc. Theo một số kịch bản mã hóa, để giảm số lượng bit cần để báo hiệu dữ liệu dư, thì bộ mã hóa video biến đổi và lượng tử hóa dữ liệu dư và báo hiệu dữ liệu dư được biến đổi và lượng tử hóa trong dòng bit được mã hóa.

Việc nén được thực hiện bởi quy trình biến đổi và lượng tử hóa có thể có hao tổn, tức là quy trình biến đổi và lượng tử hóa có thể làm méo dữ liệu video được giải mã.

Bộ giải mã video giải mã và thêm dữ liệu dư vào khối dự đoán để tạo ra khối video tái tạo gần khớp với khối video gốc hơn so với chỉ khối dự đoán. Vì tổn hao do biến đổi và lượng tử hóa dữ liệu dư, khối tái tạo có thể có độ méo hoặc xáo ảnh. Một loại xáo ảnh hoặc độ méo thông thường được gọi là có hình khối, trong đó các biên của các khối được dùng để mã hóa dữ liệu video có thể nhìn thấy được.

Để cải thiện thêm chất lượng video giải mã, bộ giải mã video có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động lọc trên các khối video tái tạo. Như một phần của việc thực hiện một hoặc nhiều hoạt động lọc, bộ giải mã video có thể, ví dụ, thực hiện một hoặc nhiều kỹ thuật lọc gỡ bỏ khối, lọc độ lệch thích ứng mẫu (sample adaptive offset - SAO), và lọc vòng thích ứng (adaptive loop filtering - ALF). Các tham số cho các hoạt động lọc này có thể được xác định bởi bộ mã hóa video và được báo hiệu một cách rõ ràng trong dòng bit video mã hóa hoặc có thể được ngầm định bởi bộ giải mã video mà không cần các tham số được báo hiệu một cách rõ ràng trong dòng bit video mã hóa.

Sáng chế này mô tả các kỹ thuật có thể cải thiện dự đoán nội hình, bao gồm suy ra và báo hiệu các chế độ dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính, có thể còn được gọi là dự đoán nội hình ma trận hoặc dự đoán nội hình có trọng số ma trận hoặc dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin (affine linear weighted intra prediction - ALWIP). Cụ thể hơn, đối với khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ ALWIP, sáng chế mô tả kỹ thuật lọc các mẫu tham chiếu biên để tạo ra khối dự đoán được lọc. Khối dự đoán được lọc có thể cải thiện sự đánh đổi tốc độ-độ méo cho các khối đã mã hóa trong chế độ ALWIP bằng cách tạo ra các khối dự đoán chính xác hơn.

Như được giải thích chi tiết hơn dưới đây, khi bộ mã hóa video mã hóa khối trong chế độ ALWIP, thì bộ mã hóa video tạo ra tập hợp các mẫu được dự đoán "trung gian" bằng cách nhân số lượng mẫu biên được giảm với ma trận và vector độ lệch. Sau đó, bộ mã hóa video tăng lấy mẫu các mẫu trung gian bằng cách sử dụng phép nội suy tuyến tính để tạo ra khối dự đoán. Quy trình này có thể dẫn đến sai số dự đoán mà kết thúc là lớn hơn ở các biên của khối dự đoán, dẫn đến giá trị dư lớn hơn yêu cầu nhiều bit hơn để nén dữ liệu video. Sáng chế này mô tả các kỹ thuật lọc các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng theo cách mà có thể làm giảm sai số dự đoán trong khối dự đoán. Ví dụ, bộ mã hóa

video được tạo cấu hình theo các kỹ thuật của sáng chế có thể áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian và sau đó lọc các mẫu trung gian bằng cách áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc bằng cách sử dụng tập hợp mẫu biên trái đầy đủ và tập hợp mẫu biên trên cùng đầy đủ.

Tức là, các kỹ thuật của sáng chế có thể dẫn đến bộ mã hóa video, khi sử dụng chế độ ALWIP, tạo ra khối dự đoán mà gần khớp hơn với khối dữ liệu video gốc, và do đó yêu cầu giá trị dư nhỏ và vì vậy tổng số bit để nén ít hơn. Bằng cách sử dụng tổng số bit nén các khối dữ liệu video ít hơn được mã hóa trong chế độ ALWIP, các kỹ thuật của sáng chế có thể dẫn đến bộ mã hóa video đạt được sự đánh đổi tốc độ-độ méo tốt hơn.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống mã hóa và giải mã video 100 mà có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Các kỹ thuật của sáng chế nói chung hướng đến việc mã hóa (mã hóa và/hoặc giải mã) dữ liệu video. Nói chung, dữ liệu video bao gồm dữ liệu bất kỳ để xử lý video. Do đó, dữ liệu video có thể bao gồm video thô, video chưa mã hóa, video đã mã hóa, video đã giải mã (ví dụ, được tái tạo), và siêu dữ liệu video, như dữ liệu báo hiệu chẳng hạn.

Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống 100 bao gồm thiết bị nguồn 102 cung cấp dữ liệu video được mã hóa cần giải mã và hiển thị bằng thiết bị đích 116, theo ví dụ này. Cụ thể, thiết bị nguồn 102 cung cấp dữ liệu video cho thiết bị đích 116 qua phương tiện đọc được bằng máy tính 110. Mỗi thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 có thể là thiết bị bất kỳ trong số rất nhiều thiết bị, bao gồm máy tính để bàn, máy tính sở tay (tức là, máy tính xách tay), máy tính bảng, đầu thu kỹ thuật số, máy điện thoại cầm tay như điện thoại "thông minh", ti vi, camera, thiết bị hiển thị, trình phát phương tiện kỹ thuật số, bàn điều khiển trò chơi điện tử, thiết bị truyền trực tiếp video, thiết bị thu phát quảng bá hoặc các thiết bị tương tự khác. Trong một số trường hợp, thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 có thể được trang bị để truyền thông không dây, và do đó có thể được gọi là các thiết bị truyền thông không dây.

Theo ví dụ trên Fig.1, thiết bị nguồn 102 bao gồm nguồn video 104, bộ nhớ 106, bộ mã hóa video 200, và giao diện đầu ra 108. Thiết bị đích 116 bao gồm giao diện đầu vào 122, bộ giải mã video 300, bộ nhớ 120, và thiết bị hiển thị 118. Theo sáng chế này, bộ mã hóa video 200 của thiết bị nguồn 102 và bộ giải mã video 300 của thiết bị đích 116 có thể

được tạo cấu hình để áp dụng các kỹ thuật mã hóa khối theo chế độ ALWIP được mô tả ở đây. Do đó, thiết bị nguồn 102 là ví dụ về thiết bị mã hóa video, còn thiết bị đích 116 là ví dụ về thiết bị giải mã video. Theo các ví dụ khác, thiết bị nguồn và thiết bị đích có thể bao gồm các thành phần hoặc các cách sắp xếp khác. Ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể nhận dữ liệu video từ nguồn video bên ngoài, như camera ngoài. Tương tự, thiết bị đích 116 có thể giao tiếp với thiết bị hiển thị bên ngoài, chứ không phải bao gồm thiết bị hiển thị tích hợp.

Hệ thống 100 được thể hiện trên Fig.1 chỉ là một ví dụ. Nói chung, thiết bị mã hóa và/hoặc giải mã video số bất kỳ có thể thực hiện các kỹ thuật mã hóa khối chế độ ALWIP được mô tả ở đây. Thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 chỉ là ví dụ về các thiết bị mã hóa như vậy, trong đó thiết bị nguồn 102 tạo ra dữ liệu video mã hóa để truyền đến thiết bị đích 116. Sáng chế đề cập đến thiết bị “mã hóa” là thiết bị thực hiện mã hóa (mã hóa và/hoặc giải mã) dữ liệu. Do đó, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 lần lượt là các ví dụ của thiết bị mã hóa, cụ thể là bộ mã hóa video và bộ giải mã video. Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 có thể hoạt động theo cách gần như đối xứng sao cho mỗi thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 đều có các bộ phận mã hóa và giải mã dữ liệu video. Do đó, hệ thống 100 có thể hỗ trợ truyền dữ liệu video một chiều hoặc hai chiều giữa thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116, ví dụ, để truyền trực tuyến video, phát lại video, phát quảng bá video, hoặc điện thoại truyền hình.

Nói chung, nguồn video 104 là nguồn video (tức là, dữ liệu video thô, chưa được mã hóa) và cung cấp chuỗi các hình ảnh liên tiếp (còn được gọi là "khung") của dữ liệu video cho bộ mã hóa video 200, để mã hóa dữ liệu cho các hình ảnh. Nguồn video 104 của thiết bị nguồn 102 có thể bao gồm thiết bị quay video, như máy quay video, kho video chứa video thô đã quay trước đó, và/hoặc giao diện nạp video để nhận video từ nhà cung cấp nội dung video. Theo một phương án khác, nguồn video 104 có thể tạo ra dữ liệu dựa trên đồ họa từ máy tính dưới dạng video nguồn, hoặc kết hợp của video trực tiếp, video đã lưu trữ, và video được tạo ra bởi- máy tính. Trong mỗi trường hợp, bộ mã hóa video 200 mã hóa dữ liệu video được quay, được quay trước hoặc được máy tính tạo ra. Bộ mã hóa video 200 có thể sắp xếp lại các hình ảnh từ trình tự nhận được (đôi khi được gọi là “trình tự hiển thị”) thành trình tự mã hóa để mã hóa. Bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra dòng bit bao gồm dữ liệu video mã hóa. Thiết bị nguồn 102 sau đó có thể xuất ra dữ liệu video mã hóa qua giao diện đầu ra 108 lên phương tiện đọc được bằng máy tính 110 để nhận và/hoặc phục hồi bằng, ví dụ, giao diện đầu vào 122 của thiết bị đích 116.

Bộ nhớ 106 của thiết bị nguồn 102 và bộ nhớ 120 của thiết bị đích 116 là các bộ nhớ đa năng. Theo một số ví dụ, các bộ nhớ 106, 120 có thể lưu trữ dữ liệu video thô, ví dụ, video thô từ nguồn video 104 và dữ liệu video thô, được giải mã từ bộ giải mã video 300. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các bộ nhớ 106, 120 có thể lưu trữ các lệnh phần mềm có thể lần lượt thực thi được bằng, ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300. Mặc dù bộ nhớ 106 và bộ nhớ 120 được thể hiện riêng với bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 trong ví dụ này, nhưng cần phải hiểu rằng bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 cũng có thể bao gồm các bộ nhớ trong cho các mục đích tương tự hoặc tương đương về mặt chức năng. Hơn thế nữa, các bộ nhớ 106, 120 có thể lưu trữ dữ liệu video mã hóa, ví dụ, xuất ra từ bộ mã hóa video 200 và nhập vào bộ giải mã video 300. Theo một số ví dụ, các phần của các bộ nhớ 106, 120 có thể được cấp phát dưới dạng một hoặc nhiều bộ đệm video, ví dụ, để lưu trữ dữ liệu video thô, được giải mã và/hoặc được mã hóa.

Phương tiện đọc được bằng máy tính 110 có thể là loại phương tiện hoặc thiết bị bất kỳ có khả năng truyền dữ liệu video mã hóa từ thiết bị nguồn 102 đến thiết bị đích 116. Trong một ví dụ, phương tiện đọc được bằng máy tính 110 là phương tiện truyền thông cho phép thiết bị nguồn 102 truyền dữ liệu video đã mã hóa trực tiếp đến thiết bị đích 116 theo thời gian thực, ví dụ, qua mạng tần số vô tuyến hoặc mạng dựa trên máy tính. Giao diện đầu ra 108 có thể điều chế tín hiệu truyền bao gồm dữ liệu video mã hóa và giao diện đầu vào 122 có thể giải điều chế tín hiệu truyền thu được, theo chuẩn truyền thông, như chuẩn hoặc giao thức truyền thông không dây. Phương tiện truyền thông có thể bao gồm phương tiện truyền thông không dây hoặc có dây bất kỳ, như phổ tần số vô tuyến (Radio Frequency - RF) hoặc một hay nhiều đường truyền vật lý. Phương tiện truyền thông có thể tạo nên một phần mạng dựa vào gói, như mạng cục bộ, mạng diện rộng, hoặc mạng toàn cầu như Internet. Phương tiện truyền thông có thể bao gồm các bộ định tuyến, bộ chuyển mạch, trạm gốc, hoặc thiết bị khác bất kỳ mà có thể có ích để hỗ trợ truyền thông từ thiết bị nguồn 102 đến thiết bị đích 116.

Trong một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể xuất ra dữ liệu mã hóa từ giao diện đầu ra 108 đến thiết bị lưu trữ 112. Tương tự, thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ liệu mã hóa từ thiết bị lưu trữ 112 thông qua giao diện đầu vào 122. Thiết bị lưu trữ 112 có thể bao gồm phương tiện bất kỳ trong số các phương tiện lưu trữ dữ liệu truy cập phân tán hoặc cục bộ như ổ đĩa cứng, đĩa Blu-ray, DVD, CD-ROM, bộ nhớ nhanh, bộ nhớ khả biến hoặc

không khả biến hoặc phương tiện lưu trữ số thích hợp khác bất kỳ để lưu trữ dữ liệu video mã hóa.

Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể xuất ra dữ liệu video mã hóa cho máy chủ tệp 114 hoặc một thiết bị lưu trữ trung gian khác mà có thể lưu trữ dữ liệu video mã hóa do thiết bị nguồn 102 tạo ra. Thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ liệu video đã lưu trữ từ máy chủ tệp 114 qua truyền trực tuyến hoặc tải xuống. Máy chủ tệp 114 có thể là loại thiết bị máy chủ bất kỳ có khả năng lưu trữ dữ liệu video mã hóa và truyền dữ liệu video đã mã hóa đến thiết bị đích 116. Máy chủ tệp 114 có thể là máy chủ web (ví dụ, cho trang web), máy chủ giao thức truyền tệp (File Transfer Protocol - FTP), thiết bị mạng phân phối nội dung, hoặc thiết bị lưu trữ gắn với mạng (network attached storage - NAS). Thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ liệu video mã hóa từ máy chủ tệp 114 qua kết nối dữ liệu chuẩn bất kỳ, bao gồm kết nối Internet. Kết nối này có thể bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối có dây (ví dụ, đường thuê bao số (Digital Subscriber Line - DSL), môđem cáp, v.v.), hoặc kết hợp hai loại này phù hợp với việc truy cập dữ liệu video mã hóa được lưu trữ trên máy chủ tệp 114. Máy chủ tệp 114 và giao diện đầu vào 122 có thể được tạo cấu hình để hoạt động theo giao thức truyền trực tuyến, giao thức truyền tải xuống hoặc kết hợp của chúng.

Giao diện đầu ra 108 và giao diện đầu vào 122 có thể là bộ phát/bộ thu không dây, môđem, các thành phần mạng có dây (ví dụ, thẻ Ethernet), các thành phần giao tiếp không dây hoạt động theo bất kỳ trong số các tiêu chuẩn IEEE 802.11, hoặc các thành phần vật lý khác. Trong các ví dụ trong đó giao diện đầu ra 108 và giao diện đầu vào 122 bao gồm các thành phần không dây, giao diện đầu ra 108 và giao diện đầu vào 122 có thể được tạo cấu hình để truyền dữ liệu, chẳng hạn như dữ liệu video mã hóa, theo chuẩn truyền thông di động, như 4G, 4G-Dự án phát triển dài hạn (Long -Term Evolution - LTE), LTE cải tiến, 5G, hoặc tương tự. Theo một số ví dụ mà giao diện đầu ra 108 bao gồm bộ phát không dây, giao diện đầu ra 108 và giao diện đầu vào 122 có thể được tạo cấu hình để truyền dữ liệu, như dữ liệu video mã hóa, theo các chuẩn không dây khác, chẳng hạn như đặc tả kỹ thuật IEEE 802.11, đặc tả kỹ thuật IEEE 802.15 (ví dụ, ZigBee™), chuẩn Bluetooth™, hoặc tương tự. Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 và/hoặc thiết bị đích 116 có thể bao gồm các thiết bị có hệ thống trên chip (system-on-a-chip - SoC) tương ứng. Ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể bao gồm thiết bị SoC để thực hiện chức năng được quy cho bộ mã hóa

video 200 và/hoặc giao diện đầu ra 108 và thiết bị đích 116 có thể bao gồm thiết bị SoC để thực hiện chức năng được quy cho bộ giải mã video 300 và/hoặc giao diện đầu vào 122.

Các kỹ thuật theo sáng chế có thể được áp dụng để mã hóa video để hỗ trợ ứng dụng đa phương tiện bất kỳ trong số nhiều ứng dụng đa phương tiện, như phát sóng truyền hình qua không gian, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh, truyền video trực tuyến qua mạng internet, như truyền trực tuyến thích ứng động qua giao thức HTTP (DASH - Dynamic Adaptive Streaming over HTTP), video dạng số được mã hóa trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã video dạng số lưu trữ trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc các ứng dụng khác.

Giao diện đầu vào 122 của thiết bị đích 116 nhận dòng bit video mã hóa từ phương tiện đọc được bằng máy tính 110 (ví dụ, phương tiện truyền thông, thiết bị lưu trữ 112, máy chủ tệp 114 hoặc tương tự). Dòng bit video mã hóa có thể bao gồm thông tin báo hiệu được xác định bởi bộ mã hóa video 200, thông tin này cũng được bộ giải mã video 300 sử dụng, chẳng hạn như các phân tử cú pháp có các giá trị mô tả các đặc điểm và/hoặc xử lý các khối video hoặc các đơn vị mã hóa khác (ví dụ, lát, hình ảnh, nhóm hình ảnh, chuỗi hoặc tương tự). Thiết bị hiển thị 118 hiển thị hình ảnh giải mã của dữ liệu video giải mã cho người dùng. Thiết bị hiển thị 118 có thể biểu diễn thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị hiển thị, chẳng hạn như màn hình tinh thể lỏng (liquid crystal display - LCD), màn hình plasma, màn hình điốt phát quang hữu cơ (organic light emitting diode - OLED), hoặc một loại thiết bị hiển thị khác.

Mặc dù không được thể hiện trên Fig.1, nhưng theo một số ví dụ, mỗi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tích hợp với bộ mã hóa âm thanh và/hoặc bộ giải mã âm thanh, và có thể bao gồm các bộ ghép kênh-giải ghép kênh (MUX-DEMUX) thích hợp, hoặc phần cứng và/hoặc phần mềm khác, để xử lý các dòng ghép kênh bao gồm cả âm thanh và video trong dòng dữ liệu chung. Nếu có thể, các bộ MUX-DEMUX có thể thích hợp với giao thức ghép kênh ITU H.223, hoặc các giao thức khác như giao thức gói dữ liệu người dùng (user datagram protocol - UDP).

Mỗi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được cài đặt như là bất kỳ trong số rất nhiều mạch mã hóa và/hoặc mạch giải mã thích hợp, như một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được theo trường

(Field Programmable Gate Array - FPGA), mạch logic rời rạc, phần mềm, phần cứng, firmware hoặc kết hợp bất kỳ của các loại trên. Khi các kỹ thuật này được thực hiện một phần trong phần mềm, thiết bị có thể lưu trữ các lệnh cho phần mềm trên phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính thích hợp và thực thi các lệnh trong phần cứng bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Mỗi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể nằm trong một hoặc nhiều bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, mỗi bộ phận này có thể được tích hợp làm một phần của bộ mã hóa/giải mã (encoder/decoder - CODEC) kết hợp trong thiết bị tương ứng. Thiết bị bao gồm bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể bao gồm mạch tích hợp, bộ vi xử lý và/hoặc thiết bị truyền thông không dây, như điện thoại di động.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể hoạt động theo chuẩn mã hóa video, chẳng hạn như ITU-T H.265, còn được gọi là mã hóa video hiệu quả cao (High Efficiency Video Coding - HEVC) hoặc các phần mở rộng của nó, chẳng hạn như các phần mở rộng mã hóa video đa cảnh nhìn và/hoặc có thể thay đổi tỷ lệ. Theo cách khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 cũng có thể hoạt động theo các chuẩn độc quyền hoặc công nghiệp khác, ITU-T H.266, còn được gọi là mã hóa dữ liệu video đa năng (Versatile Video Coding - VVC). Dự thảo gần đây của chuẩn VVC được mô tả trong tài liệu của Bross và các cộng sự có tên là “Versatile Video Coding (Draft 8),” Joint Video Experts Team (JVET) của ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, Hội nghị lần thứ 17: Brussels, BE, từ ngày 7 đến ngày 17 tháng 1 năm 2020, JVET-Q2001-v15 (sau đây được gọi là “VVC Draft 8”). Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở chuẩn mã hóa cụ thể bất kỳ.

Nói chung, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện mã hóa các hình ảnh dựa trên khối. Thuật ngữ “khối” thường đề cập đến cấu trúc bao gồm dữ liệu cần xử lý (ví dụ, mã hóa, giải mã, hoặc được sử dụng trong quy trình mã hóa và/hoặc giải mã). Ví dụ, khối có thể bao gồm ma trận mẫu hai chiều chứa dữ liệu độ chói và/hoặc sắc độ. Nói chung, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể mã hóa dữ liệu video được biểu diễn theo định dạng YUV (ví dụ, Y, Cb, Cr). Tức là, thay vì mã hóa dữ liệu màu đỏ, xanh lục và xanh dương (red, green, and blue - RGB) cho các mẫu của hình ảnh, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể mã hóa các thành phần độ chói và sắc độ, trong đó các thành phần sắc độ có thể bao gồm cả thành phần sắc độ sắc đỏ và sắc xanh dương. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 biến đổi dữ liệu định dạng RGB nhận

được thành dạng biểu diễn YUV trước khi mã hóa, và bộ giải mã video 300 biến đổi dạng biểu diễn YUV thành định dạng RGB. Theo cách khác, các đơn vị trước và sau xử lý (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể thực hiện các quy trình biến đổi này.

Nói chung sáng chế có thể đề cập đến việc mã hóa (ví dụ, mã hóa và giải mã) các hình ảnh để bao gồm quy trình mã hóa hoặc giải mã dữ liệu của hình ảnh. Tương tự, sáng chế có thể đề cập đến việc mã hóa các khối của hình ảnh để bao gồm quy trình mã hóa hoặc giải mã dữ liệu cho các khối, ví dụ, mã hóa dự đoán và/hoặc mã hóa dư. Dòng bit video mã hóa thường bao gồm một loạt giá trị cho các phần tử cú pháp biểu diễn các quyết định mã hóa (ví dụ, chế độ mã hóa) và chia các hình ảnh thành các khối. Do đó, các tham chiếu đến mã hóa hình hoặc khối thường được hiểu là mã hóa các trị số cho các phần tử cú pháp tạo thành hình ảnh hoặc khối.

HEVC định nghĩa một số khối, bao gồm các đơn vị mã hóa (coding unit - CU), đơn vị dự đoán (prediction unit - PU) và đơn vị biến đổi (transform unit - TU). Theo HEVC, bộ mã hóa video (chẳng hạn như bộ mã hóa video 200) chia đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU) thành các CU theo cấu trúc cây tứ phân. Tức là, bộ mã hóa video chia các CTU và CU thành bốn hình vuông bằng nhau không chồng lên nhau, và mỗi nút của cây tứ phân có không hoặc bốn nút con. Các nút không có nút con có thể được gọi là “nút lá” và các CU của các nút lá như vậy có thể bao gồm một hoặc nhiều PU và/hoặc một hoặc nhiều TU. Bộ mã hóa video có thể chia tiếp các PU và các TU. Ví dụ, trong HEVC, các cây tứ phân dư (residual quadtree - RQT) biểu diễn việc phân chia các TU. Trong HEVC, các PU biểu diễn dữ liệu dự đoán liên hình, còn các TU biểu diễn dữ liệu dư. Các CU mà được dự đoán nội hình chứa thông tin dự đoán nội hình, như chỉ báo chế độ nội hình.

Theo một ví dụ khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để hoạt động theo VVC. Theo VVC, bộ mã hóa video (như bộ mã hóa video 200) chia hình ảnh thành nhiều đơn vị cây mã hóa (CTU - coding tree unit). Bộ mã hóa video 200 có thể chia CTU theo cấu trúc cây, chẳng hạn như cấu trúc cây nhị phân-cây tứ phân (quadtree-binary tree - QTBT) hoặc cấu trúc cây nhiều loại (Multi-Type Tree - MTT). Cấu trúc QTBT loại bỏ các khái niệm về nhiều loại phân chia, như phân chia giữa các CU, PU và TU theo HEVC. Cấu trúc QTBT bao gồm hai mức: mức thứ nhất được chia theo kỹ thuật phân chia cây tứ phân và mức thứ hai được phân chia theo kỹ thuật phân chia cây

nhị phân. Nút gốc của cấu trúc QTBT tương ứng với CTU. Các nút lá của cây nhị phân tương ứng với các đơn vị mã hóa (CU - coding unit).

Trong cấu trúc phân chia MTT, các khối có thể được phân chia bằng cách sử dụng phân chia cây tứ phân (quadtree - QT), phân chia cây nhị phân (binary tree - BT), và một hoặc nhiều loại phân chia cây tam phân (triple tree - TT) (còn được gọi là cây bậc ba). Phân chia cây tam phân là phân chia trong đó khối được phân chia thành ba khối con. Trong một số ví dụ, phân chia cây tam phân chia khối thành ba khối con mà không chia khối gốc qua tâm. Các loại phân chia trong MTT (ví dụ, QT, BT, và TT), có thể là đối xứng hoặc bất đối xứng.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể sử dụng một cấu trúc QTBT hoặc MTT để biểu diễn mỗi thành phần độ chói và sắc độ, trong khi trong các ví dụ khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể sử dụng hai hoặc nhiều cấu trúc QTBT hoặc MTT, như cấu trúc QTBT/MTT cho thành phần độ chói và cấu trúc QTBT/MTT khác cho cả hai thành phần sắc độ (hoặc hai cấu trúc QTBT/MTT cho các thành phần sắc độ tương ứng).

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để sử dụng phân chia cây tứ phân cho mỗi phân chia HEVC, QTBT, phân chia MTT, hoặc các cấu trúc phân chia khác. Đối với mục đích giải thích, phần mô tả về các kỹ thuật của sáng chế được trình bày liên quan đến kỹ thuật phân chia QTBT. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng các kỹ thuật của sáng chế này cũng có thể được áp dụng cho các bộ mã hóa video được tạo cấu hình để sử dụng kỹ thuật phân chia cây tứ phân hoặc các kiểu kỹ thuật phân chia khác.

Theo một số ví dụ, CTU bao gồm khối cây mã hóa (CTB) của các mẫu độ chói, hai CTB tương ứng của các mẫu sắc độ trong hình ảnh có ba mảng mẫu, hoặc CTB của các mẫu trong hình ảnh đơn sắc hoặc hình ảnh được mã hóa bằng cách sử dụng ba mặt phẳng màu riêng biệt và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để mã hóa các mẫu. CTB có thể là khối $N \times N$ mẫu với giá trị nào đó của N sao cho sự chia một thành phần thành các CTB là phân chia. Thành phần là mảng hoặc một mẫu từ một trong ba mảng (độ chói và hai sắc độ) mà bao gồm hình ảnh trong định dạng màu 4:2:0, 4:2:2, hoặc 4:4:4 hoặc mảng hoặc một mẫu trong mảng mà bao gồm hình ảnh trong định dạng đơn sắc. Theo một số ví dụ, khối mã hóa là khối $M \times N$ mẫu với một số giá trị của M và N sao cho sự chia CTB thành các khối mã hóa là phân chia.

Các khối (ví dụ, CTU hoặc CU) có thể được nhóm theo nhiều cách trong một hình ảnh. Theo một ví dụ, mảnh có thể là vùng hình chữ nhật gồm các hàng CTU bên trong ô cụ thể trong hình ảnh. Ô có thể là vùng hình chữ nhật gồm các CTU trong một cột ô cụ thể và hàng ô cụ thể trong một hình ảnh. Cột ô là vùng hình chữ nhật gồm các CTU có chiều cao là chiều cao của hình ảnh và chiều rộng được xác định bởi các phần tử cú pháp (ví dụ, như trong tập hợp tham số hình ảnh) Hàng ô là vùng hình chữ nhật gồm các CTU có chiều cao được xác định bởi các phần tử cú pháp (ví dụ, như trong tập hợp tham số hình ảnh) và chiều rộng bằng chiều rộng của hình ảnh.

Theo một số ví dụ, ô có thể được chia thành nhiều mảnh, mỗi mảnh có thể bao gồm một hoặc nhiều hàng CTU trong ô. Ô mà không được phân chia thành nhiều mảnh có thể cũng được gọi là mảnh. Tuy nhiên, mảnh mà là một tập hợp con thực sự của ô có thể không được gọi là ô.

Các mảnh trong hình ảnh có thể còn được sắp xếp trong lát. Lát có thể là số nguyên các mảnh của hình ảnh mà có thể được chứa riêng trong một đơn vị lớp trừu tượng hóa mạng (network abstraction layer - NAL). Theo một số ví dụ, lát bao gồm một số ô hoàn chỉnh hoặc chỉ một chuỗi liên tiếp các mảnh hoàn chỉnh của một ô.

Sáng chế này có thể sử dụng “NxN” và “N nhân N” thay thế cho nhau để chỉ các kích thước mẫu của khối (chẳng hạn như CU hoặc khối video khác) xét về chiều dọc và chiều ngang, ví dụ, 16x16 mẫu hoặc 16 nhân 16 mẫu. Nói chung, CU 16x16 sẽ có 16 mẫu theo chiều dọc ($y = 16$) và 16 mẫu theo chiều ngang ($x = 16$). Tương tự, CU NxN thường có N mẫu theo chiều dọc và N mẫu theo chiều ngang, trong đó N là giá trị nguyên không âm. Các mẫu trong CU có thể được sắp xếp thành các hàng và các cột. Hơn nữa, các CU không nhất thiết phải có số lượng mẫu theo chiều ngang bằng số lượng mẫu theo chiều dọc. Ví dụ, các CU có thể bao gồm NxM mẫu, trong đó M không nhất thiết bằng N.

Bộ mã hóa dữ liệu video 200 mã hóa dữ liệu video cho các CU biểu diễn thông tin dự đoán và/hoặc thông tin dư, và thông tin khác. Thông tin dự đoán biểu thị cách thức CU sẽ được dự đoán để tạo ra khối dự đoán cho CU. Thông tin dư thường biểu diễn các giá trị chênh lệch của từng mẫu giữa các mẫu của CU trước khi mã hóa và khối dự đoán.

Để dự đoán CU, bộ mã hóa video 200 có thể thông thường tạo ra khối dự đoán cho CU thông qua dự đoán liên hình hoặc dự đoán nội hình. Dự đoán liên hình thường được dùng để chỉ việc dự đoán CU từ dữ liệu của hình được mã hóa trước đó, trong khi dự đoán

nội hình thường được dùng để chỉ việc dự đoán CU từ dữ liệu được mã hóa trước đó của cùng một hình ảnh. Để thực hiện dự đoán liên hình, bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra khối dự đoán bằng cách sử dụng một hoặc nhiều vector chuyển động. Nhìn chung, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện tìm kiếm chuyển động để nhận dạng khối tham chiếu gần khớp nhất với CU, ví dụ, xét về chênh lệch giữa CU và khối tham chiếu. Bộ mã hóa video 200 có thể tính toán số đo chênh lệch bằng cách sử dụng tổng chênh lệch tuyệt đối (sum of absolute difference - SAD), tổng chênh lệch bình phương (sum of squared differences - SSD), chênh lệch tuyệt đối trung bình (mean absolute difference - MAD), chênh lệch bình phương trung bình (mean squared differences - MSD) hoặc các phép toán chênh lệch như vậy khác để xác định xem khối tham chiếu có gần khớp với CU hiện thời hay không. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể dự đoán CU hiện thời bằng cách sử dụng kỹ thuật dự đoán một hướng hoặc dự đoán hai hướng.

Một số ví dụ về VVC còn cung cấp chế độ bù chuyển động afin, chế độ này có thể được coi là chế độ dự đoán liên hình. Trong chế độ bù chuyển động afin, bộ mã hóa video 200 có thể xác định hai hoặc nhiều vector chuyển động biểu diễn chuyển động không tịnh tiến, chẳng hạn như phóng to hoặc thu nhỏ, xoay, chuyển động phối cảnh hoặc các loại chuyển động không đều khác.

Để thực hiện dự đoán nội hình, bộ mã hóa video 200 có thể lựa chọn chế độ dự đoán nội hình để tạo ra khối dự đoán. Một số ví dụ về VVC cung cấp sáu mươi bảy chế độ dự đoán nội hình, bao gồm các chế độ định hướng khác nhau, cũng như chế độ phẳng và chế độ DC. Nói chung, bộ mã hóa video 200 chọn chế độ dự đoán nội hình mô tả các mẫu lân cận cho khối hiện thời (ví dụ, khối của CU) mà dự đoán các mẫu của khối hiện thời từ đó. Các mẫu như vậy có thể thường ở trên, bên trên và bên trái hoặc bên trái của khối hiện thời trong hình ảnh giống như khối hiện thời, giả sử bộ mã hóa video 200 mã hóa các CTU và các CU theo thứ tự quét mảnh (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới).

Bộ mã hóa video 200 mã hóa dữ liệu biểu diễn chế độ dự đoán cho khối hiện thời. Ví dụ, đối với các chế độ dự đoán liên hình, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa dữ liệu biểu diễn chế độ dự đoán liên hình nào trong số các chế độ dự đoán liên hình có sẵn được sử dụng, cũng như thông tin chuyển động cho chế độ tương ứng. Ví dụ, đối với dự đoán liên hình một chiều hoặc hai chiều, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa các vector chuyển động bằng cách sử dụng chế độ dự đoán vector chuyển động nâng cao (advanced motion

vector prediction - AMVP) hoặc chế độ hợp nhất. Bộ mã hóa video 200 có thể sử dụng các chế độ tương tự để mã hóa các vector chuyển động cho chế độ bù chuyển động afin.

Sau dự đoán, chẳng hạn như dự đoán nội hình hoặc dự đoán liên hình một khối, bộ mã hóa video 200 có thể tính toán dữ liệu dư cho khối. Dữ liệu dư, chẳng hạn như khối dư, biểu diễn các giá trị chênh lệch mẫu-mẫu giữa khối và khối dự đoán cho khối, được tạo ra bằng cách sử dụng chế độ dự đoán tương ứng. Bộ mã hóa video 200 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối dư, để tạo ra dữ liệu được biến đổi trong miền biến đổi thay vì miền mẫu. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể áp dụng phép biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), biến đổi số nguyên, biến đổi sóng nhỏ, hoặc biến đổi tương tự về mặt khái niệm cho dữ liệu video dư. Ngoài ra, bộ mã hóa video 200 có thể áp dụng phép biến đổi thứ hai tiếp theo phép biến đổi thứ nhất, chẳng hạn như biến đổi thứ hai không phân chia phụ thuộc vào chế độ (mode-dependent non-separable secondary transform - MDNSST), biến đổi phụ thuộc vào tín hiệu, biến đổi Karhunen-Loeve (Karhunen-Loeve transform - KLT) hoặc tương tự. Bộ mã hóa video 200 tạo ra các hệ số biến đổi sau khi áp dụng một hoặc nhiều biến đổi.

Như nêu ở trên, sau phép biến đổi bất kỳ để tạo ra các hệ số biến đổi, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện lượng tử hóa các hệ số biến đổi. Lượng tử hóa thường là quy trình trong đó các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để có thể giảm lượng dữ liệu dùng để biểu diễn các hệ số biến đổi, nhằm đạt được hiệu quả nén cao hơn. Bằng cách thực hiện quy trình lượng tử hóa, bộ mã hóa video 200 có thể giảm độ sâu bit liên quan đến một số hoặc tất cả các hệ số biến đổi. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể làm tròn giá trị n -bit xuống giá trị m -bit khi lượng tử hóa, trong đó n lớn hơn m . Theo một số ví dụ, để thực hiện lượng tử hóa, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện dịch phải theo bit bằng giá trị cần lượng tử hóa.

Sau khi lượng tử hóa, bộ mã hóa video 200 có thể quét các hệ số biến đổi, tạo ra vector một chiều từ ma trận hai chiều bao gồm các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa. Quy trình quét được thiết kế để đặt các hệ số biến đổi năng lượng cao hơn (và do đó tần số thấp hơn) ở phía trước của vector và để đặt các hệ số biến đổi năng lượng thấp hơn (và do đó tần số cao hơn) ở phía sau của vector. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể sử dụng thứ tự quét định trước để quét các hệ số biến đổi lượng tử hóa để tạo ra vector nối tiếp, và sau đó mã hóa entropy các hệ số biến đổi lượng tử hóa của vector. Trong các ví dụ

khác, bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện quy trình quét thích ứng. Sau khi quét các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để tạo vector một chiều, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa entropy vector một chiều, ví dụ, theo kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (context-adaptive binary arithmetic coding - CABAC). Bộ mã hóa video 200 cũng có thể mã hóa entropy các giá trị cho các phần tử cú pháp mô tả siêu dữ liệu liên quan đến dữ liệu video mã hóa để dùng bởi bộ giải mã video 300 khi giải mã dữ liệu video.

Để thực hiện CABAC, bộ mã hóa video 200 có thể gán ngữ cảnh trong mô hình ngữ cảnh cho ký hiệu cần được truyền. Ngữ cảnh có thể liên quan tới, ví dụ, việc xem các giá trị lân cận của ký hiệu có giá trị bằng không hay không. Việc xác định xác suất có thể được dựa vào ngữ cảnh được gán cho ký hiệu.

Bộ mã hóa video 200 còn có thể tạo ra dữ liệu cú pháp, như dữ liệu cú pháp dựa trên khối, dữ liệu cú pháp dựa trên hình ảnh, và dữ liệu cú pháp dựa trên chuỗi, cho bộ giải mã video 300, ví dụ, trong phần đầu hình ảnh, phần đầu khối, phần đầu lát, hoặc dữ liệu cú pháp khác, như tập hợp tham số chuỗi (sequence parameter set - SPS), tập hợp tham số hình ảnh (picture parameter set - PPS), hoặc tập hợp tham số video (video parameter set - VPS). Tương tự, bộ giải mã video 300 có thể giải mã dữ liệu cú pháp như vậy để xác định cách giải mã dữ liệu video tương ứng.

Theo cách này, bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra dòng bit bao gồm dữ liệu video mã hóa, ví dụ, các phần tử cú pháp mô tả việc phân chia hình ảnh thành các khối (ví dụ, các CU) và thông tin dự đoán và/hoặc thông tin dư cho các khối. Cuối cùng, bộ giải mã video 300 có thể nhận dòng bit và giải mã dữ liệu video đã mã hóa.

Nói chung, bộ giải mã video 300 thực hiện quy trình thuận nghịch với quy trình được thực hiện bởi bộ mã hóa video 200 để giải mã dữ liệu video đã mã hóa của dòng bit. Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể giải mã các giá trị cho các phần tử cú pháp của dòng bit bằng cách sử dụng CABAC theo cách về cơ bản tương tự như, mặc dù thuận nghịch với, quy trình mã hóa CABAC của bộ mã hóa video 200. Các phần tử cú pháp có thể xác định thông tin chia để phân chia hình ảnh thành các CTU, và chia mỗi CTU theo cấu trúc chia tương ứng, chẳng hạn như cấu trúc QTBT, để xác định các CU của CTU. Các phần tử cú pháp còn có thể xác định thông tin dự đoán và thông tin dư cho các khối (ví dụ, các CU) của dữ liệu video.

Thông tin dư có thể được biểu diễn bằng, ví dụ, các hệ số biến đổi lượng tử hóa. Bộ giải mã video 300 có thể lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược các hệ số biến đổi lượng tử hóa của khối để tái tạo khối dư cho khối. Bộ giải mã video 300 sử dụng chế độ dự đoán được báo hiệu (dự đoán nội hình hoặc dự đoán liên hình) và thông tin dự đoán liên quan (ví dụ, thông tin chuyển động của dự đoán liên hình) để tạo ra khối dự đoán cho khối. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể kết hợp khối dự đoán và khối dư (dựa trên từng mẫu) để tái tạo khối gốc. Bộ giải mã video 300 có thể thực hiện xử lý bổ sung, chẳng hạn như thực hiện quy trình gỡ bỏ khối để giảm các thành phần nhiễu trực quan dọc theo các biên của khối.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để xác định xem khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ ALWIP; suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng; áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian; lọc, bằng cách sử dụng tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng; và giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng. Bộ mã hóa video 200, là một phần của vòng giải mã của quy trình mã hóa video, có thể được tạo cấu hình tương tự để xác định xem khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ ALWIP; suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng; áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian; lọc, bằng cách sử dụng tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng; và giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

Nói chung, sáng chế có thể liên quan đến việc "báo hiệu" một số thông tin như các phần tử cú pháp. Nói chung, thuật ngữ "báo hiệu" có thể chỉ việc truyền thông giá trị cho các phần tử cú pháp và/hoặc dữ liệu khác được dùng để giải mã dữ liệu video đã mã hóa. Tức là, bộ mã hóa video 200 có thể báo hiệu các giá trị cho các phần tử cú pháp trong dòng bit. Nói chung, việc báo hiệu đề cập đến việc tạo ra giá trị trong dòng bit. Như đã lưu ý ở trên, thiết bị nguồn 102 có thể truyền tải dòng bit đến thiết bị đích 116 về cơ bản theo thời

gian thực, hoặc không theo thời gian thực, việc này có thể xảy ra khi lưu trữ các phần tử cú pháp vào thiết bị lưu trữ 112 để thiết bị đích 116 phục hồi sau.

Các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về cấu trúc cây nhị phân cây tứ phân (quadtree binary tree - QTBT) 130, và đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU) 132 tương ứng. Các đường nét liền biểu thị việc tách cây tứ phân và các đường nét đứt biểu thị việc tách cây nhị phân. Trong mỗi nút tách (tức là, nút không phải lá) của cây nhị phân, một cờ được báo hiệu để chỉ báo kiểu tách nào (tức là, tách ngang hay tách dọc) được sử dụng, trong đó 0 biểu thị tách ngang và 1 biểu thị tách dọc trong ví dụ này. Đối với việc tách cây tứ phân, không cần thiết biểu thị kiểu tách, vì các nút cây tứ phân chia khối theo chiều ngang và theo chiều dọc thành 4 khối con có kích thước bằng nhau. Do đó, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa, và bộ giải mã video 300 có thể giải mã, các phần tử cú pháp (ví dụ như thông tin tách) cho mức cây khu vực của cấu trúc QTBT 130 (tức là, các đường nét liền) và các phần tử cú pháp (ví dụ như thông tin tách) cho mức cây dự đoán của cấu trúc QTBT 130 (tức là, các đường nét đứt). Bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa, và bộ giải mã video 300 có thể giải mã, dữ liệu video, như dữ liệu dự đoán và biến đổi, cho các CU được biểu diễn bởi các nút lá đầu cuối của cấu trúc QTBT 130.

Nói chung, CTU 132 trên Fig.2B có thể được kết hợp với các tham số xác định kích thước của các khối tương ứng với các nút của cấu trúc QTBT 130 ở mức thứ nhất và thứ hai. Các tham số này có thể bao gồm kích thước CTU (biểu diễn kích thước CTU 132 trong các mẫu), kích thước cây tứ phân tối thiểu (MinQTSIZE, biểu diễn kích thước nút lá cây tứ phân tối thiểu được phép), kích thước cây nhị phân tối đa (MaxBTSIZE, biểu diễn kích thước nút gốc cây nhị phân tối đa được phép), chiều sâu cây nhị phân tối đa (MaxBTDepth, biểu diễn chiều sâu cây nhị phân tối đa được phép) và kích thước cây nhị phân tối thiểu (MinBTSIZE, biểu diễn kích thước nút lá cây nhị phân tối thiểu được phép).

Nút gốc của cấu trúc QTBT tương ứng với CTU có thể có bốn nút con ở mức thứ nhất của cấu trúc QTBT, mỗi nút có thể được phân chia theo kỹ thuật phân chia cây tứ phân. Tức là, các nút của mức thứ nhất là các nút lá (không có nút con) hoặc có bốn nút con. Ví dụ về cấu trúc QTBT 130 biểu diễn các nút như vậy bao gồm nút cha và các nút con có các đường nét liền cho các nhánh. Nếu các nút của mức thứ nhất không lớn hơn kích thước nút gốc cây nhị phân lớn nhất cho phép (MaxBTSIZE), thì các nút này có thể được cây nhị phân tương ứng phân chia tiếp. Việc phân chia cây nhị phân của một nút có

thể được lặp lại cho đến khi các nút tạo ra từ quy trình phân tách đạt đến kích thước nút lá cây nhị phân tối thiểu được phép (MinBTSIZE) hoặc độ sâu cây nhị phân tối đa được phép (MaxBTDpth). Ví dụ về cấu trúc QTBT 130 biểu diễn các nút như vậy có các đường nét đứt cho các nhánh. Nút lá cây nhị phân được gọi là một đơn vị mã hóa (CU), đơn vị này được sử dụng để dự đoán (ví dụ, dự đoán nội hình hoặc dự đoán liên hình) và biến đổi, mà không phân chia thêm. Như mô tả ở trên, các CU cũng có thể được gọi là các “khối dữ liệu video” hoặc “các khối”.

Trong một ví dụ của cấu trúc phân chia QTBT, kích thước CTU được thiết lập là 128×128 (mẫu độ chói và hai mẫu sắc độ 64×64 tương ứng), MinQTSIZE được thiết lập là 16×16 , MaxBTSIZE được thiết lập là 64×64 , MinBTSIZE (cho cả chiều rộng lẫn chiều cao) được thiết lập là 4 và MaxBTDpth được thiết lập là 4. Phân chia cây tứ phân được áp dụng cho CTU trước tiên để tạo ra các nút lá cây tứ phân. Các nút lá cây tứ phân có thể có kích thước từ 16×16 (tức là, MinQTSIZE) đến 128×128 (tức là, kích thước CTU). Nếu nút lá cây tứ phân là 128×128 , thì nút sẽ không được phân chia tiếp bởi cây nhị phân bởi vì kích thước này vượt quá MaxBTSIZE (tức là 64×64 trong ví dụ này). Nếu không thì, nút lá cây tứ phân sẽ được phân chia tiếp bởi cây nhị phân. Do đó, nút lá cây tứ phân cũng là nút gốc cho cây nhị phân và có chiều sâu cây nhị phân bằng 0. Khi độ sâu cây nhị phân đạt đến MaxBTDpth (4 trong ví dụ này), thì không được phép tách tiếp nữa. Nút cây nhị phân có độ rộng bằng với MinBTSIZE (4, trong ví dụ này) ngụ ý rằng không cho phép tách ngang nữa. Tương tự, nút cây nhị phân có chiều cao là với MinBTSIZE ngụ ý rằng không cho phép tách dọc thêm đối với nút cây nhị phân đó. Như mô tả ở trên, các nút lá của cây nhị phân được gọi là các CU, và được xử lý thêm theo kỹ thuật dự đoán và biến đổi mà không cần phân chia thêm.

Fig.3 thể hiện các ví dụ về các hướng cho dự đoán nội hình, có các mũi tên chỉ hướng về các mẫu tham chiếu. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện dự đoán nội hình, bằng cách sử dụng cả hai góc rộng và góc không rộng. Các chế độ dự đoán nội hình bao gồm chế độ dự đoán DC, chế độ dự đoán phẳng, và các chế độ dự đoán có hướng (hoặc góc). Chế độ có hướng cho các khối vuông sử dụng các hướng giữa -135 độ đến 45 độ của khối hiện thời trong mô hình kiểm tra VVC 2 (VTM2), của tác giả J. Chen, Y. Ye, S. Kim, có tên “Algorithm description for Versatile Video Coding and Test Model 2 (VTM2),” trong hội nghị JVET lần thứ 11, Ljubljana, 7 SI, Tháng 10 năm 2018 (JVET-K1002), như được minh họa trên Fig.3.

Trong VTM2, cấu trúc khối được dùng để định rõ khối dự đoán cho dự đoán nội hình không bị giới hạn là hình vuông (chiều rộng w = chiều cao h). Các khối dự đoán hình chữ nhật hoặc không phải hình vuông ($w > h$ hoặc $w < h$) có thể tăng hiệu quả mã hóa dựa trên các đặc điểm của nội dung.

Trong các khối chữ nhật này, giới hạn hướng dự đoán nội hình cần nằm trong khoảng -135 độ đến 45 độ có thể dẫn đến các trường hợp mà trong đó các mẫu tham chiếu xa hơn được sử dụng thay vì các mẫu tham chiếu gần hơn để dự đoán nội hình. Thiết kế như vậy có thể có tác động đến hiệu quả mã hóa. Có lợi hơn nếu nới lỏng phạm vi hạn chế để các mẫu tham chiếu gần hơn (ngoài góc từ -135 đến 45 độ) có thể được dùng để dự đoán. Một ví dụ về trường hợp này được đưa ra trên Fig.4.

Fig.4 thể hiện ví dụ về khối chữ nhật 8x4 (khối hiện thời 400) trong đó các mẫu tham chiếu "gần hơn" (vòng tròn 404) không được sử dụng để dự đoán nội hình khối hiện thời 400. Thay vào đó, các mẫu tham chiếu xa hơn (vòng tròn 402) có thể được sử dụng, do hạn chế là hướng dự đoán nội hình phải nằm trong phạm vi từ -135 độ đến 45 độ.

Trong hội nghị JVET lần thứ 12, sửa đổi của dự đoán nội hình góc rộng đã được đề xuất của L. Zhao, X. Zhao, S. Liu, X. Li, "CE3-related: Unification of angular intra prediction for square and non-square blocks," hội nghị JVET lần thứ 12, tại Macau SAR, Trung Quốc, Tháng 10 năm 2018, JVET-L0279 và được ứng dụng trong VTM3. VTM3 được mô tả trong J. Chen, Y. Ye, S. Kim, "Algorithm description for Versatile Video Coding và Test Model 3 (VTM3)," hội nghị JVET lần thứ 12, tại Macau SAR, Trung Quốc, Tháng 10 năm 2018, JVET-L1002.

Đề xuất này được bao gồm trong hai sửa đổi để thống nhất dự đoán nội hình góc cho các khối vuông và không vuông. Đầu tiên, các hướng dự đoán góc được sửa đổi để bao phủ các hướng đường chéo của tất cả các hình khối. Thứ hai, tất cả các hướng góc được giữ trong phạm vi giữa hướng đường chéo dưới cùng bên trái và hướng đường chéo trên cùng bên phải cho tất cả các tỷ lệ phương diện khối (vuông và không vuông) như được minh họa trên các Fig.5A đến Fig.5C. Ngoài ra, số lượng các mẫu tham chiếu trong hàng truy cập trên cùng và cột tham chiếu trái có thể được giới hạn ở $2 * \text{chiều rộng} + 1$ và $2 * \text{chiều cao} + 1$ cho tất cả các hình khối.

Các Fig.5A đến Fig.5C là sơ đồ khái niệm minh họa chế độ ánh xạ cho các đơn vị mã hóa có các hình dạng khác nhau. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể

thực hiện quy trình ánh xạ chế độ để xác định các chế độ dự đoán nội hình có sẵn cho nhiều hình dạng và kích cỡ của các CU. Fig.5A thể hiện khối vuông mà không yêu cầu ánh xạ lại chế độ góc. Fig.5B thể hiện ánh xạ lại chế độ góc cho khối không vuông ngang. Fig.5C thể hiện ánh xạ lại chế độ góc cho khối không vuông dọc. Trên các Fig.5B và Fig.5C, các chế độ A và B được thay thế bởi các chế độ được ánh xạ A và B, sao cho vẫn chỉ có 65 chế độ góc có sẵn, nhưng 65 chế độ góc có sẵn đó là khác nhau giữa Fig.5A, Fig.5B và Fig.5C.

Theo ví dụ trên Fig.5A, CU 502 là khối vuông (tức là, $w=h$). Hướng đường chéo 504 tương ứng với góc dự đoán 45 độ, và hướng đường chéo 506 tương ứng với góc dự đoán -135 độ. Tất cả các chế độ dự đoán có sẵn cho CU 502 nằm giữa hướng đường chéo 504 và hướng đường chéo 506, và do đó, không cần thiết phải ánh xạ lại chế độ.

Theo ví dụ trên Fig.5B, CU 512 là khối không vuông, hình chữ nhật, trong đó w là lớn hơn h . Hướng đường chéo 514 biểu diễn hướng đường chéo chạy từ góc dưới cùng bên trái của CU 512 đến góc trên cùng bên phải của CU 512, và hướng đường chéo 516 biểu diễn hướng đường chéo chạy từ góc trên cùng bên phải của CU 512 đến góc dưới cùng bên trái của CU 512. Do các chế độ A và B không nằm giữa các hướng đường chéo 514 và 516, các chế độ A và B được thay thế bởi các chế độ được ánh xạ A và B, sao cho tất cả các chế độ dự đoán có sẵn cho CU 512 nằm giữa hướng đường chéo 514 và hướng đường chéo 516.

Theo ví dụ trên Fig.5C, CU 522 là khối không vuông, chữ nhật, trong đó h là lớn hơn w . Hướng đường chéo 524 biểu diễn hướng đường chéo chạy từ góc dưới cùng bên trái của CU 522 đến góc trên cùng bên phải của CU 522, và hướng đường chéo 526 biểu diễn hướng đường chéo chạy từ góc trên cùng bên phải của CU 522 đến góc dưới cùng bên trái của CU 522. Do các chế độ A và B không nằm giữa các hướng đường chéo 524 và 526, các chế độ A và B được thay thế bởi các chế độ được ánh xạ A và B, sao cho tất cả các chế độ dự đoán có sẵn cho CU 522 nằm giữa hướng đường chéo 524 và hướng đường chéo 526.

Fig.6 là minh họa về các góc rộng mà được ứng dụng trong VTM2. Fig.7A thể hiện các chế độ góc rộng (được đánh dấu -1 đến -10 và từ 67 đến 76 trên Fig.6) mô tả thêm 65 chế độ góc. Theo ví dụ trên Fig.7A, chế độ 50 tương ứng với góc dự đoán -90 độ. Chế độ 66 tương ứng với góc dự đoán -135 độ, và chế độ 2 tương ứng với góc dự đoán 45 độ.

Fig.7A thể hiện ví dụ về các góc rộng (được đánh dấu từ -1 đến -14 và 67 đến 80 trên Fig.7A) trong VTM3 bên ngoài chế độ 2 và 66 cho toàn bộ 93 chế độ góc. Theo ví dụ trên Fig.8, chế độ 50 tương ứng với góc dự đoán -90 độ. Chế độ 66 tương ứng với góc dự đoán -135 độ, và chế độ 2 tương ứng với góc dự đoán 45 độ. Mặc dù VTM3 xác định 95 chế độ, nhưng đối với bất kỳ kích thước khối nào, chỉ 67 chế độ được phép. Các chế độ chính xác được phép phụ thuộc vào tỷ lệ chiều rộng và chiều cao của khối. Điều này đạt được bằng cách giới hạn phạm vi chế độ dựa vào kích thước khối.

Fig.7B là bảng thể hiện mối quan hệ giữa chế độ dự đoán nội hình và góc dự đoán nội hình. Cụ thể, Bảng 1 trên Fig.7B cho biết bảng ánh xạ giữa chế độ dự đoán nội hình `predModeIntra` và tham số góc `intraPredAngle` trong VTM3. VTM3 được mô tả trong B. Bross, J. Chen, S. Liu, “Versatile Video Coding (Draft 3),” Hội nghị JVET lần thứ 12, Macau SAR, Trung Quốc, Tháng 10 năm 2018, JVET-L100.

Trong Bảng 1, chế độ góc tương ứng với đường chéo khối không vuông được thể hiện bằng ký hiệu dấu mũ (^). Các chế độ dọc và ngang được thể hiện bằng ký hiệu thăng (#) để tham chiếu. Các chế độ đường chéo vuông được thể hiện trong Bảng 1 bằng dấu sao (*). Sau đây, chế độ góc có giá trị `intraPredAngle` dương được gọi là chế độ góc dương (chỉ số chế độ <18 hoặc >50), đồng thời chế độ góc có giá trị `intraPredAngle` âm được gọi là chế độ góc âm (chỉ số chế độ >18 và <50).

Tham số góc ngược `invAngle` được suy ra dựa vào `intraPredAngle` như sau:

$$\text{invAngle} = \text{Round}\left(\frac{256*32}{\text{intraPredAngle}}\right) \quad (2-1)$$

Lưu ý rằng các giá trị `intraPredAngle` được nhân với 32 (0, 32, 64, 128, 256, 512) luôn luôn tương ứng với dự đoán từ các mẫu mảng tham chiếu không phân số, như ở trường hợp trong tài liệu kỹ thuật VTM3.

Bảng 2: Các chế độ đường chéo tương ứng với nhiều tỷ lệ phương diện khối.

Tỷ lệ phương diện khối (chiều rộng/chiều cao)	Các chế độ đường chéo
1 (vuông)	2, 34, 66
2	8, 28, 72

4	12, 24, 76
8	14, 22, 78
16	16, 20, 80
1/2	-6, 40, 60
1/4	-10, 44, 56
1/8	-12, 46, 54
1/16	-14, 48, 52

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện mã hóa phân chia con nội hình (sub-partition coding - ISP). Chế độ mã hóa phân chia con nội hình (ISP) được đề xuất trong S. De Luxán Hernández, H. Schwarz, D. Marpe, T. Wiegand (HHI) “CE3: Line-based intra coding mode,” (ở đây là, “JVET-L0076”). Khi mã hóa dữ liệu video bằng cách sử dụng chế độ mã hóa ISP, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để chia (ví dụ, tách hoặc phân chia) các khối dự đoán nội hình độ chói theo hướng dọc hoặc ngang thành hai (2) hoặc bốn (4) phân chia con phụ thuộc vào các kích thước khối. Các ví dụ về tách khối trong chế độ mã hóa ISP được mô tả dưới đây dựa vào Fig.8 và Fig.9.

Fig.8 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về các phân chia dọc và ngang của khối. Như được thể hiện trên Fig.8, khối hiện thời 800 là khối ISP. Tức là, khối 800 là khối mà cần được tách thành các phân chia con, và mỗi trong số các phân chia con cần được mã hóa sử dụng dự đoán nội hình. Khối hiện thời 800 có chiều cao (H) và chiều rộng. Trong chế độ mã hóa ISP, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để tách khối hiện thời 800 theo hướng ngang hoặc dọc. Theo ví dụ trên Fig.8, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để tách khối hiện thời 800 thành hai phân chia con. Khi sử dụng kiểu tách ngang, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể tách khối hiện thời 800 thành phân chia con 802 và phân chia con 804. Mỗi phân chia con 802 và phân chia con 804 có chiều cao là $H/2$ và chiều rộng là W. Khi sử dụng kiểu tách dọc, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video

300 có thể tách khối hiện thời 800 thành phân chia con 806 và phân chia con 808. Mỗi phân chia con 806 và phân chia con 808 có chiều cao là H và chiều rộng là $W/2$.

Fig.9 là sơ đồ khái niệm minh họa các ví dụ khác về các phân chia dọc và ngang của khối. Fig.9 thể hiện lại khối hiện thời 900, là khối ISP. Theo ví dụ này, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể tách khối hiện thời 900 thành bốn phân chia con. Khi sử dụng kiểu tách ngang, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể tách khối hiện thời 900 thành phân chia con 910, phân chia con 912, phân chia con 914, và phân chia con 916. Mỗi phân chia con 910, phân chia con 912, phân chia con 914, và phân chia con 916 có chiều cao là $H/4$ và chiều rộng là W . Khi sử dụng kiểu tách dọc, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể tách khối hiện thời 900 thành phân chia con 920, phân chia con 922, phân chia con 924, và phân chia con 926. Mỗi phân chia con 920, phân chia con 922, phân chia con 924, và phân chia con 926 có chiều cao là H và chiều rộng là $W/4$.

Fig.8 và Fig.9 chỉ là kiểu tách làm ví dụ. Trong các ví dụ khác về ISP, khối hiện thời có thể được tách thành số lượng phân chia bất kỳ (ví dụ, 3, 5, 6, etc.). Ngoài ra, theo một số ví dụ, các kích thước của các phân chia con không nhất thiết là đối xứng. Tức là, các phân chia con có thể có các kích thước khác nhau.

Theo một ví dụ, dựa vào chế độ mã hóa nội hình và kiểu tách được sử dụng, hai lớp khác nhau của thứ tự xử lý có thể được sử dụng, mà được gọi là thứ tự "thông thường" và thứ tự "ngược". Theo thứ tự thông thường, phân chia con thứ nhất cần xử lý là phân chia con chứa mẫu trên cùng bên trái của CU, và sau đó tiếp tục đi xuống (tách ngang) hoặc về phía phải (tách dọc). Bộ mã hóa video 200 có thể báo hiệu bit chỉ báo kiểu tách (ví dụ, tách ngang hoặc dọc) của CU đến bộ giải mã video 300. Theo một ví dụ khác, thứ tự xử lý ngược bắt đầu bằng phân chia con chứa mẫu dưới cùng bên trái của CU và tiếp tục ngược lên, hoặc bắt đầu bằng phân chia con chứa mẫu trên cùng bên phải của CU và tiếp tục về phía trái.

Biến thể của ISP mà chỉ sử dụng thứ tự xử lý thông thường được sử dụng trong JVET WD4. Cần lưu ý rằng thuật ngữ khối con và các phân chia con được sử dụng thay thế cho nhau trong sáng chế này, và cả hai đều chỉ các khối được thu bằng cách phân chia khối mã hóa bằng cách sử dụng ISP.

Một số cú pháp và ngữ nghĩa liên kết với ISP trong JVET WD4 được thể hiện dưới đây, bằng các ký hiệu `<<*>>` và `<</*>` thể hiện cú pháp liên quan.

Bảng cú pháp của đơn vị mã hóa

<code>coding_unit(x0, y0, cbWidth, cbHeight, treeType) {</code>	Ký hiệu mô tả
<code>...</code>	
<code>} else {</code>	
<code>if(treeType == SINGLE_TREE treeType == DUAL_TREE_LUMA) {</code>	
<code>if((y0 % CtbSizeY) > 0)</code>	
<code>intra_luma_ref_idx[x0][y0]</code>	<code>ae(v)</code>
<code><<*>> if(intra_luma_ref_idx[x0][y0] == 0 && <</*>> <<*>> (cbWidth <= MaxTbSizeY cbHeight <= MaxTbSizeY) && <</*>> <<*>> (cbWidth * cbHeight > MinTbSizeY * MinTbSizeY) <</*>></code>	
<code><<*>> intra_subpartitions_mode_flag[x0][y0] <</*>></code>	<code><<*>> ae(v) <</*>></code>
<code><<*>> if(intra_subpartitions_mode_flag[x0][y0] == 1 && <</*>> <<*>> cbWidth <= MaxTbSizeY && cbHeight <= MaxTbSizeY) <</*>></code>	

<<*>>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)
...	

Bảng cú pháp của cây biến đổi

transform_tree(x0, y0, tbWidth, tbHeight , treeType) {	Ký hiệu mô tả
<<*>>InferTuCbfLuma = 1<</*>>	
<<*>>if(IntraSubPartSplitType == NO_ISP_SPLIT) {<</*>>	
if(tbWidth > MaxTbSizeY tbHeight > MaxTbSizeY) {	
trafoWidth = (tbWidth > MaxTbSizeY) ? (tbWidth / 2) : tbWidth	
trafoHeight = (tbHeight > MaxTbSizeY) ? (tbHeight / 2) : tbHeight	
transform_tree(x0, y0, trafoWidth, trafoHeight)	
if(tbWidth > MaxTbSizeY)	

transform_tree(x0 + trafoWidth, y0, trafoWidth, trafoHeight, treeType)	
if(tbHeight > MaxTbSizeY)	
transform_tree(x0, y0 + trafoHeight, trafoWidth, trafoHeight, treeType)	
if(tbWidth > MaxTbSizeY && tbHeight > MaxTbSizeY)	
transform_tree(x0 + trafoWidth, y0 + trafoHeight, trafoWidth, trafoHeight, treeType)	
} else {	
transform_unit(x0, y0, tbWidth, tbHeight, treeType, 0)	
}	
<<*>> } else if(IntraSubPartitionsSplitType == ISP_HOR_SPLIT) {<<*>>	
<<*>>trafoHeight = tbHeight / NumIntraSubPartitions<<*>>	
<<*>>for(partIdx = 0; partIdx < NumIntraSubPartitions; partIdx++) <<*>>	
<<*>>transform_unit(x0, y0 + trafoHeight * partIdx, tbWidth, trafoHeight, treeType, partIdx) <<*>>	
<<*>> } else if(IntraSubPartitionsSplitType == ISP_VER_SPLIT) {<<*>>	

<<*>>trafoWidth = tbWidth / NumIntraSubPartitions<</*>>	
<<*>>for(partIdx = 0; partIdx < NumIntraSubPartitions; partIdx++)	
<<*>>transform_unit(x0 + trafoWidth * partIdx, y0, trafoWidth, tbHeight, treeType, partIdx) <</*>>	
<<*>>}	
}	

Ngữ nghĩa của đơn vị mã hóa

<<*>>**intra_subpartitions_mode_flag**[x0][y0] bằng 1 chỉ ra rằng đơn vị mã hóa nội hình hiện thời được phân chia thành NumIntraSubPartitions[x0][y0] phân chia con khối biến đổi chữ nhật. **intra_subpartitions_mode_flag**[x0][y0] bằng 0 chỉ ra rằng đơn vị mã hóa nội hình hiện thời không được phân chia thành phân chia con khối biến đổi chữ nhật.

Khi **intra_subpartitions_mode_flag**[x0][y0] không có mặt, nó được suy ra bằng 0.

intra_subpartitions_split_flag[x0][y0] chỉ báo kiểu tách phân chia con nội hình là ngang hay dọc. Khi **intra_subpartitions_mode_flag**[x0][y0] không có mặt, nó được suy ra bằng 0.

Biến **IntraSubPartitionsSplitType** cho biết loại tách sử dụng cho khối mã hóa độ chói hiện thời như được minh họa trong Bảng 2-3. **IntraSubPartitionsSplitType** được suy ra như sau:

- Nếu **intra_subpartitions_mode_flag**[x0][y0] bằng 0, thì **IntraSubPartitionsSplitType** được thiết lập bằng 0.
- Nếu không thì, **IntraSubPartitionsSplitType** được thiết lập bằng 1 + **intra_subpartitions_split_flag**[x0][y0].

Bảng 2-3 – Tên liên quan đến IntraSubPartitionsSplitType

IntraSubPartitionsSplitType	Name of IntraSubPartitionsSplitType
0	ISP_NO_SPLIT
1	ISP_HOR_SPLIT
2	ISP_VER_SPLIT

Biến NumIntraSubPartitions cho biết số lượng phân chia con khối biến đổi mà khối mã hóa độ chói nội hình được phân chia thành. NumIntraSubPartitions được suy ra như sau:

- Nếu IntraSubPartitionsSplitType bằng ISP_NO_SPLIT, thì NumIntraSubPartitions được thiết lập bằng 1.
- Mặt khác, nếu một trong các điều kiện sau là đúng, thì NumIntraSubPartitions được thiết lập bằng 2:
 - cbWidth bằng 4 và cbHeight bằng 8,
 - cbWidth bằng 8 và cbHeight bằng 4.
- Nếu không thì, NumIntraSubPartitions được thiết lập bằng 4. <</**>>

Fig.10 thể hiện minh họa về các mẫu tham chiếu từ nhiều dòng tham chiếu mà có thể được sử dụng để dự đoán nội hình khối mã hóa. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện nhiều dự đoán dòng tham chiếu. Các mẫu trong vùng lân cận của khối mã hóa được sử dụng để dự đoán nội hình khối. Thông thường, các dòng mẫu tham chiếu tái tạo là gần nhất với các biên bên trái và trên cùng của khối mã hóa được sử dụng làm các mẫu tham chiếu để dự đoán nội hình. Tuy nhiên, WD4 VVC còn cho phép các mẫu khác trong vùng lân cận của khối mã hóa cần sử dụng làm các mẫu tham chiếu. Fig.10 minh họa các dòng mẫu tham chiếu mà có thể được sử dụng để dự đoán nội hình. Đối với mỗi khối mã hóa, một chỉ số được báo hiệu cho biết dòng tham chiếu được sử dụng.

Trong WD4 VVC, chỉ các dòng tham chiếu với MRLIdx bằng 0, 1 và 3 là có thể được sử dụng. Chỉ số cho dòng tham chiếu sử dụng để mã hóa khối (giá trị 0, 1 và 2 chỉ báo các dòng lần lượt với MRLIdx 0, 1 và 3) được mã hóa bằng từ mã đơn phân rút gọn.

Các chế độ phẳng và DC không được sử dụng cho dòng tham chiếu được sử dụng có $MRLIdx > 0$.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện kết hợp dự đoán nội hình phụ thuộc vị trí. Dự đoán nội hình dựa trên khối là một phần của chuẩn video như AVC, HEVC, VVC, v.v. Thông thường, các dòng mẫu tham chiếu từ các khối tái tạo liên kế được sử dụng để dự đoán các mẫu trong khối hiện thời. Một hoặc nhiều dòng mẫu có thể được sử dụng để dự đoán. Các mẫu tham chiếu được sử dụng bởi các chế độ dự đoán nội hình điển hình như các chế độ DC, phẳng, và góc/hướng.

Kết hợp dự đoán nội hình phụ thuộc vị trí (Position Dependent Intra Prediction Combination - PDPC) được đề xuất trong J. Pfaff, B. Stallenberger, M. Schäfer, P. Merkle, P. Helle, T. Hinz, H. Schwarz, D. Marpe, T. Wiegand (HHI) “CE3: Dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin (CE3-4.1, CE3-4.2)” (JVET-N0217) và đơn giản hóa hơn trong JVET-M0102. Trong J. Chen, Y. Ye, S. H. Kim, “Algorithm description for Versatile Video Coding và Test Model 3 (VTM3)” (JVET-L1002), Macao, Trung Quốc, Tháng 10 năm 2018, đã đệ trình lời kêu gọi đề xuất của JVET, PDPC được áp dụng cho các chế độ phẳng, DC, ngang và dọc mà không có báo hiệu như tóm tắt trong phần sau. Trong F. Bossen, K. Misra, “Non-CE3: A unified luma chế độ nội hình list construction process” (JVET-M0528), PDPC được mở rộng thêm sang các chế độ hướng chéo và các chế độ liên kế với các chế độ hướng chéo.

Mẫu dự đoán $pred(x,y)$ đặt tại (x, y) được dự đoán có chế độ dự đoán nội hình (DC, phẳng, góc) và giá trị của nó được sửa đổi bằng cách sử dụng phương trình PDPC cho một dòng mẫu tham chiếu:

$$pred(x,y) = (wL \times R_{-1,y} + wT \times R_{x,-1} - wTL \times R_{-1,-1} + (64 - wL - wT + wTL) \times pred(x,y) + 32) \gg 6, \quad (\text{Phương trình 1})$$

trong đó $R_{x,-1}$, $R_{-1,y}$ biểu diễn các mẫu tham chiếu đặt lần lượt ở trên cùng và bên trái của mẫu hiện thời (x, y) , và $R_{-1,-1}$ biểu diễn mẫu tham chiếu đặt ở góc trên cùng bên trái của khối hiện thời. Đối với chế độ DC, các trọng số được tính toán như sau cho khối có các kích thước $width$ và $height$:

$$wT = 32 \gg ((y < 1) \gg shift), wL = 32 \gg ((x < 1) \gg shift), wTL = (wL \gg 4) + (wT \gg 4),$$

với $shift = (\log_2(width) + \log_2(height) + 2) \gg 2$,

đồng thời đối với chế độ phẳng $wTL = 0$, cho chế độ ngang $wTL = wT$ và cho chế độ dọc $wTL = wL$. Các trọng số PDPC chỉ có thể được tính toán cộng thêm và dịch chuyển. Giá trị $pred(x,y)$ có thể được tính toán trong một bước bằng cách sử dụng Phương trình 1.

Fig.11A minh họa các trọng số PDPC ở chế độ DC (wL , wT , wTL) cho vị trí (0, 0) trong một khối 4x4. Fig.11B minh họa các trọng số PDPC ở chế độ DC (wL , wT , wTL) cho vị trí (1, 0) trong một khối 4x4. Nếu PDPC được áp dụng cho các chế độ nội hình DC, phẳng, ngang và dọc, thì các bộ lọc biên bổ sung không được áp dụng, như bộ lọc biên chế độ DC hoặc các bộ lọc cạnh chế độ ngang/dọc. Phương trình 1 có thể được tổng quát hóa để bao gồm các dòng mẫu tham chiếu bổ sung (ví dụ, không giới hạn ở các mẫu một hàng phía trên hoặc một hàng bên trái của khối hiện thời). Trong trường hợp này, nhiều mẫu tham chiếu có sẵn trong các vùng lân cận $R_{x,-1}$, $R_{-1,y}$, $R_{-1,-1}$ và mỗi vùng lân cận có thể có trọng số được gán mà có thể được tối ưu hóa, ví dụ, bằng cách đào tạo.

Các kỹ thuật được mô tả trong Đơn sáng chế US số 16/371,638, nộp ngày 1 tháng 4 năm 2019, mở rộng PDPC cho các chế độ nội hình đường chéo và cho chế độ góc mà liền kề với các chế độ đường chéo. Các chế độ nội hình đường chéo dự kiến là các chế độ dự đoán theo các hướng dưới cùng bên trái và trên cùng bên phải, cũng như một số các chế độ góc liền kề, ví dụ, N chế độ liền kề giữa chế độ đường chéo dưới cùng bên trái và chế độ dọc, và N hoặc M chế độ liền kề giữa chế độ đường chéo trên cùng bên phải và chế độ ngang. Fig.12 minh họa quy trình nhận dạng chế độ góc. Nói chung, các chế độ liền kề có thể là tập con được chọn của các chế độ góc có sẵn. Khoảng cách giữa các chế độ góc có thể là không đều và một số chế độ góc có thể được bỏ qua.

Các Fig.13A đến Fig.13D minh họa việc xác định các mẫu được sử dụng bằng phần mở rộng PDPC đối với các chế độ nội hình góc đường chéo và liền kề. Fig.13A minh họa việc xác định các mẫu tham chiếu $R_{x,-1}$, $R_{-1,y}$ và $R_{-1,-1}$ cho phần mở rộng PDPC đối với chế độ đường chéo trên cùng bên phải. Mẫu dự đoán $pred(x', y')$ ở tọa độ (x', y') trong khối dự đoán. Tọa độ x của mẫu tham chiếu $R_{x,-1}$ được xác định bởi: $x = x' + y' + 1$ và tọa độ y của mẫu tham chiếu $R_{-1,y}$ được xác định một cách tương tự bởi: $y = x' + y' + 1$. Các trọng số PDPC cho chế độ đường chéo trên cùng bên phải là, ví dụ, $wT = 16 \gg ((y' \ll 1) \gg shift)$, $wL = 16 \gg ((x' \ll 1) \gg shift)$, $wTL = 0$.

Tương tự, Fig.13B minh họa việc xác định các mẫu tham chiếu $R_{x,-1}$, $R_{-1,y}$ và $R_{-1,-1}$ cho phần mở rộng PDPC đối với chế độ đường chéo dưới cùng bên trái. Tọa độ x của mẫu tham chiếu $R_{x,-1}$ được xác định bởi: $x = x' + y' + 1$ và tọa độ y của mẫu tham chiếu $R_{-1,y}$ là: $y = x' + y' + 1$. Các trọng số PDPC cho chế độ đường chéo trên cùng bên phải là, ví dụ, $wT = 16 \gg ((y' \ll 1) \gg \text{shift})$, $wL = 16 \gg ((x' \ll 1) \gg \text{shift})$, $wTL = 0$.

Trên các Fig.13A và Fig.13B, mỗi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định hàng ở trên khối hiện thời (ví dụ, ngay trên nhưng các kỹ thuật không bị giới hạn ở đó) và xác định tọa độ x trong hàng xác định. Tọa độ x trong hàng xác định bằng tọa độ x của mẫu dự đoán cộng với tọa độ y của mẫu dự đoán cộng 1. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định mẫu tham chiếu của một hoặc nhiều mẫu tham chiếu dựa vào hàng xác định được và tọa độ x xác định được.

Tương tự, trong các hình vẽ trên Fig.13A và Fig.13B, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định cột nằm bên trái của khối hiện thời (ví dụ, ngay bên trái nhưng các kỹ thuật không bị giới hạn ở đó) và xác định tọa độ y trong cột xác định được. Tọa độ y trong cột xác định bằng tọa độ x của mẫu dự đoán cộng với tọa độ y của mẫu dự đoán cộng 1. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định mẫu tham chiếu của một hoặc nhiều mẫu tham chiếu dựa vào cột xác định được và tọa độ y xác định được.

Dựa vào các tọa độ x và y xác định được, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định các mẫu tham chiếu (ví dụ, mẫu tham chiếu thứ nhất dựa vào hàng xác định được và tọa độ x xác định được và mẫu tham chiếu thứ hai dựa vào cột xác định được và tọa độ y xác định được). Ngoài ra, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định các trọng số theo các kỹ thuật làm ví dụ ở trên cho các chế độ đường chéo (ví dụ, chế độ đường chéo trên cùng bên phải và chế độ đường chéo dưới cùng bên trái, là hai ví dụ). Sau đó, dựa vào phương trình 1 (là một ví dụ không giới hạn), bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định mẫu dự đoán sửa đổi (ví dụ, $\text{pred}(x,y)$).

Trường hợp chế độ đường chéo trên cùng bên phải liên kế được minh họa trên Fig.13C. Nói chung, đối với góc α được xác định trên Fig.3, tọa độ y của mẫu tham chiếu $R_{-1,y}$ được xác định như sau: $y = y' + \tan(\alpha) \times (x' + 1)$ và tọa độ x $R_{x,-1}$ được xác định là: $x = x' + \cotan(\alpha) \times (y' + 1)$, với $\tan(\alpha)$ và $\cotan(\alpha)$ là tang và cotang của góc α . Các trọng số PDPC cho chế độ đường chéo trên cùng bên phải liên kế là, ví dụ, $wT = 32 \gg ((y' \ll 1) \gg \text{shift})$, $wL = 32 \gg ((x' \ll 1) \gg \text{shift})$, $wTL = 0$.

$(y' \ll 1) \gg \text{shift}$), $wL = 32 \gg ((x' \ll 1) \gg \text{shift})$, $wTL = 0$ hoặc $wT = 32 \gg ((y' \ll 1) \gg \text{shift})$, $wL = 0$, $wTL = 0$.

Tương tự, trường hợp chế độ đường chéo dưới cùng bên trái liên kề được minh họa trên Fig.13D. Nói chung, đối với góc β được xác định trên Fig.3, tọa độ x của mẫu tham chiếu $R_{x,-1}$ được xác định như sau $x = x' + \tan(\beta) \times (y' + 1)$ và tọa độ y $R_{-1,y}$ được xác định là $y = y' + \cotan(\beta) \times (x' + 1)$, với $\tan(\beta)$ và $\cotan(\beta)$ là tang và côtang của góc β . Các trọng số PDPC cho chế độ đường chéo dưới cùng bên trái liên kề là, ví dụ, $wL = 32 \gg ((x' \ll 1) \gg \text{shift})$, $wT = 32 \gg ((y' \ll 1) \gg \text{shift})$, $wTL = 0$ hoặc $wL = 32 \gg ((x' \ll 1) \gg \text{shift})$, $wT = 0$, $wTL = 0$.

Trên các Fig.13C và Fig.13D, mỗi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định hàng là ở trên khối hiện thời (ví dụ, ngay trên nhưng các kỹ thuật không bị giới hạn ở đó) và xác định tọa độ x trong hàng xác định. Tọa độ x trong hàng xác định được dựa vào góc của chế độ dự đoán nội hình góc. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định mẫu tham chiếu của một hoặc nhiều mẫu tham chiếu dựa vào hàng xác định được và tọa độ x xác định được.

Để xác định tọa độ x trong hàng xác định, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định một trong số côtang (ví dụ, cho chế độ đường chéo trên cùng bên phải liên kề) hoặc tang (ví dụ, cho chế độ đường chéo dưới cùng bên trái liên kề) của góc trong chế độ dự đoán nội hình góc. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định tọa độ x trong hàng được xác định dựa vào một trong số côtang hoặc tang của góc trong chế độ dự đoán nội hình góc, tọa độ x của mẫu dự đoán, và tọa độ y của mẫu dự đoán. Ví dụ, đối với chế độ dự đoán nội hình góc của đường chéo trên cùng bên phải liên kề, tọa độ x trong hàng xác định bằng $x' + \cotan(\alpha) \times (y' + 1)$ và đối với chế độ đường chéo dưới cùng bên trái liên kề, tọa độ x trong hàng xác định bằng $x' + \tan(\beta) \times (y' + 1)$, trong đó x' và y' là các tọa độ x và y của mẫu dự đoán đang sửa đổi.

Tương tự, trong các hình vẽ trên Fig.13C và Fig.13D, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định cột nằm bên trái của khối hiện thời (ví dụ, ngay bên trái nhưng các kỹ thuật không bị giới hạn ở đó) và xác định tọa độ y trong cột xác định. Tọa độ y trong cột xác định được dựa vào góc của chế độ dự đoán nội hình góc. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định mẫu tham chiếu của một hoặc nhiều mẫu tham chiếu dựa vào cột xác định được và tọa độ y xác định được.

Để xác định tọa độ y trong cột xác định, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định một trong số cộtang (ví dụ, cho chế độ đường chéo dưới cùng bên trái liền kề) hoặc tang (ví dụ, cho chế độ đường chéo trên cùng bên phải liền kề) của góc trong chế độ dự đoán nội hình góc. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định tọa độ y trong cột xác định dựa vào một trong số cộtang hoặc tang của góc trong chế độ dự đoán nội hình góc, tọa độ x của mẫu dự đoán, và tọa độ y của mẫu dự đoán. Ví dụ, đối với chế độ dự đoán nội hình góc của đường chéo trên cùng bên phải liền kề, tọa độ y trong cột xác định bằng với $y' + \tan(\alpha) \times (x' + 1)$ và đối với chế độ đường chéo dưới cùng bên trái liền kề, tọa độ y trong cột xác định bằng với $y' + \cotan(\beta) \times (x' + 1)$, trong đó x' và y' là các tọa độ x và y của mẫu dự đoán đang sửa đổi.

Dựa vào các tọa độ x và y xác định được, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định các mẫu tham chiếu (ví dụ, mẫu tham chiếu thứ nhất dựa vào hàng xác định được và tọa độ x xác định được và mẫu tham chiếu thứ hai dựa vào cột xác định được và tọa độ y xác định được). Ngoài ra, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định các trọng số theo các kỹ thuật làm ví dụ ở trên cho các chế độ đường chéo liền kề (ví dụ, chế độ đường chéo trên cùng bên phải liền kề và chế độ đường chéo dưới cùng bên trái liền kề, là hai ví dụ). Sau đó, dựa vào phương trình 1 (là một ví dụ không giới hạn), bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định mẫu dự đoán sửa đổi (ví dụ, $\text{pred}(x,y)$).

Như ở trên mô tả các kỹ thuật làm ví dụ cho các chế độ đường chéo trên cùng bên phải và dưới cùng bên trái và các chế độ đường chéo trên cùng bên phải liền kề và dưới cùng bên trái liền kề là các chế độ góc làm ví dụ mà PDPC có thể được áp dụng. Các kỹ thuật làm ví dụ cũng có thể được mở rộng cho các chế độ góc khác. Ngoài ra, theo một số ví dụ, một hoặc nhiều mẫu tham chiếu có cả tọa độ x và y khác cả hai tọa độ x và y của mẫu dự đoán trong khối dự đoán. Ví dụ, trong các phương trình làm ví dụ ở trên để xác định các tọa độ x và y trong các hàng và các cột tương ứng để xác định các mẫu tham chiếu, tọa độ x khác với tọa độ x của mẫu dự đoán được sửa đổi và tọa độ y khác với tọa độ y của mẫu dự đoán được sửa đổi. Tức là, các mẫu tham chiếu có thể không nằm trong cùng hàng hoặc cùng cột như mẫu dự đoán được sửa đổi.

Như trường hợp về PDPC ở chế độ DC, phẳng, ngang và dọc, không có lọc biên bổ sung, ví dụ như được chỉ ra trong 'J. Chen, E. Alshina, G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, J. Boyce,

“Algorithm description of Joint Exploration Test Model 7,” Hội nghị lần thứ 7, Torino, Italy, Tháng 7 năm 2017, JVET-G1001, cho các chế độ đường chéo và đường chéo liền kề khi PDPC được mở rộng đến các chế độ góc này.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện ALWIP. Tức là, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để mã hóa và các khối dữ liệu video được giải mã trong chế độ ALWIP. ALWIP như được mô tả trong JVET-N0217 tạo ra dự đoán khối từ các mẫu tham chiếu lân cận bằng cách sử dụng mô hình dự đoán có trọng số tuyến tính affin. Các mẫu lân cận được xử lý đầu tiên. Trong một số trường hợp, các mẫu lân cận được giảm lấy mẫu và sau đó sử dụng để suy ra (bằng cách sử dụng mô hình affin) tập hợp các mẫu được giảm mà giống với phiên bản giảm lấy mẫu trung gian của các mẫu dự đoán. Dự đoán cuối cùng được thu bằng cách tăng lấy mẫu các giá trị trung gian (khi cần thiết).

Một minh họa về quy trình ALWIP được đưa ra trên Fig.14. Fig.14 thể hiện ví dụ về quy trình ALWIP cho khối 8×8 . Các mẫu biên 1402 biểu diễn các mẫu lân cận trên biên của khối 8×8 và bao gồm cả hai các mẫu biên trên cùng ($bdry_{top}$) trên khối 8×8 , và các mẫu biên trái ($bdry_{left}$) vào bên trái của khối 8×8 . Bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 giảm lấy mẫu các mẫu biên 1402 để thu thập các mẫu biên 1404 *được giảm*, bao gồm cả hai mẫu biên được giảm trên cùng ($bdry_{red}^{top}$) và mẫu biên được giảm bên trái ($bdry_{red}^{left}$). Bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 nhân đại diện vector của các mẫu biên, $bdry_{red}$, với ma trận A_k và thêm số hạng độ lệch/chênh lệch b_k để thu phiên bản giảm lấy mẫu của khối dự đoán, $pred_{red}$, được biểu diễn bởi các mẫu xám trong khối 1406. Bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300 thu được khối dự đoán cuối cùng 1408 bằng cách tăng lấy mẫu các mẫu được dự đoán $pred_{red}$ cùng với các mẫu biên để xác định các giá trị cho các mẫu khác, tức là, các mẫu trắng, trong khối 1406. Ma trận A_k và độ lệch, hoặc chênh lệch, vector b_k được chọn dựa vào giá trị chế độ đã chỉ báo cho khối.

Một minh họa về quy trình ALWIP được đưa ra trên Fig.11. Quy trình ALWIP trong Fig.11 có thể được thực hiện bởi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300. Các mẫu tham chiếu của khối (còn được gọi là các mẫu biên) được giảm lấy mẫu để thu được các mẫu biên được giảm. Đại diện vector của các mẫu biên, $bdry_{red}$, được nhân với ma trận A_k và giới hạn độ lệch/chênh lệch b_k được thêm vào để thu thập phiên bản giảm lấy mẫu của khối dự đoán, $pred_{red}$. Dự đoán cuối cùng được thu bằng cách tăng lấy mẫu các mẫu

được dự đoán này $pred_{red}$ cùng với các mẫu biên. Ma trận A_k và vector độ lệch/chênh lệch b_k được chọn dựa vào giá trị chế độ đã chỉ báo cho khối. Sự kết hợp của ma trận A_k và vector độ lệch/chênh lệch b_k có thể còn được gọi ở đây là “chế độ ALWIP.”

Để suy ra các mẫu được dự đoán trung gian, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 sử dụng mô hình dự đoán có trọng số tuyến tính affin. Có ba loại được xác định. Số lượng các mẫu trung gian được suy ra khác với mỗi loại như sau:

- 1) 4x4 cho các kích thước có cả chiều rộng và chiều cao bằng 4
- 2) 8x8 cho các kích thước khối có cả chiều rộng và chiều cao nhỏ hơn bằng 8 ngoại trừ khi cả chiều rộng và chiều cao là bằng 4 (tức là, 4x8, 8x4 và 8x8 khối)
- 3) 16x16 cho các khối trong đó ít nhất một trong số chiều rộng và chiều cao là lớn hơn 8.

Trong mỗi trường hợp trong số ba trường hợp, số lượng các chế độ ALWIP khác nhau lần lượt được sử dụng: 35, 19, và 11.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để báo hiệu ALWIP như sau:

- a) Cờ (alwip_flag) được báo hiệu để chỉ báo rằng khối hiện thời được mã hóa bằng ALWIP.
- b) Khi khối được mã hóa bằng ALWIP, một cờ khác được báo hiệu để chỉ báo xem khối hiện thời có được mã hóa bằng chế độ ALWIP-MPM hay không.
 - a. Nếu khối hiện thời được mã hóa bằng MPM ALWIP, thì chỉ số MPM được báo hiệu.
 - b. Nếu không, chỉ số cho giá trị chế độ còn lại được báo hiệu.

alwip_flag có thể là ngữ cảnh được mã hóa bằng bốn ngữ cảnh cho phép:

- Nếu chiều rộng khối $> 2 \times$ chiều cao hoặc chiều cao $> 2 \times$ chiều rộng, ngữ cảnh 3 được sử dụng.
- Nếu không ngữ cảnh ctxId được sử dụng, mà trong đó ctxId được suy ra như sau:
 - ctxId được khởi tạo bằng 0
 - Nếu khối lân cận trái được mã hóa bằng ALWIP, ctxId++
 - Nếu khối lân cận ở trên được mã hóa bằng ALWIP, ctxId++

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để suy ra MPM ALWIP như sau:

- 1) LeftIntraMode và AboveIntraMode được khởi tạo là -1
- 2) Nếu khối lân cận trái được mã hóa nội hình
 - a. Nếu khối lân cận trái được mã hóa bằng chế độ ALWIP L
 - i. Nếu L cùng loại ALWIP như khối hiện thời, thì LeftIntraMode được thiết lập bằng L .
 - b. Chế độ nội hình của khối lân cận trái được ánh xạ đến chế độ ALWIP của cùng loại như khối hiện thời, và được gán vào LeftIntraMode.
- 3) Nếu khối lân cận ở trên được mã hóa nội hình:
 - a. Nếu khối lân cận ở trên được mã hóa bằng chế độ ALWIP A
 - i. Nếu A cùng loại ALWIP như khối hiện thời, thì AboveIntraMode được thiết lập bằng A .
 - b. Chế độ nội hình của khối lân cận ở trên được ánh xạ đến chế độ ALWIP cùng loại như khối hiện thời, và được gán vào AboveIntraMode.
- 4) Sau đó, các MPM được suy ra dựa vào LeftIntraMode và AboveIntraMode.

Trong sáng chế này, các khối mã hóa bằng ALWIP có thể được gọi là các khối mã hóa ALWIP hoặc các khối ALWIP; các khối khác (được mã hóa bằng dự đoán nội hình thông thường, các phân chia con nội hình, hoặc nhiều dòng tham chiếu) có thể được gọi là các khối phi ALWIP.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện phép nội suy tuyến tính một bước. Đối với $W \times H$ khối có $\max(W, H) \geq 8$, tín hiệu dự đoán xuất phát từ tín hiệu dự đoán được giảm $pred_{red}$ trên $W_{red} \times H_{red}$ bằng phép nội suy tuyến tính. Phụ thuộc vào hình dạng khối, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 thực hiện phép nội suy tuyến tính theo các hướng dọc, ngang hoặc cả hai hướng. Theo một số ví dụ, nếu phép nội suy tuyến tính được áp dụng theo cả hai hướng, thì bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 áp dụng phép nội suy tuyến tính theo hướng ngang đầu tiên nếu $W < H$ hoặc nếu không thì theo hướng dọc đầu tiên.

Xem xét mà không làm mất tính tổng quát $W \times H$ khối với $\max(W, H) \geq 8$ và $W \geq H$. Sau đó, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện phép nội suy tuyến tính một chiều như sau. Nhằm mục đích giải thích, phép nội suy tuyến tính sẽ

được mô tả dựa vào hướng dọc. Đầu tiên, tín hiệu dự đoán được giảm được mở rộng đến phần trên cùng bởi tín hiệu biên. Xác định hệ số tăng lấy mẫu dọc $U_{ver} = H/H_{red}$ và ghi $U_{ver} = 2^{u_{ver}} > 1$. Sau đó, xác định tín hiệu dự đoán giảm được mở rộng bởi

$$pred_{red}[x][-1] = \begin{cases} bdry_{red}^{top}[x] & \text{for } W = 8 \\ bdry_{redII}^{top}[x] & \text{for } W > 8. \end{cases}$$

Sau đó, từ tín hiệu dự đoán giảm được mở rộng này, tín hiệu dự đoán nội suy tuyến tính dọc được tạo ra bởi

$$\begin{aligned} pred_{red}^{ups,ver}[x][U_{ver} \cdot y + k] \\ = \left((U_{ver} - k - 1) \cdot pred_{red}[x][y - 1] + (k + 1) \cdot pred_{red}[x][y] \right. \\ \left. + \frac{U_{ver}}{2} \right) \gg u_{ver} \end{aligned}$$

cho $0 \leq x < W_{red}$, $0 \leq y < H_{red}$ và $0 \leq k < U_{ver}$.

Các kỹ thuật được mô tả ở trên bao gồm một số vấn đề tiềm năng. ALWIP tạo ra tập hợp các mẫu được dự đoán "trung gian" bằng cách nhân các mẫu biên được giảm với ma trận và vector độ lệch. Các mẫu trung gian sau đó được tăng lấy mẫu bằng cách sử dụng phép nội suy tuyến tính khi cần thiết để tạo ra khối dự đoán. Mặc dù ma trận sử dụng cho ALWIP được chọn từ tập hợp một số ma trận, tập hợp ma trận hữu hạn bất kỳ có thể không dự đoán hiệu quả (và trong một số trường hợp có thể là không có khả năng) gần vô số các khối mà xảy ra trong nội dung video. Sai số dự đoán có thể lớn hơn ở các biên của khối dự đoán, dẫn đến cần nhiều bit hơn để nén. Mặc dù, phép nội suy tuyến tính các mẫu bằng cách sử dụng khối dự đoán và các mẫu biên trung gian để tạo ra các mẫu còn lại, không phải tất cả các mẫu biên được sử dụng cho chức năng nội suy. Như được thể hiện trên Fig.14, khối dự đoán cuối cùng $pred$ được tạo ra từ các mẫu được dự đoán trung gian, một biên mà được giảm lấy mẫu (phần trên cùng trong ví dụ của Fig.14) và một biên mà không có bất kỳ sửa đổi nào. Điều này ảnh hưởng đến độ chính xác dự đoán.

Như được sử dụng trong sáng chế này, "các mẫu biên của khối" thường chỉ ra các mẫu trong khối mà liền kề với một trong bốn biên của khối, như các mẫu trong hàng đầu và cuối của khối và các mẫu trong cột đầu và cuối của khối. Như được sử dụng trong sáng chế này, các mẫu biên trên cùng, bên trái, dưới cùng và bên phải của khối thường lần lượt chỉ ra các mẫu trong khối mà liền kề với các biên trên cùng, bên trái, dưới cùng và bên

phải của khối. Lưu ý rằng mẫu góc trên cùng bên trái của khối có thể được xem xét là cả mẫu biên trên cùng cũng như các mẫu biên trái. Cần hiểu rằng theo một số ví dụ, mẫu góc trên cùng bên trái có thể được xem là mẫu biên trên cùng và không phải là mẫu biên trái; trong khi các ví dụ khác, mẫu góc trên cùng bên trái có thể được xem là mẫu biên trái và không phải là mẫu biên trên cùng. Các cân nhắc tương tự có thể áp dụng cho các mẫu trên cùng bên phải, dưới cùng bên phải và góc dưới cùng bên trái của khối.

Như được sử dụng trong sáng chế này, dải biên các mẫu trong khối thường chỉ các mẫu trong khối mà nằm lân cận với bất kỳ bốn biên của khối, ví dụ, các mẫu trong một vài hàng đầu và cuối của khối hoặc một vài cột đầu và cuối của khối. Các định nghĩa tương tự cũng có thể được xác định cho dải biên trên, trái, phải và dưới cùng của các mẫu của một khối. Như được sử dụng trong sáng chế này, dải mẫu biên trên cùng n của khối thường đề cập đến các mẫu thuộc n hàng trên cùng của khối, và dải mẫu biên dưới cùng n của khối được định nghĩa là các mẫu thuộc n hàng dưới cùng của khối. Dải mẫu biên trái n của khối được xác định là các mẫu thuộc về n cột bên trái của khối, và dải mẫu biên phải n của khối được định nghĩa là các mẫu thuộc n cột bên phải của khối. Theo các ví dụ này, n sẽ là số nguyên.

Fig.15 minh họa một số ví dụ về các dải biên được xác định ở trên. Ví dụ, khối 1502 (được thể hiện bởi đường đen đậm) bao gồm các mẫu biên trái 1504, thể hiện bằng màu xám. Khối 1506 (được thể hiện bởi đường đen đậm) bao gồm dải mẫu biên trên cùng 3 1512 và dải mẫu biên dưới cùng 2 1514.

Sáng chế này mô tả các kỹ thuật có thể cải thiện hiệu suất của ALWIP. Các kỹ thuật được mô tả sau đây có thể được sử dụng riêng hoặc ở dạng kết hợp.

Theo các ví dụ khác, quy trình tăng lấy mẫu được mô tả ở trên có thể được sửa đổi sao cho sai số dự đoán của các mẫu có thể được giảm xuống. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện giai đoạn lọc bổ sung để giảm sai số dự đoán. Theo một số ví dụ, giai đoạn lọc bổ sung này có thể được tích hợp hiệu quả trong giai đoạn nội suy hoặc tăng lấy mẫu, sao cho giai đoạn lọc bổ sung là một phần của, thay vì tách riêng khỏi, giai đoạn nội suy hoặc tăng lấy mẫu. Theo các ví dụ khác, lọc bổ sung có thể được thực hiện thay cho giai đoạn nội suy hoặc tăng lấy mẫu,

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện, sau khi phép nội suy tuyến tính được áp dụng trong một hoặc cả hai

hướng để tạo ra các mẫu dự đoán, giai đoạn lọc thêm các mẫu trên cùng và các mẫu biên trái. Ví dụ, lọc $F1$ có thể được áp dụng trên các mẫu biên trên cùng theo hướng dọc và lọc $F2$ có thể được áp dụng trên các mẫu biên trái theo hướng ngang. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để sử dụng tất cả các mẫu tham chiếu biên trong giai đoạn lọc bổ sung. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để áp dụng lọc giảm lấy mẫu khác cho các mẫu biên để tạo ra tập hợp các mẫu tham chiếu biên giảm cho giai đoạn lọc bổ sung.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để chọn các bộ lọc $F1$ và $F2$ từ tập hợp các bộ lọc mà có thể được báo hiệu hoặc được xác định trước. Tập hợp các hệ số không đầy đủ của các bộ lọc như sau:

1. $[1\ 2\ 1]$
2. $[1]$
3. $[1\ 2\ 2\ 2\ 1]$
4. $[1\ 4\ 6\ 4\ 1]$
5. $[1\ 3]$

Trong ví dụ trên, bộ lọc $[1]$ thực sự có thể là bộ lọc “sao chép” sao chép, không tính giá trị trung bình, giá trị mẫu mà bộ lọc được áp dụng. Ngược lại, bộ lọc $[1\ 1\ 1\ 1]$ có thể đại diện cho lọc trung bình. Các bộ lọc có các giá trị khác có thể đại diện cho các bộ lọc trung bình có trọng số. Các bộ lọc 1-4 ở trên là các bộ lọc đối xứng, sao cho hệ số ở giữa (ví dụ, 2 trong bộ lọc 1, 6 trong bộ lọc 4, v.v.) được áp dụng cho mẫu đang được lọc.

Theo một số ví dụ, bộ lọc $F1$ và $F2$ có thể không giống nhau. Theo các ví dụ khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể chọn bộ lọc dựa vào các hệ số tăng lấy mẫu sử dụng trong quy trình tăng lấy mẫu của ALWIP. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể áp dụng giai đoạn lọc bổ sung cho các mẫu biên trên cùng của khối chỉ khi các hệ số tăng lấy mẫu là lớn hơn 1 theo hướng ngang. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể áp dụng giai đoạn lọc bổ sung cho các mẫu biên trái của khối chỉ khi các hệ số tăng lấy mẫu là lớn hơn 1 theo hướng dọc.

Theo một số ví dụ, giai đoạn lọc bổ sung có thể được thực hiện tương ứng với các hoạt động PDPC, trong đó các mẫu được dự đoán được cập nhật bằng giá trị trung bình của dự đoán và các mẫu biên

Fig.16 thể hiện ví dụ trong đó các mẫu tham chiếu biên được sử dụng mà không giảm lấy mẫu và có một giá trị mẫu được dự đoán trung gian dưới cùng bên phải. UpV và UpH chỉ báo các hệ số tăng lấy mẫu theo các hướng dọc và ngang.

Theo ví dụ này, đặt $\text{pred}(x,y)$ là dự đoán thu được từ phép nội suy tuyến tính ALWIP. Giai đoạn bổ sung sửa đổi $\text{pred}(x,y)$ như sau.

$$\text{Pred}(x,y) = (wT * BT(x) + wL * BL(y) + (64 - wT - wL) * \text{Pred}(x,y) + 32) \gg 6$$

Lưu ý rằng các giá trị 32 và 64 ở trên được chọn dựa vào độ chính xác của các giá trị wL và wT , và có thể là khác nhau đối với các độ chính xác khác nhau của wT và wL . Theo ví dụ này, giả sử rằng giá trị wT và wL nằm trong phạm vi từ 0 đến 64; trong một số trường hợp, wT , wL và $64-wT-wL$ bị giới hạn là không âm. Các trọng số có thể được suy ra như sau:

$$wT = 32 \gg ((y \ll 1) \gg \text{shift}), wL = 32 \gg ((x \ll 1) \gg \text{shift})$$

trong đó giá trị độ dịch có thể được cố định hoặc được suy ra bằng cách sử dụng chiều rộng và chiều cao khối; ví dụ, là $\text{shift} = (\log_2(\text{width}) + \log_2(\text{height}) + 2) \gg 2$,

Trong một số trường hợp, giá trị của các mẫu dự đoán tương ứng với các vị trí dự đoán trung gian (ví dụ, P trên Fig.16) không được sửa đổi.

Khi các mẫu sửa đổi trong các phần khác của khối, chỉ các mẫu biên trái hoặc trên cùng có thể được sử dụng cho giai đoạn lọc bổ sung. Ví dụ, đối với mẫu (x,y) dựa vào mẫu trên cùng bên trái của khối, khi giá trị x là lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng (ví dụ, UpH), giá trị wL có thể được thiết lập bằng 0; tương tự khi giá trị y là lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng (ví dụ, UpV), giá trị wT có thể được thiết lập bằng 0.

Theo một số ví dụ, giai đoạn lọc bổ sung chỉ được áp dụng để sửa đổi giá trị vị trí mẫu trong $n1$ -mẫu biên trên cùng và $n2$ -mẫu biên trái của khối, trong đó giá trị $n1$ và $n2$ có thể được xác định bởi các hệ số tăng lấy mẫu cho ALWIP trong khối (ví dụ, $n1$ có thể là bằng UpV-1 và $n2$ có thể là bằng UpH-1, trong đó UpV và UpH lần lượt là các hệ số tăng lấy mẫu theo các hướng dọc và ngang.

Theo một số ví dụ, quy trình tăng lấy mẫu được sửa đổi sao cho các mẫu được dự đoán bằng cách sử dụng các trọng số phụ thuộc vị trí – hoặc nói cách khác, phép nội suy tuyến tính và hoạt động giai đoạn bổ sung được kết hợp trong một bước.

Dự đoán tất cả các mẫu trong khối có thể được tổng quát hóa như sau:

Khi (x,y) không thuộc vào các mẫu được dự đoán trung gian, giá trị $\text{pred}(x,y)$ được xác định như sau (x và y liên quan đến mẫu dưới cùng bên phải P3):

$$\text{Pred}(x,y) = (w1 * P1 + w2 * P2 + w3 * P3 + w4 * P4 + wL * L + wT * T + \text{offset}) \gg \text{shift}$$

Trong đó giá trị độ lệch và độ dịch được chọn để chuẩn hóa các giá trị mẫu được dự đoán và các giá trị được thiết lập như sau: $w1 = x*y$, $w2 = (UpH-1-x)*y$, $w3 = (UpH-1-x)*(UpV-1-y)$, $w4 = x*(UpH-1-y)$ và wL và wT được xác định dựa vào phương trình tương ứng với PDPC, có các ngoại trừ sau đây:

- Khi L và T thuộc về tham chiếu biên, $w2$, $w3$ và $w4$ được thiết lập bằng 0.
- Nếu không nếu L không thuộc về biên và T thuộc về biên, wL , $w3$ và $w4$ được thiết lập bằng 0.
- Nếu không nếu L thuộc về biên và T không thuộc về biên, wT , $w3$ và $w2$ được thiết lập bằng 0.
- Nếu không wL và wT được thiết lập bằng 0.

Theo một số ví dụ giá trị các mẫu được dự đoán được suy ra tương ứng với suy ra dự đoán phẳng; ví dụ, trên Fig.17, giá trị các mẫu tại x,y được suy ra bằng cách sử dụng suy ra tương tự với dự đoán phẳng – bằng cách suy ra dự đoán ngang từ L (hoặc P2 và P3), P4 và P1, và suy ra dự đoán dọc từ T (hoặc P3 và P4), P1 và P2.

Lưu ý rằng giá trị $w1$, $w2$, $w3$, $w4$, wL và wT chỉ được minh họa làm các ví dụ, và các giá trị khác của các trọng số này có thể được chọn.

Theo một số ví dụ, khi các trọng số phụ thuộc vị trí được sử dụng cho quy trình tăng lấy mẫu sửa đổi, sự lựa chọn của các trọng số có thể dựa vào chế độ/ma trận cụ thể được sử dụng bằng ALWIP. Trong một số trường hợp, bảng ánh xạ có thể được sử dụng để diễn dịch chế độ dự đoán nội hình tương ứng với ma trận cụ thể. Các trọng số phụ thuộc vị trí có thể được chọn dựa vào chế độ dự đoán nội hình diễn dịch, và một hoặc nhiều mẫu

tham chiếu biên có thể được sử dụng để tính toán giá trị dự đoán. Trong trường hợp nào đó, tập hợp các trọng số mặc định có thể được sử dụng cho các trọng số phụ thuộc vị trí độc lập với ma trận được sử dụng. Theo một số ví dụ, các trọng số phụ thuộc vị trí có thể còn phụ thuộc vào các đặc tính khác bao gồm nhưng không giới hạn ở tỷ lệ phương diện hình dạng khối (chiều rộng, chiều cao), v.v.

Fig.18 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ mã hóa video 200 mà có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.18 được đưa ra nhằm mục đích giải thích và không nên được coi là giới hạn các kỹ thuật như được ví dụ và mô tả chung trong bản mô tả này. Với mục đích giải thích, sáng chế mô tả bộ mã hóa video 200 trong ngữ cảnh các chuẩn mã hóa video như chuẩn mã hóa video HEVC và chuẩn mã hóa video H.266 đang phát triển. Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở các chuẩn mã hóa video, và thường được áp dụng cho mã hóa và giải mã video.

Theo ví dụ trên Fig.18, bộ mã hóa video 200 bao gồm bộ nhớ dữ liệu video 230, đơn vị chọn chế độ 202, đơn vị tạo dư 204, đơn vị xử lý biến đổi 206, đơn vị lượng tử hóa 208, đơn vị lượng tử hóa ngược 210, đơn vị xử lý biến đổi ngược 212, đơn vị tái tạo 214, đơn vị lọc 216, bộ đệm hình ảnh giải mã (decoded picture buffer - DPB) 218 và đơn vị mã hóa entropy 220.

Bộ nhớ dữ liệu video 230 có thể lưu trữ dữ liệu video sẽ được mã hóa bởi các thành phần của bộ mã hóa video 200. Bộ mã hóa dữ liệu video 200 có thể nhận dữ liệu video lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 230 từ, ví dụ, nguồn video 104 (Fig.1). DPB 218 có thể hoạt động như bộ nhớ hình ảnh tham chiếu để lưu trữ dữ liệu video tham chiếu dùng cho việc dự đoán dữ liệu video tiếp theo bằng bộ mã hóa video 200. Bộ nhớ dữ liệu video 230 và DPB 218 có thể được tạo ra bởi bất kỳ trong số nhiều thiết bị nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (dynamic random access memory - DRAM), bao gồm DRAM đồng bộ (synchronous DRAM - SDRAM), RAM từ điện trở (magnetoresistive RAM - MRAM), RAM điện trở (resistive RAM - RRAM), hoặc các kiểu biến thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ dữ liệu video 230 và DPB 218 có thể được cung cấp bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng. Theo các ví dụ khác nhau, bộ nhớ dữ liệu video 230 có thể nằm trên chip cùng các thành phần khác của bộ mã hóa video 200, như được minh họa, hoặc ngoài chip so với các thành phần này.

Theo sáng chế này, việc tham chiếu đến bộ nhớ dữ liệu video 230 không được hiểu là bị giới hạn ở bộ nhớ bên trong bộ mã hóa video 200, trừ khi được mô tả cụ thể như vậy, hoặc bộ nhớ bên ngoài bộ mã hóa video 200, trừ khi được mô tả cụ thể như vậy. Thay vào đó, bộ nhớ dữ liệu video 230 nên được hiểu là bộ nhớ tham chiếu lưu trữ dữ liệu video mà bộ mã hóa video 200 nhận để mã hóa (ví dụ, dữ liệu video cho khối hiện thời sẽ được mã hóa). Bộ nhớ 106 trên Fig.1 có thể cũng cho phép lưu trữ tạm thời các dữ liệu đầu ra từ các đơn vị khác nhau của bộ mã hóa video 200.

Một số đơn vị trên Fig.18 được minh họa để giúp hiểu các hoạt động được thực hiện bởi bộ mã hóa video 200. Các đơn vị có thể được thực hiện như các mạch chức năng cố định, các mạch lập trình được, hoặc kết hợp của chúng. Các mạch chức năng cố định là các mạch có chức năng cụ thể, và thiết lập trước trên các thao tác mà có thể được thực hiện. Các mạch lập trình được là các mạch mà có thể được lập trình để thực hiện một số nhiệm vụ, và cung cấp chức năng linh hoạt trong các hoạt động mà có thể được thực hiện. Ví dụ, các mạch lập trình được có thể thực thi phần mềm hoặc firmware khiến cho các mạch lập trình được hoạt động theo cách thức được xác định bởi các lệnh của phần mềm hoặc firmware. Các mạch chức năng cố định có thể thực thi các lệnh phần mềm (ví dụ, để thu các tham số hoặc xuất ra các tham số), nhưng các loại hoạt động mà các mạch chức năng cố định thực hiện nói chung là không thể biến đổi. Theo một số ví dụ, một hoặc nhiều trong số các đơn vị có thể là các khối mạch riêng (chức năng cố định hoặc có thể lập trình được), và theo một số ví dụ, một hoặc nhiều đơn vị có thể là các mạch được tích hợp.

Bộ mã hóa video 200 có thể bao gồm đơn vị logic số học (arithmetic logic unit - ALU), đơn vị chức năng cơ bản (elementary function unit - EFU), mạch kỹ thuật số, mạch tương tự và/hoặc lõi có thể lập trình, được tạo ra từ các mạch lập trình được. Trong các ví dụ mà các hoạt động của bộ mã hóa video 200 được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm được thực thi bởi các mạch lập trình được, bộ nhớ 106 (Fig.1) có thể lưu trữ mã đối tượng của phần mềm mà bộ mã hóa video 200 thu và thực thi, hoặc một bộ nhớ khác trong bộ mã hóa video 200 (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể lưu trữ các lệnh như vậy.

Bộ nhớ dữ liệu video 230 được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video nhận được. Bộ mã hóa video 200 có thể phục hồi hình ảnh của dữ liệu video từ bộ nhớ dữ liệu video 230 và cung cấp dữ liệu video cho đơn vị tạo dư 204 và đơn vị chọn chế độ 202. Dữ liệu video trong bộ nhớ dữ liệu video 230 có thể là dữ liệu video thô cần được mã hóa.

Đơn vị chọn chế độ 202 bao gồm đơn vị ước lượng chuyển động 222, đơn vị bù chuyển động 224 và đơn vị dự đoán nội hình 226. Đơn vị chọn chế độ 202 có thể bao gồm các đơn vị có chức năng bổ sung để thực hiện dự đoán video theo các chế độ dự đoán khác. Ví dụ, đơn vị chọn chế độ 202 có thể bao gồm đơn vị bảng màu, đơn vị sao chép khối nội hình (có thể là một phần của đơn vị ước lượng chuyển động 222 và/hoặc đơn vị bù chuyển động 224), đơn vị afin, đơn vị mô hình tuyến tính (linear model - LM), hoặc tương tự.

Đơn vị chọn chế độ 202 thường phối hợp nhiều lượt mã hóa để kiểm tra các kết hợp của các tham số mã hóa và các giá trị tốc độ-độ méo thu được cho các tổ hợp như vậy. Các tham số mã hóa có thể bao gồm chia các CTU thành các CU, các chế độ dự đoán cho các CU, các kiểu biến đổi cho dữ liệu dư của các CU, các tham số lượng tử hóa cho dữ liệu dư của các CU, v.v.. Đơn vị chọn chế độ 202 cuối cùng có thể chọn tổ hợp của các tham số mã hóa có giá trị tốc độ-độ méo tốt hơn các tổ hợp đã thử nghiệm khác.

Bộ mã hóa dữ liệu video 200 có thể phân chia hình ảnh được phục hồi từ bộ nhớ dữ liệu video 230 thành một loạt các CTU, và đóng gói một hoặc nhiều CTU trong lát. Đơn vị chọn chế độ 202 có thể chia CTU của hình ảnh theo cấu trúc cây, chẳng hạn như cấu trúc QTBT hoặc cấu trúc cây tứ phân của HEVC được mô tả ở trên. Như mô tả ở trên, bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra một hoặc nhiều CU từ quy trình phân chia CTU theo cấu trúc cây. CU như vậy cũng có thể được gọi chung là “khối video” hoặc “khối”.

Nói chung, đơn vị chọn chế độ 202 cũng điều khiển các thành phần của chúng (ví dụ, đơn vị ước lượng chuyển động 222, đơn vị bù chuyển động 224, và đơn vị dự đoán nội hình 226) để tạo ra khối dự đoán cho khối hiện thời (ví dụ, CU hiện thời, hoặc trong HEVC, phần chồng lấn của PU và TU). Để dự đoán liên hình khối hiện thời, đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể thực hiện tìm kiếm chuyển động để xác định một hoặc nhiều khối tham chiếu gần khớp trong một hoặc nhiều hình ảnh tham chiếu (ví dụ, một hoặc nhiều hình ảnh được mã hóa trước đó được lưu trữ trong DPB 218). Cụ thể, đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể tính toán giá trị thể hiện khối tham chiếu tiềm năng là tương tự như thế nào với khối hiện thời, ví dụ, theo tổng chênh lệch tuyệt đối (sum of absolute độ lệch - SAD), tổng chênh lệch bình phương (sum of squared differences - SSD), chênh lệch tuyệt đối trung bình (mean absolute độ lệch - MAD), chênh lệch bình phương trung bình (mean squared độ lệch - MSD), hoặc tương tự. Đơn vị ước lượng chuyển động 222 nói chung có thể thực hiện các tính toán này bằng cách sử dụng các giá trị chênh lệch từng

mẫu giữa khối hiện thời và khối tham chiếu đang được xem xét. Đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể xác định khối tham chiếu có giá trị thấp nhất thu được từ các phép tính này, biểu thị khối tham chiếu gần khớp nhất với khối hiện thời.

Đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể tạo ra một hoặc nhiều vector chuyển động (MV) xác định các vị trí của các khối tham chiếu trong hình tham chiếu so với vị trí của khối hiện thời trong hình ảnh hiện thời. Sau đó, đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể cung cấp các vector chuyển động cho đơn vị bù chuyển động 224. Ví dụ, đối với dự đoán liên hình một chiều, đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể cung cấp một vector chuyển động, trong khi đối với dự đoán liên hình hai chiều, đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể cung cấp hai vector chuyển động. Sau đó, đơn vị bù chuyển động 224 có thể tạo ra khối dự đoán bằng cách sử dụng các vector chuyển động. Ví dụ, đơn vị bù chuyển động 224 có thể phục hồi dữ liệu của khối tham chiếu bằng cách sử dụng vector chuyển động. Một ví dụ khác, nếu vector chuyển động có độ chính xác mẫu phân số, thì đơn vị bù chuyển động 224 có thể nội suy các giá trị cho khối dự đoán theo một hoặc nhiều bộ lọc nội suy. Hơn nữa, để dự đoán liên hình hai chiều, đơn vị bù chuyển động 224 có thể phục hồi dữ liệu cho hai khối tham chiếu được xác định bởi các vector chuyển động tương ứng và kết hợp dữ liệu đã phục hồi, ví dụ, qua phép lấy trung bình từng mẫu hoặc lấy trung bình có trọng số.

Một ví dụ khác, để dự đoán nội hình hoặc mã hóa dự đoán nội hình, đơn vị dự đoán nội hình 226 có thể tạo ra khối dự đoán từ các mẫu lân cận với khối hiện thời. Ví dụ, đối với các chế độ định hướng, đơn vị dự đoán nội hình 226 có thể thường kết hợp toán học các giá trị của các mẫu lân cận và truyền các giá trị được tính toán này theo hướng xác định trên khối hiện thời để tạo ra khối dự đoán. Một ví dụ khác, đối với chế độ DC, đơn vị dự đoán nội hình 226 có thể tính giá trị trung bình của các mẫu lân cận với khối hiện thời và tạo ra khối dự đoán để bao gồm giá trị trung bình thu được này cho mỗi mẫu của khối dự đoán. Theo một ví dụ khác, đối với chế độ ALWIP, đơn vị dự đoán nội hình 226 có thể suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng; áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian; và lọc, bằng cách sử dụng tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng.

Đơn vị chọn chế độ 202 cung cấp khối dự đoán cho đơn vị tạo dư 204. Đơn vị tạo dư 204 nhận phiên bản thô, chưa mã hóa của khối hiện thời từ bộ nhớ dữ liệu video 230 và khối dự đoán từ đơn vị chọn chế độ 202. Đơn vị tạo dư 204 tính toán các giá trị chênh lệch theo từng mẫu giữa khối hiện thời và khối dự đoán. Giá trị chênh lệch theo từng mẫu thu được xác định khối dư cho khối hiện thời. Theo một số ví dụ, đơn vị tạo dư 204 cũng có thể xác định chênh lệch giữa các giá trị mẫu trong khối dư để tạo ra khối dư bằng cách sử dụng kỹ thuật điều chế mã xung chênh lệch dư (residual differential pulse code modulation - RDPCM). Theo một số ví dụ, đơn vị tạo dư 204 có thể được ra bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mạch trừ mà thực hiện phép trừ nhị phân.

Trong các ví dụ mà đơn vị chọn chế độ 202 chia các CU thành các PU, mỗi PU có thể được kết hợp với một đơn vị dự đoán độ chói và các đơn vị dự đoán sắc độ tương ứng. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể hỗ trợ các PU có các kích thước khác nhau. Như nêu trên đây, kích thước của CU có thể được dùng để chỉ kích thước khối mã hóa độ chói của CU và kích thước của PU có thể được dùng để chỉ kích thước của đơn vị dự đoán độ chói của PU. Giả sử kích thước của một CU cụ thể là $2N \times 2N$, bộ mã hóa video 200 có thể hỗ trợ các kích thước PU $2N \times 2N$ hoặc $N \times N$ đối với dự đoán nội hình, và các kích thước PU đối xứng $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, $N \times N$, hoặc tương tự để dự đoán liên hình. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 cũng có thể hỗ trợ phân chia bất đối xứng các kích thước PU $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$, và $nR \times 2N$ để dự đoán liên hình.

Trong các ví dụ mà đơn vị chọn chế độ không chia thêm CU thành các PU, mỗi CU có thể được kết hợp với một khối mã hóa độ chói và các khối mã hóa sắc độ tương ứng. Như nêu trên đây, kích thước của CU có thể là kích thước của khối mã hóa độ chói của CU. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể hỗ trợ các kích thước CU $2N \times 2N$, $2N \times N$ hoặc $N \times 2N$.

Đối với các kỹ thuật mã hóa video khác, như mã hóa chế độ sao chép khối nội hình, mã hóa chế độ afin, và mã hóa chế độ mô hình tuyến tính (LM), chẳng hạn, đơn vị chọn chế độ 202, qua các đơn vị tương ứng liên quan đến các kỹ thuật mã hóa, tạo ra khối dự đoán cho khối hiện thời đang mã hóa. Theo một số ví dụ, như kỹ thuật mã hóa chế độ bảng màu, đơn vị chọn chế độ 202 có thể không tạo ra khối dự đoán, và thay vào đó tạo ra các phần tử cú pháp biểu thị cách thức tái tạo khối dựa trên bảng màu đã chọn. Trong các chế

độ như vậy, đơn vị chọn chế độ 202 có thể cung cấp các phần tử cú pháp này cho đơn vị mã hóa entropy 220 để được mã hóa.

Như mô tả trên đây, đơn vị tạo dư 204 nhận dữ liệu video cho khối hiện thời và khối dự đoán tương ứng. Sau đó, đơn vị tạo dư 204 tạo ra khối dư cho khối hiện thời. Để tạo ra khối dư, đơn vị tạo dư 204 tính toán các giá trị chênh lệch theo từng mẫu giữa khối hiện thời và khối dự đoán.

Đơn vị xử lý biến đổi 206 áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối dư để tạo ra khối gồm các hệ số biến đổi (ở đây được gọi là "khối hệ số biến đổi"). Đơn vị xử lý biến đổi 206 có thể áp dụng các phép biến đổi khác nhau cho khối dư để tạo ra khối hệ số biến đổi. Ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi 206 có thể áp dụng phép biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), biến đổi có hướng, biến đổi Karhunen-Loeve (Karhunen-Loeve transform - KLT) hoặc biến đổi tương tự về mặt khái niệm cho khối dư. Theo một số ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi 206 có thể thực hiện nhiều phép biến đổi cho khối dư, ví dụ, biến đổi chính và biến đổi phụ, như biến đổi quay chẳng hạn. Trong một số ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi 206 không áp dụng các phép biến đổi cho khối biến đổi.

Đơn vị lượng tử hóa 208 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi trong khối hệ số biến đổi, để tạo ra khối hệ số biến đổi lượng tử hóa. Đơn vị lượng tử hóa 208 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi của khối hệ số biến đổi theo giá trị tham số lượng tử hóa (quantization parameter - QP) kết hợp với khối hiện thời. Bộ mã hóa video 200 (ví dụ, qua đơn vị chọn chế độ 202) có thể điều chỉnh mức lượng tử hóa áp dụng cho các khối hệ số kết hợp với khối hiện thời bằng cách điều chỉnh giá trị QP kết hợp với CU. Quy trình lượng tử hóa có thể làm mất thông tin, và do đó, các hệ số biến đổi lượng tử hóa có thể có độ chính xác thấp hơn các hệ số biến đổi gốc được tạo ra bởi đơn vị xử lý biến đổi 206.

Đơn vị lượng tử hóa ngược 210 và đơn vị xử lý biến đổi ngược 212 có thể áp dụng lần lượt lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược cho khối hệ số biến đổi được lượng tử hóa để tái tạo khối dư từ khối hệ số biến đổi. Đơn vị tái tạo 214 có thể tạo ra một khối tái tạo tương ứng với khối hiện thời (mặc dù có khả năng bị méo ở mức độ nào đó) dựa trên khối dư được tái tạo và khối dự đoán được tạo ra bởi đơn vị chọn chế độ 202. Ví dụ, đơn vị tái tạo 214 có thể thêm các mẫu của khối dư tái tạo vào các mẫu tương ứng từ khối dự đoán được tạo ra bởi đơn vị chọn chế độ 202 để tạo ra khối được tái tạo.

Đơn vị lọc 216 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động lọc trên các khối tái tạo. Ví dụ, đơn vị lọc 216 có thể thực hiện các hoạt động gỡ bỏ khối để giảm các xảo ảnh dạng khối dọc theo các cạnh của CU. Theo một số ví dụ, các hoạt động của đơn vị lọc 216 có thể được bỏ qua.

Bộ mã hóa video 200 lưu trữ các khối tái tạo vào DPB 218. Ví dụ, trong các ví dụ mà không thực hiện hoạt động của đơn vị lọc 216, đơn vị tái tạo 214 có thể lưu trữ các khối tái tạo vào DPB 218. Trong các ví dụ mà thực hiện các hoạt động của đơn vị lọc 216, đơn vị lọc 216 có thể lưu trữ các khối tái tạo đã lọc vào DPB 218. Đơn vị ước lượng chuyển động 222 và đơn vị bù chuyển động 224 có thể phục hồi hình ảnh tham chiếu từ DPB 218, được tạo ra từ các khối tái tạo (và có thể được lọc), để dự đoán liên hình các khối của các hình ảnh được mã hóa sau đó. Ngoài ra, đơn vị dự đoán nội hình 226 có thể sử dụng các khối tái tạo trong DPB 218 của hình ảnh hiện thời để dự đoán nội hình các khối khác trong hình ảnh hiện thời.

Nói chung, đơn vị mã hóa entropy 220 có thể mã hóa entropy các phần tử cú pháp thu được từ các thành phần chức năng khác của bộ mã hóa video 200. Ví dụ, đơn vị mã hóa entropy 220 có thể mã hóa entropy các khối hệ số biến đổi lượng tử hóa từ đơn vị lượng tử hóa 208. Theo một ví dụ khác, đơn vị mã hóa entropy 220 có thể mã hóa entropy các phần tử cú pháp dự đoán (ví dụ, thông tin chuyển động để dự đoán liên hình hoặc thông tin chế độ nội hình để dự đoán nội hình) từ đơn vị chọn chế độ 202. Đơn vị mã hóa entropy 220 có thể thực hiện một hoặc nhiều thao tác mã hóa entropy trên các phần tử cú pháp, mà là một ví dụ khác về dữ liệu video, để tạo ra dữ liệu được mã hóa entropy. Ví dụ, đơn vị mã hóa entropy 220 có thể thực hiện thao tác mã hóa có độ dài thay đổi thích ứng theo ngữ cảnh (context-adaptive variable length coding - CAVLC), thao tác CABAC, thao tác mã hóa độ dài biến đổi đến biến đổi (variable-to-variable - V2V), thao tác mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding - SBAC), thao tác mã hóa entropy phân chia khoảng xác suất (Probability Interval Partitioning Entropy - PIPE), thao tác mã hóa hàm mũ- Golomb, hoặc một kiểu thao tác mã hóa entropy khác trên dữ liệu. Theo một số ví dụ, đơn vị mã hóa entropy 220 có thể hoạt động ở chế độ bỏ qua trong đó các phần tử cú pháp không được mã hóa entropy.

Bộ mã hóa video 200 có thể xuất ra dòng bit bao gồm các phần tử cú pháp mã hóa entropy cần thiết để tái tạo các khối của lát hoặc hình ảnh. Cụ thể, đơn vị mã hóa entropy 220 có thể xuất ra dòng bit

Các hoạt động mô tả ở trên được mô tả liên quan đến khối. Sự mô tả như vậy nên được hiểu là các hoạt động đối với khối mã hóa độ chói và/hoặc các khối mã hóa sắc độ. Như được mô tả trên đây, trong một số ví dụ, khối mã hóa độ chói và các khối mã hóa sắc độ là các thành phần độ chói và sắc độ của CU. Trong một số ví dụ, khối mã hóa độ chói và các khối mã hóa sắc độ là các thành phần độ chói và sắc độ của PU.

Trong một số ví dụ, các hoạt động được thực hiện đối với khối mã hóa độ chói không cần phải lặp lại đối với các khối mã hóa sắc độ. Ví dụ, các thao tác để xác định vector chuyển động (MV) và hình ảnh tham chiếu cho khối mã hóa độ chói không cần phải lặp lại để xác định MV và hình ảnh tham chiếu cho các khối sắc độ. Thay vào đó, MV cho khối mã hóa độ chói có thể được định tỷ lệ để xác định MV cho các khối sắc độ, và hình ảnh tham chiếu có thể giống nhau. Một ví dụ khác, quy trình dự đoán nội hình có thể giống nhau đối với các khối mã hóa độ chói và các khối mã hóa sắc độ.

Bộ mã hóa dữ liệu video 200 là một ví dụ về thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video, và một hoặc nhiều đơn vị xử lý thực hiện trong hệ mạch và được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế, bao gồm các kỹ thuật tăng lấy mẫu trong dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin.

Fig.19 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ giải mã video 300 mà có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.19 được đưa ra nhằm mục đích giải thích và không làm hạn chế các kỹ thuật như được minh họa và mô tả theo nghĩa rộng trong sáng chế. Với mục đích giải thích, sáng chế mô tả bộ giải mã video 300 được mô tả theo các kỹ thuật JEM và HEVC. Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện bởi các thiết bị mã hóa video mà được tạo cấu hình theo các chuẩn mã hóa video khác.

Theo ví dụ trên Fig.19, bộ giải mã video 300 bao gồm bộ đệm hình ảnh mã hóa (coded picture buffer - CPB) 320, đơn vị giải mã entropy 302, đơn vị xử lý dự đoán 304, đơn vị lượng tử hóa ngược 306, đơn vị xử lý biến đổi ngược 308, đơn vị tái tạo 310, đơn vị lọc 312 và bộ đệm hình ảnh giải mã (decoded picture buffer - DPB) 314. Đơn vị xử lý dự đoán 304 bao gồm đơn vị bù chuyển động 316 và đơn vị dự đoán nội hình 318. Đơn vị

xử lý dự đoán 304 có thể bao gồm các đơn vị bổ sung để thực hiện dự đoán theo các chế độ dự đoán khác. Ví dụ, đơn vị xử lý dự đoán 304 có thể bao gồm đơn vị bảng màu, đơn vị sao chép khối nội hình (có thể tạo thành một phần của đơn vị bù chuyển động 316), đơn vị afin, đơn vị mô hình tuyến tính (linear model - LM), hoặc tương tự. Trong các ví dụ khác, bộ giải mã video 300 có thể bao gồm nhiều hơn, ít hơn thành phần chức năng hoặc thành phần chức năng khác nhau.

Bộ nhớ CPB 320 có thể lưu trữ dữ liệu video, ví dụ như dòng bit video mã hóa, cần được giải mã bởi các thành phần của bộ giải mã video 300. Dữ liệu video lưu trữ trong bộ nhớ CPB 320 có thể thu được, ví dụ, từ phương tiện đọc được bằng máy tính 110 (Fig.1). Bộ nhớ CPB 320 có thể bao gồm CPB lưu trữ dữ liệu video mã hóa (ví dụ, các phần tử cú pháp) từ dòng bit video mã hóa. Ngoài ra, bộ nhớ CPB 320 có thể lưu trữ dữ liệu video ngoài các phần tử cú pháp của hình ảnh mã hóa, chẳng hạn như dữ liệu tạm thời thể hiện các đầu ra từ các đơn vị khác nhau của bộ giải mã video 300. DPB 314 thường lưu trữ các hình ảnh đã giải mã mà bộ giải mã video 300 có thể xuất ra và/hoặc sử dụng làm dữ liệu video tham chiếu khi giải mã dữ liệu hoặc các hình ảnh tiếp theo của dòng bit video mã hóa. Bộ nhớ CPB 320 và DPB 314 có thể được tạo ra bởi thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị nhớ, như DRAM, bao gồm SDRAM, MRAM, RRAM, hoặc các kiểu thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ CPB 320 và DPB 314 có thể được cung cấp bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng. Trong các ví dụ khác nhau, bộ nhớ CPB 320 có thể nằm trên chip cùng các thành phần khác của bộ giải mã video 300, hoặc không nằm trên chip so với các thành phần đó.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, trong một số ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể truy hồi dữ liệu video mã hóa từ bộ nhớ 120 (Fig.1). Tức là, bộ nhớ 120 có thể lưu trữ dữ liệu như mô tả ở trên vào bộ nhớ CPB 320. Tương tự, bộ nhớ 120 có thể lưu trữ các lệnh cần được thực thi bởi bộ giải mã video 300, khi một số hoặc tất cả các chức năng của bộ giải mã video 300 được thực hiện trong phần mềm được thực hiện bằng mạch xử lý của bộ giải mã video 300.

Các đơn vị khác nhau được thể hiện trên Fig.19 được minh họa để hỗ trợ hiểu các hoạt động được thực hiện bởi bộ giải mã video 300. Các đơn vị có thể được thực hiện như các mạch chức năng cố định, các mạch lập trình được, hoặc kết hợp của chúng. Tương tự với Fig.18, các mạch chức năng cố định là các mạch có chức năng cụ thể, và được cài đặt

trước trong các hoạt động mà có thể được thực hiện. Các mạch lập trình được là các mạch mà có thể được lập trình để thực hiện một số nhiệm vụ, và cung cấp chức năng linh hoạt trong các hoạt động mà có thể được thực hiện. Ví dụ, các mạch lập trình được có thể thực thi phần mềm hoặc firmware khiến cho các mạch lập trình được hoạt động theo cách thức được xác định bởi các lệnh của phần mềm hoặc firmware. Các mạch chức năng cố định có thể thực thi các lệnh phần mềm (ví dụ, để thu các tham số hoặc xuất ra các tham số), nhưng các loại hoạt động mà các mạch chức năng cố định thực hiện nói chung là không thể biến đổi. Theo một số ví dụ, một hoặc nhiều trong số các đơn vị có thể là các khối mạch riêng (chức năng cố định hoặc có thể lập trình được), và theo một số ví dụ, một hoặc nhiều đơn vị có thể là các mạch được tích hợp.

Bộ giải mã video 300 có thể bao gồm các ALU, EFU, mạch kỹ thuật số, mạch tương tự và/hoặc các lõi lập trình được tạo ra từ mạch có thể lập trình. Trong các ví dụ mà các hoạt động của bộ giải mã video 300 được thực hiện bởi phần mềm thực thi trên các mạch lập trình được, bộ nhớ trên chip hoặc ngoài chip có thể lưu trữ các lệnh (ví dụ, mã đối tượng) của phần mềm mà bộ giải mã video 300 nhận và thực thi.

Đơn vị giải mã entropy 302 có thể nhận dữ liệu video mã hóa từ CPB và giải mã entropy dữ liệu video để tái tạo các phần tử cú pháp. Đơn vị xử lý dự đoán 304, đơn vị lượng tử hóa ngược 306, đơn vị xử lý biến đổi ngược 308, đơn vị tái tạo 310, và đơn vị lọc 312 có thể tạo ra dữ liệu video đã giải mã dựa vào các phần tử cú pháp trích ra từ dòng bit.

Nói chung, bộ giải mã video 300 tái tạo hình ảnh dựa trên từng khối. Bộ giải mã video 300 có thể thực hiện thao tác tái tạo trên từng khối riêng (trong đó khối hiện đang được tái tạo, tức là đã giải mã, có thể được gọi là “khối hiện thời”).

Đơn vị giải mã entropy 302 có thể giải mã entropy các phần tử cú pháp xác định hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa của khối hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa, cũng như thông tin biến đổi, như tham số lượng tử hóa (quantization parameter - QP) và/hoặc (các) chỉ báo chế độ biến đổi. Đơn vị lượng tử hóa ngược 306 có thể sử dụng QP liên quan đến khối hệ số biến đổi lượng tử hóa để xác định mức lượng tử hóa và, tương tự, mức lượng tử hóa ngược cho đơn vị lượng tử hóa ngược 306 để áp dụng. Ví dụ, đơn vị lượng tử hóa ngược 306 có thể thực hiện phép toán dịch trái phân theo bit để lượng tử hóa ngược các hệ số biến đổi lượng tử hóa. Nhờ đó, đơn vị lượng tử hóa ngược 306 có thể tạo ra khối hệ số biến đổi bao gồm các hệ số biến đổi.

Sau khi đơn vị lượng tử hóa ngược 306 tạo ra khối hệ số biến đổi, đơn vị xử lý biến đổi ngược 308 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi ngược cho khối hệ số biến đổi để tạo ra khối dư liên quan đến khối hiện thời. Ví dụ, đơn vị xử lý biến đổi ngược 308 có thể áp dụng phép DCT ngược, biến đổi số nguyên ngược, biến đổi Karhunen-Loeve (Karhunen-Loeve transform - KLT) ngược, biến đổi quay ngược, biến đổi hướng ngược hoặc một biến đổi ngược khác cho khối hệ số.

Hơn nữa, đơn vị xử lý dự đoán 304 tạo ra khối dự đoán theo các phần tử cú pháp thông tin dự đoán đã được giải mã entropy bởi đơn vị giải mã entropy 302. Ví dụ, nếu các phần tử cú pháp thông tin dự đoán biểu thị rằng khối hiện thời được dự đoán liên hình, thì đơn vị bù chuyển động 316 có thể tạo ra khối dự đoán. Trong trường hợp này, các phần tử cú pháp thông tin dự đoán có thể biểu thị hình tham chiếu trong DPB 314 mà tìm ra khối tham chiếu từ đó, cũng như vector chuyển động xác định vị trí của khối tham chiếu trong hình ảnh tham chiếu liên quan đến vị trí của khối hiện thời trong hình ảnh hiện thời. Đơn vị bù chuyển động 316 có thể thường thực hiện quy trình dự đoán liên hình theo cách thức về cơ bản tương tự như quy trình được mô tả liên quan đến đơn vị bù chuyển động 224 (Fig.18).

Theo một ví dụ khác, nếu các phần tử cú pháp thông tin dự đoán biểu thị rằng khối hiện thời được dự đoán nội hình, thì đơn vị dự đoán nội hình 318 có thể tạo ra khối dự đoán theo chế độ dự đoán nội hình được biểu thị bởi các phần tử cú pháp thông tin dự đoán. Theo một ví dụ khác, nếu các phần tử cú pháp thông tin dự đoán chỉ báo khối hiện thời được dự đoán nội hình trong chế độ ALWIP, thì đơn vị dự đoán nội hình 318 có thể suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng; áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian; và lọc, bằng cách sử dụng tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng. Mặt khác, đơn vị dự đoán nội hình 318 có thể thường thực hiện quy trình dự đoán nội hình theo cách thức về cơ bản tương tự như quy trình được mô tả liên quan đến đơn vị dự đoán nội hình 226 (Fig.18). Đơn vị dự đoán nội hình 318 có thể phục hồi dữ liệu của các mẫu lân cận với khối hiện thời từ DPB 314.

Đơn vị tái tạo 310 có thể tái tạo khối hiện thời bằng cách sử dụng khối dự đoán và khối dư. Ví dụ, đơn vị tái tạo 310 có thể thêm các mẫu của khối dư vào các mẫu tương ứng của khối dự đoán để tái tạo khối hiện thời.

Đơn vị lọc 312 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động lọc trên các khối tái tạo. Ví dụ, đơn vị lọc 312 có thể thực hiện các hoạt động gỡ bỏ khối để giảm các xảo ảnh dạng khối dọc theo các cạnh của khối được tái tạo. Các hoạt động của đơn vị lọc 312 không cần thiết được thực hiện trong tất cả các ví dụ.

Bộ giải mã video 300 có thể lưu trữ các khối tái tạo vào DPB 314. Như đã mô tả ở trên, DPB 314 có thể cung cấp thông tin tham chiếu, chẳng hạn như các mẫu của hình ảnh hiện thời để dự đoán nội hình và các hình ảnh giải mã trước đó để bù chuyển động tiếp theo, cho đơn vị xử lý dự đoán 304. Hơn nữa, bộ giải mã video 300 có thể xuất ra hình ảnh giải mã từ DPB để trình diễn sau trên thiết bị hiển thị, chẳng hạn như thiết bị hiển thị 118 trên Fig.1.

Theo cách này, bộ giải mã video 300 là một ví dụ của thiết bị giải mã video bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video, và một hoặc nhiều đơn vị xử lý được triển khai trong hệ mạch và được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế, bao gồm các kỹ thuật để tăng lấy mẫu trong dự đoán nội hình có trọng số tuyến tính afin.

Fig.20 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình mã hóa khối hiện thời. Khối hiện thời có thể bao gồm CU hiện thời. Mặc dù được mô tả liên quan đến bộ mã hóa video 200 (các Fig.1 và Fig.18), cần hiểu rằng các thiết bị khác có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp giống với phương pháp trên Fig.20.

Trong ví dụ này, bộ mã hóa video 200 dự đoán ban đầu khối hiện thời (350). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể tạo ra khối dự đoán cho khối hiện thời bằng cách sử dụng bất kỳ trong số các kỹ thuật dự đoán nội hình được mô tả trong sáng chế này. Sau đó, bộ mã hóa video 200 có thể tính toán khối dư cho khối hiện thời (352). Để tính toán khối dư, bộ mã hóa video 200 có thể tính toán sự chênh lệch giữa khối gốc, khối chưa mã hóa và khối dự đoán cho khối hiện thời. Sau đó, bộ mã hóa video 200 có thể biến đổi và lượng tử hóa các hệ số của khối dư (354). Tiếp theo, bộ mã hóa video 200 có thể quét các hệ số biến đổi được lượng tử hóa của khối dư (356). Trong khi quét, hoặc sau khi quét, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa entropy các hệ số (358). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa các

hệ số bằng cách sử dụng CAVLC hoặc CABAC. Sau đó, bộ mã hóa video 200 có thể xuất ra dữ liệu mã hóa entropy của khối (360).

Fig.21 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình giải mã khối dữ liệu video hiện thời. Khối hiện thời có thể bao gồm CU hiện thời. Mặc dù được mô tả dựa vào bộ giải mã video 300 (các Fig.1 và Fig.19), nhưng cần hiểu rằng các thiết bị khác có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp giống với phương pháp trên Fig.21.

Bộ giải mã video 300 có thể thu dữ liệu đã mã hóa entropy cho khối hiện thời, như thông tin dự đoán đã mã hóa entropy và dữ liệu đã mã hóa entropy cho các hệ số của khối dư tương ứng với khối hiện thời (370). Bộ giải mã video 300 có thể giải mã entropy dữ liệu đã mã hóa entropy để xác định thông tin dự đoán cho khối hiện thời và tái tạo các hệ số của khối dư (372). Bộ giải mã video 300 có thể dự đoán khối hiện thời (374), ví dụ, bằng cách sử dụng chế độ dự đoán nội hình hoặc liên hình như được chỉ báo bởi thông tin dự đoán cho khối hiện thời, để tính toán khối dự đoán cho khối hiện thời. Bộ giải mã video 300 có thể, ví dụ, dự đoán khối hiện thời bằng cách sử dụng bất kỳ trong số các kỹ thuật dự đoán nội hình được mô tả trong sáng chế này. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể quét ngược các hệ số được tái tạo (376), để tạo ra khối hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược các hệ số để tạo ra khối dư (378). Cuối cùng, bộ giải mã video 300 có thể giải mã khối hiện thời bằng cách kết hợp khối dự đoán và khối dư (380).

Fig.22 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình giải mã khối dữ liệu video hiện thời. Khối hiện thời có thể bao gồm CU hiện thời. Mặc dù được mô tả dựa vào bộ giải mã video 300 (các Fig.1 và Fig.19), nhưng cần hiểu rằng các thiết bị khác có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp giống với phương pháp trên Fig.22. Ví dụ, vòng giải mã của bộ mã hóa video 200 (các Fig.1 và Fig.18), có thể còn thực hiện các kỹ thuật của Fig.22.

Theo ví dụ trên Fig.22, bộ giải mã video 300 xác định rằng khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ ALWIP (382). Bộ giải mã video 300 suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng (384). Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể suy ra tập hợp con mẫu biên trái bằng cách giảm lấy mẫu, sử dụng trung bình, tập hợp mẫu lân cận biên trái và suy ra tập hợp con mẫu biên trên cùng bằng cách làm giảm lấy mẫu, sử dụng trung bình, tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

Ví dụ, tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng có thể có tổng N mẫu và tập hợp con mẫu biên trên cùng có thể có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng cột được bao gồm trong khối hiện thời. Ví dụ, tập hợp mẫu lân cận biên trái có thể có tổng N mẫu và tập hợp con mẫu biên trái có thể có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng hàng được bao gồm trong khối hiện thời. Theo một ví dụ, khối hiện thời có thể là khối có $N \times M$ mẫu, trong đó N là giá trị nguyên thể hiện số lượng cột trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu biên trên cùng và M là giá trị nguyên thể hiện số lượng hàng trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu biên trái. N và M có thể hoặc có thể không bằng nhau. Tập hợp mẫu biên trái có thể có $M/2$ mẫu, và tập hợp mẫu biên trên cùng có thể có $N/2$ mẫu.

Bộ giải mã video 300 áp dụng mô hình afin cho tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian (386). Để áp dụng mô hình afin vào tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng để tạo ra khối trung gian của các mẫu trung gian, bộ giải mã video 300 có thể, ví dụ, nhân tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng với ma trận và vector độ lệch.

Bộ giải mã video 300 lọc, bằng cách sử dụng tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng (388). Để lọc các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng, bộ giải mã video 300 có thể, ví dụ, tăng lấy mẫu các mẫu trung gian bằng cách sử dụng tập hợp con mẫu biên trái thứ hai khác với tập hợp con mẫu biên trái và tập hợp con mẫu biên trên cùng thứ hai khác với tập hợp con mẫu biên trên cùng. Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể tăng lấy mẫu các mẫu trung gian dựa vào các giá trị mẫu thực tế trong tập hợp mẫu biên trên cùng hoặc tập hợp mẫu biên trái, trái với các giá trị mẫu từ tập hợp con mẫu biên trên cùng hoặc tập hợp con mẫu biên trái, trong đó các tập hợp con thu được bằng cách lấy trung bình và khác so với các tập hợp. Để lọc các mẫu trung gian để tạo ra khối dự đoán cuối cùng, bộ giải mã video 300 có thể áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc và một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng ngang. Để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc, bộ giải mã video 300 có thể sử dụng các mẫu của tập hợp mẫu biên trên cùng để thực hiện phép nội suy tuyến tính theo hướng dọc. Tức là, nếu tập hợp con mẫu biên trên cùng bao gồm $M/2$ mẫu, thì bộ giải mã video 300 có thể sử dụng các tập hợp con M mẫu biên trên cùng khác nhau khi áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc. Các mẫu được sử dụng để nội suy có thể là các mẫu M mẫu biên trên cùng thực tế thay vì các mẫu xác định

từ cách lấy trung bình. Như một phần của việc áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc, bộ giải mã video 300 có thể bao gồm việc áp dụng các trọng số phụ thuộc vị trí cho ít nhất một vài trong số M mẫu của tập hợp mẫu biên trên cùng.

Bộ giải mã video 300 giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng (390). Để giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng, bộ giải mã video 300 có thể xác định giá trị dư cho khối dữ liệu video hiện thời; thêm giá trị dư vào khối dự đoán được lọc để xác định khối tái tạo cho khối dữ liệu video hiện thời; và áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc cho khối tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được giải mã. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể xuất ra, cho màn hình và/hoặc bộ lưu trữ, hình ảnh mà bao gồm khối dữ liệu video được giải mã. Ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể lưu trữ bản sao của hình ảnh để sử dụng giải mã các hình ảnh khác của dữ liệu video.

Cần hiểu rằng tùy thuộc vào ví dụ, các hành động hoặc sự kiện nhất định của kỹ thuật bất kỳ được mô tả ở đây có thể được thực hiện theo các trình tự khác nhau, có thể được bổ sung, hợp nhất hoặc được loại bỏ hoàn toàn (ví dụ, không phải tất cả các hành động hoặc sự kiện được mô tả đều cần thiết cho việc thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế). Ngoài ra, trong một số ví dụ, các hành động hoặc sự kiện có thể được thực hiện đồng thời, ví dụ, thông qua xử lý đa chuỗi, xử lý ngắt, hoặc nhiều bộ xử lý, chứ không phải chỉ có thực hiện tuần tự.

Trong một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng đã mô tả có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng, phần mềm, firmware, hoặc mọi dạng kết hợp của chúng. Nếu được thực hiện bằng phần mềm, các hàm có thể được lưu trữ hoặc truyền dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên phương tiện đọc được bằng máy tính và được thực hiện bằng đơn vị xử lý dựa trên phần cứng. Phương tiện đọc được bằng máy tính có thể bao gồm các phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính tương ứng với phương tiện hữu hình như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông bao gồm phương tiện bất kỳ hỗ trợ truyền chương trình máy tính từ nơi này đến nơi khác, ví dụ, theo giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện đọc được bằng máy tính có thể thường tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ hữu hình đọc được bằng máy tính là phương tiện bất biến hoặc (2) phương tiện truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện sẵn có bất kỳ có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để truy xuất các lệnh, mã và/hoặc cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật được

mô tả trong sáng chế này. Sản phẩm chứa chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính.

Ví dụ, và không giới hạn, các phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính như vậy có thể bao gồm một hoặc nhiều trong số bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Memory - RAM), bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xoá được bằng điện (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory - EEPROM), đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (CD-ROM) hoặc các thiết bị lưu trữ đĩa quang khác, thiết bị lưu trữ đĩa từ, hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ nhanh, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được dùng để lưu trữ mã chương trình mong muốn ở dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và có thể được truy cập bởi máy tính. Ngoài ra, kết nối bất kỳ được gọi theo cách thích hợp là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu các lệnh được truyền từ trang web, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác bằng cách sử dụng cáp đồng trục, cáp quang sợi, cặp dây xoắn, đường thuê bao kỹ thuật số (digital subscriber line - DSL) hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến, và vi ba, thì cáp đồng trục, cáp quang sợi, cặp dây xoắn, đường DSL hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba được bao gồm trong định nghĩa phương tiện. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính và phương tiện lưu dữ liệu không bao gồm kết nối, sóng mang, tín hiệu hoặc phương tiện tạm thời khác, nhưng thay vào đó được hướng đến phương tiện lưu trữ hữu hình, bất biến. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa compac (CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa số đa năng (DVD - Digital Versatile Disc), đĩa mềm và đĩa bluray, trong đó đĩa từ thường tái tạo dữ liệu bằng phương pháp từ tính, còn đĩa quang thì tái tạo dữ liệu bằng phương pháp quang học sử dụng laze. Kết hợp của các loại trên cũng được bao gồm trong phạm vi của phương tiện đọc được bằng máy tính.

Các lệnh có thể được thi hành bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal bộ xử lý - DSP), các bộ vi xử lý đa năng, các mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuits - ASIC), các mảng logic lập trình được bằng trường (field programmable logic arrays - FPGAs), hoặc mạch logic rời rạc hoặc mạch tích hợp tương đương khác. Do đó, thuật ngữ “bộ xử lý”, như được sử dụng trong sáng chế, có thể dùng để chỉ mọi cấu trúc nêu trên hoặc mọi cấu trúc khác phù hợp để thực hiện các kỹ thuật nêu trong sáng chế. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, chức năng được mô tả ở đây có thể được tạo ra trong mô đun phần cứng và/hoặc phần

mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hoá và giải mã, hoặc được kết hợp thành bộ mã hoá-giải mã (codec) kết hợp. Hơn nữa, các kỹ thuật có thể được thực hiện hoàn toàn trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic.

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện trong nhiều loại thiết bị hoặc máy khác nhau, bao gồm máy cầm tay không dây, mạch tích hợp (integrated circuit - IC) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Một số thành phần, môđun hoặc đơn vị được mô tả trong sáng chế để nhấn mạnh các khía cạnh chức năng của các thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật đã bộc lộ, chứ không nhất thiết phải được thực hiện bằng các đơn vị phần cứng khác nhau. Thay vào đó, như được mô tả ở trên, một số đơn vị có thể được kết hợp trong đơn vị phần cứng codec hoặc được cung cấp bởi tập hợp các đơn vị phần cứng tương tác, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như được mô tả ở trên, kết hợp với phần mềm và/hoặc firmware thích hợp.

Các ví dụ khác nhau đã được mô tả. Các ví dụ này và các ví dụ khác đều nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

xác định rằng khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ dự đoán nội ảnh ma trận;

suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu, trong đó tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng;

áp dụng mô hình afin cho tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu để tạo ra tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất;

nội suy tập hợp mẫu dự đoán thứ hai dựa vào tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất, tập hợp con của tập hợp các mẫu lân cận biên trái, và tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng, trong đó tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trái bao gồm các mẫu khác với tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp con của tập hợp các mẫu lân cận biên trên cùng bao gồm các mẫu khác với tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu;

tạo ra khối dự đoán cuối cùng, trong đó khối dự đoán cuối cùng bao gồm tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất và tập hợp mẫu dự đoán thứ hai; và

giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó:

mỗi mẫu của tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu bao gồm trung bình của hai hoặc nhiều mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trái; và

mỗi mẫu của tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu bao gồm trung bình của hai hoặc nhiều mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước áp dụng mô hình afin cho tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu để tạo ra tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất bao gồm nhân tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu với ma trận.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng có tổng N mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng cột được bao gồm trong khối hiện thời.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tập hợp mẫu lân cận biên trái có tổng N mẫu và tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng hàng được bao gồm trong khối hiện thời.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó:

khối hiện thời là khối có $N \times M$ mẫu, N là giá trị nguyên thể hiện số lượng cột trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng, và M là giá trị nguyên thể hiện số lượng hàng trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu lân cận biên trái; và

tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu có $M/2$ mẫu, tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu có $N/2$ mẫu, tập hợp mẫu lân cận biên trái có M mẫu, và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng có N mẫu.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó bước nội suy tập hợp mẫu dự đoán thứ hai gồm áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc đối với tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó bước áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc bao gồm sử dụng các mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng để thực hiện phép nội suy tuyến tính theo hướng dọc.

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó bước áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc bao gồm áp dụng các trọng số phụ thuộc vào vị trí cho ít nhất một vài trong số N mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng bao gồm:

xác định giá trị dư cho khối dữ liệu video hiện thời;

thêm giá trị dư vào khối dự đoán được lọc để xác định khối tái tạo cho khối dữ liệu video hiện thời; và

áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc cho khối tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được giải mã.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp được thực hiện như là một phần của quy trình mã hóa video.

12. Thiết bị giải mã dữ liệu video, thiết bị này bao gồm:

bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video; và

một hoặc nhiều bộ xử lý được lắp đặt trong hệ mạch và được tạo cấu hình để:

xác định rằng khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ dự đoán nội ảnh ma trận;

suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu, trong đó tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng;

áp dụng mô hình afin cho tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu để tạo ra tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất;

nội suy tập hợp mẫu dự đoán thứ hai dựa vào tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất, tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trái, và tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng, trong đó tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trái bao gồm các mẫu khác với tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp con của tập hợp các mẫu lân cận biên trên cùng bao gồm các mẫu khác với tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu;

tạo ra khối dự đoán cuối cùng, trong đó khối dự đoán cuối cùng bao gồm tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất và tập hợp mẫu dự đoán thứ hai; và

giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

13. Thiết bị theo điểm 12, trong đó:

mỗi mẫu của tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu bao gồm trung bình của hai hoặc nhiều mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trái; và

mỗi mẫu của tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu bao gồm trung bình của hai hoặc nhiều mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

14. Thiết bị theo điểm 12, trong đó để áp dụng mô hình afin cho tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu để tạo ra tập hợp dự đoán thứ nhất, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để nhân tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu với ma trận.

15. Thiết bị theo điểm 12, trong đó tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng có tổng N mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng cột được bao gồm trong khối hiện thời.

16. Thiết bị theo điểm 12, trong đó tập hợp mẫu lân cận biên trái có tổng N mẫu và tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng hàng được bao gồm trong khối hiện thời.

17. Thiết bị theo điểm 12, trong đó:

khối hiện thời là khối có $N \times M$ mẫu, N là giá trị nguyên thể hiện số lượng cột trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng, và M là giá trị nguyên thể hiện số lượng hàng trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu lân cận biên trái;

tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu có $M/2$ mẫu, tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu có $N/2$ mẫu, tập hợp mẫu lân cận biên trái có M mẫu, và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng có N mẫu.

18. Thiết bị theo điểm 17, trong đó để nội suy tập hợp mẫu dự đoán thứ hai, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc cho tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

19. Thiết bị theo điểm 18, trong đó để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để sử dụng các mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng để thực hiện phép nội suy tuyến tính theo hướng dọc.

20. Thiết bị theo điểm 18, trong đó để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để áp dụng các trọng số phụ thuộc vào vị trí cho ít nhất một vài trong số N mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

21. Thiết bị theo điểm 12, trong đó để giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định giá trị dư cho khối dữ liệu video hiện thời;

thêm giá trị dư vào khối dự đoán được lọc để xác định khối tái tạo cho khối dữ liệu video hiện thời; và

áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc cho khối tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được giải mã.

22. Thiết bị theo điểm 12, trong đó thiết bị này bao gồm thiết bị truyền thông không dây, còn bao gồm bộ thu được tạo cấu hình để nhận dữ liệu video mã hóa.

23. Thiết bị theo điểm 22, trong đó thiết bị truyền thông không dây bao gồm máy điện thoại cầm tay và trong đó bộ thu được tạo cấu hình để giải điều chế, theo chuẩn truyền thông không dây, tín hiệu chứa dữ liệu video mã hóa.

24. Thiết bị theo điểm 12, trong đó thiết bị này bao gồm thiết bị truyền thông không dây, còn bao gồm bộ phát được tạo cấu hình để truyền dữ liệu video mã hóa.

25. Thiết bị theo điểm 24, trong đó thiết bị truyền thông không dây bao gồm máy điện thoại cầm tay và trong đó bộ phát được tạo cấu hình để điều chế, theo chuẩn truyền thông không dây, tín hiệu chứa dữ liệu video mã hóa.

26. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà khi được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý:

xác định rằng khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ dự đoán nội ảnh ma trận;

suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu, trong đó tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng;

áp dụng mô hình afin cho tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu để tạo ra tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất;

nội suy tập hợp mẫu dự đoán thứ hai dựa vào tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất, tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trái, và tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng, trong đó tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trái bao gồm các mẫu khác với tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp con của tập hợp các mẫu lân cận biên trên cùng bao gồm các mẫu khác với tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu;

tạo ra khối dự đoán cuối cùng, trong đó khối dự đoán cuối cùng bao gồm tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất và tập hợp mẫu dự đoán thứ hai; và

giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

27. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 26, trong đó:

mỗi mẫu của tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu bao gồm trung bình của hai hoặc nhiều mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trái; và

mỗi mẫu của tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu bao gồm trung bình của hai hoặc nhiều mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

28. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 26, trong đó để áp dụng mô hình afin cho tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu để tạo ra tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất, các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý nhân tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu với ma trận.

29. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 26, trong đó tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng có tổng N mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng cột được bao gồm trong khối hiện thời.

30. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 26, trong đó tập hợp mẫu lân cận biên trái có tổng N mẫu và tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng hàng được bao gồm trong khối hiện thời.

31. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 26, trong đó:

khối hiện thời là khối có $N \times M$ mẫu, N là giá trị nguyên thể hiện số lượng cột trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng, và M là giá trị nguyên thể hiện số lượng hàng trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu lân cận biên trái;

tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu có $M/2$ mẫu, tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu có $N/2$ mẫu, tập hợp mẫu lân cận biên trái có M mẫu, và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng có N mẫu.

32. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 31, trong đó để nội suy tập hợp mẫu dự đoán thứ hai, các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc đối với tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

33. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 32, trong đó để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc, các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý sử dụng các mẫu trong tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng để thực hiện phép nội suy tuyến tính theo hướng dọc.

34. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 32, trong đó để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc, các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý áp dụng các trọng số phụ thuộc vào vị trí cho ít nhất một vài trong số N mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

35. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 26, trong đó để giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng, các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý:

xác định các giá trị dư cho khối dữ liệu video hiện thời;

thêm giá trị dư vào khối dự đoán được lọc để xác định khối tái tạo cho khối dữ liệu video hiện thời; và

áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc cho khối tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được giải mã.

36. Máy giải mã dữ liệu video, máy này bao gồm:

phương tiện để xác định rằng khối dữ liệu video hiện thời được mã hóa trong chế độ dự đoán nội ảnh ma trận;

phương tiện để suy ra, dựa vào tập hợp mẫu lân cận biên trái của khối hiện thời và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng của khối hiện thời, tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu, trong đó tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu lân cận biên trái và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu bao gồm ít mẫu hơn so với tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng;

phương tiện để áp dụng mô hình afin cho tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu để tạo ra tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất;

phương tiện để nội suy tập hợp mẫu dự đoán thứ hai dựa vào tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất, tập hợp mẫu lân cận biên trái, và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng, trong đó tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trái bao gồm các mẫu khác với tập hợp các mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp con của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng bao gồm các mẫu khác với tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu;

phương tiện để tạo ra khối dự đoán cuối cùng, trong đó khối dự đoán cuối cùng bao gồm tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất và tập hợp mẫu dự đoán thứ hai; và

phương tiện để giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng.

37. Máy theo điểm 36, trong đó:

phương tiện để suy ra tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu bao gồm phương tiện để giảm lấy mẫu tập hợp mẫu lân cận biên trái, trong đó mỗi mẫu của tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu bao gồm trung bình của hai hoặc nhiều mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trái; và

phương tiện để suy ra tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu bao gồm phương tiện để giảm lấy mẫu tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng, trong đó mỗi mẫu của tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu bao gồm trung bình của hai hoặc nhiều mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

38. Máy theo điểm 36, trong đó phương tiện để áp dụng mô hình afin cho tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu để tạo ra tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất bao gồm phương tiện để nhân tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu với ma trận.

39. Máy theo điểm 36, trong đó tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng có tổng N mẫu và tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng cột được bao gồm trong khối hiện thời.

40. Máy theo điểm 36, trong đó tập hợp mẫu lân cận biên trái có tổng N mẫu và tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu có tổng số $N/2$ mẫu, trong đó N là số nguyên thể hiện số lượng hàng được bao gồm trong khối hiện thời.

41. Máy theo điểm 36, trong đó:

khối hiện thời là khối có $N \times M$ mẫu, N là giá trị nguyên thể hiện số lượng cột trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng, và M là giá trị nguyên thể hiện số lượng hàng trong khối hiện thời và số lượng mẫu trong tập hợp mẫu lân cận biên trái; và

tập hợp mẫu biên trái đã giảm mẫu có $M/2$ mẫu, tập hợp mẫu biên trên cùng đã giảm mẫu có $N/2$ mẫu, tập hợp mẫu lân cận biên trái có M mẫu, và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng có N mẫu.

42. Máy theo điểm 41, trong đó phương tiện để nội suy tập hợp mẫu dự đoán thứ hai bao gồm phương tiện để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc cho tập hợp mẫu dự đoán thứ nhất và tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

43. Máy theo điểm 42, trong đó phương tiện để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc bao gồm phương tiện để sử dụng các mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng để thực hiện phép nội suy tuyến tính theo hướng dọc.

44. Máy theo điểm 42, trong đó phương tiện để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc theo hướng dọc bao gồm phương tiện để áp dụng các trọng số phụ thuộc vào vị trí cho ít nhất một vài trong số N mẫu của tập hợp mẫu lân cận biên trên cùng.

45. Máy theo điểm 36, trong đó phương tiện để giải mã khối dữ liệu video hiện thời dựa vào khối dự đoán cuối cùng bao gồm:

phương tiện để xác định giá trị dư cho khối dữ liệu video hiện thời;

phương tiện để thêm giá trị dư vào khối dự đoán được lọc để xác định khối tái tạo cho khối dữ liệu video hiện thời; và

phương tiện để áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc cho khối tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được giải mã.

1 / 24

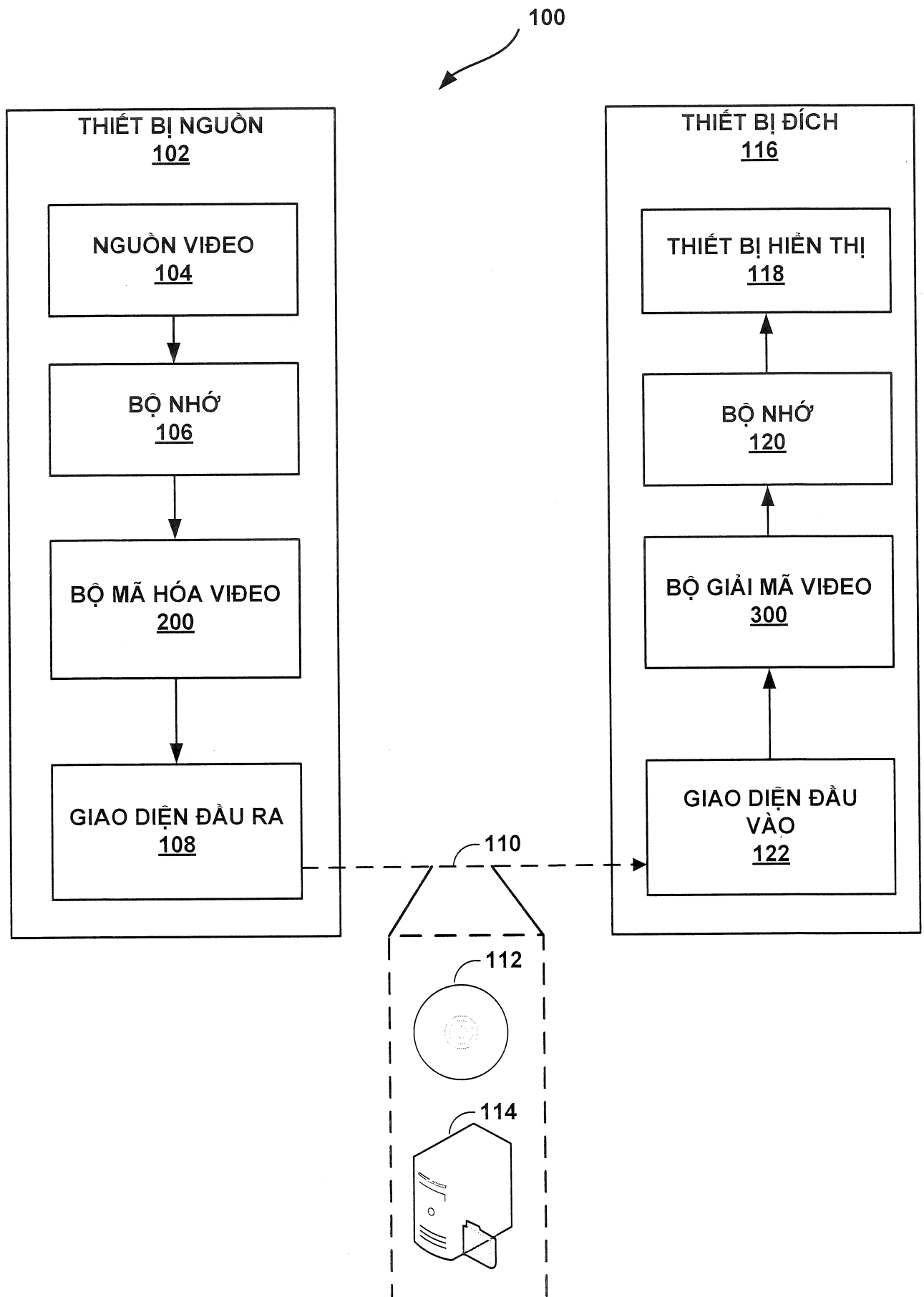


Fig.1

2 / 24

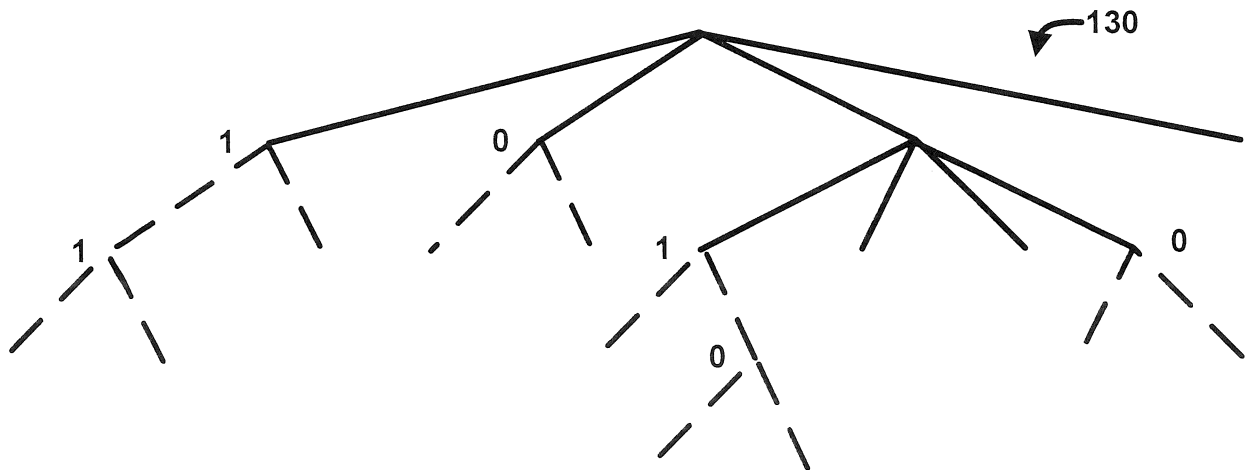


Fig.2A

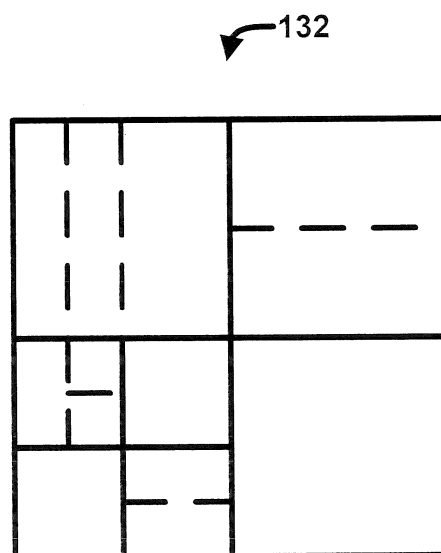


Fig.2B

3 / 24

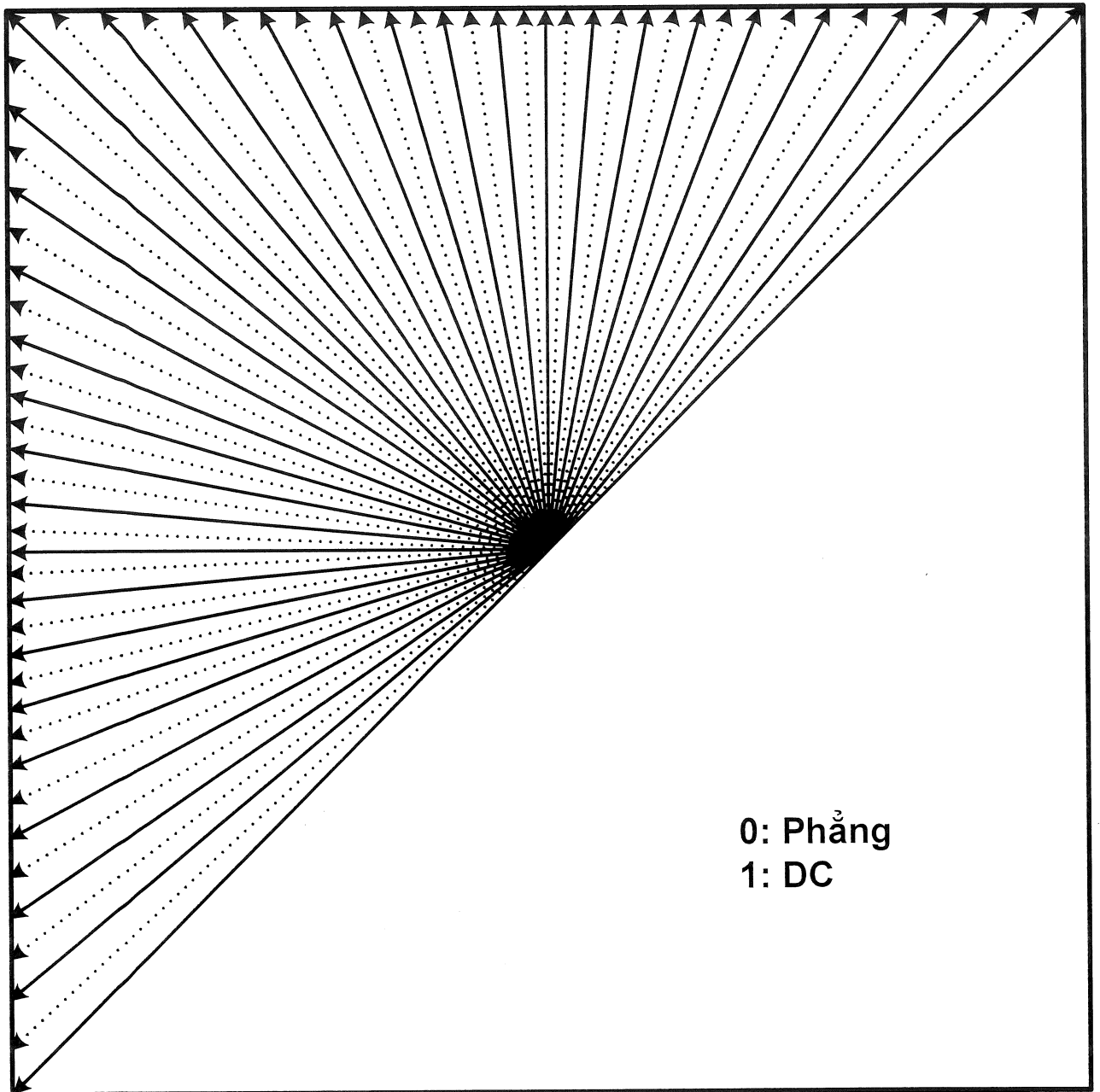
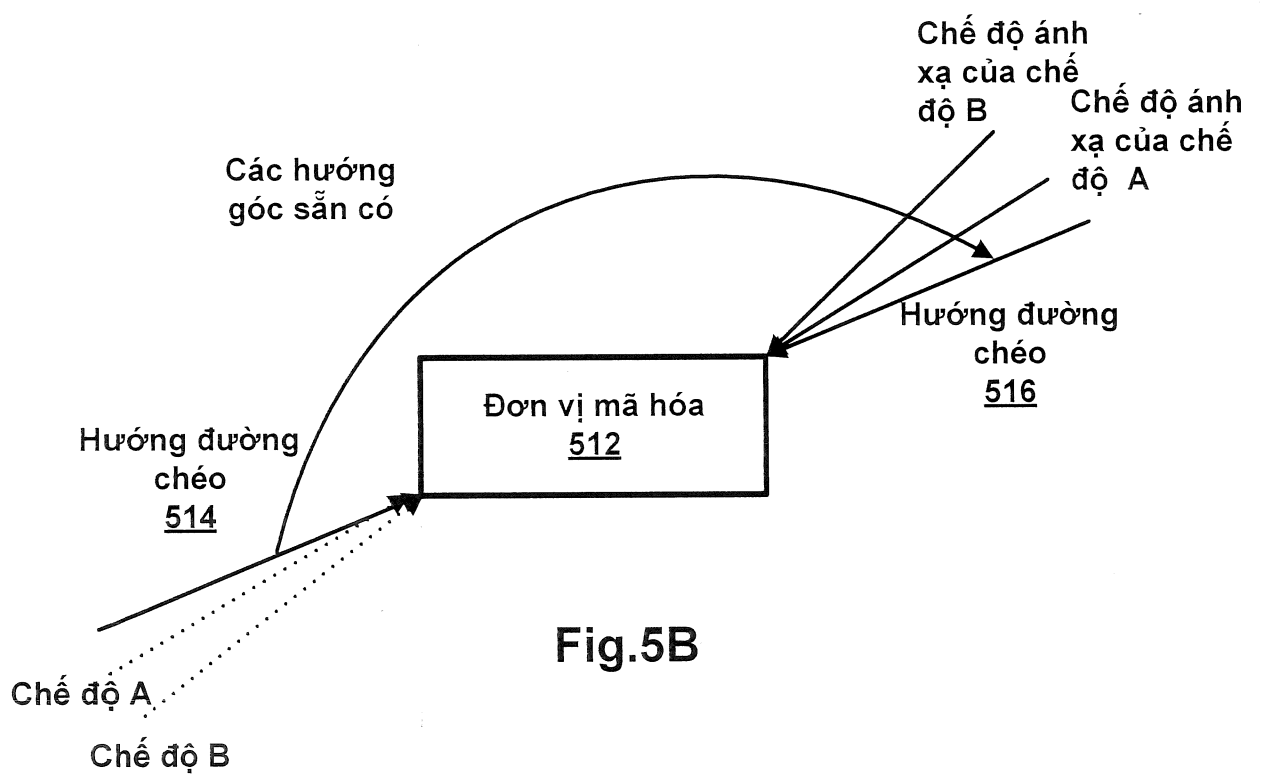
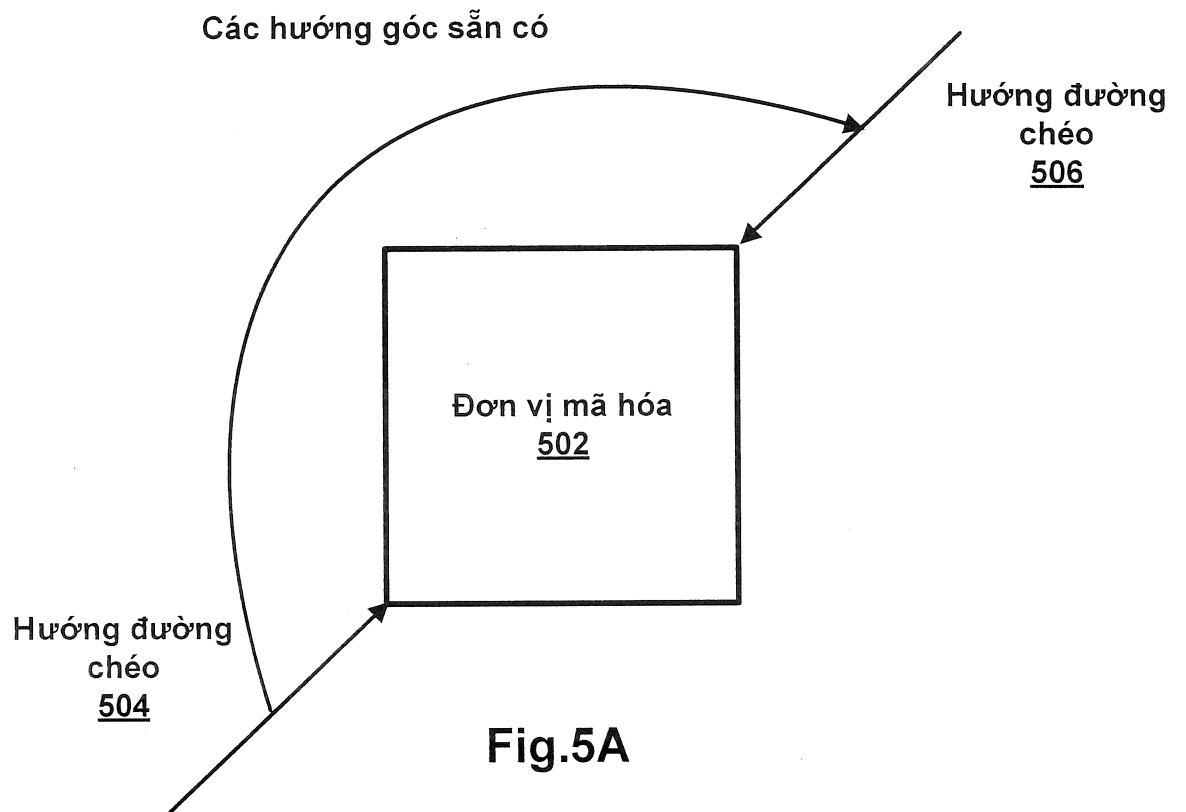


Fig.3

5 / 24



6 / 24

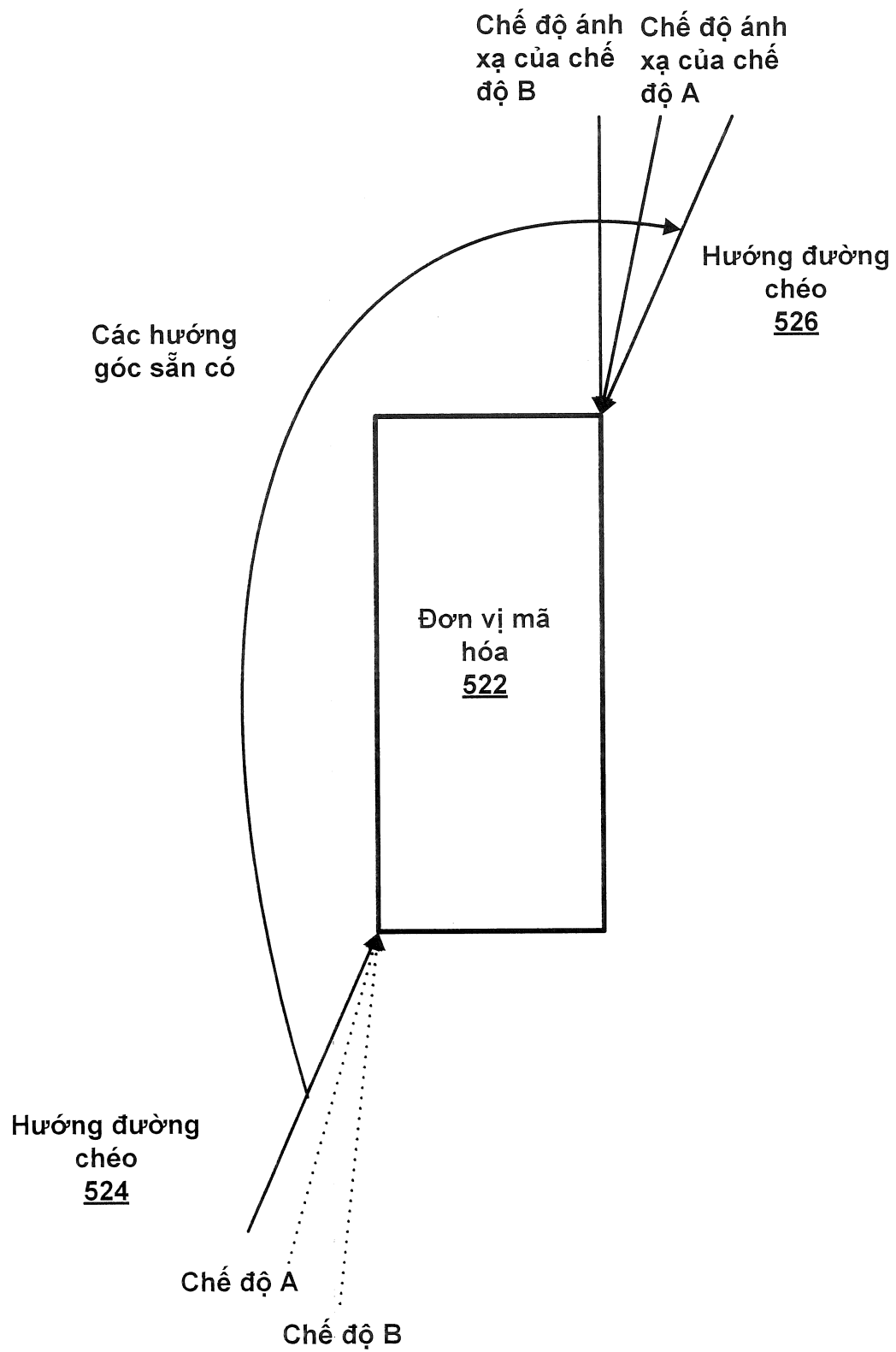


Fig.5C

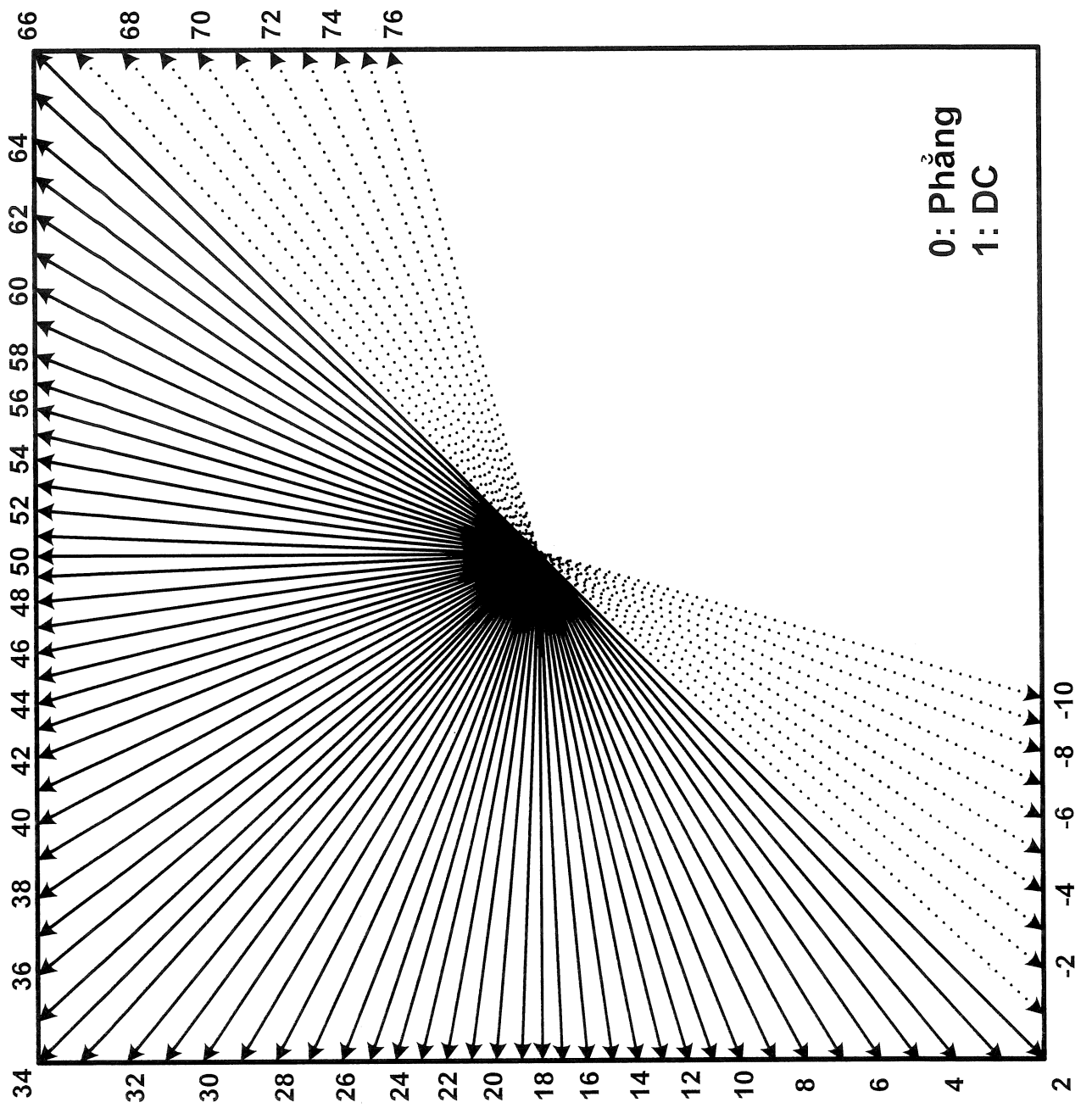


Fig.6

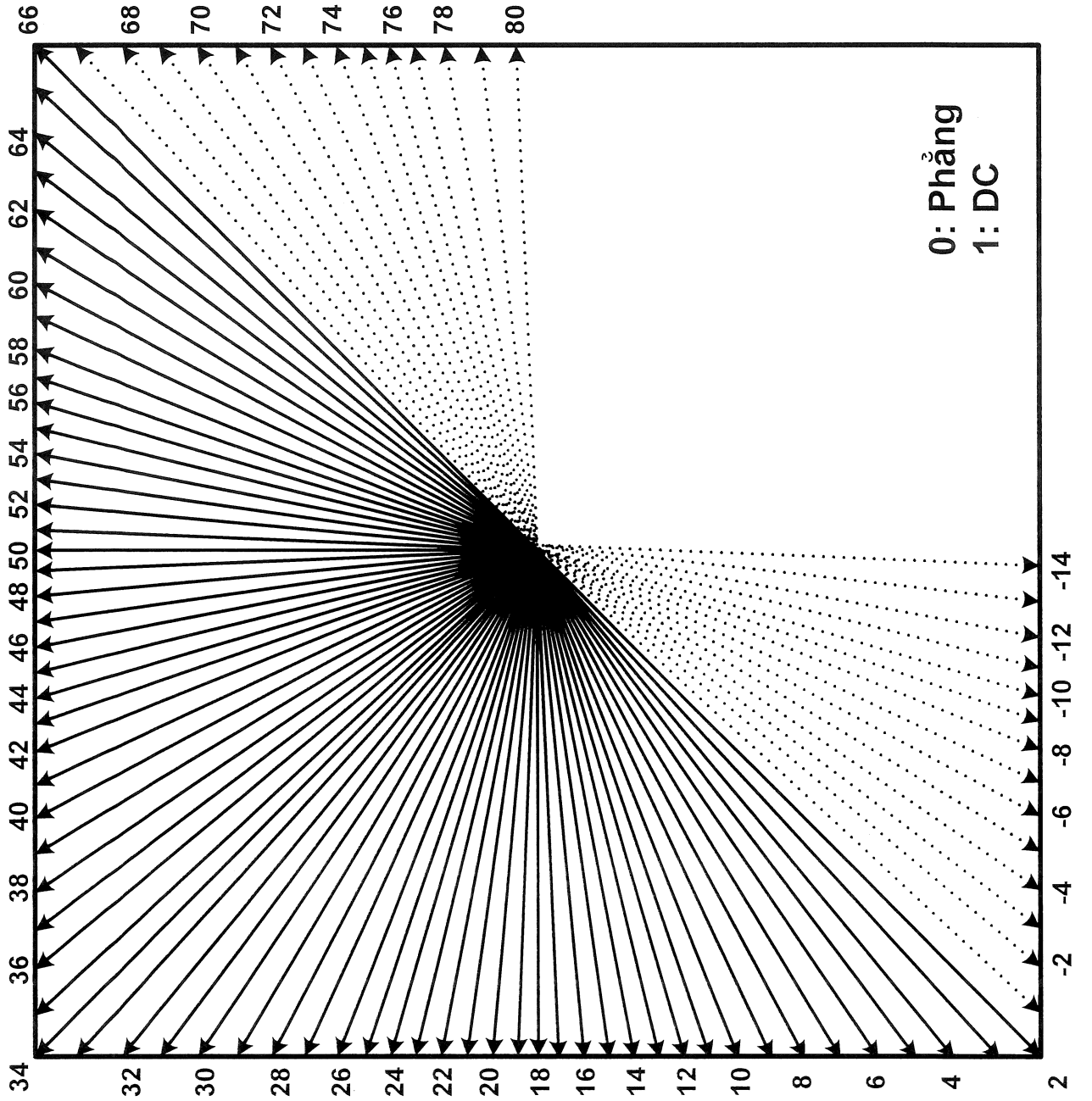


Fig.7A

[illegible]

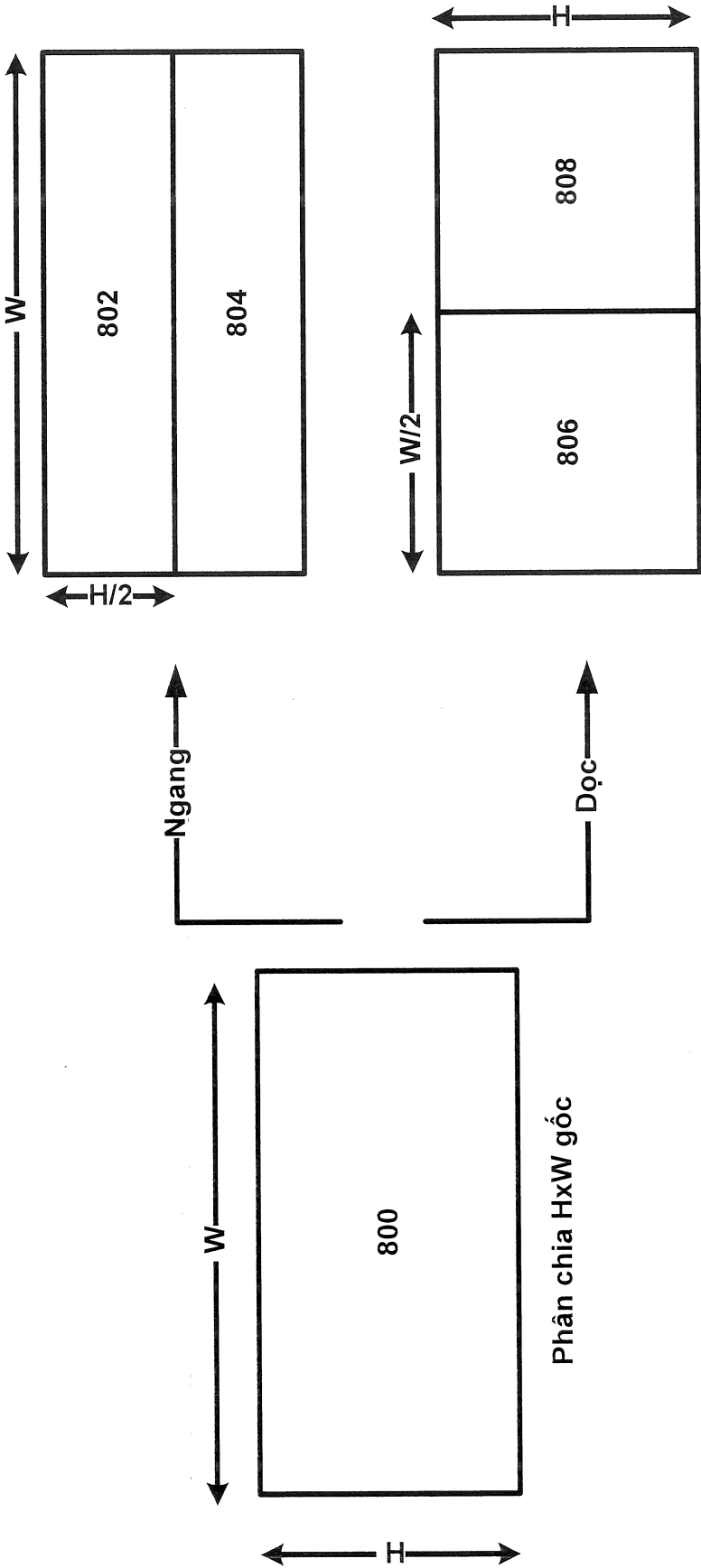


Fig.8

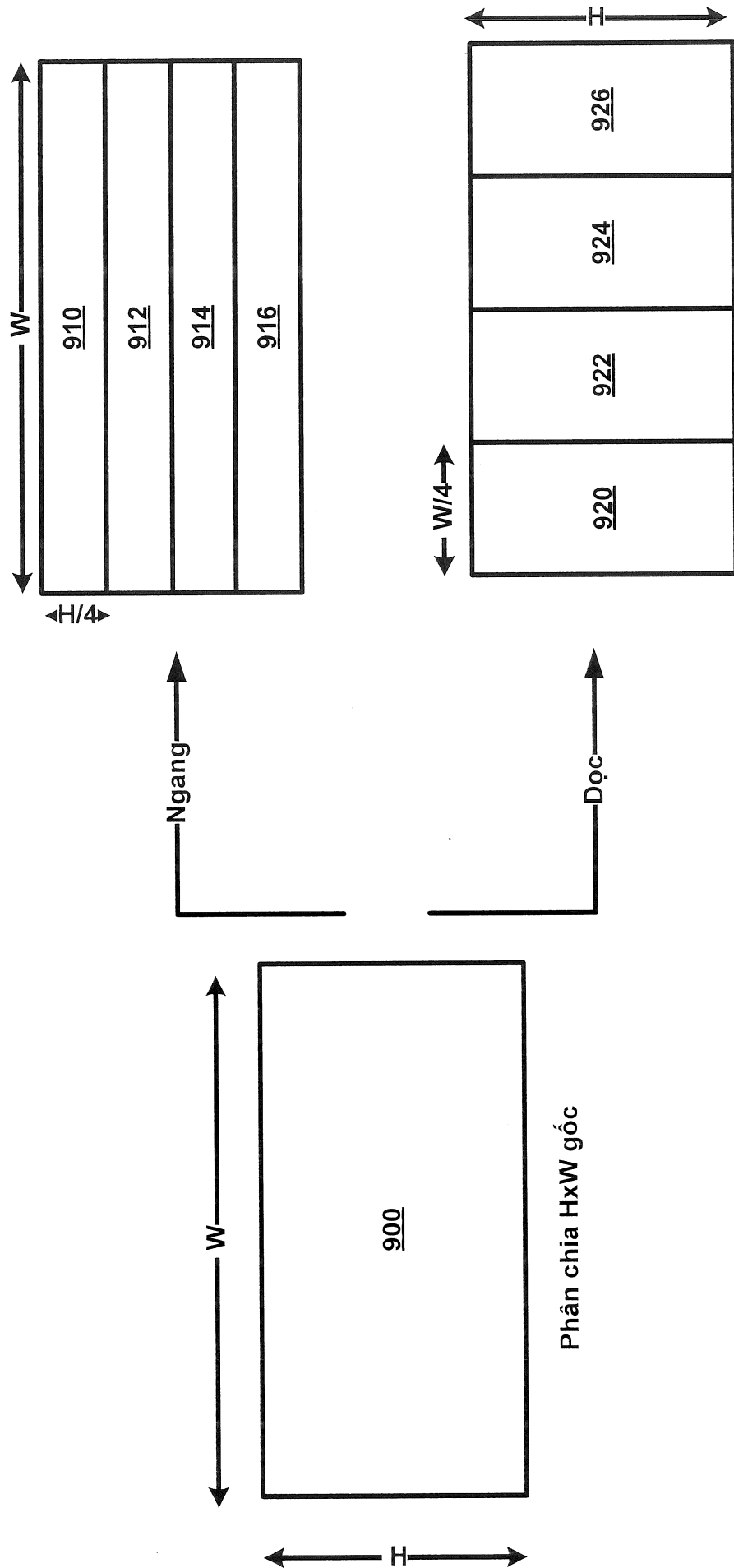


Fig.9

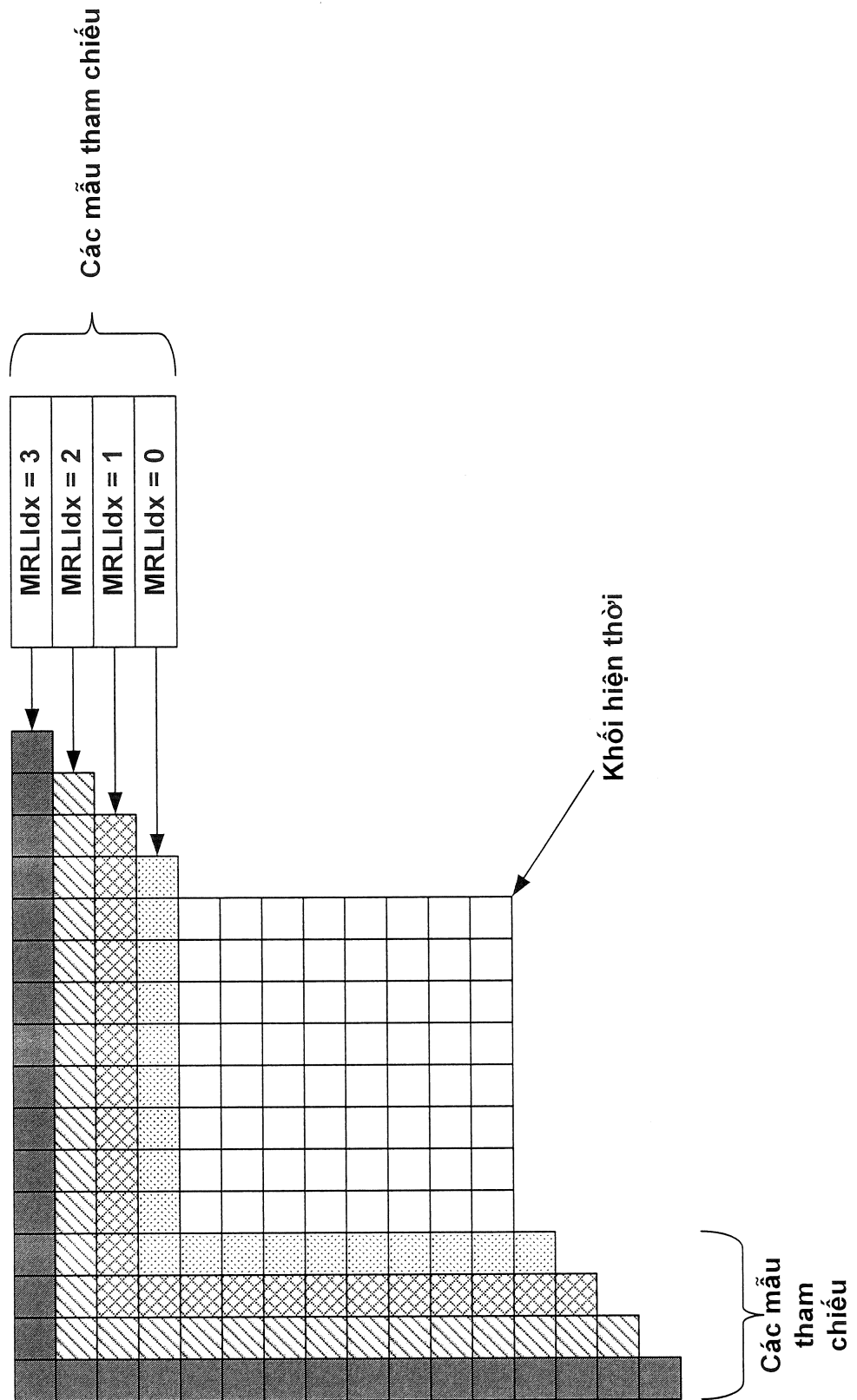


Fig.10

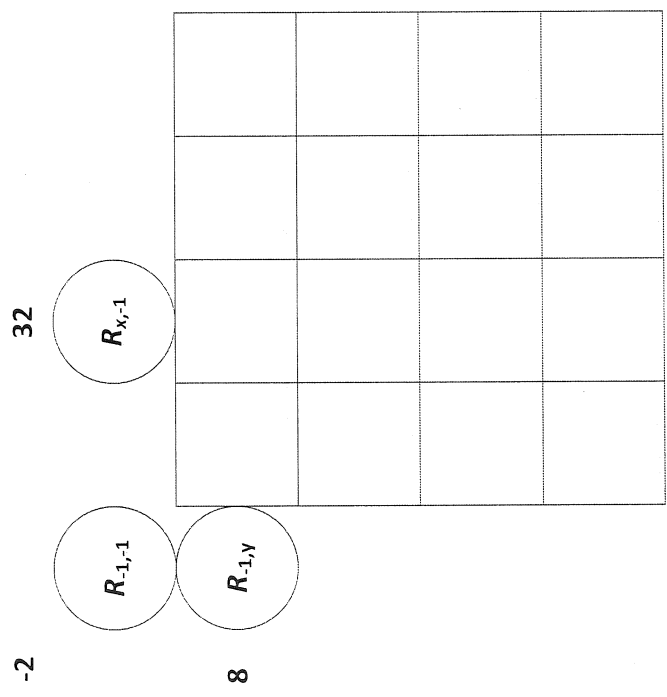


Fig.11B

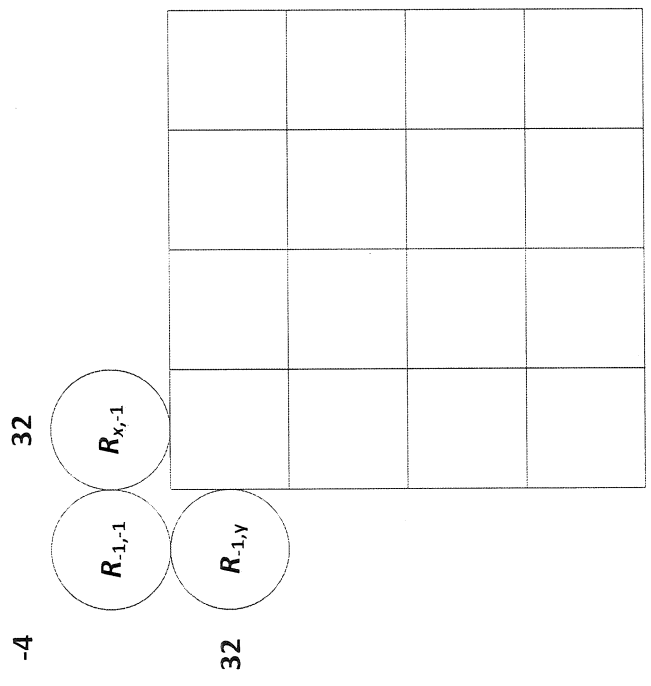


Fig.11A

14 / 24

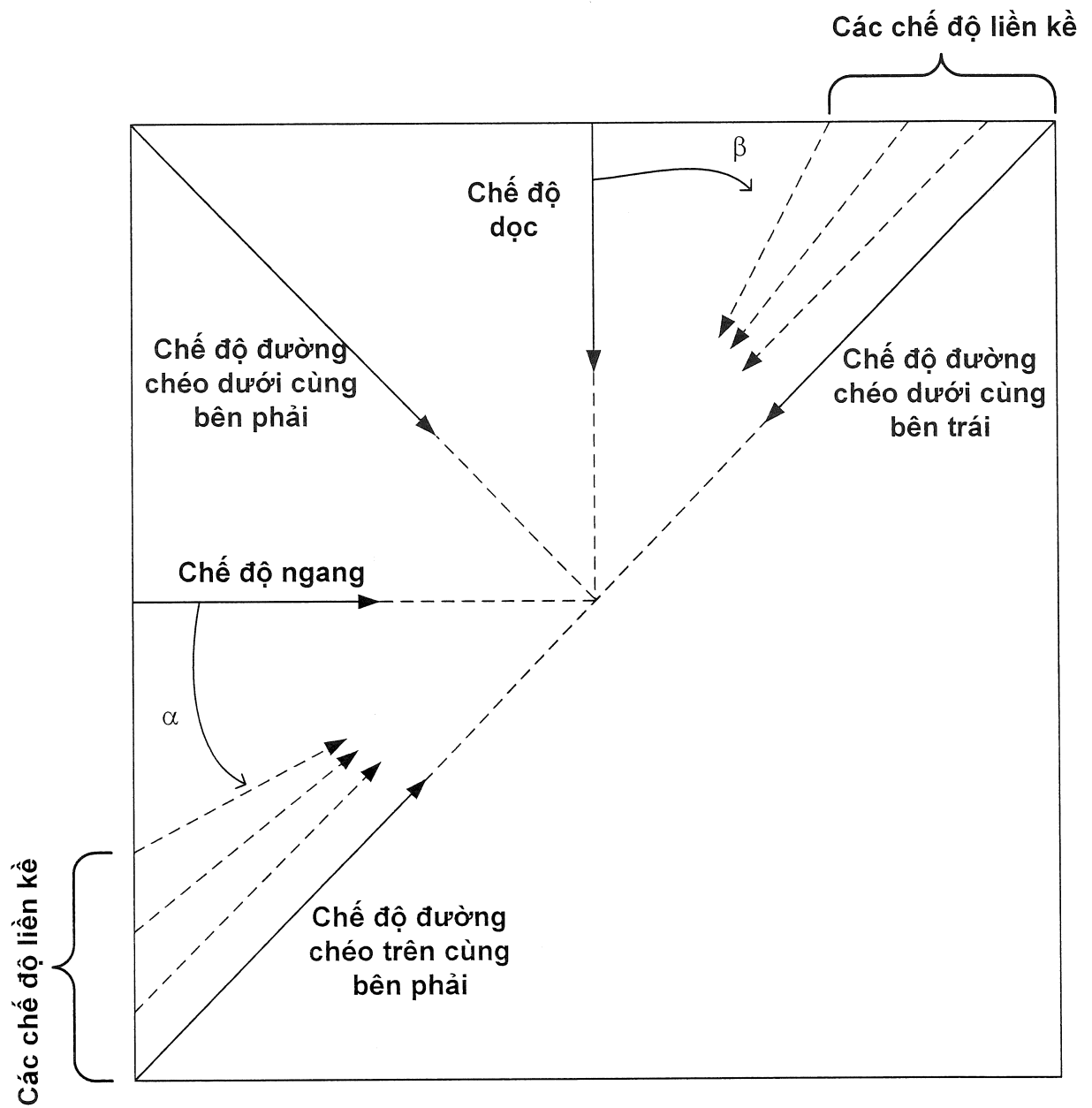
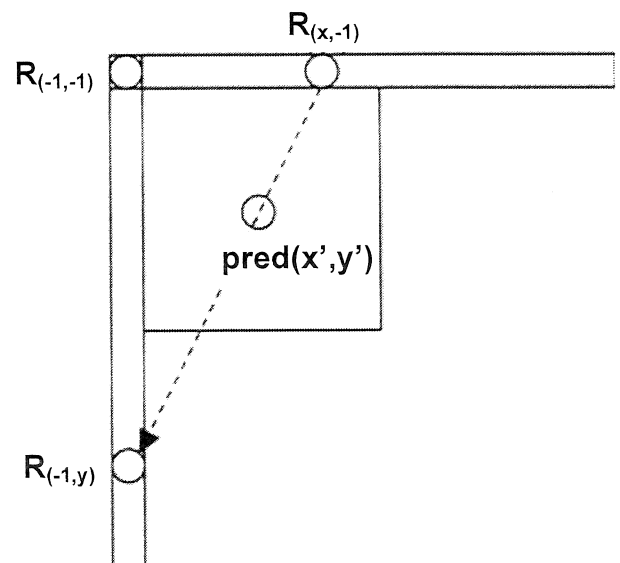
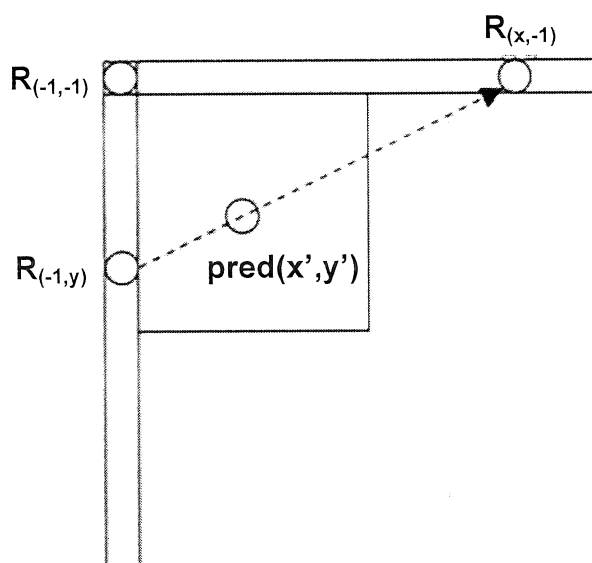
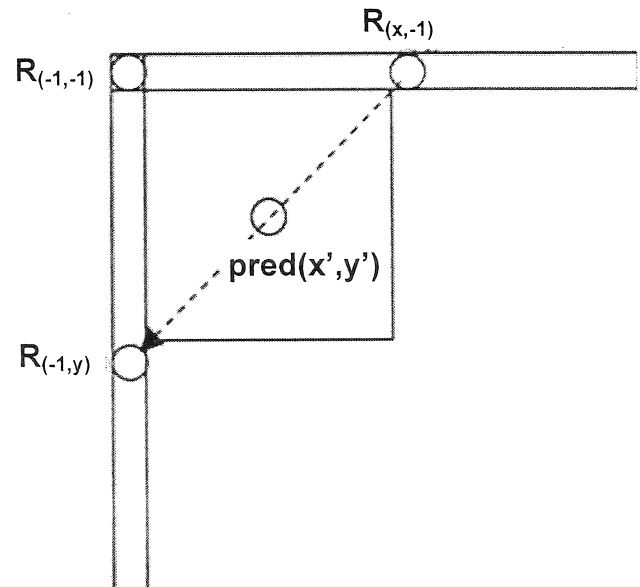
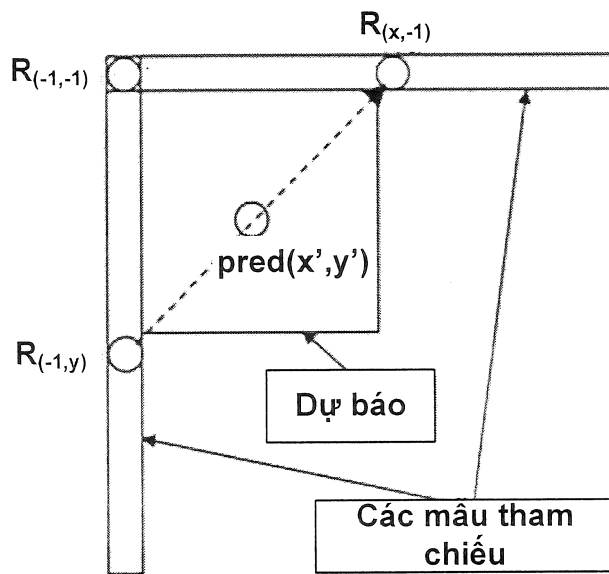


Fig.12



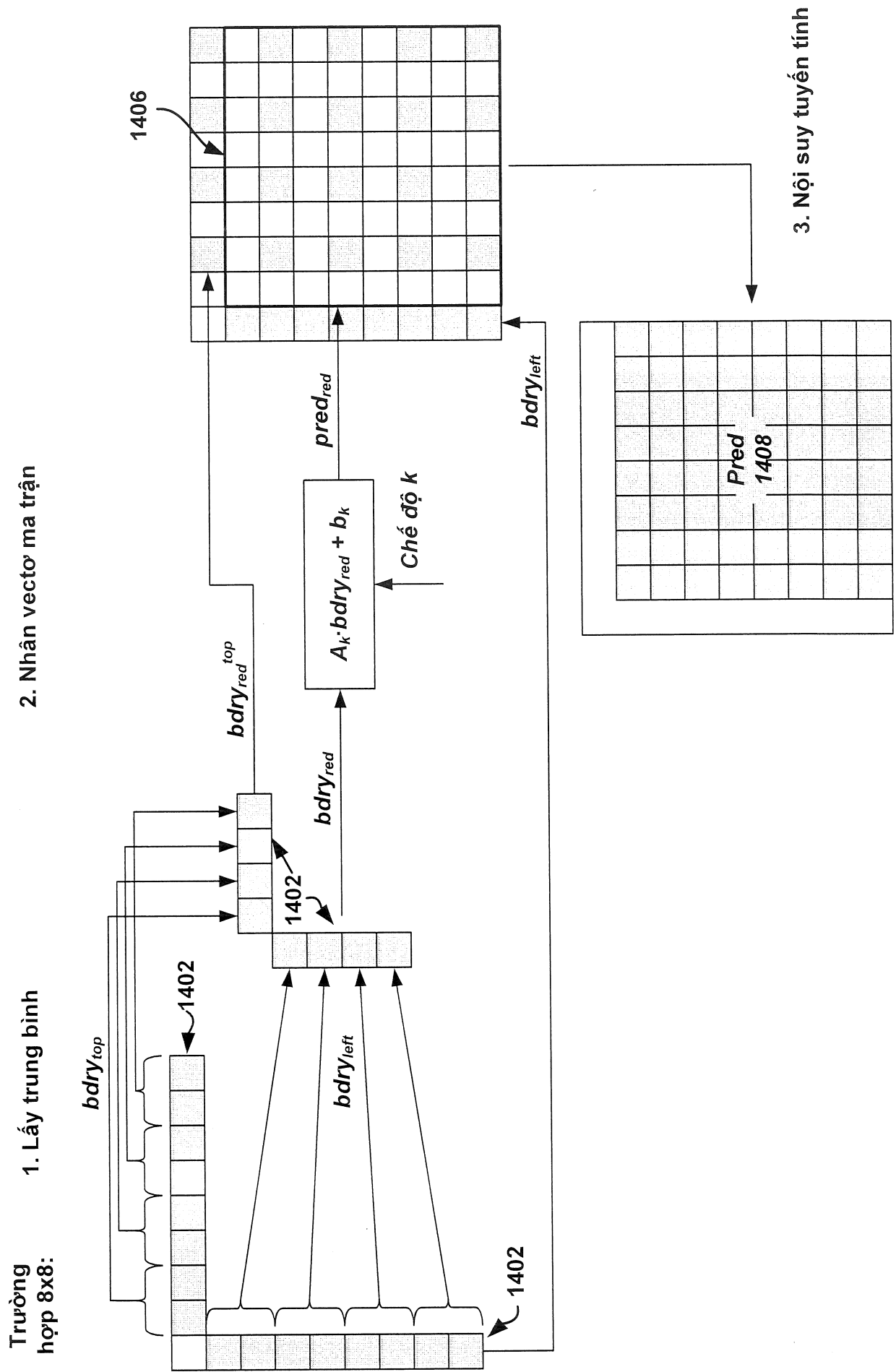


Fig.14

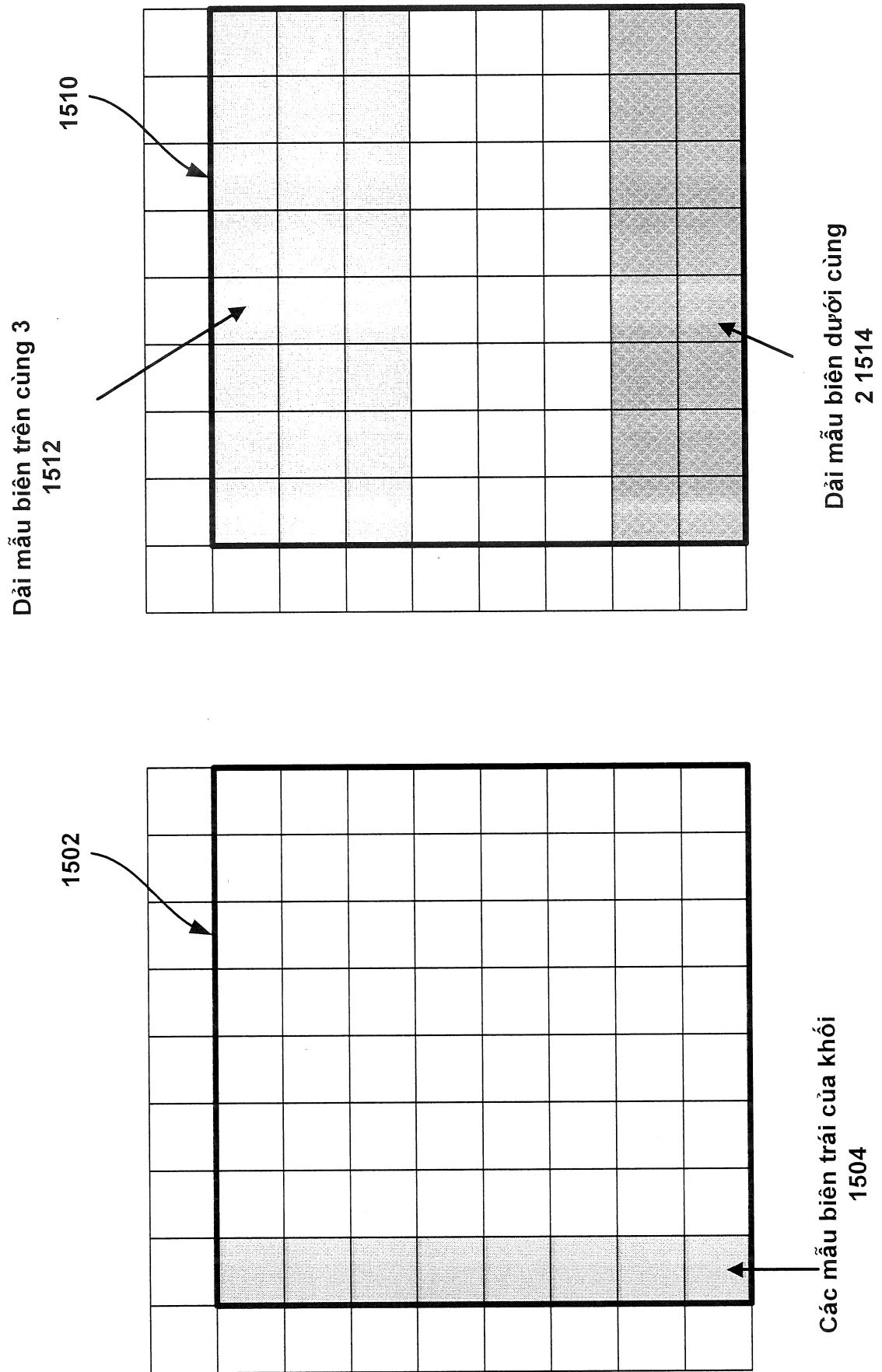


Fig.15

18 / 24

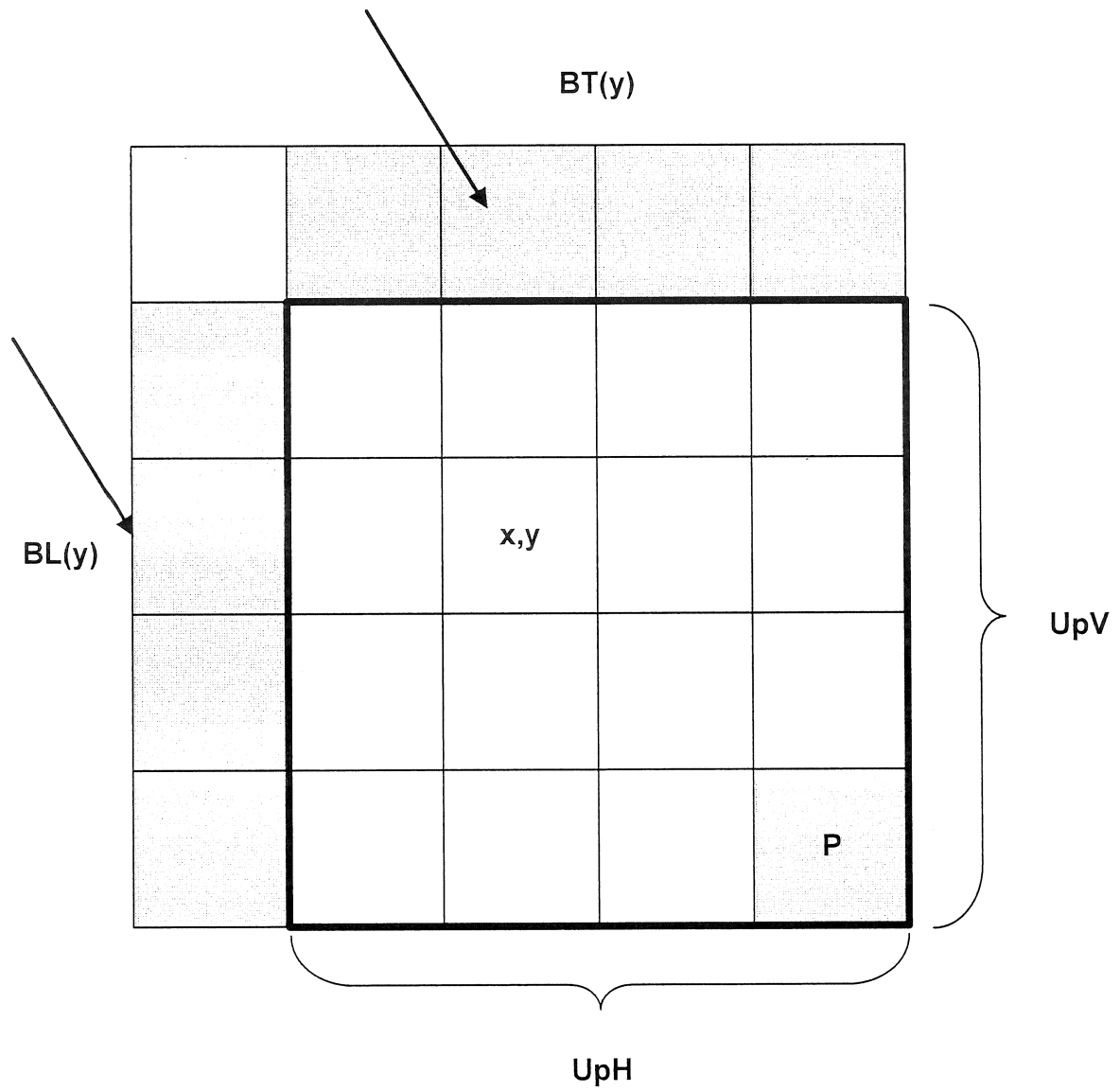


Fig.16

19 / 24

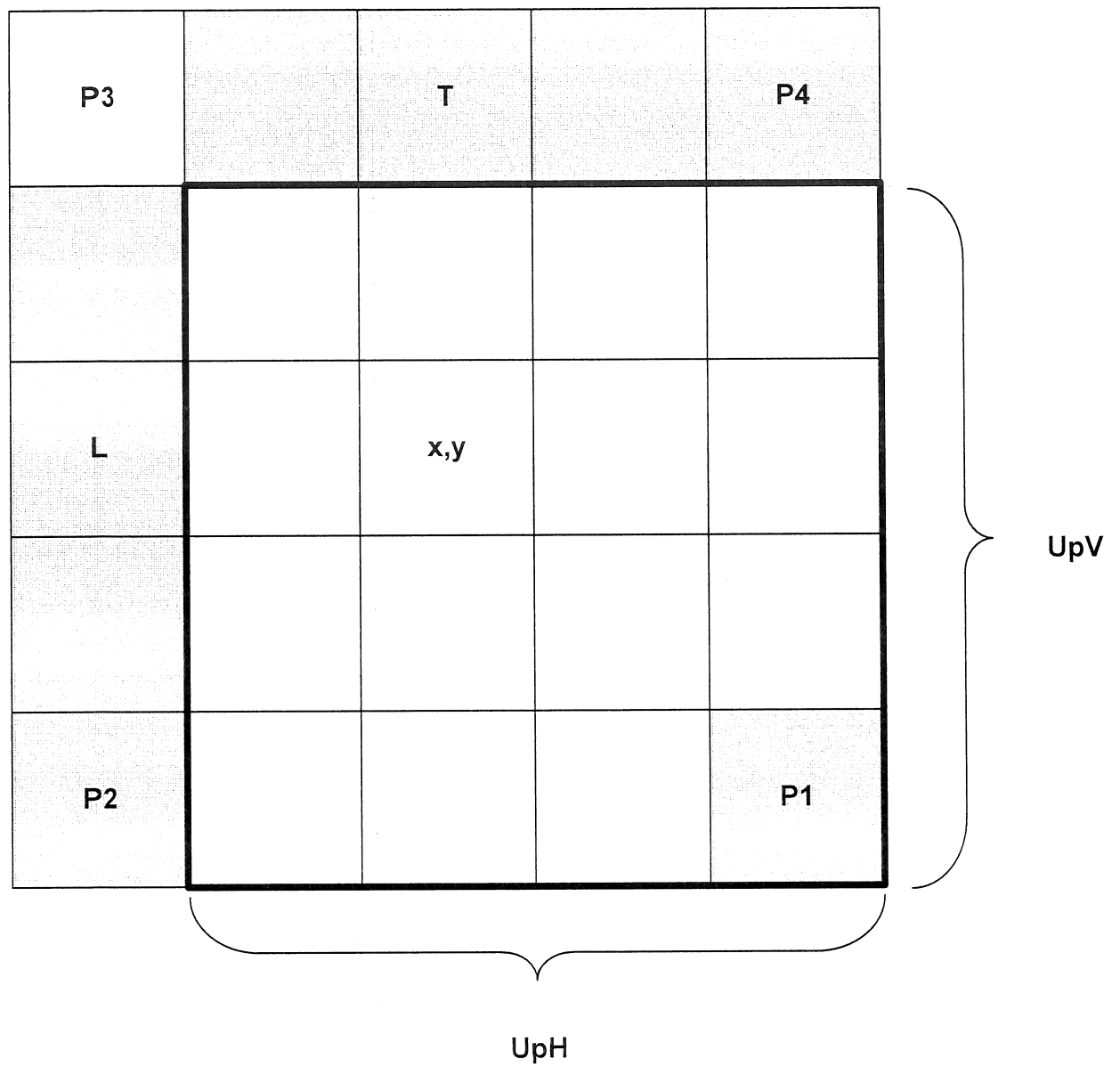


Fig.17

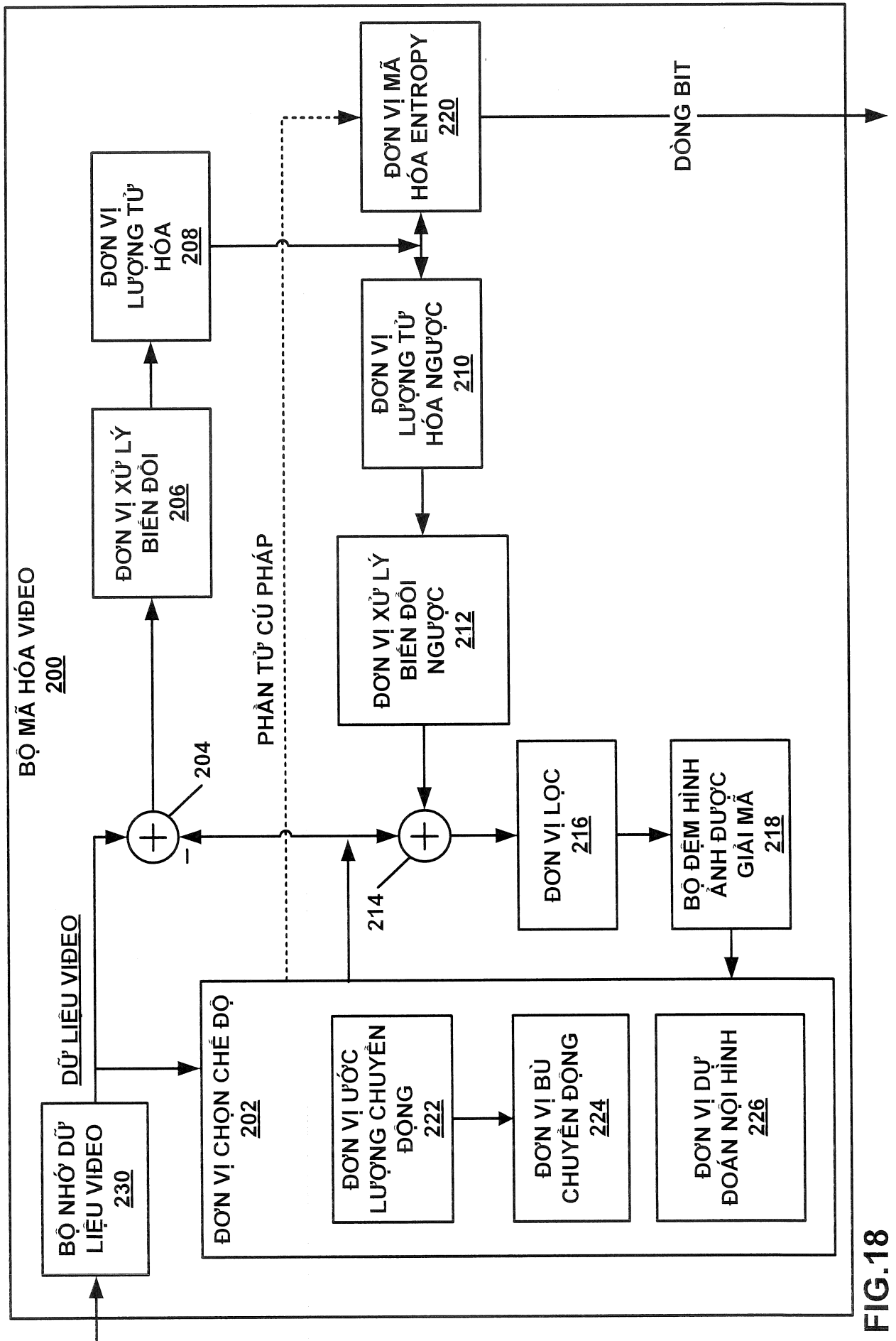


FIG. 18

21 / 24

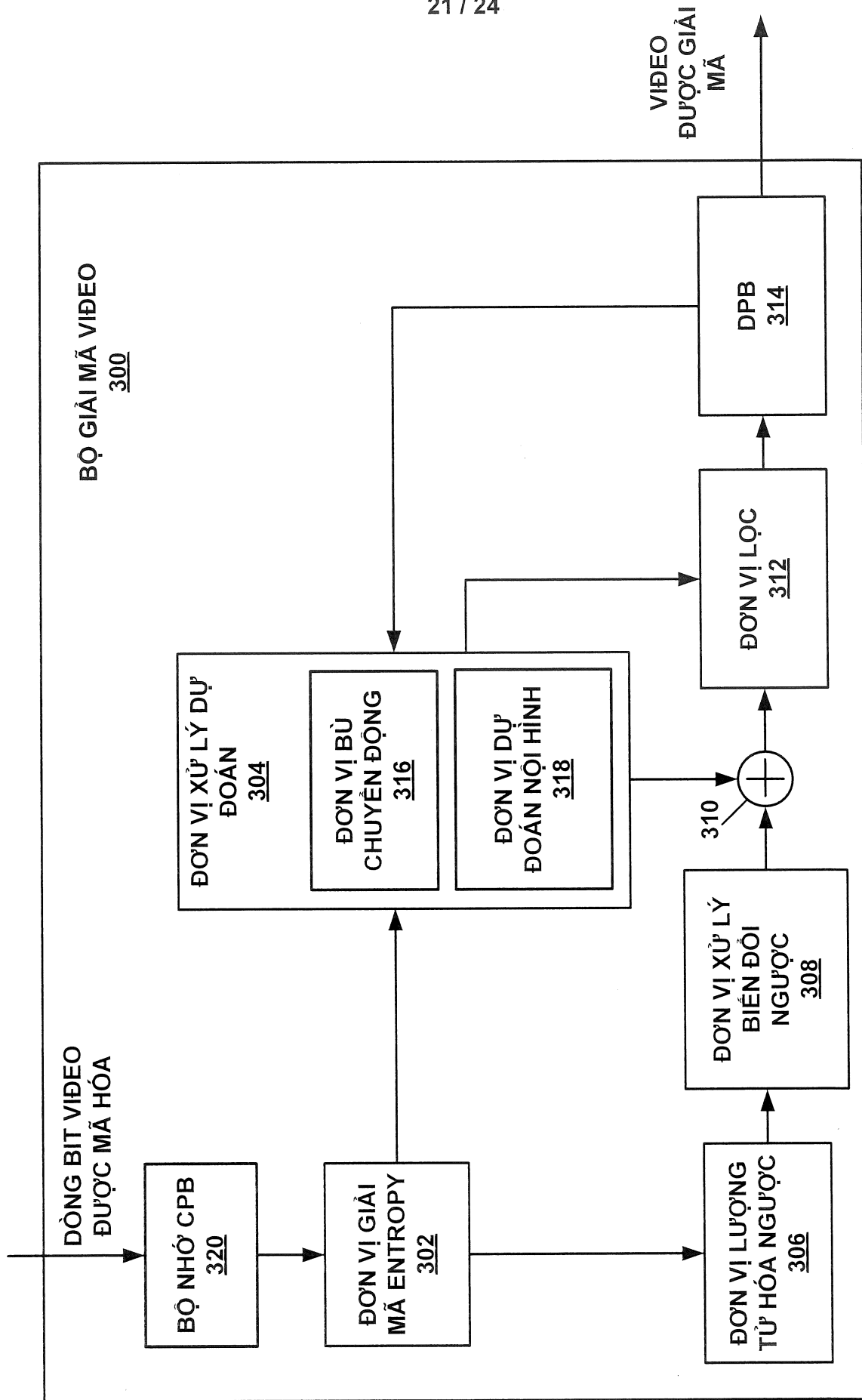


FIG.19

22 / 24

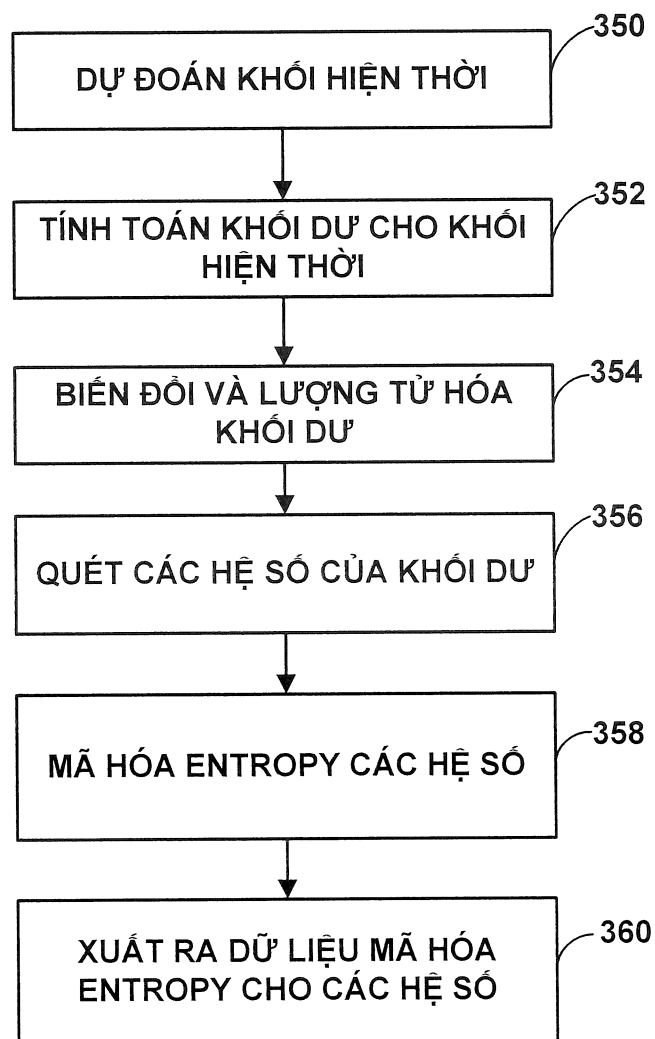


FIG.20

23 / 24

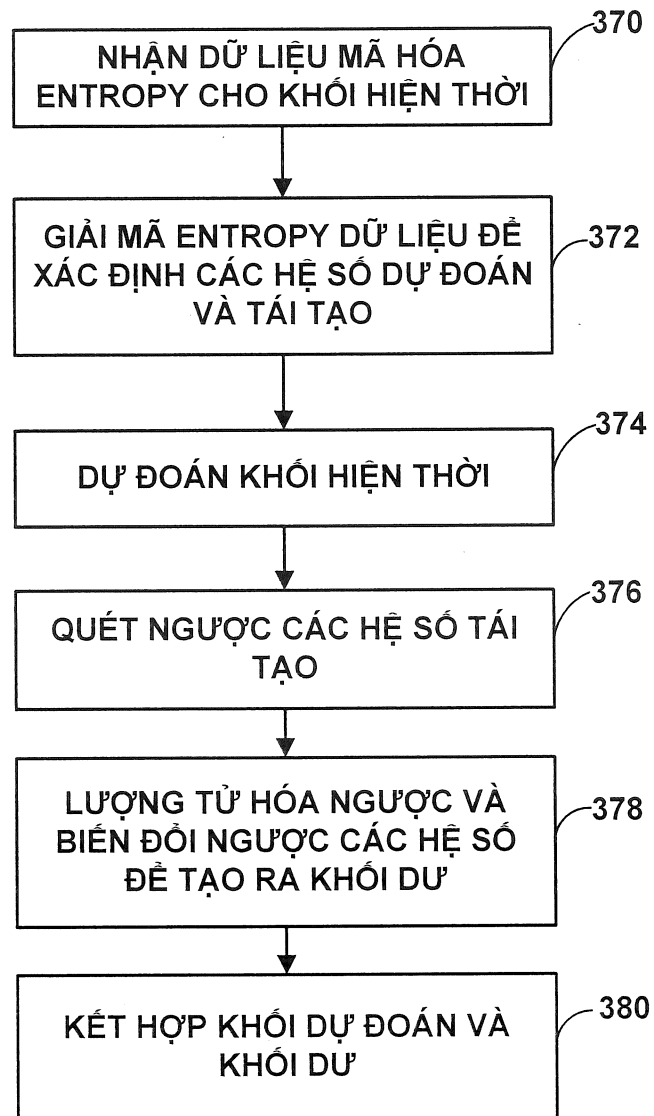


FIG.21

24 / 24

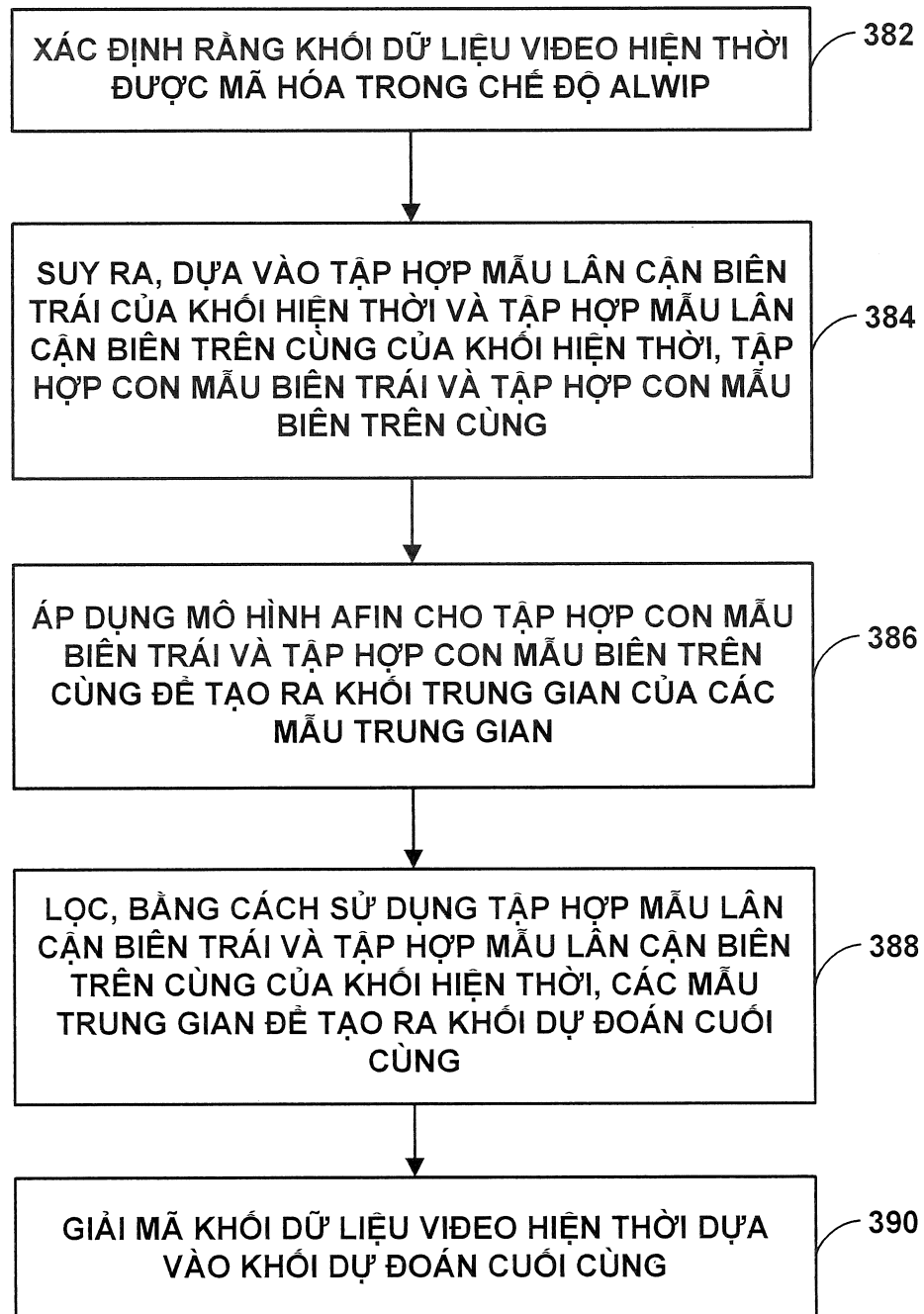


Fig.22