



(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)



1-0043306

(51)^{2020.01} H04N 19/82; H04N 19/147; H04N
19/176; H04N 19/117; H04N 19/174

(13) B

(21) 1-2021-05430

(22) 11/03/2020

(86) PCT/US2020/022132 11/03/2020

(87) WO2020/185919 A1 17/09/2020

(30) 62/816,728 11/03/2019 US; 16/814,597 10/03/2020 US

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/11/2021 404

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

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

(72) SEREGIN, Vadim (US); Nan HU (CA); KARCZEWICZ, Marta (US).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ LẬP MÃ DỮ LIỆU VIDEO VÀ PHƯƠNG TIỆN
LƯU TRỮ BẤT BIẾN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2021-05430

(57) Sáng chế đề cập đến bộ mã hóa video và/hoặc bộ giải mã video được tạo cấu hình để áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo. Bộ mã hóa video và/hoặc bộ giải mã video có thể được tạo cấu hình để xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo, xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu, và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc. Cụ thể, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị lập mã dữ liệu video và phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính.

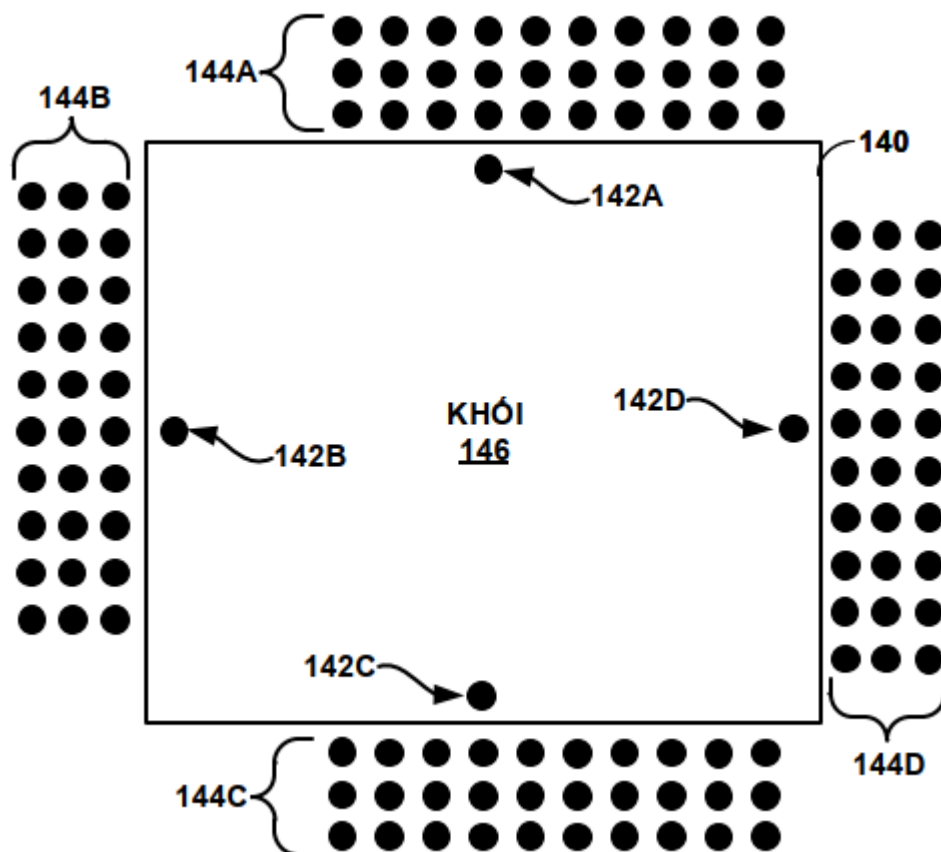


Fig.2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kỹ thuật mã hóa và giải mã video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tính năng video số có thể được kết hợp vào nhiều loại thiết bị, bao gồm các thiết bị truyền hình kỹ thuật số, các hệ thống phát quảng bá trực tiếp kỹ thuật số, hệ thống phát quảng bá không dây, thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân (Personal Digital Assistant - PDA), máy tính xách tay hoặc máy tính để bàn, máy tính bảng, máy đọc sách điện tử, camera kỹ thuật số, thiết bị ghi kỹ thuật số, trình phát phương tiện kỹ thuật số, thiết bị 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 trực tiếp video, và các thiết bị tương tự. Các thiết bị video số triển khai các kỹ thuật lập mã video, chẳng hạn như các kỹ thuật được mô tả trong 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 nâng cao (Advanced Video Coding - AVC), mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC), và các phiên bản mở rộng của các chuẩn này. 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 lập mã video như vậy.

Các kỹ thuật lập mã video bao gồm dự đoán không gian (nội hình ảnh) và/hoặc dự đoán thời gian (liên hình ảnh) để giảm hoặc loại bỏ dữ liệu dư vốn có trong các chuỗi dữ liệu video. Đối với kỹ thuật lập mã 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 lập mã (coding tree unit - CTU), đơn vị lập mã (coding unit - CU) và/hoặc nút lập mã. Các khối video trong lát mã hóa nội hình ảnh (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 ảnh (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

Nói chung, sáng chế mô tả các kỹ thuật liên quan đến các bộ lọc cho người dùng trong lập mã video. Cụ thể, khi thực hiện lọc vòng lặp thích ứng (adaptive loop filtering - ALF) cho khối mẫu ở gần đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, thì không phải tất cả các mẫu được sử dụng để thực hiện ALF có thể khả dụng. Trong một ví dụ, các mẫu được sử dụng để xác định giá trị gradient của mẫu ở gần đường biên có thể không khả dụng nếu các mẫu đó nằm ngoài đường biên. Trong ví dụ khác, các giá trị gradient nằm trong cửa sổ xung quanh khối mẫu được sử dụng để xác định các gradient và/hoặc thông tin khác để thực hiện ALF cho khối có thể không khả dụng. Sáng chế mô tả các kỹ thuật để xác định các gradient như vậy (hoặc các giá trị Laplacian) cho các mẫu ở gần đường biên và xác định các giá trị gradient nằm trong cửa sổ mà nằm ngoài đường biên theo các cách có thể cải thiện độ chính xác của các gradient, tính định hướng, và ALF mà được thực hiện cho các mẫu này, qua đó có thể cải thiện chất lượng chủ quan và/hoặc khách quan của khối mẫu được lọc.

Trong một ví dụ, phương pháp lập mã video bao gồm bước tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo. Phương pháp này còn bao gồm bước xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo. Phương pháp này còn bao gồm bước xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu. Phương pháp này còn bao gồm bước áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

Trong ví dụ khác, thiết bị bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ khối dữ liệu video. Thiết bị này còn bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý, được triển khai trong mạch, truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để: tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo; xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử

dùng mẫu khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo; xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được; và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

Trong ví dụ khác, thiết bị được tạo cấu hình để lập mã dữ liệu video bao gồm phương tiện tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo. Thiết bị này còn bao gồm phương tiện xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo. Thiết bị này còn bao gồm phương tiện xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu. Thiết bị này còn bao gồm phương tiện áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

Trong ví dụ khác, phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính được mã hóa với các lệnh mà khi được thực thi sẽ khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để lập mã dữ liệu để: tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo; xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo; xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu; và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

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 ví dụ về hệ thống mã hóa và giải mã video có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.2 minh họa ví dụ về các mẫu nằm ngoài hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô không khả dụng để thực hiện các hoạt động phân loại và lọc đối với các mẫu như một phần của việc thực hiện lọc vòng lặp thích ứng.

Fig.3A và Fig.3B minh họa các kỹ thuật tính toán gradient dùng trong việc lọc vòng lặp thích ứng bằng cách sử dụng các mẫu không khả dụng.

Các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4H minh họa việc tính toán các giá trị gradient cho khối.

Fig.5 minh họa ví dụ về bộ lọc vòng lặp thích ứng.

Fig.6 minh họa ví dụ về bộ lọc vòng lặp thích ứng.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ mã hóa video có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ giải mã video có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.9 minh họa một phương án thực hiện làm ví dụ của đơn vị lọc để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.10 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp giải mã khối hiện thời.

Fig.11 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp lập mã dữ liệu video.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế mô tả các kỹ thuật liên quan đến các hoạt động lọc có thể được dùng trong giai đoạn xử lý sau, như là một phần của quy trình lập mã trong vòng lặp, hoặc trong giai đoạn dự đoán của quy trình lập mã video. Các kỹ thuật của sáng chế có thể được triển khai trong các codec video hiện có, chẳng hạn như chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC), hoặc có thể là công cụ lập mã hiệu quả cho chuẩn lập mã video trong tương lai, chẳng hạn như chuẩn H.266 hiện đang được phát triển.

Lập mã video thường bao gồm dự đoán khối dữ liệu video từ khối dữ liệu video đã được lập mã trong cùng một hình ảnh (tức là dự đoán nội hình ảnh) hoặc khối dữ liệu video đã được lập mã trong hình ảnh khác (tức là dự đoán liên hình ảnh). Trong một số trường hợp, bộ mã hóa video cũng tính toán dữ liệu dư bằng cách so sánh khối dự đoán với khối

ban đầu. Do đó, dữ liệu dư thể hiện sự chênh lệch giữa khối dự đoán và khối ban đầu. Bộ mã hóa video biến đổi và lượng tử hóa dữ liệu dư và báo hiệu dữ liệu dư đã được biến đổi và lượng tử hóa trong dòng bit mã hóa. Bộ giải mã video thêm dữ liệu dư vào khối dự đoán để tạo ra khối video tái tạo phù hợp với khối video ban đầu hơn so với chỉ khối dự đoán.

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. Ví dụ về các hoạt động lọc này bao gồm lọc tách khối, lọc bù thích ứng mẫu (sample adaptive offset - SAO) và lọc vòng lặp thích ứng (adaptive loop filtering - ALF). Các thông 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 thông số được báo hiệu một cách rõ ràng trong dòng bit video mã hóa. Sáng chế mô tả các kỹ thuật liên quan đến ALF. ALF có thể được sử dụng trong giai đoạn xử lý sau hoặc để lập mã trong vòng lặp, hoặc trong quy trình dự đoán.

Bộ giải mã video có thể thực hiện các hoạt động phân loại trên các mẫu trong dữ liệu video như một phần của việc thực hiện ALF trên dữ liệu video. Để thực hiện các hoạt động phân loại này trên các mẫu trong dữ liệu video, bộ giải mã video có thể thực hiện các phép tính khác nhau cho mỗi mẫu trong dữ liệu video, bao gồm tính toán các giá trị gradient của các mẫu trong dữ liệu video dựa ít nhất một phần vào các mẫu lân cận. Tuy nhiên, khi mẫu nằm trên đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, một hoặc nhiều mẫu lân cận mà được sử dụng để tính toán các giá trị gradient cho mẫu có thể không khả dụng vì một hoặc nhiều mẫu lân cận nằm ngoài đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô.

Trong một ví dụ, bộ giải mã video có thể sử dụng các kỹ thuật như đệm lặp để thay thế các mẫu lân cận nằm ngoài đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng các mẫu gần nhất nằm trong đường biên. Tuy nhiên, các kỹ thuật này có thể có khả năng gây ra sự sụt giảm chất lượng chủ quan và/hoặc khách quan. Ví dụ, việc đệm lặp có thể có khả năng gây ra sự không liên mạch cho dữ liệu video tái tạo mà có thể đã không xuất hiện nếu các giá trị mẫu thực đã được sử dụng.

Theo các khía cạnh của sáng chế, bộ giải mã video có thể tính toán các giá trị gradient cho mẫu nằm trên đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô theo các cách có thể cải thiện chất lượng chủ quan và/hoặc khách quan của các mẫu sau khi lọc. Trong một

ví dụ, bộ giải mã video có thể tính toán các giá trị gradient cho mẫu nằm trên đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng cách thay thế một hoặc nhiều mẫu lân cận nằm ngoài đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng các giá trị mẫu của một hoặc nhiều mẫu gần nhất với mẫu không khả dụng trong hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô theo chiều gradient. Bằng cách thay thế một hoặc nhiều mẫu lân cận nằm ngoài đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng các giá trị mẫu của một hoặc nhiều mẫu gần nhất với mẫu không khả dụng trong hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô theo chiều gradient, các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể cải thiện chất lượng chủ quan và/hoặc khách quan của các mẫu sau khi lọc so với các kỹ thuật như đệm lặp, qua đó đưa ra giải pháp kỹ thuật cho vấn đề kỹ thuật có thể xảy ra mà được mô tả trên đây.

Như được dùng trong bản mô tả này, thuật ngữ lập mã video nói chung chỉ việc mã hóa video hoặc giải mã video. Tương tự, thuật ngữ bộ lập mã video dùng để chỉ chung bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Hơn nữa, các kỹ thuật nhất định được mô tả trong sáng chế liên quan đến giải mã video cũng có thể áp dụng cho mã hóa video, và ngược lại. Ví dụ, thường thì các bộ mã hóa video và bộ giải mã video được tạo cấu hình để thực hiện cùng một quy trình, hoặc các quy trình tương hỗ. Hơn nữa, bộ mã hóa video thường thực hiện kỹ thuật giải mã video như một phần của quy trình xác định cách mã hóa dữ liệu video.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống mã hóa và giải mã video 100 có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Các kỹ thuật của sáng chế nói chung hướng đến việc lập mã (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 đã mã hóa cần được giải mã và được hiển thị bởi thiết bị đích 116 trong 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. 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 sổ tay (tức là, máy tính xách tay), máy tính bảng, đầu thu giải mã tín hiệu, các 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 dữ liệu video 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, 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 lọc vòng lặp thích ứng. Do đó, thiết bị nguồn 102 là một ví dụ về thiết bị mã hóa video, còn thiết bị đích 116 là một 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 thiết bị khác. Ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể nhận dữ liệu video từ nguồn video bên ngoài, như camera bên 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 dữ liệu video số bất kỳ có thể thực hiện các kỹ thuật để lọc vòng lặp thích ứng. Thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116 chỉ là ví dụ về các thiết bị lập mã như vậy, trong đó thiết bị nguồn 102 tạo ra dữ liệu video được lập mã để truyền đến thiết bị đích 116. Sáng chế đề cập đến thiết bị “lập mã” là thiết bị thực hiện lập mã (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 về thiết bị lập mã, 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 hoá và giải mã video. Do đó, hệ thống 100 có thể hỗ trợ cuộc truyền dữ liệu video một chiều hoặc hai chiều giữa thiết bị nguồn 102 và thiết bị đích 116, ví dụ, để truyền trực tiếp dữ liệu video, phát lại dữ liệu video, phát quảng bá dữ liệu video, hoặc điện thoại có video.

Nói chung, nguồn video 104 là nguồn dữ liệu 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 lưu trữ video lưu trữ chứa video thô đã quay trước đó, và/hoặc giao diện nạp dữ liệu video để nhận dữ liệu 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 dữ liệu 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 tạo ra bằng máy tính. Bộ mã hóa video 200 có thể sắp xếp lại các hình ảnh từ thứ tự nhận được (đôi khi được gọi là “thứ tự hiển thị”) thành thứ tự lập mã để lập mã. 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 truy 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, dữ liệu 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 thực thi được bằng, ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300, tương ứng. 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 phân bổ 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 giao thức truyền thông không dây. Phương tiện truyền thông có thể bao gồm mọi phương tiện truyền thông không dây hoặc có dây, 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 của 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 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 nhiều phương tiện lưu trữ dữ liệu truy cập phân tán hoặc cục bộ như ổ cứng, đĩa Blu-ray, DVD, CD-ROM, bộ nhớ flash, bộ nhớ khả biến hoặc không khả biến hoặc phương tiện lưu trữ số thích hợp bất kỳ khác để lưu trữ dữ liệu video mã hóa.

Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 102 có thể xuất dữ liệu video mã hóa đến máy chủ tệp 114 hoặc một thiết bị lưu trữ trung gian khác mà có thể lưu trữ video mã hóa được tạo ra bởi thiết bị nguồn 102. Thiết bị đích 116 có thể truy cập dữ liệu video đã lưu trữ từ máy chủ tệp 114 qua truyền liên tục 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 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 kỹ thuật số (Digital Subscriber Line - DSL), modem cáp, v.v.), hoặc sự kết hợp của cả hai, phù hợp để 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 biểu diễn bộ phát/bộ thu không dây, modem, các thành phần mạng có dây (ví dụ, thẻ Ethernet), các thành phần truyền thông không dây hoạt động theo chuẩn bất kỳ trong số các 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-LTE (Tiến hóa dài hạn), LTE tiên tiến, 5G, hoặc tương tự. Theo một số ví dụ trong đó 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 tiêu chuẩn không dây khác, chẳng hạn như đặc tả kỹ thuật IEEE 802.11, đặc tả kỹ thuật IEEE 802.15 (ví dụ, ZigBee™), tiêu 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 của sáng chế có thể được áp dụng cho việc lập mã video khi hỗ trợ ứng dụng bất kỳ trong số nhiều ứng dụng đa phương tiện, chẳng hạn như phát quảng bá truyền hình qua không trung, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh, truyền video trực tiếp qua Internet, chẳng hạn như truyền phát trực tiếp thích ứng động trên HTTP (DASH), video kỹ thuật số được mã hóa trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã video kỹ thuật số được 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 được mã hóa 110 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 phần tử cú pháp có các giá trị mô tả các đặc điểm và/hoặc xử lý các khối dữ liệu video hoặc các đơn vị được lập mã 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 là thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị hiển thị như màn hình ống tia catot (Cathode Ray Tube - CRT), màn hình tinh thể lỏng (Liquid Crystal Display - LCD), màn hình plasma, màn hình điốt phát sáng hữu cơ (Organic Light Emitting Diode OLED), hoặc 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 dữ liệu video trong luồng 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 triển khai dưới dạng mạch bất kỳ trong số 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), logic rời rạc, phần mềm, phần cứng, firmware hoặc sự kết hợp bất kỳ của các loại trên. Khi các kỹ thuật này được triển khai 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 được bao gồm trong một hoặc nhiều bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, mỗi trong số chúng có thể được tích hợp như là một phần của bộ mã hóa/bộ 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 lập mã video, chẳng hạn như ITU-T H.265, còn được gọi là mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC) hoặc các phần mở rộng của nó, chẳng hạn như các phần mở rộng lập mã 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, như mô hình thử nghiệm khảo sát chung (Joint Exploration Test Model - JEM) hoặc ITU-T H.266, còn được gọi là mã hóa 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 7)” nhóm chuyên gia hợp tác chung về kỹ thuật video (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 16 tại Geneva, Thụy Sĩ, từ ngày 1-11/10/2019,

JVET-P2001-v9 (sau đây gọi là “VVC Draft 7”). Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở bất kỳ chuẩn lập mã cụ thể nào.

Nói chung, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện lập mã các hình ảnh theo 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 của dữ liệu độ chói và/hoặc sắc độ. Nói chung, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lập mã dữ liệu video được biểu diễn theo định dạng YUV (ví dụ, Y, Cb, Cr). Tức là, thay vì lập mã 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 lập mã các thành phần độ chói và sắc độ, trong đó các thành phần sắc độ có thể bao gồm cả thành phần sắc độ màu đỏ và màu xanh dương. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 chuyển đổi dữ liệu định dạng RGB nhận được thành dạng biểu diễn YUV trước khi mã hóa, và bộ giải mã video 300 chuyển đổi dạng biểu diễn YUV thành định dạng RGB. Theo cách khác, các đơn vị xử lý trước và sau (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể thực hiện các quy trình chuyển đổi này.

Nói chung sáng chế có thể đề cập đến việc lập mã (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 lập mã 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 lập mã dữ liệu dư. Dòng bit video mã hóa thường bao gồm một loạt giá trị cho các phần tử cú pháp biểu diễn các quyết định lập mã (ví dụ, các chế độ lập mã) và chia các hình ảnh thành các khối. Do đó, việc nói đến lập mã hình ảnh hoặc khối thường được hiểu là lập mã các giá trị đối với các phần tử cú pháp tạo thành hình ảnh hoặc khối.

HEVC định nghĩa các khối khác nhau, bao gồm các đơn vị lập mã (coding unit - CU), đơn vị dự đoán (prediction unit - PU) và đơn vị biến đổi (transform unit - TU). Theo HEVC, bộ lập mã video (chẳng hạn như bộ mã hóa video 200) chia đơn vị cây lập mã (coding tree unit - CTU) thành các CU theo cấu trúc cây tứ phân. Tức là, bộ lập mã video chia các CTU và CU thành bốn hình vuông không chồng lấn bằng 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 lập mã 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 ảnh, còn các TU biểu diễn dữ liệu dư. Các CU mà được dự đoán nội hình ảnh chứa thông tin dự đoán nội hình ảnh, như chỉ báo chế độ nội hình ảnh.

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 mô hình JEM hoặc VVC. Theo JEM hoặc VVC, bộ lập mã video (như bộ mã hóa video 200) phân chia hình ảnh thành nhiều đơn vị cây lập mã (CTU). Bộ mã hóa video 200 có thể chia CTU theo cấu trúc cây, chẳng hạn như cấu trúc cây nhị phân-cây tứ phân (QTBT - quadtree-binary tree) hoặc cấu trúc cây nhiều dạng (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 tiêu chuẩn 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 lập mã (CU - coding unit).

Các khối (ví dụ, các CTU hoặc CU) có thể được nhóm theo nhiều cách khác nhau vào 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 bằng chiều cao của hình ảnh và chiều rộng được xác định bởi các phần tử cú pháp (ví dụ, như trong tập hợp thông 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 thông số hình ảnh) và chiều rộng bằng chiều rộng của hình ảnh.

Theo một số ví dụ, ô có thể được phân chia thành nhiều mảnh (brick), 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 lượng nguyên các mảnh của hình ảnh 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 có thể sử dụng “ $N \times N$ ” 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, 16×16 mẫu hoặc 16 nhân 16 mẫu. Nói chung, CU 16×16 sẽ có 16 mẫu theo chiều dọc ($y = 16$) và 16 mẫu theo chiều ngang ($x = 16$). Tương tự, CU $N \times N$ 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 $N \times M$ mẫu, trong đó M không nhất thiết bằng N .

Bộ mã hóa 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 sự chênh lệch theo từng mẫu giữa các mẫu của CU trước khi mã hóa và khối dự đoán.

Để dự đoán CU, bộ mã hóa video 200 thường có thể tạo ra khối dự đoán cho CU thông qua dự đoán liên hình ảnh hoặc dự đoán nội hình ảnh. Dự đoán liên hình ảnh thường được dùng để chỉ việc dự đoán CU từ dữ liệu của hình ảnh được lập mã trước đó, trong khi dự đoán nội hình ảnh thường được dùng để chỉ việc dự đoán CU từ dữ liệu được lập mã trước đó của cùng một hình ảnh. Để thực hiện dự đoán liên hình ảnh, 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 phù hợp nhất với CU, ví dụ, xét về sự chênh lệch giữa CU và khối tham chiếu. Bộ mã hóa video 200 có thể tính toán metric 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 khác như vậy để xác định xem khối tham chiếu có khớp nhất 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 dự đoán một chiều hoặc dự đoán hai chiều.

Một số ví dụ về JEM và VVC cũng cung cấp chế độ bù chuyển động afin, chế độ này có thể được coi là chế độ dự đoán liên hình ảnh. 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 ảnh, bộ mã hóa video 200 có thể lựa chọn chế độ dự đoán nội hình ảnh để tạo ra khối dự đoán. Một số ví dụ về JEM và VVC cung cấp sáu mươi bảy chế độ dự đoán nội hình ảnh, 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 ảnh mô tả các mẫu lân cận với khối hiện thời (ví dụ, khối của CU) để từ đó dự đoán các mẫu của khối hiện thời. Các mẫu như vậy thường có thể ở trên, bên trên và bên trái hoặc bên trái của khối hiện thời trong cùng hình ảnh với khối hiện thời, giả sử bộ mã hóa video 200 lập mã 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 ảnh, bộ mã hóa video 200 có thể mã hóa dữ liệu biểu diễn chế độ nào trong số các chế độ dự đoán liên hình ảnh có sẵn khác nhau được sử dụng, cũng như thông tin chuyển động cho chế độ tương ứng. Ví dụ, đối với dự đoán liên hình ảnh 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 khi dự đoán, chẳng hạn như dự đoán nội hình ảnh hoặc dự đoán liên hình ảnh các 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 chênh lệch theo từng 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 phép 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 chiều 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 trong quá trình 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 giá trị cần được 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 lập mã 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 đã mã hóa để bộ giải mã video 300 sử dụng 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 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 thông số chuỗi (sequence parameter set - SPS), tập thông số hình ảnh (picture parameter set - PPS), hoặc tập thông 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 nghịch đảo 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 kỹ thuật CABAC theo cách về cơ bản tương tự như, mặc dù nghịch đảo với, quy trình mã hóa CABAC của bộ mã hóa video 200. Các phần tử cú pháp có thể xác định thông tin phân chia hình ảnh thành các CTU, và phân chia mỗi CTU theo cấu trúc phân 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 ảnh hoặc dự đoán liên hình ảnh) và thông tin dự đoán liên quan (ví dụ, thông tin chuyển động cho dự đoán liên hình ảnh) 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 (trên cơ sở 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 tách khối để giảm các thành phần nhiễu trực quan dọc theo các biên của khối.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, bộ mã hóa video và/hoặc bộ giải mã video có thể được tạo cấu hình để tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo, xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán

gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo, xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu, và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

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 các giá trị cho các phần tử cú pháp và/hoặc dữ liệu khác 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, chẳng hạn như có thể xảy ra khi lưu trữ các phần tử cú pháp vào thiết bị lưu trữ 112 để thiết bị đích 116 truy hồi sau.

Trong lĩnh vực lập mã video, phổ biến áp dụng kỹ thuật lọc (ví dụ, bộ lọc vòng lặp thích ứng) để làm tăng chất lượng của tín hiệu video được tái tạo và/hoặc được giải mã. Theo sáng chế, khối dữ liệu video tái tạo có thể là khối dữ liệu video đã được tái tạo trong vòng lặp tái tạo của bộ mã hóa video 200, hoặc có thể là khối dữ liệu video được giải mã bởi bộ giải mã video 300. Trong một số ví dụ, bộ lọc có thể được áp dụng làm bộ lọc sau, trong đó khung đã lọc không được sử dụng để dự đoán các khung trong tương lai, hoặc bộ lọc có thể được áp dụng làm bộ lọc trong vòng lặp, trong đó khung đã lọc được sử dụng để dự đoán các khung trong tương lai. Bộ lọc có thể được thiết kế, ví dụ, bằng cách giảm thiểu lỗi giữa tín hiệu gốc và tín hiệu lọc được tái tạo/giải mã. Tương tự như các hệ số biến đổi, bộ mã hóa video 200 có thể lượng tử hóa lập mã các hệ số của bộ lọc $h(k, l)$, $k = -K, \dots, K, l = -K, \dots, K$ bằng công thức:

$$f(k, l) = \text{round}(\text{normFactor} \cdot h(k, l))$$

Bộ mã hóa video 200 có thể gửi các hệ số được lượng tử hóa lập mã đến bộ giải mã video 300. Hệ số chuẩn hóa (*normFactor*) có thể bằng 2^n . Giá trị *normFactor* càng lớn thì việc lượng tử hóa càng chính xác và các hệ số bộ lọc được lượng tử hóa $f(k, l)$ mang lại hiệu suất tốt hơn. Tuy nhiên, giá trị *normFactor* càng lớn thì tạo ra các hệ số $f(k, l)$ đòi hỏi cần có nhiều bit hơn để truyền.

Trong bộ giải mã video 300, các hệ số bộ lọc đã giải mã $f(k, l)$ được áp dụng cho ảnh/khối được tái tạo $R(i, j)$ như sau:

$$\tilde{R}(i, j) = \sum_{k=-K}^K \sum_{l=-K}^K f(k, l) R(i + k, j + l) / \sum_{k=-K}^K \sum_{l=-K}^K f(k, l), \quad (1)$$

trong đó i và j là tọa độ của các mẫu trong khung hoặc khối.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật lọc ALF khác nhau. Các khía cạnh của các kỹ thuật lọc này (ví dụ, ALF) sẽ được mô tả dưới đây.

ALF trong vòng lặp đã được đánh giá trong giai đoạn phát triển HEVC, nhưng ALF không được bao gồm trong phiên bản cuối cùng của chuẩn HEVC. Tuy nhiên, ALF trong vòng lặp đã được đưa vào VVC. Ví dụ về các thông tin chi tiết có thể được tìm thấy trong tài liệu của B. Bross, J. Chen, S. Liu, “JVET-L1001: Versatile Video Coding (Draft 3)”, đây là phiên bản giản lược của ALF được mô tả trong tài liệu của M. Karczewicz, L. Zhang, W.-J. Chien, X. Li, “EE2.5: Improvements on adaptive loop filter”, Nhóm khai thác (JVET) thuộc ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, Doc. JVET-B0060, Cuộc họp lần thứ hai tại San Diego, Hoa Kỳ, từ ngày 20-26/2/2016 và M. Karczewicz, L. Zhang, W.-J. Chien, X. Li, “EE2.5: Improvements on adaptive loop filter”, Nhóm khai thác (JVET) thuộc ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, Doc. JVET-C0038, Cuộc họp lần thứ ba tại Geneva, Thụy Sĩ, từ 26/5 đến 1/6/2016.

Trong VVC, đối với các thành phần độ chói trong hình ảnh, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để áp dụng bộ lọc hình kim cương 7x7 cho ALF. Trong VVC, đối với cả hai loại thành phần sắc độ (ví dụ, Cr và Cb) trong hình ảnh, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để áp dụng một bộ các hệ số ALF, như bộ lọc hình kim cương 5x5. Trong một số ví dụ, các hình dạng bộ lọc khác cũng có thể được sử dụng.

Bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để lọc mỗi mẫu $\hat{I}_{i,j}$, tạo ra giá trị mẫu $I'_{i,j}$ như được thể hiện trong phương trình (2), trong đó L biểu thị độ dài bộ lọc, $f_{m,n}$ biểu diễn hệ số bộ lọc, và o biểu thị độ lệch bộ lọc.

$$I'_{i,j} = (\sum_{m=-L}^L \sum_{n=-L}^L f_{m,n} \times \hat{I}_{i+m,j+n} + o) \gg (BD_F - 1), \quad (2)$$

trong đó $(1 \ll (BD_F - 1)) = \sum_{m=-L}^L \sum_{n=-L}^L f(m,n)$ và $(o = (1 \ll (BD_F - 2)))$

Trong Mô hình thử nghiệm thứ 3 của VVC (VTM3), độ sâu bit, được biểu thị là BD_F , được đặt bằng 8.

Trong Mô hình thử nghiệm thứ 5 của VVC (VTM5.0), kỹ thuật cắt được đưa vào ALF, và phương trình (2) được sửa đổi như thể hiện trong phương trình (2*)

$$I'_{i,j} = (\sum_{m=-L}^L \sum_{n=-L}^L [f_{m,n} * \min(\max(-c_{m,n}, (\hat{I}_{i+m,j+n} - \hat{I}_{i,j})), c_{m,n})] + \hat{I}_{i,j} + o) \gg (BD_F - 1), \quad (2^*)$$

trong đó $c_{m,n}$ là các hệ số cắt.

ALF được đưa vào bản dự thảo thứ 4 của VVC. Bản mô tả chi tiết về phân loại ALF có thể được tìm thấy trong đơn sáng chế Mỹ số 16/427,017, nộp vào ngày 30/5/2019. Theo VVC, việc phân loại được thực hiện cho mỗi khối độ chói 4x4 bằng cách sử dụng phép tính gradient được lấy mẫu con, như được mô tả trong “CE2: Subsampled Laplacian calculation (Test 6.1, 6.2, 6.3, and 6.4),” JVET-L0147, Cuộc họp lần thứ 12 tại Macao, Trung Quốc, từ ngày 3–12/10/2018. Ngoài ra, bộ lọc 7 nhánh được áp dụng cho các mẫu độ chói và bộ lọc 5 nhánh được áp dụng cho các mẫu sắc độ. Trong bản dự thảo 7 của VVC, ALF sử dụng bảy (7) dòng của bộ đệm để lưu trữ các mẫu bổ sung do sự phụ thuộc vào bộ lọc tách khối và SAO dọc theo các đường biên ngang giữa các CTU. Mô tả chi tiết về việc sử dụng các bộ đệm có dòng có thể được tìm thấy trong JVET-M0164, và JVET-M0301.

Nhằm làm giảm hoặc loại bỏ một số dòng để lưu trữ mẫu từ các CTU lân cận, một số kỹ thuật đã được nghiên cứu phát triển, như JVET-M0164, JVET-M0301, đơn sáng chế Mỹ số 16/200,197, nộp ngày 26/11/2018, và bằng sáng chế Mỹ số 9,641,866, cấp ngày 2/5/2017.

Các kỹ thuật trong tài liệu “Adaptive loop filter with virtual boundary processing” JVET-M0164, Cuộc họp lần thứ 13 tại Marrakech, Morocco (Ma Rốc), từ 9–18/1/2019

(sau đây gọi là JVET-M0164); “Non-CE: Loop filter line buffer reduction,” JVET-M0301, Cuộc họp lần thứ 13 tại Marrakech, Morocco (Ma Rốc), từ 9–18/1/2019 (sau đây gọi là JVET-M0301); đơn sáng chế Mỹ số 16/200,197; và bằng sáng chế Mỹ số 9,641,866 chỉ áp dụng cho các đường biên ngang giữa các CTU. Trong bản dự thảo 7 của VVC, đệm lặp ở các đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô được áp dụng do sự không khả dụng của các mẫu nằm ngoài hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để xác định một trong số nhiều loại ALF để áp dụng cho khối dữ liệu video (ví dụ, khối gồm các mẫu độ chói và/hoặc các mẫu sắc độ). Khi thực hiện VTM3, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 được tạo cấu hình để áp dụng phân loại cho mỗi khối độ chói 4x4. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để phân loại mỗi khối 4x4 thành một trong 25 loại dựa vào tính định hướng được xác định và giá trị được lượng tử hóa của hoạt động đối với khối. Chi tiết được mô tả sau đây.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để xác định phân loại của ALF cho khối dựa vào hướng 1D Laplacian của các mẫu của khối và hoạt động 2D Laplacian của các mẫu của khối cho mỗi khối độ chói 4x4. Trong một ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để tính toán tổng của các gradient của mỗi mẫu khác trong cửa sổ 8x8 mà bao phủ khối độ chói 4x4 để xác định các giá trị gradient của khối. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để tính toán bốn giá trị gradient: giá trị gradient dọc được biểu thị là g_v , giá trị gradient ngang được biểu thị là g_h , giá trị gradient chéo 135 độ được biểu thị là g_{d1} , và giá trị gradient chéo 45 độ được biểu thị là g_{d2} . Bảng 1 dưới đây thể hiện các giá trị tính định hướng có thể có và có thể được xác định từ các gradient và ý nghĩa vật lý của chúng về các giá trị mẫu của khối. Đối với khối con 4x4 có tọa độ phía trên-bên trái (i,j), các giá trị gradient g_v, g_h, g_{d1} và g_{d2} được định nghĩa là:

$$g_v = \sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} V_{k,l},$$

trong đó $V_{k,l} = |2\hat{I}(k,l) - \hat{I}(k,l-1) - \hat{I}(k,l+1)|$, nếu cả k và l đều là số chẵn hoặc cả k và l đều không phải là số chẵn; $V_{k,l} = 0$, nếu không thì

$$g_h = \sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} H_{k,l},$$

trong đó $H_{k,l} = |2\hat{I}(k,l) - \hat{I}(k-1,l) - \hat{I}(k+1,l)|$, nếu cả k và l đều là số chẵn hoặc cả k và l đều không phải là số chẵn; $H_{k,l} = 0$, nếu không thì

$$g_{d1} = \sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} D1_{k,l},$$

trong đó $D1_{k,l} = |2\hat{I}(k,l) - \hat{I}(k-1,l-1) - \hat{I}(k+1,l+1)|$, nếu cả k và l đều là số chẵn hoặc cả k và l đều không phải là số chẵn; $D1_{k,l} = 0$, nếu không thì

$$g_{d2} = \sum_{k=i-2}^{i+5} \sum_{l=j-2}^{j+5} D2_{k,l},$$

trong đó $D2_{k,l} = |2\hat{I}(k,l) - \hat{I}(k-1,l+1) - \hat{I}(k+1,l-1)|$, nếu cả k và l đều là số chẵn hoặc cả k và l đều không phải là số chẵn; $D2_{k,l} = 0$, nếu không thì

Bảng 1. Các giá trị về hướng và ý nghĩa vật lý của chúng

Các giá trị về hướng	ý nghĩa vật lý
0	Cấu trúc
1	Ngang/dọc rõ
2	Ngang/dọc
3	chéo rõ
4	chéo

Để gán tính định hướng D , bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để so sánh tỷ số giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của các giá trị gradient

ngang và dọc, được biểu thị là $R_{h,v}$ trong phương trình (3) dưới đây, và tỷ số giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của hai gradient chéo, được biểu thị là $R_{d1,d2}$ trong phương trình (4), so với nhau với hai ngưỡng t_1 và t_2 .

$$R_{h,v} = g_{h,v}^{max} / g_{h,v}^{min} \quad (3)$$

$$\text{where } g_{h,v}^{max} = \max(g_h, g_v), g_{h,v}^{min} = \min(g_h, g_v),$$

$$R_{d0,d1} = g_{d0,d1}^{max} / g_{d0,d1}^{min} \quad (4)$$

$$\text{where } g_{d0,d1}^{max} = \max(g_{d0}, g_{d1}), g_{d0,d1}^{min} = \min(g_{d0}, g_{d1})$$

Bằng cách so sánh tỷ số thu được giữa các gradient ngang/dọc và chéo, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định năm chế độ chiều hướng, tức là, D , trong khoảng $[0, 4]$ tính cả hai giá trị đầu mút, như được xác định trong phương trình (5) dưới đây.

$$D = \begin{cases} 0 & R_{h,v} \leq t_1 \ \&\& R_{d0,d1} \leq t_1 \\ 1 & R_{h,v} > t_1 \ \&\& R_{h,v} > R_{d0,d1} \ \&\& R_{h,v} > t_2 \\ 2 & R_{h,v} > t_1 \ \&\& R_{h,v} > R_{d0,d1} \ \&\& R_{h,v} \leq t_2 \\ 3 & R_{d0,d1} > t_1 \ \&\& R_{h,v} \leq R_{d0,d1} \ \&\& R_{d0,d1} > t_2 \\ 4 & R_{d0,d1} > t_1 \ \&\& R_{h,v} \leq R_{d0,d1} \ \&\& R_{d0,d1} \leq t_2 \end{cases} \quad (5)$$

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán giá trị hoạt động Act cho khối như sau:

$$Act = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-2}^{j+3} (V_{k,l} + H_{k,l}). \quad (6)$$

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể lượng tử hóa giá trị hoạt động Act nằm trong khoảng từ 0 đến 4 tính cả hai giá trị đầu mút, và giá trị được lượng tử hóa được biểu thị là $\hat{A}$. Quá trình lượng tử hóa này được mô tả chi tiết dưới đây.

Quá trình lượng tử hóa làm ví dụ được xác định như sau:

```
avg_var = Clip_post( NUM_ENTRY-1, (Act * ScaleFactor) >> shift);
```

```
 $\hat{A}$  = ActivityToIndex[avg_var],
```

trong đó NUM_ENTRY được đặt là 16, ScaleFactor được đặt là 24, độ dịch là (3 + internal coded-bitdepth), ActivityToIndex[NUM_ENTRY] = {0, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4}, và hàm Clip_post(a, b) trả về giá trị nhỏ hơn giữa a và b.

Do các cách tính toán giá trị hoạt động khác nhau, nên cả ScaleFactor và ActivityToIndex có thể được biến đổi so với thiết kế ALF trong JEM2.0.

Trong sơ đồ ALF dựa vào biến đổi hình học (geometry transform based ALF - GALF) làm ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để phân loại mỗi khối $N \times N$ thành một trong số 25 loại (C) dựa vào tính định hướng D của khối và giá trị được lượng tử hóa của hoạt động $\hat{A}$ của khối như sau:

$$C = 5D + \hat{A}C = 5D + \hat{A}. \quad (7)$$

Trong một ví dụ, giá trị $\hat{A}$ được đặt là 0 ... 4 cho mỗi cột, suy ra từ biến số Act . Giá trị Act nhỏ nhất đối với giá trị mới của $\hat{A}$ được đánh dấu qua hàng trên cùng (ví dụ, 0, 8192, 16384, 57344, 122880). Ví dụ, Act với các giá trị trong [16384, 57344-1] sẽ rơi vào $\hat{A}$ bằng 2.

Đối với mỗi phân loại, bộ mã hóa video 200 có thể được tạo cấu hình để báo hiệu một bộ các hệ số bộ lọc. Để dễ phân biệt các hướng khác nhau của các khối được đánh dấu bằng cùng một chỉ số phân loại, bốn biến đổi hình học, bao gồm không biến đổi, chéo, lật dọc và xoay, có thể được sử dụng. Dạng công thức của ba biến đổi hình học bổ sung có thể được thể hiện như sau:

$$\begin{aligned} \text{Chéo: } f_D(k, l) &= f(l, k), \\ \text{Lật dọc: } f_V(k, l) &= f(k, K - l - 1), \\ \text{Xoay: } f_R(k, l) &= f(K - l - 1, k), \end{aligned} \quad (8)$$

trong đó K là kích thước bộ lọc, và $0 \leq k, l \leq K - 1$ là các tọa độ hệ số, sao cho vị trí (0,0) là ở góc trái phía trên của khối và vị trí $(K - 1, K - 1)$ là ở góc phải phía dưới của khối. Lưu ý rằng khi sử dụng hỗ trợ bộ lọc hình kim cương, các hệ số có tọa độ nằm ngoài hỗ trợ bộ lọc có thể được đặt là 0. Một kỹ thuật chỉ báo chỉ số biến đổi hình học là để nhằm thu được biến đổi hình học ẩn (ví dụ, không báo hiệu) để tránh chi phí phát sinh thêm. Trong một số ví dụ về GALF, các biến đổi được áp dụng cho các hệ số bộ lọc $f(k, l)$ tùy

theo các giá trị gradient được tính toán cho khối đó. Mỗi liên hệ giữa việc biến đổi và bốn gradient được mô tả trong Bảng 2 dưới đây. Trong một hoặc nhiều ví dụ, các biến đổi dựa vào việc gradient nào trong số hai gradient (các gradient ngang và dọc, hoặc 45 độ và 135 độ) lớn hơn. Dựa vào kết quả so sánh, có thể trích được thông tin về hướng chính xác hơn. Do đó, có thể thu được các kết quả lọc khác nhau do sự biến đổi trong khi chi phí của các hệ số bộ lọc không tăng lên.

BẢNG 2. ẢNH XẠ GRADIENT VÀ CÁC PHÉP BIẾN ĐỔI.

Các giá trị gradient	Biến đổi
$g_{d2} < g_{d1}$ và $g_h < g_v$	Không biến đổi
$g_{d2} < g_{d1}$ và $g_v < g_h$	Chéo
$g_{d1} < g_{d2}$ và $g_h < g_v$	Lật dọc
$g_{d1} < g_{d2}$ và $g_v < g_h$	Xoay

Như đã nêu trên, ở các đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, bao gồm cả đường biên ngang cũng như đường biên dọc, các mẫu nằm ngoài các đường biên này là không khả dụng cho bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 thực hiện các hoạt động phân loại và lọc trên các mẫu dọc theo các đường biên này để phục vụ mục đích ALF. Đường biên của hình ảnh có thể là các đường biên của khung dữ liệu video, trong khi đường biên của lát, ô, hoặc nhóm ô có thể là đường biên phân tách các phần của một khung dữ liệu video, như lát, ô, và nhóm ô trong cùng một khung dữ liệu video, và cũng có thể được gọi là đường biên ảo. Trong một số ví dụ, để phục vụ cho mục đích của sáng chế, các đường biên được thảo luận ở đây không bao gồm đường biên CTU mà không phải cũng là đường biên lát/ô/nhóm ô/hình ảnh.

Fig.2 minh họa ví dụ về các mẫu nằm ngoài hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô không khả dụng để thực hiện các hoạt động phân loại và lọc đối với các mẫu như một phần của việc thực hiện lọc vòng lặp thích ứng. Như được thể hiện trên Fig.2, các mẫu 142A-142D nằm trong các đường biên 140 của khối 146, trong đó khối 146 có thể là hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, và các mẫu 143A-144D nằm ngoài các đường biên 140 của khối 146. Cụ thể,

các mẫu 142A-142D được cho là nằm dọc theo các đường biên 140 vì các mẫu 142A-142D là các mẫu ở mép của khối 146, sao cho mỗi mẫu trong số các mẫu 142A-24D đều nằm cạnh mẫu của các mẫu 143A-144D nằm ngoài các đường biên 140 của khối 146.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện các hoạt động phân loại và lọc đối với các mẫu 142A-142D của khối 146 mà yêu cầu sử dụng các mẫu 143A-144D nằm ngoài các đường biên 140 của khối 146. Ví dụ, để tính toán một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu 142A dọc theo đường biên 140, bộ mã hóa video 200 và 300 có thể yêu cầu một hoặc nhiều mẫu trong số các mẫu 143A để thực hiện tính toán một hoặc nhiều giá trị gradient. Tuy nhiên, vì các mẫu 143A-144D nằm ngoài các đường biên 140, nên các mẫu 143A-144D có thể không khả dụng để thực hiện các hoạt động phân loại và lọc đối với các mẫu 142A-142D.

Như vậy, một số kỹ thuật sử dụng mẫu gần nhất nằm trong các đường biên 140 của khối 146 thay cho mẫu nằm ngoài các đường biên 140 để thực hiện các hoạt động phân loại và lọc đối với các mẫu nằm dọc theo các đường biên 140, như các mẫu 142A-142D. Một kỹ thuật như vậy được gọi là đệm lặp và có thể được sử dụng ở cả đường biên ngang và dọc trong số các đường biên 140. Tuy nhiên, các kỹ thuật này có thể có khả năng gây ra sự sụt giảm chất lượng chủ quan và/hoặc khách quan. Ví dụ, việc đệm lặp có thể có khả năng gây ra sự không liên mạch cho dữ liệu video tái tạo mà có thể đã không xuất hiện nếu các giá trị mẫu thực đã được sử dụng.

Do đó, thay vì sử dụng các kỹ thuật như đệm lặp hoặc các kỹ thuật tương tự khác, các khía cạnh của sáng chế mô tả các kỹ thuật để xác định các gradient cho các mẫu 142A-142D nằm dọc theo các đường biên 140 của khối 146 bằng cách thay thế các giá trị mẫu của một hoặc nhiều mẫu trong số các mẫu 143A-144D nằm ngoài các đường biên 140 của khối 146 bằng các giá trị mẫu của các mẫu trong khối 146 theo cách mà có thể cải thiện chất lượng chủ quan và/hoặc khách quan của các mẫu sau khi lọc.

Theo một số khía cạnh, các kỹ thuật của sáng chế phát triển các kỹ thuật của JVET-M0164, JVET-M0301, đơn sáng chế Mỹ số 16/200,197, và bằng sáng chế Mỹ số 9,641,866 đến các đường biên ngang và dọc của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, như các đường biên 140 của khối 146. Các kỹ thuật được mô tả có thể được áp dụng riêng lẻ hoặc áp dụng cùng với nhau theo sự kết hợp bất kỳ.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện các phép tính toán gradient như một phần của việc thực hiện lọc vòng lặp thích ứng. Như đã nêu trên, các mẫu có thể được phân loại thành một trong số hai mươi lăm (25) loại dựa vào tổng hoạt động Laplacian và tính định hướng của khối đó. Trong một ví dụ, khi tính toán các giá trị gradient, nếu mẫu nằm ngoài hình ảnh/lát/ô/nhóm ô hiện thời, như nằm ngoài đường biên 140, và do đó không khả dụng để tính toán các giá trị gradient, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể sử dụng giá trị mẫu của mẫu gần nhất với mẫu không khả dụng trong hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô hiện thời, như khối 146, theo chiều gradient thay cho giá trị mẫu của mẫu không khả dụng khi thực hiện tính toán gradient.

Fig.3A và Fig.3B minh họa các kỹ thuật tính toán gradient dùng trong việc lọc vòng lặp thích ứng bằng cách sử dụng các mẫu không khả dụng. Như một phần của việc thực hiện lọc vòng lặp thích ứng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện các hoạt động phân loại và lọc dựa vào việc tính toán các giá trị gradient cho các mẫu.

Như được thể hiện trên Fig.3A, khối 148 có thể là hình ảnh, lát, ô, nhóm ô, và tương tự, trong đó các mẫu nằm ngoài các đường biên của khối 148 có thể không khả dụng đối với các mẫu trong khối 148 để thực hiện phép tính toán gradient. Khối 148 có thể được giới hạn bởi, ví dụ, đường biên trái 150A, đây có thể là đường biên dọc, và đường biên trên 150B, đây có thể là đường biên ngang. Thuật ngữ “đường biên” được sử dụng trong sáng chế để chỉ đường biên của hình ảnh hoặc đường biên giữa hai phần dữ liệu video, trong đó các phần này có thể nằm trong cùng một khối video hoặc nằm trong các khối video khác nhau. Do đó, thuật ngữ “đường biên” không nên được hiểu là giới hạn ở đường biên tách hai khối video, mà có thể còn bao gồm các đường biên ảo mà có thể tách hai phần bất kỳ của dữ liệu video. Trong một số ví dụ, thuật ngữ đường biên có thể không bao gồm các đường biên CTU mà cũng không phải là các đường biên lát/ô/nhóm ô/hình ảnh.

Fig.3A thể hiện ví dụ về các mẫu nằm dọc theo đường biên trên và đường biên trái của hình ảnh/lát/ô/nhóm ô. $L[y,x]$ là mẫu độ chói ở hàng thứ y và cột thứ x . Do đó, trong ví dụ trên Fig.3A, các mẫu có thể là các mẫu độ chói, và được thể hiện là có tọa độ ở dạng $L[y, x]$, trong đó y là tọa độ dọc của mẫu và x là tọa độ ngang của mẫu, trong đó $L[0,0]$ biểu thị mẫu ở góc trên bên trái của khối 148. Như vậy, các mẫu nằm dọc theo đường biên trên 150B có thể có tọa độ y bằng 0, trong khi các mẫu nằm dọc theo đường biên trái 150A của khối 148 có thể có tọa độ x bằng 0.

Đối với các mẫu trong khối 148 và nằm dọc đường biên trái 150A và đường biên trên 150B (ví dụ, các mẫu lần lượt có tọa độ x bằng 0 hoặc các mẫu có tọa độ y bằng 0, giả sử mẫu phía trên bên trái trong đường biên 150 có tọa độ (0, 0)), bộ lập mã video (ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300) có thể tính toán các giá trị gradient cho mẫu dựa vào các mẫu lân cận theo chiều gradient cần được tính toán. Ví dụ, bộ lập mã video có thể tính toán, đối với mẫu trong khối 148, gradient theo chiều ngang, gradient theo chiều dọc, gradient theo chiều chéo 45 độ, và gradient theo chiều chéo 135 độ.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 tính toán các giá trị của gradient ngang, gradient dọc, và hai gradient chéo cho mẫu bằng cách sử dụng 1-D Laplacian:

$$g_v = \sum_{k=i-M}^{i+N+M-1} \sum_{l=j-M}^{j+N+M-1} V_{k,l}, \text{ where} \quad (9)$$

$$V_{k,l} = |2R(k, l) - R(k, l-1) - R(k, l+1)|,$$

$$g_h = \sum_{k=i-M}^{i+N+M-1} \sum_{l=j-M}^{j+N+M-1} H_{k,l}, \text{ where} \quad (10)$$

$$H_{k,l} = |2R(k, l) - R(k-1, l) - R(k+1, l)|,$$

$$g_{d1} = \sum_{k=i-M}^{i+N+M-1} \sum_{l=j-M}^{j+N+M-1} D1_{k,l}, \text{ where} \quad (11)$$

$$D1_{k,l} = |2R(k, l) - R(k-1, l-1) - R(k+1, l+1)|,$$

$$g_{d2} = \sum_{k=i-M}^{i+N+M-1} \sum_{l=j-M}^{j+N+M-1} D2_{k,l}, \text{ where} \quad (12)$$

$$D2_{k,l} = |2R(k, l) - R(k-1, l+1) - R(k+1, l-1)|.$$

Trong các ví dụ này, g_v biểu diễn giá trị gradient dọc, g_h biểu diễn giá trị gradient ngang, g_{d1} biểu diễn giá trị gradient chéo 135 độ, và g_{d2} biểu diễn giá trị gradient chéo 45 độ. Ngoài ra, k, l là tọa độ hệ số, và $R(k, l)$ là mẫu ở tọa độ (k, l) của khối tái tạo.

Như có thể thấy, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán giá trị gradient cho mẫu dựa ít nhất một phần vào hai mẫu lân cận của mẫu theo cùng chiều gradient với giá trị gradient đang được tính toán. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán bốn giá trị gradient thể hiện hướng cho mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp lân cận. Do đó, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán giá trị gradient cho mẫu mà là mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp lân cận theo chiều gradient. Tuy nhiên, mẫu lân cận của mẫu trung tâm trong ba (3) mẫu liên tiếp lân cận có thể không khả dụng để tính toán giá trị gradient của mẫu trong khối 148, như nếu một trong số các mẫu lân cận theo cùng chiều gradient nằm ngoài đường biên trên 150B hoặc nằm ngoài đường biên trái 150A của khối 148, và do đó nằm ngoài hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô (ví dụ, khối 148) được giới hạn bởi đường biên trên 150B và/hoặc đường biên trái 150A.

Theo các khía cạnh của sáng chế, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định xem mẫu lân cận theo cùng chiều gradient có không khả dụng để tính toán giá trị gradient cho mẫu hay không và, nếu thế, có thể thay thế mẫu lân cận khả dụng theo cùng chiều gradient đối với mẫu không khả dụng. Cụ thể, để tính toán giá trị gradient cho mẫu mà là mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp lân cận theo chiều gradient, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định xem một trong hai mẫu không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận có không khả dụng hay không và, nếu thế, có thể thay thế mẫu không khả dụng bằng mẫu khác không phải là mẫu trung tâm (tức là, mẫu lân cận khả dụng) trong số ba mẫu liên tiếp lân cận để tính toán giá trị gradient cho mẫu trung tâm. Việc thay thế mẫu không khả dụng bằng mẫu lân cận khả dụng bao gồm việc thay thế giá trị mẫu của mẫu không khả dụng bằng giá trị mẫu của mẫu lân cận khả dụng để phục vụ mục đích tính toán giá trị gradient cho mẫu trung tâm.

Để tính toán giá trị gradient, việc thay thế mẫu không khả dụng bằng mẫu lân cận khả dụng có thể bao gồm việc tính toán giá trị gradient bằng cách sử dụng giá trị mẫu của mẫu thay thế thay cho giá trị mẫu của mẫu không khả dụng. Như vậy, vì mẫu lân cận khả dụng là một trong ba mẫu liên tiếp lân cận được sử dụng để tính toán giá trị gradient, giá trị của mẫu lân cận khả dụng có thể được sử dụng hai lần khi tính toán giá trị gradient của mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận để biểu diễn hai mẫu không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận.

Theo ví dụ trên Fig.3A, nếu mẫu ở phía trên đường biên trên 150B của khối 148, thì mẫu này không khả dụng để phục vụ mục đích xác định các giá trị gradient cho các mẫu trong khối 148 mà nằm dọc theo đường biên trên 150B. Nếu bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 xác định rằng một trong ba mẫu liên tiếp lân cận được sử dụng để tính toán giá trị gradient cho mẫu tiếp giáp với đường biên trên 150B là ở phía trên đường biên trên 150B, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mẫu nằm ngoài đường biên trên 150B bằng mẫu khác không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận để tính toán giá trị gradient cho mẫu tiếp giáp với đường biên trên 150B.

Ví dụ, để tính toán giá trị gradient dọc cho mẫu 152A, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152A ở vị trí $L[0, x]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient dọc. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều dọc với mẫu 152A làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152B ở vị trí $L[1, x]$ ở ngay dưới mẫu 152A theo chiều gradient dọc và mẫu lân cận 152C ở vị trí $L[-1, x]$ ở ngay trên mẫu 152A theo chiều gradient dọc.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3A, mẫu lân cận 152C ở ngay trên mẫu 152A ở vị trí $L[-1, x]$ có thể không khả dụng vì mẫu lân cận 152C nằm ngoài đường biên trên 150B của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152C không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mẫu không khả dụng 152C bằng mẫu 152B, đây là mẫu khác không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận 152A-152C theo chiều gradient dọc, để xác định giá trị gradient dọc cho mẫu 152A. Như được thể hiện trên Fig.3A, mẫu 152C được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[1, x]$, đây là mẫu 152B.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient chéo 45 độ cho mẫu 152D, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152D ở vị trí $L[0, x]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient chéo 45 độ. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều gradient 45 độ với mẫu 152D làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152E ở vị trí $L[1, x+1]$ ở ngay phía dưới bên phải mẫu 152D theo chiều gradient chéo 45 độ và mẫu lân cận 152F ở vị trí $L[-1, x-1]$ ở ngay phía trên bên trái mẫu 152D theo chiều gradient chéo 45 độ.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3A, mẫu lân cận 152F ở ngay phía trên bên trái mẫu 152D ở vị trí $L[-1, x-1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trên 150B của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152F không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mẫu không khả dụng 152F bằng mẫu 152E, đây là mẫu khác không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận 152D-152F theo chiều gradient chéo 45 độ, để xác định giá trị gradient chéo 45 độ cho mẫu 152D. Như được thể hiện trên Fig.3A, mẫu 152F được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[1, x+1]$, đây là mẫu 152E.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient chéo 135 độ cho mẫu 152G, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152G ở vị trí $L[0, x]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient chéo 135 độ. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều gradient 135 độ với mẫu 152G làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152H ở vị trí $L[1, x-1]$ ở ngay phía dưới bên trái mẫu 152G theo chiều gradient chéo 135 độ và mẫu lân cận 152I ở vị trí $L[-1, x+1]$ ở ngay phía trên bên phải mẫu 152G theo chiều gradient chéo 135 độ.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3A, mẫu lân cận 152I ở ngay phía trên bên phải mẫu 152G ở vị trí $L[-1, x+1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trên 150B của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152I không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mẫu không khả dụng 152I bằng mẫu 152H, đây là mẫu khác không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận 152G-152I theo chiều gradient chéo 135 độ, để xác định giá trị gradient chéo 135 độ cho mẫu 152G. Như được thể hiện trên Fig.3A, mẫu 152I được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[1, x-1]$, đây là mẫu 152H.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient ngang cho mẫu 152J, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152J ở vị trí $L[0, x]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient ngang. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp dọc theo chiều ngang với mẫu 152J làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152K ở vị trí $L[0, x+1]$ ở ngay bên phải mẫu 152J theo chiều gradient ngang và mẫu lân cận 152L ở vị trí $L[0, x-1]$ ở ngay bên trái mẫu 152J theo chiều gradient ngang. Vì tất cả các mẫu 152J-152L đều nằm trong khối 148 và không nằm ngoài đường biên trái 150A hoặc đường biên

trên 150B, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể không phải thay thế mẫu bất kỳ trong số các mẫu 152J-152L để tính toán giá trị gradient ngang cho mẫu 152J.

Cụ thể, trong ví dụ trên Fig.3A, nếu mẫu ở bên trái đường biên trái 150A của khối 148, thì mẫu này không khả dụng để phục vụ mục đích xác định các giá trị gradient cho các mẫu trong khối 148 mà nằm dọc theo đường biên trái 150A. Nếu bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 xác định rằng một trong ba mẫu liên tiếp lân cận được sử dụng để tính toán giá trị gradient cho mẫu tiếp giáp với đường biên trái 150A ở bên trái đường biên trái 150A, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mẫu nằm ngoài đường biên trái 150A bằng mẫu khác không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận để tính toán giá trị gradient cho mẫu tiếp giáp với đường biên trái 150A.

Ví dụ, để tính toán giá trị gradient ngang cho mẫu 152M, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152M ở vị trí $L[y, 0]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient ngang. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều ngang với mẫu 150M làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152N ở vị trí $L[y, 1]$ ở ngay bên phải mẫu 152M theo chiều gradient ngang và mẫu lân cận 152O ở vị trí $L[y, -1]$ ở ngay bên trái mẫu 152M theo chiều gradient ngang.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3A, mẫu lân cận 152O ở ngay bên trái mẫu 152M ở vị trí $L[y, -1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trái 150A của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152O không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mẫu không khả dụng 152O bằng mẫu 152N, đây là mẫu khác không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận 152M-152O theo chiều gradient ngang, để xác định giá trị gradient ngang cho mẫu 152M. Như được thể hiện trên Fig.3A, mẫu 152O được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[y, 1]$, đây là mẫu 152N.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient chéo 45 độ cho mẫu 152P, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152P ở vị trí $L[y, 0]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient chéo 45 độ. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều gradient 45 độ với mẫu 152P làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152Q ở vị trí $L[y+1, 1]$ ở ngay phía dưới bên phải mẫu 152P theo chiều gradient chéo 45

độ và mẫu lân cận 152R ở vị trí $L[y-1, -1]$ ở ngay phía trên bên trái mẫu 152P theo chiều gradient chéo 45 độ.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3A, mẫu lân cận 152R ở ngay phía trên bên trái mẫu 152P ở vị trí $L[y-1, -1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trái 150A của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152R không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mẫu không khả dụng 152R bằng mẫu 152Q, đây là mẫu khác không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận 152P-152R theo chiều gradient chéo 45 độ, để xác định giá trị gradient chéo 45 độ cho mẫu 152P. Như được thể hiện trên Fig.3A, mẫu 152R được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[y+1, 1]$, đây là mẫu 152Q.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient chéo 135 độ cho mẫu 152S, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152S ở vị trí $L[y, 0]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient chéo 135 độ. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều gradient 135 độ với mẫu 152S làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152U ở vị trí $L[y-1, 1]$ ở ngay phía trên bên phải mẫu 152S theo chiều gradient chéo 135 độ và mẫu lân cận 152T ở vị trí $L[y+1, -1]$ ở ngay phía dưới bên trái mẫu 152S theo chiều gradient chéo 135 độ.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3A, mẫu lân cận 152T ở ngay phía dưới bên trái mẫu 152S ở vị trí $L[y+1, -1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trái 150A của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152T không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mẫu không khả dụng 152T bằng mẫu 152U, đây là mẫu khác không phải là mẫu trung tâm trong số ba mẫu liên tiếp lân cận 152S-152U theo chiều gradient chéo 135 độ, để xác định giá trị gradient chéo 135 độ cho mẫu 152S. Như được thể hiện trên Fig.3A, mẫu 152T được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[y-1, 1]$, đây là mẫu 152U.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient dọc cho mẫu 152V, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152V ở vị trí $L[y, 0]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient dọc. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều dọc với mẫu 152V làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152W ở vị trí $L[y+1, 0]$ ở ngay dưới mẫu 152V theo chiều gradient dọc và mẫu lân cận 152X ở vị trí $L[y-1, 0]$ ở ngay

trên mẫu 152V theo chiều gradient dọc. Vì tất cả các mẫu 152V-152X đều nằm trong khối 148 và không nằm ngoài đường biên trái 150A hoặc đường biên trên 150B, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể không phải thay thế mẫu bất kỳ trong số các mẫu 152V-152X để tính toán giá trị gradient dọc cho mẫu 152V.

Theo một số khía cạnh của sáng chế, thay vì thay thế các mẫu không khả dụng nằm ngoài các đường biên, chẳng hạn như nằm ngoài đường biên trái 150A hoặc đường biên trên 150B, bằng các mẫu theo cùng chiều gradient, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể, để phục vụ mục đích tính toán các giá trị gradient của các mẫu, sử dụng kỹ thuật đệm đối xứng gương (mirror padding) để thay thế các giá trị mẫu của các mẫu không khả dụng nằm ngoài các đường biên bằng các giá trị mẫu của các mẫu lân cận khả dụng. Đệm đối xứng gương có thể là quy trình mà qua đó bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 sao chép y hệt các giá trị mẫu ở gần đường biên hiện thời của khối thay cho, tức là, thay thế cho, các giá trị mẫu thực của mẫu không khả dụng.

Nếu mẫu không khả dụng tiếp giáp với đường biên ngang, chẳng hạn như đường biên trên 150B, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế giá trị mẫu của mẫu không khả dụng bằng giá trị mẫu của mẫu trên cùng một cột với mẫu không khả dụng và nằm trong đường biên ngang. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định khoảng cách theo chiều dọc của mẫu không khả dụng từ mẫu trên cùng một cột mà tiếp giáp với đường biên ngang. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định mẫu khả dụng trên cùng một cột với mẫu không khả dụng có khoảng cách theo chiều dọc bằng nhau từ mẫu trên cùng một cột mà tiếp giáp với đường biên ngang nhưng theo chiều ngược lại so với mẫu trên cùng một cột mà tiếp giáp với đường biên ngang. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế các giá trị mẫu của mẫu không khả dụng bằng các giá trị mẫu của mẫu khả dụng trên cùng một cột có khoảng cách theo chiều dọc bằng với mẫu không khả dụng theo chiều khác so với mẫu trên cùng một cột mà tiếp giáp với đường biên ngang.

Theo ví dụ trên Fig.3B, trong hệ tọa độ $L[y, x]$, đã biết mẫu ở vị trí $L[-1, 4]$ nằm ngoài đường biên trên 150B và do đó không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định khoảng cách theo chiều dọc giữa mẫu không khả dụng và mẫu trên cùng một cột mà tiếp giáp với đường biên trên 150B ở vị trí $L[0, 4]$ làm khoảng cách theo chiều dọc của mẫu. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định

rằng mẫu ở vị trí $L[1, 4]$ là mẫu ở trên cùng một cột có khoảng cách theo chiều dọc bằng nhau theo chiều khác so với mẫu ở vị trí $L[0, 4]$ và có thể thay thế các giá trị mẫu của mẫu không khả dụng ở vị trí $L[-1, 4]$ bằng các giá trị mẫu của mẫu ở vị trí $L[1, 4]$, qua đó thực hiện đệm đối xứng gương cho mẫu không khả dụng ở vị trí $L[-1, 4]$.

Ví dụ, để tính toán giá trị gradient dọc cho mẫu 152A, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152A ở vị trí $L[0, x]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient dọc. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều dọc với mẫu 152A làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152B ở vị trí $L[1, x]$ ở ngay dưới mẫu 152A theo chiều gradient dọc và mẫu lân cận 152C ở vị trí $L[-1, x]$ ở ngay trên mẫu 152A theo chiều gradient dọc.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3B, mẫu lân cận 152C ở ngay trên mẫu 152A ở vị trí $L[-1, x]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trên 150B của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152C không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế mẫu không khả dụng 152C. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định rằng mẫu 152B ở vị trí $L[-1, x]$ là mẫu nằm trong đường biên trên 150B và ở trên cùng một cột với mẫu không khả dụng 152B và có khoảng cách theo chiều dọc bằng với mẫu không khả dụng 152C theo chiều khác so với mẫu 152A ở vị trí $L[0, x]$ trên cùng một cột mà tiếp giáp với đường biên trên 150B. Như vậy, mẫu 152C được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[1, x]$, đây là mẫu 152B.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient chéo 45 độ cho mẫu 152D, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152D ở vị trí $L[0, x]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient chéo 45 độ. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều gradient 45 độ với mẫu 152D làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152E ở vị trí $L[1, x+1]$ ở ngay phía dưới bên phải mẫu 152D theo chiều gradient chéo 45 độ và mẫu lân cận 152F ở vị trí $L[-1, x-1]$ ở ngay phía trên bên trái mẫu 152D theo chiều gradient chéo 45 độ.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3B, mẫu lân cận 152F ở ngay phía trên bên trái mẫu 152D ở vị trí $L[-1, x-1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trên 150B của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152F không

khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế mẫu không khả dụng 152F. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định rằng mẫu 153A ở vị trí $L[1, x-1]$ là mẫu nằm trong đường biên trên 150B và ở trên cùng một cột với mẫu không khả dụng 152F và có khoảng cách theo chiều dọc bằng với mẫu không khả dụng 152F theo chiều khác so với mẫu ở vị trí $L[0, x-1]$ trên cùng một cột mà tiếp giáp với đường biên trên 150B. Như vậy, mẫu 152F được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[1, x-1]$, đây là mẫu 153A.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient chéo 135 độ cho mẫu 152G, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152G ở vị trí $L[0, x]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient chéo 135 độ. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều gradient 135 độ với mẫu 152G làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152H ở vị trí $L[1, x-1]$ ở ngay phía dưới bên trái mẫu 152G theo chiều gradient chéo 135 độ và mẫu lân cận 152I ở vị trí $L[-1, x+1]$ ở ngay phía trên bên phải mẫu 152G theo chiều gradient chéo 135 độ.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3B, mẫu lân cận 152I ở ngay phía trên bên phải mẫu 152G ở vị trí $L[-1, x+1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trên 150B của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152I không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế mẫu không khả dụng 152I. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định rằng mẫu 153B ở vị trí $L[1, x+1]$ là mẫu nằm trong đường biên trên 150B và ở trên cùng một cột với mẫu không khả dụng 152I và có khoảng cách theo chiều dọc bằng với mẫu không khả dụng 152I theo chiều khác so với mẫu ở vị trí $L[0, x+1]$ trên cùng một cột mà tiếp giáp với đường biên trên 150B. Như vậy, mẫu 152I được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[1, x+1]$, đây là mẫu 153B.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient ngang cho mẫu 152J, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152J ở vị trí $L[0, x]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient ngang. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp dọc theo chiều ngang với mẫu 152J làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152K ở vị trí $L[0, x+1]$ ở ngay bên phải mẫu 152J theo chiều gradient ngang và mẫu lân cận 152L ở vị trí $L[0, x-1]$ ở ngay bên trái mẫu 152J theo chiều gradient ngang. Vì tất cả các mẫu 152J-152L đều nằm trong khối 148 và không nằm ngoài đường biên trái 150A hoặc đường biên

trên 150B, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể không phải thay thế mẫu bất kỳ trong số các mẫu 152J-152L để tính toán giá trị gradient ngang cho mẫu 152J.

Tương tự, nếu mẫu không khả dụng tiếp giáp với đường biên dọc, chẳng hạn như đường biên trái 150A, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế giá trị mẫu của mẫu không khả dụng bằng giá trị mẫu của mẫu trên cùng một hàng với mẫu không khả dụng và nằm trong đường biên dọc. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định khoảng cách theo chiều ngang của mẫu không khả dụng từ mẫu trên cùng một hàng mà tiếp giáp với đường biên dọc. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định mẫu trên cùng một hàng với mẫu không khả dụng có khoảng cách theo chiều ngang bằng nhau từ mẫu trên cùng một hàng mà tiếp giáp với đường biên dọc nhưng theo chiều ngược lại so với mẫu trên cùng một hàng mà tiếp giáp với đường biên dọc. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mẫu không khả dụng bằng các giá trị mẫu của mẫu khả dụng trên cùng một hàng có khoảng cách theo chiều ngang bằng nhau với mẫu không khả dụng theo chiều khác so với mẫu trên cùng một cột mà tiếp giáp với đường biên dọc theo chiều khác.

Theo ví dụ trên Fig.3B, trong hệ tọa độ $L[y, x]$, đã biết mẫu ở vị trí $L[y, -1]$ nằm ngoài đường biên trái 150A và do đó không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định khoảng cách theo chiều ngang giữa mẫu không khả dụng và mẫu trên cùng một hàng mà tiếp giáp với đường biên trái 150A ở vị trí $L[y, 0]$ làm khoảng cách theo chiều ngang của mẫu. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định rằng mẫu ở vị trí $L[y, 1]$ là mẫu ở trên cùng một hàng có khoảng cách theo chiều ngang bằng nhau theo chiều khác so với mẫu ở vị trí $L[y, 0]$ và có thể thay thế các giá trị mẫu của mẫu không khả dụng ở vị trí $L[y, -1]$ bằng các giá trị mẫu của mẫu ở vị trí $L[y, 1]$, qua đó thực hiện đệm đối xứng gương cho mẫu không khả dụng ở vị trí $L[y, -1]$.

Ví dụ, để tính toán giá trị gradient ngang cho mẫu 152M, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152M ở vị trí $L[y, 0]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient ngang. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều ngang với mẫu 150M làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152N ở vị trí $L[y, 1]$ ở ngay bên phải mẫu 152M theo chiều gradient ngang và mẫu lân cận 152O ở vị trí $L[y, -1]$ ở ngay bên trái mẫu 152M theo chiều gradient ngang.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3B, mẫu lân cận 152O ở ngay bên trái mẫu 152M ở vị trí $L[y, -1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trái 150A của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152O không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế mẫu không khả dụng 152O. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định rằng mẫu 152N ở vị trí $L[y, 1]$ là mẫu nằm trong đường biên trái 150A và ở trên cùng một hàng với mẫu không khả dụng 152O và có khoảng cách theo chiều dọc bằng với mẫu không khả dụng 152I theo chiều khác so với mẫu ở vị trí $L[y, 0]$ trên cùng một hàng mà tiếp giáp với đường biên trái 150A. Như vậy, mẫu 152O được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[y, 1]$, đây là mẫu 152N.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient chéo 45 độ cho mẫu 152P, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152P ở vị trí $L[y, 0]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient chéo 45 độ. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều gradient 45 độ với mẫu 152P làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152Q ở vị trí $L[y+1, 1]$ ở ngay phía dưới bên phải mẫu 152P theo chiều gradient chéo 45 độ và mẫu lân cận 152R ở vị trí $L[y-1, -1]$ ở ngay phía trên bên trái mẫu 152P theo chiều gradient chéo 45 độ.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3B, mẫu lân cận 152R ở ngay phía trên bên trái mẫu 152P ở vị trí $L[y-1, -1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trái 150A của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152R không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế mẫu không khả dụng 152R. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định rằng mẫu 154C ở vị trí $L[y-1, 1]$ là mẫu nằm trong đường biên trái 150A và ở trên cùng một hàng với mẫu không khả dụng 152R và có khoảng cách theo chiều dọc bằng với mẫu không khả dụng 152R theo chiều khác so với mẫu ở vị trí $L[y-1, 0]$ trên cùng một hàng mà tiếp giáp với đường biên trái 150A. Như vậy, mẫu 152R được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[y-1, 1]$, đây là mẫu 154C.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient chéo 135 độ cho mẫu 152S, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152S ở vị trí $L[y, 0]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient chéo 135 độ. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều gradient 135 độ với mẫu 152S làm mẫu trung tâm là mẫu lân

cận 152U ở vị trí $L[y-1, 1]$ ở ngay phía trên bên phải mẫu 152S theo chiều gradient chéo 135 độ và mẫu lân cận 152T ở vị trí $L[y+1, -1]$ ở ngay phía dưới bên trái mẫu 152S theo chiều gradient chéo 135 độ.

Tuy nhiên, như có thể thấy trên Fig.3B, mẫu lân cận 152T ở ngay phía dưới bên trái mẫu 152S ở vị trí $L[y+1, -1]$ có thể không khả dụng vì nó nằm ngoài đường biên trái 150A của khối 148. Theo các khía cạnh của sáng chế, đáp lại việc xác định rằng mẫu 152T không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế mẫu không khả dụng 152T. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định rằng mẫu 154D ở vị trí $L[y+1, 1]$ là mẫu nằm trong đường biên trái 150A và ở trên cùng một hàng với mẫu không khả dụng 152T và có khoảng cách theo chiều dọc bằng với mẫu không khả dụng 152T theo chiều khác so với mẫu ở vị trí $L[y+1, 0]$ trên cùng một hàng mà tiếp giáp với đường biên trái 150A. Như vậy, mẫu 152T được thay thế bằng mẫu ở vị trí $L[y+1, 1]$, đây là mẫu 154D.

Trong ví dụ khác, để tính toán giá trị gradient dọc cho mẫu 152V, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lấy mẫu 152V ở vị trí $L[y, 0]$ làm mẫu trung tâm trong số ba (3) mẫu liên tiếp theo chiều gradient dọc. Hai mẫu còn lại trong số ba mẫu liên tiếp theo chiều dọc với mẫu 152V làm mẫu trung tâm là mẫu lân cận 152W ở vị trí $L[y+1, 0]$ ở ngay dưới mẫu 152V theo chiều gradient dọc và mẫu lân cận 152X ở vị trí $L[y-1, 0]$ ở ngay trên mẫu 152V theo chiều gradient dọc. Vì tất cả các mẫu 152V-152X đều nằm trong khối 148 và không nằm ngoài đường biên trái 150A hoặc đường biên trên 150B, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể không phải thay thế mẫu bất kỳ trong số các mẫu 152V-152X để tính toán giá trị gradient dọc cho mẫu 152V.

Trong một số ví dụ, như được mô tả trên đây, để thực hiện ALF, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định phân loại cho các mẫu dựa ít nhất một phần vào các giá trị gradient cho các mẫu, như được xác định bằng cách sử dụng các kỹ thuật được mô tả trên Fig.3A và Fig.3B. Cụ thể, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để xác định một trong số nhiều loại ALF để áp dụng cho khối dữ liệu video (ví dụ, khối gồm các mẫu độ chói và/hoặc các mẫu sắc độ) dựa vào các giá trị gradient. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 được tạo cấu hình để áp dụng phân loại cho mỗi khối độ chói 4x4. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để phân loại mỗi khối 4x4 thành một trong 25 loại dựa

vào tính định hướng được xác định và giá trị được lượng tử hóa của hoạt động đối với khối để lựa chọn bộ lọc vòng lặp thích ứng cho mỗi khối. Chi tiết được mô tả sau đây.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để xác định phân loại của ALF cho khối dựa vào hướng 1D Laplacian của các mẫu của khối và hoạt động 2D Laplacian của các mẫu của khối cho mỗi khối độ chói 4×4 . Trong một ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để tính toán tổng của các gradient của mỗi mẫu khác trong cửa sổ 8×8 mà bao phủ khối độ chói 4×4 để xác định các giá trị gradient của khối. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để tính toán bốn giá trị gradient: giá trị gradient dọc được biểu thị là g_v , giá trị gradient ngang được biểu thị là g_h , giá trị gradient chéo 135 độ được biểu thị là g_{d1} , và giá trị gradient chéo 45 độ được biểu thị là g_{d2} .

Như được thể hiện trên Fig.4A, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán giá trị gradient (được biểu diễn trên Fig.4A là “D1”) cho các mẫu trong vùng 8×8 . Việc tính toán các giá trị gradient cho mẫu có thể bao gồm việc tính toán các giá trị cho mỗi gradient trong số gradient dọc, gradient ngang, gradient chéo 45 độ, và gradient chéo 135 độ cho mẫu.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video và bộ giải mã video 300 có thể tính toán các giá trị gradient cho tất cả các mẫu trong vùng 8×8 hoặc số lượng mẫu ít hơn tất cả các mẫu trong vùng 8×8 . Ví dụ, để tính toán các giá trị gradient cho số lượng mẫu ít hơn tất cả các mẫu trong vùng 8×8 , bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán giá trị gradient cho mọi mẫu khác trong vùng 8×8 , như được thể hiện trên Fig.4A, thay vì cho mọi mẫu trong vùng 8×8 . Việc xác định giá trị gradient cho số lượng mẫu ít hơn tất cả các mẫu (ví dụ, cho mọi mẫu khác) trong vùng 8×8 , vì ngược với việc xác định giá trị gradient cho mọi mẫu trong vùng 8×8 có thể, trong một số ví dụ, được gọi là “lấy mẫu con” và các giá trị gradient được xác định cho số lượng mẫu ít hơn tất cả các mẫu trong vùng 8×8 có thể được gọi là “các gradient được lấy mẫu con.”

Theo VVC hiện thời, khối 4×4 , chẳng hạn như khối 170, được minh họa có bóng mờ trên Fig.4A, gom các gradient được lấy mẫu con trong cửa sổ xung quanh 8×8 , như vùng 172. Các phần của vùng 172 nằm ngoài khối 170 được minh họa không có bóng mờ trên Fig.4A. Trong một ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 xác định hoạt động của khối 170 dưới dạng tổng của các gradient dọc và ngang trên vùng 172. Bộ mã hóa

video 200 và bộ giải mã video 300 lượng tử hóa giá trị này để tạo ra năm giá trị hoạt động. Ngoài ra, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 xác định chiều gradient tiêu biểu trong khối 170 bằng cách so sánh các gradient có hướng và thêm vào đó là cường độ hướng được xác định, điều này cho năm giá trị hướng. Cả hai đặc điểm cùng tạo ra 25 loại.

Tuy nhiên, các phần của vùng 172 nằm ngoài khối 170 có thể cũng vượt quá đường biên ngang hoặc đường biên dọc của khối 170 và do đó các gradient nằm ngoài đường biên ngang hoặc đường biên dọc của khối 170 có thể không khả dụng để xác định tổng của các gradient trên vùng 172. Ví dụ, các phần của vùng 172 nằm ngoài khối 170 nằm ở phía khác của đường biên ngang hoặc đường biên dọc so với khối 170 thì vượt quá đường biên ngang hoặc đường biên dọc. Ví dụ về các đường biên ngang và các đường biên dọc có thể bao gồm đường biên hình ảnh, đường biên lát, đường biên ô, đường biên nhóm ô và tương tự, như đã được thảo luận trong suốt bản mô tả sáng chế. Như vậy, các khía cạnh của sáng chế có thể áp dụng được cho các đường biên không phải của CTU, như đường biên hình ảnh (tức là, đường biên của khung dữ liệu video) hoặc đường biên ảo.

Một kỹ thuật có thể khắc phục vấn đề này bao gồm bước sử dụng các mẫu đệm để xác định các gradient cho các mẫu không khả dụng. Ví dụ, đối với mẫu A hiện thời trong khối 170, nếu bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 cần mẫu B nằm ở phía khác của ngang hoặc đường biên dọc so với mẫu A, thì bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế giá trị của mẫu B bằng mẫu gần mẫu B nhất ở phía của mẫu A trong khối 170. Các mẫu thay thế như vậy có thể được gọi là mẫu đệm. Tuy nhiên, các kỹ thuật này có thể có khả năng gây ra sự sụt giảm chất lượng chủ quan và/hoặc khách quan. Ví dụ, việc đệm có thể có khả năng gây ra sự không liên mạch cho dữ liệu video tái tạo mà có thể đã không xuất hiện nếu các giá trị mẫu thực đã được sử dụng.

Theo các khía cạnh của sáng chế, thay vì sử dụng các mẫu đệm để thay thế các gradient nằm ngoài các đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, thì các gradient đó được thay thế bằng gradient nằm trong các đường biên của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô. Trong một số ví dụ, các gradient nằm ngoài đường biên có thể được thay thế bằng các gradient nằm trong đường biên, ngay cả khi các gradient trong đường biên nằm ngoài khối 4x4 170.

Như được thể hiện trên Fig.4B, nếu gradient nằm ngoài đường biên ngang 174 của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, thì gradient gần nhất trên cùng một cột của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô được sử dụng. Cụ thể, các mẫu 160A-160H nằm ngoài đường biên ngang 174 vì các mẫu 160A-160H nằm ở phía khác của đường biên ngang 174 so với khối 170. Như vậy, các gradient cho các mẫu 160A-160H không khả dụng để phân loại khối 170 dựa ít nhất một phần vào việc gom các gradient được lấy mẫu con trong vùng xung quanh 8x8 172 của khối 170.

Theo các khía cạnh của sáng chế, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế các gradient trong vùng 172 nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient gần nhất trong cùng một cột trong vùng 172 nằm trong đường biên ngang 174 (tức là, ở cùng phía của đường biên ngang 174 với khối 170). Do đó, trong ví dụ trên Fig.4B, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế gradient cho mẫu 160A nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient cho mẫu 160I nằm trong đường biên ngang 174, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160I đến mẫu 160A. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế gradient cho mẫu 160E nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient cho mẫu 160K nằm trong đường biên ngang 174, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160K đến mẫu 160E.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế gradient cho mẫu 160B nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient cho mẫu 162A nằm trong đường biên ngang 174, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162A đến mẫu 160B. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160F nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient cho mẫu 162C nằm trong đường biên ngang 174, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162C đến mẫu 160F. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160C nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient cho mẫu 162B nằm trong đường biên ngang 174, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162B đến mẫu 160C. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160G nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient cho mẫu 162D nằm trong đường biên ngang 174, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162D đến mẫu 160G.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160D nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient cho mẫu 160J nằm trong đường biên

ngang 174, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160J đến mẫu 160D. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160H nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient cho mẫu 160L nằm trong đường biên ngang 174, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160L đến mẫu 160H.

Như được thể hiện trên Fig.4C, nếu gradient nằm ngoài đường biên dọc 176, thì gradient gần nhất trên cùng một hàng trong hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô được giới hạn bởi đường biên dọc 176 được sử dụng. Cụ thể, mẫu 160A, mẫu 160E, mẫu 160I, mẫu 160K, mẫu 160M, mẫu 160O, mẫu 160Q, và mẫu 160U nằm ngoài đường biên dọc 176 vì mẫu 160A, mẫu 160E, mẫu 160I, mẫu 160K, mẫu 160M, mẫu 160O, mẫu 160Q, và mẫu 160U nằm ở phía khác của đường biên dọc 176 so với khối 170. Như vậy, các gradient cho mẫu 160A, mẫu 160E, mẫu 160I, mẫu 160K, mẫu 160M, mẫu 160O, mẫu 160Q, và mẫu 160U không khả dụng để phân loại khối 170 dựa ít nhất một phần vào việc gộp các gradient được lấy mẫu con trong vùng xung quanh 8x8 172 của khối 170.

Theo các khía cạnh của sáng chế, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế các gradient trong vùng 172 nằm ngoài đường biên dọc 176 bằng gradient gần nhất trong cùng một hàng trong vùng 172 nằm trong đường biên dọc 176 (tức là, ở cùng phía của đường biên dọc 176 với khối 170). Do đó, trong ví dụ trên Fig.4C, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế gradient cho mẫu 160A nằm ngoài đường biên dọc 176 bằng gradient cho mẫu 160B nằm trong đường biên dọc 176, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160B đến mẫu 160A. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế gradient cho mẫu 160E nằm ngoài đường biên dọc 176 bằng gradient cho mẫu 160F nằm trong đường biên dọc 176, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160F đến mẫu 160E.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế gradient cho mẫu 160I nằm ngoài đường biên dọc 176 bằng gradient cho mẫu 162A nằm trong đường biên dọc 176, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162A đến mẫu 160I. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160K nằm ngoài đường biên dọc 176 bằng gradient cho mẫu 162C nằm trong đường biên dọc 176, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162C đến mẫu 160K. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160M nằm ngoài đường biên dọc 176 bằng gradient cho mẫu 162E nằm trong đường biên dọc 176, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu

162E đến mẫu 160M. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160O nằm ngoài đường biên dọc 176 bằng gradient cho mẫu 162G nằm trong đường biên dọc 176, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162G đến mẫu 160O.

Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160Q nằm ngoài đường biên dọc 176 bằng gradient cho mẫu 160R nằm trong đường biên dọc 176, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160R đến mẫu 160Q. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể thay thế gradient cho mẫu 160U nằm ngoài đường biên dọc 176 bằng gradient cho mẫu 160V nằm trong đường biên dọc 176, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160V đến mẫu 160U.

Trong ví dụ khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán các gradient bổ sung trong hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô để thay thế các gradient không khả dụng nằm ngoài hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô. Như đã nêu trên, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán gradient cho mọi mẫu khác trong vùng 8x8 172, bao gồm tính toán gradient cho mọi mẫu khác trong khối 170, qua đó tính toán các gradient cho tám trong số mười sáu mẫu trong khối 170. Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig.5B và Fig.5C, mỗi đường biên ngang 174 và đường biên dọc 176 có thể khiến cho tám gradient trong vùng 172 nằm ngoài đường biên ngang 174 hoặc đường biên dọc 176 trở nên không khả dụng. Như vậy, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế tám gradient không khả dụng bằng cách tính toán tám gradient bổ sung cho tám mẫu bổ sung trong khối 170.

Như được thể hiện trên Fig.4D, các mẫu 160A-160H nằm ngoài đường biên ngang 174 vì các mẫu 160A-160H nằm ở phía khác của đường biên ngang 174 so với khối 170. Như vậy, các gradient cho các mẫu 160A-160H không khả dụng để phân loại khối 170 dựa ít nhất một phần vào việc gom các gradient được lấy mẫu con trong vùng xung quanh 8x8 172 của khối 170.

Theo các khía cạnh của sáng chế, khi tính các giá trị gradient được lấy mẫu con, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế các gradient không khả dụng bằng cách tính tám gradient bổ sung cho tám mẫu trong khối 170. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán các gradient cho các mẫu 162I-162P trong

khối 170, và có thể sử dụng các gradient cho các mẫu 162I-162P thay cho các gradient không khả dụng cho các mẫu 160A-160H để thực hiện phân loại khối 170.

Tương tự, như được thể hiện trên Fig.4E, mẫu 160A, mẫu 160E, mẫu 160I, mẫu 160K, mẫu 160M, mẫu 160O, mẫu 160Q, và mẫu 160U nằm ngoài đường biên dọc 176 vì mẫu 160A, mẫu 160E, mẫu 160I, mẫu 160K, mẫu 160M, mẫu 160O, mẫu 160Q, và mẫu 160U nằm ở phía khác của đường biên dọc 176 so với khối 170. Như vậy, các gradient cho mẫu 160A, mẫu 160E, mẫu 160I, mẫu 160K, mẫu 160M, mẫu 160O, mẫu 160Q, và mẫu 160U không khả dụng để phân loại khối 170 dựa ít nhất một phần vào việc gộp các gradient được lấy mẫu con trong vùng xung quanh 8x8 172 của khối 170.

Theo các khía cạnh của sáng chế, khi tính các giá trị gradient được lấy mẫu con, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế các gradient không khả dụng bằng cách tính tám gradient bổ sung cho tám mẫu trong khối 170. Ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán các gradient cho các mẫu 162I-162P trong khối 170, và có thể sử dụng các gradient cho các mẫu 162I-162P thay cho các gradient không khả dụng cho mẫu 160A, mẫu 160E, mẫu 160I, mẫu 160K, mẫu 160M, mẫu 160O, mẫu 160Q, và mẫu 160U để thực hiện phân loại khối 170.

Trong ví dụ khác, nếu gradient nằm ngoài các đường biên, thì gradient gần nhất trên cùng chiều gradient trong hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô được sử dụng. Điều này có thể áp dụng được cho các gradient ngang, các gradient dọc và các gradient chéo.

Như được thể hiện trên Fig.4F, vùng 172 có thể bao gồm các gradient chéo 135 độ, được biểu thị là “D1”. Như vậy, các gradient nằm ngoài đường biên có thể được thay thế bằng gradient gần nhất theo cùng chiều chéo 135 độ.

Trên Fig.4F, đối với vùng 172 có đường biên ngang 174, các mẫu 160A-160H nằm ngoài đường biên ngang 174 vì các mẫu 160A-160H nằm ở phía khác của đường biên ngang 174 so với khối 170. Như vậy, các gradient cho các mẫu 160A-160H không khả dụng để phân loại khối 170 dựa ít nhất một phần vào việc gom các gradient được lấy mẫu con trong vùng xung quanh 8x8 172 của khối 170.

Theo các khía cạnh của sáng chế, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế các gradient trong vùng 172 nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient

gần nhất theo cùng một chiều gradient trong vùng 172 nằm trong đường biên ngang 174 (tức là, ở cùng phía của đường biên ngang 174 với khối 170).

Vì Fig.4F minh họa vùng 172 là có các gradient chéo 135 độ, mỗi gradient được biểu thị là “D1,” mỗi gradient không khả dụng cho các mẫu 160A-160H là các gradient chéo 135 độ, và bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mỗi gradient không khả dụng cho các mẫu 160A-160H bằng gradient khả dụng gần nhất theo các gradient chéo 135 độ.

Mẫu 162A theo cùng chiều chéo 135 độ với các mẫu 160A và 160E. Do đó, các gradient chéo 135 độ cho cả mẫu 160A và mẫu 160E có thể được thay thế bằng gradient chéo 135 độ cho mẫu 162A, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162A đến các mẫu 160A và 160E.

Mẫu 162B theo cùng chiều chéo 135 độ với các mẫu 160B và 160F. Do đó, các gradient chéo 135 độ cho cả mẫu 160B và mẫu 160F có thể được thay thế bằng gradient chéo 135 độ cho mẫu 162B, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162B đến các mẫu 160B và 160F.

Mẫu 160J theo cùng chiều chéo 135 độ với các mẫu 160C và 160G. Do đó, các gradient chéo 135 độ cho cả mẫu 160C và mẫu 160G có thể được thay thế bằng gradient chéo 135 độ cho mẫu 160J, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160J đến các mẫu 160C và 160G.

Như được thể hiện trên Fig.4G, vùng 172 còn có thể bao gồm các gradient chéo 45 độ, được biểu thị là “D2”. Như vậy, các gradient nằm ngoài đường biên có thể được thay thế bằng gradient gần nhất theo cùng chiều chéo 45 độ.

Trên Fig.4G, đối với vùng 172 có đường biên ngang 174, các mẫu 160A-160H nằm ngoài đường biên ngang 174 vì các mẫu 160A-160H nằm ở phía khác của đường biên ngang 174 so với khối 170. Như vậy, các gradient cho các mẫu 160A-160H không khả dụng để phân loại khối 170 dựa ít nhất một phần vào việc gom các gradient được lấy mẫu con trong vùng xung quanh 8x8 172 của khối 170.

Theo các khía cạnh của sáng chế, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế các gradient trong vùng 172 nằm ngoài đường biên ngang 174 bằng gradient

gần nhất theo cùng một chiều gradient trong vùng 172 nằm trong đường biên ngang 174 (tức là, ở cùng phía của đường biên ngang 174 với khối 170).

Vì Fig.4G minh họa vùng 172 là có các gradient chéo 45 độ, mỗi gradient được biểu thị là “D2”, mỗi gradient không khả dụng cho các mẫu 160A-160H là các gradient chéo 45 độ, và bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thay thế mỗi gradient không khả dụng cho các mẫu 160A-160H bằng gradient khả dụng gần nhất theo các gradient chéo 45 độ.

Mẫu 160I theo cùng chiều chéo 45 độ với các mẫu 160B và 160E. Do đó, các gradient chéo 45 độ cho cả mẫu 160B và mẫu 160E có thể được thay thế bằng gradient chéo 45 độ cho mẫu 160I, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160I đến các mẫu 160B và 160E.

Mẫu 162A theo cùng chiều chéo 45 độ với các mẫu 160C và 160F. Do đó, các gradient chéo 45 độ cho cả mẫu 160C và mẫu 160F có thể được thay thế bằng gradient chéo 45 độ cho mẫu 162A, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162A đến các mẫu 160C và 160F.

Mẫu 162B theo cùng chiều chéo 45 độ với các mẫu 160D và 160G. Do đó, các gradient chéo 45 độ cho cả mẫu 160D và mẫu 160G có thể được thay thế bằng gradient chéo 45 độ cho mẫu 162B, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 162B đến các mẫu 160D và 160G.

Mẫu 160J theo cùng chiều chéo 135 độ với mẫu 160H. Do đó, gradient chéo 45 độ cho mẫu 160H có thể được thay thế bằng gradient chéo 45 độ cho mẫu 160J, như được biểu thị bằng mũi tên chỉ từ mẫu 160J đến mẫu 160H.

Trong ví dụ khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tránh tính toán các gradient nằm ngoài hình ảnh/lát/ô/nhóm ô. Thay vào đó, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện phân loại khối 170 bằng cách sử dụng số lượng mẫu ít hơn tất cả các gradient được lấy mẫu con trong vùng 172.

Như được thể hiện trên Fig.4H, đối với vùng 172 có đường biên ngang 174, các mẫu 160A-160H nằm ngoài đường biên ngang 174 vì các mẫu 160A-160H nằm ở phía khác của đường biên ngang 174 so với khối 170. Như vậy, các gradient cho các mẫu 160A-160H không khả dụng để phân loại khối 170 dựa ít nhất một phần vào việc gom các gradient

được lấy mẫu con trong vùng xung quanh 8x8 172 của khối 170. Do đó, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tránh xác định các gradient cho các mẫu 160A-160H. Thay vào đó, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán các gradient cho các mẫu 160I-160X và các mẫu 162A-162H để phân loại khối 170.

Do số lượng gradient thay đổi, nên bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể chuẩn hóa lại việc tính toán hoạt động và phân loại. Cụ thể, vì bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 trong ví dụ trên Fig.4H không tính toán các gradient cho tám mẫu không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính toán các gradient cho 24 mẫu trong vùng 172 thay vì 32 mẫu.

Trong một ví dụ, để xác định các giá trị gradient (g), bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể được tạo cấu hình để xác định gradient dọc (g_v), gradient ngang (g_h), gradient chéo 135 độ (g_{d1}), và gradient chéo 45 độ (g_{d2}). Hơn nữa, để định tỷ lệ các giá trị gradient (g) dựa vào hệ số định tỷ lệ để tạo ra các giá trị gradient được định tỷ lệ (g'), bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể định tỷ lệ các giá trị gradient (g) bằng cách sử dụng phương trình sau: $g' = g / \text{num_available_samples} * \text{num_full_samples}$, trong đó $\text{num_available_samples}$ biểu diễn số lượng mẫu trong cửa sổ không được đệm (ví dụ số lượng mẫu khả dụng trong cửa sổ ở cùng phía của đường biên ảo với khối tái tạo), và num_full_sample biểu diễn tổng số lượng mẫu trong cửa sổ. Ví dụ, trong ví dụ trên Fig.4H, trong đó các gradient cho 8 mẫu không khả dụng, $\text{num_available_samples}$ có thể là 24 và num_full_samples có thể là 32.

Như được mô tả trên đây, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo, chẳng hạn như khối 170, dựa vào các gradient được lấy mẫu con được tính toán trong cửa sổ xung quanh, chẳng hạn như vùng 172, như được mô tả theo các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4H. Trong một ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể xác định tính định hướng và chỉ số hoạt động của khối dựa vào các gradient được lấy mẫu con được tính toán trong cửa sổ xung quanh, và có thể xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dựa vào tính định hướng và chỉ số hoạt động của khối.

Fig.5 minh họa ví dụ về bộ lọc vòng lặp thích ứng. Ví dụ, bộ lọc vòng lặp thích ứng làm ví dụ có thể được chọn bởi bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 dựa vào loại

của bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo, chẳng hạn như khối 170. Như được thể hiện trên Fig.5, bộ lọc 184 có thể là bộ lọc đối xứng, chẳng hạn như bộ lọc hình kim cương 7x7. Trong các ví dụ khác, các kỹ thuật có thể được áp dụng như nhau cho mọi bộ lọc đối xứng khác, chẳng hạn như bộ lọc hình kim cương 5x5, bộ lọc hình kim cương 9x9, và tương tự, bao gồm bộ lọc hình chữ nhật, bộ lọc hình bát giác, bộ lọc hình chữ thập, bộ lọc hình chữ X, bộ lọc hình chữ T, hoặc mọi bộ lọc đối xứng khác. Các hỗ trợ bộ lọc 180A của bộ lọc 184 tương ứng với các mẫu nằm trong đường biên ngang 182 và, do đó, có thể khả dụng trong khi các hỗ trợ bộ lọc 180B của bộ lọc 184 tương ứng với các mẫu nằm ngoài đường biên ngang 182 và, do đó, có thể không khả dụng.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể sử dụng bộ lọc bất đối xứng một phần để lọc các mẫu của khối dữ liệu video tái tạo. Trong trường hợp này, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể chỉ lọc các nhánh tương ứng với các mẫu khả dụng để lọc các mẫu, qua đó bỏ qua các nhánh bộ lọc có các mẫu tương ứng không khả dụng. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện chuẩn hóa lại do việc bỏ qua các nhánh bộ lọc có các mẫu tương ứng không khả dụng, như được mô tả dưới đây.

Theo các khía cạnh của sáng chế, bộ lập mã video có thể sử dụng các hỗ trợ bộ lọc khả dụng 180A của bộ lọc 184 làm bộ lọc bất đối xứng một phần mà bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể áp dụng cho các mẫu được tái tạo để tạo ra các mẫu được lọc, như một phần của việc thực hiện ALF. Bằng cách sử dụng các hỗ trợ bộ lọc khả dụng 180A của bộ lọc 184, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể bỏ qua các nhánh bộ lọc có các mẫu tương ứng không khả dụng, chẳng hạn như trong các hỗ trợ bộ lọc 180B. Bộ lọc một phần là bộ lọc không sử dụng một hoặc nhiều hệ số bộ lọc thường được dùng cho quá trình lọc. Theo cách này, bộ lọc có thể được tạo ra từ các mẫu khả dụng dùng cho các bộ lọc trong khi bỏ qua các nhánh bộ lọc có các mẫu tương ứng không khả dụng. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể chuẩn hóa lại bộ lọc bất đối xứng một phần.

Thông thường, các hệ số bộ lọc dành cho bộ lọc được chọn tổng thành một (nghĩa là các hệ số bộ lọc được chuẩn hóa) để không thêm hoặc bớt dữ liệu video qua việc áp dụng bộ lọc. Bằng cách bỏ qua hoặc loại bỏ các hệ số bộ lọc của bộ lọc được chọn để xác định bộ lọc một phần (cũng được gọi bằng thuật ngữ bộ lọc “một phần” vì việc loại bỏ một hoặc

nhiều hệ số bộ lọc ra khỏi bộ lọc được chọn ban đầu), kết quả là bộ lọc một phần thu được không được chuẩn hóa (nghĩa là các hệ số bộ lọc của bộ lọc một phần không tổng thành một). Kết quả là, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể chuẩn hóa lại nhiều hệ số bộ lọc được bao gồm trong bộ lọc một phần sao cho các hệ số bộ lọc tổng thành một, chẳng hạn như bằng cách định tỷ lệ mỗi hệ số bộ lọc trong bộ lọc một phần. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 khi đó có thể áp dụng bộ lọc một phần đã được chuẩn hóa lại ở gần đường biên của khối dữ liệu video thứ nhất để tạo ra khối dữ liệu video thứ nhất được lọc. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể lưu trữ khối dữ liệu video thứ nhất được lọc này để dùng làm dữ liệu video tham chiếu trong việc tái tạo các khối dữ liệu video khác. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể áp dụng bộ lọc được tạo ra cho, ví dụ, các mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, như trong khối 170 để tạo ra các mẫu được lọc.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể sử dụng kỹ thuật đệm mẫu đối xứng gương để thay thế các hệ số bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng bằng các hệ số bộ lọc tương ứng với các mẫu khả dụng. Trong đệm đối xứng gương, các hỗ trợ bộ lọc của bộ lọc tương ứng với (ví dụ, có cùng kích thước và cùng hình dạng, khi lật, với) các mẫu không khả dụng có thể được thay thế bằng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng của bộ lọc tương ứng với các mẫu khả dụng. Theo ví dụ trên Fig.5, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tạo ra bộ lọc đối xứng bằng cách thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế các hỗ trợ bộ lọc 180B bằng, ví dụ, các hỗ trợ bộ lọc 180C của bộ lọc 184 tương ứng với các mẫu khả dụng, do đó các hệ số bộ lọc trong các hỗ trợ bộ lọc 180C được sử dụng thay cho các hệ số bộ lọc của các hỗ trợ bộ lọc 180B. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể áp dụng bộ lọc được tạo ra cho, ví dụ, các mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, như trong khối 170 để tạo ra các mẫu được lọc.

Trong ví dụ khác, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể sử dụng bộ lọc đối xứng một phần để lọc khối dữ liệu video. Trong trường hợp này, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 không chỉ có thể bỏ qua các nhánh bộ lọc có các mẫu tương ứng không khả dụng, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 còn có thể bỏ qua một hoặc nhiều nhánh bộ lọc tương ứng với các mẫu khả dụng để tạo ra bộ lọc đối xứng một phần. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện chuẩn hóa lại do việc bỏ qua các nhánh bộ lọc, như được mô tả trên đây.

Fig.6 minh họa ví dụ về bộ lọc vòng lặp thích ứng. Như được thể hiện trên Fig.6, các hỗ trợ bộ lọc 190A của bộ lọc 194 nằm trong đường biên ngang 192 trong khi các hỗ trợ bộ lọc 190B của bộ lọc 194 nằm ngoài đường biên ngang 192 và, do đó, có thể không khả dụng. Theo các khía cạnh của sáng chế, bộ lập mã video có thể sử dụng các hỗ trợ bộ lọc khả dụng 190A của bộ lọc 194 để tạo ra bộ lọc đối xứng một phần. Cụ thể, bộ lập mã video có thể xác định phần đối xứng 190C của các hỗ trợ bộ lọc khả dụng 190A của bộ lọc 194 làm bộ lọc đối xứng một phần, chẳng hạn như bằng cách cắt xén các hỗ trợ bộ lọc 190D của các hỗ trợ bộ lọc khả dụng 190A từ bộ lọc 194, trong đó các hỗ trợ bộ lọc 190D của bộ lọc 194 tương ứng với (ví dụ, có cùng kích thước và cùng hình dạng, khi lật, với) các hỗ trợ bộ lọc không khả dụng 190B của bộ lọc 194. Ví dụ, trên Fig.6, mỗi mẫu trong 190B và 190D được thay thế bằng mẫu gần nhất trong 190C. Mẫu ở C1 được thay thế bằng mẫu ở C5, các mẫu ở C0 và C2 được thay thế bằng mẫu ở C6, và mẫu ở C3 được thay thế bằng mẫu ở C7.

Theo cách này, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tạo ra bộ lọc từ các mẫu khả dụng cho các bộ lọc trong khi bỏ qua các nhánh bộ lọc có các mẫu tương ứng không khả dụng. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể chuẩn hóa lại bộ lọc đối xứng một phần, sao cho, ví dụ, các hệ số bộ lọc của bộ lọc đối xứng một phần tổng thành một. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể áp dụng bộ lọc được tạo ra cho, ví dụ, các mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, như trong khối 170 để tạo ra các mẫu được lọc.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể thực hiện lọc dữ liệu video bao gồm bước cộng tổng có trọng số. Cụ thể, cộng tổng có trọng số là quy trình tính giá trị trung bình có trọng số được thêm vào sau quá trình lọc cho các mẫu sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng (ví dụ, các mẫu nằm ngoài hình ảnh/lát/ô/nhóm ô, như được mô tả xuyên suốt sáng chế) trong khi lọc. Mẫu xuất ALF cuối cùng là giá trị trung bình được gán trọng số của mẫu được lọc và mẫu nhập ALF (ví dụ, lần lượt là mẫu sau khi ALF và mẫu của khối dữ liệu video tái tạo trước khi ALF). Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể áp dụng (tức là, nhân) trọng số thứ nhất cho giá trị mẫu của mẫu của khối dữ liệu video tái tạo trước khi ALF và có thể áp dụng (tức là, nhân) trọng số thứ hai cho giá trị mẫu của mẫu sau khi ALF, trong đó hai trọng số tổng thành một. Bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể tính tổng hai mẫu được

gán trọng số, chia tổng này cho hai để xác định giá trị trung bình được gán trọng số cho mẫu.

Trong một ví dụ, trọng số cho mẫu được lọc có thể được gán cố định cho tất cả các mẫu. Ví dụ, khi trọng số thứ nhất được đặt cố định là giá trị thứ nhất và trọng số thứ hai được đặt cố định là giá trị thứ hai cho tất cả các mẫu, và trong đó hai trọng số tổng thành một, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể, đối với mỗi mẫu, áp dụng trọng số thứ nhất cho giá trị mẫu của mẫu trước khi ALF và áp dụng trọng số thứ hai cho giá trị mẫu của mẫu sau khi ALF, tính tổng hai mẫu được gán trọng số, và chia tổng này cho hai để tạo ra giá trị cuối cùng cho mẫu.

Trong ví dụ khác, trọng số cho mẫu được lọc có thể phụ thuộc vào số lượng mẫu không khả dụng được sử dụng trong quá trình lọc. Càng nhiều mẫu không khả dụng được sử dụng trong quá trình lọc thì trọng số càng lớn được áp dụng cho mẫu của khối dữ liệu video tái tạo trước khi ALF so với trọng số được áp dụng cho cùng mẫu đó sau khi ALF. Ví dụ, nếu không có mẫu không khả dụng được sử dụng trong quá trình lọc mẫu trong khi ALF, trọng số thứ nhất sẽ được áp dụng cho mẫu trước khi ALF có thể bằng không, và trọng số thứ hai sẽ được áp dụng cho mẫu sau khi ALF có thể bằng một. Mặt khác, trọng số thứ nhất có thể tăng theo số lượng mẫu không khả dụng được sử dụng trong quá trình lọc cho mẫu, và trọng số thứ hai có thể giảm tương ứng theo số lượng mẫu không khả dụng được sử dụng trong quá trình lọc.

Trong ví dụ khác, trọng số dành cho mẫu được lọc có thể được báo hiệu thích hợp, chẳng hạn như ở mức chuỗi /hình ảnh/lát/ô/nhóm ô/CTU. Ví dụ, bộ mã hóa 200 có thể báo hiệu thích hợp cả trọng số thứ nhất và trọng số thứ hai cho bộ giải mã 300, chẳng hạn như ở mức chuỗi /hình ảnh/lát/ô/nhóm ô/CTU.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể vô hiệu hóa có điều kiện việc lọc cho các mẫu sử dụng các mẫu không khả dụng (ví dụ, các mẫu nằm ngoài hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô) để lọc. Trong một ví dụ, đối với mẫu cần lọc hiện thời, nếu tổng tuyệt đối của các hệ số tương ứng với các mẫu không khả dụng lớn hơn ngưỡng nhân tổng tuyệt đối của các hệ số tương ứng với các mẫu khả dụng, thì khi đó bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300 có thể vô hiệu hóa bộ lọc đối với mẫu hiện thời. Ngưỡng này có thể là cố định, được xác định thích hợp, hoặc được báo hiệu (ví dụ, trong

dòng bit do bộ mã hóa video 200 truyền đến bộ giải mã video 300). Các ví dụ về ngưỡng này bao gồm 0,6 hoặc có thể là giá trị thích hợp bất kỳ, chẳng hạn như giữa 0 và 1.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ mã hóa video 200 có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.7 được đưa ra nhằm mục đích giải thích và không được coi là làm giới hạn các kỹ thuật như được minh họa và mô tả rộng rãi trong sáng chế. Với mục đích giải thích, sáng chế mô tả bộ mã hóa video 200 theo các kỹ thuật của JEM, VVC (ITU-T H.266, đang phát triển), và HEVC (ITU-T H.265). Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện bởi các thiết bị mã hóa video được tạo cấu hình theo các chuẩn lập mã video khác.

Theo ví dụ trên Fig.7, bộ mã hóa video 200 bao gồm bộ nhớ dữ liệu video 230, đơn vị chọn chế độ 202, đơn vị tạo dữ liệu 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. Bất kỳ hoặc tất cả trong số bộ nhớ dữ liệu video 230, đơn vị chọn chế độ 202, đơn vị tạo dữ liệu 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, DPB 218 và đơn vị mã hóa entropy 220 có thể được triển khai trong một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc trong mạch xử lý. Ví dụ, các đơn vị của bộ mã hóa video 200 có thể được triển khai dưới dạng một hoặc nhiều mạch hoặc các phần tử logic là một phần của mạch phần cứng, hoặc là một phần của bộ xử lý, ASIC, của FPGA. Hơn nữa, bộ mã hóa video 200 có thể bao gồm bộ xử lý hoặc mạch xử lý bổ sung hoặc thay thế để thực hiện các chức năng này và các chức năng khác. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể là một phần của máy ảnh, máy tính, thiết bị di động, thiết bị thu phát quảng bá hoặc đầu thu giải mã tín hiệu.

Bộ nhớ dữ liệu video 230 có thể lưu trữ dữ liệu video cần được mã hóa bởi các thành phần của bộ mã hóa video 200. Bộ mã hóa 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 lưu trữ dữ liệu video tham chiếu để sử dụng trong 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 thành bởi thiết bị 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 loại 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 bộ phận khác của bộ mã hóa video 200, như được minh họa, hoặc ngoài chip so với các bộ phận này.

Theo sáng chế, 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, việc đề cập đến 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 cung cấp bộ lưu trữ tạm thời các đầu ra từ các đơn vị khác nhau của bộ mã hóa video 200.

Các đơn vị khác nhau trên Fig.7 được minh họa để giúp hiểu các hoạt động được thực hiện bởi bộ mã hóa video 200. Các đơn vị có thể được triển khai dưới dạng các mạch chức năng cố định, các mạch lập trình được, hoặc sự kết hợp của chúng. Các mạch chức năng cố định đề cập đến các mạch cung cấp chức năng cụ thể, và được cài đặt trước đối với các hoạt động có thể được thực hiện. Các mạch lập trình được đề cập đến các mạch có thể được lập trình để thực hiện các tác vụ khác nhau, và cung cấp chức năng linh hoạt trong các hoạt động 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 thông số hoặc xuất ra các thông số), nhưng các loại hoạt động mà các mạch chức năng cố định thực hiện nói chung là không thể biến đổi. Trong một số ví dụ, một hoặc nhiều đơn vị có thể là các khối mạch riêng biệt (có chức năng cố định hoặc có thể lập trình được), và trong 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 thành 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 các lệnh (ví dụ, mã đối tượng) của phần mềm mà bộ mã hóa video 200 nhận và thực thi, hoặc 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 truy hồi hình ảnh của dữ liệu video từ bộ nhớ dữ liệu video 230 và cung cấp dữ liệu video cho đơn vị tạo dữ liệu 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 ảnh 226. Đơn vị chọn chế độ 202 có thể bao gồm các đơn vị 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 nội khối (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 tổ hợp của các thông số mã hóa và các giá trị tốc độ-biến dạng thu được cho các tổ hợp như vậy. Các thông 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 thông 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 thông số mã hóa có giá trị tốc độ-biến dạng tốt hơn các tổ hợp đã kiểm tra khác.

Bộ mã hóa video 200 có thể phân chia hình ảnh được truy 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 phân 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 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 ảnh 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 ảnh 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 phù hợp trong một hoặc nhiều hình ảnh tham chiếu (ví dụ, một hoặc nhiều hình ảnh được lập mã 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 mức độ tương tự của khối tham chiếu tiềm năng với khối hiện thời, ví dụ, theo 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 difference - 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 chênh lệch theo 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 khớp nhất với khối hiện thời.

Đơn vị ước lượng chuyển động 222 có thể tạo ra một hoặc nhiều vector chuyển động (MV) mà xác định các vị trí của các khối tham chiếu trong hình ảnh 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 ảnh 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 ảnh 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 truy hồi dữ liệu của khối tham chiếu bằng cách sử dụng vector chuyển động. Theo 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 ảnh hai chiều, đơn vị bù chuyển động 224 có thể truy hồi dữ liệu cho hai khối tham chiếu được xác định bởi các vector chuyển động tương ứng và kết hợp dữ liệu đã truy hồi, ví dụ, qua phép lấy trung bình từng mẫu hoặc lấy trung bình có trọng số.

Theo một ví dụ khác, đối với dự đoán nội hình ảnh hoặc lập mã dự đoán nội hình ảnh, đơn vị dự đoán nội hình ảnh 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 ảnh 226 thường có thể kết hợp toán học các giá trị của các mẫu lân cận và gán các giá trị được tính

toán này theo hướng xác định trên khối hiện thời để tạo ra khối dự đoán. Theo một ví dụ khác, đối với chế độ DC, đơn vị dự đoán nội hình ảnh 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.

Đơn vị chọn chế độ 202 cung cấp khối dự đoán cho đơn vị tạo dữ liệu dư 204. Đơn vị tạo dữ liệu 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 dữ liệu dư 204 tính toán các chênh lệch theo từng mẫu giữa khối hiện thời và khối dự đoán. Các chênh lệch theo từng mẫu thu được xác định khối dư cho khối hiện thời. Theo một số ví dụ, đơn vị tạo dữ liệu 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 vi sai phân dư (residual differential pulse code modulation - RDPCM). Theo một số ví dụ, đơn vị tạo dữ liệu dư 204 có thể được tạo bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mạch trừ thực hiện phép trừ nhị phân.

Trong các ví dụ mà đơn vị chọn chế độ 202 phân 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 kích thước khác nhau. Như nêu trên đây, kích thước của CU có thể được dùng để chỉ kích thước của khối lập mã 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 $N \times N$ để dự đoán nội hình ảnh, 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 ảnh. 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 ảnh.

Trong các ví dụ mà đơn vị chọn chế độ 202 không phân chia thêm CU thành các PU, mỗi CU có thể được kết hợp với một khối lập mã độ chói và các khối lập mã sắc độ tương ứng. Như nêu trên đây, kích thước của CU có thể là kích thước của khối lập mã 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 lập mã video khác, như lập mã chế độ sao chép nội khối, lập mã chế độ afin, và lập mã chế độ mô hình tuyến tính (LM), theo một số ví dụ, đơn vị chọn

chế độ 202, qua các đơn vị tương ứng liên quan đến các kỹ thuật lập mã, tạo ra khối dự đoán cho khối hiện thời đang được mã hóa. Theo một số ví dụ, như kỹ thuật lập mã 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 cần được mã hóa.

Như mô tả trên đây, đơn vị tạo dữ liệu dư 204 nhận dữ liệu video cho khối hiện thời và khối dự đoán tương ứng. Sau đó, đơn vị tạo dữ liệu dư 204 tạo ra khối dư cho khối hiện thời. Để tạo ra khối dư, đơn vị tạo dữ liệu dư 204 tính toán các 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 thông 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 biến đổi 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 lần lượt áp dụng 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 khối tái tạo tương ứng với khối hiện thời (mặc dù có khả năng bị biến dạng 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 SAO, GALF, ALF, và/hoặc tách khối trên các khối lập mã tái tạo đi kèm với CU. Ví dụ, đơn vị lọc 216 có thể thực hiện các hoạt động tách khối để giảm các thành phần lạ 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.

Cụ thể, đơn vị lọc 216 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật ALF và GALF theo sáng chế được mô tả trên đây. Ví dụ, đơn vị lọc 216 có thể được tạo cấu hình để xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối lập mã tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo, xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối lập mã tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu, và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối lập mã tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 216 có thể được tạo cấu hình để xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối lập mã tái tạo, cửa sổ này bao gồm các mẫu của khối dữ liệu video tái tạo và các mẫu bao quanh khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng, như theo các kỹ thuật của sáng chế, và để xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối lập mã tái tạo dựa ít nhất một phần vào các giá trị gradient xác định được cho cửa sổ. Việc này có thể, ví dụ, bao gồm bước thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối lập mã tái tạo, như theo các kỹ thuật của sáng chế.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 216 có thể được tạo cấu hình để tránh bao gồm các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô trong các giá trị gradient cho cửa sổ, trong đó một

trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo. Đơn vị lọc 216 có thể chuẩn hóa các giá trị gradient cho cửa sổ do không bao gồm các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ trong các giá trị gradient cho cửa sổ.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 216 có thể được tạo cấu hình để, đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, xác định bộ lọc một phần từ bộ lọc vòng lặp thích ứng không sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, trong đó bộ lọc một phần bao gồm một trong số: bộ lọc bất đối xứng một phần hoặc bộ lọc đối xứng một phần. Trong các ví dụ khác, đơn vị lọc 216 có thể được tạo cấu hình để, đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 216 có thể được tạo cấu hình để vô hiệu hóa có điều kiện việc lọc mẫu cụ thể của khối lập mã tái tạo dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số: liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm bước thực hiện một hoặc nhiều phép tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm bước xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên, hay không.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 216 có thể được tạo cấu hình để xác định giá trị trung bình được gán trọng số của mẫu cụ thể trong khối tái tạo và mẫu của khối dữ liệu video được lọc dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số: liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm bước thực hiện một hoặc nhiều phép tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm bước xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên, hay không.

Bộ mã hóa video 200 lưu trữ các khối tái tạo vào DPB 218. Chẳng hạn, trong các ví dụ mà không cần đến các 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 cần đến các hoạt động của đơn vị lọc 216, đơn vị lọc 216 có thể lưu trữ các khối tái tạo đã được lọc vào DPB 218. Đơn vị ước lượng chuyển động 222 và đơn vị bù chuyển động 224 có thể truy hồi hình ảnh tham chiếu từ DPB 218, được tạo thành từ các khối tái tạo (và có thể được lọc), để dự đoán liên hình ảnh các khối của các hình ảnh được mã hóa sau đó. Ngoài ra, đơn vị dự đoán nội hình ảnh 226 có thể sử dụng các khối tái tạo trong DPB 218 của hình ảnh hiện thời để dự đoán nội hình ảnh 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 ảnh hoặc thông tin chế độ nội hình ảnh để dự đoán nội hình ảnh) từ đơn vị chọn chế độ 202. Đơn vị mã hóa entropy 220 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động mã hóa entropy trên các phần tử cú pháp, đây 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 hoạt động lập mã có độ dài thay đổi thích ứng theo ngữ cảnh (context-adaptive variable length coding - CAVLC), hoạt động CABAC, hoạt động lập mã có độ dài biến số đến biến số (variable-to-variable - V2V), hoạt động lập mã số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding - SBAC), hoạt động lập mã entropy phân chia khoảng xác suất (Probability Interval Partitioning Entropy - PIPE), hoạt động mã hóa hàm mũ- Golomb, hoặc một kiểu hoạt động 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 được 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 lập mã độ chói và/hoặc các khối lập mã sắc độ.

Như được mô tả trên đây, trong một số ví dụ, khối lập mã độ chói và các khối lập mã sắc độ là các thành phần độ chói và sắc độ của CU. Trong một số ví dụ, khối lập mã độ chói và các khối lập mã 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 lập mã độ chói không cần được lặp lại đối với các khối lập mã sắc độ. Ví dụ, các hoạt động để xác định vectơ chuyển động (MV) và hình ảnh tham chiếu cho khối lập mã độ chói không cần được lặp lại để xác định MV và hình ảnh tham chiếu cho các khối sắc độ. Thay vào đó, MV cho khối lập mã 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. Theo một ví dụ khác, quy trình dự đoán nội hình ảnh có thể giống nhau đối với khối lập mã độ chói và các khối lập mã sắc độ.

Bộ mã hóa video 200 biểu diễn 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 được triển khai trong mạch và được tạo cấu hình để tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo, xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo, xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu, và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ giải mã video 300 có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.8 được đưa ra nhằm mục đích giải thích và không giới hạn các kỹ thuật như được minh họa và mô tả rộng rãi trong sáng chế.

Theo ví dụ trên Fig.4, bộ giải mã video 300 bao gồm bộ đệm hình ảnh lập mã (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 (DPB) 314. Bất kỳ hoặc tất cả trong số bộ nhớ 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 DPB 314 có thể được triển khai trong một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc trong mạch xử lý. Ví dụ, các đơn vị của bộ giải mã video 300 có thể được triển khai dưới dạng một hoặc nhiều mạch hoặc các phần tử

logic là một phần của mạch phần cứng, hoặc là một phần của bộ xử lý, ASIC, của FPGA. Hơn nữa, bộ giải mã video 300 có thể bao gồm bộ xử lý hoặc mạch xử lý bổ sung hoặc thay thế để thực hiện các chức năng này và các chức năng khác. Trong một số ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể là một phần của máy ảnh, máy tính, thiết bị di động, thiết bị thu phát quảng bá hoặc đầu thu giải mã tín hiệu.

Đơn vị xử lý dự đoán 304 bao gồm đơn vị bù chuyển động 316 và đơn vị dự đoán nội hình ảnh 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 nội khối (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 thành phần chức năng hơn, ít thành phần chức năng hơn hoặc bao gồm các thành phần chức năng khác.

Bộ nhớ CPB 320 có thể lưu trữ dữ liệu video, ví dụ như dòng bit dữ liệu 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 bộ đệm 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 được lập mã, 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 và DPB 314 có thể được tạo thành bởi thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị nhớ, như DRAM, bao gồm SDRAM, MRAM, RRAM, hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ CPB 320 và DPB 314 có thể được tạo ra 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 bộ phận khác của bộ giải mã video 300, hoặc không nằm trên chip so với các bộ phận đó.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, trong một số ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể truy hồi dữ liệu video được lập mã 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 triển khai trong phần mềm được thực thi bởi mạch xử lý của bộ giải mã video 300.

Các đơn vị khác nhau được thể hiện trên Fig.8 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 triển khai dưới dạng các mạch chức năng cố định, các mạch lập trình được, hoặc sự kết hợp của chúng. Tương tự với Fig.7, các mạch chức năng cố định đề cập đến các mạch cung cấp chức năng cụ thể, và được cài đặt trước đối với các hoạt động có thể được thực hiện. Các mạch lập trình được đề cập đến các mạch có thể được lập trình để thực hiện các tác vụ khác nhau, và cung cấp chức năng linh hoạt trong các hoạt động 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 thông số hoặc xuất ra các thông số), nhưng các loại hoạt động mà các mạch chức năng cố định thực hiện nói chung là không thể biến đổi. Trong một số ví dụ, một hoặc nhiều đơn vị có thể là các khối mạch riêng biệt (có chức năng cố định hoặc có thể lập trình được), và trong 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 bộ đệm 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 hoạt động tái tạo trên từng khối riêng (trong đó khối hiện đang được tái tạo, tức là được 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 thông 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 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 biến đổi.

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 ảnh, 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 ảnh tham chiếu trong DPB 314 để truy hồi khối tham chiếu từ đó, cũng như vectơ chuyển động xác định vị trí của khối tham chiếu trong hình ảnh tham chiếu so với vị trí của khối hiện thời trong hình ảnh hiện thời. Đơn vị bù chuyển động 316 thường có thể thực hiện quy trình dự đoán liên hình ảnh theo cách thức về cơ bản tương tự như quy trình được mô tả liên quan đến đơn vị bù chuyển động 224 (Fig.7).

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 ảnh, thì đơn vị dự đoán nội hình ảnh 318 có thể tạo ra khối dự đoán theo chế độ dự đoán nội hình ảnh được biểu thị bởi các phần tử cú pháp thông tin dự đoán. Mặt khác, đơn vị dự đoán nội hình ảnh 318 thường có thể thực hiện quy trình dự đoán nội hình ảnh theo cách thức về cơ bản tương tự như quy trình được mô tả liên quan

đến đơn vị dự đoán nội hình ảnh 226 (Fig.7). Đơn vị dự đoán nội hình ảnh 318 có thể truy hồi dữ liệu của các mẫu lân cận cho 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 tách khối để giảm các thành phần lạ hình khối dọc theo các cạnh của khối tái tạo. Các hoạt động của đơn vị lọc 312 không cần thiết được thực hiện trong tất cả các ví dụ. Cụ thể, đơn vị lọc 312 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật ALF và GALF theo sáng chế được mô tả trên đây. Ví dụ, đơn vị lọc 312 có thể được tạo cấu hình để xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối lập mã tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo, xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối lập mã tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu, và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối lập mã tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 312 có thể được tạo cấu hình để xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối lập mã tái tạo, cửa sổ này bao gồm các mẫu của khối dữ liệu video tái tạo và các mẫu bao quanh khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng, như theo các kỹ thuật của sáng chế, và để xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối lập mã tái tạo dựa ít nhất một phần vào các giá trị gradient xác định được cho cửa sổ. Việc này có thể, ví dụ, bao gồm bước thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối lập mã tái tạo, như theo các kỹ thuật của sáng chế.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 312 có thể được tạo cấu hình để tránh bao gồm các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô trong các giá trị gradient cho cửa sổ, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo. Đơn vị lọc 216

có thể chuẩn hóa các giá trị gradient cho cửa sổ do không bao gồm các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ trong các giá trị gradient cho cửa sổ.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 312 có thể được tạo cấu hình để, đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, xác định bộ lọc một phần từ bộ lọc vòng lặp thích ứng không sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, trong đó bộ lọc một phần bao gồm một trong số: bộ lọc bất đối xứng một phần hoặc bộ lọc đối xứng một phần. Trong các ví dụ khác, đơn vị lọc 216 có thể được tạo cấu hình để, đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 312 có thể được tạo cấu hình để vô hiệu hóa có điều kiện việc lọc mẫu cụ thể của khối lập mã tái tạo dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số: liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm bước thực hiện một hoặc nhiều phép tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm bước xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên, hay không.

Trong một số ví dụ, đơn vị lọc 312 có thể được tạo cấu hình để xác định giá trị trung bình được gán trọng số của mẫu cụ thể trong khối tái tạo và mẫu của khối dữ liệu video được lọc dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số: liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm bước thực hiện một hoặc nhiều phép tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm bước xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên, hay không.

Bộ giải mã video 300 có thể lưu trữ các khối tái tạo vào DPB 314. Ví dụ, trong các ví dụ mà không thực hiện các hoạt động của đơn vị lọc 312, đơn vị tái tạo 310 có thể lưu

trữ các khối tái tạo vào DPB 314. Trong các ví dụ mà thực hiện các hoạt động của đơn vị lọc 312, đơn vị lọc 312 có thể lưu trữ các khối tái tạo đã lọc 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 ảnh và các hình ảnh được 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 được giải mã (ví dụ, video được 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 biểu diễn ví dụ về 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 mạch và được tạo cấu hình để tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo, xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo, xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu, và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

Fig.9 minh họa một phương án thực hiện làm ví dụ của đơn vị lọc để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Các bộ lọc 216 và 312 có thể thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế, có thể kết hợp với các thành phần khác của bộ mã hóa video 200 hoặc bộ giải mã video 300. Theo ví dụ trên Fig.9, đơn vị lọc 216 và đơn vị lọc 312 bao gồm bộ lọc tách khối 342, bộ lọc SAO 344, và bộ lọc ALF/GLAF 346. Ví dụ, bộ lọc SAO 344 có thể được tạo cấu hình để xác định các giá trị độ lệch cho các mẫu của khối.

Đơn vị lọc 216 và đơn vị lọc 312 có thể có ít bộ lọc hơn và/hoặc có thể có thêm bộ lọc. Ngoài ra, các bộ lọc cụ thể được thể hiện trên Fig.9 có thể được triển khai theo trình tự khác. Các bộ lọc vòng lặp khác (trong vòng lặp lặp mã hoặc sau vòng lặp lặp mã) cũng có thể được dùng để dịch chuyển mẫu tron tru hoặc theo cách khác cải thiện chất lượng video.

Bộ lọc tách khối 342 có thể được tạo cấu hình để thực hiện lọc tách khối cho khối dữ liệu video tái tạo. Bộ lọc SAO 344 có thể được tạo cấu hình để thực hiện lọc SAO cho khối dữ liệu video tái tạo được tách khối mà được xuất ra bởi bộ lọc tách khối 342. Bộ lọc

ALF/GALF 346 có thể được tạo cấu hình để thực hiện ALF hoặc GALF cho khối dữ liệu video tái tạo được lọc SAO và tách khối mà được xuất ra bởi bộ lọc SAO 344.

Cụ thể, bộ lọc ALF/GALF 346 có thể được tạo cấu hình để xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo được lọc SAO và tách khối, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo, xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo được lọc SAO và tách khối dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu, và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo được lọc SAO và tách khối để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

Trong một số ví dụ, bộ lọc ALG/GALF 346 có thể được tạo cấu hình để xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối dữ liệu video tái tạo được lọc SAO và tách khối, cửa sổ này bao gồm các mẫu của khối dữ liệu video tái tạo và các mẫu bao quanh khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng, như theo các kỹ thuật của sáng chế, và để xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo được lọc SAO và tách khối dựa ít nhất một phần vào các giá trị gradient xác định được cho cửa sổ. Việc này có thể, ví dụ, bao gồm bước thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo được lọc SAO và tách khối, như theo các kỹ thuật của sáng chế.

Trong một số ví dụ, bộ lọc ALG/GALF 346 có thể được tạo cấu hình để tránh bao gồm các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô trong các giá trị gradient cho cửa sổ, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo. Bộ lọc ALG/GALF 346 có thể chuẩn hóa các giá trị gradient cho cửa sổ do không bao gồm các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ trong các giá trị gradient cho cửa sổ.

Trong một số ví dụ, bộ lọc ALG/GALF 346 có thể được tạo cấu hình để, đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, xác định bộ lọc một phần từ bộ lọc vòng lặp thích ứng không sử dụng các hỗ trợ bộ

lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, trong đó bộ lọc một phần bao gồm một trong số: bộ lọc bất đối xứng một phần hoặc bộ lọc đối xứng một phần. Trong các ví dụ khác, bộ lọc ALG/GALF 346 có thể được tạo cấu hình để, đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng.

Trong một số ví dụ, bộ lọc ALG/GALF 346 có thể được tạo cấu hình để vô hiệu hóa có điều kiện việc lọc một mẫu cụ thể của khối dữ liệu video tái tạo được lọc SAO và tách khối dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số: liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm bước thực hiện một hoặc nhiều phép tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm bước xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên, hay không.

Trong một số ví dụ, bộ lọc ALG/GALF 346 có thể được tạo cấu hình để xác định giá trị trung bình được gán trọng số của mẫu cụ thể trong khối tái tạo và mẫu của khối dữ liệu video được lọc dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số: liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm bước thực hiện một hoặc nhiều phép tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm bước xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên, hay không.

Sau đó, các khối video được giải mã trong khung hoặc hình ảnh cho trước được lưu trữ trong DPB 314, bộ đệm này lưu trữ các hình ảnh tham chiếu dùng cho hoạt động bù chuyển động tiếp theo. DPB 314 có thể là một phần của hoặc tách rời với bộ nhớ bổ sung lưu trữ video đã giải mã để sau đó trình diễn trên thiết bị hiển thị, như thiết bị hiển thị 118 trên Fig.1.

Fig.10 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp giải mã khối dữ liệu video hiện thời. Khối hiện thời có thể bao gồm CU hiện thời. Mặc dù được mô tả liên quan đến bộ

giải mã video 300 (Fig.1 và Fig.8), nhưng cần hiểu rằng các thiết bị khác có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp tương tự như phương pháp trên Fig.10.

Bộ giải mã video 300 có thể nhận dữ liệu được mã hóa entropy cho khối hiện thời, chẳng hạn như thông tin dự đoán được mã hóa entropy và dữ liệu được 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 để 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 ảnh hoặc liên hình ảnh như được chỉ báo bởi thông tin dự đoán cho khối hiện thời, để tính toán khối dự đoán cho khối hiện thời. 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 đã lượng tử hóa. Sau đó, bộ giải mã video 300 có thể lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược các hệ số biến đổi 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).

Trong một số ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể thực hiện việc lọc khối được giải mã, chẳng hạn như lọc tách khối, lọc SAO, và lọc ALF. Ví dụ, như một phần của việc thực hiện lọc ALF, bộ giải mã video 300 có thể xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối lập mã tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu tái tạo, xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối lập mã tái tạo dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được cho mẫu, và áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối lập mã tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc.

Trong một số ví dụ, như một phần của việc thực hiện lọc ALF, bộ giải mã video 300 có thể xác định các giá trị gradient cho cửa sổ che phủ khối lập mã tái tạo, cửa sổ này bao gồm các mẫu của khối dữ liệu video tái tạo và các mẫu bao quanh khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng, như theo các kỹ thuật của sáng chế, và để xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối lập mã tái tạo dựa ít nhất một phần vào các giá trị gradient xác định được cho cửa sổ. Việc này có thể, ví dụ, bao gồm bước thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng một

hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối lập mã tái tạo, như theo các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.11 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp lập mã dữ liệu video. Phương pháp có thể được thực hiện bởi bộ mã hóa video 200 (Fig.1 và Fig.7) và/hoặc bộ giải mã video 300 (Fig.1 và Fig.8). Mặc dù sáng chế được mô tả theo bộ mã hóa video 200 và bộ giải mã video 300, 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.11. Trong một số ví dụ, các kỹ thuật trên Fig.11 có thể được thực hiện bởi đơn vị lọc 216 trên Fig.7 và/hoặc đơn vị lọc 312 trên Fig.8. Trong các ví dụ khác, các kỹ thuật trên Fig.11 có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều đơn vị cấu trúc khác của bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300.

Theo ví dụ trên Fig.11, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối tái tạo 170 của dữ liệu video (400). Ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể thực hiện lọc SAO hoặc tách khối cho khối dữ liệu video tái tạo trước khi thực hiện ALF trên khối dữ liệu video tái tạo.

Bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định giá trị gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo 170, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối dữ liệu mẫu tái tạo 170 (402).

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu lân cận khả dụng dọc theo chiều gradient của gradient của mẫu thay cho mẫu không khả dụng. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể thực hiện đệm đối xứng gương để xác định mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu lân cận không khả dụng và có thể thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu lân cận khả dụng.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định các giá trị gradient cho cửa sổ 172 mà che phủ khối dữ liệu video tái tạo 170, cửa sổ này bao gồm các mẫu của khối dữ liệu video tái tạo 170 và các mẫu bao quanh khối dữ liệu video tái tạo 170.

Bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo 170 dựa ít nhất một phần vào giá trị gradient xác định được (404).

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo 170 dựa ít nhất một phần vào các giá trị gradient xác định được cho cửa sổ.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ 172 nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, trong đó một hoặc nhiều trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo 170.

Trong một số ví dụ, đường biên bao gồm đường biên ngang 174, và bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định giá trị gradient cho mẫu trong cửa sổ 172 và nằm ngoài đường biên ngang 174 làm giá trị gradient gần nhất của mẫu nằm trong đường biên ngang 174 mà trên cùng một cột với mẫu trong cửa sổ 172 và nằm ngoài đường biên ngang 174.

Trong một số ví dụ, đường biên bao gồm đường biên dọc 176, và bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định giá trị gradient cho mẫu trong cửa sổ 172 và nằm ngoài đường biên dọc 176 làm giá trị gradient gần nhất của mẫu nằm trong đường biên dọc 176 mà trên cùng một hàng với mẫu trong cửa sổ 172 và nằm ngoài đường biên dọc 176.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định giá trị gradient chéo cho mẫu trong cửa sổ 172 và nằm ngoài đường biên làm giá trị gradient chéo gần nhất của mẫu nằm trong đường biên có cùng chiều gradient với giá trị gradient chéo của mẫu trong cửa sổ 172 và nằm ngoài đường biên.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định các giá trị gradient bổ sung cho các mẫu bổ sung trong khối dữ liệu video tái tạo 170 để thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ 172 nằm ngoài đường biên.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể tránh bao gồm các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ 172 nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô trong các giá trị gradient cho cửa sổ 172, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo 170, và có thể chuẩn hóa các giá trị gradient cho cửa sổ 172.

Bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo 170 để tạo ra khối dữ liệu video được lọc (406).

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể, đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, xác định bộ lọc một phần từ bộ lọc vòng lặp thích ứng không sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, trong đó bộ lọc một phần bao gồm một trong số: bộ lọc bất đối xứng một phần hoặc bộ lọc đối xứng một phần.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể, đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể vô hiệu hóa có điều kiện việc lọc mẫu của khối dữ liệu video tái tạo 170 dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số: liệu việc xác định các giá trị gradient cho mẫu có bao gồm việc thực hiện tính toán gradient bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng hay không hoặc liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ 172 mà che phủ khối dữ liệu video tái tạo 170 có bao gồm bước xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ 172 nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo 170 nằm trong đường biên, hay không.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 và/hoặc bộ giải mã video 300 có thể xác định giá trị trung bình được gán trọng số của mẫu trong khối tái tạo và mẫu của khối dữ liệu video được lọc dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số: liệu việc xác định các giá trị gradient cho mẫu có bao gồm việc thực hiện tính toán gradient bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng hay không hoặc liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ 172

mà che phủ khối dữ liệu video tái tạo 170 bao gồm bước xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ 172 nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo 170 nằm trong đường biên, hay không.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 mã hóa dữ liệu video và có thể lưu trữ khối dữ liệu video được lọc trong bộ đệm hình ảnh giải mã 218. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 200 có thể thu, bằng máy ảnh, hình ảnh chứa khối dữ liệu video.

Trong một số ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể giải mã dữ liệu video và có thể lưu trữ khối dữ liệu video được lọc trong bộ đệm hình ảnh giải mã 314. Trong một số ví dụ, bộ giải mã video 300 có thể hiển thị hình ảnh chứa khối dữ liệu video được lọc.

Các ví dụ minh họa của sáng chế bao gồm:

Ví dụ 1: Phương pháp giải mã dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước: thu được khối mẫu; xác định gradient cho mẫu hiện thời của khối mẫu; và dựa vào gradient xác định được để xác định bộ lọc cho mẫu.

Ví dụ 2: Phương pháp theo Ví dụ 1, trong đó việc xác định gradient cho mẫu hiện thời bao gồm bước thực hiện tính toán gradient bằng cách sử dụng mẫu không khả dụng.

Ví dụ 3: Phương pháp theo Ví dụ 1, trong đó mẫu không khả dụng bao gồm mẫu nằm ngoài đường biên của một hoặc nhiều trong số hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô mà bao gồm khối mẫu.

Ví dụ 4: Phương pháp theo các ví dụ 2 hoặc 3, phương pháp này còn bao gồm bước: xác định giá trị cho mẫu không khả dụng dựa vào giá trị của mẫu khả dụng trong khối mẫu.

Ví dụ 5: Phương pháp theo Ví dụ 4, trong đó việc xác định giá trị cho mẫu không khả dụng dựa vào giá trị của mẫu khả dụng trong khối mẫu bao gồm bước: xác định mẫu khả dụng cần sử dụng dựa vào chiều gradient cho mẫu hiện thời.

Ví dụ 6: Phương pháp theo Ví dụ 5, trong đó chiều bao gồm chiều 45 độ.

Ví dụ 7: Phương pháp theo Ví dụ 5, trong đó chiều bao gồm chiều 135 độ.

Ví dụ 8: Phương pháp theo Ví dụ 5, trong đó chiều bao gồm chiều 90 độ.

Ví dụ 9: Phương pháp theo Ví dụ 5, trong đó chiều bao gồm chiều 0 độ.

Ví dụ 10: Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1-9, trong đó mẫu liền kề với đường biên dọc của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô.

Ví dụ 11: Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1-9, trong đó mẫu liền kề với đường biên ngang của hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô.

Ví dụ 12: Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1-11, trong đó mẫu là mẫu của khối con và việc xác định gradien cho mẫu bao gồm bước xác định gradien cho khối con.

Ví dụ 13: Phương pháp theo Ví dụ 12, trong đó khối con bao gồm khối 4x4.

Ví dụ 14: Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1-13, trong đó mẫu bao gồm mẫu độ chói.

Ví dụ 15: Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1-14, phương pháp này còn bao gồm bước: dựa vào gradien xác định được, chọn bộ lọc cho mẫu hiện thời; đáp lại việc bộ lọc được chọn sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, lọc mẫu hiện thời bằng cách sử dụng bộ lọc một phần.

Ví dụ 16: Phương pháp theo Ví dụ 15, trong đó bộ lọc một phần bao gồm bộ lọc đối xứng một phần.

Ví dụ 17: Phương pháp theo Ví dụ 15, trong đó bộ lọc một phần bao gồm bộ lọc bất đối xứng một phần.

Ví dụ 18: Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1-17, phương pháp này còn bao gồm bước: lọc mẫu bằng cách sử dụng bộ lọc xác định được.

Ví dụ 19: Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ từ 1-15, trong đó phương pháp giải mã được thực hiện như một phần của quá trình mã hóa video.

Ví dụ 20: 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 tạo cấu hình để giải mã dữ liệu video bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong các ví dụ từ 1-18 và/hoặc kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong sáng chế.

Ví dụ 21: Thiết bị theo Ví dụ 20, trong đó thiết bị này bao gồm thiết bị truyền thông không dây, còn bao gồm bộ thu được tạo cấu hình để thu dữ liệu video mã hóa.

Ví dụ 22: Thiết bị theo Ví dụ 21, 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.

Ví dụ 23: Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà khi được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý sẽ khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý giải mã dữ liệu video bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong các ví dụ từ 1-19 và/hoặc kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong sáng chế.

Ví dụ 24: Thiết bị giải mã dữ liệu video, thiết bị này bao gồm: phương tiện giải mã dữ liệu video bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong các ví dụ từ 1-19; và/hoặc phương tiện giải mã dữ liệu video bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong sáng chế.

Ví dụ 25: Thiết bị mã hóa 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 tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong các ví dụ từ 1-19 và/hoặc kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong sáng chế.

Ví dụ 26: Thiết bị theo Ví dụ 25, 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.

Ví dụ 27: Thiết bị theo Ví dụ 26, 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 đã mã hóa.

Ví dụ 28: Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà khi được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý sẽ khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý mã hóa dữ liệu video bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong các ví dụ từ 1-19 và/hoặc kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong sáng chế.

Ví dụ 29: Thiết bị giải mã dữ liệu video, trong đó thiết bị này bao gồm:

phương tiện mã hóa dữ liệu video bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong các ví dụ từ 1-19; và/hoặc phương tiện mã hóa dữ liệu video bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ được mô tả trong sáng chế.

Một số khía cạnh nhất định của sáng chế đã được mô tả có liên quan đến chuẩn HEVC, các phiên bản mở rộng của HEVC, và chuẩn VVC đang phát triển nhằm mục đích minh họa. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế có thể hữu ích cho các quy trình lập mã video khác, bao gồm các quy trình lập mã video chuẩn hoặc độc quyền khác vẫn chưa được phát triển.

Bộ lập mã video, như được mô tả trong sáng chế này, có thể được dùng để chỉ bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Tương tự, đơn vị lập mã video có thể dùng để chỉ bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Tương tự, lập mã video có thể chỉ mã hóa video hoặc giải mã video, tùy trường hợp. Theo sáng chế, cụm từ “dựa vào” có thể biểu thị chỉ dựa vào, dựa ít nhất một phần vào, hoặc dựa theo một cách nào đó vào. Sáng chế có thể sử dụng thuật ngữ “đơn vị video” hoặc “khối video” hoặc “khối” để chỉ một hoặc nhiều khối mẫu và các cấu trúc cú pháp được dùng để lập mã các mẫu của một hoặc nhiều khối mẫu. Các loại đơn vị dữ liệu video làm ví dụ có thể bao gồm CTU, CU, PU, các đơn vị biến đổi (transform unit - TU), các khối macro, các phần chia khối macro, v.v.. Trong một số ngữ cảnh, phần mô tả các PU có thể được dùng thay cho phần mô tả các khối macro hoặc các phần chia khối macro. Ví dụ về các loại khối dữ liệu video có thể bao gồm các khối cây lập mã, các khối lập mã, và các loại khối dữ liệu video khác.

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng cho việc lập mã video khi hỗ trợ ứng dụng bất kỳ trong số nhiều ứng dụng đa phương tiện, chẳng hạn như phát quảng bá truyền hình qua không trung, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh, truyền video trực tiếp qua Internet, chẳng hạn như truyền phát trực tiếp thích ứng động trên HTTP (DASH), video kỹ thuật số được mã hóa trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã video kỹ thuật số được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc các ứng dụng khác.

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 một trình tự khác, có thể được thêm vào, hợp nhất hoặc loại bỏ hoàn toàn (ví dụ, không phải tất cả các hành động hoặc sự kiện được mô tả đều là cần thiết cho việc thực hành các kỹ thuật). Ngoài ra, trong các ví dụ nhất định, các hành động hoặc sự kiện có thể được thực hiện đồng thời, ví dụ, thông qua việc xử lý đa luồng, xử lý gián đoạn, hoặc nhiều bộ xử lý, thay vì theo tuần tự.

Trong một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng đã mô tả có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm, firmware, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Nếu được triển khai trong phần mềm, các chức năng có thể được lưu trữ trên hoặc truyền qua dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên phương tiện đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi 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 có 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 thường có thể tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ hữu hình, bất biến đọc được bằng máy tính hoặc (2) phương tiện truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện khả dụng bất kỳ mà có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để truy hồi các lệnh, mã và/hoặc các cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế. Sản phẩm 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 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 xóa được bằng điện (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory - EEPROM), đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (CD-ROM) hoặc các ổ đĩa quang khác, ổ đĩa từ, hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ flash, hoặc phương tiện khác bất kỳ 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, mọi dạng kết nối 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, cáp 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 sóng, thì cáp đồng trục, cáp quang sợi, cáp dây xoắn, đường DSL hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi sóng 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 trữ dữ liệu không bao gồm kết nối, sóng mang, tín hiệu hoặc phương tiện chuyển tiếp 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 compact (compact disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa đa năng kỹ thuật số (digital versatile disc - DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó đĩa từ thường tái tạo dữ liệu bằng từ tính, trong khi đĩa quang tái tạo dữ liệu quang học bằng laze. Tổ hợp của các loại phương tiện nêu trên cũng được bao gồm trong phạm vi của phương tiện đọc được bằng máy tính.

Chức năng được mô tả trong bản mô tả này có thể được thực hiện bằng hệ mạch chức năng cố định và/hoặc hệ mạch xử lý lập trình được. Ví dụ, các lệnh có thể được thực thi bằng hệ mạch chức năng cố định và/hoặc hệ mạch xử lý lập trình được. Các lệnh có thể được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được theo trường (field programmable gate array - FPGA), hoặc hệ mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương khác. Do vậy, thuật ngữ “bộ xử lý” và “mạch xử lý”, như được sử dụng ở đây có thể chỉ cấu trúc bất kỳ trong số các cấu trúc nêu trên hoặc cấu trúc khác bất kỳ phù hợp để thực hiện các kỹ thuật được mô tả ở đây. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, chức năng được mô tả ở đây có thể được tạo ra trong module phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được kết hợp thành bộ mã hoá-giải mã kết hợp. Hơn nữa, các kỹ thuật có thể được thực hiện hoàn toàn trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic. Hơn nữa, các kỹ thuật có thể được thực hiện hoàn toàn trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic. Các mạch xử lý có thể được ghép nối với các thành phần khác theo nhiều cách khác nhau. Ví dụ, mạch xử lý có thể được nối với các thành phần khác qua liên kết bằng thiết bị bên trong, kết nối mạng có dây hoặc không dây,

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được triển khai trong nhiều loại thiết bị hoặc máy khác nhau, bao gồm thiết bị cầm tay không dây, mạch tích hợp (integrated circuit - IC) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Các thành phần, module hoặc đơn vị khác nhau 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, các đơn vị khác nhau 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 của sáng chế 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 lập mã dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước:

tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo;

xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo, cửa sổ bao gồm các mẫu của khối dữ liệu video tái tạo và các mẫu bao quanh khối dữ liệu video tái tạo, việc xác định nhiều giá trị gradient bao gồm xác định giá trị gradient của nhiều hướng gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, bao gồm việc thực hiện tính toán gradient của giá trị gradient của hướng gradient cho mẫu dựa ít nhất một phần vào nhiều mẫu lân cận bao gồm mẫu không khả dụng, bao gồm việc sử dụng giá trị mẫu của mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng thay cho mẫu không khả dụng để thực hiện tính toán gradient cho mẫu, trong đó mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo;

xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào nhiều giá trị gradient xác định được cho cửa sổ, bao gồm các giá trị gradient xác định được của nhiều hướng gradient cho mẫu; và

áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc, bao gồm việc xác định giá trị trung bình có trọng số của một mẫu cụ thể trong khối dữ liệu video tái tạo và mẫu của khối dữ liệu video được lọc dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số:

liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm việc thực hiện một hoặc nhiều tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc

liệu việc xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thực hiện tính toán gradient cho mẫu, bao gồm sử dụng giá trị mẫu của mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng bao gồm:

thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu lân cận khả dụng dọc theo hướng gradient của gradient của mẫu thay cho mẫu không khả dụng.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thực hiện tính toán gradient cho mẫu, bao gồm sử dụng giá trị mẫu của mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng bao gồm:

thực hiện đếm đối xứng gương để xác định mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng; và

thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu lân cận khả dụng.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo bao gồm:

thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó đường biên bao gồm đường biên ngang, và trong đó việc thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên bao gồm:

xác định giá trị gradient cho mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên ngang làm giá trị gradient gần nhất của mẫu nằm trong đường biên ngang trên cùng một cột với mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên ngang.

6. Phương pháp theo điểm 4, trong đó đường biên bao gồm đường biên dọc, và trong đó việc thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên bao gồm:

xác định giá trị gradient cho mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên dọc làm giá trị gradient gần nhất của mẫu nằm trong đường biên dọc trên cùng một hàng với mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên dọc.

7. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bước thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên bao gồm:

xác định giá trị gradient chéo cho mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên là giá trị gradient chéo gần nhất của mẫu nằm trong đường biên có cùng hướng gradient với giá trị gradient chéo của mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên.

8. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bước thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên bao gồm:

xác định các giá trị gradient bổ sung cho các mẫu bổ sung trong khối dữ liệu video tái tạo để thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo bao gồm:

tránh bao gồm các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô trong các giá trị gradient cho cửa sổ, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo; và

chuẩn hóa nhiều giá trị gradient cho cửa sổ.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào nhiều giá trị gradient xác định được cho cửa sổ bao gồm:

đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, xác định bộ lọc một phần từ bộ lọc vòng lặp thích ứng không sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, trong đó bộ lọc một phần bao gồm một trong số: bộ lọc một phần bất đối xứng hoặc bộ lọc một phần đối xứng.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào nhiều giá trị gradient xác định được cho cửa sổ bao gồm:

đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc còn bao gồm:

vô hiệu hóa có điều kiện việc lọc mẫu cụ thể của khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số:

liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm việc thực hiện một hoặc nhiều tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc

liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó bước vô hiệu hóa có điều kiện việc lọc mẫu cụ thể của khối dữ liệu video tái tạo còn được dựa vào ngưỡng.

14. Thiết bị được tạo cấu hình để lập mã dữ liệu video, thiết bị này bao gồm:

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

một hoặc nhiều bộ xử lý, được triển khai trong mạch, trong sự truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo;

xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo, cửa sổ bao gồm các mẫu của khối dữ liệu video tái tạo và các mẫu bao quanh khối dữ liệu video tái tạo, trong đó để xác định nhiều giá trị gradient, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định các giá trị gradient của nhiều hướng gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, trong đó để xác định các giá trị gradient của nhiều hướng gradient, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thực hiện tính toán gradient của giá trị gradient của hướng gradient cho mẫu dựa ít nhất một phần vào nhiều mẫu lân cận bao gồm mẫu không khả dụng, trong đó để thực hiện tính toán gradient, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để sử dụng giá trị mẫu của mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng thay cho mẫu không khả dụng để thực hiện tính toán gradient cho mẫu, trong đó mẫu không

khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo;

xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào nhiều giá trị gradient xác định được cho cửa sổ, bao gồm các giá trị gradient xác định được của nhiều hướng gradient; và

áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc, trong đó để áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định giá trị trung bình có trọng số của một mẫu cụ thể trong khối dữ liệu video tái tạo và mẫu của khối dữ liệu video được lọc dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số:

liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm việc thực hiện một hoặc nhiều tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc

liệu việc xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên.

15. Thiết bị theo điểm 14, trong đó để thực hiện tính toán gradient cho mẫu, bao gồm sử dụng giá trị mẫu của mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu lân cận khả dụng dọc theo hướng gradient của gradient của mẫu thay cho mẫu không khả dụng.

16. Thiết bị theo điểm 14, trong đó để thực hiện tính toán gradient cho mẫu, bao gồm sử dụng giá trị mẫu của mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

thực hiện đệm đối xứng gương (mirror padding) để xác định mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng; và

thực hiện tính toán gradient cho mẫu bằng cách sử dụng mẫu lân cận khả dụng.

17. Thiết bị theo điểm 14, trong đó để xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo.

18. Thiết bị theo điểm 17, trong đó đường biên bao gồm đường biên ngang, và trong đó để thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định giá trị gradient cho mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên ngang làm giá trị gradient gần nhất của mẫu nằm trong đường biên ngang trên cùng một cột với mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên ngang.

19. Thiết bị theo điểm 17, trong đó đường biên bao gồm đường biên dọc, và trong đó để thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định giá trị gradient cho mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên dọc làm giá trị gradient gần nhất của mẫu nằm trong đường biên dọc trên cùng một hàng với mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên dọc.

20. Thiết bị theo điểm 17, trong đó để thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định giá trị gradient chéo cho mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên làm giá trị gradient chéo gần nhất của mẫu nằm trong đường biên có cùng hướng gradient với giá trị gradient chéo của mẫu trong cửa sổ và nằm ngoài đường biên.

21. Thiết bị theo điểm 17, trong đó để thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên bằng một hoặc nhiều giá trị gradient nằm trong đường biên, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định các giá trị gradient bổ sung cho các mẫu bổ sung trong khối dữ liệu video tái tạo để thay thế các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên.

22. Thiết bị theo điểm 14, trong đó để xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

tránh bao gồm các giá trị gradient không khả dụng cho các mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô trong các giá trị gradient cho cửa sổ, trong đó một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo; và

chuẩn hóa nhiều giá trị gradient cho cửa sổ.

23. Thiết bị theo điểm 14, trong đó để xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào nhiều giá trị gradient xác định được cho cửa sổ, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, xác định bộ lọc một phần từ bộ lọc vòng lặp thích ứng không sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, trong đó bộ lọc một phần bao gồm một trong số: bộ lọc một phần bất đối xứng hoặc bộ lọc một phần đối xứng.

24. Thiết bị theo điểm 14, trong đó để xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào nhiều giá trị gradient xác định được cho cửa sổ, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

đáp lại việc bộ lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng, thực hiện đệm đối xứng gương để thay thế các hỗ trợ bộ lọc tương ứng với các mẫu không khả dụng.

25. Thiết bị theo điểm 14, trong đó để áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

vô hiệu hóa có điều kiện việc lọc mẫu cụ thể của khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số:

liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm việc thực hiện một hoặc nhiều tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc

liệu việc xác định các giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên.

26. Thiết bị theo điểm 25, trong đó để vô hiệu hóa có điều kiện việc lọc mẫu cụ thể của khối dữ liệu video tái tạo còn được dựa vào ngưỡng.

27. Thiết bị theo điểm 14, trong đó thiết bị này bao gồm một hoặc nhiều trong số camera, máy tính, thiết bị di động, thiết bị thu phát quảng bá, hoặc hộp giải mã tín hiệu.

28. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tái tạo khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo;

xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo, cửa sổ bao gồm các mẫu của khối dữ liệu video tái tạo và các mẫu bao quanh khối dữ liệu video tái tạo, trong đó để xác định nhiều giá trị gradient, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định các giá trị gradient của nhiều hướng gradient cho mẫu trong khối dữ liệu video tái tạo, trong đó để xác định các giá trị gradient của nhiều hướng gradient, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thực hiện tính toán gradient của giá trị gradient của hướng gradient cho mẫu dựa ít nhất một phần vào nhiều mẫu lân cận bao gồm mẫu không khả dụng, trong đó để thực hiện tính toán gradient, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để sử dụng giá trị mẫu của mẫu lân cận khả dụng tương ứng với mẫu không khả dụng thay cho mẫu không khả dụng để thực hiện tính toán gradient cho mẫu, trong đó mẫu không khả dụng nằm ngoài một trong số: hình ảnh, lát, ô, hoặc nhóm ô bao gồm khối dữ liệu video tái tạo;

xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tái tạo dựa ít nhất một phần vào nhiều giá trị gradient xác định được cho cửa sổ, bao gồm các giá trị gradient xác định được của nhiều hướng gradient cho mẫu; và

áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được cho khối dữ liệu video tái tạo để tạo ra khối dữ liệu video được lọc, trong đó để áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng xác định được, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định giá trị trung bình có trọng số của một mẫu cụ thể trong khối dữ liệu video tái tạo và mẫu của khối dữ liệu video được lọc dựa ít nhất một phần vào ít nhất một trong số:

liệu việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho mẫu cụ thể có bao gồm việc thực hiện một hoặc nhiều tính toán gradient cho mẫu cụ thể bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mẫu không khả dụng hay không, hoặc

liệu việc xác định nhiều giá trị gradient cho cửa sổ bao phủ khối dữ liệu video tái tạo có bao gồm việc xác định một hoặc nhiều giá trị gradient cho một hoặc nhiều mẫu trong cửa sổ nằm ngoài đường biên của một trong số: hình ảnh, lát, ô hoặc nhóm ô, trong đó khối dữ liệu video tái tạo nằm trong đường biên.

1 / 17

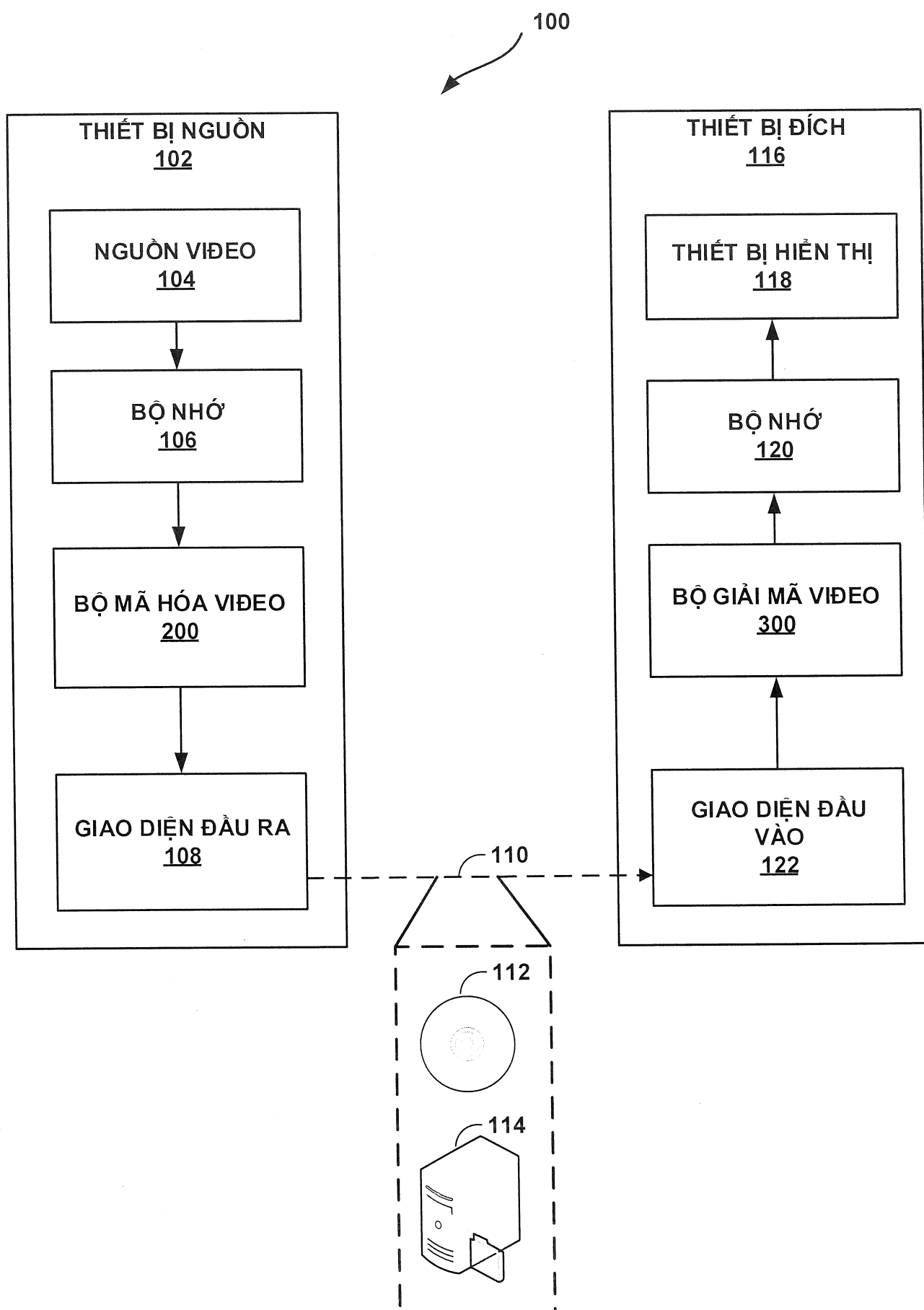


FIG. 1

2 / 17

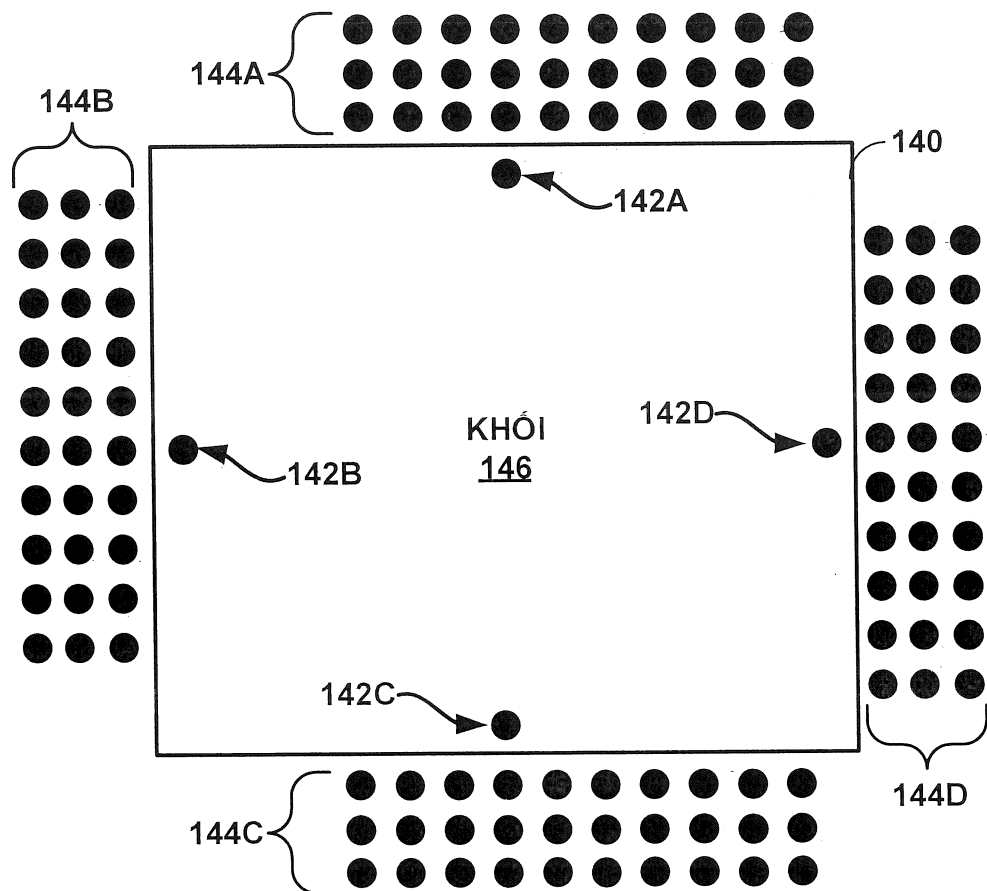


FIG. 2

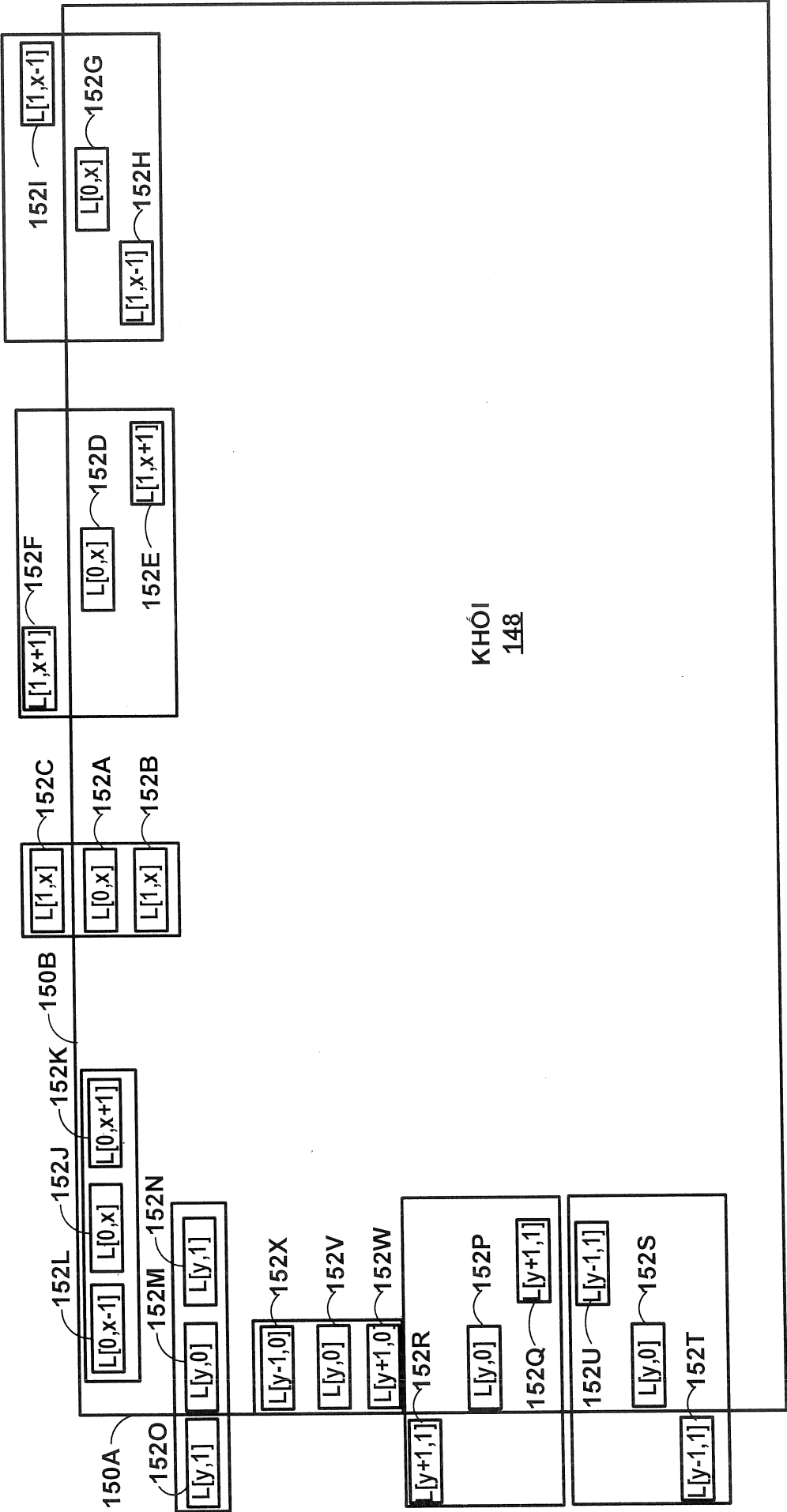
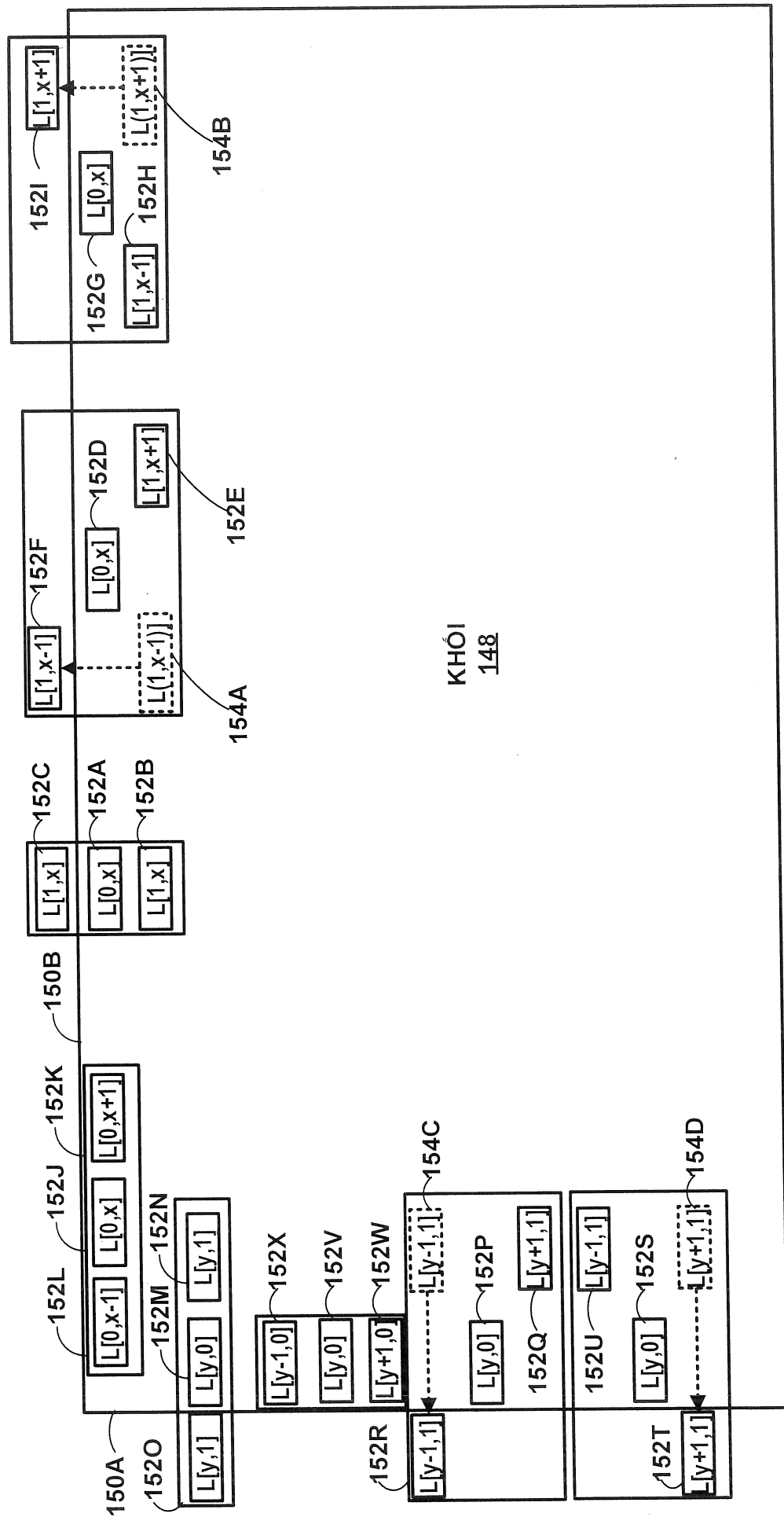


FIG. 3A



5 / 17

172

<u>D1</u> <u>160A</u>		<u>D1</u> <u>160B</u>		<u>D1</u> <u>160C</u>		<u>D1</u> <u>160D</u>	
	<u>D1</u> <u>160E</u>		<u>D1</u> <u>160F</u>		<u>D1</u> <u>160G</u>	<u>D1</u> <u>160H</u>	
<u>D1</u> <u>160I</u>		<u>D1</u> <u>162A</u>		<u>D1</u> <u>162B</u>		<u>D1</u> <u>160J</u>	
	<u>D1</u> <u>160K</u>		<u>D1</u> <u>162C</u>		<u>D1</u> <u>162D</u>		<u>D1</u> <u>160L</u>
<u>D1</u> <u>160M</u>		<u>D1</u> <u>162E</u>		<u>D1</u> <u>162F</u>		<u>D1</u> <u>160N</u>	
	<u>D1</u> <u>160O</u>		<u>D1</u> <u>162G</u>		<u>D1</u> <u>162H</u>		<u>D1</u> <u>160P</u>
<u>D1</u> <u>160Q</u>		<u>D1</u> <u>160R</u>		<u>D1</u> <u>160S</u>		<u>D1</u> <u>160T</u>	
	<u>D1</u> <u>160U</u>		<u>D1</u> <u>160V</u>		<u>D1</u> <u>160W</u>		<u>D1</u> <u>160X</u>

170

FIG. 4A

6 / 17

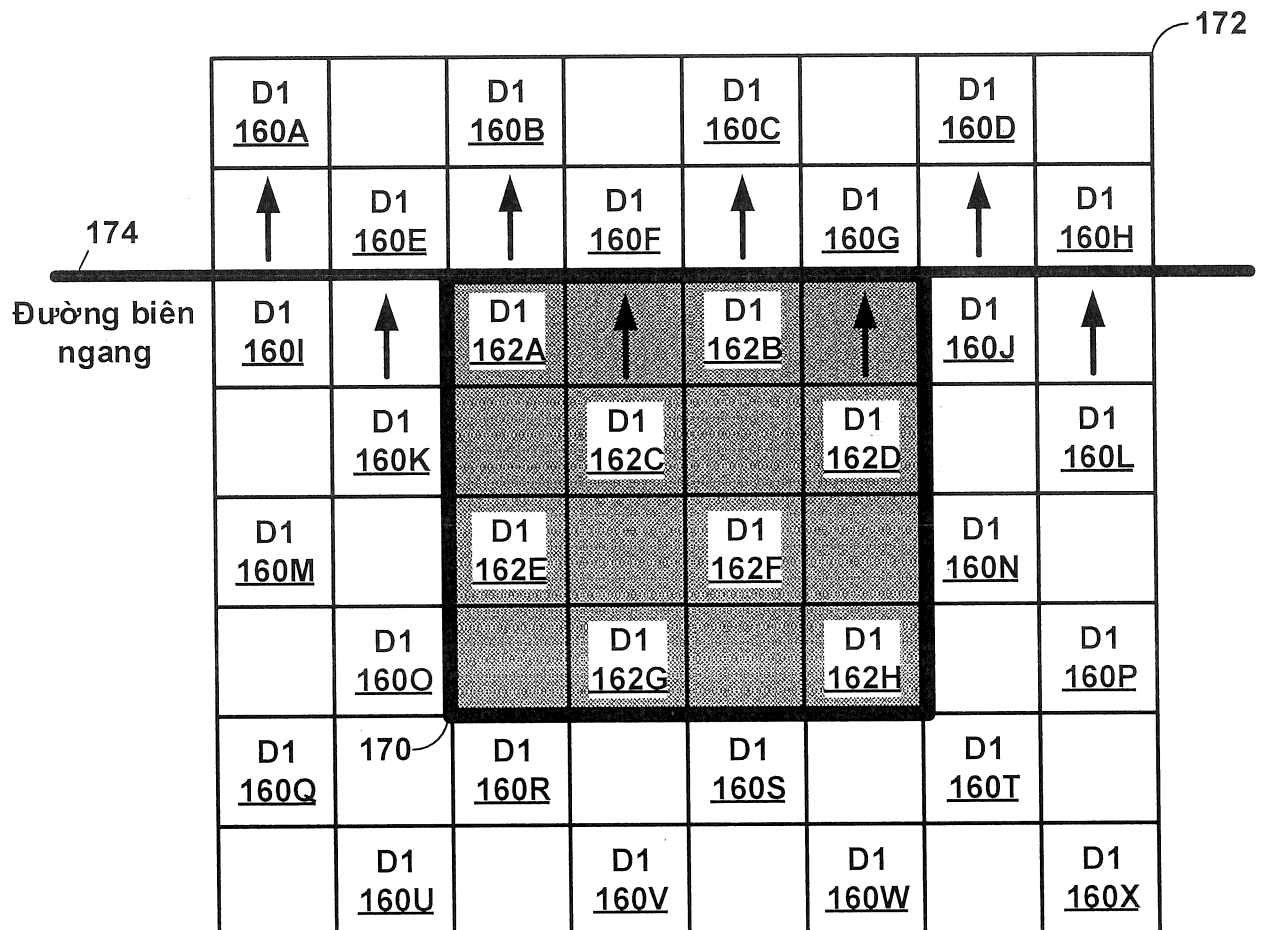


FIG. 4B

7/17

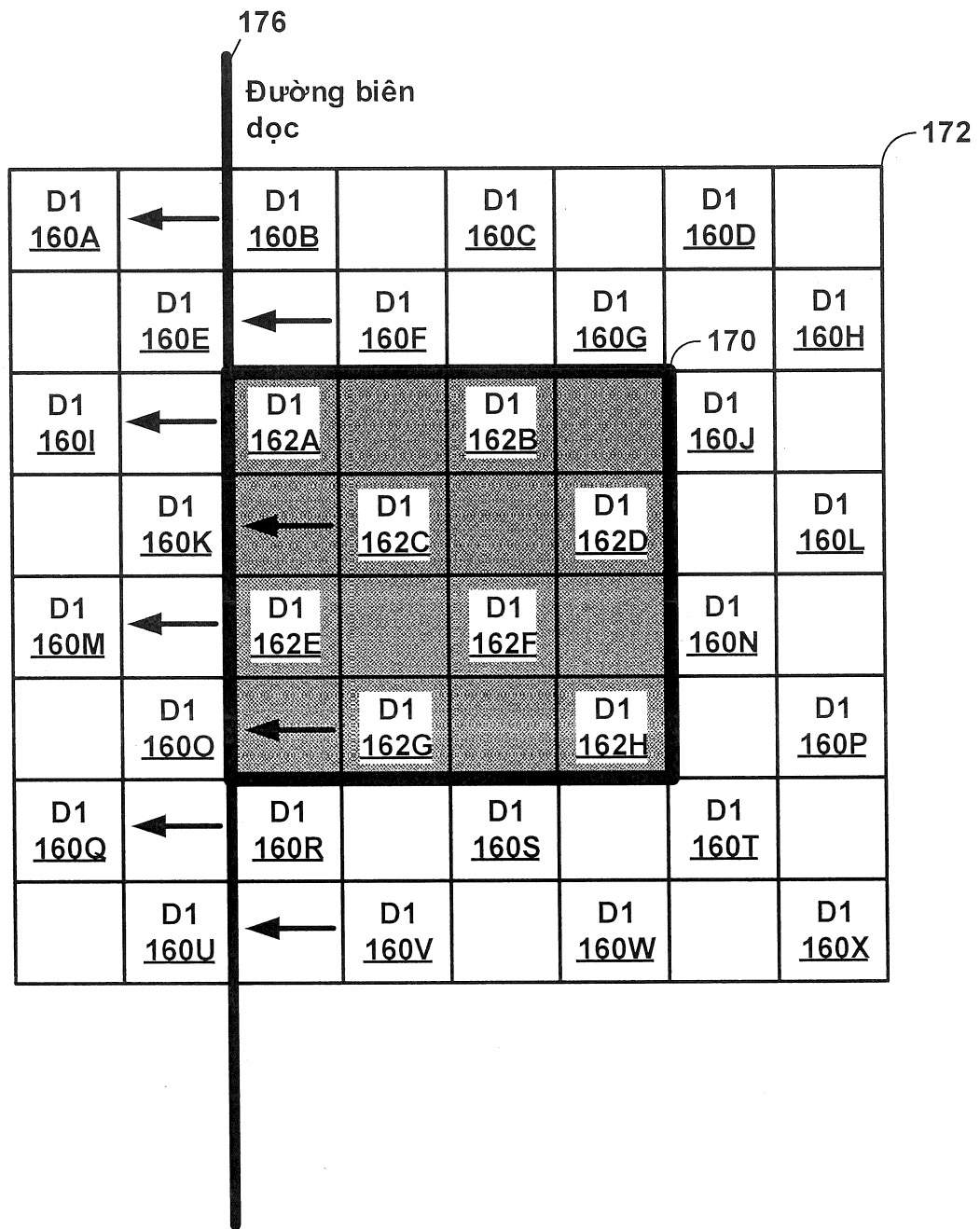


FIG. 4C

8 / 17

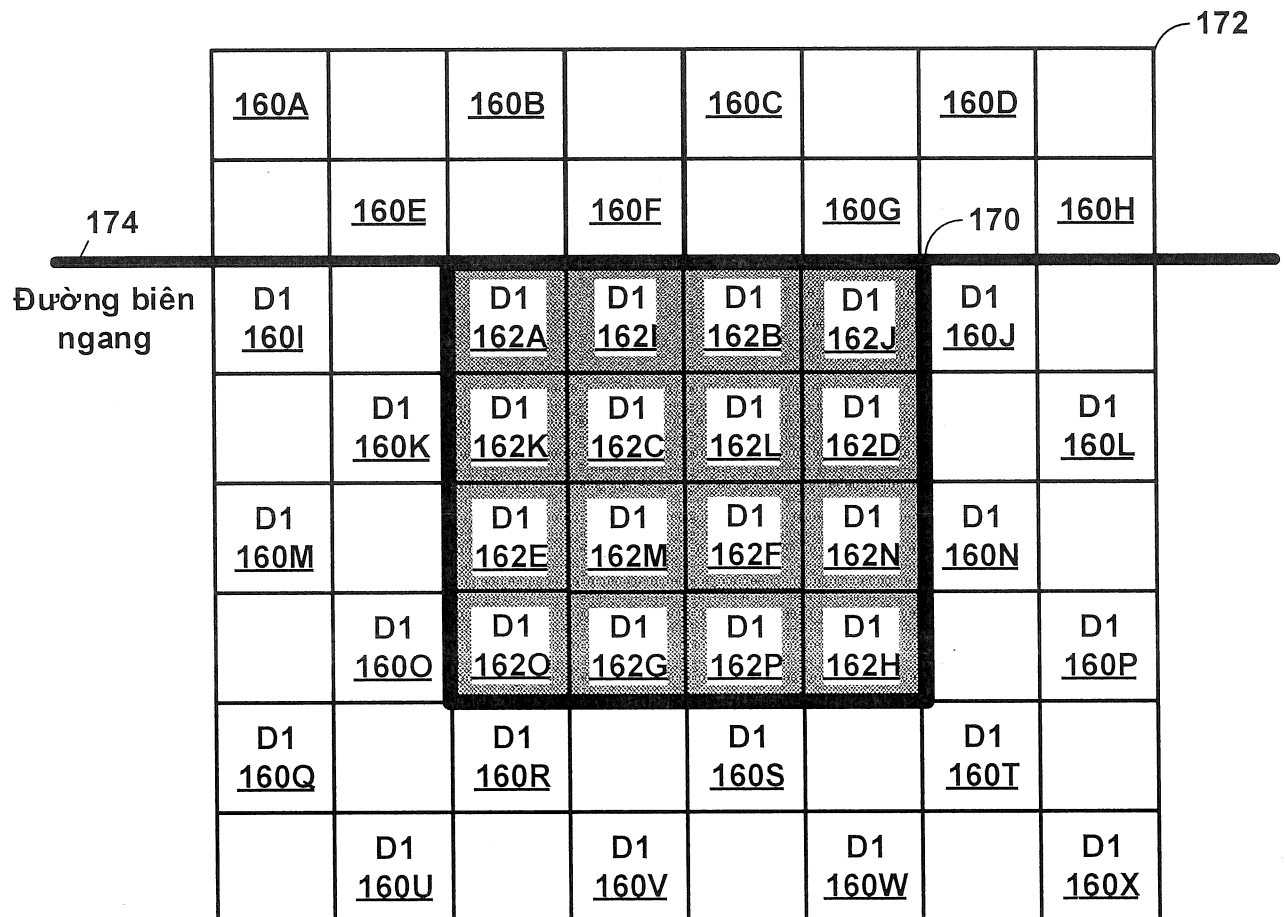


FIG. 4D

9 / 17

176

Đường biên dọc

172

170

<u>160A</u>		D1 <u>160B</u>		D1 <u>160C</u>		D1 <u>160D</u>	
	<u>160E</u>		D1 <u>160F</u>		D1 <u>160G</u>		D1 <u>160H</u>
<u>160I</u>		D1 <u>162A</u>	D1 <u>162I</u>	D1 <u>162B</u>	D1 <u>162J</u>	D1 <u>160J</u>	
	<u>160K</u>	D1 <u>162K</u>	D1 <u>162C</u>	D1 <u>162L</u>	D1 <u>162D</u>		D1 <u>160L</u>
<u>160M</u>		D1 <u>162E</u>	D1 <u>162M</u>	D1 <u>162F</u>	D1 <u>162N</u>	D1 <u>160N</u>	
	<u>160O</u>	D1 <u>162O</u>	D1 <u>162G</u>	D1 <u>162P</u>	D1 <u>162H</u>		D1 <u>160P</u>
<u>160Q</u>		D1 <u>160R</u>		D1 <u>160S</u>		D1 <u>160T</u>	
	<u>160U</u>		D1 <u>160V</u>		D1 <u>160W</u>		D1 <u>160X</u>

FIG. 4E

10 / 17

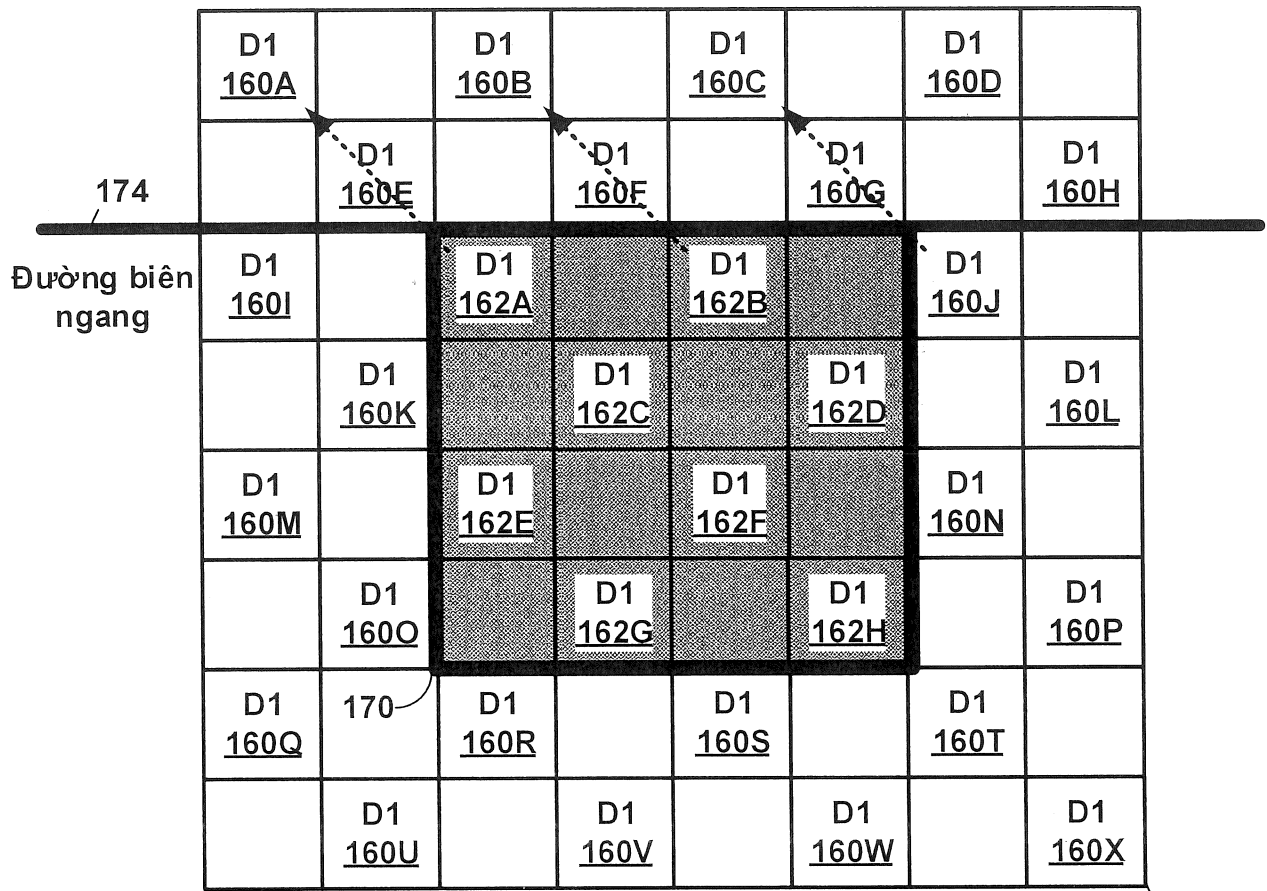


FIG. 4F

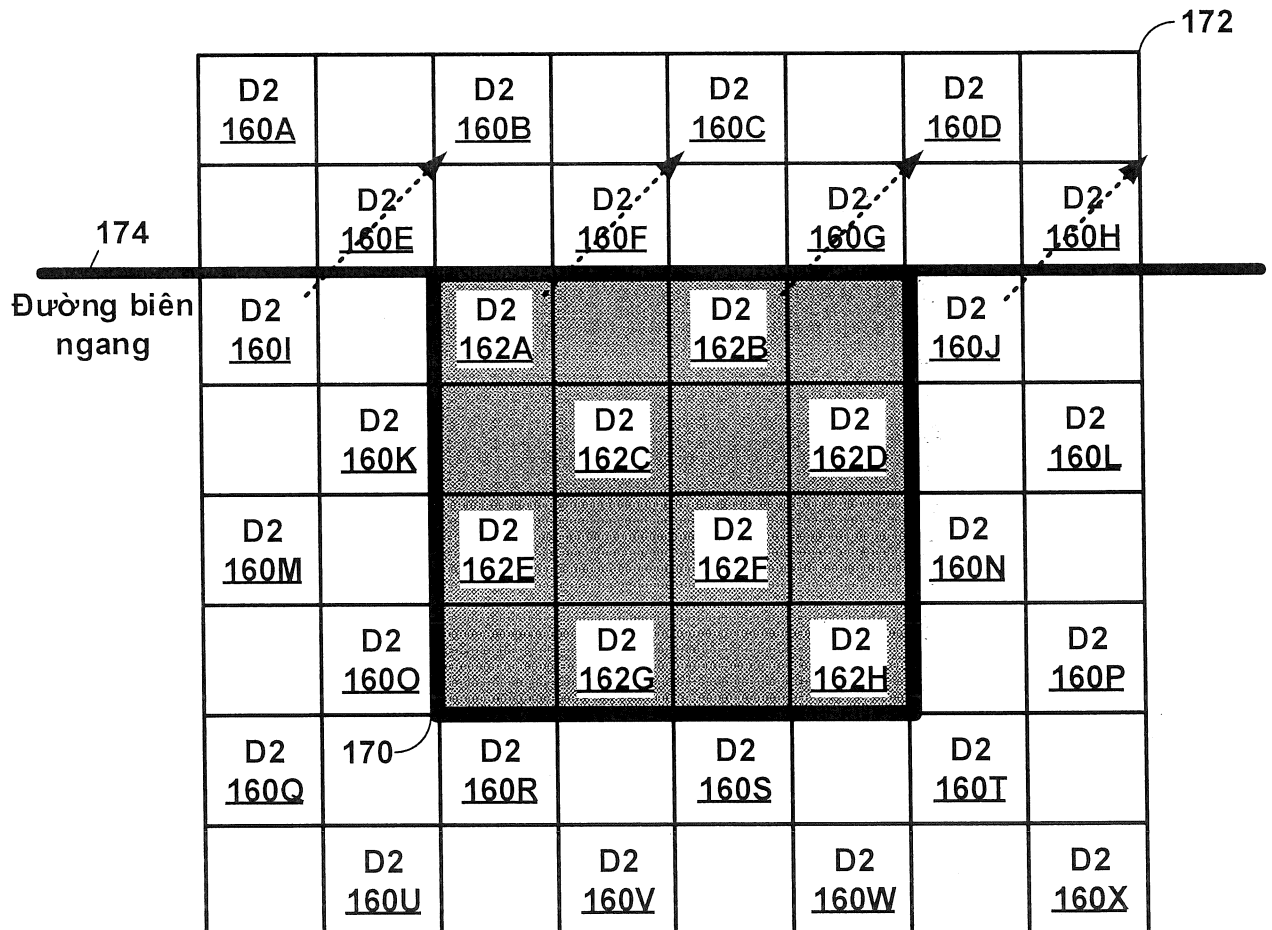


FIG. 4G

11 / 17

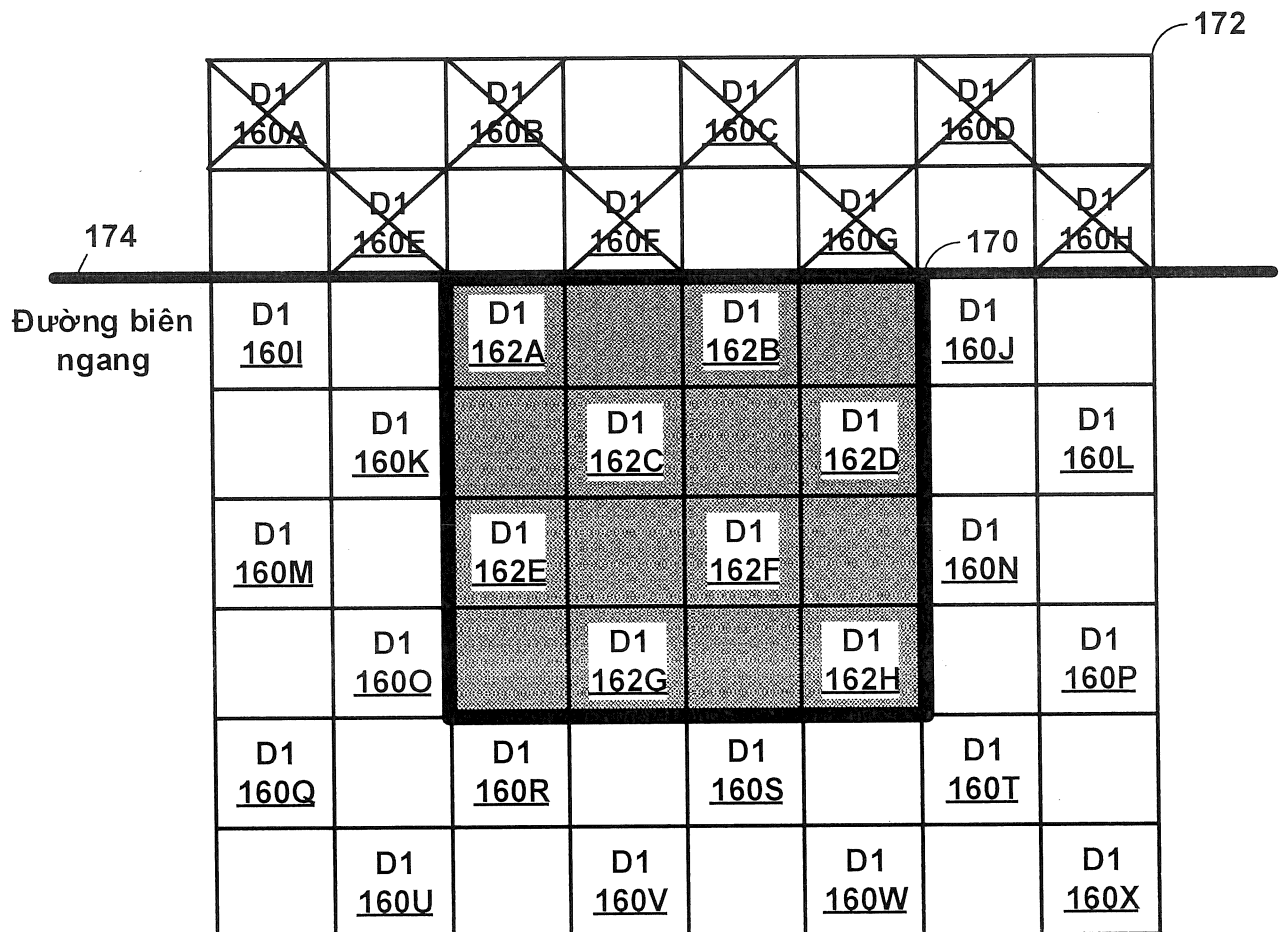


FIG. 4H

12 / 17

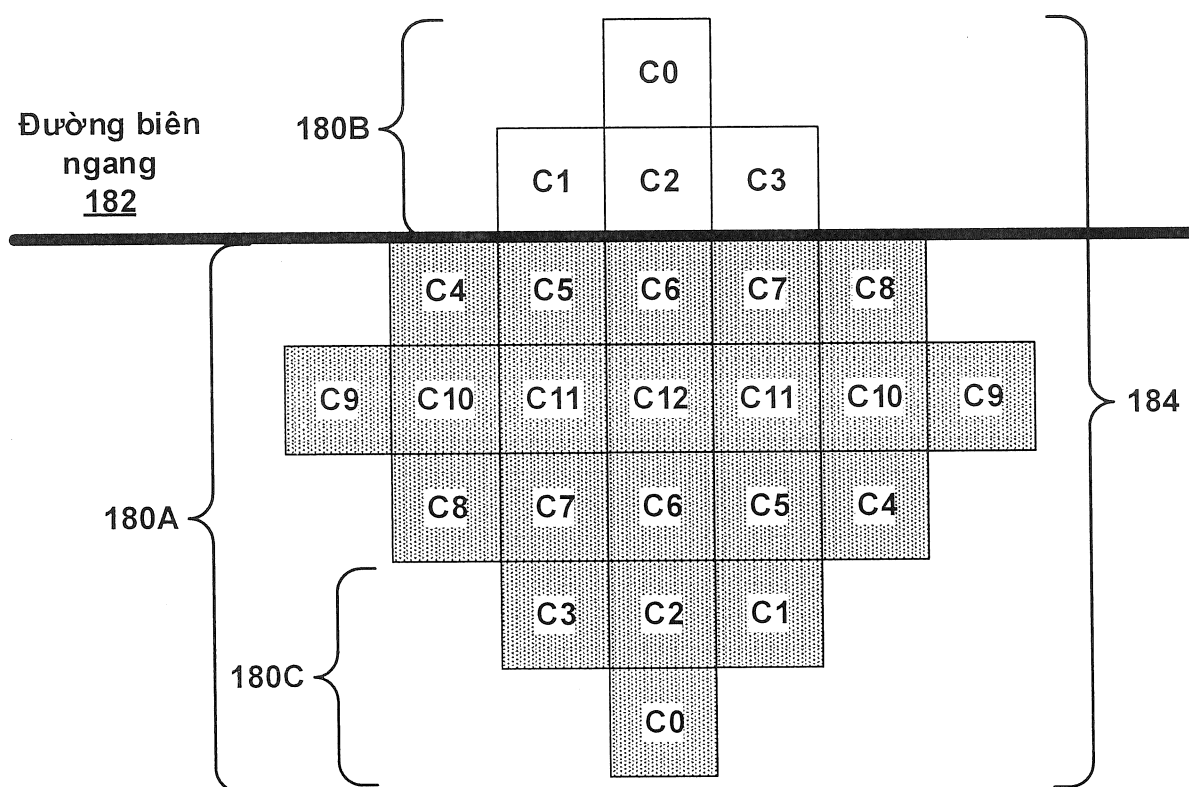


FIG. 5

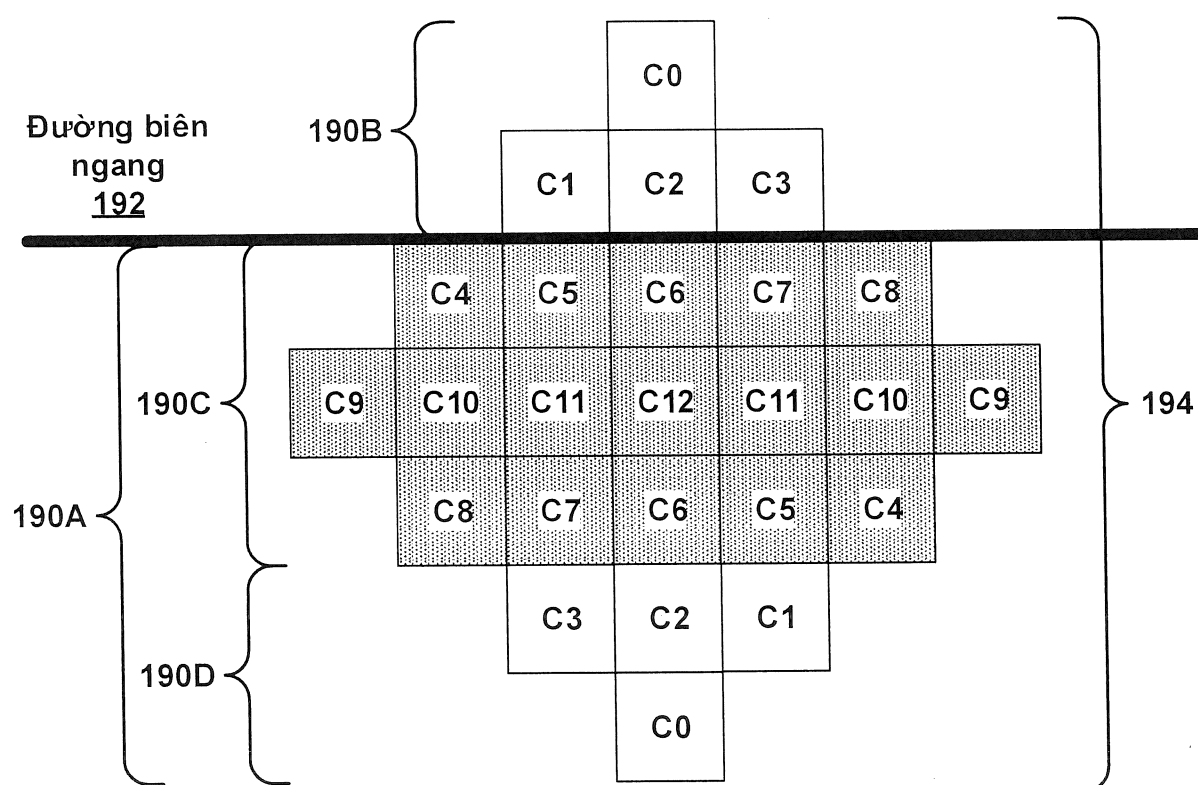


FIG. 6

FIG. 7

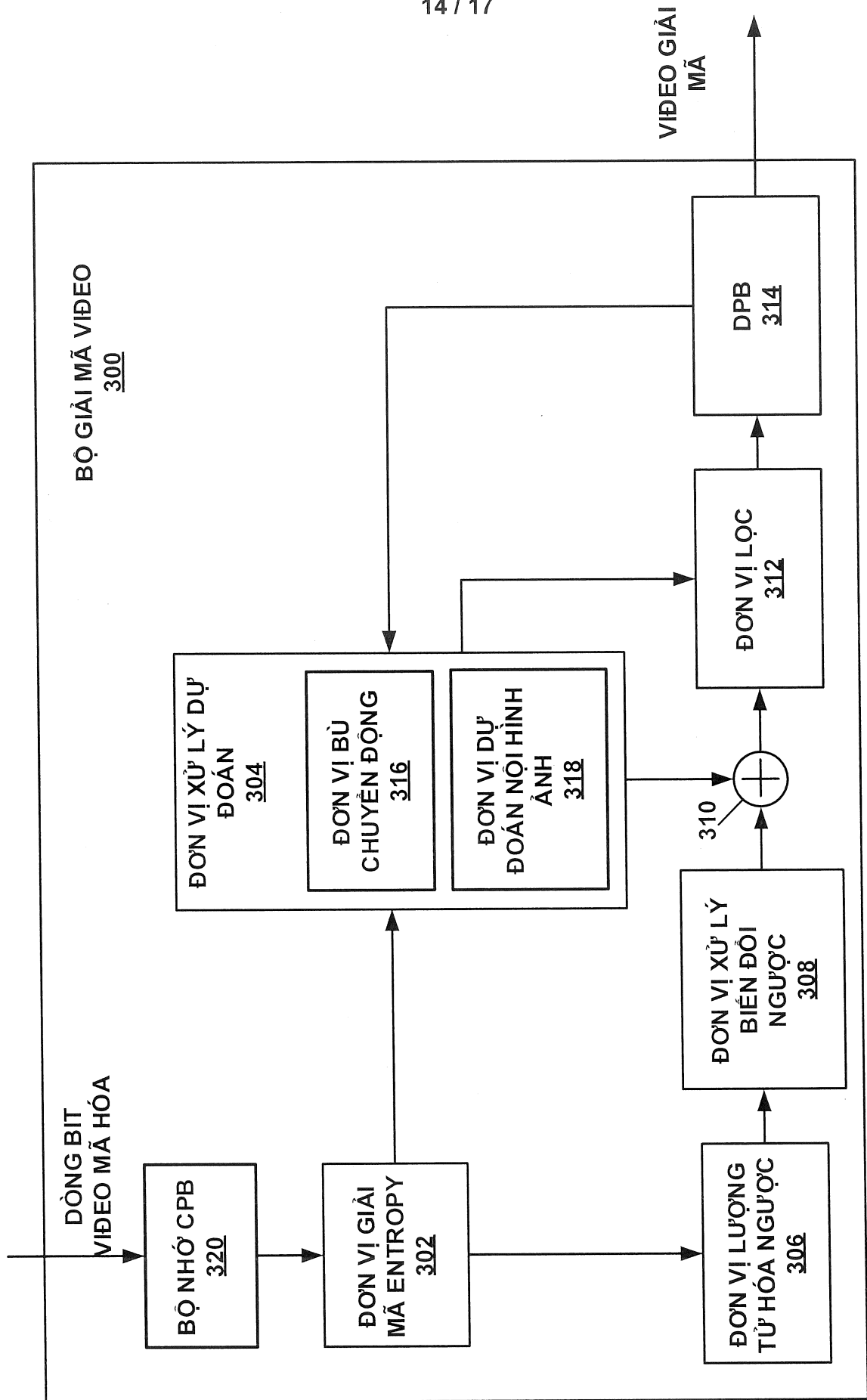


FIG. 8

15 / 17

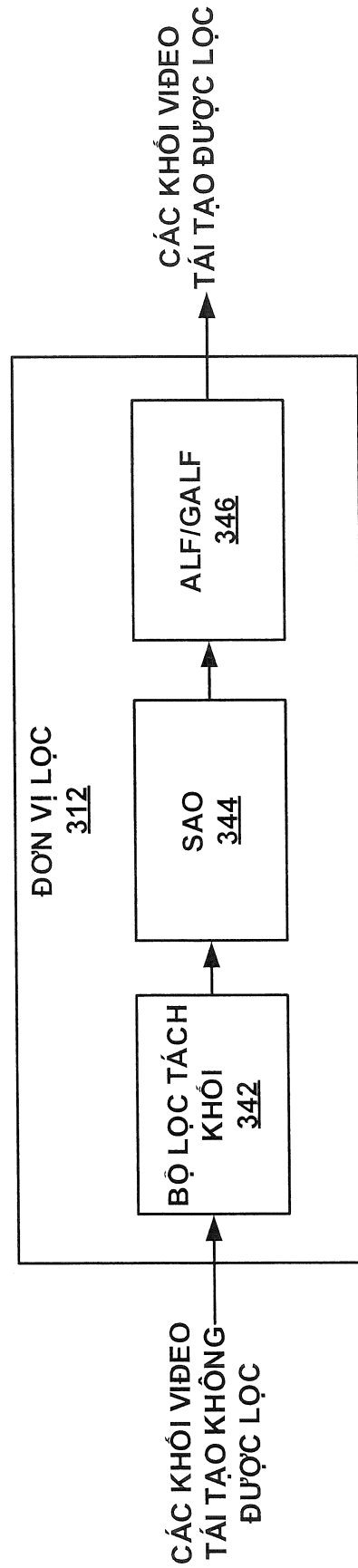


FIG. 9

16 / 17

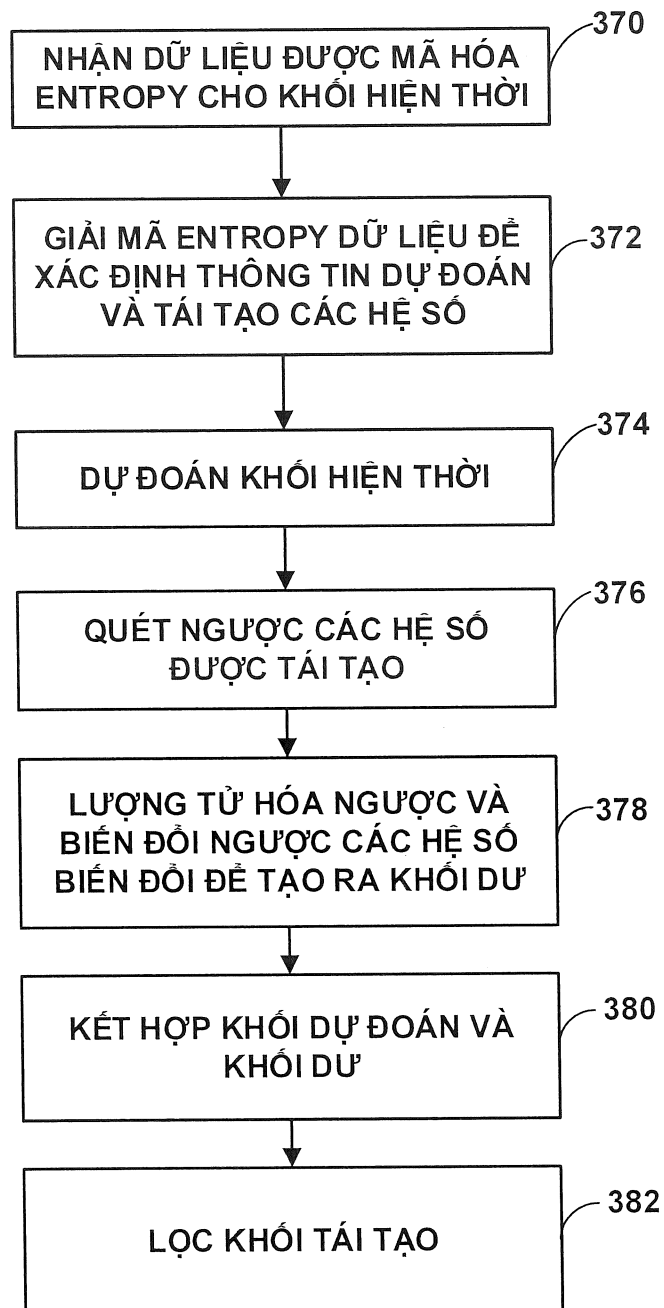


FIG. 10

17 / 17

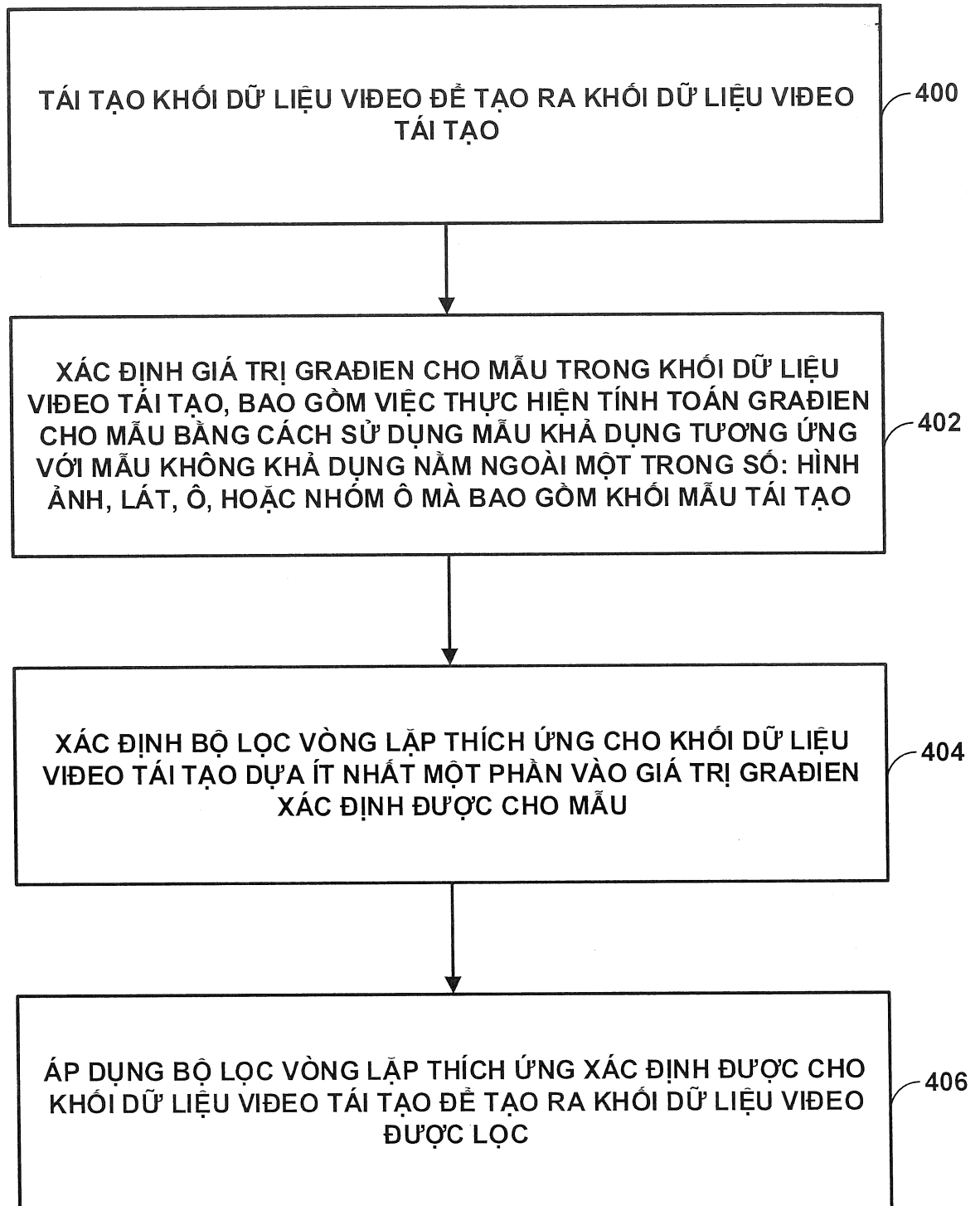


FIG. 11