



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0045102
(51)^{2014.01} H04N 19/70; H04N 19/176; H04N 19/109; H04N 19/157 (13) B

-
- (21) 1-2021-05595 (22) 12/03/2020
(86) PCT/US2020/022491 12/03/2020 (87) WO2020/186119 17/09/2020
(30) 62/817,503 12/03/2019 US
(45) 25/04/2025 445 (43) 25/01/2022 406A
(71) BEIJING DAJIA INTERNET INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)
Room 101D1-7, 1st Floor, Building 1, No. 6 Shangdi West Road, Haidian District,
Beijing, 100085 China
(72) Xiaoyu XIU (CN); Yi-Wen CHEN (CN); Xianglin WANG (CN).
(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)
-

- (54) PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA VIDEO VÀ THIẾT BỊ TÍNH TOÁN

(21) 1-2021-05595

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa video và thiết bị tính toán. Các phương pháp hạn chế và điều chỉnh các ứng dụng của chế độ liên dự báo và dự báo nội bộ tổ hợp (Combined Inter- and Intra-Prediction - CIIP) được sử dụng trong các chuẩn mã hóa video, chẳng hạn như mã hóa video đa năng (Versatile Video Coding - VVC) hiện tại, được thực hiện trên một thiết bị tính toán. Trong một phương pháp, thiết bị tính toán xác định liệu có áp dụng sự làm mịn vector chuyển động phía bộ giải mã (decoder-side motion vector refinement - DMVR) và dòng quang hai hướng (bidirectional optical flow - BDOF) trên khối dự báo kép hay không. Trong phương pháp khác, thiết bị tính toán xác định liệu từng CU trong số các CU lân cận của CU ("CU hiện thời") có được mã hóa CIIP một cách tương ứng hay không, và sử dụng tiêu chuẩn thống nhất mà không phụ thuộc vào sự xác định liệu CU hiện thời được mã hóa nội bộ hay được mã hóa CIIP trong quá trình sử dụng chế độ nội bộ của CU được mã hóa CIIP lân cận trong việc tạo thành danh sách ứng cử viên chế độ thích hợp nhất (Most Probable Mode - MPM) cho CU hiện thời.

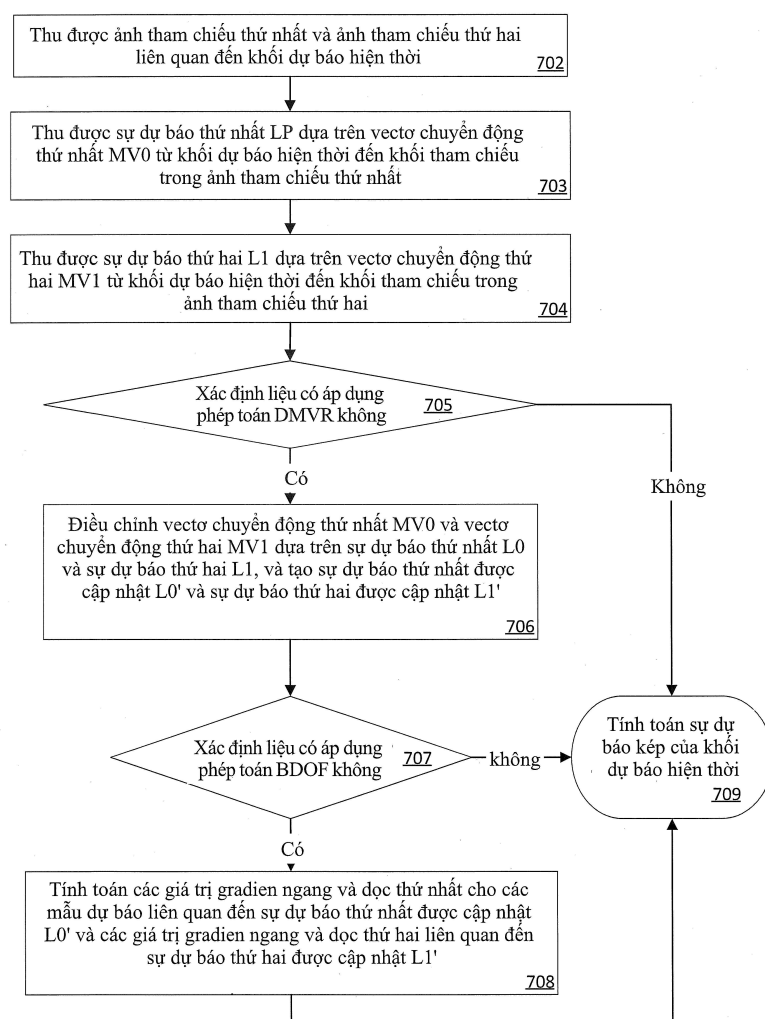


FIG. 7

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến sự mã hóa và nén video. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến các hệ thống và phương pháp để thực hiện mã hóa video sử dụng các ràng buộc và điều chỉnh trên các ứng dụng của chế độ liên dự báo và dự báo nội bộ tổ hợp (Combined Inter- and Intra-Prediction - CIIP).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phần này cung cấp thông tin nền tảng liên quan đến sáng chế. Thông tin được chứa trong đoạn này sẽ không nhất thiết được hiểu là tình trạng kỹ thuật đã biết.

Kỹ thuật mã hóa video bất kỳ có thể được sử dụng để nén dữ liệu video. Sự mã hóa video có thể được thực hiện theo một hoặc nhiều chuẩn mã hóa video. Một số chuẩn mã hóa video minh họa bao gồm mã hóa video đa năng (versatile video coding - VVC), mã hóa mô hình thử nghiệm thăm dò chung (joint exploration test model - JEM), mã hóa video hiệu quả cao (high-efficiency video coding - H.265/HEVC), mã hóa video tiên tiến (advanced video coding - H.264/AVC), và mã hóa nhóm chuyên gia ảnh chuyển động (moving picture experts group - MPEG).

Mã hóa video nói chung sử dụng các phương pháp dự báo (ví dụ, liên dự báo, dự báo nội bộ hoặc tương tự) mà tận dụng phần dư vốn có trong các ảnh video hoặc chuỗi video. Một mục tiêu của các kỹ thuật mã hóa video là để nén dữ liệu video thành dạng mà sử dụng tốc độ bit thấp hơn, trong khi tránh hoặc giảm thiểu sự suy giảm chất lượng video.

Các phương pháp dự báo được sử dụng trong mã hóa video thường bao gồm bước thực hiện dự báo theo không gian (nội khung) và/hoặc dự báo theo thời gian (liên khung) để làm giảm hoặc loại bỏ phần dư vốn có trong dữ liệu video, và thường liên quan đến mã hóa video dựa trên khối.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần này cung cấp tóm tắt chung về sáng chế, và không phải là sự bộc lộ toàn diện về phạm vi đầy đủ hoặc tất cả các dấu hiệu của sáng chế.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, phương pháp mã hóa video được thực hiện ở thiết bị tính toán có một hoặc nhiều bộ xử lý và bộ nhớ lưu trữ nhiều chương trình sẽ được chạy bởi một hoặc nhiều bộ xử lý. Phương pháp bao gồm bước phân chia

từng ảnh trong dòng video thành nhiều khối hoặc nhiều đơn vị mã hóa (coding unit – CU). Phương pháp bao gồm bước bỏ qua các hoạt động của một hoặc nhiều quy trình liên dự báo trong việc tạo ra các mẫu liên dự báo trong suốt ứng dụng của chế độ CIIP trên CU khi CU được dự báo kép. Một hoặc nhiều quy trình liên dự báo được bỏ qua gồm làm mịn vector chuyển động phía bộ giải mã (decoder-side motion vector refinement - DMVR) và dòng quang hai hướng (bidirectional optical flow - BDOF).

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, phương pháp mã hóa được thực hiện tại thiết bị tính toán có một hoặc nhiều bộ xử lý và bộ nhớ lưu trữ nhiều chương trình sẽ được chạy bởi một hoặc nhiều bộ xử lý. Phương pháp bao gồm bước phân chia từng ảnh trong dòng video thành nhiều khối hoặc nhiều CU. Phương pháp còn bao gồm bước nhận biết các CU mà là ứng cử viên cho ứng dụng của chế độ CIIP. Phương pháp còn bao gồm bước xác định liệu CU được nhận biết là ứng cử viên cho ứng dụng của chế độ CIIP được dự báo kép hay được dự báo đơn. Phương pháp còn bao gồm hạn chế ứng dụng của chế độ CIIP trên CU dựa trên sự xác định.

Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, phương pháp mã hóa video được thực hiện ở thiết bị tính toán có một hoặc nhiều bộ xử lý và bộ nhớ lưu trữ nhiều chương trình sẽ được chạy bởi một hoặc nhiều bộ xử lý. Phương pháp bao gồm bước phân chia từng ảnh trong dòng video thành nhiều khối hoặc nhiều đơn vị mã hóa (CU). Phương pháp còn bao gồm bước suy ra danh sách ứng cử viên MPM cho từng CU. Phương pháp còn bao gồm bước xác định liệu từng CU trong số các CU lân cận của CU (“CU hiện thời”) có phải là khối được mã hóa CIIP tương ứng hay không. Phương pháp còn bao gồm, đối với từng CU lân cận trong số các CU lân cận mà được mã hóa CIIP, trong tiến trình sử dụng chế độ nội bộ của CU lân cận trong thông tin của ứng cử viên MPM cho CU hiện thời, sử dụng tiêu chuẩn thống nhất không phụ thuộc vào việc xác định liệu CU hiện thời được mã hóa nội bộ hay được mã hóa CIIP.

Theo khía cạnh thứ tư của sáng chế, thiết bị tính toán bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý, bộ nhớ và nhiều chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ. Các chương trình, khi được chạy bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, làm cho thiết bị tính toán thực hiện các hoạt động như được mô tả ở trên.

Theo khía cạnh thứ năm của sáng chế, vật ghi lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ nhiều chương trình để chạy bởi thiết bị tính toán có một

hoặc nhiều bộ xử lý. Các chương trình, khi được chạy bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, làm cho thiết bị tính toán thực hiện các hoạt động như được mô tả ở trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sau đây, tập hợp các phương án minh họa, không giới hạn của sáng chế sẽ được mô tả cùng với các bản vẽ kèm theo. Các biến thể về cấu trúc, phương pháp hoặc chức năng có thể được thực hiện bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan dựa trên các ví dụ được trình bày ở đây và các biến thể đó đều nằm trong phạm vi của sáng chế. Trong những trường hợp không có xung đột, những dẫn dắt về các phương án khác nhau có thể, nhưng không cần thiết, được kết hợp với nhau.

FIG.1 là sơ đồ khối thể hiện bộ mã hóa video dạng lai trên cơ sở khối để minh họa mà có thể được sử dụng cùng với nhiều chuẩn mã hóa video.

FIG.2 là sơ đồ khối thể hiện bộ giải mã video để minh họa mà có thể được sử dụng cùng với nhiều chuẩn mã hóa video.

Các hình vẽ từ FIG.3A đến FIG.3E thể hiện các kiểu tách làm ví dụ, cụ thể là, phân chia tứ phân (FIG.3A), phân chia nhị phân theo chiều ngang (FIG.3B), phân chia nhị phân theo chiều dọc (FIG.3C), phân chia tam phân theo chiều ngang (FIG.3D), và phân chia tam phân theo chiều dọc (FIG.3E), theo các phương án làm ví dụ.

Các hình vẽ từ FIG.4A đến FIG.4C là sự minh họa về sự tổ hợp liên dự báo và dự báo nội bộ theo chế độ CIIP.

FIG.5A và FIG.5B cấu thành cặp lưu đồ thể hiện quy trình tạo để minh họa cho danh sách ứng cử viên MPM trong VVC hiện tại.

FIG.6 là lưu đồ thể hiện quy trình làm việc minh họa của thiết kế CIIP sử dụng dòng quang hai hướng (Bi-Directional Optical Flow - BDOF) trong VVC hiện tại.

FIG.7 là lưu đồ thể hiện quy trình làm việc minh họa về việc bỏ qua một cách chọn lọc các phép toán DMVR và BDOF trong việc tính toán dự báo kép của khối dự báo hiện thời.

FIG.8 là lưu đồ thể hiện quy trình làm việc minh họa của thiết kế CIIP được đề xuất theo sáng chế.

FIG.9 là lưu đồ thể hiện quy trình làm việc của thiết kế CIIP thứ hai theo sáng chế.

FIG.10A và FIG.10B cấu thành cặp lưu đồ thể hiện quy trình làm việc minh họa của hai phương pháp được đề xuất để xử lý các khối được mã hóa CIIP trong quy trình tạo cho danh sách ứng cử viên MPM theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ được sử dụng trong sáng chế được hướng đến sự minh họa các ví dụ cụ thể thay vì giới hạn sáng chế. Các dạng số ít được sử dụng trong sáng chế cũng như trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo cũng viện dẫn đến các dạng số nhiều trừ khi nghĩa khác chắc chắn được chứa trong ngữ cảnh. Cần đánh giá cao rằng thuật ngữ “và/hoặc” được sử dụng ở đây viện dẫn đến bất kỳ hoặc tất cả các tổ hợp có khả năng của một hoặc nhiều mục được liệt kê kết hợp.

Sẽ được hiểu rằng, dù các thuật ngữ “thứ nhất”, “thứ hai”, “thứ ba”, v.v. có thể được sử dụng ở đây để mô tả thông tin khác nhau, thông tin không được giới hạn bởi các thuật ngữ này. Các thuật ngữ chỉ được sử dụng để phân biệt một loại thông tin với nhau. Ví dụ, không rời khỏi phạm vi của sáng chế, thông tin thứ nhất có thể được gọi là thông tin thứ hai; và tương tự, thông tin thứ hai cũng có thể được gọi là thông tin thứ nhất. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “nếu” có thể được hiểu theo nghĩa “khi” hoặc “vào lúc” hoặc “đáp ứng với”, phụ thuộc vào ngữ cảnh.

Tham khảo trong suốt bản mô tả sáng chế đến “một phương án”, “phương án”, “phương án khác”, hoặc tương tự ở nghĩa số ít hoặc số nhiều là một hoặc nhiều dấu hiệu, cấu trúc hoặc đặc tính cụ thể được mô tả cùng với phương án được chứa trong ít nhất một phương án của sáng chế. Do đó, sự xuất hiện của các cụm từ “trong một phương án” hoặc “trong phương án”, “trong phương án khác” hoặc tương tự ở một hoặc nhiều vị trí khác nhau trong suốt bản mô tả không nhất thiết là cùng viện dẫn đến một phương án. Hơn nữa, các dấu hiệu, cấu trúc hoặc đặc tính cụ thể trong một hoặc nhiều phương án có thể được tổ hợp theo cách thích hợp bất kỳ.

Về mặt khái niệm, nhiều chuẩn mã hóa video là tương tự nhau, bao gồm cả những chuẩn đã được đề cập trước đây trong phần Tình trạng kỹ thuật của sáng chế. Ví dụ, hầu như tất cả các chuẩn mã hóa video đều sử dụng xử lý trên cơ sở khối và chia sẻ các sơ đồ khối mã hóa video tương tự để đạt được sự nén video.

Trong mã hóa video trên cơ sở khối, tín hiệu video được xử lý từng khối. Đối với từng khối (cũng được biết đến là đơn vị mã hóa (coding unit - CU), dự báo theo không gian và hoặc dự báo theo thời gian có thể được thực hiện.

Dự báo theo không gian (cũng được biết đến là “dự báo nội bộ”) sử dụng các điểm ảnh từ các mẫu của các khối lân cận đã được mã hóa (mà được gọi là các mẫu tham chiếu) trong cùng ảnh/lát video để dự báo khối hiện thời. Dự báo theo không gian làm giảm phần dư theo không gian vốn có trong tín hiệu video.

Dự báo theo thời gian (cũng được gọi là “liên dự báo” hoặc “dự báo bù chuyển động”) sử dụng các điểm ảnh được khôi phục từ các ảnh video đã được mã hóa để dự báo khối hiện thời. Dự báo theo thời gian làm giảm phần dư theo thời gian vốn có trong tín hiệu video. Tín hiệu dự báo theo thời gian cho CU đã cho thường được báo hiệu bởi một hoặc nhiều vector chuyển động (motion vector – MV) mà biểu thị lượng và hướng chuyển động giữa CU hiện thời và sự tham chiếu theo thời gian của nó. Ngoài ra, khi nhiều ảnh tham chiếu được hỗ trợ, một chỉ số ảnh tham chiếu được gửi thêm, mà được sử dụng để nhận biết từ ảnh tham chiếu nào trong ảnh tham chiếu lưu trữ tín hiệu dự báo theo thời gian đến.

Sau khi dự báo theo không gian và/hoặc thời gian, khối quyết định chế độ trong bộ mã hóa chọn chế độ dự báo tốt nhất, ví dụ dựa trên phương pháp tối ưu hóa tốc độ biến dạng. Khối dự báo sau đó được trừ khỏi khối hiện thời; và phần dư dự báo được khử tương quan bằng cách sử dụng sự biến đổi và được lượng tử hóa. Các hệ số phần dư được lượng tử hóa được lượng tử hóa nghịch đảo và được biến đổi nghịch đảo để tạo thành phần dư được khôi phục, mà sau đó được cộng trở lại khối dự báo để tạo thành tín hiệu được khôi phục của khối.

Sau khi dự báo theo không gian và/hoặc thời gian, việc lọc trong vòng thêm nữa, như lọc tách khối, độ lệch tương thích mẫu (sample adaptive offset - SAO) và lọc trong vòng tương thích (adaptive in-loop filter - ALF) có thể được áp dụng trên CU được khôi phục trước khi nó được đặt trong bộ lưu trữ ảnh tham chiếu và được sử dụng để mã hóa các khối video nữa. Để tạo thành dòng bit video đầu ra, chế độ mã hóa (liên mã hóa hoặc mã hóa nội bộ), thông tin chế độ dự báo, thông tin chuyển động, và các hệ số phần dư được lượng tử hóa được gửi tất cả đến đơn vị mã hóa entropy để được nén và chèn thêm để tạo thành dòng bit.

Trong suốt quy trình giải mã, dòng bit video được giải mã entropy trước hết ở đơn vị giải mã entropy. Chế độ mã hóa và thông tin dự báo được gửi đến đơn vị dự báo theo không gian (khi được mã hóa nội bộ) hoặc đơn vị dự báo theo thời gian (khi được liên mã hóa) để tạo thành khối dự báo. Các hệ số biến đổi dư được gửi đến đơn vị lượng tử hóa nghịch đảo và đơn vị biến đổi nghịch đảo để khôi phục khối dư. Khối dự báo và khối dư sau đó được cộng với nhau. Khối được khôi phục có thể còn đi qua quá trình lọc trong vòng trước khi được lưu trong bộ lưu trữ ảnh tham chiếu. Video được khôi phục trong bộ lưu trữ ảnh tham chiếu sau đó được gửi để dẫn động thiết bị hiển thị, cũng như để dự báo các khối video tương lai.

Trong nhiều sơ đồ mã hóa video dạng lai, từng khối có thể sử dụng phương pháp liên dự báo hoặc phương pháp dự báo nội bộ, nhưng không sử dụng cả hai. Tuy nhiên, tín hiệu dư được tạo bởi các khối được liên dự báo và các khối được dự báo nội bộ có thể thể hiện các đặc tính rất khác nhau, do đó, nếu hai loại dự báo có thể được kết hợp một cách hiệu quả, có thể mong đợi một phép dự báo chính xác hơn để giảm năng lượng của phần dư dự báo và do đó cải thiện hiệu quả mã hóa. Ngoài ra, trong các nội dung video nhất định, sự chuyển động của các đối tượng di chuyển có thể phức tạp. Ví dụ, có thể có diện tích mà chứa cả nội dung cũ (ví dụ, các đối tượng mà được chứa trong các ảnh được mã hóa trước đó) và nội dung mới xuất hiện (ví dụ, các đối tượng mà được chứa trong các ảnh được mã hóa trước đó). Trong các kịch bản như vậy, cả liên dự báo và dự báo nội bộ có thể cung cấp một phép dự báo chính xác của khối hiện thời.

Để cải thiện thêm hiệu quả dự báo, phiên bản hiện tại giới thiệu chế độ liên dự báo và dự báo nội bộ được tổ hợp (CIIP), mà tổ hợp sự dự báo nội bộ và liên dự báo của một CU mà được mã hóa bởi chế độ hợp nhất. Ứng dụng của chế độ CIIP thường cải thiện hiệu quả mã hóa.

Tuy nhiên, ứng dụng của chế độ CIIP bao gồm nhiều hoạt động hơn ứng dụng được chứa trong liên chế độ hoặc chế độ nội bộ, mà có xu hướng tăng độ phức tạp tính toán và giảm thông lượng mã hóa/giải mã.

Hơn nữa, phiên bản hiện tại của VVC không hoàn toàn nhất quán trong việc xử lý các khối chế độ nội bộ và các khối chế độ CIIP trong ngữ cảnh xây dựng danh sách

ứng cử viên chế độ có khả năng nhất (Most Probable Mode - MPM) cho các khối lân cận của chúng.

FIG.1 thể hiện sơ đồ khối của bộ mã hóa video dạng lai trên cơ sở khối 100 để minh họa mà có thể được sử dụng cùng với nhiều chuẩn mã hóa video. Trong bộ mã hóa 100, khung video được phân chia thành nhiều khối video để xử lý. Đối với từng khối video đã cho, sự dự báo được tạo thành dựa trên phương pháp liên dự báo hoặc phương pháp dự báo nội bộ. Trong sự liên dự báo, một hoặc nhiều biến dự báo được tạo thành qua sự ước lượng chuyển động và bù chuyển động dựa trên các điểm ảnh từ các khung được khôi phục trước đó. Trong dự báo nội bộ, các biến dự báo được thực hiện dựa trên các điểm ảnh được khôi phục trong khung hiện thời. Thông qua quyết định chế độ, biến dự báo tốt nhất có thể được chọn để dự báo khối hiện thời.

Phần dư dự báo, biểu diễn chênh lệch giữa khối video hiện thời và biến dự báo của nó. Các hệ số biến đổi sau đó được gửi từ mạch biến đổi 102 đến mạch lượng tử hóa 104 để giảm entropy. Các hệ số được lượng tử hóa sau đó được nạp vào mạch mã hóa entropy 106 để tạo dòng bit video được nén. Như được thể hiện trên FIG.1, thông tin liên quan đến dự báo 110 từ mạch liên dự báo và/hoặc mạch dự báo nội bộ 112, như thông tin phân chia khối video, các vector chuyển động, chỉ số ảnh tham chiếu, và chế độ mã hóa nội bộ, cũng được cấp qua mạch mã hóa entropy 106 và được lưu thành dòng bit video được nén 114.

Trong bộ mã hóa 100, các mạch liên quan đến bộ giải mã cùng được cần để khôi phục các điểm ảnh cho mục đích dự báo. Trước hết, phần dư dự báo được khôi phục qua sự lượng tử hóa nghịch đảo 116 và mạch biến đổi nghịch đảo 118. Phần dư dự báo được khôi phục này được tổ hợp với biến dự báo khối 120 để tạo các điểm ảnh khôi phục chưa được lọc cho khối video hiện thời.

Để cải thiện hiệu quả mã hóa và chất lượng về thị giác, bộ lọc trong vòng thường được sử dụng. Ví dụ, bộ lọc khử khối là khả dụng trong AVC, HEVC cũng như phiên bản hiện tại của VVC. Trong HEVC, bộ lọc trong vòng bổ sung được gọi là độ lệch tương thích mẫu (sample adaptive offset - SAO) được xác định để cải thiện thêm hiệu quả mã hóa. Trong phiên bản hiện tại của chuẩn VVC, bộ lọc trong vòng khác nữa được gọi là bộ lọc vòng tương thích (adaptive loop filter – ALF) được nghiên cứu tích cực, và có cơ hội tốt được chứa trong chuẩn cuối cùng.

Các phép toán lọc trong vòng này là tùy chọn. Việc thực hiện các phép toán này giúp cải thiện hiệu quả mã hóa và chất lượng về thị giác. Chúng cũng có thể được ngắt khi quyết định được kết xuất bởi bộ mã hóa 100 để lưu độ phức tạp tính toán.

Cần lưu ý là dự báo nội bộ thường dựa trên các điểm ảnh khôi phục chưa được lọc, trong khi liên dự báo dựa trên các điểm ảnh khôi phục được lọc nếu các tùy chọn lọc này được bật bởi bộ mã hóa 100.

FIG.2 là sơ đồ khối thể hiện bộ giải mã video 200 để minh họa mà có thể được sử dụng cùng với nhiều chuẩn mã hóa video. Bộ giải mã 200 này tương tự với đoạn liên quan đến khôi phục nêu nằm trong bộ mã hóa 100 của FIG.1. Trong bộ giải mã 200 (FIG.2), dòng bit video đến 201 trước hết được giải mã qua bước giải mã entropy 202 để suy ra các mức hệ số được lượng tử hóa và thông tin liên quan đến dự báo. Các mức hệ số được lượng tử hóa sau đó được xử lý qua sự lượng tử hóa nghịch đảo 204 và biến đổi nghịch đảo 206 để thu được phần dư dự báo được khôi phục. Cơ chế dự báo khối, được thực hiện trong bộ chọn liên chế độ/chế độ nội bộ 208, được tạo cấu hình để thực hiện dự báo nội bộ 210, hoặc bù chuyển động 212, trên cơ sở thông tin dự báo được giải mã. Tập hợp các điểm ảnh khôi phục chưa được lọc thu được bằng cách lấy tổng phần dư dự báo được khôi phục từ sự biến đổi nghịch đảo 206 và đầu ra dự báo được tạo bởi cơ chế dự báo khối, sử dụng bộ cộng 214. Trong các trường hợp mà bộ lọc trong vòng được bật, phép toán lọc được thực hiện trên các điểm ảnh được khôi phục này để suy ra video được khôi phục cuối cùng. Video được khôi phục trong bộ lưu trữ ảnh tham chiếu sau đó được gửi để dẫn động thiết bị hiển thị, cũng như được sử dụng để dự báo các khối video trong tương lai.

Trong các chuẩn mã hóa video, như HEVC, các khối có thể được phân chia trên cơ sở các cây tứ phân. Trong các chuẩn mã hóa video mới hơn, như VVC hiện tại, nhiều phương pháp phân chia hơn được sử dụng, và một đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU) có thể được tách thành các CU để thích ứng với sự biến đổi các đặc tính cục bộ trên cơ sở cây tứ phân, cây nhị phân, cây tam phân. Sự phân tách của CU, đơn vị dự báo (prediction unit – PU) và đơn vị biến đổi (transform unit – TU) không tồn tại trong hầu hết chế độ mã hóa trong VVC hiện tại, và từng CU luôn được sử dụng như đơn vị cơ sở cho cả sự dự báo và biến đổi mà không phân chia thêm nữa. Tuy nhiên, trong một số chế độ mã hóa cụ thể như chế độ mã hóa phân chia nhỏ nội

bộ, từng CU có thể vẫn chứa nhiều TU. Trong cấu trúc cây nhiều kiểu, một CTU trước hết được phân chia bởi cấu trúc cây tứ phân. Sau đó, từng nút lá cây tứ phân có thể được phân chia thêm bởi cấu trúc cây nhị phân và cấu trúc cây tam phân.

Các hình vẽ từ FIG.3A đến FIG.3E thể hiện năm kiểu tách làm ví dụ, cụ thể, phân chia tứ phân (FIG.3A), phân chia nhị phân theo chiều ngang (FIG.3B), phân chia nhị phân theo chiều dọc (FIG.3C), phân chia tam phân theo chiều ngang (FIG.3D), và phân chia tam phân theo chiều dọc (FIG.3E). Trong các chuẩn mã hóa video như HEVC và VVC hiện tại, từng CU có thể được dự báo nội bộ hoặc liên dự báo.

VVC hiện tại cũng giới thiệu chế độ mã hóa dự báo nội bộ hoặc liên dự báo tổ hợp (Combined Intra- and Inter-Prediction- CIIP), mà sự dự báo nội bộ và liên dự báo của một CU mà được mã hóa bởi chế độ hợp nhất được tổ hợp.

Trong chế độ CIIP, đối với từng CU hợp nhất, một cờ hiệu bổ sung được báo hiệu để biểu thị liệu CIIP có được cho phép đối với CU hiện thời hay không. Đối với thành phần độ chói (luma) của CU hiện thời, CIIP hỗ trợ bốn chế độ nội bộ thường được sử dụng, cụ thể là các chế độ phẳng, DC, ngang và dọc. Đối với các thành phần sắc độ của CU hiện thời, chế độ DM mà có nghĩa là cùng chế độ nội bộ của thành phần độ chói được sử dụng lại, luôn được áp dụng mà không báo hiệu thêm.

Hơn nữa, trong chế độ CIIP, đối với từng CU hợp nhất, việc lấy trung bình có trọng số được áp dụng để tổ hợp các mẫu liên dự báo và các mẫu dự báo nội bộ của CU hiện thời. Cụ thể, khi chế độ phẳng hoặc DC được chọn, trọng số bằng nhau (tức là, 0,5) được áp dụng. Mặt khác (tức là, chế độ ngang hoặc dọc được áp dụng), CU hiện thời được tách trước hết theo chiều ngang (đối với chế độ ngang) hoặc dọc (đối với chế độ dọc) thành bốn diện tích có kích thước bằng nhau. Bốn tập hợp trọng số, được biểu thị là (w_intra_i, w_inter_i) , sẽ được áp dụng để tổ hợp các mẫu liên dự báo và dự báo nội bộ trong các diện tích khác nhau, nơi mà $i = 0$ và $i = 3$ biểu diễn các diện tích mà gần nhất và xa nhất với các mẫu lân cận được khôi phục được sử dụng cho sự dự báo nội bộ. Trong thiết kế CIIP hiện tại, tập hợp giá trị được định trước của các tập hợp trọng số là: $(w_intra_0, w_inter_0) = (0,75, 0,25)$, $(w_intra_1, w_inter_1) = (0,625, 0,375)$, $(w_intra_2, w_inter_2) = (0,375, 0,625)$ and $(w_intra_3, w_inter_3) = (0,25, 0,75)$.

Các hình vẽ từ FIG.4A đến FIG.4C là sự minh họa về tổ hợp sự liên dự báo và dự báo nội bộ trong chế độ CIIP. Trên FIG.4A, phép toán của các trọng số tổ hợp cho

CU 401 theo chế độ ngang được minh họa. CU hiện thời được tách theo chiều ngang thành bốn diện tích có kích thước bằng nhau 402 403, 404 và 405, được biểu diễn bởi bốn phần bóng màu xám khác nhau. Đối với từng diện tích, tập hợp trọng số được áp dụng để tổ hợp các mẫu liên dự báo và dự báo nội bộ. Ví dụ, đối với diện tích 402 về phía tận cùng bên trái, mà được biểu diễn bởi phần bóng màu xám sẫm nhất, tập hợp trọng số $(w_{intra0}, w_{inter0}) = (0,75, 0,25)$ được áp dụng, mà có nghĩa là dự báo CIIP thu được khi tổng là (i) 0,75 hoặc $\frac{3}{4}$ lần dự báo nội bộ (ii) 0,25 hoặc $\frac{1}{4}$ lần liên dự báo.

Điều này cũng được minh họa qua công thức 406 $P_{CIIP} = \frac{1}{4}P_{inter} + \frac{3}{4}P_{intra}$ kèm theo cùng diện tích 402 với mũi tên. Các tập hợp trọng số được sử dụng cho ba diện tích 403, 404 và 405 khác được minh họa tương tự. Trên FIG.4B, phép toán của các trọng số tổ hợp cho CU 407 theo chế độ dọc được minh họa theo cách tương tự với FIG.4A. Trên FIG.4C, phép toán của các trọng số tổ hợp cho CU 408 theo chế độ phẳng hoặc DC được minh họa, mà chỉ một tập hợp trọng số, tập hợp các trọng số bằng nhau, được áp dụng cho CU toàn bộ 408, mà cũng được minh họa qua công thức 409 $P_{CIIP} = \frac{1}{2}P_{inter} + \frac{1}{2}P_{intra}$ kèm theo CU toàn bộ 408 với mũi tên.

Đặc tính kỹ thuật làm việc của VVC hiện tại cũng cung cấp cho việc sử dụng chế độ nội bộ của một CIIP CU như biến dự báo để dự báo chế độ nội bộ của các CIIP CU lân cận của nó thông qua cơ chế chế độ có khả năng nhất (MPM), nhưng không cho việc sử dụng cùng chế độ nội bộ của cùng CIIP CU như biến dự báo để dự báo chế độ nội bộ của các CU được mã hóa nội bộ lân cận của nó thông qua cơ chế MPM.

Cụ thể, đối với từng CIIP CU, nếu một số trong số các khối lân cận của nó cũng là các CIIP CU, chế độ nội bộ của các lân cận đó trước hết được làm tròn thành chế độ gần nhất trong chế độ phẳng, DC, ngang và dọc và sau đó được cộng vào danh sách ứng cử viên MPM của CU hiện thời, tức là chế độ nội bộ của một CIIP CU được cho phép để dự báo các chế độ nội bộ của CIIP CU lân cận của nó. Tuy nhiên, đối với từng CU nội bộ, nếu một số trong số các khối lân cận được mã hóa bởi chế độ CIIP, các khối lân cận này được coi là không khả dụng, tức là, chế độ nội bộ của một CIIP CU không được cho phép dự báo các chế độ nội bộ của các CU nội bộ lân cận của nó.

FIG.5A và FIG.5B cấu thành cặp lưu đồ thể hiện quy trình tạo để làm mẫu cho danh sách ứng cử viên MPM trong VVC hiện tại. FIG.5A minh họa quy trình tạo mà

CU hiện thời là khối nội bộ. Trong trường hợp này, sự xác định được thực hiện về việc liệu CU lân cận là khối nội bộ 501 hay không, và khi và chỉ khi nó là khối nội bộ, chế độ nội bộ của CU lân cận được cộng vào danh sách ứng cử viên MPM 502. FIG.5B minh họa quy trình tạo mà CU hiện thời là khối nội bộ. Trong trường hợp này, sự xác định được thực hiện về việc liệu CU lân cận là khối nội bộ 503 hay không, và khi nó là khối nội bộ, chế độ nội bộ của CU lân cận được làm tròn 504 và sau đó được cộng vào danh sách ứng cử viên MPM 505, một mặt, khi nó không phải là khối nội bộ, sự xác định sau đó được thực hiện về việc liệu CU lân cận là khối CIIP 506 hay không, và khi nó là khối CIIP, chế độ nội bộ của CU lân cận được cộng vào danh sách ứng cử viên MPM 507.

FIG.5A và FIG.5B minh họa sự khác biệt giữa việc sử dụng khối CIIP và các khối nội bộ trong quy trình tạo đối với danh sách ứng cử viên MPF trong VVC hiện tại, cụ thể là phương pháp sử dụng khối CIIP lân cận trong quy trình tạo đối với danh sách ứng cử viên MPM phụ thuộc vào việc khối hiện thời là khối nội bộ hay khối CIIP và khác nhau trong hai trường hợp.

Trong các chuẩn mã hóa video mới hơn như VVC hiện tại, các công cụ mã hóa liên chế độ mới đã được giới thiệu, và hai ví dụ về các công cụ mã hóa liên chế độ là: dòng quang hai hướng (BDOF) và làm mịn vectơ chuyển động phía bộ giải mã (DMVR).

Dự báo kép thông thường trong mã hóa video là tổ hợp đơn giản của hai khối dự báo theo thời gian thu được từ các ảnh tham chiếu mà đã được khôi phục. Tuy nhiên, do giới hạn của sự bù chuyển động trên cơ sở khối, có thể còn lại sự chuyển động nhỏ mà có thể được theo dõi giữa các mẫu của hai khối dự báo, do đó làm giảm hiệu quả dự báo bù chuyển động. Để giải quyết vấn đề này, BDOF được áp dụng trong VVC hiện tại để giảm ảnh hưởng của chuyển động này cho mọi mẫu bên trong một khối.

BDOF là sự làm mịn chuyển động theo mẫu mà được thực hiện ở trên phép dự báo bù chuyển động trên cơ sở khối khi sử dụng dự báo kép. Sự làm mịn chuyển động của từng khối con 4x4 được tính toán bằng cách giảm thiểu chênh lệch giữa các mẫu dự báo danh sách ảnh tham chiếu 0 (L0) và danh sách ảnh tham chiếu 1 (L1) sau khi BDOF được áp dụng bên trong một cửa sổ 6x6 quanh khối con. Dựa trên sự làm mịn

chuyển động được suy ra, các mẫu dự báo kép cuối cùng của CU được tính bằng cách nội suy mẫu dự báo L0/L1 dọc theo quỹ đạo chuyển động trên cơ sở mô hình dòng quang.

DMVR là kỹ thuật dự báo kép cho các khối hợp nhất với hai MV được báo hiệu ban đầu có thể được làm mịn bằng cách sử dụng dự báo thích ứng song phương. Thích ứng song phương được sử dụng để suy ra thông tin chuyển động của CU hiện thời bằng cách tìm sự thích ứng gần nhất giữa hai khối dọc theo quỹ đạo chuyển động của CU hiện thời trong hai ảnh tham chiếu khác nhau. Hàm chi phí được sử dụng trong quy trình thích ứng là tổng chênh lệch tuyệt đối (sum of absolute difference - SAD) được lấy mẫu con theo hàng. Sau khi quy trình thích ứng được thực hiện, các MV được làm mịn được sử dụng cho sự bù chuyển động trong giai đoạn dự báo, sự tính toán cường độ biên trong bộ lọc khử khối, dự báo vector chuyển động theo thời gian cho các ảnh tiếp theo và dự báo vector chuyển động theo không gian CTU chéo cho các CU tiếp theo. Theo giả thiết về quỹ đạo chuyển động liên tục, các vector chuyển động MV0 và MV1 chỉ đến hai khối tham chiếu sẽ tỷ lệ với khoảng cách thời gian, tức là, TD0 và TD1, giữa ảnh hiện thời và hai ảnh tham chiếu. Như trường hợp đặc biệt, khi ảnh hiện thời là theo thời gian giữa hai ảnh tham chiếu và khoảng cách theo thời gian từ ảnh hiện thời đến hai ảnh tham chiếu là như nhau, sự thích ứng song phương trở thành MV hai hướng dựa trên gương.

Trong VVC, BDOF và DMVR hiện tại có thể cùng được sử dụng cùng với chế độ CIIP.

FIG.6 là lưu đồ thể hiện quy trình làm việc minh họa của thiết kế CIIP sử dụng dòng quang hai hướng (BDOF) trong VVC hiện tại. Trong quy trình làm việc này, sự bù chuyển động L0 và L1 601 và 602 được xử lý qua BDOF 603, và đầu ra từ BDOF sau đó được xử lý cùng với dự báo nội bộ 604 để tạo thành trung bình có trọng số 605 trong chế độ CIIP.

VVC hiện tại cũng cung cấp cho ứng dụng tương tự của DMVR cùng với chế độ CIIP.

Trong VVC hiện tại, chế độ CIIP có thể tăng cường hiệu quả của dự báo bù chuyển động. Tuy nhiên, sáng chế đã xác định ba vấn đề có trong thiết kế CIIP hiện tại có trong VVC hiện tại.

Thứ nhất, vì CIIP kết hợp các mẫu liên và dự báo nội bộ, từng CIIP CU cần để sử dụng các mẫu lân cận được khôi phục của nó để tạo ra tín hiệu dự báo. Điều này có nghĩa là sự giải mã của một CIIP CU phụ thuộc vào sự khôi phục đầy đủ của các khối lân cận của nó. Do sự phụ thuộc lẫn nhau như vậy, để triển khai phần cứng thực tế, CIIP cần phải được thực hiện trong giai đoạn khôi phục, nơi các mẫu được khôi phục lân cận trở nên khả dụng cho sự dự báo nội bộ. Vì việc giải mã các CU trong giai đoạn khôi phục phải được thực hiện tuần tự (tức là từng bước một), số lượng phép toán tính toán (ví dụ, phép nhân, cộng, và dịch chuyển bit) được chứa trong quy trình CIIP có thể không quá cao để đảm bảo đủ thông lượng giải mã thời gian thực. Hơn nữa, trong thiết kế CIIP trong VVC hiện tại, các công cụ mã hóa liên chế độ mới như BDOF và DMVR cũng được chứa để tạo ra các mẫu liên dự báo cho chế độ CIIP. Đã cho sự phức tạp bổ sung được đưa vào bởi các công cụ mã hóa liên chế độ mới, thiết kế như vậy có thể làm giảm nghiêm trọng thông lượng mã hóa/giải mã của bộ mã hóa-giải mã phần cứng khi CIIP được cho phép.

Thứ hai, trong thiết kế CIIP hiện tại trong VVC hiện tại, khi một CIIP CU viện dẫn đến một ứng cử viên hợp nhất được dự báo kép, cả hai tín hiệu dự báo bù chuyển động trong danh sách L0 và L1 đều cần được tạo. Khi một hoặc nhiều MV không có độ chính xác số nguyên, các quy trình nội suy bổ sung phải được dẫn ra để nội suy các mẫu tại các vị trí mẫu phân số. Quy trình như vậy không chỉ làm tăng độ phức tạp tính toán mà còn tăng băng thông bộ nhớ đã cho mà cần phải truy cập nhiều mẫu tham chiếu hơn từ bộ nhớ ngoài, và do đó cũng có thể làm giảm nghiêm trọng thông lượng mã hóa/giải mã của bộ mã hóa-giải mã phần cứng khi CIIP được cho phép.

Thứ ba, trong thiết kế CIIP hiện tại trong VVC hiện tại, các chế độ nội bộ của các CIIP CU và chế độ nội bộ của các CU nội bộ được xử lý khác nhau khi xây dựng danh sách MPM của các khối lân cận của chúng. Cụ thể, khi một CU hiện thời được mã hóa bằng chế độ CIIP, các CIIP CU lân cận của nó được coi là nội bộ, tức là, các chế độ nội bộ của các CU CIIP lân cận có thể được thêm vào danh sách ứng cử viên MPM. Tuy nhiên, khi CU hiện thời được mã hóa bằng chế độ nội bộ, các CIIP CU lân cận của nó được coi là liên chế độ, tức là các chế độ nội bộ của các CU CIIP lân cận được loại khỏi danh sách ứng cử viên MPM. Thiết kế không thống nhất như vậy có thể không tối ưu cho phiên bản cuối cùng của chuẩn VVC

Sáng chế đề xuất ứng dụng chế độ CIIP có hạn chế và được điều chỉnh để giải quyết ba vấn đề trên.

Theo sáng chế, sau khi xác định các CU là ứng cử viên để áp dụng chế độ CIIP, sự xác định được thực hiện về việc liệu CU được xác định là ứng cử viên cho ứng dụng chế độ CIIP được dự báo kép hay dự báo đơn, và sau đó trên cơ sở xác định, ứng dụng chế độ CIIP trên CU sẽ được hạn chế.

Theo phương án của sáng chế, việc hạn chế ứng dụng chế độ CIIP trên CU dựa trên sự xác định bao gồm việc vô hiệu hóa hoạt động của một hoặc nhiều kỹ thuật liên dự báo được định trước trong quá trình tạo các mẫu liên dự báo trong suốt quá trình ứng dụng chế độ CIIP trên CU khi CU được dự báo kép.

Trong một ví dụ, một hoặc nhiều kỹ thuật liên dự báo được định trước bao gồm BDOF và DMVR.

FIG.7 là lưu đồ thể hiện quy trình làm việc minh họa về việc bỏ qua một cách chọn lọc các phép toán DMVR và BDOF trong việc tính toán dự báo kép của một khối dự báo hiện tại. Trong khi xử lý khối dự báo hiện thời, thu được ảnh tham chiếu thứ nhất và ảnh tham chiếu thứ hai liên quan đến khối dự báo hiện thời 702, trong đó ảnh tham chiếu thứ nhất đứng trước ảnh hiện thời và ảnh tham chiếu thứ hai đứng sau ảnh hiện thời theo thứ tự hiển thị. Sau đó, sự dự báo thứ nhất L0 thu được trên cơ sở vector chuyển động thứ nhất MV0 từ khối dự báo hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ nhất 703 và sự dự báo thứ hai L1 thu được trên cơ sở vector chuyển động thứ hai MV1 từ khối dự báo hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ hai 704. Sau đó, sự xác định được thực hiện về việc liệu có áp dụng phép toán DMVR 705 hay không. Nếu được áp dụng, phép toán DMVR sẽ điều chỉnh vector chuyển động thứ nhất MV0 và vector chuyển động thứ hai MV1 trên cơ sở sự dự báo thứ nhất L0 và sự dự báo thứ hai L1, và tạo sự dự báo thứ nhất được cập nhật L0' và sự dự báo thứ hai được cập nhật L1' 706. Sau đó, sự xác định thứ hai được thực hiện về việc liệu có áp dụng phép toán BDOF 707 hay không. Nếu được áp dụng, phép toán BDOF sẽ tính toán các giá trị gradien ngang và dọc thứ nhất cho các mẫu dự báo liên quan đến sự dự báo thứ nhất được cập nhật L0' và các giá trị gradien ngang và dọc thứ hai liên quan đến sự dự báo thứ hai được cập nhật L1'. Cuối cùng, sự dự báo kép của khối dự báo hiện thời được tính dựa trên sự dự báo thứ nhất L0, sự dự báo thứ hai L1,

sự dự báo thứ nhất được cập nhật tùy chọn L0', sự dự báo thứ hai được cập nhật tùy chọn L1', giá trị gradien ngang và dọc thứ nhất tùy chọn, và các giá trị gradien ngang và dọc thứ hai tùy chọn 709.

Trong ví dụ khác, một hoặc nhiều kỹ thuật liên dự báo được định trước bao gồm BDOF. FIG.8 là lưu đồ thể hiện quy trình làm việc minh họa của thiết kế CIIP trong ví dụ này của sáng chế. Trong quy trình làm việc này, sự bù chuyển động L0 và L1 801 và 802 được lấy trung bình 803 thay vì được xử lý qua BDOF, và trung bình thu được sau đó được xử lý cùng với sự dự báo nội bộ 804 để tạo thành trung bình có trọng số 805 trong chế độ CIIP.

Trong ví dụ thứ ba, một hoặc nhiều kỹ thuật liên dự báo được định trước bao gồm DMVR.

Theo phương án khác của sáng chế, việc hạn chế ứng dụng của chế độ CIIP trên CU trên cơ sở xác định bao gồm việc sử dụng tiêu chuẩn được định trước để lựa chọn, từ tất cả các mẫu dự báo đơn khả dụng, nhiều mẫu dự báo đơn sẽ được sử dụng kết hợp với các mẫu dự báo nội bộ cho CU trong suốt ứng dụng của chế độ CIIP trên CU khi CU được dự báo kép.

Trong một ví dụ, tiêu chuẩn định trước bao gồm lựa chọn tất cả các mẫu dự báo đơn trên cơ sở các ảnh trong danh sách ảnh tham chiếu 0 L0.

Trong ví dụ khác, tiêu chuẩn định trước bao gồm lựa chọn tất cả các mẫu dự báo đơn trên cơ sở các ảnh trong danh sách ảnh tham chiếu 1 L1.

Trong ví dụ thứ ba, tiêu chuẩn định trước bao gồm lựa chọn tất cả các mẫu dự báo đơn dựa trên một ảnh tham chiếu mà có khoảng cách số đếm thứ tự ảnh (picture order count - POC) nhỏ nhất từ ảnh mà trong đó CU được bố trí ("ảnh hiện thời"). FIG.9 là lưu đồ thể hiện quy trình làm việc minh họa của thiết kế CIIP được đề xuất trong ví dụ này của sáng chế. Trong quy trình làm việc này, sự xác định được thực hiện về việc liệu ảnh tham chiếu L0 hoặc L1 có gần hơn với ảnh hiện thời trong khoảng cách POC 901 hay không, và sự bù chuyển động từ một ảnh tham chiếu mà có khoảng cách POC nhỏ nhất từ ảnh hiện thời được chọn 902 và 903 và sau đó được xử lý cùng với sự dự báo nội bộ 904 để tạo thành trung bình có trọng số 905 trong chế độ CIIP.

Theo phương án khác của sáng chế, việc hạn chế ứng dụng của chế độ CIIP trên CU dựa trên sự xác định bao gồm vô hiệu hóa ứng dụng của chế độ CUUP trên CU và vô hiệu hóa việc báo hiệu của cờ hiệu CIIP cho CU khi CU được dự báo kép. Cụ thể, để giảm chi phí, sự báo hiệu của cờ hiệu kích hoạt/vô hiệu hóa CIIP phụ thuộc vào hướng dự báo của CIIP CU hiện thời. Nếu CU hiện thời được dự báo đơn, cờ hiệu CIIP sẽ được báo hiệu trong dòng bit để biểu thị liệu CIIP được kích hoạt hay vô hiệu hóa. Nếu không (tức là CU hiện thời được dự báo kép), sự báo hiệu của cờ hiệu CIIP sẽ được bỏ qua và luôn được suy ra là sai, tức là CIIP luôn được vô hiệu hóa.

Cũng theo sáng chế, khi tạo thành danh sách ứng cử viên MPM cho CU (“CU hiện thời”), sự xác định sẽ được thực hiện về việc liệu mỗi CU trong số các CU lân cận của CU hiện thời có được mã hóa CIIP tương ứng hay không, và sau đó đối với mỗi CU lân cận trong số các CU lân cận mà được mã hóa CIIP, tiêu chuẩn thống nhất mà không phụ thuộc vào việc xác định liệu CU hiện thời được mã hóa nội bộ hay được mã hóa CIIP sẽ được sử dụng trong quá trình sử dụng chế độ nội bộ của CU lân cận trong việc tạo thành danh sách ứng cử viên MPM cho CU hiện thời.

Theo một phương án của khía cạnh này của sáng chế, tiêu chuẩn thống nhất bao gồm xử lý chế độ nội bộ của CU lân cận là không khả dụng cho việc sử dụng trong việc tạo thành danh sách ứng cử viên MPM khi CU lân cận được mã hóa CIIP.

Theo phương án khác của khía cạnh này của sáng chế, tiêu chuẩn thống nhất bao gồm xử lý chế độ CIIP của CU lân cận là tương đương với chế độ nội bộ trong sự tạo thành danh sách ứng cử viên MPM khi CU lân cận được mã hóa CIIP.

FIG.10A và FIG.10B cấu thành cặp lưu đồ thể hiện quy trình làm việc minh họa của hai phương án của khía cạnh này của sáng chế. FIG.10A minh họa quy trình làm việc của phương án thứ nhất của khía cạnh này của sáng chế. Trong quy trình làm việc này, sự xác định trước hết được thực hiện về việc liệu CU lân cận là khối nội bộ hay khối CIIP 1001, và khi và chỉ khi nó là khối nội bộ hoặc khối CIIP, chế độ nội bộ của nó được thêm vào danh sách ứng cử viên MPM của CU hiện thời 1002, bất kể CU hiện tại là khối nội bộ hay khối CIIP. FIG.10B minh họa quy trình làm việc của phương án thứ hai của khía cạnh này của sáng chế. Trong quy trình làm việc này, sự xác định trước hết được thực hiện về việc liệu CU lân cận là khối nội bộ 1003 hay không, và khi và chỉ khi nó là khối nội bộ, chế độ nội bộ của nó được thêm vào danh sách ứng cử

viên MPM của CU hiện thời 1004, bất kể liệu CU hiện thời là khối nội bộ hay khối CIIP.

Trong một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng được mô tả có thể được thực thi trong phần cứng, phần mềm, phần sụn, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Nếu được thực thi trong phần mềm, các chức năng có thể được lưu trữ trên hoặc được truyền trên, như một hoặc nhiều lệnh hoặc mã, vật ghi có thể đọc được bằng máy tính và được chạy bởi bộ phận xử lý dựa trên phần cứng. Các vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có thể bao gồm các vật ghi lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính, mà tương ứng với vật ghi hữu hình như vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi truyền thông gồm vật ghi bất kỳ mà tạo điều kiện thuận lợi cho việc chuyển chương trình máy tính từ một nơi này đến nơi khác, ví dụ, theo giao thức truyền thông. Theo cách này, vật ghi có thể đọc được bằng máy tính thường có thể tương ứng với (1) vật ghi lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính hữu hình mà là vật ghi không chuyển tiếp hoặc (2) vật ghi truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Vật ghi lưu trữ số có thể là vật ghi khả dụng bất kỳ mà có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để tìm kiếm các lệnh, mã và/hoặc cấu trúc dữ liệu cho việc thực thi trong số các thực thi được mô tả trong sáng chế này. Sản phẩm chương trình máy tính có thể gồm vật ghi có thể đọc được bằng máy tính.

Hơn nữa, các phương pháp trên có thể được thực thi bằng cách sử dụng thiết bị bao gồm một hoặc nhiều mạch, mà bao gồm mạch tích hợp dành riêng cho ứng dụng (application specific integrated circuits - ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), thiết bị xử lý tín hiệu số (digital signal processing device - DSPD), thiết bị logic có thể lập trình (programmable logic device - PLD), mảng cổng lập trình được dạng trường (field programmable gate array - FPGA), bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, bộ vi xử lý hoặc các thành phần điện tử khác. Thiết bị có thể sử dụng các mạch trong tổ hợp với các thành phần phần cứng hoặc phần mềm khác để thực hiện các phương pháp được mô tả ở trên. Từng môđun, môđun con, đơn vị, đơn vị con được bộc lộ ở trên có thể được thực thi ít nhất một phần sử dụng một hoặc nhiều mạch.

Các phương án khác sẽ là rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật từ sự xem xét bản mô tả và thực tế của sáng chế được bộc lộ trong bản mô tả. Sáng chế được nhằm bao gồm mọi biến thể, việc sử dụng hoặc sự thích ứng của

sáng chế tuân theo các nguyên tắc chung của sáng chế và bao gồm cả những điểm khác biệt so với sáng chế như đã biết hoặc thông lệ trong lĩnh vực này. Mục đích của bản mô tả và các ví dụ chỉ được coi là làm mẫu, với phạm vi và tinh thần thực sự của sáng chế được chỉ ra bởi các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây.

Sẽ được đánh giá cao rằng sáng chế này không được giới hạn ở các ví dụ chính xác được mô tả ở trên và được minh họa trong các bản vẽ kèm theo, và có thể thực hiện các sửa đổi và thay đổi khác nhau mà không rời khỏi phạm vi của sáng chế. Phạm vi của sáng chế chỉ được giới hạn bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa video, phương pháp bao gồm các bước:

xác định liệu có áp dụng phép toán làm mịn vector chuyển động phía bộ giải mã (decoder-side motion vector refinement - DMVR) hay không trên cơ sở cờ hiệu liên dự báo và dự báo nội bộ tổ hợp (Combined Inter- and Intra-Prediction - CIIP) cho khối hiện thời;

xác định liệu có áp dụng phép toán dòng quang hai hướng (bidirectional optical flow - BDOF) hay không trên cơ sở cờ hiệu CIIP; và

tính toán sự dự báo của khối hiện thời trên cơ sở xác định liệu có áp dụng các phép toán DMVR và BDOF hay không.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định liệu có áp dụng phép toán DMVR hay không bao gồm:

xác định không áp dụng phép toán DMVR đáp ứng với cờ hiệu CIIP biểu thị rằng CIIP được áp dụng cho khối hiện thời.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định liệu có áp dụng phép toán BDOF hay không bao gồm:

xác định không áp dụng phép toán BDOF đáp ứng với cờ hiệu CIIP biểu thị rằng CIIP được áp dụng cho khối hiện thời.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tính toán sự dự báo của khối hiện thời bao gồm:

đáp ứng với việc xác định không áp dụng các phép toán DMVR và BDOF, tính toán sự dự báo kép của khối hiện thời trên cơ sở sự dự báo thứ nhất (L0) và sự dự báo thứ hai (L1),

trong đó sự dự báo thứ nhất (L0) thu được trên cơ sở vector chuyển động thứ nhất (MV0) từ khối hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ nhất đứng trước ảnh hiện thời theo thứ tự hiển thị, và

trong đó sự dự báo thứ hai ($L1$) thu được trên cơ sở vector chuyển động thứ hai ($MV1$) từ khối hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ hai đứng sau ảnh hiện thời theo thứ tự hiển thị.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định liệu có áp dụng phép toán DMVR hay không bao gồm:

xác định áp dụng phép toán DMVR đáp ứng với cờ hiệu CIIP biểu thị rằng CIIP không được áp dụng cho khối hiện thời.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó phương pháp còn bao gồm:

điều chỉnh vector chuyển động thứ nhất ($MV0$) và vector chuyển động thứ hai ($MV1$) để tạo ra sự dự báo thứ nhất được cập nhật ($L0'$) và sự dự báo thứ hai được cập nhật ($L1'$),

trong đó vector chuyển động thứ nhất ($MV0$) từ khối hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ nhất đứng trước ảnh hiện thời theo thứ tự hiển thị, và

trong đó vector chuyển động thứ hai ($MV1$) từ khối hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ hai đứng sau ảnh hiện thời theo thứ tự hiển thị.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó bước xác định liệu có áp dụng phép toán BDOF hay không bao gồm:

xác định áp dụng phép toán BDOF đáp ứng với cờ hiệu CIIP biểu thị rằng CIIP không được áp dụng cho khối hiện thời.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó phương pháp còn bao gồm:

tính toán các giá trị gradien ngang và dọc thứ nhất liên quan đến sự dự báo thứ nhất được cập nhật ($L0'$); và

tính toán các giá trị gradien ngang và dọc thứ hai liên quan đến sự dự báo thứ hai được cập nhật ($L1'$).

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước tính toán sự dự báo của khối hiện thời bao gồm:

tính toán sự dự báo kép của khối hiện thời trên cơ sở sự dự báo thứ nhất được cập nhật ($L0'$), sự dự báo thứ hai được cập nhật ($L1'$), các giá trị gradien gang và dọc thứ nhất, và các giá trị gradien ngang và dọc thứ hai.

10. Thiết bị tính toán, trong đó thiết bị này bao gồm:

vật ghi lưu trữ; và

một hoặc nhiều bộ xử lý được ghép với vật ghi lưu trữ, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động bao gồm:

xác định liệu có áp dụng phép toán làm mịn vectơ chuyển động phía bộ giải mã (DMVR) hay không trên cơ sở cờ hiệu liên dự báo và dự báo nội bộ tổ hợp (CIIP) cho khối hiện thời;

xác định liệu có áp dụng phép toán dòng quang hai hướng (BDOF) hay không trên cơ sở cờ hiệu CIIP; và

tính toán sự dự báo của khối hiện thời trên cơ sở xác định liệu có áp dụng các phép toán DMVR và BDOF hay không.

11. Thiết bị tính toán theo điểm 10, trong đó hoạt động xác định liệu có áp dụng phép toán DMVR hay không bao gồm:

xác định không áp dụng phép toán DMVR đáp ứng với cờ hiệu CIIP biểu thị rằng CIIP được áp dụng cho khối hiện thời.

12. Thiết bị tính toán theo điểm 10, trong đó hoạt động xác định liệu có áp dụng phép toán BDOF hay không bao gồm:

xác định không áp dụng phép toán BDOF đáp ứng với cờ hiệu CIIP biểu thị rằng CIIP được áp dụng cho khối hiện thời.

13. Thiết bị tính toán theo điểm 10, trong đó hoạt động tính toán sự dự báo của khối hiện thời bao gồm:

đáp ứng với việc xác định không áp dụng các phép toán DMVR và BDOF, tính toán sự dự báo kép của khối hiện thời trên cơ sở sự dự báo thứ nhất ($L0$) và sự dự báo thứ hai ($L1$),

trong đó sự dự báo thứ nhất (L_0) thu được trên cơ sở vector chuyển động thứ nhất (MV_0) từ khối hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ nhất đứng trước ảnh hiện thời theo thứ tự hiển thị, và

trong đó sự dự báo thứ hai (L_1) thu được trên cơ sở vector chuyển động thứ hai (MV_1) từ khối hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ hai đứng sau ảnh hiện thời theo thứ tự hiển thị.

14. Thiết bị tính toán theo điểm 10, trong đó hoạt động xác định liệu có áp dụng phép toán DMVR hay không bao gồm:

xác định áp dụng phép toán DMVR đáp ứng với cờ hiệu CIIP biểu thị rằng CIIP không được áp dụng cho khối hiện thời.

15. Thiết bị tính toán theo điểm 14, trong đó các hoạt động còn bao gồm:

điều chỉnh vector chuyển động thứ nhất (MV_0) và vector chuyển động thứ hai (MV_1) để tạo ra sự dự báo thứ nhất được cập nhật (L_0') và sự dự báo thứ hai được cập nhật (L_1'),

trong đó vector chuyển động thứ nhất (MV_0) từ khối hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ nhất đứng trước ảnh hiện thời theo thứ tự hiển thị, và

trong đó vector chuyển động thứ hai (MV_1) từ khối hiện thời đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu thứ hai đứng sau ảnh hiện thời theo thứ tự hiển thị.

16. Thiết bị tính toán theo điểm 15, trong đó hoạt động xác định liệu có áp dụng phép toán BDOF hay không bao gồm:

xác định áp dụng phép toán BDOF đáp ứng với cờ hiệu CIIP biểu thị rằng CIIP không được áp dụng cho khối hiện thời.

17. Thiết bị tính toán theo điểm 16, trong đó các hoạt động còn bao gồm:

tính toán các giá trị gradient ngang và dọc thứ nhất liên quan đến sự dự báo thứ nhất được cập nhật (L_0'); và

tính toán các giá trị gradient ngang và dọc thứ hai liên quan đến sự dự báo thứ hai được cập nhật (L_1').

18. Thiết bị tính toán theo điểm 17, trong đó hoạt động tính toán sự dự báo của khối hiện thời bao gồm:

tính toán sự dự báo kép của khối hiện thời trên cơ sở sự dự báo thứ nhất được cập nhật ($L0'$), sự dự báo thứ hai được cập nhật ($L1'$), các giá trị gradien gang và dọc thứ nhất, và các giá trị gradien ngang và dọc thứ hai.

19. Vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ các chương trình để chạy bởi thiết bị tính toán có một hoặc nhiều bộ xử lý, trong đó các chương trình, khi được chạy bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, làm cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm:

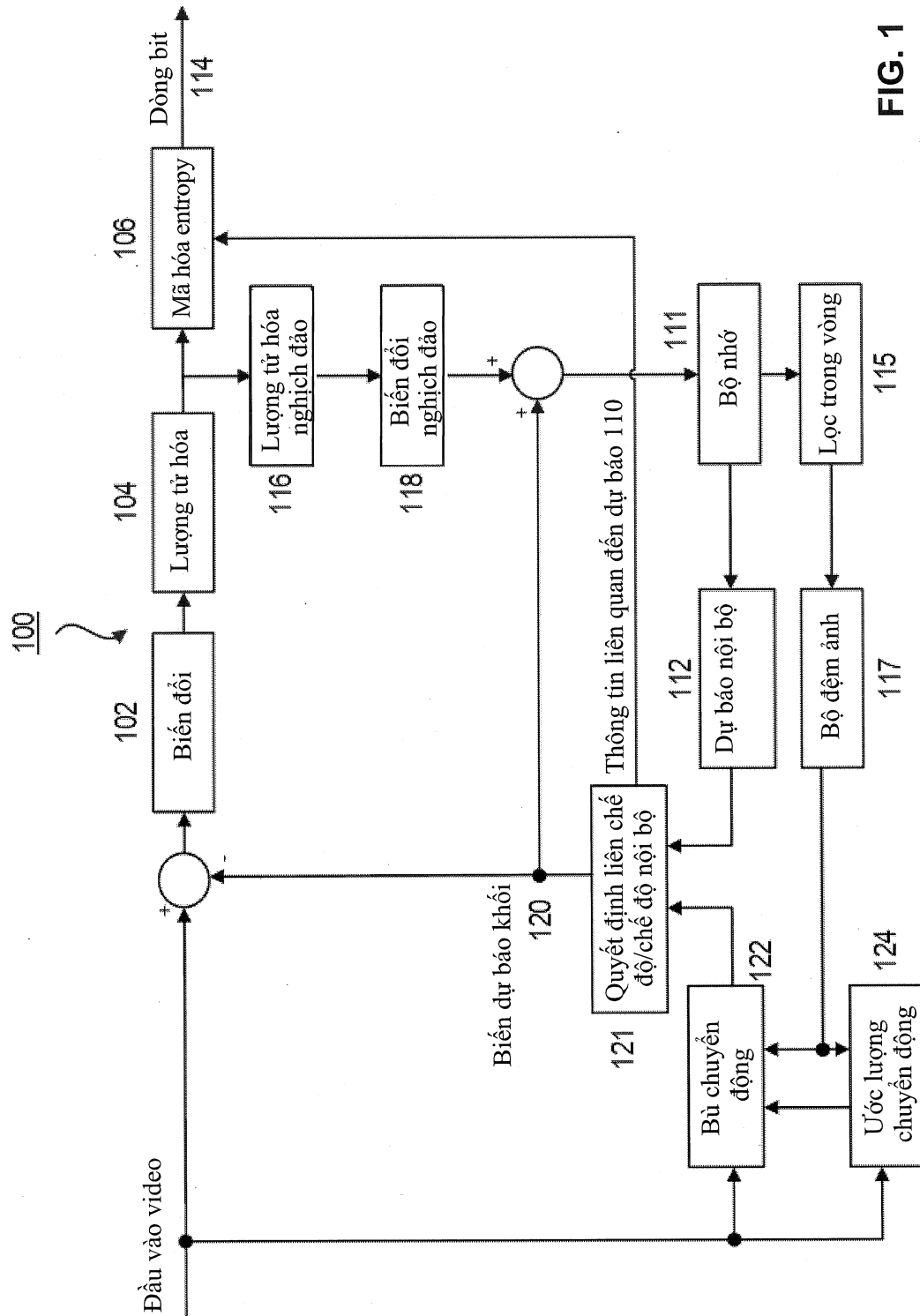
xác định liệu có áp dụng phép toán làm mịn vector chuyển động phía bộ giải mã (DMVR) hay không trên cơ sở cờ hiệu liên dự báo và dự báo nội bộ tổ hợp (CIIP) cho khối hiện thời;

xác định liệu có áp dụng phép toán dòng quang hai hướng (BDOF) hay không trên cơ sở cờ hiệu CIIP; và

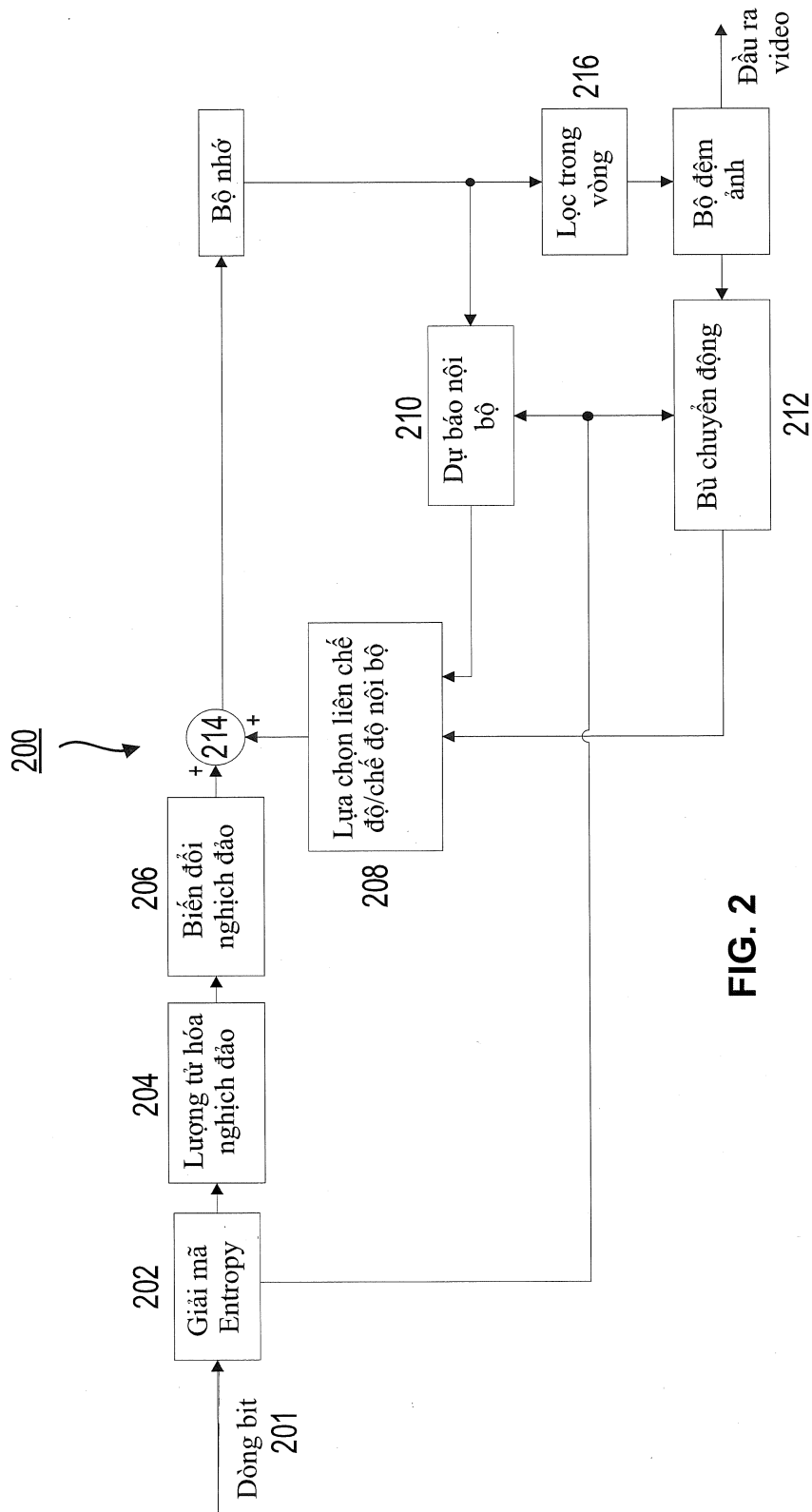
tính toán sự dự báo của khối hiện thời trên cơ sở xác định liệu có áp dụng các phép toán DMVR và BDOF hay không.

20. Vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ chương trình có thể chạy bởi thiết bị máy tính có một hoặc nhiều bộ xử lý, trong đó khi chương trình được chạy bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, chương trình khiến cho thiết bị máy tính thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9.

1/11



2/11



3/11

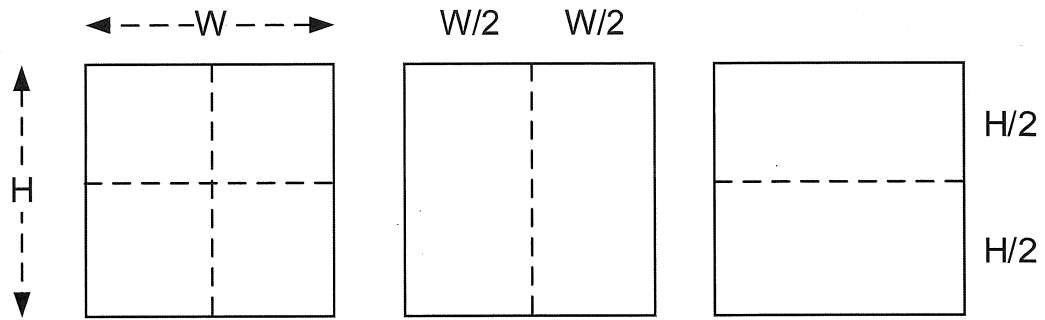


FIG. 3A

FIG. 3B

FIG. 3C

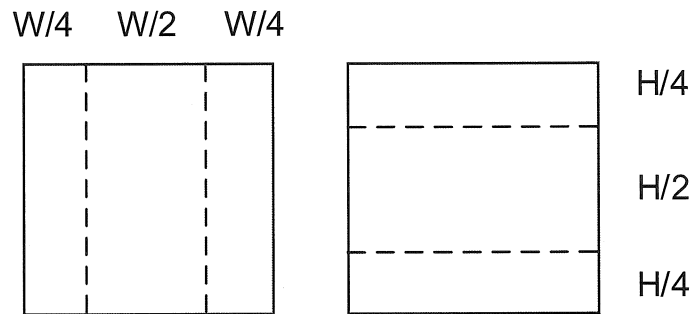
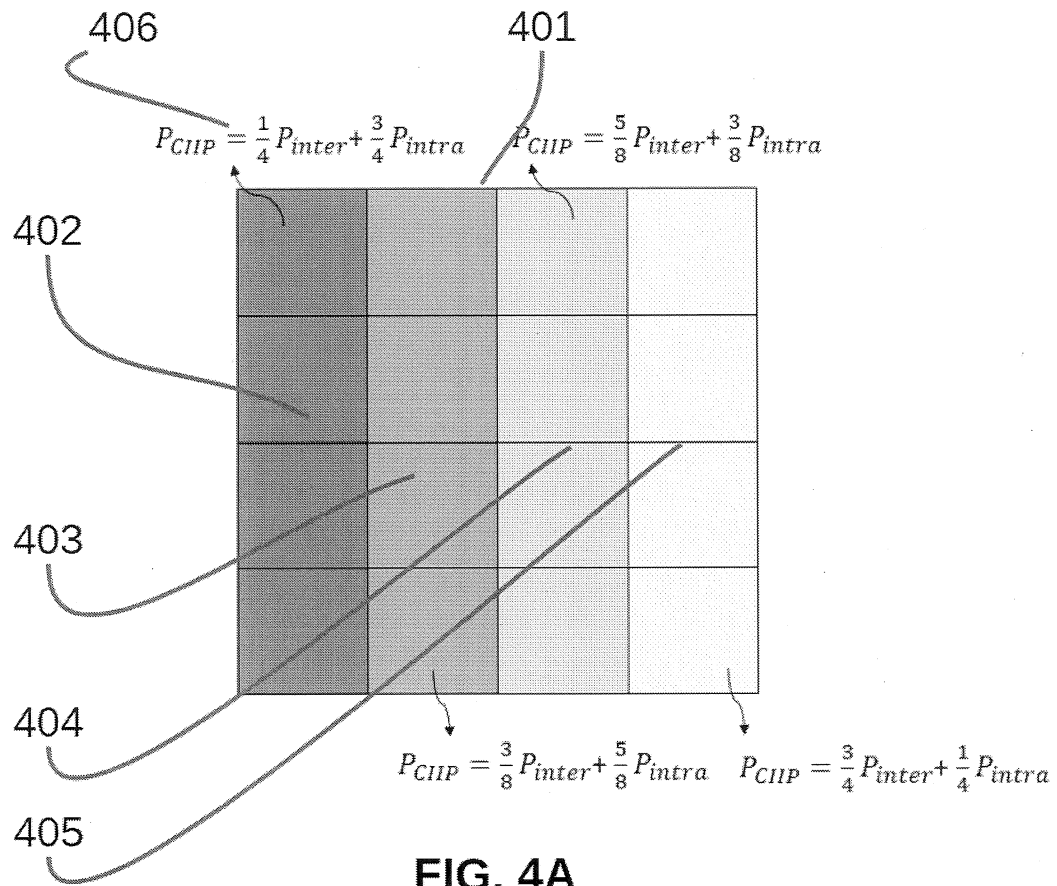


FIG. 3D

FIG. 3E

4/11



5/11

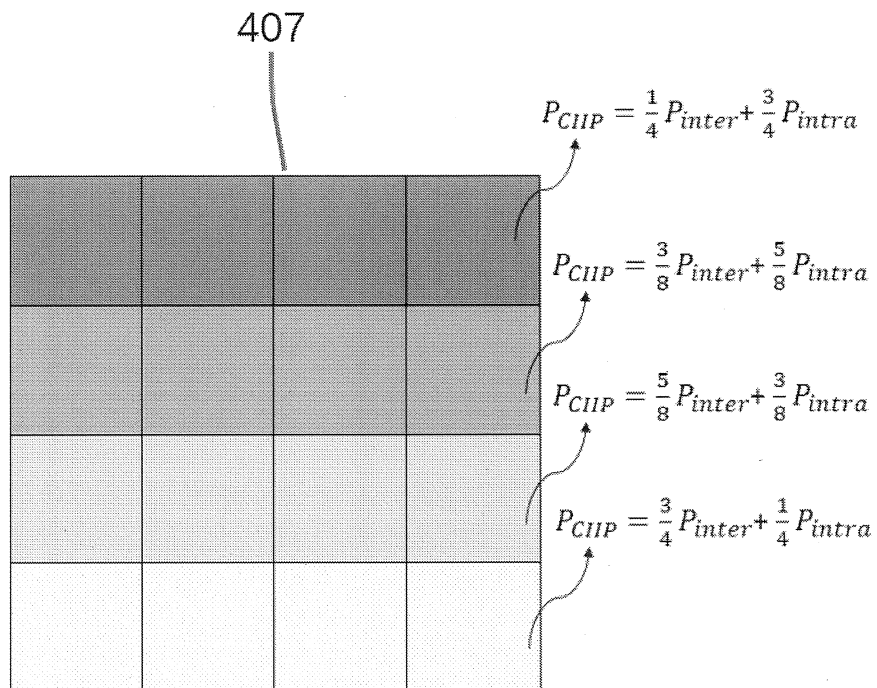


FIG. 4B

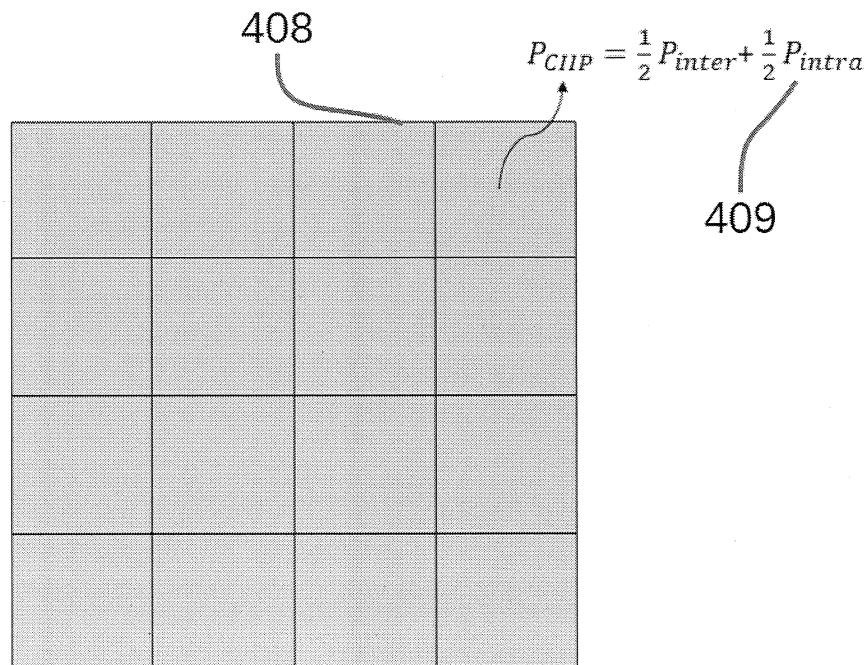


FIG. 4C

6/11

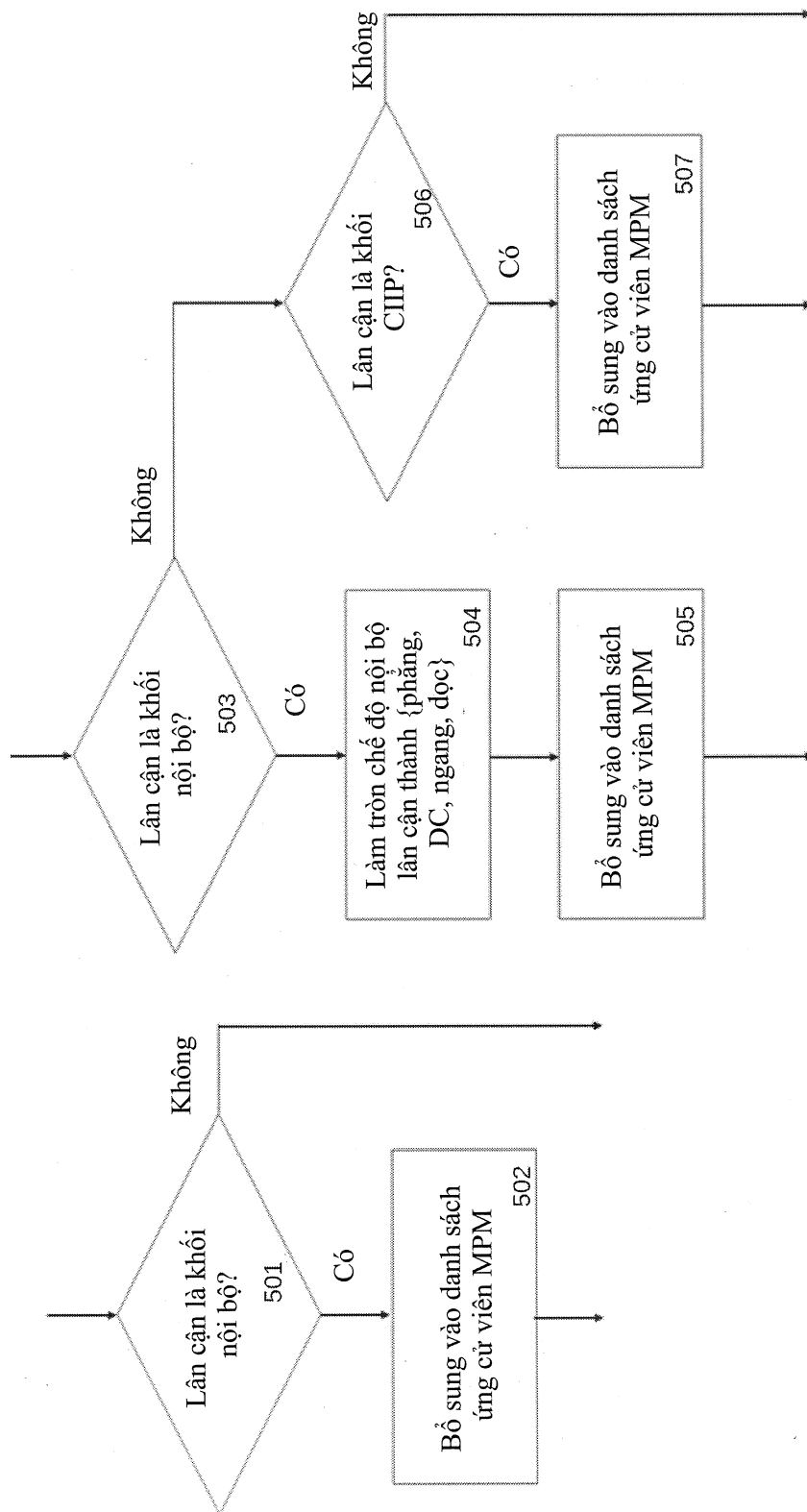


FIG. 5B

FIG. 5A

7/11

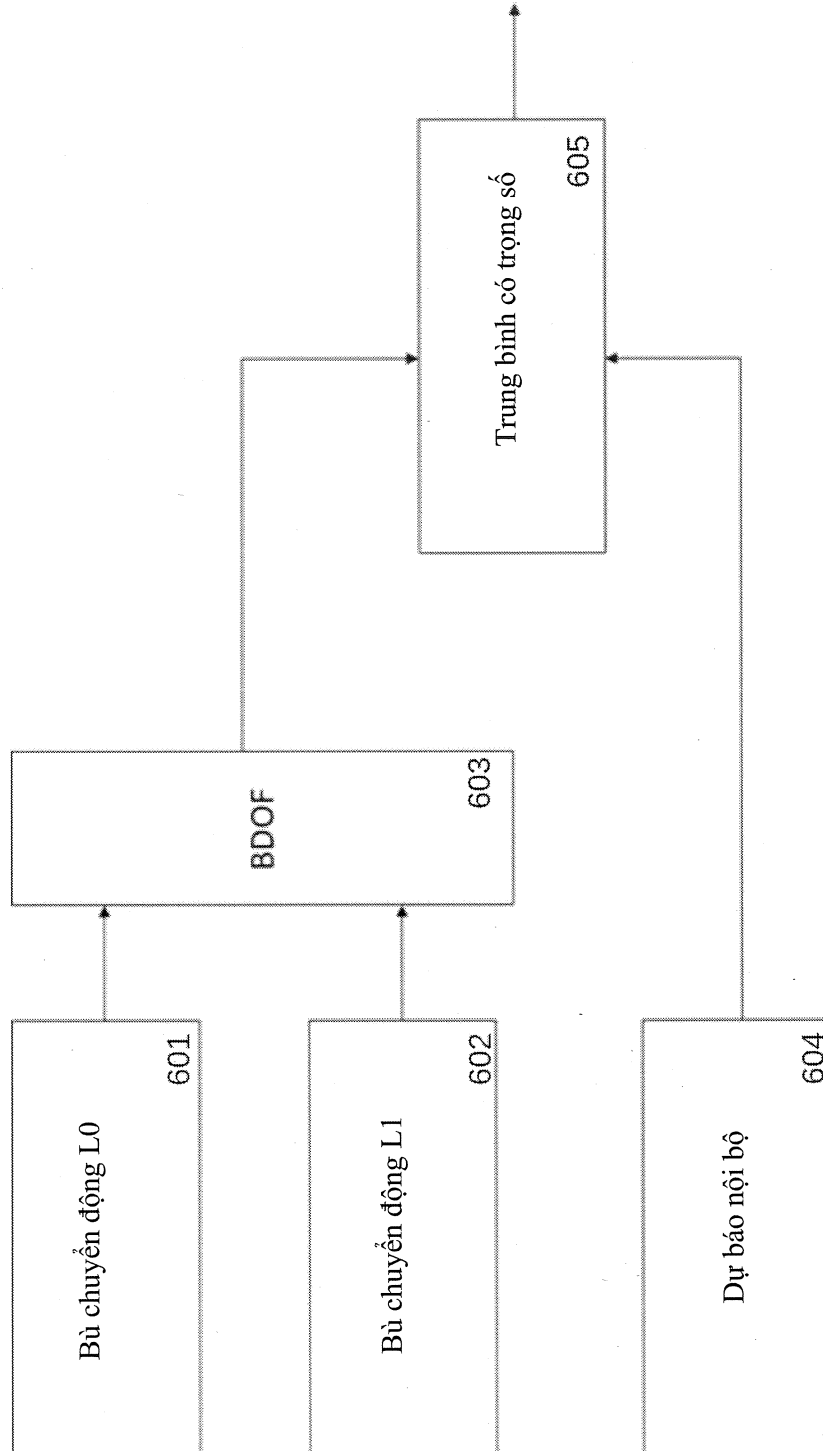


FIG. 6

8/11

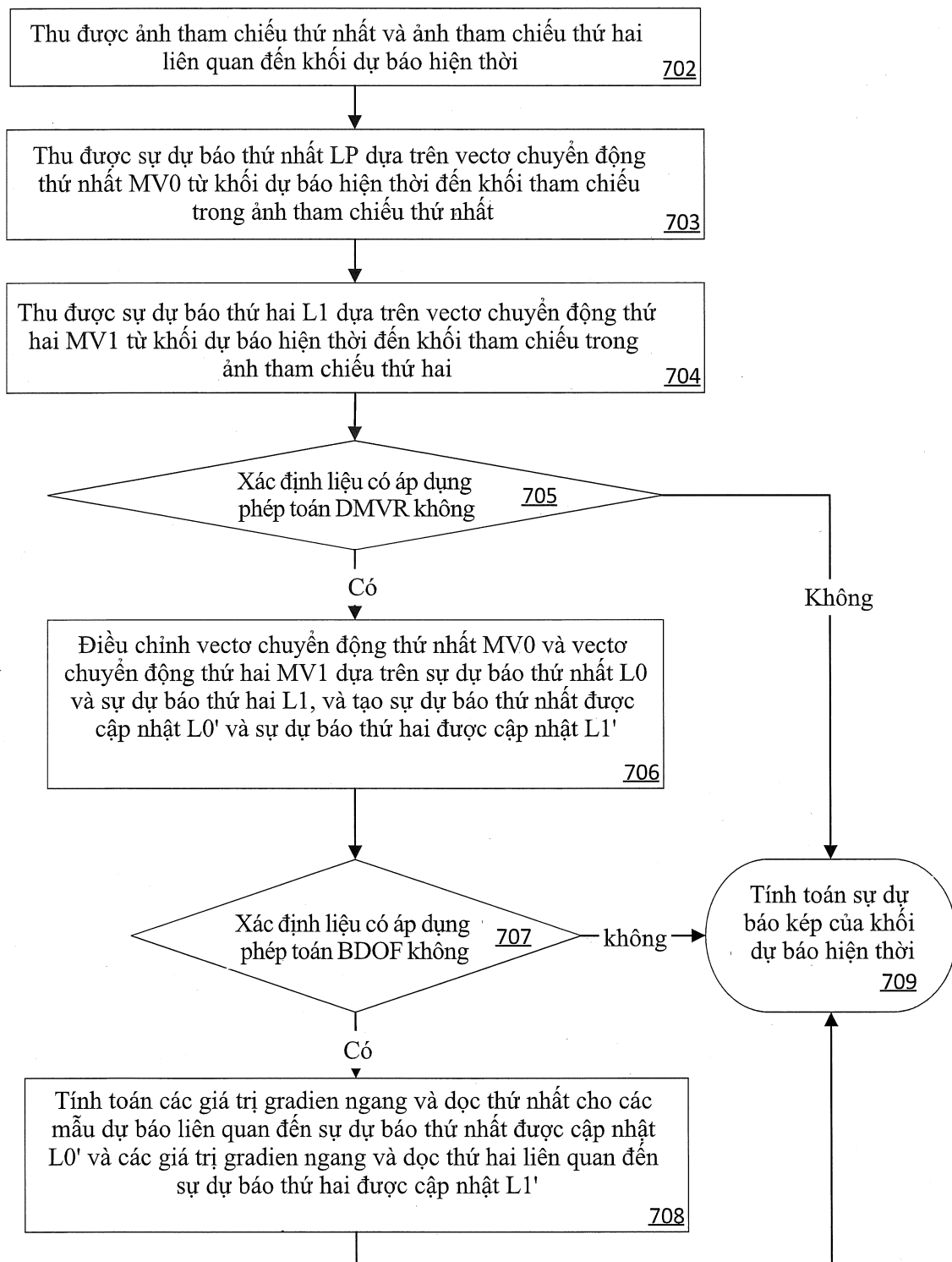


FIG. 7

9/11

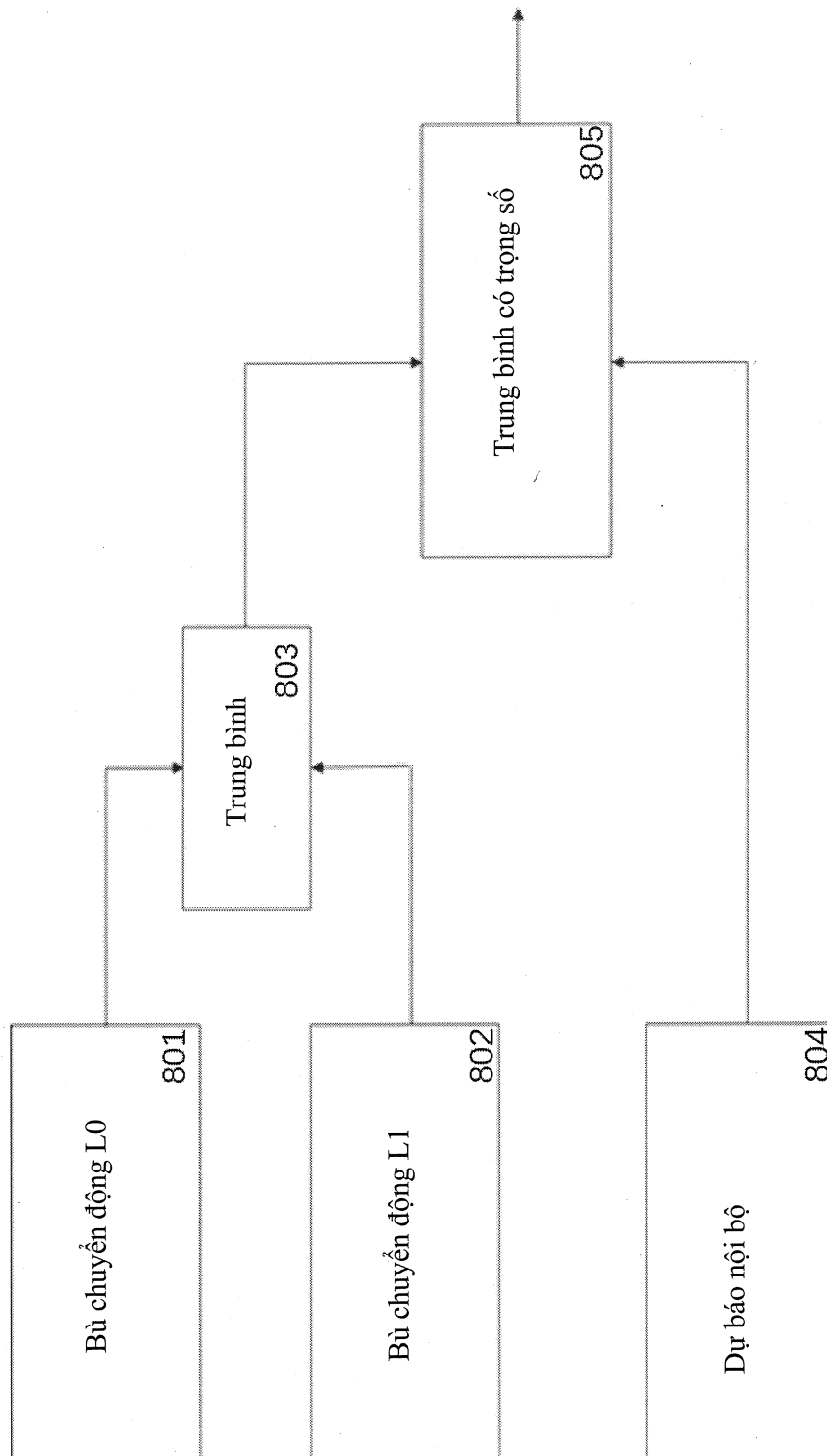


FIG. 8

10/11

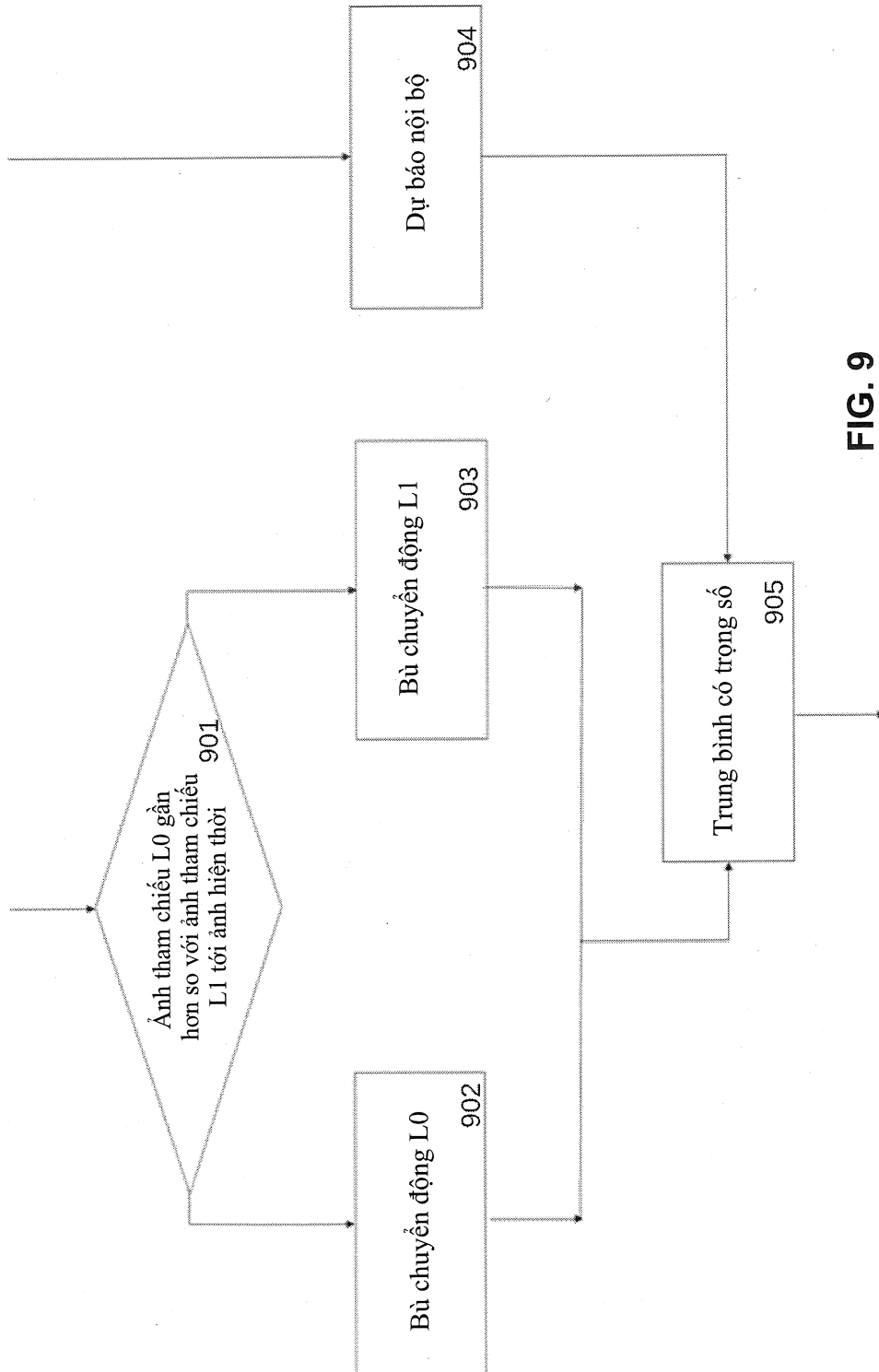


FIG. 9

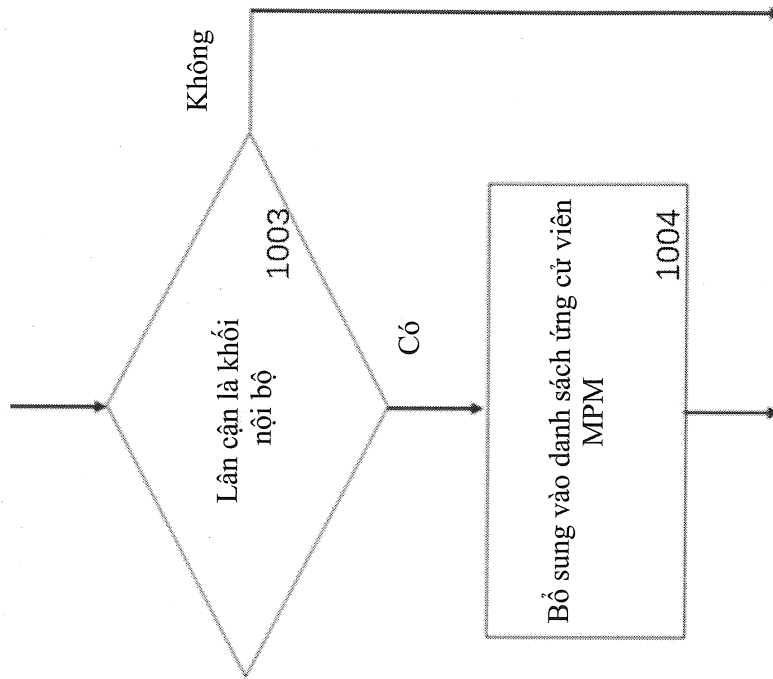


FIG. 10B

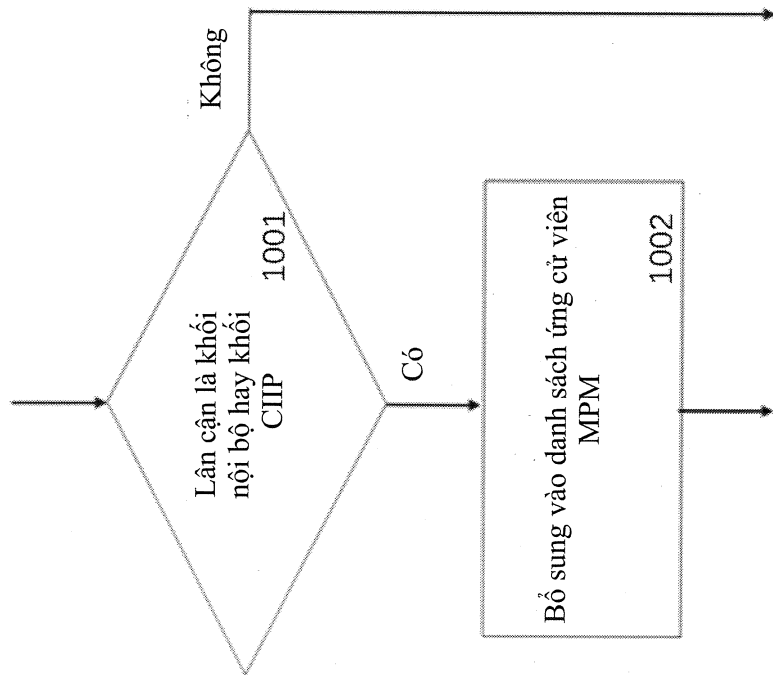


FIG. 10A