



(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)



1-0048796

(51)^{2020.01} H04N 19/51; H04N 19/00

(13) B

(21) 1-2021-05927

(22) 02/03/2020

(86) PCT/CN2020/077430 02/03/2020

(87) WO2020/177665 10/09/2020

(30) 62/813,806 05/03/2019 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/11/2021 404A

(73) HFI Innovation Inc. (TW)

3F.-7, No.5, Taiyuan 1st St., Zhubei City, Hsinchu County 302, Taiwan

(72) CHEN, Ching-Yeh (CN); CHUANG, Tzu-Der (CN).

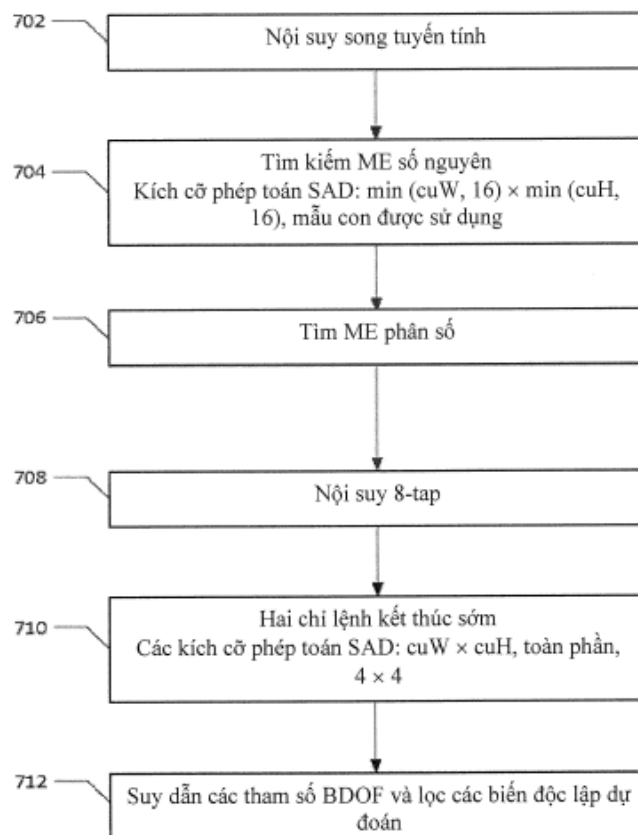
(74) Công ty TNHH Trường Xuân (AGELESS CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ DỮ LIỆU VIDEO DÙNG CHO DỰ
ĐOÁN NHỊ HƯỚNG CÓ PHÉP LỌC CHUYỂN ĐỘNG TRONG CÁC HỆ THỐNG
LẬP MÃ VIDEO VÀ PHƯƠNG TIỆN CÓ THỂ ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH
KHÔNG TẠM THỜI

(21) 1-2021-05927

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xử lý dữ liệu video bằng dự đoán nhị hướng trong hệ thống lập mã video, cụ thể là các phương pháp xử lý video và các thiết bị dùng để mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời bằng dự đoán nhị hướng. Các khối tham chiếu L0 và L1 được xác định cho khối hiện thời, và phép lọc véc tơ chuyển động được dùng để lọc các khối tham chiếu L0 và L1 bằng cách tìm ước lượng chuyển động được thực hiện ở mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời. Phép toán luồng quang học nhị hướng được kết thúc sớm theo giá trị của mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời. Các đơn vị xử lý dùng để tính giá trị trong phép lọc véc tơ chuyển động và chỉ lệnh kết thúc sớm luồng quang học nhị hướng được hợp nhất. Phép toán luồng quang học nhị hướng được dùng cho khối hiện thời để lọc tiếp các khối tham chiếu L0 và L1 nếu phép toán luồng quang học nhị hướng không được kết thúc sớm. Biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng được suy dẫn từ các khối tham chiếu L0 và L1 đã được lọc để mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời.

Fig. 7



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các phương pháp xử lý video và các thiết bị trong các hệ thống mã hóa và giải mã video. Cụ thể, sáng chế đề cập đến việc mã hóa hoặc giải mã dữ liệu video bằng dự đoán nhị hướng theo dự đoán liên ảnh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Chuẩn lập mã video hiệu suất cao HEVC (High-Efficiency Video Coding - HEVC) là một chuẩn lập mã video mới nhất được phát triển bởi nhóm hợp tác chung về mã hóa video JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding - JCT-VC) gồm những chuyên gia lập mã video đến từ nhóm nghiên cứu thuộc ITU-T. Tiêu chuẩn HEVC nâng cao hiệu suất nén video của tiêu chuẩn H.264/AVC nhằm đáp ứng nhu cầu về độ phân giải hình ảnh cao hơn, tốc độ khung hình cao hơn, và chất lượng video tốt hơn.

Các cơ chế Skip (bỏ qua) và Merge Skip và Merge (trộn) giúp tăng hiệu suất lập mã vectơ chuyển động MV (Motion Vector - MV) trong tiêu chuẩn HEVC khi thông tin chuyển động được suy diễn từ các khối lân cận theo không gian hoặc khối được sắp xếp theo thời gian. Để lập mã khối theo cơ chế Skip hoặc cơ chế Merge, thay vì báo hiệu thông tin chuyển động, chỉ tham số Merge biểu diễn ứng viên Merge cuối cùng được chọn từ tập hợp ứng viên được báo hiệu. Thông tin chuyển động được tái sử dụng bởi khối được lập mã theo cơ chế Skip hoặc cơ chế Merge gồm có MV, chiều dự đoán, và tham số hình ảnh tham chiếu của ứng viên cuối cùng được chọn. Cần được chú ý rằng nếu ứng viên cuối cùng được chọn là ứng viên chuyển động theo thời gian, thì tham số hình ảnh tham chiếu luôn được thiết lập bằng không. Số dư dự đoán được lập mã khi khối được lập mã theo cơ chế Merge, tuy nhiên, cơ chế Skip còn bỏ qua việc báo hiệu số dư dự đoán khi dữ liệu dư thừa của khối được lập mã theo cơ chế Skip bị buộc bằng không.

Fig. 1 minh họa tập hợp ứng viên Merge được tạo ra cho Đơn vị dự đoán (PU:

prediction unit) hiện thời 10 được lập mã theo cơ chế Skip hoặc cơ chế Merge theo tiêu chuẩn HEVC. Tập hợp ứng viên Merge bao gồm bốn ứng viên chuyển động theo không gian kết hợp với các khối lân cận của PU hiện thời 10 và một ứng viên chuyển động theo thời gian kết hợp với PU đã được sắp xếp 12 của PU hiện thời 10. Như được thể hiện trên Fig. 1, ứng viên Merge thứ nhất là biến độc lập dự đoán bên trái A_1 112, ứng viên Merge thứ hai là biến độc lập dự đoán phía trên cùng B_1 114, ứng viên Merge thứ ba là biến độc lập dự đoán phía trên bên phải B_0 113, và ứng viên Merge thứ tư là biến độc lập dự đoán phía dưới bên trái A_0 111. Biến độc lập dự đoán phía trên bên trái B_2 115 được chứa trong tập hợp ứng viên Merge để thay thế biến độc lập dự đoán theo không gian không có sẵn. Ứng viên Merge thứ năm là biến độc lập dự đoán theo thời gian của các biến độc lập dự đoán theo thời gian hiện có thứ nhất T_{BR} 121 và T_{CTR} 122. Bộ mã hóa chọn một ứng viên cuối cùng từ tập hợp ứng viên cho mỗi PU được lập mã theo cơ chế Skip hoặc cơ chế Merge dựa vào việc bù vectơ chuyển động chẳng hạn bằng quyết định tối ưu hóa tốc độ méo RDO (Rate-Distortion Optimization -RDO), và tham số biểu diễn ứng viên cuối cùng đã chọn được báo hiệu cho bộ giải mã. Bộ giải mã chọn một ứng viên cuối cùng giống nhau từ tập hợp ứng viên theo tham số được truyền trong dòng bit video. Vì các quá trình suy dẫn các ứng viên Skip và ứng viên Merge là giống nhau, nên cơ chế “Merge” được đề cập dưới đây có thể tương ứng với cơ chế Merge hoặc là cơ chế Skip.

Phép lọc MV ở bộ giải mã DMVR (Decoder MV Refinement - DMVR): Phép lọc MV mẫu song phương, còn được gọi là phép lọc MV ở bộ giải mã DMVR (Decoder MV Refinement - DMVR), được áp dụng theo cơ chế Merge để nâng cao hiệu suất lập mã của tiêu chuẩn HEVC. DMVR làm việc ở cả phía bộ mã hóa và bộ giải mã và nó chỉ được dùng cho dự đoán nhị hướng. Ý tưởng chính của phép lọc MV mẫu song phương là lọc MV bằng cách tìm ước lượng chuyển động theo cơ chế Merge như được thể hiện trên Fig. 2. Đối với ứng viên Merge có các MV dự đoán nhị hướng, bao gồm MV List 0 (L_0) 242 và MV List 1 (L_1) 262, các bước của phép lọc MV mẫu song phương được mô tả sau đây. Ở bước thứ nhất của DMVR, khối tham chiếu L_0 244 được xuất phát từ MV L_0 242 được xác định vị trí và khối tham chiếu L_1 264 được xuất phát từ MV L_1 262 được xác định vị trí. Ở bước thứ hai của DMVR, mẫu song phương 22 được tạo ra bởi thông tin của khối tham chiếu L_0 244 và khối tham chiếu L_1 264, ví dụ, mẫu song phương 22 được tính bằng giá trị trung

bình của khối tham chiếu L0 244 và khối tham chiếu L1 264. Ở bước thứ ba, mẫu song phương 22 được sử dụng để thực hiện các tìm kiếm ước lượng chuyển động số nguyên và ước lượng chuyển động phân số xung quanh khối tham chiếu L0 244 trong hình ảnh tham chiếu L0 24 có phạm vi tìm kiếm $P \text{ pixel} \times Q \text{ pixel}$ để tìm vị trí có giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất. Một phương pháp dùng để tính giá trị ước lượng chuyển động là tính tổng sai lệch tuyệt đối SAD (Sum of Absolute Difference - SAD). Vị trí cuối cùng của giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất được gán làm MV được lọc của L0 246. Ở bước thứ ba, mẫu song phương 22 cũng được sử dụng để thực hiện các tìm kiếm ước lượng chuyển động số nguyên và ước lượng chuyển động phân số xung quanh khối tham chiếu L1 264 trong hình ảnh tham chiếu L1 26 có phạm vi tìm kiếm của $P \text{ pixel} \times Q \text{ pixel}$ để tìm vị trí của giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất. Vị trí cuối cùng của giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất được gán làm MV được lọc của L1 266. Ở bước thứ tư, khối được lọc L0 248 được xuất phát từ MV được lọc của L0 246 và khối được lọc L1 268 được xuất phát từ MV được lọc của L1 266 là các khối tham chiếu cuối cùng dùng cho giai đoạn kế sau, ví dụ, hai khối tham chiếu cuối cùng 248 và 268 vừa nêu được sử dụng để bù chuyển động.

Phương pháp suy dẫn MV dựa vào kiểu PMVD (Pattern-based MV Derivation - PMVD): Phương pháp suy dẫn MV dựa vào kiểu PMVD, còn được gọi là FRUC (Frame Rate Up Conversion), là công cụ lập mã bao gồm so sánh song phương cho các khối dự đoán nhị hướng và so sánh mẫu cho các khối dự đoán đơn hướng. Cờ `FRUC_mrg_flag` được báo hiệu khi cờ Merge hoặc cờ Skip là đúng, và nếu `FRUC_mrg_flag` là đúng, `FRUC_merge_mode` được báo hiệu để biểu thị liệu cơ chế Merge so sánh song phương như được thể hiện trên Fig. 3 hoặc cơ chế Merge so sánh mẫu như được thể hiện trên Fig. 4 được chọn hay không. Trong phương pháp suy dẫn MV dựa vào kiểu, biến độc lập dự đoán vectơ chuyển động MVP mới (Motion Vector Predictor - MVP) còn được gọi là MVP được suy dẫn theo thời gian được suy dẫn bằng cách quét toàn bộ các MV ở tất cả các hình ảnh tham chiếu. Ví dụ, để suy dẫn MVP được suy dẫn theo thời gian L0, mỗi MV L0 trong các hình ảnh tham chiếu L0 được phóng tỷ lệ để hướng đến khung hình hiện thời. Khối 4×4 mà được xuất phát từ MV được phóng tỷ lệ vừa nêu trong khung hình hiện thời là khối hiện thời đích. MV được phóng tỷ lệ tiếp để hướng đến hình ảnh tham chiếu có tham số tham chiếu bằng 0 trong L0 cho khối hiện thời đích. MV được phóng tỷ lệ tiếp đó được lưu trong

trường MV L0 cho khối hiện thời đích. Fig. 5 thể hiện ví dụ về phương pháp suy dẫn các MVP được suy dẫn theo thời gian. Các MV ở toàn bộ các khối 4x4 ở toàn bộ các hình ảnh tham chiếu được quét để tạo ra các MVP L0 và L1 được suy dẫn theo thời gian của khung hình hiện thời. Đối với mỗi MV, MV được phóng tỷ lệ để tạo ra khối giao nhau trong khung hình hiện thời, và sau đó MVP đã phóng tỷ lệ được tính và được gán cho khối giao nhau vừa nêu.

Cả cơ chế Merge so sánh song phương và cơ chế Merge so sánh mẫu đều có so sánh hai giai đoạn: giai đoạn thứ nhất là so sánh ở mức đơn vị dự đoán PU (PU-level), và giai đoạn thứ hai là so sánh ở mức đơn vị dự đoán phụ sub-PU-level. Ở giai đoạn so sánh mức PU, nhiều MV ban đầu trong L0 và L1 được chọn một cách tương ứng. Các MV chứa các MV từ các ứng viên Merge (tức là, các ứng viên Merge thông thường chẳng hạn các ứng viên Merge đã được định nghĩa trong tiêu chuẩn HEVC) và các MV từ các MVP được suy dẫn theo thời gian. Hai tập hợp MV ban đầu khác nhau được tạo ra cho hai danh mục. Đối với mỗi MV trong một danh mục, cặp MV được tạo ra bằng cách gom MV vừa nêu và MV được tạo đối xứng mà được suy dẫn bằng cách phóng tỷ lệ MV vào danh mục còn lại. Đối với mỗi cặp MV, hai khối tham chiếu được bù bằng cách sử dụng cặp MV vừa nêu. Tổng các sai lệch tuyệt đối (SAD) của hai khối vừa nêu được tính. Cặp MV có SAD nhỏ nhất được chọn làm cặp MV tốt nhất. Phép tìm kiếm kim cương sau đó được thực hiện để lọc cặp MV. Độ chính xác lọc là 1/8-pel. Phạm vi tìm kiếm lọc được giới hạn trong khoảng ± 8 pixel. Cặp MV cuối cùng là cặp MV được suy dẫn ở mức PU.

Phép tìm kiếm sub-PU-level ở giai đoạn thứ hai sẽ tìm cặp MV tốt nhất cho mỗi sub-PU. PU hiện thời được chia thành các sub-PU, trong đó chiều sâu của sub-PU (ví dụ 3) được báo hiệu theo bộ tham số chuỗi SPS (Sequence Parameter Set - SPS) có kích cỡ sub-PU nhỏ nhất của các mẫu 4x4. Một số MV ban đầu trong List 0 List 1 được chọn cho mỗi sub-PU, bao gồm cặp MV được suy dẫn ở mức PU, MV không, TMVP đã sắp xếp theo HEVC của sub-PU hiện thời và khối dưới cùng bên phải, MVP được suy dẫn theo thời gian của sub-PU hiện thời, và các MV của các PU hoặc các sub-PU bên trái và phía trên. Bằng cách sử dụng cách thức tương tự trong phép tìm kiếm ở mức PU-level, cặp MV tốt nhất cho mỗi sub-PU được chọn. Phép tìm kiếm kim cương sau đó được thực hiện để lọc cặp MV

tốt nhất. Bù chuyển động cho mỗi sub-PU sau đó được thực hiện để tạo ra biến độc lập dự đoán cho mỗi sub-PU.

Đối với cơ chế Merge so sánh song phương như được thể hiện trên Fig. 3, thông tin chuyển động cho khối hiện thời 310 trong khung hình hiện thời được suy dẫn dựa vào hai hình ảnh tham chiếu Ref 0 và Ref 1. So sánh song phương được áp dụng khi các vectơ chuyển động được suy dẫn từ cơ chế Merge là dự đoán nhị hướng hướng đến hai hình ảnh tham chiếu có khoảng cách bằng nhau từ khung hình hiện thời (tức là các khoảng cách theo thời gian $TD0 = TD1$). Thông tin chuyển động của khối hiện thời 310 được suy dẫn bằng cách tìm kiếm sự tương hợp tốt nhất giữa hai khối 320 và 330 dọc theo quỹ đạo chuyển động 340 của khối hiện thời trong hai hình ảnh tham chiếu khác nhau Ref 0 và Ref 1. Với giả thiết rằng quỹ đạo chuyển động là liên tục, các vectơ chuyển động MV0 tương ứng với Ref 0 và MV1 tương ứng với Ref 1 hướng đến hai khối tham chiếu sẽ tỷ lệ thuận với các khoảng cách theo thời gian TD0 và TD1, giữa khung hình hiện thời và hai hình ảnh tham chiếu Ref 0 và Ref 1.

Fig. 4 minh họa ví dụ của cơ chế Merge so sánh mẫu. Các điểm ảnh được tái tạo của bốn hàng phía trên và bốn cột bên trái của khối hiện thời được sử dụng để tạo ra mẫu, ví dụ, hai vùng diện tích liền kề 420a và 420b của khối hiện thời 410 trong khung hình hiện thời được sử dụng làm mẫu. So sánh mẫu được thực hiện để tìm mẫu tương hợp nhất có MV tương ứng của nó, ví dụ, mẫu tương hợp nhất 430a và 430b trong hình ảnh tham chiếu Ref 0 được tìm có vectơ chuyển động tương ứng của nó 440. Ở giai đoạn so sánh mức PU trong so sánh hai giai đoạn, một số MV ban đầu trong List 0 List 1 chẳng hạn các MV từ các ứng viên Merge và các MV từ các MVP được suy dẫn theo thời gian được chọn. Hai tập hợp MV ban đầu được tạo ra cho hai danh mục. Đối với mỗi MV trong một danh mục, SAD của mẫu có MV được tính. MV có SAD nhỏ nhất là MV tốt nhất. Phép tìm kiếm kim cương sau đó được thực hiện để lọc MV tốt nhất có độ chính xác lọc bằng 1/8-pel, và phạm vi tìm kiếm lọc được giới hạn nằm trong khoảng ± 8 pixel. MV cuối cùng là MV được suy dẫn ở mức PU. Các MV trong List 0 List 1 được tạo ra một cách độc lập. Đối với phép tìm kiếm sub-PU-level, PU hiện thời được chia thành các sub-PU. Đối với mỗi sub-PU tại các biên giới PU bên trái hoặc phía trên cùng, một số MV ban đầu trong List 0 và List 1 được

chọn, và bằng cách sử dụng cách thức tương tự trong phép tìm kiếm ở mức PU-level, cặp MV tốt nhất cho mỗi sub-PU tại các biên giới PU bên trái hoặc phía trên cùng được chọn. Phép tìm kiếm kim cương được thực hiện để lọc cặp MV. Bù chuyển động được thực hiện để tạo ra biến độc lập dự đoán cho mỗi sub-PU theo cặp MV được lọc. Đối với những PU không nằm tại các biên giới PU bên trái hoặc phía trên cùng, phép tìm kiếm sub-PU-level không được áp dụng, và các MV tương ứng được thiết lập bằng các MV ở giai đoạn thứ nhất. Mặc dù hình ảnh tham chiếu List 0 (Ref 0) được thể hiện trên Fig. 4, song hình ảnh tham chiếu List 1 (Ref 1) có thể còn được sử dụng làm hình ảnh tham chiếu cho phép tìm kiếm so sánh mẫu.

Ở phương pháp suy dẫn MV ở bộ giải mã, so sánh mẫu cũng được sử dụng để tạo ra MVP cho lập mã theo cơ chế dự đoán vectơ chuyển động tiên tiến AMVP (Advanced Motion Vector Prediction - AMVP). So sánh mẫu được thực hiện để tìm mẫu tốt nhất trên hình ảnh tham chiếu được chọn, và MV tương ứng của nó là MVP được suy dẫn. MVP được suy dẫn này sau đó được chèn vào vị trí thứ nhất trong tập hợp ứng viên AMVP.

PMVD không bị giới hạn chỉ ở những phần mô tả ở trên, mà bất kỳ công cụ theo cơ chế liên ảnh nào sử dụng phép lọc dựa vào kiểu của phương pháp PMVD có thể cũng được coi là cơ chế PMVD hoặc cơ chế FRUC. Một phương án của cơ chế PMVD báo hiệu tham số Merge PMVD đến bộ giải mã để biểu thị ứng viên Merge nào được chọn cho phép lọc MV, trong khi ở các phương án khác, bộ giải mã thử với tất cả các ứng viên Merge để tìm ra MV ban đầu tốt nhất. Theo một phương án, các bước dùng để lọc sub-PU được bỏ qua đối với so sánh mẫu trong công cụ lập mã PMVD, tuy nhiên, phép lọc sub-PU được thực hiện đối với so sánh song phương trong công cụ lập mã PMVD. Theo phương án khác của cơ chế PMVD, phép lọc sub-PU cũng không được thực hiện đối với so sánh song phương, tức là chỉ có giai đoạn thứ nhất của phép so sánh ở mức PU-level được thực hiện cho cả so sánh song phương và so sánh mẫu trong công cụ lập mã PMVD.

DMVR dựa trên song phương: Việc sử dụng DMVR nhằm thay cho phương pháp tạo mẫu song phương bằng cách so sánh song phương dựa vào cơ chế so sánh song phương PMVD. Ví dụ về DMVR dựa trên song phương được mô tả trong tài liệu JVET-K0217, được đệ trình trong cuộc họp lần thứ 11 của JVET của ITU-T SG 16 WP3 và ISO/IEC JTC

1/SC 29/WG 11 tại Ljubljana, SI, từ ngày 10 đến 18 tháng 7 năm 2018. Theo tài liệu khác JVET-M0029, DMVR dựa trên song phương được đơn giản hóa hơn nữa nhằm giảm độ phức tạp tính toán cần thiết. Một sự đơn giản hóa đó là sử dụng phép lọc dựa vào khối thay vì phép lọc dựa vào CU. CU có kích thước bằng các mẫu $M \times N$ được phân vùng thành nhiều đơn vị có kích cỡ bằng $\min(M, 16) \times \min(N, 16)$, trong đó $\min(x, y)$ là trị số nhỏ nhất giữa x và y . Mỗi đơn vị trong CU được lọc một cách độc lập và phạm vi tìm kiếm lọc nằm trong khoảng ± 1 pixel.

Luồng quang học nhị hướng (BDOF): Luồng quang học nhị hướng (BDOF) thực hiện lọc ở phân mức mẫu thông qua những giả định về luồng quang học và chuyển động ổn định của các đối tượng. BDOF chỉ được dùng cho các khối được dự đoán nhị hướng, trong đó các khối được dự đoán nhị hướng là các khối trong khung hình hiện thời được dự đoán từ hai hình ảnh tham chiếu, một hình ảnh tham chiếu là hình ảnh trước đó và hình ảnh tham chiếu còn lại là hình ảnh sau. Biến độc lập dự đoán của khối được dự đoán nhị hướng được suy dẫn bằng cách trộn một biến độc lập dự đoán List 0 được lấy từ hình ảnh tham chiếu của List 0 và một biến độc lập dự đoán List 1 được lấy từ hình ảnh tham chiếu của List 1. Fig. 6 minh họa ví dụ về việc áp dụng BDOF để lọc một mẫu cụ thể trong khối được dự đoán nhị hướng trong slice nhị hướng (B-slice), trong đó mẫu vừa nêu được dự đoán bởi các điểm ảnh tương ứng trong hai hình ảnh tham chiếu, Ref 0 và Ref 1. BDOF sử dụng cửa sổ 5×5 để lọc mỗi mẫu, do đó đối với mỗi khối $N \times N$, các giá trị được bù chuyển động và thông tin gradient tương ứng của khối $(N+4) \times (N+4)$ được yêu cầu để suy dẫn phép lọc dựa vào mẫu. Trong BDOF, bộ lọc gradient 6-Tap và bộ lọc nội suy 6-Tap được sử dụng để tạo ra thông tin gradient. Độ phức tạp tính toán của BDOF cao hơn nhiều so với độ phức tạp tính toán của dự đoán nhị hướng thông thường.

Đối với dự đoán nhị hướng thông thường ($P_{\text{Conventional}}$) được hỗ trợ bởi tiêu chuẩn HEVC, biến độc lập dự đoán liên ảnh được tạo ra theo biểu thức được thể hiện ở Công thức 1, trong đó $P^{(0)}$ và $P^{(1)}$ tương ứng là các biến độc lập dự đoán List 0 và List 1.

$$P_{\text{Conventional}}[i, j] = (P^{(0)}[i, j] + P^{(1)}[i, j] + 1) \ggg 1 \quad \text{Công thức 1}$$

Biến độc lập dự đoán liên ảnh được tạo ra bằng BDOF ($P_{\text{OpticalFlow}}$) được thể hiện ở

Công thức 2, trong đó $I_x^{(0)}$ và $I_x^{(1)}$ là gradien theo phương x trong các biến độc lập dự đoán List 0 List 1, một cách tương ứng, và $I_y^{(0)}$ và $I_y^{(1)}$ là gradien theo phương y trong các biến độc lập dự đoán List 0 List 1, một cách tương ứng. Các độ lệch theo phương x và phương y là v_x và v_y một cách tương ứng, và các độ lệch này được sử dụng để lọc các mẫu của các biến độc lập dự đoán liên ảnh như được thể hiện trên Fig. 6.

$$P_{\text{OpticalFlow}} = (P^{(0)}[i, j] + P^{(1)}[i, j] + \\ + v_x[i, j](I_x^{(0)} - I_x^{(1)}[i, j]) + \\ + v_y[i, j](I_y^{(0)} - I_y^{(1)}[i, j]) + 1) \gg 1.$$

Công thức 2

Các gradien theo phương x và phương y có thể được suy dẫn trực tiếp dựa vào các giá trị nội suy hoặc các gradien đó có thể được tính bằng cách sử dụng bộ các phép lọc gradien và các phép lọc nội suy khác. Một biến đổi phụ, được gọi là biến đổi gradien, còn được sử dụng để chuẩn hóa các trị số gradien trong quá trình suy dẫn mỗi gradien. Quá trình suy dẫn các độ lệch v_x và v_y được thể hiện sau đây. Trước tiên, hàm giá trị $\text{diffCost}(x, y)$ được định nghĩa để tìm các trị số tốt nhất cho các độ lệch v_x và v_y . Các trị số tốt nhất của các độ lệch v_x và v_y làm cực tiểu hóa hàm giá trị $\text{diffCost}(x, y)$ như được thể hiện ở Công thức 3, và một cửa sổ 5x5 được sử dụng để suy dẫn phép lọc. Các nghiệm của các độ lệch v_x và v_y có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng các tham số S_1, S_2, S_3, S_5 , và S_6 như được thể hiện ở Công thức 4.

$$\begin{aligned} & \text{diffCost}(x, y) \\ &= \sum_{\Omega} (P^0(x, y) + v_x \frac{\partial P^0(x, y)}{\partial x} + v_y \frac{\partial P^0(x, y)}{\partial y} - (P^1(x, y) - v_x \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial x} - v_y \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial y}))^2 \\ &= \sum_{\Omega} (P^0(x, y) - P^1(x, y) + v_x (\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial x} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial x}) + v_y (\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial y} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial y}))^2 \end{aligned} \quad \text{Công thức 3}$$

$$\min \text{diffCost}(x, y) \Rightarrow \frac{\partial \text{diffCost}(x, y)}{\partial v_x} = 0, \quad \frac{\partial \text{diffCost}(x, y)}{\partial v_y} = 0$$

$$\Rightarrow v_x = \frac{S_3 S_5 - S_2 S_6}{S_1 S_5 - S_2 S_2}, \quad v_y = \frac{S_1 S_6 - S_3 S_2}{S_1 S_5 - S_2 S_2}$$

trong đó

$$\begin{aligned} S_1 &= \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial x} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial x} \right)^2, \quad S_2 = \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial x} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial y} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial y} \right) \\ S_3 &= - \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial x} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial x} \right) (P^0(x, y) - P^1(x, y)), \quad S_5 = \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial y} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial y} \right)^2 \\ S_6 &= - \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial y} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial y} \right) (P^0(x, y) - P^1(x, y)) \end{aligned}$$

Công thức 4

Các biểu thức dùng để tính các độ lệch V_x và V_y có thể còn được đơn giản hóa theo Công thức 5.

$$\Rightarrow v_x = \frac{S_3}{S_1}, \quad v_y = \frac{S_6 - v_x S_2}{S_5}$$

trong đó

$$\begin{aligned} S_1 &= \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial x} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial x} \right)^2, \quad S_2 = \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial x} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial y} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial y} \right) \\ S_3 &= - \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial x} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial x} \right) (P^0(x, y) - P^1(x, y)), \quad S_5 = \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial y} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial y} \right)^2 \\ S_6 &= - \sum_{\Omega} \left(\frac{\partial P^0(x, y)}{\partial y} + \frac{\partial P^1(x, y)}{\partial y} \right) (P^0(x, y) - P^1(x, y)) \end{aligned}$$

Công thức 5

Ở các phép toán BDOF dựa vào khối, các độ lệch được suy dẫn V_x và V_y được chia cho tất cả các mẫu trong một khối và kích cỡ của mỗi khối là các mẫu 4x4. Để giảm độ phức tạp tính toán của phép toán BDOF, hai chỉ lệnh kết thúc sớm được sử dụng. Các tổng sai lệch tuyệt đối (SAD) giữa hai biến độc lập dự đoán của CU được tính trước tiên, một biến độc lập dự đoán là từ L0 và biến độc lập dự đoán còn lại là từ L1, và nếu SAD giữa hai biến độc lập dự đoán nhỏ hơn một giá trị ngưỡng, phép toán BDOF được lược bỏ khi hai biến độc lập dự đoán đủ tốt. Nếu không thì, phép toán BDOF được dùng cho CU. Khi phép toán BDOF được dùng cho CU hiện thời, phép toán BDOF được áp dụng một cách có chọn lọc cho mỗi khối 4x4 theo SAD giữa hai biến độc lập dự đoán của mỗi khối 4x4. Phép toán BDOF được lược bỏ khi SAD giữa hai biến độc lập dự đoán trong khối 4x4 hiện

thời nhỏ hơn giá trị ngưỡng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương pháp xử lý video được lấy làm ví dụ trong hệ thống lập mã video thực hiện bù chuyển động nhị hướng để mã hóa hoặc giải mã các khối video. Phương pháp xử lý video được lấy làm ví dụ sẽ nhận dữ liệu video đầu vào tương ứng với khối hiện thời trong khung hình hiện thời, và xác định khối tham chiếu List 0 cho khối hiện thời bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu trong List 0 và khối tham chiếu List 1 cho khối hiện thời bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu trong List 1. Các khối tham chiếu List 0 và List 1 được lọc bởi phép lọc vectơ chuyển động bằng cách tìm ước lượng chuyển động để xác định vị trí tương ứng với giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất xung quanh các khối tham chiếu List 0 và List 1. Phép tính giá trị trong phép tìm ước lượng chuyển động được thực hiện ở mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời. Ví dụ, chiều rộng của mỗi bộ xử lý bằng giá trị nhỏ nhất của chiều rộng khối hiện thời và 16, và chiều cao của mỗi bộ xử lý bằng giá trị nhỏ nhất của chiều cao khối hiện thời và 16. Phương pháp xử lý video được lấy làm ví dụ còn xác định liệu phép toán BDOF được kết thúc sớm hay không theo giá trị của các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc của mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời. Đơn vị xử lý dùng để tính giá trị trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF được sắp xếp cùng với đơn vị xử lý dùng để tính giá trị trong phép lọc vectơ chuyển động. Phép toán BDOF được loại bỏ hoặc được thực hiện dựa vào giá trị vừa tính. Phép toán BDOF còn lọc các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc bằng cách suy dẫn các tham số BDOF cho phép lọc dựa vào mẫu thông qua luồng quang học. Biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời được suy dẫn theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc để mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời.

Ví dụ về giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất được tính bằng SAD, và ví dụ về giá trị dùng để xác định liệu kết thúc sớm phép toán BDOF hay không cũng được tính bằng SAD. Theo một phương án của sáng chế, nếu phép toán BDOF không được kết thúc sớm theo giá trị của bộ xử lý, phương pháp xử lý video được lấy làm ví dụ còn thực hiện chỉ lệnh kết thúc sớm thứ hai của BDOF đối với mỗi khối 4x4 trong bộ xử lý. Chỉ lệnh kết thúc sớm thứ hai của BDOF xác định liệu có kết thúc phép toán BDOF đối với mỗi khối 4x4

theo giá trị giữa hai biến độc lập dự đoán của mỗi khối 4x4.

Theo phương án được lấy làm ví dụ của phương pháp xử lý video, mẫu con được sử dụng trong phép lọc vectơ chuyển động, song mẫu con vừa nêu không được áp dụng để tính giá trị nhằm xác định liệu kết thúc sớm phép toán BDOF hay không. Ở phương án này, các giá trị được tính trong phép lọc vectơ chuyển động có thể được nhân hệ số và được sử dụng để xác định liệu phép toán BDOF được kết thúc sớm.

Theo phương án được lấy làm ví dụ khác của phương pháp xử lý video, mẫu con được sử dụng trong phép lọc vectơ chuyển động và mẫu con tương tự cũng được dùng để tính giá trị nhằm xác định liệu kết thúc sớm phép toán BDOF hay không. Ở phương án này, các giá trị được tính trong phép lọc vectơ chuyển động được tái sử dụng trực tiếp để xác định liệu phép toán BDOF được kết thúc sớm.

Theo một số phương án, các giá trị được tính trong phép lọc vectơ chuyển động được sử dụng để suy dẫn các giá trị nhằm xác định liệu phép toán BDOF được kết thúc sớm theo một tỷ lệ, và tỷ lệ vừa nêu phụ thuộc vào chiều sâu bit của các tín hiệu trong các hàm giá trị trong phép lọc vectơ chuyển động và phép toán BDOF.

Theo một số phương án, phương pháp xử lý video được lấy làm ví dụ còn bao gồm xác định sai lệch vectơ chuyển động trước phép lọc vectơ chuyển động và sau phép lọc vectơ chuyển động cho khối hiện thời, và hủy phép toán BDOF cho khối hiện thời theo sai lệch vectơ chuyển động. Theo một phương án, phép toán BDOF được hủy cho khối hiện thời nếu sai lệch vectơ chuyển động lớn hơn giá trị ngưỡng. Một số ví dụ của giá trị ngưỡng là một trị số định trước, hoặc được báo hiệu rõ ràng trong dòng bit video ở phân cấp chuỗi, phân cấp hình ảnh, phân cấp nhóm tile, phân cấp tile, hoặc phân cấp khối. Theo một số phương án, giá trị ngưỡng phụ thuộc vào một trong số hoặc kết hợp giữa kích cỡ đơn vị lập mã CU(Coding Unit - CU), kích cỡ CU, phạm vi tìm kiếm, khoảng cách theo thời gian giữa hai hình ảnh tham chiếu, tham số Merge, độ phân giải video, và cấu hình hoặc mức theo một tiêu chuẩn lập mã. Sai lệch vectơ chuyển động được tính theo một chiều kích thước hoặc tổng của hai chiều kích thước. Theo phương án khác, phép toán BDOF được hủy cho khối hiện thời nếu sai lệch vectơ chuyển động nhỏ hơn giá trị ngưỡng.

Theo một số phương án, tìm ước lượng chuyển động bao gồm tìm ước lượng chuyển động số nguyên và tìm ước lượng chuyển động phân số, và tìm ước lượng chuyển động phân số có thể được hủy một cách thích ứng theo sai lệch vectơ chuyển động trước và sau khi chuyển động được lọc bởi phép tìm ước lượng chuyển động số nguyên. Tìm ước lượng chuyển động phân số được hủy cho khối hiện thời nếu sai lệch vectơ chuyển động lớn hơn giá trị ngưỡng theo một phương án. Giá trị ngưỡng vừa nêu là trị số định trước, hoặc được báo hiệu rõ ràng trong dòng بیت video ở phân cấp chuỗi, phân cấp hình ảnh, phân cấp nhóm tile, phân cấp tile, hoặc phân cấp khối. Giá trị ngưỡng có thể phụ thuộc vào một trong số hoặc kết hợp giữa kích cỡ CU, kích cỡ CU, phạm vi tìm kiếm, khoảng cách theo thời gian giữa hai hình ảnh tham chiếu, tham số Merge, độ phân giải video, và cấu hình hoặc mức theo một tiêu chuẩn lập mã. Sai lệch vectơ chuyển động được tính hoặc theo một chiều kích thước hoặc tổng của hai chiều kích thước. Tìm ước lượng chuyển động phân số được hủy cho khối hiện thời nếu sai lệch vectơ chuyển động nhỏ hơn giá trị ngưỡng theo phương án khác.

Các khía cạnh của sáng chế còn đề xuất các phương án của các thiết bị dùng để xử lý dữ liệu video trong hệ thống lập mã video. Phương án của các thiết bị bao gồm một hoặc nhiều mạch điện tử được cấu hình để nhận dữ liệu đầu vào của khối hiện thời trong khung hình hiện thời, xác định khối tham chiếu List 0 và khối tham chiếu List 1 cho khối hiện thời bằng cách thực hiện bù chuyển động, thực hiện phép lọc vectơ chuyển động và phép toán BDOF để lọc các khối tham chiếu List 0 và List 1, suy dẫn biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng để mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc. Các bộ xử lý dùng cho việc tính giá trị hoặc các hàm giá trị trong phép lọc vectơ chuyển động và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF được hợp nhất theo các phương án khác nhau, hoặc các giá trị của phép lọc vectơ chuyển động được tái sử dụng bởi chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF theo một số phương án.

Các khía cạnh của sáng chế còn đề xuất phương tiện có thể đọc được bằng máy tính không tạm thời để lưu các lệnh chương trình nhằm giúp cho mạch xử lý của thiết bị thực hiện phương pháp xử lý video để mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời được lập mã hoặc sẽ được lập mã theo dự đoán nhị hướng.

Các khía cạnh và các dấu hiệu khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng đối với những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này khi xem những phần mô tả các phương án chi tiết dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án khác nhau của sáng chế này được trình bày dưới dạng các ví dụ sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ dưới đây, và trong đó:

Fig. 1 minh họa các vị trí của các ứng viên chuyển động theo không gian và ứng viên chuyển động theo thời gian dùng để tạo ra các tập hợp ứng viên Merge được định nghĩa trong tiêu chuẩn HEVC;

Fig. 2 minh họa khái niệm của phép lọc MV mẫu song phương;

Fig. 3 minh họa ví dụ về việc áp dụng so sánh song phương cho khối hiện thời trong khung hình hiện thời nhằm tìm kiếm các khối tham chiếu trong hai hình ảnh tham chiếu có cùng khoảng cách;

Fig. 4 minh họa ví dụ về việc áp dụng so sánh mẫu cho khối hiện thời trong khung hình hiện thời nhằm tìm kiếm MV hướng đến khối tham chiếu có các mẫu tương hợp nhất;

Fig. 5 minh họa khái niệm của các MVP được suy dẫn theo thời gian trong phương pháp suy dẫn MV dựa vào kiểu;

Fig. 6 minh họa ví dụ về việc áp dụng luồng quang học nhị hướng (BDOF) để lọc mẫu;

Fig. 7 minh họa việc áp dụng cả phép toán DMVR và BDOF để lọc các khối tham chiếu bằng các bộ xử lý theo phép tính giá trị;

Fig. 8 minh họa việc áp dụng cả phép toán DMVR và BDOF để lọc các khối tham chiếu bằng các bộ xử lý được hợp nhất theo phép tính giá trị của các phép toán DMVR và BDOF theo các phương án của sáng chế;

Fig. 9 minh họa việc áp dụng cả phép toán DMVR và BDOF để lọc các khối tham chiếu có các hàm giá trị được hợp nhất trong các phép toán DMVR và BDOF theo các phương án của sáng chế;

Fig. 10 minh họa việc áp dụng cả phép toán DMVR và BDOF để lọc các khối tham chiếu bằng cách tái sử dụng các giá trị theo các phương án của sáng chế;

Fig. 11 là lưu đồ thể hiện phương án được lấy làm ví dụ của sáng chế dùng để xử lý khối hiện thời bằng dự đoán nhị hướng;

Fig. 12 minh họa sơ đồ khối hệ thống được lấy làm ví dụ dùng cho hệ thống mã hóa video có tích hợp phương pháp xử lý video theo các phương án của sáng chế; và

Fig. 13 minh họa sơ đồ khối hệ thống được lấy làm ví dụ dùng cho hệ thống giải mã video có tích hợp phương pháp xử lý video theo các phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sẽ dễ dàng được hiểu rằng các thành phần của sáng chế, như được mô tả và được minh họa một cách tổng quát trên các hình vẽ ở bản mô tả này, có thể được sắp xếp và được thiết kế theo nhiều cấu hình khác nhau. Do đó, phần mô tả chi tiết hơn các phương án của các hệ thống và các phương pháp của sáng chế dưới đây, như được thể hiện trên các hình vẽ, không nhằm ý định giới hạn phạm vi của sáng chế, như được yêu cầu bảo hộ, mà chỉ nhằm minh họa các phương án được chọn của sáng chế. Ở sáng chế này, các hệ thống và các phương pháp được mô tả dùng để xử lý khối được dự đoán nhị hướng bằng các công cụ lập mã lọc chuyển động, trong đó mỗi một trong số hoặc kết hợp giữa các phương pháp đó có thể được thực hiện ở bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Bộ mã hóa video và bộ giải mã được lấy làm ví dụ mà thực hiện một trong số hoặc kết hợp giữa các phương pháp được minh họa trên Fig. 12 và 13 một cách tương ứng. Các phương án khác nhau ở sáng chế này sẽ làm giảm mức độ phức tạp tính toán khi sử dụng các công cụ lập mã lọc chuyển động. Các hệ thống và các phương pháp được mô tả ở bản mô tả này được bố trí ở các phân đoạn như sau. Phân đoạn “Sắp xếp bộ xử lý trong DMVR và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF” minh họa các phương pháp mẫu trong đó sử dụng dung lượng bộ xử lý giống nhau để tính giá trị trong các phép toán DMVR và BDOF. Phân đoạn “Hợp nhất hàm giá trị trong DMVR và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF” mô tả phương án mẫu trong đó sử dụng hàm giá trị giống nhau trong các phép toán DMVR và BDOF. Phân đoạn “Tái sử dụng giá trị của DMVR trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF” mô tả phương pháp mẫu trong đó tái sử dụng giá trị

được tính cho DMVR trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Các phân đoạn “Hủy bỏ phép toán BDOF theo sai lệch MV trước và sau phép lọc” và “Hủy bỏ phép lọc chuyển động phân số theo sai lệch MV trước và sau phép lọc” mô tả các phương án hủy một cách thích ứng phép toán BDOF hoặc phép tìm ước lượng chuyển động phân số trong phép toán DMVR theo sai lệch MV trước và sau phép lọc DMVR. Phân đoạn “Lưu đồ điển hình của các phương án được lấy làm ví dụ” sử dụng lưu đồ để tổng hợp các bước thực hiện một số phương án của sáng chế. Phân đoạn “Thực thi ở bộ mã hóa video và bộ giải mã video” cùng với Fig. 12 và Fig. 13 minh họa hệ thống mã hóa video và hệ thống giải mã video có tích hợp một trong số hoặc kết hợp giữa các phương pháp xử lý video đã được mô tả.

DMVR và BDOF có thể được kích hoạt cùng lúc để nâng cao hiệu suất lập mã, và khi cả công cụ lập mã DMVR và BDOF được kích hoạt, DMVR được áp dụng trước để suy dẫn vectơ chuyển động cuối cùng cho mỗi subblock và kế sau là BDOF để lọc các biến độc lập dự đoán cuối cùng. Để giảm độ phức tạp tính toán của dự đoán nhị hướng khi sử dụng các công cụ lập mã DMVR và BDOF, các phương pháp xử lý video khác nhau được trình bày trong các đoạn mô tả dưới đây.

Sắp xếp bộ xử lý trong DMVR và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF: Đối với đơn vị lập mã CU (Coding Unit - CU) hiện thời có kích cỡ bằng các mẫu $M \times N$, bộ xử lý được thực thi để tính giá trị ở giai đoạn tìm kiếm MV nguyên của DMVR là tích của trị số nhỏ nhất giữa M và 16 và trị số nhỏ nhất giữa N và 16. Ví dụ, bộ xử lý được dùng trong giai đoạn tìm kiếm MV nguyên của DMVR là các mẫu 16×16 khi cả chiều rộng và chiều cao của CU hiện thời lớn hơn hoặc bằng các mẫu 16. Bộ xử lý được dùng trong giai đoạn tìm kiếm MV nguyên của DMVR là các mẫu 8×16 khi chiều rộng của CU hiện thời là các mẫu 8 và chiều cao của CU hiện thời bằng hoặc lớn hơn 16. Tương tự, bộ xử lý là các mẫu 16×8 khi chiều rộng của CU hiện thời bằng hoặc lớn hơn 16 và chiều cao của CU hiện thời là các mẫu 8. Bộ xử lý có cùng kích cỡ như CU hiện thời nếu cả chiều rộng và chiều cao của CU hiện thời nhỏ hơn hoặc bằng các mẫu 16. Bộ xử lý dùng cho hai chỉ lệnh kết thúc sớm của phép toán BDOF thông thường là một CU và một khối 4×4 . Theo chỉ lệnh kết thúc sớm thứ nhất của BDOF, giá trị giữa hai biến độc lập dự đoán của CU hiện thời được tính, và chỉ lệnh BDOF cho CU hiện thời được kết thúc theo giá trị được tính. Theo chỉ lệnh kết thúc sớm

thứ hai của BDOF, giá trị giữa hai biến độc lập dự đoán của khối 4x4 hiện thời được tính, và chỉ lệnh BDOF cho khối 4x4 hiện thời được kết thúc theo giá trị giữa hai biến độc lập dự đoán của khối 4x4 hiện thời. Ví dụ, giá trị được tính bằng các tổng sai lệch tuyệt đối (SAD). Theo một số phương án của sáng chế, đơn vị xử lý dùng để tính giá trị trong chỉ lệnh kết thúc sớm thứ nhất của BDOF là giống như bộ xử lý trong DMVR. Một phương án còn xóa bỏ chỉ lệnh kết thúc sớm thứ hai của BDOF được áp dụng cho từng khối 4x4 khi kích cỡ lớn nhất của bộ xử lý trong chỉ lệnh kết thúc sớm thứ nhất của BDOF là các mẫu 16x16. Theo phương án khác, chỉ lệnh kết thúc sớm thứ hai của BDOF vẫn được dùng cho mỗi khối 4x4 trong CU hiện thời bằng cách tính giá trị giữa hai biến độc lập dự đoán của mỗi khối 4x4.

Fig. 7 minh họa lưu đồ xử lý mẫu trong đó sử dụng các phép toán DMVR và BDOF thông thường trong dự đoán nhị hướng để lọc MV. Phép toán DMVR bao gồm các bước 702, 704, và 706 và phép toán BDOF bao gồm các bước 708, 710, và 712. Ở bước 702, nội suy song tuyến tính được dùng để tạo ra mẫu song phương cho CU hiện thời được lập mã theo dự đoán nhị hướng. Ở bước 704, tìm ước lượng chuyển động số nguyên (ME) được thực hiện cho mỗi bộ xử lý trong CU hiện thời bằng cách tìm vị trí có giá trị ME nhỏ nhất đối với mỗi bộ xử lý. Ở ví dụ được thể hiện trên Fig. 7, giá trị ME được tính bằng SAD, tuy nhiên, giá trị ME có thể được tính bằng những thuật toán khác. Đơn vị xử lý dùng để thực hiện phép tìm ước lượng chuyển động số nguyên ở bước 704 là $\min(\text{CuW}, 16) \times \min(\text{CuH}, 16)$, trong đó CuW là chiều rộng của CU hiện thời và CuH là chiều cao của CU hiện thời. Mẫu con được sử dụng trong tìm ước lượng chuyển động số nguyên ở bước 704. Ở bước 706, tìm ước lượng chuyển động phân số được thực hiện để tìm vị trí của giá trị ME nhỏ nhất. Vị trí cuối cùng của giá trị ME nhỏ nhất trong L0 được gán làm MV được lọc của L0 và vị trí cuối cùng của giá trị ME nhỏ nhất trong L1 được gán làm MV được lọc của L1, và các khối tham chiếu được xuất phát từ MV được lọc của L0 và MV được lọc của L1 là các khối tham chiếu của phép toán DMVR. Ở bước 708, bộ lọc nội suy 8-tap được dùng cho CU hiện thời. Ở bước 710, chỉ lệnh kết thúc sớm hai phân cấp bao gồm các chỉ lệnh kết thúc sớm thứ nhất và thứ hai, trong đó đơn vị xử lý dùng để tính giá trị trong chỉ lệnh kết thúc sớm thứ nhất là CU và đơn vị xử lý dùng để tính giá trị trong chỉ lệnh kết thúc sớm thứ hai là các mẫu 4x4. Chỉ lệnh kết thúc sớm thứ nhất được áp dụng một cách

có chọn lọc cho CU hiện thời theo giá trị (ví dụ SAD) giữa hai biến độc lập dự đoán của CU hiện thời, và chỉ lệnh kết thúc sớm thứ hai được áp dụng một cách có chọn lọc cho mỗi khối 4x4 trong CU hiện thời theo giá trị (ví dụ SAD) giữa hai biến độc lập dự đoán của khối 4x4. Mẫu con không được áp dụng để tính giá trị phép tính giá trị trong hai chỉ lệnh kết thúc sớm của BDOF. Ở bước 712, các tham số BDOF được suy dẫn nếu phép toán BDOF không được kết thúc ở bước S710, và các biến độc lập dự đoán được lọc theo các tham số BDOF.

Fig. 8 minh họa lưu đồ xử lý mẫu trong đó sử dụng cả phép toán DMVR và BDOF trong dự đoán nhị hướng để lọc MV theo phương án của sáng chế sử dụng bộ xử lý được hợp nhất. Phép toán DMVR được thể hiện ở các bước 802, 804, và 806 là giống như các bước 702, 704, và 706 trên Fig. 7. Bước 808 của phép toán BDOF trên Fig. 8 cũng giống như bước 708 của phép toán BDOF trên Fig. 7. Hai chỉ lệnh kết thúc sớm ở bước 710 trên Fig. 7 được thay bằng một chỉ lệnh kết thúc sớm ở bước 810 theo phương án vừa nêu. Đơn vị xử lý dùng để tính các giá trị nhằm xác định liệu kết thúc sớm phép toán BDOF hay không ở bước 810 được hợp nhất với đơn vị xử lý dùng để tìm kiếm ME số nguyên của phép toán DMVR ở bước 804. Ví dụ, khối xử lý bằng trị số nhỏ nhất của chiều rộng CU (cuW) và 16 nhân với trị số nhỏ nhất của chiều cao CU (cuH) và 16. Ở phương án này, mẫu con được sử dụng trong phép toán DMVR và không có mẫu con nào được áp dụng theo chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Phép toán BDOF được thực hiện bằng cách suy dẫn các tham số BDOF và lọc các biến độc lập dự đoán cho CU hiện thời ở bước 812 khi phép toán BDOF không được kết thúc sớm bởi bước 810.

Hợp nhất hàm giá trị trong DMVR và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF: Theo một số phương án, không chỉ đơn vị xử lý dùng để tính giá trị trong DMVR là giống như đơn vị xử lý dùng để tính giá trị trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF, mà hàm giá trị cho tìm kiếm ME số nguyên DMVR trong DMVR cũng giống như hàm giá trị cho chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Fig. 9 minh họa lưu đồ xử lý mẫu trong đó sử dụng cả phép toán DMVR và BDOF trong dự đoán nhị hướng để lọc MV theo phương án của sáng chế sử dụng hàm giá trị được hợp nhất. Tất cả các bước trên Fig. 9 là giống với các bước tương ứng trên Fig. 8 ngoại trừ bước 910. Ở bước 910, kích cỡ của đơn vị xử lý dùng để tính SAD nhằm xác định liệu phép

toán BDOF được kết thúc sớm hay không là giống như kích cỡ của đơn vị xử lý dùng để tính SAD cho tìm kiếm ME số nguyên DMVR. Mẫu con cũng được dùng cho chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF ở bước 910, được hợp nhất với tìm kiếm ME số nguyên trong phép toán DMVR.

Tái sử dụng giá trị của DMVR trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF: Theo một số phương án của sáng chế, hàm giá trị tương tự được sử dụng trong phép toán DMVR và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF, các giá trị được tính trong phép toán DMVR có thể được tái sử dụng trực tiếp trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Trong phép toán DMVR, vectơ chuyển động cuối cùng được chọn bằng cách so sánh các giá trị (ví dụ các SAD) trong số những ứng viên khác nhau. Theo một phương án, hai mẫu con được sử dụng khi tính SAD của một bộ xử lý ở cả phép toán DMVR và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Ở phép toán BDOF, SAD của một bộ xử lý được yêu cầu cho chỉ lệnh kết thúc sớm, và vì hàm giá trị giống nhau được sử dụng, các giá trị được tính cho DMVR có thể được sử dụng trực tiếp trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Khi cả phép toán DMVR và BDOF được dùng, các SAD được tính ở phép tìm kiếm ME số nguyên DMVR được tái sử dụng để thực hiện chỉ lệnh kết thúc sớm trong phép toán BDOF. Khi chỉ phép toán BDOF được dùng, các SAD được tính cho chỉ lệnh kết thúc sớm trong phép toán BDOF. Vì các hàm giá trị cho phép toán DMVR và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF là giống nhau, nên chỉ một giá trị ngưỡng được định nghĩa rõ. Theo một phương án, hàm giá trị trong phép toán DMVR và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF có thể khác nhau, nhưng hàm ánh xạ có thể được sử dụng để ánh xạ từ các giá trị được tính trong phép toán DMVR đến các giá trị được sử dụng trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Giá trị được tính cho tìm kiếm ME số nguyên trong phép toán DMVR có thể được nhân hệ số và được tái sử dụng trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Ví dụ, hai mẫu con được sử dụng trong phép toán DMVR, và không có mẫu con nào được áp dụng theo chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Các giá trị được tính trong phép toán DMVR được nhân đôi và sau đó được sử dụng trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Theo phương án khác, tỷ lệ của các giá trị cho phép toán DMVR và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF phụ thuộc vào chiều sâu bit của các tín hiệu trong hàm giá trị của các phép toán DMVR và BDOF. Ví dụ, chiều sâu bit của tín hiệu trong hàm giá trị trong phép toán DMVR là 10 bit bởi vì phép lọc nội suy song tuyến tính và phép tiêu chuẩn hóa, trong khi chiều sâu bit của tín hiệu trong chỉ lệnh kết

thức sớm BDOF là 14 bit, do đó sai lệch giữa 10 bit và 14 bit được xét đến khi xác định tỷ lệ của các giá trị.

Fig. 10 minh họa lưu đồ xử lý mẫu trong đó sử dụng cả phép toán DMVR và BDOF trong dự đoán nhị hướng để lọc MV theo phương án của sáng chế bằng cách tái sử dụng các giá trị được tính trong phép toán DMVR bằng phép toán BDOF. Các bước 1002, 1006, 1008, và 1012 trên Fig. 10 là giống với các bước 702, 706, 708, và 712 trên Fig. 7. Các giá trị được tính cho phép tìm kiếm ME số nguyên trong phép toán DMVR ở bước 1004 được tái sử dụng trực tiếp bởi chỉ lệnh kết thúc sớm trong phép toán BDOF ở bước 1010. Nhờ vậy, độ phức tạp tính toán của phép toán BDOF được giảm rất nhiều.

Hủy bỏ phép toán BDOF theo sai lệch MV trước và sau phép lọc: Để giảm độ phức tạp tính toán khi kích hoạt DMVR và BDOF, một số phương án của sáng chế hủy phép toán BDOF theo sai lệch MV trước và sau khi lọc. Khi sai lệch MV trước và sau khi lọc tương đối lớn, điều đó cho thấy rằng sự thay đổi về vectơ chuyển động bởi phép lọc MV là đáng kể và do đó vectơ chuyển động đã được lọc là không quá chính xác. Theo một phương án, phép toán BDOF được hủy khi sai lệch MV trước và sau khi lọc tương đối lớn, bởi vì phép toán BDOF được sử dụng để thực hiện phép lọc nhỏ dựa vào vectơ chuyển động có độ tin cậy. Theo một phương án, khi sai lệch MV trước và sau khi lọc lớn hơn một giá trị ngưỡng, phép toán BDOF được hủy. Các ví dụ của giá trị ngưỡng là một trị số định trước, hoặc được báo hiệu rõ ràng trong dòng bit video ở phân cấp chuỗi, phân cấp hình ảnh, phân cấp nhóm tile, phân cấp tile, hoặc phân cấp khối. Nếu giá trị ngưỡng được định trước, nó có thể là giá trị cố định hoặc nó phụ thuộc vào một trong số hoặc kết hợp giữa kích cỡ CU, kích cỡ CU, phạm vi tìm kiếm, khoảng cách theo thời gian giữa hai hình ảnh tham chiếu, tham số Merge, độ phân giải video, và cấu hình hoặc mức theo một tiêu chuẩn lập mã. Sai lệch MV có thể là một chiều kích thước hoặc tổng của hai chiều kích thước. Ví dụ, phép toán BDOF được hủy nếu ít nhất một trong số các sai lệch MV theo phương ngang hoặc phương thẳng đứng lớn hơn giá trị ngưỡng. Ví dụ khác, phép toán BDOF được hủy nếu tổng các sai lệch MV theo phương ngang hoặc phương thẳng đứng lớn hơn một giá trị ngưỡng. Theo một số phương án, phép toán BDOF được hủy khi sai lệch MV trước và sau khi lọc nhỏ hơn một giá trị ngưỡng. Theo một phương án, phép toán BDOF được hủy khi sai lệch MV trước và

sau khi lọc hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ nhất hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ hai.

Hủy bỏ phép lọc chuyển động phân số theo sai lệch MV trước và sau phép lọc: Một số phương án của sáng chế hủy một cách thích ứng phép lọc chuyển động phân số của DMVR theo sai lệch MV trước phép lọc chuyển động số nguyên và sau phép lọc chuyển động số nguyên để giảm độ phức tạp tính toán khi kích hoạt cả DMVR và BDOF. Sai lệch MV nhỏ trước và sau khi lọc của phép tìm ước lượng chuyển động số nguyên cho thấy sự thay đổi về chuyển động không đáng kể; trong trường hợp này, phương án loại bỏ phép lọc chuyển động phân số của DMVR làm phép lọc được thực hiện bằng phép toán BDOF là đủ. Sai lệch MV trước và sau khi lọc được đánh giá là nhỏ hoặc lớn bằng cách so sánh với giá trị ngưỡng, và giá trị ngưỡng vừa nêu là trị số định trước theo một phương án, hoặc giá trị ngưỡng được báo hiệu rõ ràng trong dòng بیت video ở phân cấp chuỗi, phân cấp hình ảnh, phân cấp nhóm tile, phân cấp tile, hoặc phân cấp khối. Trong những trường hợp khi giá trị ngưỡng được định trước, thì nó là giá trị cố định hoặc nó phụ thuộc vào một trong số hoặc kết hợp giữa kích cỡ CU, kích cỡ CU, phạm vi tìm kiếm, khoảng cách theo thời gian giữa hai hình ảnh tham chiếu, tham số Merge, độ phân giải video, và cấu hình hoặc mức theo một tiêu chuẩn lập mã. Sai lệch MV tương ứng với một chiều kích thước hoặc tổng của hai chiều kích thước theo các phương án khác nhau. Ví dụ, nếu một trong số các sai lệch MV theo phương ngang hoặc phương thẳng đứng nhỏ hơn một giá trị ngưỡng, phép lọc chuyển động phân số của DMVR được hủy. Ví dụ khác, nếu tổng các sai lệch MV theo phương ngang hoặc phương thẳng đứng nhỏ hơn một giá trị ngưỡng, phép lọc chuyển động phân số theo DMVR được hủy. Theo một số phương án khác, phép lọc chuyển động phân số trong phép toán DMVR được hủy khi sai lệch MV trước và sau khi lọc của phép tìm ước lượng chuyển động số nguyên lớn hơn giá trị ngưỡng. Theo một phương án, phép lọc chuyển động phân số trong phép toán DMVR được hủy khi sai lệch MV trước phép lọc chuyển động số nguyên và sau phép lọc chuyển động số nguyên hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ nhất hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ hai.

Lưu đồ điển hình của các phương án được lấy làm ví dụ: Fig. 11 thể hiện lưu đồ minh họa phương pháp xử lý video nhằm mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời bằng dự đoán nhị hướng theo các phương án mẫu của sáng chế. Hệ thống mã hóa video hoặc hệ thống giải

mã video nhận dữ liệu đầu vào kết hợp với khối hiện thời được lập mã hoặc sẽ được lập mã theo dự đoán nhị hướng ở bước S1102. Ở bước S1104, các khối tham chiếu List 0 và List 1 cho khối hiện thời được xác định bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu trong List 0 và hình ảnh tham chiếu trong List 1 một cách tương ứng. Phép toán lọc vectơ chuyển động ở bộ giải mã được thực hiện để lọc các khối tham chiếu List 0 và List 1 ở bước S1106 bằng cách tìm ước lượng chuyển động. Phép tìm ước lượng chuyển động của phép toán lọc vectơ chuyển động ở bộ giải mã được thực hiện ở mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời. Tìm ước lượng chuyển động có thể bao gồm tìm ước lượng chuyển động số nguyên và tìm ước lượng chuyển động phân số. Ở bước S1108, hệ thống mã hóa hoặc giải mã video xác định nếu phép toán luồng quang học nhị hướng (BDOF) được kết thúc sớm theo giá trị của các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc của mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời. Bộ xử lý được thực thi để tính giá trị theo chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF ở bước S1108 được sắp xếp cùng với bộ xử lý được thực thi để tính giá trị ở phép toán lọc vectơ chuyển động ở bộ giải mã ở bước S1106. Phép toán BDOF được loại bỏ nếu hệ thống mã hóa hoặc giải mã video xác định phép toán BDOF được kết thúc sớm ở bước S1108. Hệ thống mã hóa hoặc giải mã video thực hiện phép toán BDOF bằng cách suy dẫn các tham số BDOF để lọc tiếp các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc ở bước S1110 nếu phép toán BDOF không được kết thúc sớm ở bước S1108. Phép toán BDOF suy dẫn phép lọc dựa vào mẫu thông qua luồng quang học. Biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời được suy dẫn theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc ở bước S1112. Hệ thống mã hóa hoặc giải mã video sẽ mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời theo biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng của khối hiện thời ở bước S1114. Theo một phương án, các hàm giá trị được sử dụng trong phép toán lọc vectơ chuyển động ở bộ giải mã và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF được hợp nhất lại. Theo một số phương án, các giá trị được tính theo phép tìm ước lượng chuyển động của phép toán lọc vectơ chuyển động ở bộ giải mã được tái sử dụng để xác định liệu phép toán BDOF được kết thúc sớm. Hệ thống mã hóa hoặc giải mã có thể suy dẫn sai lệch vectơ chuyển động trước và sau khi lọc để hủy một cách thích ứng bước thực hiện phép toán BDOF S1110 hoặc tìm ước lượng chuyển động phân số trong phép toán lọc vectơ chuyển động ở bộ giải mã ở bước S1106 theo một số phương án.

Thực thi bộ mã hóa video và bộ giải mã video: Các phương pháp lập mã video đã được đề xuất ở trên có thể được thực hiện trong các bộ mã hóa video hoặc các bộ giải mã. Ví dụ, phương pháp xử lý video được đề xuất được thực hiện trong môđun suy dẫn biến độc lập dự đoán của bộ mã hóa, và/hoặc môđun suy dẫn biến độc lập dự đoán của bộ giải mã. Ví dụ khác, phương pháp xử lý video được đề xuất được thực hiện trong môđun bù chuyển động của bộ mã hóa, và/hoặc môđun bù chuyển động của bộ giải mã. Ngoài ra, bất kỳ phương pháp nào trong số các phương pháp đã đề xuất có thể được thực hiện dưới dạng mạch được liên kết với môđun suy dẫn biến độc lập dự đoán hoặc môđun bù chuyển động của bộ mã hóa và/hoặc môđun suy dẫn biến độc lập dự đoán hoặc môđun bù chuyển động của bộ giải mã, để cấp thông tin cần cho môđun suy dẫn biến độc lập dự đoán hoặc môđun bù chuyển động.

Fig. 12 minh họa sơ đồ khối hệ thống được lấy làm ví dụ dùng cho bộ mã hóa video 1200 thực hiện các phương án khác nhau của sáng chế. Môđun dự đoán nội ảnh 1210 tạo ra các biến độc lập dự đoán nội ảnh dựa vào dữ liệu video được tái tạo của khung hình hiện thời. Môđun dự đoán liên ảnh 1212 thực hiện ước lượng chuyển động ME (Motion Estimation - ME) và bù chuyển động MC (Motion Compensation - MC) để tạo ra các biến độc lập dự đoán liên ảnh dựa vào dữ liệu video từ hình ảnh hoặc nhiều hình ảnh khác. Để mã hóa khối hiện thời bằng dự đoán nhị hướng theo một số phương án của sáng chế, môđun dự đoán liên ảnh 1212 trước tiên xác định khối tham chiếu List 0 bằng cách thực hiện ước lượng chuyển động và bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu List 0 và khối tham chiếu List 1 bằng cách thực hiện ước lượng chuyển động và bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu List 1. Các khối tham chiếu List 0 và List 1 được lọc bằng cách tìm ước lượng chuyển động của phép lọc vectơ chuyển động bằng cách tìm vị trí tương ứng với giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất xung quanh các khối tham chiếu List 0 và List 1. Phép tính giá trị trong phép tìm ước lượng chuyển động được thực hiện ở mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời. Trước khi thực hiện phép toán BDOF để lọc tiếp các khối tham chiếu List 0 và List 1, giá trị của các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc của mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời được sử dụng để xác định nếu phép toán BDOF được kết thúc sớm. Bộ xử lý được thực thi để tính giá trị theo chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF được sắp xếp cùng với bộ xử lý được thực thi để tính giá trị trong phép tìm ước lượng chuyển động của phép lọc vectơ chuyển

động. Theo một số phương án, các giá trị được tính trong phép lọc vectơ chuyển động được tái sử dụng để xác định liệu phép toán BDOF được kết thúc sớm hay không. Phép toán BDOF được dùng một cách thích ứng để suy dẫn phép lọc dựa vào mẫu thông qua luồng quang học nếu phép toán BDOF không được kết thúc sớm. Môđun dự đoán liên ảnh 1212 suy dẫn biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc.

Hoặc môđun dự đoán nội ảnh 1210 hoặc môđun dự đoán liên ảnh 1212 cấp biến độc lập dự đoán được chọn đến Bộ cộng 1216 để tạo ra các sai lệch dự đoán, còn được gọi là số dư dự đoán. Số dư dự đoán của khối hiện thời được xử lý tiếp bởi Môđun chuyển đổi (T) 1218 và kế sau là Môđun lượng tử hóa (Q) 1220. Tín hiệu dư đã được chuyển đổi và được lượng tử hóa sau đó được mã hóa bằng bộ mã hóa Entropy 1232 để tạo ra dòng bit video. Thông tin chuyển động của biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng của khối hiện thời cũng được mã hóa bằng bộ mã hóa Entropy 1232. Dòng bit video sau đó được chèn thêm thông tin phụ. Tín hiệu dư đã được chuyển đổi và được lượng tử hóa của khối hiện thời được xử lý bằng Môđun lượng tử hóa ngược (IQ) 1222 và Môđun chuyển đổi ngược (IT) 1224 để tái tạo số dư dự đoán. Như được thể hiện trên Fig. 12, số dư dự đoán được khôi phục bằng cách cộng trở lại vào biến độc lập dự đoán được chọn tại Môđun tái tạo lại (REC) 1226 để tạo ra dữ liệu video được tái tạo. Dữ liệu video được tái tạo có thể được lưu ở Bộ đệm hình ảnh tham chiếu (Bộ đệm Ref. Pict.) 1230 và được sử dụng để dự đoán các hình ảnh khác. Dữ liệu video được tái tạo được khôi phục từ REC 1226 có thể gặp phải nhiều sự hư hại khác nhau do quá trình mã hóa; vì thế, Bộ lọc xử lý vòng lặp 1228 được dùng cho dữ liệu video được tái tạo trước khi lưu trong bộ đệm hình ảnh tham chiếu 1230 để nâng cao hơn nữa chất lượng hình ảnh.

Bộ giải mã video 1300 dùng để giải mã dòng bit video được tạo ra từ Bộ mã hóa video 1200 của Fig. 12 được thể hiện trên Fig. 13. Dòng bit video là đầu vào cho Bộ giải mã video 1300 và được giải mã bằng Bộ giải mã Entropy 1310 để phân tích và khôi phục tín hiệu dư đã được chuyển đổi và được lượng tử hóa và thông tin hệ thống khác. Quá trình giải mã của bộ giải mã 1300 là tương tự như vòng lặp tái tạo tại Bộ mã hóa 1200, ngoại trừ việc Bộ giải mã 1300 chỉ yêu cầu dự đoán bù chuyển động ở môđun dự đoán liên ảnh 1314. Mỗi

khối được giải mã bởi hoặc môđun dự đoán nội ảnh 1312 hoặc môđun dự đoán liên ảnh 1314. Chuyển mạch 1316 chọn biến độc lập dự đoán nội ảnh từ môđun dự đoán nội ảnh 1312 hoặc biến độc lập dự đoán liên ảnh từ môđun dự đoán liên ảnh 1314 theo thông tin cơ chế được giải mã. Để giải mã khối hiện thời được lập mã theo dự đoán nhị hướng, môđun dự đoán liên ảnh 1314 xác định khối tham chiếu List 0 bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu List 0 và xác định khối tham chiếu List 1 bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu List 1. Môđun dự đoán liên ảnh 1314 thực hiện phép lọc vectơ chuyển động bằng cách tìm ước lượng chuyển động để lọc các khối tham chiếu List 0 và List 1 bằng cách tìm vị trí có giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất xung quanh các khối tham chiếu List 0 và List 1. Phép tính giá trị trong phép tìm ước lượng chuyển động của phép lọc vectơ chuyển động được thực hiện ở mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời. Phép toán luồng quang học nhị hướng (BDOF) được kết thúc sớm theo giá trị của các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc của mỗi bộ xử lý, trong đó bộ xử lý được thực thi để tính giá trị theo chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF được sắp xếp cùng với bộ xử lý được thực thi để tính giá trị ở phép lọc vectơ chuyển động. Phép toán BDOF được loại bỏ hoặc được thực hiện ở bộ xử lý theo giá trị của bộ xử lý, và giá trị vừa nêu có thể được suy dẫn hoặc được suy diễn từ giá trị được tính cho phép lọc vectơ chuyển động. Theo một số phương án, hàm giá trị được sử dụng trong phép lọc vectơ chuyển động được hợp nhất với hàm giá trị được sử dụng trong chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Theo một số phương án, các giá trị được tính trong phép lọc vectơ chuyển động được tái sử dụng để xác định chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF. Biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời được suy dẫn theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc. Tín hiệu dư đã được chuyển đổi và được lượng tử hóa tương ứng với khối hiện thời được khôi phục bằng Môđun lượng tử hóa ngược (IQ) 1320 và Môđun chuyển đổi ngược (IT) 1322. Tín hiệu dư được khôi phục của khối hiện thời được tái tạo bằng cách cộng trở lại biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng ở Môđun tái tạo lại (REC) 1318 để tạo ra video được tái tạo. Video được tái tạo được xử lý tiếp bởi Bộ lọc xử lý vòng lặp (Bộ lọc) 1324 để tạo ra video được giải mã cuối cùng. Nếu hình ảnh đang được giải mã là hình ảnh tham chiếu dùng cho các hình ảnh kế tiếp sau theo thứ tự giải mã, thì video được tái tạo của hình ảnh đang được giải mã cũng được lưu trong bộ đệm Ref. Pict. 1326.

Các bộ phận khác nhau của bộ mã hóa video 1200 và bộ giải mã video 1300 trên Fig. 12 và Fig. 13 có thể được thực thi bằng phần cứng, một hoặc nhiều bộ xử lý được cấu hình để xử lý các lệnh chương trình được lưu trong bộ nhớ, hoặc kết hợp giữa phần cứng và bộ xử lý. Ví dụ, bộ xử lý xử lý các lệnh chương trình để điều khiển việc nhận dữ liệu video đầu vào tương ứng với khối hiện thời trong khung hình hiện thời. Bộ xử lý được trang bị có một hoặc nhiều lõi xử lý. Theo một số ví dụ, bộ xử lý xử lý các lệnh chương trình để thực hiện các phép toán trong một số bộ phận trên bộ mã hóa 1200 và bộ giải mã 1300, và bộ nhớ được kết nối điện với bộ xử lý được sử dụng để lưu các lệnh chương trình, thông tin tương ứng với các hình ảnh được khôi phục lại của các khối, và/hoặc dữ liệu trung gian trong quá trình mã hóa hoặc giải mã. Bộ nhớ theo một số phương án bao gồm phương tiện có thể đọc được bằng máy tính không tạm thời, chẳng hạn bộ nhớ bán dẫn hoặc bộ nhớ trạng thái rắn, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ chỉ đọc (ROM), ổ đĩa cứng, ổ đĩa quang, hoặc phương tiện lưu trữ phù hợp khác. Bộ nhớ có thể còn kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai phương tiện có thể đọc được bằng máy tính không tạm thời được liệt kê ở trên. Như được thể hiện trên Fig. 12 và Fig. 13, bộ mã hóa 1200 và bộ giải mã 1300 có thể được thực hiện trên cùng thiết bị điện tử, do đó các thành phần chức năng khác nhau của bộ mã hóa 1200 và bộ giải mã 1300 có thể được chia sẻ hoặc được tái sử dụng nếu được thực hiện trên cùng thiết bị điện tử.

Các phương án của phương pháp xử lý video dùng để mã hóa hoặc giải mã các khối được dự đoán nhị hướng có phép lọc chuyển động có thể được thực hiện trên mạch được tích hợp thành chip nén video hoặc các mã chương trình được tích hợp thành phần mềm nén video để thực hiện quá trình xử lý được mô tả ở trên. Ví dụ, chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF có thể được thực hiện ở các mã chương trình sẽ được xử lý ở bộ xử lý máy tính, bộ xử lý tín hiệu số (DSP), bộ vi xử lý, hoặc vi mạch tích hợp FPGA (Field Programmable Gate Array - FPGA). Những bộ xử lý này có thể được cấu hình để thực hiện những nhiệm vụ cụ thể theo sáng chế, bằng cách xử lý đoạn mã phần mềm hoặc đoạn mã vi chương trình có thể đọc được bằng máy mà định ra các phương pháp cụ thể được thực hiện bởi sáng chế.

Tham chiếu toàn bộ bản mô tả này theo “một phương án”, “một số phương án”, hoặc cách diễn đạt tương tự có nghĩa là một dấu hiệu, cấu trúc, hoặc đặc tính cụ thể nào đó được

mô tả theo các phương án có thể thuộc ít nhất một phương án của sáng chế. Do đó, sự xuất hiện của các cụm từ “theo một phương án” hoặc “theo một số phương án” ở những phần khác nhau trong toàn bộ bản mô tả này không có nghĩa là nhất thiết phải đề cập đến phương án giống nhau, mà các phương án này có thể được thực hiện riêng biệt hoặc kết hợp với một hoặc nhiều phương án khác. Ngoài ra, các dấu hiệu, các cấu trúc, hoặc các đặc tính đã được mô tả có thể được kết hợp theo bất kỳ cách thức phù hợp nào theo một hoặc nhiều phương án. Tuy nhiên, người có chuyên môn trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ biết rằng sáng chế có thể được thực hiện mà không có một hoặc nhiều hơn một trong số các phương án chi tiết cụ thể, hoặc được thực hiện với các phương pháp khác, các thành phần khác, v.v. Nói cách khác, các cấu trúc, hoặc các phần tử đã biết rõ không được thể hiện hoặc không được mô tả chi tiết nhằm tránh làm rối rắm các khía cạnh nội dung của sáng chế.

Sáng chế có thể được thực hiện theo các dạng cụ thể khác mà không khác với các nội dung hoặc các đặc tính cơ bản của sáng chế. Các ví dụ đã nêu được chỉ nhằm mục đích minh họa chứ không nhằm mục đích giới hạn sáng chế. Vì vậy, phạm vi của sáng chế được miêu tả theo các điểm yêu cầu bảo hộ đính kèm chứ không phải phần mô tả đã nêu ở trên. Mọi sửa đổi mà vẫn thuộc nội dung ý nghĩa và phạm vi tương đương của các điểm yêu cầu bảo hộ đều thuộc phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý dữ liệu video bằng dự đoán nhị hướng trong hệ thống lập mã video, bao gồm:

nhận dữ liệu đầu vào kết hợp với khối hiện thời được lập mã hoặc sẽ được lập mã bằng dự đoán nhị hướng trong khung hình hiện thời;

xác định khối tham chiếu List 0 cho khối hiện thời bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu trong List 0 và xác định khối tham chiếu List 1 cho khối hiện thời bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu trong List 1;

thực hiện phép lọc vectơ chuyển động bằng cách tìm ước lượng chuyển động để lọc các khối tham chiếu List 0 và List 1 bằng cách tìm vị trí tương ứng với giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất xung quanh khối tham chiếu List 0 và vị trí tương ứng với giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất xung quanh khối tham chiếu List 1, trong đó việc tính giá trị để tìm ra các giá trị ước lượng nhỏ nhất trong phép lọc vectơ chuyển động được thực hiện ở mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời;

xác định liệu phép toán luồng quang học nhị hướng (bi-directional optical flow: BDOF) được kết thúc sớm theo giá trị của các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc của mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời, trong đó bộ xử lý dùng cho chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF được sắp xếp cùng với bộ xử lý dùng cho phép lọc vectơ chuyển động;

loại bỏ phép toán BDOF nếu phép toán BDOF được kết thúc sớm và suy dẫn biến độ lệch dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc, hoặc thực hiện phép toán BDOF bằng cách suy dẫn các tham số BDOF để suy dẫn tiếp biến độ lệch dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc nếu phép toán BDOF không được kết thúc sớm, trong đó phép toán BDOF suy dẫn phép lọc dựa vào mẫu thông qua luồng quang học; và

mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời theo biến độ lệch dự đoán liên ảnh cuối cùng của khối hiện thời.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó giá trị dùng để xác định liệu kết thúc sớm phép toán BDOF hay không được tính bằng các tổng sai lệch tuyệt đối (sum of absolute differences: SAD).
3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó kích cỡ của khối hiện thời là các mẫu $M \times N$ và kích cỡ của các đơn vị xử lý dùng để tính giá trị trong phép lọc vectơ chuyển động và chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF là tích của trị số nhỏ nhất giữa M và 16 và trị số nhỏ nhất giữa N và 16.
4. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước thực hiện chỉ lệnh kết thúc sớm thứ hai của BDOF đối với mỗi khối 4×4 trong bộ xử lý nếu phép toán BDOF không được kết thúc sớm theo giá trị của bộ xử lý, trong đó chỉ lệnh kết thúc sớm thứ hai của BDOF xác định liệu có kết thúc phép toán BDOF đối với mỗi khối 4×4 theo giá trị giữa hai biến độc lập dự đoán của mỗi khối 4×4 .
5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mẫu con được sử dụng trong phép lọc vectơ chuyển động, và mẫu con không được áp dụng để tính giá trị nhằm xác định liệu kết thúc sớm phép toán BDOF hay không, trong đó các giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất được tính trong phép lọc vectơ chuyển động được nhân hệ số và được sử dụng để xác định liệu phép toán BDOF được kết thúc sớm.
6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất được tính trong phép lọc vectơ chuyển động được tái sử dụng trực tiếp để xác định liệu phép toán BDOF được kết thúc sớm hay không.
7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất được tính trong phép lọc vectơ chuyển động được sử dụng để suy dẫn các giá trị nhằm xác định liệu phép toán BDOF được kết thúc sớm theo một tỷ lệ, và tỷ lệ này phụ thuộc vào chiều sâu bit của các tín hiệu trong các hàm giá trị trong phép lọc vectơ chuyển động và phép toán BDOF.
8. Thiết bị xử lý dữ liệu video bằng dự đoán nhị hướng trong hệ thống lập mã video, thiết bị này bao gồm một hoặc nhiều mạch điện tử được cấu hình để:

nhận dữ liệu đầu vào kết hợp với khối hiện thời được lập mã hoặc sẽ được lập mã

bằng dự đoán nhị hướng trong khung hình hiện thời;

xác định khối tham chiếu List 0 cho khối hiện thời bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu trong List 0 và xác định khối tham chiếu List 1 cho khối hiện thời bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu trong List 1;

thực hiện phép lọc vectơ chuyển động bằng cách tìm ước lượng chuyển động để lọc các khối tham chiếu List 0 và List 1 bằng cách tìm vị trí tương ứng với giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất xung quanh khối tham chiếu List 0 và vị trí tương ứng với giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất xung quanh khối tham chiếu List 1, trong đó việc tính giá trị để tìm ra các giá trị ước lượng nhỏ nhất trong phép lọc vectơ chuyển động được thực hiện ở mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời;

xác định liệu phép toán luồng quang học nhị hướng (BDOF) được kết thúc sớm theo giá trị của các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc của mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời, trong đó bộ xử lý dùng cho chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF được sắp xếp cùng với bộ xử lý dùng cho phép lọc vectơ chuyển động;

loại bỏ phép toán BDOF nếu phép toán BDOF được kết thúc sớm và suy dẫn biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc, hoặc thực hiện phép toán BDOF bằng cách suy dẫn các tham số BDOF để suy dẫn tiếp biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc nếu phép toán BDOF không được kết thúc sớm, trong đó phép toán BDOF suy dẫn phép lọc dựa vào mẫu thông qua luồng quang học;

và

mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời theo biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng của khối hiện thời.

9. Phương tiện có thể đọc được bằng máy tính không tạm thời lưu các lệnh chương trình nhằm giúp cho mạch xử lý của thiết bị thực hiện phương pháp xử lý dự đoán nhị hướng cho dữ liệu video, và phương pháp này bao gồm:

nhận dữ liệu đầu vào kết hợp với khối hiện thời được lập mã hoặc sẽ được lập mã bằng dự đoán nhị hướng trong khung hình hiện thời;

xác định khối tham chiếu List 0 cho khối hiện thời bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu trong List 0 và xác định khối tham chiếu List 1 cho khối hiện thời bằng cách thực hiện bù chuyển động từ hình ảnh tham chiếu trong List 1;

thực hiện phép lọc vectơ chuyển động bằng cách tìm ước lượng chuyển động để lọc các khối tham chiếu List 0 và List 1 bằng cách tìm vị trí tương ứng với giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất xung quanh khối tham chiếu List 0 và vị trí tương ứng với giá trị ước lượng chuyển động nhỏ nhất xung quanh khối tham chiếu List 1, trong đó việc tính giá trị để tìm ra các giá trị ước lượng nhỏ nhất trong phép lọc vectơ chuyển động được thực hiện ở mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời;

xác định liệu phép toán luồng quang học nhị hướng (BDOF) được kết thúc sớm theo giá trị của các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc của mỗi bộ xử lý trong khối hiện thời, trong đó bộ xử lý dùng cho chỉ lệnh kết thúc sớm BDOF được sắp xếp cùng với bộ xử lý dùng cho phép lọc vectơ chuyển động;

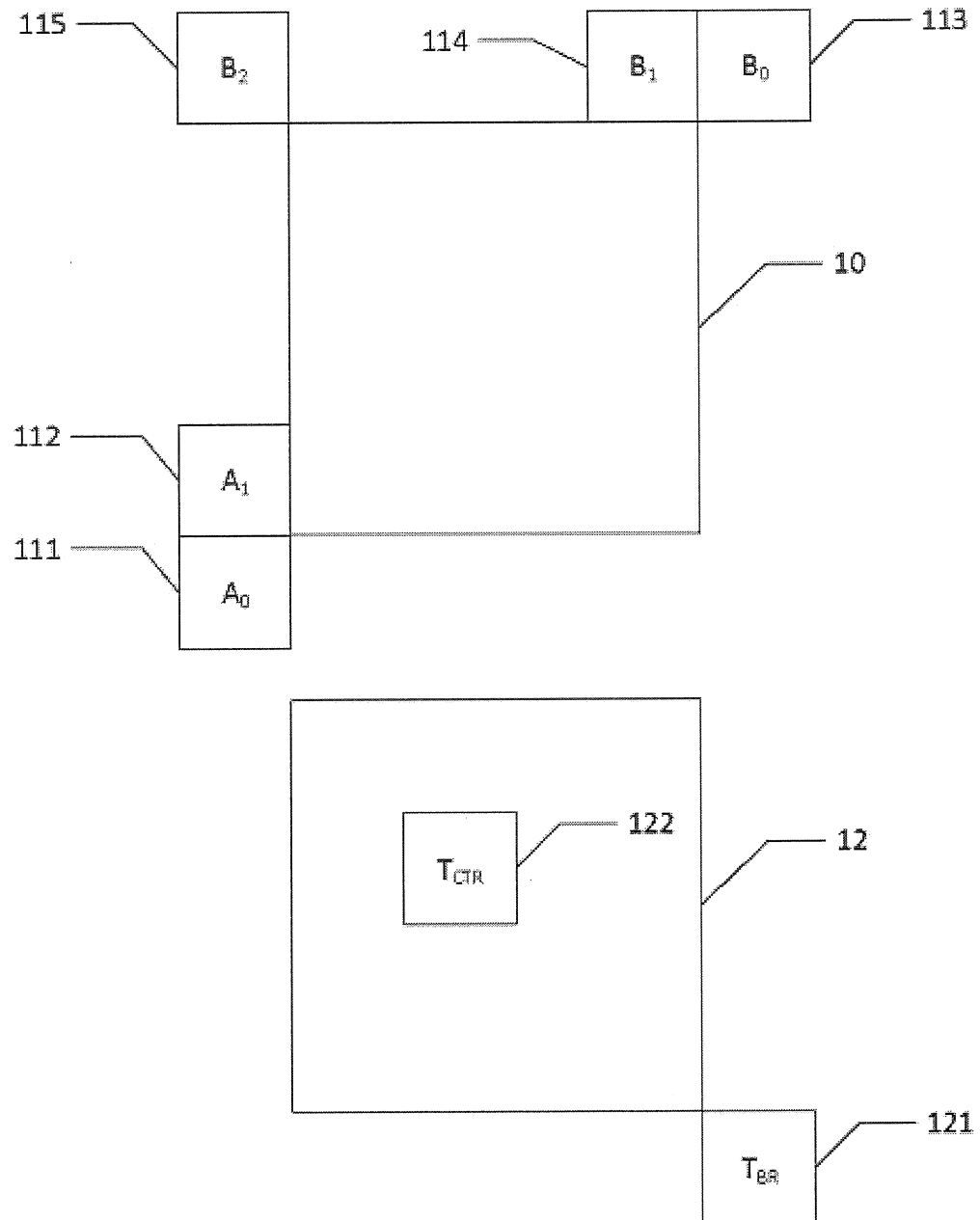
loại bỏ phép toán BDOF nếu phép toán BDOF được kết thúc sớm và suy dẫn biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc, hoặc thực hiện phép toán BDOF bằng cách suy dẫn các tham số BDOF để suy dẫn tiếp biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng cho khối hiện thời theo các khối tham chiếu List 0 và List 1 đã được lọc nếu phép toán BDOF không được kết thúc sớm, trong đó phép toán BDOF suy dẫn phép lọc dựa vào mẫu thông qua luồng quang học;

và

mã hóa hoặc giải mã khối hiện thời theo biến độc lập dự đoán liên ảnh cuối cùng của khối hiện thời.

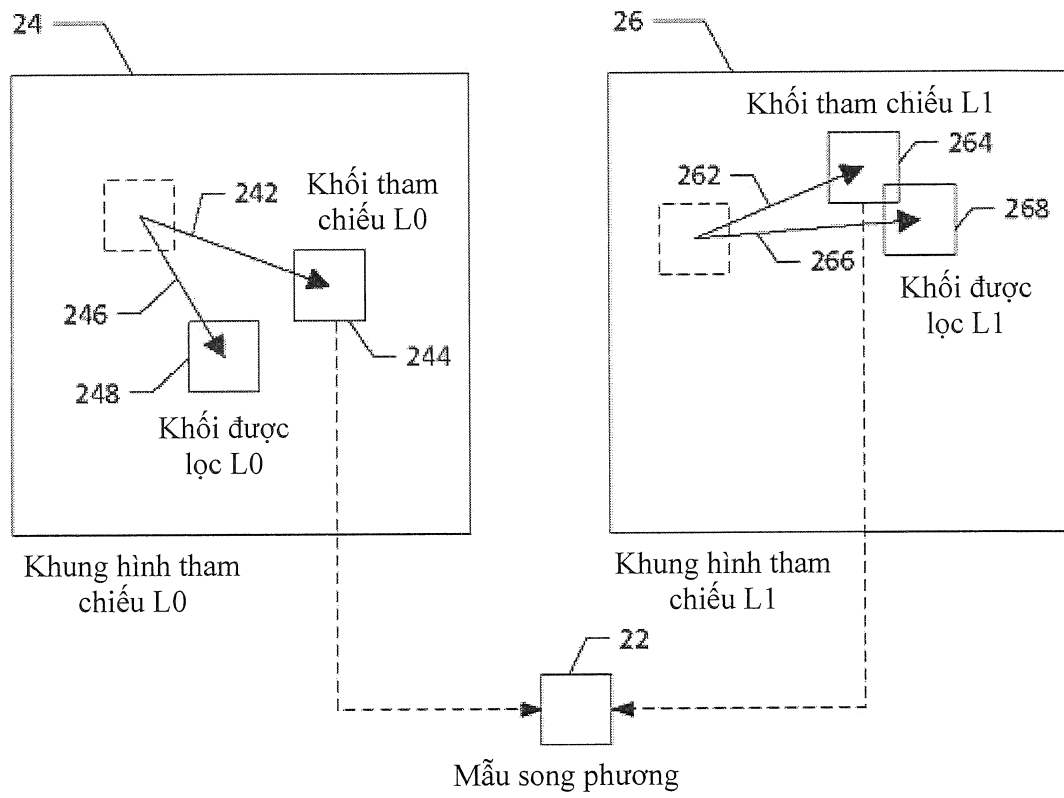
1/12

Fig. 1



2/12

Fig. 2



3/12

Fig. 3

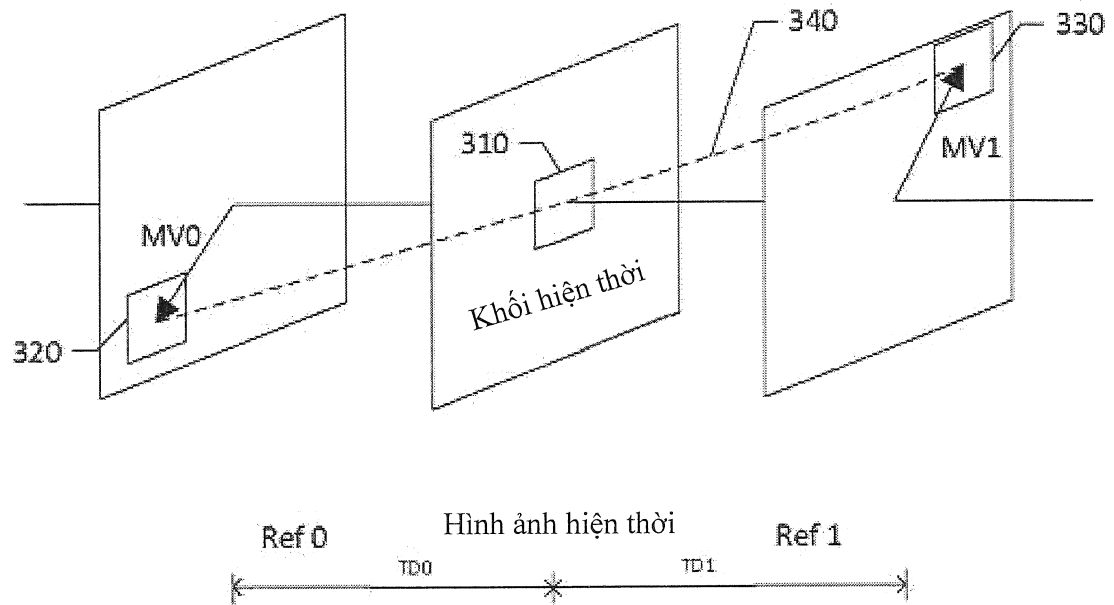
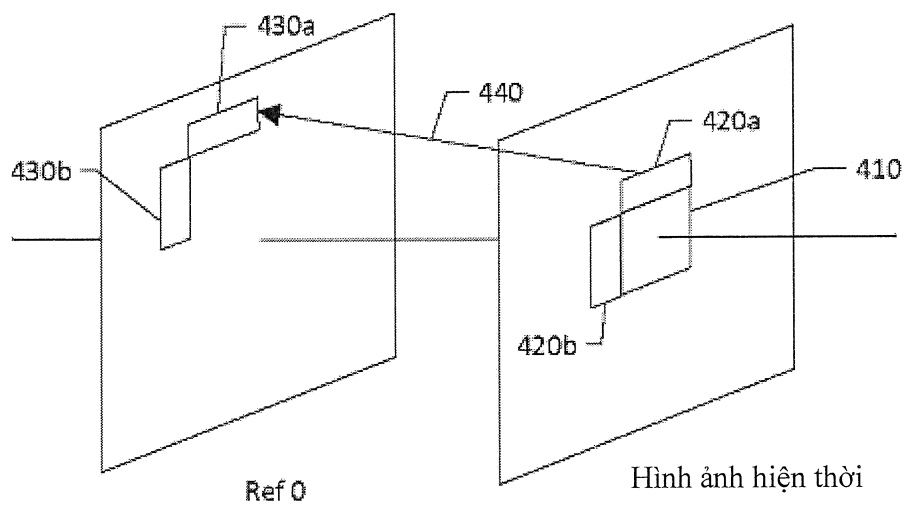
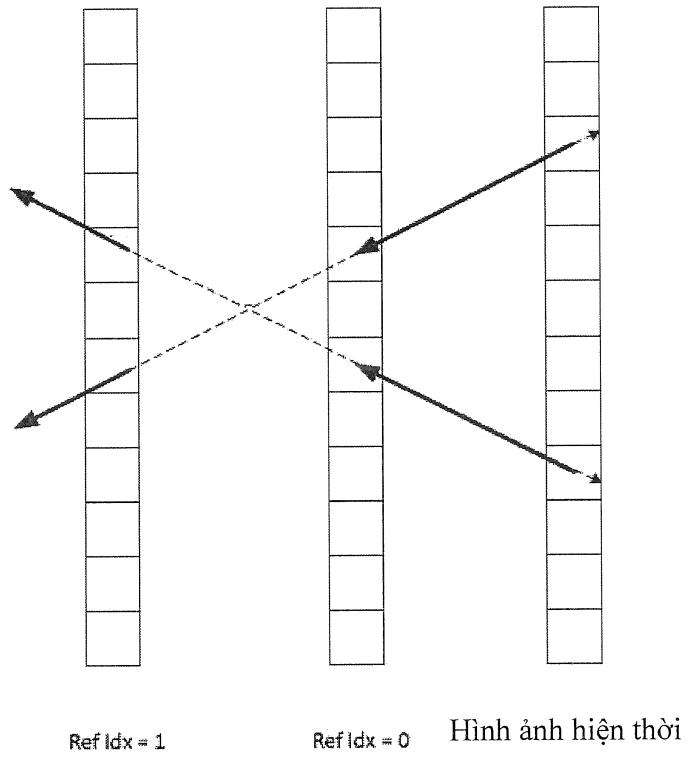


Fig. 4



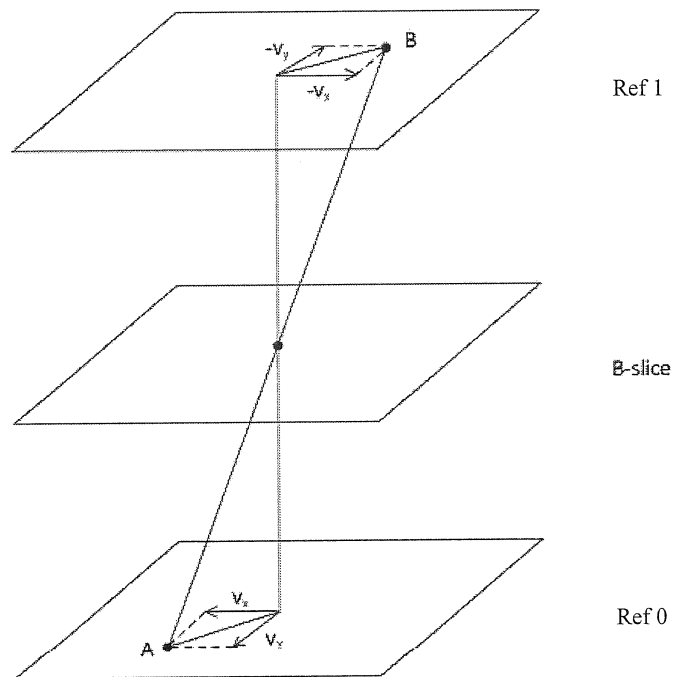
4/12

Fig. 5



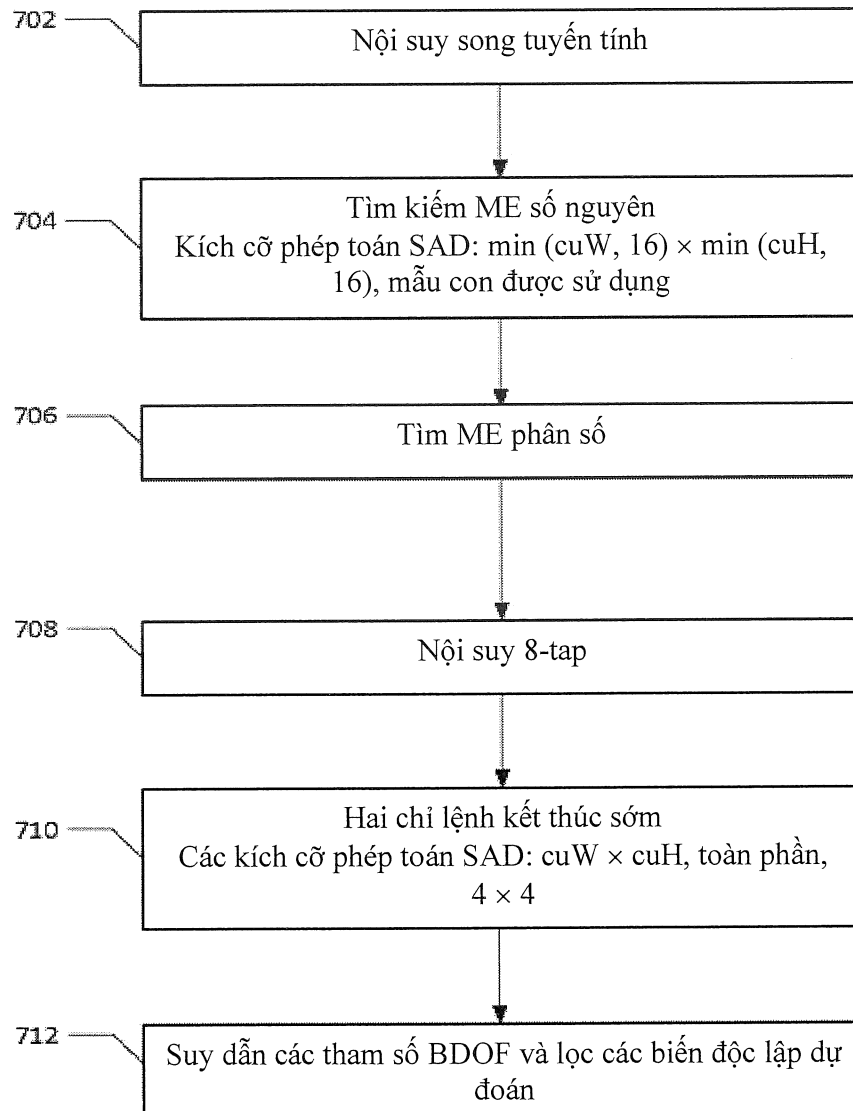
5/12

Fig. 6



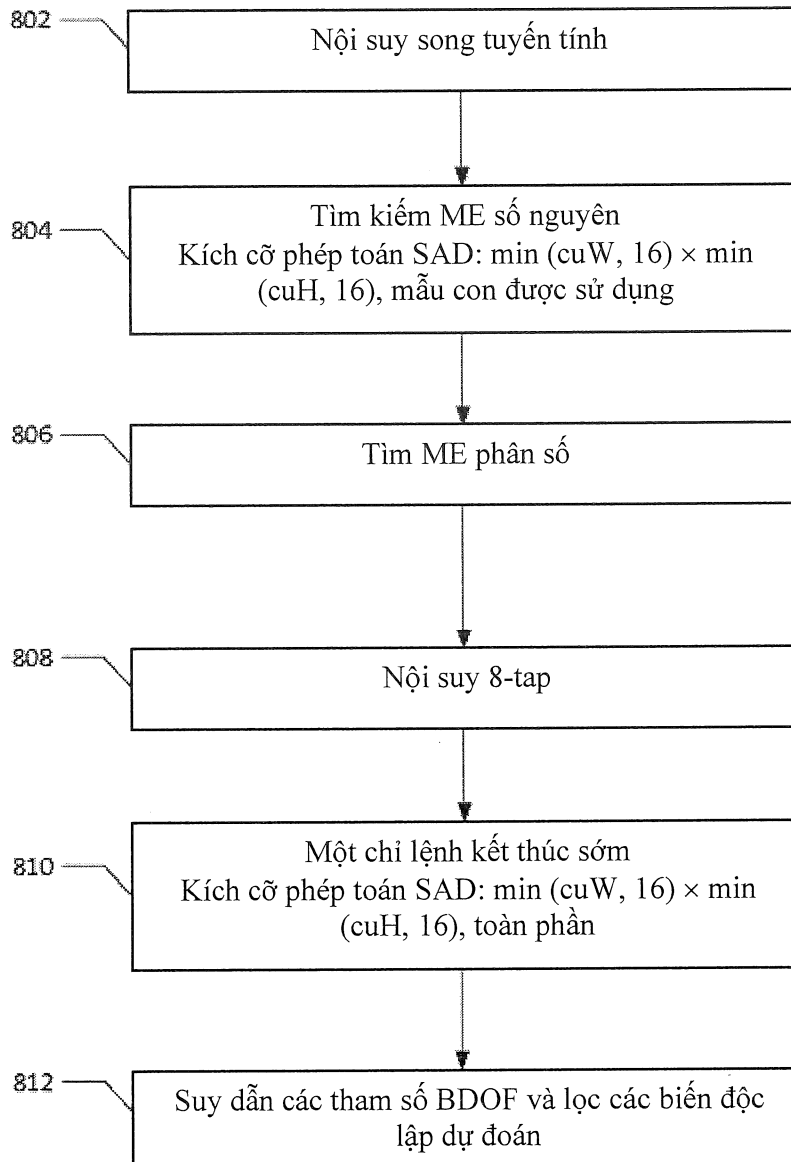
6/12

Fig. 7



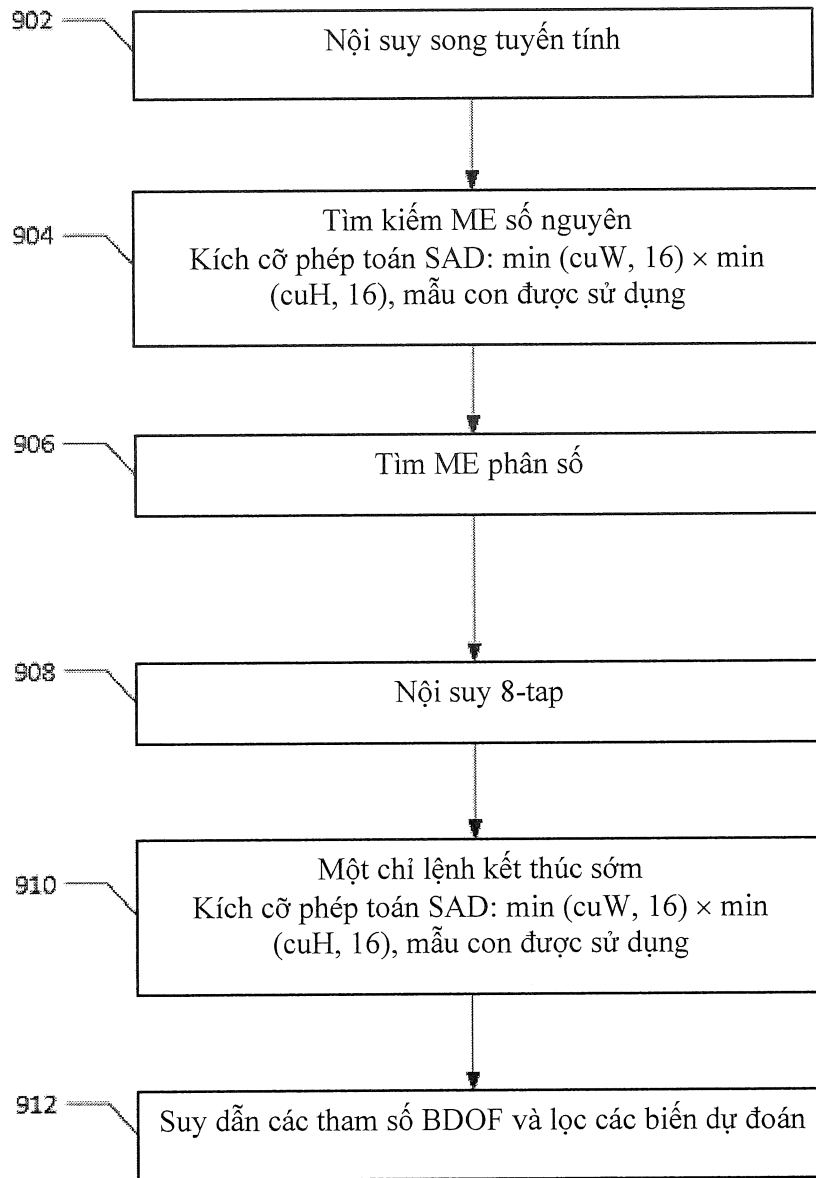
7/12

Fig. 8



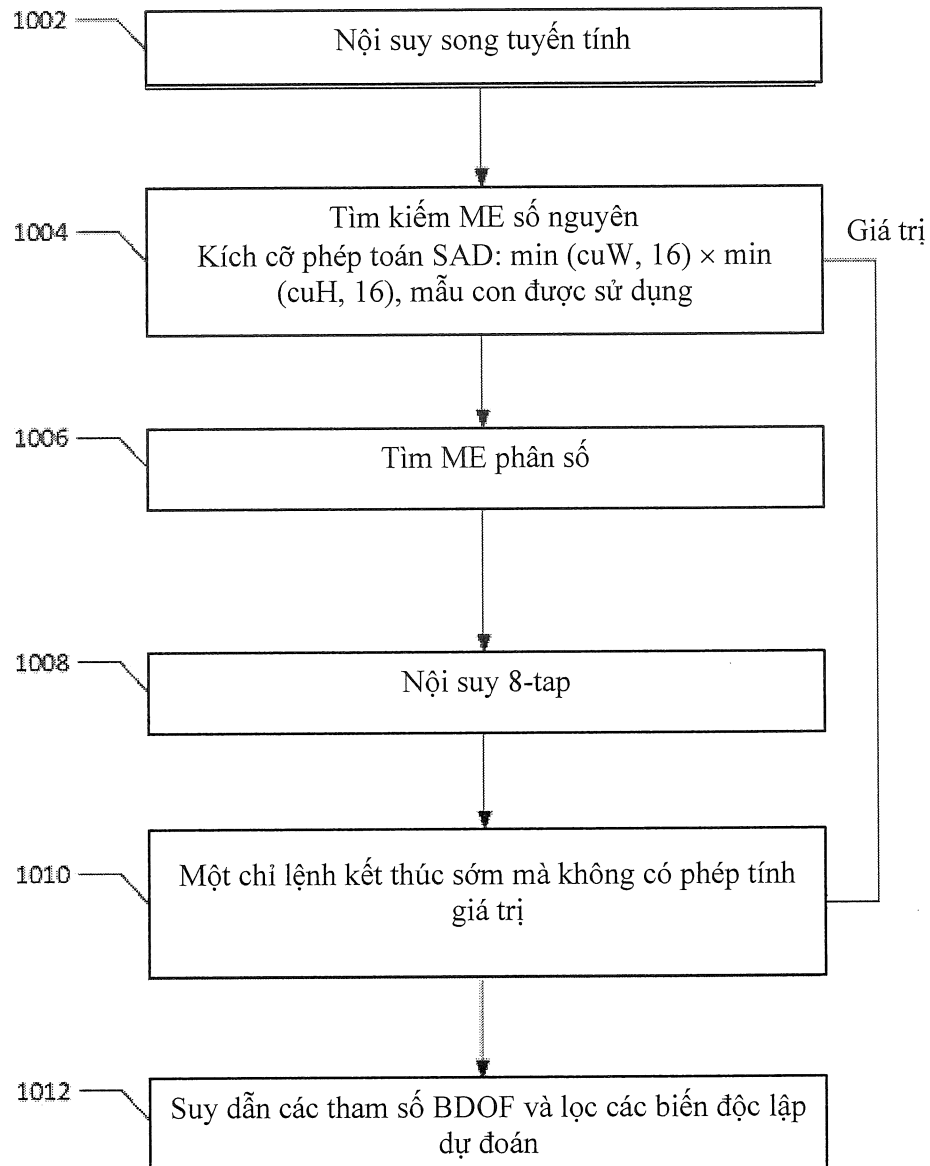
8/12

Fig. 9



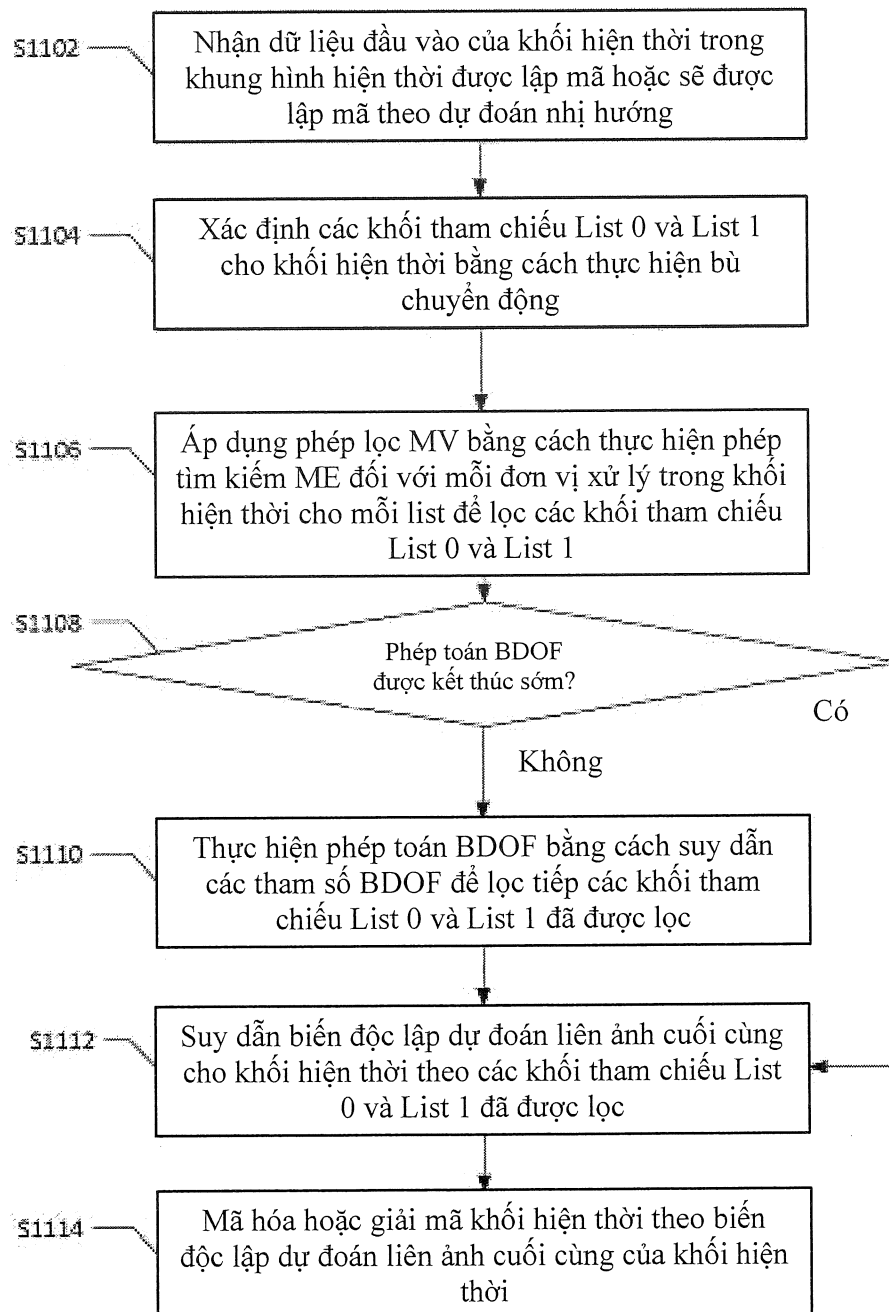
9/12

Fig. 10



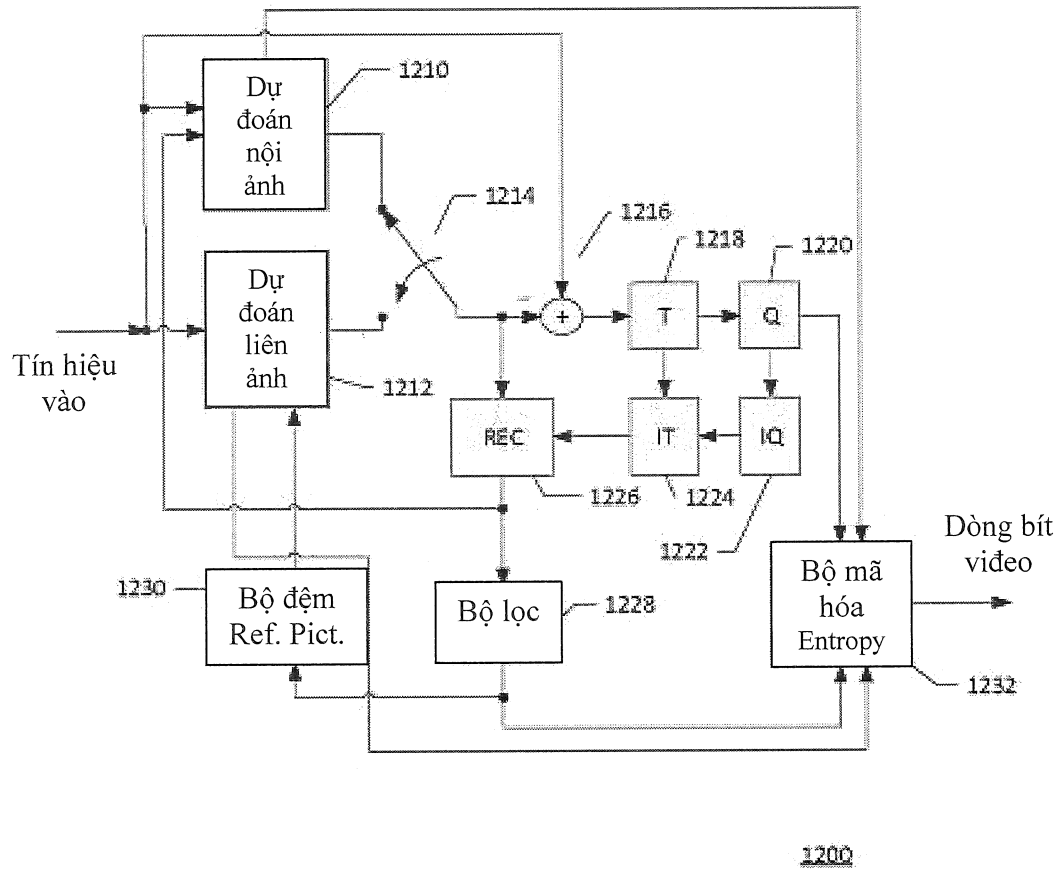
10/12

Fig. 11



11/12

Fig. 12



12/12

Fig. 13

