



(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)



1-0047848

(51)^{2006.01} H04N 7/26; H04N 7/32; H04N 11/02

(13) B

(21) 1-2021-06986

(22) 12/11/2020

(86) PCT/US2020/060281 12/11/2020

(87) WO 2021/101791 27/05/2021

(30) 62/938,894 21/11/2019 US; 17/091,253 06/11/2020 US

(45) 25/06/2025 447

(43) 25/08/2022 413A

(73) TENCENT AMERICA LLC (US)

2747 Park Boulevard, Palo Alto, California 94306, United States of America

(72) CHEN, LIEN-FEI (TW); LI, Xiang (CN); LI, Guichun (CN); LIU, Shan (US).

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

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

(21) 1-2021-06986

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị giải mã video, và phương tiện máy tính đọc được. Phương pháp giải mã video bao gồm bước tiếp nhận từ dòng mã của video được tạo mã các phần tử cú pháp được liên kết với khối mã hóa hiện tại mà được phân vùng thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai để dự báo dọc theo cạnh phân vùng trong chế độ phân vùng hình học, và bước xác định chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại. Dựa trên chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại, xác định kiểu vector chuyển động được lưu trữ trong đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất. Chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại được sử dụng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất. Trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại có thể được lưu trữ dựa trên kiểu vector chuyển động này.

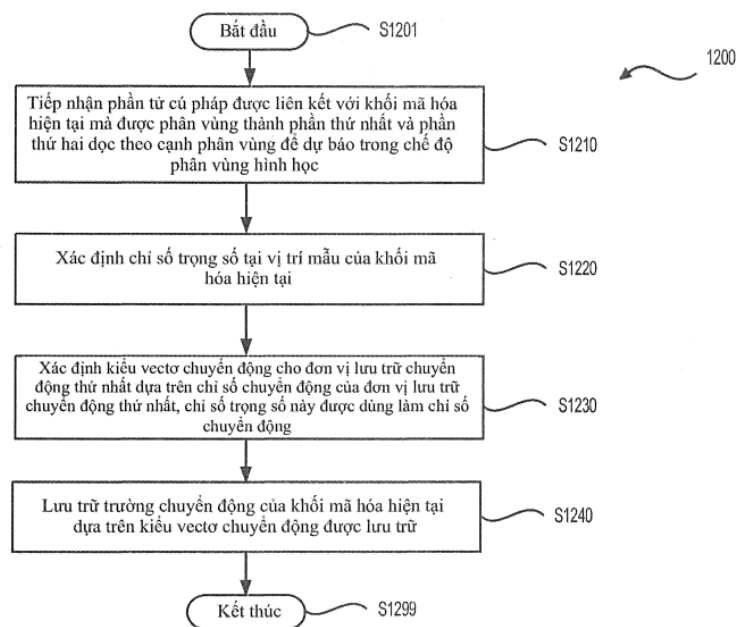


FIG. 12

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa video nói chung.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phần tình trạng kỹ thuật này nhằm mục đích trình bày chung về bối cảnh của sáng chế. Công trình của các tác giả sáng chế này, trong phạm vi được mô tả trong phần này, cũng như các khía cạnh của phần mô tả mà có thể không được coi là tình trạng kỹ thuật tại thời điểm nộp đơn, không được thừa nhận rõ ràng hay ngụ ý là tình trạng kỹ thuật của sáng chế này.

Việc mã hóa và giải mã video có thể được thực hiện bằng cách sử dụng dự báo liên ảnh có bù chuyển động. Video số không được nén có thể bao gồm chuỗi ảnh, mỗi ảnh có kích thước không gian, ví dụ các mẫu độ sáng 1920 x 1080 và các mẫu sắc độ liên kết. Chuỗi ảnh này có thể có tốc độ ảnh cố định hoặc biến thiên (thường còn được gọi là tốc độ khung hình), ví dụ như 60 ảnh trên giây hoặc 60 Hz. Video không được nén yêu cầu tốc độ bit đáng kể. Ví dụ, 1080p60 4:2:0 video ở 8 bit trên mẫu (độ phân giải mẫu độ sáng 1920x1080 ở tốc độ khung hình 60 Hz) yêu cầu băng thông xấp xỉ 1,5 Gbit/s. Một giờ của video như vậy cần hơn 600 GByte không gian lưu trữ.

Một mục đích của kỹ thuật mã hóa và giải mã video có thể là giảm độ dư thừa trong tín hiệu video đầu vào, bằng cách nén. Việc nén có thể giúp làm giảm các yêu cầu băng thông hoặc không gian lưu trữ nêu trên, trong một số trường hợp tới hàng trăm lần hoặc nhiều hơn. Cả kỹ thuật nén không tổn hao và nén có tổn hao, cũng như tổ hợp của chúng có thể được sử dụng. Nén không tổn hao là các kỹ thuật nén trong đó bản sao chính xác của tín hiệu ban đầu có thể được tái tạo từ tín hiệu ban đầu được nén. Khi sử dụng nén có tổn hao, tín hiệu được tái tạo có thể không đồng nhất với tín hiệu ban đầu, nhưng độ méo dạng giữa tín hiệu ban đầu và tín hiệu được tái tạo là đủ nhỏ khiến cho tín hiệu được tái tạo có thể được sử dụng cho ứng dụng dự định. Trong trường hợp video, kỹ thuật nén có tổn hao được sử dụng rộng rãi. Lượng méo dạng

chịu được phụ thuộc vào ứng dụng; ví dụ người dùng một số ứng dụng phát trực tuyến tiêu dùng có thể chịu được độ méo dạng cao hơn so với người dùng các ứng dụng phân phối qua TV. Tỷ lệ nén đạt được có thể phản ánh: độ méo dạng cho phép/chịu được cao hơn có thể mang lại các tỷ lệ nén cao hơn.

Bộ tạo mã video và bộ giải mã video có thể sử dụng các kỹ thuật từ một số các hạng mục, bao gồm, ví dụ, bù chuyển động, biến đổi, lượng tử hóa, và mã hóa entropy.

Các công nghệ codec video có thể bao gồm các kỹ thuật được biết tới như dự báo liên ảnh. Đối với mỗi đơn vị mã hóa (coding unit, CU) dự báo liên ảnh, các thông số chuyển động bao gồm vector chuyển động, chỉ số ảnh tham chiếu và chỉ số sử dụng danh sách ảnh tham chiếu, và thông tin bổ sung cần được sử dụng để tạo ra mẫu dự báo liên ảnh. Các thông số chuyển động này có thể được báo hiệu một cách minh bạch hoặc ngầm định. Khi CU được mã hóa bằng chế độ bỏ qua (skip mode), thì CU được liên kết với một đơn vị dự báo (prediction unit, PU) và không có hệ số dư đáng kể, không có delta vector chuyển động được mã hóa hoặc chỉ số ảnh tham chiếu. Khi chế độ hợp nhất được chỉ định, các thông số chuyển động của CU hiện tại được lấy từ các CU lân cận, bao gồm các ứng viên không gian và thời gian, và các lịch trình bổ sung được đưa vào, ví dụ trong VVC. Chế độ hợp nhất này có thể được áp dụng với CU dự báo liên ảnh bất kỳ, không chỉ đối với chế độ bỏ qua. Lựa chọn thay thế cho chế độ hợp nhất là truyền minh bạch các thông số chuyển động này. Vector chuyển động, tương ứng chỉ số ảnh tham chiếu cho mỗi danh sách ảnh tham chiếu và cờ sử dụng danh sách ảnh tham chiếu và thông tin cần thiết khác được báo hiệu theo cách minh bạch cho mỗi CU.

Một số công cụ mã hóa dự báo liên ảnh bao gồm dự báo hợp nhất mở rộng, chế độ hợp nhất với chênh lệch vector chuyển động (merge mode with motion vector difference, MMVD), chế độ dự báo vector chuyển động nâng cao (advanced motion vector prediction, AMVP) với báo hiệu chênh lệch vector chuyển động (motion vector difference, MVD) đối xứng, dự báo bù chuyển động afin, dự báo vector chuyển động theo thời gian dựa trên khối con (subblock-based temporal motion vector prediction, SbTMVP), độ phân giải vector chuyển động thích ứng (adaptive motion vector resolution, AMVR), lưu trữ trường chuyển động (lưu trữ MV 1/16 mẫu độ sáng và

nén trường chuyển động 8x8), dự báo kép với trung bình có trọng số (bi-prediction with weighted averaging, BWA), luồng quang học hai hướng (bi-directional optical flow, BDOF), bộ giải mã tinh chỉnh vector chuyển động bên (decoder side motion vector refinement, DMVR), chế độ phân vùng tam giác (triangular partitioning mode, TPM), và liên dự báo và dự báo nội ảnh kết hợp (combined inter and intra prediction, CIIP).

Trong một số trường hợp, dự báo hợp nhất mở rộng được sử dụng. Danh sách ứng viên hợp nhất được xây dựng bao gồm năm kiểu ứng viên sau đây theo thứ tự: (1) MVP không gian từ các CU lân cận theo không gian; (2) MVP thời gian từ các CU đồng vị trí; (3) MVP dựa trên lịch sử từ bảng FIFO; (4) MVP trung bình theo cặp; và (5) các MV zero.

Kích thước của danh sách hợp nhất được báo hiệu trong tiêu đề lát và kích thước lớn nhất được phép của danh sách hợp nhất bằng 6 chẳng hạn trong một số trường hợp. Đối với mỗi mã CU trong chế độ hợp nhất, chỉ số của ứng viên hợp nhất tốt nhất được tạo mã bằng cách sử dụng phương pháp nhị phân hóa đơn phân cắt ngắn (truncated unary, TU). Bin thứ nhất của chỉ số hợp nhất được mã hóa với ngữ cảnh và mã hóa đường vòng được sử dụng cho các bin khác.

Fig.1A thể hiện các vị trí ví dụ của các ứng viên hợp nhất không gian. Trong một số trường hợp, tối đa bốn ứng viên hợp nhất có thể được chọn trong số các ứng viên nằm ở các vị trí được mô tả trên Fig.1A. Thứ tự lựa chọn là B1, A1, B0, A0, và B2. Ứng viên tại vị trí B2 được xét đến chỉ khi CU bất kỳ tại các vị trí A0, B0, B1, hoặc A1 không khả dụng (ví dụ, CU tại vị trí A0 thuộc lát hoặc phiên khác) hoặc không được mã hóa liên ảnh. Sau khi ứng viên tại vị trí A1 được bổ sung vào danh sách ứng viên hợp nhất, thì việc bổ sung các ứng viên còn lại sẽ được kiểm tra độ dư thừa để đảm bảo rằng các ứng viên có cùng thông tin chuyển động được loại ra khỏi danh sách ứng viên hợp nhất sao cho hiệu suất mã hóa được cải thiện.

Fig.1B thể hiện các cặp ứng viên được xem xét để kiểm tra độ dư thừa của các ứng viên hợp nhất không gian. Để giảm độ phức tạp tính toán, không phải tất cả các cặp ứng viên có thể được xem xét để kiểm tra độ dư thừa. Thay vào đó, chỉ các cặp được liên kết bằng hình mũi tên trên Fig.1B được xem xét và một ứng viên chỉ được

bổ sung vào danh sách ứng viên hợp nhất nếu ứng viên tương ứng được sử dụng để kiểm tra độ dư thừa không có cùng thông tin chuyển động.

Fig.1C thể hiện việc chia tỷ lệ vector chuyển động cho ứng viên hợp nhất thời gian. Trong một số trường hợp, chỉ một ứng viên hợp nhất thời gian có thể được bổ sung vào danh sách ứng viên hợp nhất. Đặc biệt, trong dẫn xuất ứng viên hợp nhất thời gian này, vector chuyển động đã chia tỷ lệ được dẫn xuất dựa trên CU đồng vị trí thuộc ảnh tham chiếu đồng vị trí. Danh sách ảnh tham chiếu dùng để dẫn xuất CU đồng vị trí này được báo hiệu theo cách minh bạch trong tiêu đề lát. Vector chuyển động đã chia tỷ lệ cho ứng viên hợp nhất thời gian thu được như được minh họa bằng đường nét đứt trên Fig.1C. Vector chuyển động đã chia tỷ lệ này được dẫn xuất từ vector chuyển động của CU đồng vị trí bằng cách sử dụng các khoảng cách số đếm thứ tự ảnh (picture order count, POC) t_b và t_d , trong đó t_b được xác định là hiệu số POC giữa ảnh tham chiếu của ảnh hiện tại và ảnh hiện tại và t_d được xác định là hiệu số POC giữa ảnh tham chiếu của ảnh đồng vị trí và ảnh đồng vị trí. Chỉ số ảnh tham chiếu của ứng viên hợp nhất thời gian có thể được đặt bằng 0.

Fig.1D thể hiện các vị trí ví dụ của ứng viên hợp nhất thời gian. Ứng viên hợp nhất thời gian được lựa chọn giữa các CU tại các vị trí C0 và C1. Nếu CU tại vị trí C0 không khả dụng, không được mã hóa liên ảnh, hoặc nằm ngoài hàng hiện tại của các CTU, thì CU tại vị trí C1 được sử dụng. Ngược lại, CU tại vị trí C0 được sử dụng trong dẫn xuất ứng viên hợp nhất thời gian.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất các phương pháp và thiết bị để tạo mã và giải mã video. Trong một số ví dụ, thiết bị để giải mã video bao gồm hệ mạch xử lý. Hệ mạch này có thể được định cấu hình để tiếp nhận phần tử cú pháp từ dòng bit của video được mã hóa được liên kết với khối mã hóa hiện tại mà được phân vùng thành phần thứ nhất và phần thứ hai dọc theo cạnh phân vùng để dự báo trong chế độ phân vùng hình học, và xác định chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại. Chỉ số trọng số này được sử dụng để dẫn xuất trọng số trộn để trộn hai tín hiệu dự báo tương ứng với phần thứ nhất và phần thứ hai của khối mã hóa hiện tại. Hệ mạch này còn có thể được định cấu hình để xác định kiểu vector chuyển động được lưu trữ cho đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại dựa trên chỉ số

chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất, chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại được dùng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất, và lưu trữ trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại dựa trên kiểu vector chuyển động được lưu trữ được xác định cho đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại.

Trong một phương án, vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại nơi chỉ số trọng số này được sử dụng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất là vị trí mẫu trong đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa. Trong một phương án, vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại nơi chỉ số trọng số này được sử dụng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất là vị trí mẫu lân cận vị trí trung tâm của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa. Trong một phương án, đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất có kích thước của các mẫu 4×4 , và vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại nơi chỉ số trọng số này được sử dụng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất là vị trí mẫu có tọa độ $(2, 2)$ trong đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa.

Trong một phương án, đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất có kích thước các mẫu 4×4 và nằm tại vị trí (x_{sb}, y_{sb}) trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại, và vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại có tọa độ $((x_{sb} \ll 2) + 2, (y_{sb} \ll 2) + 2)$ trong khối mã hóa hiện tại, chỉ số trọng số tại tọa độ $((x_{sb} \ll 2) + 2, (y_{sb} \ll 2) + 2)$ này được dùng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất.

Trong một phương án, hệ mạch này còn có thể được định cấu hình để thực hiện việc tính toán để chuyển đổi chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại thành trọng số trộn để trộn hai tín hiệu dự báo. Việc chuyển đổi này có thể dựa trên hàm tuyến tính của chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại mà không dùng bảng tra cứu.

Trong một phương án, hệ mạch này còn có thể được định cấu hình để xác định chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại dựa trên trị số ρ_{margin} được dùng để dịch chuyển cạnh phân vùng từ góc của khối mã hóa hiện tại, trị số ρ_{margin} này biến thiên theo chiều rộng hoặc chiều cao của khối mã hóa hiện tại và góc của cạnh phân vùng.

Trong một phương án, hệ mạch này còn có thể được định cấu hình để xác định chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại theo phương trình:

$$wIdx(x, y) = \left(x - \left((w \times (4n + 3i)) \gg (3 + \log_2 n) \right) \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \left((h \times (4n + 3i)) \gg (3 + \log_2 n) \right) \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (\text{Phương trình 1})$$

trong đó $wIdx$ là chỉ số trọng số, x và y là tọa độ của vị trí mẫu trong khối mã hóa hiện tại, w và h là chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, φ là góc của cạnh phân vùng, n là số bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước lượng tử hóa khoảng cách.

Trong một phương án, hệ mạch này còn được định cấu hình để xác định chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại theo phương trình:

$$wIdx(x, y) = \left(\left(((x \ll 1) + 1) \ll 3 \right) - \left(((w \times (4n + 3i)) \ll 1) \gg \log_2 n \right) \right) \times \cos[\varphi] - \left(\left(((y \ll 1) + 1) \ll 3 \right) - \left(((h \times (4n + 3i)) \ll 1) \gg \log_2 n \right) \right) \times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right] \quad (\text{Phương trình 2})$$

trong đó $wIdx$ là chỉ số trọng số, x và y là tọa độ của vị trí mẫu trong khối mã hóa hiện tại, w và h là chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, φ là góc của cạnh phân vùng, n là số bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước lượng tử hóa khoảng cách.

Trong một phương án, hệ mạch này còn được định cấu hình để xác định chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại theo phương trình:

$$wIdx(x, y) = \begin{cases} \left(x - \frac{w \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right), & \text{when } 0 \leq \varphi < \frac{\pi}{2} \\ \left(x - \frac{w \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right), & \text{when } \frac{\pi}{2} \leq \varphi < \pi \\ \left(x - \frac{w \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right), & \text{when } \pi \leq \varphi < \frac{3\pi}{2} \\ \left(x - \frac{w \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right), & \text{when } \frac{3\pi}{2} \leq \varphi < 2\pi \end{cases} \quad (\text{Phương trình 3})$$

trong đó $wIdx$ là chỉ số trọng số, x và y là tọa độ của vị trí mẫu trong khối mã hóa hiện tại, w và h là chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, φ là góc của cạnh phân

vùng, n là số bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước lượng tử hóa khoảng cách.

Trong một phương án, hệ mạch này còn được định cấu hình để xác định chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại dựa trên chỉ số trọng số của mẫu lân cận bên trái hoặc bên trên vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại với giá trị bù cố định. Trong một phương án, hệ mạch này còn được định cấu hình để xác định chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại dựa trên chỉ số trọng số tại tọa độ $(0, 0)$ trong khối mã hóa hiện tại.

Trong một phương án, hệ mạch này còn được định cấu hình để xác định chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ hai trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại theo phương trình:

$$\begin{aligned} motionIdx(x_{sb}, y_{sb}) = & \left(\left(((x_{sb} \ll 3) + 1) \ll 3 \right) - \left(((w \times (4n + 3i)) \ll 1) \gg \log_2 n \right) + 3 \right) \times \\ & \cos[\varphi] - \left(\left(((y_{sb} \ll 3) + 1) \ll 3 \right) - \left(((h \times (4n + 3i)) \ll 1) \gg \log_2 n \right) + 3 \right) \times \cos \left[\varphi + \frac{\pi}{2} \right] \end{aligned}$$

(Phương trình 4)

trong đó $motionIdx$ là chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ hai, x_{sb} và y_{sb} là tọa độ của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ hai trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại, w và h là chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, φ là góc của cạnh phân vùng, n là số bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước lượng tử hóa khoảng cách.

Sáng chế cũng đề xuất phương tiện máy tính đọc được trong đó lưu trữ các câu lệnh mà khi được thực thi bởi máy tính để giải mã video sẽ khiến máy tính thực hiện phương pháp hoặc tổ hợp các phương pháp bất kỳ để giải mã video.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các dấu hiệu bổ sung, bản chất, và các ưu điểm khác của các đối tượng theo sáng chế sẽ được làm rõ hơn trong phần mô tả chi tiết sau đây và các hình vẽ đi kèm trong đó:

Fig.1A là hình vẽ thể hiện các vị trí ví dụ của các ứng viên hợp nhất không gian;

Fig.1B là hình vẽ thể hiện các cặp ứng viên ví dụ được xét đến để kiểm tra độ dư thừa của các ứng viên hợp nhất không gian;

Fig.1C là hình vẽ thể hiện một ví dụ về bước chia tỷ lệ vector chuyển động cho ứng viên hợp nhất thời gian;

Fig.1D là hình vẽ thể hiện các vị trí ví dụ của ứng viên hợp nhất thời gian;

Fig.2 là hình vẽ minh họa một sơ đồ khối của hệ thống truyền thông theo một phương án của sáng chế này;

Fig.3 là hình vẽ minh họa một sơ đồ khối của hệ thống truyền thông theo một phương án của sáng chế này;

Fig.4 là hình vẽ minh họa một sơ đồ khối của bộ giải mã theo một phương án của sáng chế này;

Fig.5 là hình vẽ minh họa một sơ đồ khối của bộ tạo mã theo một phương án của sáng chế này;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ tạo mã theo phương án thực hiện khác của sáng chế này;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ giải mã theo phương án thực hiện khác của sáng chế này;

Fig.8A và Fig.8B là hình vẽ thể hiện hai phân vùng tam giác ví dụ theo một số phương án của sáng chế này;

Fig.9 là hình vẽ thể hiện việc lựa chọn vector chuyển động dự báo đơn nhất cho chế độ phân vùng tam giác theo một số phương án của sáng chế này;

Fig.10A và Fig.10B là hình vẽ thể hiện các bản đồ trọng số ví dụ cho độ sáng và sắc độ theo một số phương án của sáng chế này;

Fig.11 là hình vẽ thể hiện chế độ phân vùng hình học ví dụ theo một số phương án của sáng chế này;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện lưu đồ phác thảo một quy trình ví dụ theo một phương án của sáng chế này; và

Fig.13 là hình vẽ minh họa một hệ thống máy tính theo một phương án của sáng chế này.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

I. Bộ tạo mã video và Bộ giải mã video

Fig.2 minh họa một sơ đồ khối của hệ thống truyền thông (200) theo một phương án của sáng chế này. Hệ thống truyền thông (200) bao gồm nhiều các thiết bị đầu cuối mà có thể giao tiếp với nhau qua, ví dụ, mạng (250). Ví dụ, hệ thống truyền thông (200) bao gồm cặp các thiết bị đầu cuối thứ nhất (210) và (220) được kết nối với nhau qua mạng (250). Trên Fig.2, ví dụ, cặp thiết bị đầu cuối thứ nhất (210) và (220) thực hiện việc truyền dữ liệu một chiều. Ví dụ, thiết bị đầu cuối (210) có thể mã hóa dữ liệu video (ví dụ, dòng các ảnh video được ghi lại bởi thiết bị đầu cuối (210)) để truyền tới thiết bị đầu cuối khác (220) qua mạng (250). Dữ liệu video được tạo mã này có thể được truyền ở dạng một hoặc nhiều dòng bit video được mã hóa. Thiết bị đầu cuối (220) có thể tiếp nhận dữ liệu video được mã hóa từ mạng (250), giải mã dữ liệu video được mã hóa này để khôi phục các ảnh video và hiển thị các ảnh video này theo dữ liệu video được khôi phục. Truyền dữ liệu một chiều có thể phổ biến trong các ứng dụng phục vụ phương tiện truyền thông và các ứng dụng tương tự.

Trong một ví dụ khác, hệ thống truyền thông (200) bao gồm cặp các thiết bị đầu cuối thứ hai (230) và (240) có thể thực hiện việc truyền hai chiều dữ liệu video được mã hóa, ví dụ trong hội nghị truyền hình. Để truyền hai chiều dữ liệu, trong một ví dụ, mỗi thiết bị đầu cuối trong số các thiết bị đầu cuối (230) và (240) có thể mã hóa dữ liệu video (ví dụ, dòng các ảnh video được ghi lại bởi thiết bị đầu cuối) để truyền tới thiết bị đầu cuối khác trong số các thiết bị đầu cuối (230) và (240) qua mạng (250). Mỗi thiết bị đầu cuối thiết bị trong số các thiết bị đầu cuối (230) và (240) này cũng có thể tiếp nhận dữ liệu video được mã hóa được truyền bởi thiết bị đầu cuối khác trong số các các thiết bị đầu cuối (230) và (240), và có thể giải mã dữ liệu video được mã hóa này để khôi phục các ảnh video và có thể hiển thị các ảnh video trên thiết bị hiển thị có thể truy cập được theo dữ liệu video được khôi phục.

Chẳng hạn trên Fig.2, các thiết bị đầu cuối (210), (220), (230) và (240) có thể được minh họa là các máy chủ, máy tính cá nhân và điện thoại thông minh nhưng nguyên tắc của sáng chế có thể không bị giới hạn như vậy. Các phương án của sáng chế có thể áp dụng với các máy tính xách tay, các máy tính bảng, máy phát đa phương

tiện và/hoặc thiết bị hội nghị truyền hình chuyên dụng. Mạng (250) là bất kỳ số lượng các mạng truyền tải dữ liệu video được mã hóa giữa các thiết bị đầu cuối (210), (220), (230) và (240), bao gồm ví dụ các mạng truyền thông có dây (hữu tuyến) và/hoặc không dây. Mạng truyền thông (250) có thể trao đổi dữ liệu trong các kênh chuyển mạch kênh và/hoặc chuyển mạch gói. Các mạng đại diện bao gồm các mạng viễn thông, các mạng cục bộ, các mạng diện rộng và/hoặc Internet. Nhằm mục đích của sáng chế này, kiến trúc và cấu trúc liên kết của mạng (250) có thể không quan trọng đối với hoạt động của sáng chế trừ khi được giải thích dưới đây.

Fig.3 minh họa, như một ví dụ áp dụng đối tượng của sáng chế, việc bố trí bộ tạo mã video và bộ giải mã video trong môi trường phát trực tuyến. Đối tượng theo sáng chế có thể được áp dụng như nhau cho các ứng dụng hỗ trợ video khác, bao gồm, ví dụ hội nghị truyền hình, truyền hình kỹ thuật số, lưu trữ video dạng nén trên phương tiện kỹ thuật số bao gồm CD, DVD, thẻ nhớ, và các loại tương tự.

Hệ thống phát trực tuyến có thể bao gồm hệ thống con ghi hình (313) mà có thể bao gồm nguồn video (301), ví dụ máy ảnh kỹ thuật số, tạo ra ví dụ dòng các ảnh video (302) không nén. Trong một ví dụ, dòng các ảnh video (302) bao gồm các mẫu được chụp bởi máy ảnh kỹ thuật số. Dòng các ảnh video (302), được mô tả bằng đường in đậm để nhấn mạnh việc dung lượng dữ liệu này lớn hơn so với dữ liệu video được tạo mã (304) (hoặc các dòng bit video được mã hóa), có thể được xử lý bởi thiết bị điện tử (320) bao gồm bộ tạo mã video (303) được ghép nối với nguồn video (301). Bộ tạo mã video (303) có thể bao gồm phần cứng, phần mềm, hoặc tổ hợp của chúng để kích hoạt hoặc triển khai các khía cạnh của đối tượng theo sáng chế như được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Dữ liệu video được tạo mã (304) (hoặc dòng bit video được tạo mã (304)), được mô tả bằng đường in mảnh để nhấn mạnh việc dung lượng dữ liệu này nhỏ hơn so với dòng các ảnh video (302), có thể được lưu trữ trên máy chủ phát trực tuyến (305) để sử dụng trong tương lai. Một hoặc nhiều hệ thống con máy khách phát trực tuyến, như hệ thống con máy khách (306) và (308) trên Fig.3 có thể truy cập máy chủ phát trực tuyến (305) để truy xuất các bản sao (307) và (309) của dữ liệu video được tạo mã (304). Hệ thống con máy khách (306) có thể bao gồm bộ giải mã video (310), ví dụ trong thiết bị điện tử (330). Bộ giải mã video (310) giải mã bản sao đến (307) của dữ liệu video được tạo mã và tạo ra dòng các ảnh video ra (311) có thể được thể hiện trên thiết bị hiển thị (312) (ví dụ, màn hình hiển thị) hoặc thiết bị khác

(không được thể hiện). Trong một số hệ thống phát trực tuyến, dữ liệu video được tạo mã (304), (307), và (309) (ví dụ, các dòng bit video) có thể được tạo mã theo các tiêu chuẩn mã hóa/nén video nhất định. Ví dụ về các tiêu chuẩn này bao gồm Khuyến nghị H.265 của ITU-T (ITU-T Recommendation H.265). Trong một ví dụ, tiêu chuẩn mã hóa video đang được phát triển được gọi không chính thức là mã hóa video đa năng (Versatile Video Coding, VVC). Đối tượng theo sáng chế có thể được sử dụng trong ngữ cảnh của VVC.

Lưu ý rằng các thiết bị điện tử (320) và (330) có thể bao gồm các thành phần khác (không được thể hiện). Ví dụ, thiết bị điện tử (320) có thể bao gồm bộ giải mã video (không được thể hiện) và thiết bị điện tử (330) cũng có thể bao gồm bộ tạo mã video (không được thể hiện).

Fig.4 thể hiện sơ đồ khối của bộ giải mã video (410) theo một phương án của sáng chế này. Bộ giải mã video (410) có thể được bao gồm trong thiết bị điện tử (430). Thiết bị điện tử (430) có thể bao gồm bộ tiếp nhận (431) (ví dụ, hệ mạch tiếp nhận). Bộ giải mã video (410) có thể được sử dụng thay cho bộ giải mã video (310) trên Fig.3.

Bộ tiếp nhận (431) có thể tiếp nhận một hoặc nhiều chuỗi video được mã hóa cần được giải mã bởi bộ giải mã video (410); theo phương án này hoặc phương án thực hiện khác, một chuỗi video được mã hóa tại một thời điểm, trong đó việc giải mã mỗi chuỗi video được mã hóa là độc lập với các chuỗi video được mã hóa khác. Chuỗi video được mã hóa có thể được nhận từ kênh (401), mà có thể là phần cứng/phần mềm liên kết với thiết bị lưu trữ có lưu trữ dữ liệu video được tạo mã. Bộ tiếp nhận (431) có thể tiếp nhận dữ liệu video được tạo mã cùng với dữ liệu khác, ví dụ, dữ liệu âm thanh được mã hóa và/hoặc các dòng dữ liệu phụ trợ, mà có thể được chuyển tiếp tới các thực thể sử dụng tương ứng (không được thể hiện). Bộ tiếp nhận (431) có thể phân tách chuỗi video được mã hóa khỏi các dữ liệu khác. Để chống hiện tượng chập chờn mạng, bộ nhớ đệm (415) có thể được ghép nối vào giữa bộ tiếp nhận (431) và bộ giải mã entropy/bộ phân tích cú pháp (420) (dưới đây gọi là "bộ phân tích cú pháp (420)"). Trong một số ứng dụng nhất định, bộ nhớ đệm (415) là một phần của bộ giải mã video (410). Trong một số ứng dụng khác, nó có thể nằm ngoài bộ giải mã video (410) (không được thể hiện). Trong một số ứng dụng khác nữa, có thể có bộ nhớ đệm

(không được thể hiện) nằm ngoài bộ giải mã video (410), ví dụ để chống hiện tượng chập chờn mạng, và cùng với bộ nhớ đệm khác (415) nằm trong bộ giải mã video (410), ví dụ để xử lý thời gian chơi. Khi bộ tiếp nhận (431) tiếp nhận dữ liệu từ thiết bị lưu trữ/chuyển tiếp có đủ băng thông và khả năng điều khiển, hoặc từ mạng đẳng thời (isochronous), thì bộ nhớ đệm (415) có thể không cần thiết, hoặc có thể là nhỏ. Để sử dụng trên các mạng gói nỗ lực tốt nhất như Internet, bộ nhớ đệm (415) có thể cần thiết, có thể là tương đối lớn và có thể có lợi về kích thước thích ứng, và ít nhất có thể được triển khai một phần trong hệ điều hành hoặc các phần tử tương tự (không được thể hiện) nằm ngoài bộ giải mã video (410).

Bộ giải mã video (410) có thể bao gồm bộ phân tích cú pháp (420) để tái tạo các ký hiệu (421) từ chuỗi video được mã hóa. Danh mục các ký hiệu này bao gồm thông tin dùng để quản lý hoạt động của bộ giải mã video (410), và thông tin có thể dùng để điều khiển thiết bị kết xuất như thiết bị kết xuất (412) (ví dụ, màn hình hiển thị) không phải là một bộ phận tích hợp của thiết bị điện tử (430) nhưng có thể được ghép nối với thiết bị điện tử (430), như được thể hiện trong Fig.4. Thông tin điều khiển (các) thiết bị kết xuất có thể ở dạng thông tin nâng cao bổ sung (Supplemental Enhancement Information, thông điệp SEI) hoặc các đoạn bộ tham số thông tin về khả năng sử dụng video (Video Usability Information, VUI) (không được thể hiện). Bộ phân tích cú pháp (420) có thể phân tích cú pháp/giải mã entropy chuỗi video được mã hóa nhận được. Bước mã hóa chuỗi video được mã hóa có thể được thực hiện theo công nghệ hoặc chuẩn mã hóa video, và có thể tuân theo các nguyên tắc khác nhau, bao gồm mã hóa chiều dài biến thiên, mã hóa Huffman, mã hóa số học có hoặc không có độ nhạy ngữ cảnh, và v.v... Bộ phân tích cú pháp (420) có thể trích xuất từ chuỗi video được mã hóa, tập hợp các tham số nhóm con cho ít nhất một trong số các nhóm con pixel trong bộ giải mã video, dựa trên ít nhất một tham số tương ứng với nhóm này. Các nhóm con có thể bao gồm các nhóm ảnh (Groups of Pictures, GOP), các ảnh, các phiên, các lát, các khối lớn, các đơn vị mã hóa (coding unit, CU), các khối, các đơn vị biến đổi (Transform Unit, TU), các đơn vị dự báo (Prediction Unit, PU) và tương tự. Bộ phân tích cú pháp (420) cũng có thể trích xuất từ chuỗi video được mã hóa các thông tin như các hệ số biến đổi, giá trị tham số lượng tử, vector chuyển động, và v.v...

Bộ phân tích cú pháp (420) có thể thực hiện bước giải mã entropy/phân tích cú pháp trên chuỗi video nhận được từ bộ nhớ đệm (415), để tạo ra các ký hiệu (421).

Việc tái tạo các ký hiệu (421) có thể gồm nhiều đơn vị khác nhau tùy thuộc vào kiểu của ảnh video được mã hóa hoặc các phần của chúng (như: liên ảnh và nội ảnh, liên khối và nội khối), và các yếu tố khác. Các đơn vị nào được bao gồm, và cách bao gồm, có thể được điều khiển bởi thông tin điều khiển nhóm con đã được phân tích cú pháp từ chuỗi video được mã hóa bởi bộ phân tích cú pháp (420). Luồng thông tin điều khiển nhóm con như vậy giữa bộ phân tích cú pháp (420) và các đơn vị khác không được mô tả để cho rõ ràng.

Ngoài các khối chức năng đã nêu, bộ giải mã video (410) có thể được chia nhỏ theo khái niệm thành nhiều đơn vị chức năng như được mô tả dưới đây. Trong việc triển khai thực tế dưới các ràng buộc thương mại, nhiều trong số các đơn vị này tương tác chặt chẽ với nhau và có thể, ít nhất là một phần, được tích hợp với nhau. Tuy nhiên, nhằm mục đích mô tả đối tượng theo sáng chế, việc chia nhỏ theo khái niệm thành các đơn vị chức năng dưới đây là thích hợp.

Đơn vị thứ nhất là bộ chia tỷ lệ/biến đổi ngược (451). Bộ chia tỷ lệ/biến đổi ngược (451) tiếp nhận hệ số biến đổi lượng tử hóa cũng như thông tin điều khiển, bao gồm biến đổi nào cần sử dụng, kích thước khối, hệ số lượng tử hóa, ma trận tỷ lệ lượng tử hóa, v. v... dưới dạng (các) ký hiệu (421) từ bộ phân tích cú pháp (420). Bộ chia tỷ lệ/biến đổi ngược (451) có thể xuất ra các khối bao gồm các giá trị mẫu có thể được đưa vào bộ tổng hợp (455).

Trong một số trường hợp, các mẫu xuất ra từ bộ chia tỷ lệ/biến đổi ngược (451) có thể liên quan đến khối mã hóa nội ảnh; tức là khối mà không sử dụng thông tin dự báo từ các ảnh được tái tạo trước đó, mà có thể sử dụng thông tin dự báo từ các phần được tái tạo trước đó của ảnh hiện tại. Thông tin dự báo như vậy có thể được cung cấp bởi đơn vị dự báo nội ảnh (452). Trong một số trường hợp, đơn vị dự báo nội ảnh (452) tạo ra khối có cùng kích thước và hình dạng như khối đang được tái tạo, sử dụng thông tin đã được tái tạo xung quanh được lấy từ bộ đệm ảnh hiện tại (458). Bộ đệm ảnh hiện tại (458) đệm, ví dụ, ảnh hiện tại được tái tạo một phần và/hoặc ảnh hiện tại được tái tạo toàn phần. Bộ tổng hợp (455), trong một số trường hợp, bổ sung, trên cơ

sở từng mẫu, thông tin dự báo mà đơn vị dự báo nội ảnh (452) đã tạo ra vào mẫu thông tin được xuất ra do được cung cấp bởi bộ chia tỷ lệ/biến đổi ngược (451).

Trong các trường hợp khác, các mẫu xuất ra từ bộ chia tỷ lệ/biến đổi ngược (451) có thể liên quan đến khối mã hóa liên ảnh, và có thể cả khối được bù chuyển động. Trong trường hợp như vậy, đơn vị dự báo bù chuyển động (453) có thể truy cập bộ nhớ ảnh tham chiếu (457) để lấy các mẫu dùng để dự báo. Sau bước bù chuyển động các mẫu được lấy theo các ký hiệu (421) liên quan đến khối này, các mẫu này có thể được bổ sung bởi bộ tổng hợp (455) vào đầu ra của bộ chia tỷ lệ/biến đổi ngược (451) (trong trường hợp này được gọi là các mẫu dư hoặc tín hiệu dư) để tạo ra mẫu thông tin đầu ra. Các địa chỉ trong bộ nhớ ảnh tham chiếu (457) từ đó đơn vị dự báo bù chuyển động (453) lấy các mẫu dự báo có thể được điều khiển bằng các vector chuyển động, khả dụng với đơn vị dự báo bù chuyển động (453) ở dạng các ký hiệu (421) mà có thể có, ví dụ các thành phần X, Y và ảnh tham chiếu. Việc bù chuyển động cũng có thể bao gồm việc nội suy các giá trị mẫu như được lấy từ bộ nhớ ảnh tham chiếu (457) khi các vector chuyển động chính xác mẫu con đang được dùng, các cơ chế dự báo vector chuyển động, và v.v...

Các mẫu xuất ra từ bộ tổng hợp (455) có thể được xử lý bằng các kỹ thuật lọc vòng khác nhau trong đơn vị lọc vòng (456). Các công nghệ nén video có thể bao gồm các công nghệ lọc trong vòng được điều khiển bởi các thông số chứa trong chuỗi video được mã hóa (cũng được gọi là dòng bit video được mã hóa) và trở nên khả dụng với đơn vị lọc vòng (456) như các ký hiệu (421) từ bộ phân tích cú pháp (420), nhưng cũng có thể trở nên đáp ứng với siêu thông tin thu được trong khi giải mã các phần trước đó (theo thứ tự giải mã) của ảnh được mã hóa hoặc chuỗi video được mã hóa, cũng như đáp ứng với các giá trị mẫu được tái tạo và được lọc vòng trước đó.

Đầu ra của đơn vị lọc vòng (456) có thể là dòng mẫu mà có thể được xuất ra tới thiết bị kết xuất (412) cũng như được lưu trữ trong bộ nhớ ảnh tham chiếu (457) để sử dụng trong dự báo liên ảnh sau này.

Một số các ảnh được mã hóa nhất định, khi được tái tạo toàn phần, có thể được sử dụng làm các ảnh tham chiếu để dự báo sau này. Ví dụ, khi ảnh được mã hóa tương ứng với ảnh hiện tại được tái tạo toàn phần và ảnh được mã hóa này đã được nhận diện là ảnh tham chiếu (ví dụ, bởi bộ phân tích cú pháp (420)), thì bộ đệm ảnh hiện tại

(458) có thể trở thành một phần của bộ nhớ ảnh tham chiếu (457), và bộ đệm ảnh hiện tại mới có thể được phân phối lại trước khi bắt đầu việc tái tạo ảnh được mã hóa tiếp sau.

Bộ giải mã video (410) có thể thực hiện các thao tác giải mã theo công nghệ nén video định trước theo chuẩn, như ITU-T Rec. H.265. Chuỗi video được mã hóa có thể tuân theo cú pháp được xác định bởi công nghệ hoặc chuẩn nén video được dùng, theo nghĩa là chuỗi video được mã hóa gắn với cả cú pháp của công nghệ hoặc chuẩn nén video lẫn các hồ sơ được ghi trong công nghệ hoặc chuẩn nén video. Cụ thể, một hồ sơ có thể chọn các công cụ nhất định làm công cụ duy nhất khả dụng cho hồ sơ đó từ tất cả các công cụ khả dụng trong công nghệ hoặc chuẩn nén video. Việc tuân theo chuẩn cũng có thể yêu cầu rằng độ phức tạp của chuỗi video được mã hóa nằm trong giới hạn như được xác định bởi mức của công nghệ hoặc chuẩn nén video. Trong một số trường hợp, các mức này giới hạn kích thước ảnh lớn nhất, tốc độ khung hình lớn nhất, tốc độ tái tạo mẫu lớn nhất (được đo bằng, ví dụ, mega mẫu trên giây), kích thước ảnh tham chiếu lớn nhất, và v.v... Các giới hạn được thiết lập theo các mức có thể, trong một số trường hợp, bị giới hạn tiếp qua các đặc tả bộ giải mã tham chiếu giả định (Hypothetical Reference Decoder, HRD) và siêu dữ liệu để quản lý bộ đệm HRD được báo hiệu trong chuỗi video được mã hóa.

Trong một phương án, bộ tiếp nhận (431) có thể tiếp nhận dữ liệu bổ sung (dư thừa) có video được tạo mã. Dữ liệu bổ sung này có thể được chứa như một phần của (các) chuỗi video được mã hóa. Dữ liệu bổ sung này có thể được sử dụng bởi bộ giải mã video (410) để giải mã đúng dữ liệu và/hoặc để tái tạo chính xác hơn dữ liệu video ban đầu. Dữ liệu bổ sung có thể ở dạng, ví dụ, các lớp tăng cường thời gian, không gian, hoặc tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu (signal noise ratio, SNR), các lát dư, các ảnh dư, các mã hiệu chỉnh sai số thuận, và v.v...

Fig.5 thể hiện sơ đồ khối của bộ mã hóa video (503) theo một phương án của sáng chế này. Bộ mã hóa video (503) được đặt trong thiết bị điện tử (520). Thiết bị điện tử (520) bao gồm bộ truyền (540) (ví dụ, hệ mạch truyền). Bộ mã hóa video (503) có thể được sử dụng thay cho bộ tạo mã video (303) trên Fig.3.

Bộ mã hóa video (503) có thể tiếp nhận các mẫu video từ nguồn video (501) (không phải là một phần của thiết bị điện tử (520) trên Fig.5) có thể ghi hình video

cần được mã hóa bởi bộ mã hóa video (503). Trong một ví dụ khác, nguồn video (501) là một phần của thiết bị điện tử (520).

Nguồn video (501) có thể cung cấp chuỗi video nguồn cần được mã hóa bởi bộ mã hóa video (503) ở dạng dòng mẫu số video với chiều sâu bit thích hợp bất kỳ (ví dụ: 8 bit, 10 bit, 12 bit, ...), không gian màu bất kỳ (ví dụ, BT.601 Y CrCb, RGB, ...), và cấu trúc lấy mẫu thích hợp bất kỳ (ví dụ Y CrCb 4:2:0, Y CrCb 4:4:4). Trong hệ thống dịch vụ truyền thông, nguồn video (501) có thể là thiết bị lưu trữ có lưu trữ video chuẩn bị trước. Trong hệ thống truyền hình hội nghị, nguồn video (501) có thể là camera ghi lại thông tin ảnh cục bộ dưới dạng chuỗi video. Dữ liệu video có thể được cung cấp số lượng nhiều các ảnh riêng lẻ sẽ tạo ra chuyển động khi được xem theo chuỗi. Chính các ảnh này có thể được tổ chức dưới dạng mảng pixel không gian, trong đó mỗi pixel có thể bao gồm một hoặc nhiều mẫu tùy thuộc vào cấu trúc lấy mẫu, không gian màu, v. v... đang được sử dụng. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể dễ hiểu được mối quan hệ giữa các pixel và các mẫu. Phần mô tả dưới đây tập trung vào các mẫu.

Theo một phương án, bộ mã hóa video (503) có thể mã hóa và nén các ảnh của chuỗi video nguồn thành chuỗi video được mã hóa (543) theo thời gian thực hoặc các ràng buộc thời gian bất kỳ khác theo yêu cầu của ứng dụng. Việc áp đặt tốc độ tạo mã thích hợp một chức năng của bộ điều khiển (550). Theo một số phương án, bộ điều khiển (550) điều khiển các đơn vị chức năng khác như được mô tả dưới đây và được ghép nối về mặt chức năng với các đơn vị chức năng khác. Việc ghép nối không được mô tả để rõ ràng. Các thông số được thiết lập bởi bộ điều khiển (550) có thể bao gồm các thông số liên quan đến việc điều khiển tốc độ (bỏ qua ảnh, bộ lượng tử hóa, giá trị lambda của các kỹ thuật tối ưu hóa méo dạng tốc độ, ...), kích thước ảnh, bố trí nhóm ảnh (GOP), vùng tham chiếu tham chiếu cho phép của vector chuyển động lớn nhất, và v.v... Bộ điều khiển (550) có thể được định cấu hình để có các chức năng thích hợp khác gắn với bộ mã hóa video (503) được tối ưu hóa cho thiết kế hệ thống nhất định.

Theo một số phương án, bộ mã hóa video (503) được định cấu hình để hoạt động trong vòng tạo mã. Theo một cách mô tả đơn giản, trong một ví dụ, vòng tạo mã này có thể bao gồm bộ mã hóa nguồn (530) (ví dụ, chịu trách nhiệm cho việc tạo các ký hiệu, như dòng ký hiệu, dựa trên ảnh đầu vào cần được mã hóa, và (các) ảnh tham

chiếu), và bộ giải mã (cục bộ) (533) được nhúng trong bộ mã hóa video (503). Bộ giải mã (533) tái tạo các ký hiệu để tạo ra dữ liệu mẫu theo cách tương tự như bộ giải mã (từ xa) cũng sẽ tạo ra (việc nén giữa các ký hiệu và dòng bit video được mã hóa là không tổn hao trong các công nghệ nén video được xem xét trong sáng chế). Dòng mẫu được tái tạo (dữ liệu mẫu) được đưa vào bộ nhớ ảnh tham chiếu (534). Do việc giải mã dòng ký hiệu dẫn tới các kết quả chính xác theo bit không phụ thuộc vào vị trí của bộ giải mã (cục bộ hoặc từ xa), nên nội dung trong bộ nhớ ảnh tham chiếu (534) cũng chính xác theo bit giữa bộ tạo mã cục bộ và bộ tạo mã từ xa. Nói cách khác, phần dự báo của bộ tạo mã "thấy" các mẫu ảnh tham chiếu chính xác giống hệt các giá trị mẫu như bộ giải mã sẽ "thấy" khi sử dụng dự báo trong khi giải mã. Nguyên lý cơ bản này của sự đồng nhịp ảnh tham chiếu (và xê dịch thu được, nếu sự đồng nhịp không thể được duy trì, ví dụ do lỗi kênh) được sử dụng trong một số giải pháp kỹ thuật liên quan.

Hoạt động của tác bộ giải mã "cục bộ" (533) có thể giống như của bộ giải mã "từ xa", như bộ giải mã video (410), đã được mô tả chi tiết ở phần trên với Fig.4. Tuy nhiên, trên Fig.4, do các ký hiệu là khả dụng và bước mã hóa/giải mã các ký hiệu thành chuỗi video được mã hóa bởi bộ mã hóa entropy (545) và bộ phân tích cú pháp (420) có thể là không tổn hao, nên các phần giải mã entropy của bộ giải mã video (410), bao gồm bộ nhớ đệm (415) và bộ phân tích cú pháp (420) có thể không được triển khai đầy đủ trong bộ giải mã cục bộ (533).

Tại điểm này có thể quan sát thấy rằng bất kỳ công nghệ nào trong bộ giải mã, ngoại trừ phân tích cú pháp/giải mã entropy trong bộ giải mã, cũng nhất thiết phải có mặt, ở dạng chức năng gần như giống hệt, trong bộ tạo mã tương ứng. Vì lý do này, sáng chế tập trung vào hoạt động của bộ giải mã. Phần mô tả các công nghệ của bộ tạo mã có thể được rút gọn do chúng ngược với các công nghệ của bộ giải mã được mô tả toàn diện. Chỉ một số khu vực cần mô tả chi tiết và được đề cập dưới đây.

Trong quá trình hoạt động, trong một số ví dụ, bộ mã hóa nguồn (530) có thể thực hiện bước mã hóa dự báo bù chuyển động, mã hóa dự báo ảnh đầu vào có tham chiếu tới một hoặc nhiều ảnh được mã hóa trước đó từ chuỗi video được chỉ định là "các ảnh tham chiếu." Theo cách này, máy mã hóa (532) mã hóa các khác biệt giữa

các khối pixel của ảnh đầu vào và các khối pixel của (các) ảnh tham chiếu mà có thể được lựa chọn làm (các) tham chiếu dự báo cho ảnh đầu vào.

Bộ giải mã video cục bộ (533) có thể giải mã dữ liệu video được mã hóa của các ảnh mà có thể được chỉ định là các ảnh tham chiếu, dựa trên các ký hiệu được tạo ra bởi bộ mã hóa nguồn (530). Có thể có lợi nếu hoạt động của máy mã hóa (532) là các quá trình có tổn hao. Khi dữ liệu video được mã hóa này có thể được giải mã tại bộ giải mã video (không được thể hiện trên Fig.5), thì chuỗi video được tái tạo thường có thể là bản sao của chuỗi video nguồn với một số lỗi. Bộ giải mã video cục bộ (533) lặp lại quá trình giải mã mà có thể được thực hiện bởi bộ giải mã video trên các ảnh tham chiếu và có thể khiến cho các ảnh tham chiếu được tái tạo được lưu trữ trong bộ nhớ đệm của ảnh tham chiếu (534). Theo cách này, bộ mã hóa video (503) có thể lưu trữ bản sao của các ảnh tham chiếu được tái tạo cục bộ mà có nội dung chung như các ảnh tham chiếu được tái tạo sẽ thu được bởi bộ giải mã video ở đầu xa (không có lỗi truyền).

Bộ dự báo (535) có thể thực hiện việc tra tìm dự báo cho máy mã hóa (532). Tức là, đối với ảnh mới cần được mã hóa, bộ dự báo (535) có thể tra trong bộ nhớ ảnh tham chiếu (534) để tìm dữ liệu mẫu (dưới dạng các khối pixel tham chiếu ứng viên) hoặc siêu dữ liệu nhất định như các vector chuyển động ảnh tham chiếu, các hình dạng khối, và v.v., có thể dùng làm tham chiếu dự báo thích hợp cho các ảnh mới. Bộ dự báo (535) có thể hoạt động trên cơ sở khối mẫu x khối pixel để tìm các tham chiếu dự báo thích hợp. Trong một số trường hợp, như được xác định bởi kết quả tra tìm mà bộ dự báo (535) thu được, ảnh đầu vào có thể có các tham chiếu dự báo được rút ra từ nhiều ảnh tham chiếu được lưu trữ trong bộ nhớ ảnh tham chiếu (534).

Bộ điều khiển (550) có thể quản lý các hoạt động mã hóa của bộ mã hóa nguồn (530), bao gồm, ví dụ, thiết lập các thông số và các tham số nhóm con dùng để mã hóa dữ liệu video.

Đầu ra của tất cả các đơn vị chức năng trên đây có thể được đưa tới bước mã hóa entropy trong bộ mã hóa entropy (545). Bộ mã hóa entropy (545) dịch các ký hiệu được tạo ra bởi các đơn vị chức năng khác nhau thành chuỗi video được mã hóa, bằng cách nén không tổn hao các ký hiệu này theo các công nghệ như mã hóa Huffman, mã hóa chiều dài biến thiên, mã hóa số học, và v.v...

Bộ truyền (540) có thể đệm (các) chuỗi video được mã hóa như được tạo ra bởi bộ mã hóa entropy (545) để chuẩn bị cho việc truyền qua kênh truyền thông (560), mà có thể là phần cứng/phần mềm liên kết với thiết bị lưu trữ sẽ lưu trữ dữ liệu video được tạo mã. Bộ truyền (540) có thể hợp nhất dữ liệu video được mã hóa từ bộ mã hóa video (503) với các dữ liệu khác cần được truyền, ví dụ như dữ liệu âm thanh được mã hóa và/hoặc các dòng dữ liệu phụ trợ (các nguồn không được thể hiện).

Bộ điều khiển (550) có thể quản lý hoạt động của bộ mã hóa video (503). Trong khi tạo mã, bộ điều khiển (550) có thể gán cho mỗi ảnh được mã hóa một kiểu ảnh được mã hóa nhất định, mà có thể ảnh hưởng tới các kỹ thuật tạo mã có thể được áp dụng cho ảnh tương ứng. Ví dụ, các ảnh thường có thể được gán một trong các kiểu ảnh sau đây:

Nội ảnh (ảnh I) là ảnh có thể được mã hóa và được giải mã mà không sử dụng bất kỳ ảnh nào khác trong chuỗi dùng làm nguồn dự báo. Một số codec video cho phép các kiểu khác nhau nội ảnh, bao gồm, ví dụ như các ảnh làm mới bộ giải mã độc lập (Independent Decoder Refresh, IDR). Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này đều biết các biến thể này của ảnh I và các ứng dụng và các dấu hiệu tương ứng của nó.

Ảnh dự báo (ảnh P) là ảnh có thể được mã hóa và được giải mã bằng cách sử dụng dự báo nội ảnh hoặc dự báo liên ảnh dùng nhiều nhất là một vector chuyển động và chỉ số tham chiếu để dự báo các giá trị mẫu của mỗi khối.

Ảnh dự báo hai chiều (ảnh B) là ảnh có thể được mã hóa và được giải mã bằng cách sử dụng dự báo nội ảnh hoặc dự báo liên ảnh dùng nhiều nhất là hai vector chuyển động và chỉ số tham chiếu để dự báo các giá trị mẫu của mỗi khối. Tương tự, các ảnh đa dự báo có thể sử dụng nhiều hơn hai ảnh tham chiếu và siêu dữ liệu liên kết để tái tạo một khối.

Các ảnh nguồn thường có thể được phân chia theo không gian thành nhiều các khối mẫu (ví dụ, các khối có 4x4, 8x8, 4x8, hoặc 16x16 mẫu) và được mã hóa trên cơ sở từng khối. Các khối có thể được mã hóa theo dự báo có tham chiếu tới các khối (đã được mã hóa) khác như được xác định bởi phép gán mã hóa áp dụng cho các ảnh tương ứng của các khối này. Ví dụ, các khối ảnh I có thể được mã hóa không theo dự báo hoặc có thể được mã hóa theo dự báo có tham chiếu tới các khối đã được mã hóa

của cùng một ảnh (dự báo không gian hoặc dự báo nội ảnh). Các khối pixel của các ảnh P có thể được mã hóa theo dự báo, qua dự báo không gian hoặc qua dự báo thời gian có tham chiếu tới một ảnh tham chiếu được mã hóa trước đó. Các khối ảnh B có thể được mã hóa theo dự báo, qua dự báo không gian hoặc qua dự báo thời gian có tham chiếu tới một hoặc hai ảnh tham chiếu được mã hóa trước đó.

Bộ mã hóa video (503) có thể thực hiện các hoạt động mã hóa theo công nghệ hoặc chuẩn mã hóa video định trước, như ITU-T Rec. H.265. Khi hoạt động, bộ mã hóa video (503) có thể thực hiện các hoạt động nén khác nhau, bao gồm các hoạt động mã hóa dự báo khai thác các phần dư thời gian và không gian trong chuỗi video đầu vào. Dữ liệu video được mã hóa này, do đó, có thể tuân theo cú pháp được xác định bởi công nghệ hoặc chuẩn mã hóa video được dùng.

Trong một phương án, bộ truyền (540) có thể truyền dữ liệu bổ sung cùng với video được tạo mã. Bộ mã hóa nguồn (530) có thể bao gồm dữ liệu như vậy như một phần của chuỗi video được mã hóa. Dữ liệu bổ sung có thể bao gồm các lớp thời gian/không gian/tăng cường SNR, các dạng khác của dữ liệu dư như các ảnh dư và các lát dư, các thông điệp SEI, các đoạn bộ tham số VUI, và v.v...

Video có thể được ghi lại dưới dạng nhiều các ảnh nguồn (các ảnh video) theo trình tự thời gian. Dự báo nội ảnh (thường được gọi tắt là nội dự báo) tận dụng mối tương quan không gian trong ảnh cụ thể, và dự báo liên ảnh tận dụng mối tương quan (thời gian hoặc khác) giữa các ảnh. Trong một ví dụ, ảnh cụ thể đang được tạo mã/giải mã, còn được gọi là ảnh hiện tại, được phân vùng thành các khối. Khi một khối trong ảnh hiện tại tương tự với khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu được mã hóa trước đó và vẫn được đệm trong video, thì khối trong ảnh hiện tại này có thể được mã hóa bởi vector được gọi là vector chuyển động. Vector chuyển động trỏ đến khối tham chiếu trong ảnh tham chiếu, và có thể có chiều thứ ba nhận diện ảnh tham chiếu này, trong trường hợp nhiều ảnh tham chiếu được dùng.

Theo một số phương án, kỹ thuật dự báo kép có thể được sử dụng trong dự báo liên ảnh. Theo kỹ thuật dự báo kép, hai ảnh tham chiếu, như ảnh tham chiếu thứ nhất và ảnh tham chiếu thứ hai theo thứ tự giải mã đều đứng trước ảnh hiện tại trong video (nhưng có thể trong quá khứ và tương lai, lần lượt, theo thứ tự hiển thị) được sử dụng. Khối trong ảnh hiện tại có thể được mã hóa bởi vector chuyển động thứ nhất trỏ đến

khối tham chiếu thứ nhất trong ảnh tham chiếu thứ nhất, và vector chuyển động thứ hai trở đến khối tham chiếu thứ hai trong ảnh tham chiếu thứ hai. Khối này có thể được dự báo bởi tổ hợp của khối tham chiếu thứ nhất và khối tham chiếu thứ hai.

Ngoài ra, kỹ thuật chế độ hợp nhất có thể được sử dụng trong dự báo liên ảnh để cải thiện hiệu suất mã hóa.

Theo một số phương án của sáng chế này, các dự báo, như các dự báo liên ảnh và các dự báo nội ảnh được thực hiện trong đơn vị gồm các khối. Ví dụ, theo tiêu chuẩn HEVC, ảnh trong chuỗi các ảnh video được phân vùng thành các đơn vị cây mã (coding tree unit, CTU) để nén, các CTU này trong ảnh có cùng kích thước, như 64x64 pixel, 32x32 pixel, hoặc 16x16 pixel. Nói chung, CTU bao gồm ba khối cây mã (coding tree block, CTB), gồm một CTB độ sáng và hai CTB sắc độ. Mỗi CTU có thể được tách cây tứ phân đệ quy thành một hoặc nhiều CU. Ví dụ, CTU kích thước 64x64 pixel có thể được tách thành một CU kích thước 64x64 pixel, hoặc 4 CU kích thước 32x32 pixel, hoặc 16 CU kích thước 16x16 pixel. Trong một ví dụ, mỗi CU được phân tích để xác định kiểu dự báo cho CU, như kiểu dự báo liên ảnh hoặc kiểu dự báo nội kiểu. CU này được tách thành một hoặc nhiều đơn vị dự báo (prediction unit, PU) tùy thuộc vào khả năng dự báo theo thời gian và/hoặc không gian. Nói chung, mỗi PU bao gồm khối độ sáng dự báo (prediction block, PB), và hai PB sắc độ. Trong một phương án, hoạt động dự báo khi mã hóa (tạo mã/giải mã) được thực hiện trong đơn vị gồm khối dự báo. Sử dụng khối độ sáng dự báo làm ví dụ về khối dự báo, thì khối dự báo này bao gồm ma trận các giá trị (ví dụ, các giá trị độ sáng) của các pixel, như 8x8 pixel, 16x16 pixel, 8x16 pixel, 16x8 pixel, và tương tự.

Fig.6 thể hiện sơ đồ của bộ tạo mã video (603) theo một phương án thực hiện khác của sáng chế. Bộ tạo mã video (603) được định cấu hình để tiếp nhận khối xử lý (ví dụ, khối dự báo) các giá trị mẫu trong ảnh video hiện tại của chuỗi các ảnh video, và tạo mã khối xử lý này thành ảnh được mã hóa mà là một phần của chuỗi video được mã hóa. Trong một ví dụ, bộ tạo mã video (603) được sử dụng thay cho bộ tạo mã video (303) trong ví dụ trên Fig.3.

Trong ví dụ HEVC, bộ tạo mã video (603) tiếp nhận ma trận các giá trị mẫu cho khối xử lý, như khối dự báo của các mẫu 8x8, và tương tự. Bộ tạo mã video (603) xác định việc liệu khối xử lý này có được mã hóa tốt nhất bằng chế độ nội dự báo, chế

độ liên dự báo, hay chế độ dự báo kép hay không bằng cách sử dụng, ví dụ, tối ưu hóa méo dạng tốc độ. Khi khối xử lý này cần được mã hóa trong chế độ nội dự báo, thì bộ tạo mã video (603) có thể sử dụng kỹ thuật nội dự báo để tạo mã khối xử lý thành ảnh được mã hóa; và khi khối xử lý này cần được mã hóa trong chế độ liên dự báo hoặc chế độ dự báo kép, thì bộ tạo mã video (603) có thể sử dụng kỹ thuật dự báo liên ảnh hoặc kỹ thuật dự báo kép, tương ứng, để tạo mã khối xử lý thành ảnh được mã hóa. Trong một số công nghệ mã hóa video, chế độ hợp nhất có thể là chế độ phụ dự báo liên ảnh trong đó vectơ chuyển động được dẫn xuất từ một hoặc nhiều bộ dự báo vectơ chuyển động mà không dùng đến thành phần vectơ chuyển động được mã hóa bên ngoài bộ dự báo này. Trong một số công nghệ mã hóa video cụ thể khác, thành phần vectơ chuyển động có thể áp dụng cho khối đối tượng có thể có mặt. Trong một ví dụ, bộ tạo mã video (603) bao gồm các thành phần khác, như mô-đun quyết định chế độ (không được thể hiện) để xác định chế độ của các khối xử lý.

Trong ví dụ trên Fig.6, bộ tạo mã video (603) bao gồm bộ tạo mã liên ảnh (630), bộ tạo mã nội ảnh (622), bộ tính toán phần dư (623), bộ chuyển mạch (626), bộ tạo mã dư (624), bộ điều khiển chung (621), và bộ tạo mã entropy (625) được ghép nối với nhau như được thể hiện trên Fig.6.

Bộ tạo mã liên ảnh (630) được định cấu hình để tiếp nhận các mẫu của khối hiện tại (ví dụ, khối xử lý), so sánh khối này với một hoặc nhiều khối tham chiếu trong các ảnh tham chiếu (ví dụ, các khối trong các ảnh trước và các ảnh sau), tạo ra thông tin liên dự báo (ví dụ, mô tả thông tin dư thừa theo kỹ thuật mã hóa liên ảnh, các vectơ chuyển động, chế độ hợp nhất thông tin), và tính toán kết quả dự báo liên ảnh (ví dụ, khối được dự báo) dựa trên thông tin liên dự báo bằng cách sử dụng kỹ thuật thích hợp bất kỳ. Trong một số ví dụ, các ảnh tham chiếu là các ảnh tham chiếu được giải mã dựa trên thông tin video được tạo mã.

Bộ tạo mã nội ảnh (622) được định cấu hình để tiếp nhận các mẫu của khối hiện tại (ví dụ, khối xử lý), trong một số trường hợp so sánh khối này với các khối đã được mã hóa trong cùng một ảnh, tạo ra các hệ số lượng tử hóa sau khi biến đổi, và trong một số trường hợp cả thông tin nội dự báo (ví dụ, thông tin hướng nội dự báo theo một hoặc nhiều kỹ thuật mã hóa nội ảnh). Trong một ví dụ, bộ tạo mã nội ảnh

(622) cũng tính toán kết quả nội dự báo (ví dụ, khối được dự báo) dựa trên thông tin nội dự báo và các khối tham chiếu trong cùng một ảnh.

Bộ điều khiển chung (621) được định cấu hình để xác định dữ liệu điều khiển chung và điều khiển các thành phần khác của bộ tạo mã video (603) dựa trên dữ liệu điều khiển chung này. Trong một ví dụ, bộ điều khiển chung (621) xác định chế độ của khối, và cấp tín hiệu điều khiển cho bộ chuyển mạch (626) dựa trên chế độ này. Ví dụ, khi chế độ này là chế độ nội ảnh, thì bộ điều khiển chung (621) điều khiển bộ chuyển mạch (626) để chọn kết quả chế độ nội ảnh để dùng bởi bộ tính toán phần dư (623), và điều khiển bộ tạo mã entropy (625) để chọn thông tin nội dự báo và đưa thông tin nội dự báo này vào dòng bit; và khi chế độ này là chế độ liên ảnh, thì bộ điều khiển chung (621) điều khiển bộ chuyển mạch (626) để chọn kết quả dự báo liên ảnh để dùng bởi bộ tính toán phần dư (623), và điều khiển bộ tạo mã entropy (625) để chọn thông tin liên dự báo và đưa thông tin liên dự báo vào dòng bit.

Bộ tính toán phần dư (623) được định cấu hình để tính toán độ chênh lệch (dữ liệu dư) giữa khối nhận được và các kết quả dự báo được chọn từ bộ tạo mã nội ảnh (622) hoặc bộ tạo mã liên ảnh (630). Bộ tạo mã dư (624) được định cấu hình để hoạt động dựa trên dữ liệu dư để tạo mã dữ liệu dư này nhằm tạo ra các hệ số biến đổi. Trong một ví dụ, bộ tạo mã dư (624) được định cấu hình để chuyển đổi dữ liệu dư từ miền không gian sang miền tần số, và tạo ra các hệ số biến đổi. Sau đó, các hệ số biến đổi này được xử lý lượng tử hóa để thu được các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Trong các phương án khác nhau, bộ tạo mã video (603) cũng bao gồm bộ giải mã phần dư (628). Bộ giải mã phần dư (628) được định cấu hình để thực hiện biến đổi ngược, và tạo ra dữ liệu dư được giải mã. Dữ liệu dư được giải mã này có thể được sử dụng thích hợp bởi bộ tạo mã nội ảnh (622) và bộ tạo mã liên ảnh (630). Ví dụ, bộ tạo mã liên ảnh (630) có thể tạo ra các khối được giải mã dựa trên dữ liệu dư được giải mã này và thông tin liên dự báo, và bộ tạo mã nội ảnh (622) có thể tạo ra các khối được giải mã dựa trên dữ liệu dư được giải mã này và thông tin nội dự báo. Các khối được giải mã này được xử lý thích hợp để tạo ra các ảnh được giải mã và các ảnh được giải mã này có thể được đệm trong mạch nhớ (không được thể hiện) và sử dụng làm ảnh tham chiếu trong một số ví dụ.

Bộ tạo mã entropy (625) được định cấu hình để định dạng dòng bit để bao gồm khối được tạo mã. Bộ tạo mã entropy (625) được định cấu hình để bao gồm các thông tin khác nhau theo tiêu chuẩn thích hợp, như tiêu chuẩn HEVC. Trong một ví dụ, bộ tạo mã entropy (625) được định cấu hình để bao gồm dữ liệu điều khiển chung, thông tin dự báo được lựa chọn (ví dụ, thông tin nội dự báo hoặc thông tin liên dự báo), thông tin phần dư, và các thông tin thích hợp khác trong dòng bit. Lưu ý rằng, theo sáng chế, khi tạo mã một khối ở chế độ phụ hợp nhất gồm chế độ liên ảnh hoặc chế độ dự báo kép, thì không có thông tin phần dư.

Fig.7 thể hiện sơ đồ của bộ giải mã video (710) theo phương án thực hiện khác của sáng chế này. Bộ giải mã video (710) được định cấu hình để tiếp nhận các ảnh được mã hóa mà là một phần của chuỗi video được mã hóa, và giải mã các ảnh được mã hóa này để tạo ra các ảnh được tái tạo. Trong một ví dụ, bộ giải mã video (710) được sử dụng thay cho bộ giải mã video (310) trong ví dụ trên Fig.3.

Trong ví dụ trên Fig.7, bộ giải mã video (710) bao gồm bộ giải mã entropy (771), bộ giải mã liên ảnh (780), bộ giải mã phần dư (773), mô-đun tái tạo (774), và bộ giải mã nội ảnh (772) được ghép nối với nhau như được thể hiện trong Fig.7.

Bộ giải mã entropy (771) có thể được định cấu hình để tái tạo, từ ảnh được mã hóa, các ký hiệu nhất định biểu diễn các phân tử cú pháp mà ảnh được mã hóa được tạo thành. Các ký hiệu như vậy có thể bao gồm, ví dụ, chế độ trong đó khối được mã hóa (ví dụ như chế độ nội dự báo, chế độ liên dự báo, chế độ dự báo kép, hai chế độ cuối trong chế độ phụ hợp nhất hoặc chế độ phụ khác), thông tin dự báo (ví dụ như thông tin nội dự báo hoặc thông tin liên dự báo) mà có thể nhận diện mẫu hoặc siêu dữ liệu cụ thể được sử dụng để dự báo tương ứng bởi bộ giải mã nội ảnh (772) hoặc bộ giải mã liên ảnh (780), thông tin phần dư ở dạng, ví dụ, các hệ số biến đổi được lượng tử hóa, và tương tự. Trong một ví dụ, khi chế độ dự báo là chế độ liên dự báo hoặc chế độ dự báo kép, thì thông tin liên dự báo được cấp tới bộ giải mã liên ảnh (780); và khi kiểu dự báo này là kiểu dự báo nội ảnh, thì thông tin nội dự báo được cấp tới bộ giải mã nội ảnh (772). Thông tin phần dư có thể được lượng tử hóa ngược và được cấp tới bộ giải mã phần dư (773).

Bộ giải mã liên ảnh (780) được định cấu hình để tiếp nhận thông tin liên dự báo, và tạo ra kết quả dự báo liên ảnh dựa trên thông tin liên dự báo này.

Bộ giải mã nội ảnh (772) được định cấu hình để tiếp nhận thông tin nội dự báo, và tạo ra các kết quả dự báo dựa trên thông tin nội dự báo này.

Bộ giải mã phần dư (773) được định cấu hình để thực hiện việc lượng tử hóa ngược để trích xuất các hệ số biến đổi được khử lượng tử hóa, và xử lý các hệ số biến đổi được khử lượng tử hóa này để chuyển đổi phần dư từ miền tần số sang miền không gian. Bộ giải mã phần dư (773) cũng có thể yêu cầu thông tin điều khiển nhất định (đề bao gồm bộ tham số lượng tử hóa (Quantizer Parameter, QP)), và thông tin đó có thể được cung cấp bởi bộ giải mã entropy (771) (đường dữ liệu không được mô tả do nó chỉ là thông tin điều khiển lưu lượng thấp).

Mô-đun tái tạo (774) được định cấu hình để kết hợp, trong miền không gian, phần dư như được xuất ra bởi bộ giải mã phần dư (773) và các kết quả dự báo (như được xuất ra bởi mô-đun liên dự báo hoặc mô-đun nội dự báo theo thực tế) để tạo thành khối được tái tạo, mà có thể là một phần của ảnh được tái tạo, đến lượt nó có thể là một phần của video được tái tạo. Lưu ý rằng các hoạt động thích hợp khác, như hoạt động tách khối và tương tự, có thể được thực hiện để cải thiện chất lượng hình ảnh.

Lưu ý rằng các bộ tạo mã video (303), (503), và (603), và các bộ giải mã video (310), (410), và (710) có thể được triển khai bằng cách sử dụng kỹ thuật thích hợp bất kỳ. Trong một phương án, các bộ tạo mã video (303), (503), và (603), và các bộ giải mã video (310), (410), và (710) có thể được triển khai bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mạch tích hợp. Trong phương án thực hiện khác, các bộ tạo mã video (303), (503), và (603), và các bộ giải mã video (310), (410), và (710) có thể được triển khai bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý có thể thực thi các câu lệnh phần mềm.

II. Chế độ phân vùng tam giác (Triangular Partitioning Mode, TPM) để dự báo liên ảnh

Trong một số trường hợp, TPM có thể được hỗ trợ để dự báo liên ảnh. TPM chỉ có thể được áp dụng cho các CU có kích thước 8x8 hoặc lớn hơn. TPM có thể được báo hiệu bằng cách sử dụng cờ mức CU như một loại chế độ hợp nhất, với các chế độ hợp nhất khác, như chế độ hợp nhất thông thường, chế độ MMVD, chế độ CIIP, và chế độ hợp nhất khối con.

Khi TPM được sử dụng, CU có thể được tách đều thành hai phân vùng hình tam giác, bằng cách sử dụng phép tách theo đường chéo hoặc tách theo đường chéo ngược, như được thể hiện trong ví dụ trên Fig.8A và Fig.8B. Mỗi phân vùng tam giác trong CU có thể được dự báo liên ảnh bằng cách sử dụng các thông số chuyển động của riêng nó. Chỉ có thể được phép dự báo đơn nhất cho mỗi phân vùng. Tức là, mỗi phân vùng có một vector chuyển động và một chỉ số tham chiếu. Ràng buộc chuyển động dự báo đơn nhất được áp dụng để đảm bảo rằng phân vùng tam giác này cũng giống như dự báo kép thông thường. Tức là, chỉ cần hai dự báo được bù chuyển động cho mỗi CU. Chuyển động dự báo đơn nhất cho mỗi phân vùng có thể được dẫn xuất bằng cách sử dụng quy trình được mô tả trong các hình vẽ Fig.1A-Fig.1D.

Nếu TPM được sử dụng cho CU hiện tại, thì cờ chỉ định hướng (đường chéo hoặc đường chéo ngược) của TPM và hai chỉ số hợp nhất (một cho mỗi phân vùng) có thể được báo hiệu thêm. Kích thước ứng viên TPM lớn nhất có thể được báo hiệu theo cách minh bạch ở mức lát và cho biết cách nhị phân hóa cú pháp cho các chỉ số hợp nhất TMP. Sau bước dự báo mỗi phân vùng tam giác này, các giá trị mẫu dọc theo cạnh đường chéo hoặc đường chéo ngược có thể được điều chỉnh bằng cách sử dụng quy trình trộn với các giá trị trọng số thích ứng. Sau khi dẫn xuất tín hiệu dự báo cho toàn bộ CU, quy trình biến đổi và lượng tử hóa có thể được áp dụng tiếp cho toàn bộ CU như trong các chế độ dự báo khác. Cuối cùng, trường chuyển động của CU được dự báo bằng cách sử dụng TPM có thể được lưu trữ.

Trong một số trường hợp, TPM không thể được sử dụng kết hợp với biến đổi khối con (subblock transform, SBT). Tức là, khi chế độ tam giác được báo hiệu bằng 1, thì `cu_sbt_flag` được coi là bằng 0 mà không cần bước báo hiệu.

II.1 Xây dựng danh sách ứng viên dự báo đơn nhất

Danh sách ứng viên dự báo đơn nhất có thể được dẫn xuất trực tiếp từ danh sách ứng viên hợp nhất được xây dựng theo quy trình dự báo hợp nhất mở rộng. Ký hiệu N là chỉ số của chuyển động dự báo đơn nhất trong danh sách ứng viên dự báo đơn nhất tam giác. Vector chuyển động LX của ứng viên hợp nhất mở rộng thứ N , với X bằng chẵn lẻ của N , được sử dụng làm vector chuyển động dự báo đơn nhất thứ N cho TPM. Các vector chuyển động này được đánh dấu bằng chữ “X” trên Fig.9. Trong trường hợp vector chuyển động LX tương ứng của ứng viên hợp nhất mở rộng

thứ N không tồn tại, thì vector chuyển động $L(1-X)$ của cùng ứng viên được sử dụng thay thế làm vector chuyển động dự báo đơn nhất cho TPM.

II.2 Trộn dọc theo cạnh phân vùng tam giác

Sau khi dự báo mỗi phân vùng tam giác bằng cách sử dụng các thông số chuyển động của riêng nó, thì quy trình trộn có thể được áp dụng cho hai tín hiệu dự báo để dẫn xuất các mẫu xung quanh cạnh đường chéo hoặc cạnh đường chéo ngược. Các giá trị trọng số sau đây được sử dụng trong quy trình trộn: $\{7/8, 6/8, 5/8, 4/8, 3/8, 2/8, 1/8\}$ cho độ sáng và $\{6/8, 4/8, 2/8\}$ cho sắc độ, như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.10A và Fig.10B.

Trong một số trường hợp, các vector chuyển động của CU được mã hóa trong có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình sau đây. Nếu $Mv1$ và $Mv2$ là từ các danh sách ảnh tham chiếu khác nhau (ví dụ, một từ $L0$ và một từ $L1$), thì $Mv1$ và $Mv2$ được kết hợp đơn giản để tạo thành vector chuyển động dự báo kép. Ngược lại, nếu $Mv1$ và $Mv2$ là từ cùng một danh sách, thì chỉ chuyển động dự báo đơn nhất $Mv2$ được lưu trữ.

III. Chế độ hợp nhất hình học (Geometric Merge Mode, GEO)

Các kỹ thuật liên quan tới chế độ hợp nhất hình học (Geometric Merge Mode, GEO) được mô tả trong: (i) Han Gao, Semih Esenlik, Elena Alshina, Anand Meher Kotra, Biao Wang, Max Bläser, Johannes Sauer, “CE4: CE4-1.1, CE4-1.2 và CE4-1.14: Geometric Merge Mode (GEO)”, JVET-P0068, Joint Video Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, 16th Meeting: Geneva, CH, 1–11 October 2019; (ii) Han Gao, Semih Esenlik, Elena Alshina, Anand Meher Kotra, Biao Wang, Max Bläser, Johannes Sauer, “Simplified GEO without multiplication and minimum blending mask storage”, JVET-P0884, Joint Video Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, 16th Meeting: Geneva, CH, 1–11 October 2019; (iii) Kevin Reuzél, Chun-Chi Chen², Han Huang³, Wei-Jung Chien, Vadim Seregin, Marta Karczewicz, Ru-Ling Liao⁴, Jie Chen⁵, Yan Ye, Jiancong Luo, Max Bläser, Johannes Sauer of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, 16th Meeting: Geneva, CH, 1–11 October 2019. Các tài liệu của JVET-P0068, JVET-P0884, và JVET-P0085 được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn.

Chế độ hợp nhất hình học (Geometric Merge Mode, GEO), cũng được gọi là chế độ phân vùng hình học (geometric partitioning mode, GPM), có thể hỗ trợ nhiều cách phân vùng khác nhau. Các cách phân vùng này có thể được xác định theo các góc và các cạnh. Ví dụ, 140 cách phân vùng khác nhau có thể được phân biệt bằng 32 góc (được lượng tử hóa từ 0 đến 360° với khoảng phân cách 11,25° bằng nhau) và 5 cạnh so với tâm của CU.

Fig.11 thể hiện một ví dụ về GEO. Trên Fig.11, góc φ_i là góc lượng tử hóa giữa 0 và 360 độ và độ bù khoảng cách ρ_i là độ bù lượng tử hóa của khoảng cách lớn nhất $\rho_{\max}$. Trị số $\rho_{\max}$ có thể được dẫn xuất theo kiểu hình học bằng Phương trình 5 với w hoặc h bằng 8 và được chia tỷ lệ độ dài cạnh ngắn theo $\log_2$. Các biến số h và w này là chiều cao và chiều rộng của khối hiện tại. Khi φ bằng 0°, thì $\rho_{\max}$ bằng $w/2$. Khi φ bằng 90°, thì $\rho_{\max}$ bằng $h/2$. Trong Phương trình 5, $\rho_{\text{margin}} = 1,0$ là để ngăn không cho đường biên tách nằm quá gần với góc đỉnh của khối hiện tại.

$$\rho_{\max}(\varphi, w, h) = \cos(\varphi) \left(\frac{h}{2 \tan(\frac{\pi}{2} - \varphi)} + \frac{w}{2} \right) - \rho_{\text{margin}}, \quad 0 < \varphi < \frac{\pi}{2} \quad (\text{Phương trình 5})$$

Mỗi chế độ phân vùng (tức là một cặp chỉ số góc và chỉ số cạnh) trong GEO có thể được gán với bảng trọng số thích ứng pixel để trộn các mẫu trong hai phần được phân vùng. Giá trị trọng số của mẫu có thể nằm trong khoảng từ ví dụ 0 tới 8 và được xác định bằng khoảng cách L2 từ vị trí trung tâm của một pixel tới cạnh. Sự ràng buộc tăng đơn vị có thể được tuân theo khi các giá trị trọng số này được gán. Ví dụ, khi một giá trị trọng số nhỏ được gán cho một phân vùng GEO, thì một giá trị bổ sung lớn được gán cho phân vùng kia, sao cho tổng bằng 8.

IV. Quy trình dự báo mẫu có trọng số cho GEO

IV.1 Tính toán trọng số trộn

Trong GEO, bộ dự báo mẫu cuối cùng P_B có thể được dẫn xuất với hai mặt nạ pha trộn 3-bit (tức là các giá trị trọng số hoặc các hệ số trọng số) W_0 và W_1 và hai bộ dự báo P_0 và P_1 theo Phương trình 6.

$$P_B = (W_0 P_0 + W_1 P_1 + 4) \gg 3 \quad (\text{Phương trình 6})$$

Các mặt nạ pha trộn W_0 và W_1 có thể được dẫn xuất từ bảng tra cứu dựa trên các chỉ số trọng số của chúng. Chỉ số trọng số trộn (cũng được gọi là trọng số trộn

trong một số ngữ cảnh) có thể được dẫn xuất dựa trên khoảng cách giữa vị trí mẫu (x, y) và đường biên tách, như được thể hiện trong Phương trình 7.

$$wIdx(x, y) = x \times \cos(\varphi) + y \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) - \left(\rho + \frac{w}{2} \times \cos(\varphi) + \frac{h}{2} \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)\right)$$

(Phương trình 7)

trong đó:

$$\rho = i \times \frac{\rho_{\max}(\varphi, w, h)}{n} \quad (\text{Phương trình 8})$$

$$= i \times \left(\left(\frac{h}{2} \times \tan(\varphi) + \frac{w}{2}\right) \times \cos(\varphi) - \rho_{\text{margin}}\right) / n \quad (\text{Phương trình 9})$$

$$= i \times \left(\left(\frac{w}{2} \times \cos(\varphi) + \frac{h}{2} \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)\right) - \rho_{\text{margin}}\right) / n \quad (\text{Phương trình 10})$$

Trong Phương trình 10, n là tổng số các bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước khoảng cách cho GEO với góc φ , và $i < n$.

Cuối cùng, các mặt nạ pha trộn W_0 và W_1 (hoặc các giá trị trọng số) của mẫu có thể được đặt bằng cách sử dụng Bảng 3 trong dòng GeoFilter, như được thể hiện trong Phương trình 11.

$$weight(x, y) = wIdx(x, y) \leq 0 ? GeoFilter[[wIdx(x, y)]] : 8 - GeoFilter[[wIdx(x, y)]]$$

(Phương trình 11)

Một ví dụ về quy trình dự báo mẫu có trọng số được mô tả như sau. Đầu vào quy trình này bao gồm hai biến số nCbW và nCbH chỉ định chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, hai mảng (nCbW)x(nCbH) predSamplesLA và predSamplesLB, biến số angleIdx chỉ định chỉ số góc của phân vùng hình học, biến số distanceIdx chỉ định chỉ số khoảng cách của phân vùng hình học, và biến số cIdx chỉ định chỉ số thành phần màu. Đầu ra của quy trình này bao gồm mảng (nCbW)x(nCbH) pbSamples gồm các giá trị mẫu dự báo và mảng (nCbW>>2)x(nCbH>>2) motionIdx.

Biến số bitDepth có thể được dẫn xuất như sau: nếu cIdx=0, thì

$$\text{bitDepth} = \text{BitDepthY}; \text{ ngược lại, thì } \text{bitDepth} = \text{BitDepthC}.$$

Các biến số shift1=Max(5, 17-bitDepth) và offset1=1<<(shift1-1).

Mảng trọng số $\text{sampleWeightL}[x][y]$ cho độ sáng và $\text{sampleWeightC}[x][y]$ cho sắc độ với $x=0..\text{nCbW}-1$ và $y=0..\text{nCbH}-1$ có thể được dẫn xuất như sau:

Các biến số $wIdx=\log_2(\text{nCbW})$ và $hIdx=\log_2(\text{nCbH})$.

Biến số $whRatio=(wIdx \geq hIdx)?wIdx-hIdx:hIdx-wIdx$, $scaleIdx=(wIdx \geq hIdx)?hIdx-3:wIdx-3$.

Các biến số $\text{displacementX}=\text{angleIdx}$ và
 $\text{displacementY}=(\text{displacementX}+8)\%32$.

Biến số $\text{angleN}=(wIdx \geq hIdx)?(\text{angleIdx} \gg 3 \& 1)?\text{angleIdx}\%8:8-\text{angleIdx}\%8:(\text{angleIdx} \gg 3 \& 1)?8-\text{angleIdx}\%8:\text{angleIdx}\%8$.

Biến số rho có thể được đặt bằng giá trị sau đây bằng cách sử dụng các bảng tra cứu được ký hiệu là stepDis và Dis , được nêu trong Bảng 1 và Bảng 2.
 $\text{rho}=\text{distanceIdx}*(\text{stepDis}[\text{whRatio}][\text{angleN}] \ll \text{scaleIdx})+(\text{Dis}[\text{displacementX}] \ll wIdx)+(\text{Dis}[\text{displacementY}] \ll hIdx)$.

Biến số weightIdx và weightIdxAbs có thể được tính bằng cách sử dụng bảng tra cứu 2 với $x=0..\text{nCbW}-1$ và $y=0..\text{nCbH}-1$.
 $\text{weightIdx}=((x \ll 1)+1)*\text{Dis}[\text{displacementX}]+((y \ll 1)+1))*\text{Dis}[\text{displacementY}]-\text{rho}$. $\text{weightIdxAbs}=\text{Clip3}(0, 26, (\text{abs}(\text{weightIdx})+4) \gg 3)$.

Biến số partIdx có thể được đặt bằng $\text{weightIdx} > 0$, nếu $x=0$ và $y=\text{nCbH}-1$.

Trị số của $\text{sampleWeightL}[x][y]$ với $x=0..\text{nCbW}-1$ và $y=0..\text{nCbH}-1$ có thể được đặt theo Bảng 3 trong dòng GeoFilter .
 $\text{sampleWeightL}[x][y]=\text{weightIdx} \leq 0? \text{GeoFilter}[\text{weightIdxAbs}]:8-\text{GeoFilter}[\text{weightIdxAbs}]$.

Trị số $\text{sampleWeightC}[x][y]$ với $x=0..\text{nCbW}-1$ và $y=0..\text{nCbH}-1$ có thể được đặt như sau: $\text{sampleWeightC}[x][y]=\text{sampleWeightL}[(x \ll (\text{SubWidthC}-1))][y \ll (\text{SubHeightC}-1)]$.

Bảng 1

whRatio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
angleN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	0	1	2	3	4	5	6	7	8
stepDis																		
[whRatio]	77	95	108	116	119	116	108	95	77	77	115	147	173	192	202	203	195	179
[angleN]																		
whRatio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
angleN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	0	1	2	3	4	5	6	7	8
stepDis	77	155	226	287	336	372	392	396	384	77	235	382	515	626	712	770	798	794
[whRatio]																		
[angleN]																		

Bảng 2

idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Dis[idx]	64	63	59	53	45	36	24	12	0	-12	-24	-36	-45	-53	-59	-63
idx	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dis[idx]	-64	-63	-59	-53	-45	-36	-24	-12	0	12	24	36	45	53	59	63

Bảng 3

idx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
GeoFilter[idx]	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
idx	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
GeoFilter[idx]	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	8	

IV.2 Lưu trữ mặt nạ trọng số trộn nhỏ nhất

Để giảm yêu cầu lưu trữ của các mặt nạ trộn được tính toán trước, phương pháp lưu trữ mặt nạ trộn nhỏ nhất có thể giảm tới 84-91% yêu cầu bộ nhớ để lưu trữ các trọng số trộn.

Cho $g_sampleWeight_L []$ là các mặt nạ định trước của các trọng số trộn. Giả sử rằng N là số các mặt nạ định trước trong mỗi tập hợp, và N được đặt bằng $NA \gg 1$, trong đó NA là số các góc được hỗ trợ trong GEO. $M \times M$ là kích thước của các mặt nạ định trước đối với các trọng số trộn, và M được đặt bằng $128 + ((ND - 1) \times (128 \gg S)) \ll 1$, trong đó ND là số bước được hỗ trợ trong GEO và S được đặt bằng

ND-1. Để thiết lập 32 góc với 5 bước, N được đặt bằng 16 và M được đặt bằng 192.
Để thiết lập 24 góc với 4 bước, N được đặt bằng 12 và M được đặt bằng 224.

Đối với khối có kích thước $W \times H$ với chỉ số phân vùng hình học K, thì các trọng số trộn cho các mẫu độ sáng được dẫn xuất như sau. Các biến số góc φ và khoảng cách ρ được lấy từ bảng tra cứu bằng cách sử dụng chỉ số phân vùng hình học K. Các biến số offsetX và offsetY có thể được tính như sau:

$$offsetX = \begin{cases} (M - W) \gg 1, \varphi \% N = 8 \text{ hoặc } (\varphi \% N \neq 0 \text{ và } H \geq W) \\ ((M - W) \gg 1) + \varphi < N ? (\rho \times W) \gg S : -((\rho \times W) \gg S), \text{ nếu không thì} \end{cases} \quad (\text{Phương trình 12})$$

$$offsetY = \begin{cases} ((M - H) \gg 1) + \varphi < N ? (\rho \times H) \gg S : -((\rho \times H) \gg S), \\ \varphi \% N = 8 \text{ hoặc } (\varphi \% N \neq 0 \text{ và } H \geq W) \\ (M - H) \gg 1, \text{ nếu không thì} \end{cases} \quad (\text{Phương trình 13})$$

$$sampleWeight_L[x][y] = g_sampleWeight_L[\varphi \% N][x + offsetX][y + offsetY] \quad (\text{Phương trình 14})$$

Một ví dụ về quy trình dự báo mẫu có trọng số với lưu trữ mặt nạ trọng số trộn nhỏ nhất cho GEO được mô tả như sau. Đầu vào quy trình này bao gồm hai các biến số nCbW và nCbH chỉ định chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, hai mảng $(nCbW) \times (nCbH)$ predSamplesLA và predSamplesLB, biến số angleIdx chỉ định chỉ số góc của phân vùng hình học, biến số distanceIdx chỉ định khoảng cách idx của phân vùng hình học, và biến số cIdx chỉ định chỉ số thành phần màu. Đầu ra của quy trình này bao gồm mảng $(nCbW) \times (nCbH)$ pbSamples gồm các giá trị mẫu dự báo và biến số partIdx.

Biến số bitDepth có thể được dẫn xuất như sau: nếu $cIdx=0$, thì

$$bitDepth = BitDepthY; \text{ ngược lại, thì } bitDepth = BitDepthC.$$

Các biến số $shift1 = \text{Max}(5, 17 - bitDepth)$ và $offset1 = 1 \ll (shift1 - 1)$.

Mảng trọng số $sampleWeight_L[x][y]$ cho độ sáng và $sampleWeight_C[x][y]$ cho sắc độ với $x=0..nCbW-1$ và $y=0..nCbH-1$ có thể được dẫn xuất như sau:

Biến số $hwRatio = nCbH / nCbW$.

Các biến số $displacementX = angleIdx$ và

$$displacementY = (displacementX + 8) \% 32.$$

Biến số $partIdx = (angleIdx \geq 13 \&\& angleIdx \leq 27) ? 1 : 0$.

Biến số rho có thể được đặt bằng giá trị sau đây bằng cách sử dụng bảng tra cứu 2. $\rho = (\text{Dis}[\text{displacementX}] \ll 8) + (\text{Dis}[\text{displacementY}] \ll 8)$.

Nếu một trong các điều kiện sau đây là true, thì biến số shiftHor=0: (1) $\text{angleIdx} \% 16 = 8$; và (2) $\text{angleIdx} \% 16 \neq 0$ và $\text{hwRatio} \geq 1$. Ngược lại, thì shiftHor=1.

Nếu shiftHor=0, $\text{offsetX} = (256 - \text{nCbW}) \gg 1$, thì $\text{offsetY} = (256 - \text{nCbH}) \gg 1 + \text{angleIdx} < 16 ? (\text{distanceIdx} * \text{nCbH}) \gg 3 : -((\text{distanceIdx} * \text{nCbH}) \gg 3)$.

Ngược lại, nếu shiftHor=1, thì $\text{offsetX} = (256 - \text{nCbW}) \gg 1 + \text{angleIdx} < 16 ? (\text{distanceIdx} * \text{nCbW}) \gg 3 : -((\text{distanceIdx} * \text{nCbW}) \gg 3)$, $\text{offsetY} = (256 - \text{nCbH}) \gg 1$.

Biến số weightIdx và weightIdxAbs có thể được tính bằng cách sử dụng bảng tra cứu 2 với $x = 0.. \text{nCbW} - 1$ và $y = 0.. \text{nCbH} - 1$ như sau:

$\text{weightIdx} = (((x + \text{offsetX}) \ll 1) + 1) * \text{Dis}[\text{displacementX}] + (((y + \text{offsetY}) \ll 1) + 1) * \text{Dis}[\text{displacementY}] - \rho$, $\text{weightIdxAbs} = \text{Clip3}(0, 26, \text{abs}(\text{weightIdx}))$.

Trị số của $\text{sampleWeightL}[x][y]$ với $x = 0.. \text{nCbW} - 1$ và $y = 0.. \text{nCbH} - 1$ có thể được đặt theo Bảng 3 trong dòng GeoFilter.

$\text{sampleWeightL}[x][y] = \text{weightIdx} \leq 0 ? \text{GeoFilter}[\text{weightIdxAbs}]: 8 - \text{GeoFilter}[\text{weightIdxAbs}]$.

Trị số $\text{sampleWeightC}[x][y]$ với $x = 0.. \text{nCbW} - 1$ và $y = 0.. \text{nCbH} - 1$ có thể được đặt như sau: $\text{sampleWeightC}[x][y] = \text{sampleWeightL}[(x \ll (\text{SubWidthC} - 1))] [(y \ll (\text{SubHeightC} - 1))]$.

V. Quy trình lưu trữ vector chuyển động cho GEO

V.1 Dẫn xuất vector chuyển động giống TPM

Trong một số trường hợp, các trọng số mẫu độ sáng ở bốn góc của đơn vị lưu trữ chuyển động 4x4 có thể được cộng dồn. Tổng này có thể được so sánh với hai ngưỡng để xác định xem liệu một trong hai thông tin chuyển động dự báo đơn nhất và thông tin chuyển động dự báo kép này có được lưu trữ hay không. Thông tin chuyển

động dự báo kép có thể được dẫn xuất bằng cách sử dụng cùng một quy trình cho TPM.

Một ví dụ về quy trình lưu trữ vector chuyển động cho GEO được mô tả như sau.

Mảng `motionIdx[xSbIdx][ySbIdx]` với $xSbIdx=0..(nCbw>>2)-1$ và $ySbIdx=0..(nCbh>>2)-1$ có thể được dẫn xuất như sau:

```
Các biến số threshScaler=(wIdx+hIdx)>>1)-1, threshLower
=32>>threshScaler, threshUpper=32-threshLower,
Cnt=sampleWeightL[(xSbIdx<<2)][(ySbIdx<<2)]+sampleWeightL[(xS
bIdx<<2)+3][(ySbIdx<<2)]+sampleWeightL[(xSbIdx<<2)][(ySbIdx<<2
)+3]+sampleWeightL[(xSbIdx<<2)+3][(ySbIdx<<2)+3],
Cnt=partIdx?32-Cnt:Cnt,
motionIdx[xSbIdx][ySbIdx]=Cnt<=threshLower?0:Cnt>=threshUpper?1
:2.
```

Nếu `merge_geo_flag[xCb][yCb]=1`, thì `sType=motionIdx[xSbIdx][ySbIdx]` với $xSbIdx=0..numSbX-1$, và $ySbIdx=0..numSbY-1$.

V.2 Quy trình lưu trữ vector chuyển động đơn giản hóa

Trong một số trường hợp, quy trình lưu trữ vector chuyển động còn được đơn giản hóa. Khoảng cách giữa vị trí trung tâm của đơn vị lưu trữ chuyển động 4x4 và đường biên tách có thể được tính và được so sánh với ngưỡng cố định để xác định xem thông tin chuyển động dự báo đơn hay thông tin chuyển động dự báo kép sẽ được lưu trữ cho đơn vị lưu trữ chuyển động 4x4. Dấu của khoảng cách này cho biết thông tin chuyển động dự báo đơn nhất nào cần được lưu trữ trong trường hợp lưu trữ dự báo đơn nhất. Sự phụ thuộc của mặt nạ trộn và lưu trữ chuyển động có thể được loại bỏ.

```
Nếu merge_geo_flag[xCb][yCb]=1, thì wIdx=log2(cbWidth),
hIdx=log2(cbHeight), whRatio=(wIdx >= hIdx)?wIdx-hIdx:hIdx-wIdx,
scaleIdx=(wIdx>=hIdx)?hIdx-3:wIdx-3, displacementX=angleIdx,
displacementY=(displacementX+8)%32,
```


$$\text{angleN} = (\text{wIdx} \geq \text{hIdx}) ? (\text{angleIdx} > 3 \& 1) ? \text{angleIdx} \% 8 : 8 - \text{angleIdx} \% 8 : (\text{angleIdx} > 3 \& 1) ? 8 - \text{angleIdx} \% 8 : \text{angleIdx} \% 8.$$

Biến số rho được đặt bằng giá trị sau đây bằng cách sử dụng các bảng tra cứu ở các dòng stepDis và Dis, được nêu trong Bảng 1 và Bảng 2.

$$\text{rho} = \text{distanceIdx} * (\text{stepDis}[\text{whRatio}][\text{angleN}] < \text{scaleIdx}) + (\text{Dis}[\text{displacementX}] < \text{wIdx}) + (\text{Dis}[\text{displacementY}] < \text{hIdx}).$$

Biến số motionOffset được đặt bằng giá trị sau đây bằng cách sử dụng các bảng tra cứu ở dòng Dis, được nêu trong Bảng 1 và Bảng 2.

$$\text{motionOffset} = 3 * \text{Dis}[\text{displacementX}] + 3 * \text{Dis}[\text{displacementY}].$$

Biến số motionIdx được tính bằng cách sử dụng bảng tra cứu 2 như sau:

$$\begin{aligned} \text{motionIdx} = & ((\text{xSbIdx} < 3) + 1) * \text{Dis}[\text{displacementX}] + ((\text{xSbIdx} < 3) + 1) * \\ & \text{Dis}[\text{displacementY}] - \text{rho} + \text{motionOffset}. \end{aligned}$$

Biến số sType được dẫn xuất như sau: nếu partIdx=1, thì

$$\begin{aligned} \text{sType} &= \text{abs}(\text{motionIdx}) < 256 ? 2 : \text{motionIdx} \leq 0 ? 1 : 0; \text{ ngược lại, thì} \\ \text{sType} &= \text{abs}(\text{motionIdx}) < 256 ? 2 : \text{motionIdx} \leq 0 ? 0 : 1. \end{aligned}$$

V.3 Quy trình lưu trữ vector chuyển động nhỏ nhất

Để giảm bộ nhớ cần để lưu trữ các mặt nạ để lưu trữ trường chuyển động, trong một quy trình, tất cả thông tin từ mặt nạ định trước có thể được dẫn xuất cho các mặt nạ của lưu trữ trường chuyển động. Quy trình này được gọi khi giải mã đơn vị mã hóa có MergeWedgeFlag[xCb][yCb]=1. Đầu vào quy trình này bao gồm vị trí độ sáng (xCb, yCb) chỉ định mẫu trên cùng bên trái của khối mã hóa hiện tại so với mẫu độ sáng trên cùng bên trái của ảnh hiện tại, biến số cbWidth chỉ định chiều rộng của khối mã hóa hiện tại trong các mẫu độ sáng, biến số cbHeight chỉ định chiều cao của khối mã hóa hiện tại trong các mẫu độ sáng, các vector chuyển động độ sáng này ở độ chính xác 1/16 mẫu mvA và mvB, các chỉ số tham chiếu refIdxA và refIdxB, và các cờ danh sách dự báo predListFlagA và predListFlagB.

Các biến số numSbX và numSbY chỉ định số các khối 4x4 trong khối mã hóa hiện tại theo hướng ngang và dọc được đặt bằng numSbX=cbWidth>>2 và numSbY=cbHeight>>2.

Các biến số $\text{displacementX} = \text{angleIdx}$, $\text{displacementY} = (\text{displacementX} + 8) \% 32$,
 $\text{hwRatio} = \text{nCbH} / \text{nCbW}$.

Nếu một trong các điều kiện sau đây là true, thì biến số $\text{shiftHor} = 0$: (1)
 $\text{angleIdx} \% 16 = 8$; và (2) $\text{angleIdx} \% 16 \neq 0$ và $\text{hwRatio} \geq 1$. Ngược lại, thì
 $\text{shiftHor} = 1$.

Biến số $\text{partIdx} = (\text{angleIdx} \geq 13 \ \&\& \ \text{angleIdx} \leq 27) ? 1 : 0$.

Nếu $\text{shiftHor} = 0$, thì $\text{offsetX} = (64 - \text{numSbX}) >> 1$,
 $\text{offsetY} = (64 - \text{numSbY}) >> 1 + \text{angleIdx} < 16 ? (\text{distanceIdx} * \text{nCbH}) >> 5 : -$
 $((\text{distanceIdx} * \text{nCbH}) >> 5)$. Ngược lại, nếu $\text{shiftHor} = 1$, thì $\text{offsetX} = (64 -$
 $\text{numSbX}) >> 1 + \text{angleIdx} < 16 ? (\text{distanceIdx} * \text{nCbW}) >> 5 : -((\text{distanceIdx} * \text{nCbW}) >> 5)$, $\text{offsetY} = (64 - \text{numSbY}) >> 1$.

Trị số của biến số rho được dẫn xuất theo phương trình dưới đây và bảng tra cứu Dis được nêu trong Bảng 2.

$$\text{rho} = (\text{Dis}[\text{displacementX}] < 8) + (\text{Dis}[\text{displacementY}] < 8).$$

Biến số motionOffset được đặt bằng giá trị sau đây bằng cách sử dụng các bảng tra cứu ở dòng Dis, được nêu trong Bảng 1 và Bảng 2.

$$\text{motionOffset} = 3 * \text{Dis}[\text{displacementX}] + 3 * \text{Dis}[\text{displacementY}].$$

Đối với mỗi khối con 4x4 có chỉ số khối con $(\text{xSbIdx}, \text{ySbIdx})$ với
 $\text{xSbIdx} = 0.. \text{numSbX} - 1$, và $\text{ySbIdx} = 0.. \text{numSbY} - 1$, thì biến số motionIdx
được tính bằng cách sử dụng bảng tra cứu 2 như sau:

$$\text{motionIdx} = (((\text{xSbIdx} + \text{offsetX}) < 3) + 1) * \text{Dis}[\text{displacementX}] + (((\text{xSbIdx} + \text{offsetY} < 3) + 1)) * \text{Dis}[\text{displacementY}] - \text{rho} + \text{motionOffset}.$$

VI. Quy trình trộn và Lưu trữ trường chuyển động

Trong GEO như được mô tả trong các phần III, IV và V trên, việc xác định quy trình dự báo mẫu có trọng số và lưu trữ trường chuyển động rất tốn kém về mặt tính toán. Trong một số ví dụ (ví dụ, như được mô tả trong phần IV.1 và V.1), nếu các trọng số trộn và kiểu vector chuyển động được lưu trữ được tính toán nhanh chóng, thì số lượng các phép nhân, phép dịch chuyển, và phép cộng cho một khối các mẫu có kích thước $W \times H$ có thể là như sau:

- Phép nhân: $3 + 2 \times W \times H + 0 \times (W \times H / 16)$

- Phép dịch chuyển: $6+3 \times W \times H + 8 \times (W \times H / 16)$
- Phép cộng: $10+6 \times W \times H + 7 \times (W \times H / 16)$

Ví dụ, đối với khối 8×8 , 2,04 phép nhân, 3,09 phép dịch chuyển và 6,16 phép cộng là cần cho mỗi mẫu. Ngoài ra, ba bảng tra cứu được sử dụng để tính toán nhanh chóng trong một số ví dụ. Giá trị ρ trong Phương trình 8 là một hàm số phức tạp với các phép toán dấu phẩy động, và được thực hiện bằng cách sử dụng bảng tra cứu. Hai bảng tra cứu khác là bảng tra cứu giá trị $\cos[\cdot]$ và bảng biến đổi để chuyển đổi chỉ số trọng số trộn thành giá trị trọng số trộn. Do đó, cần rất nhiều thao tác điện toán để tính toán nhanh chóng các mặt nạ trọng số trộn và các mặt nạ kiểu vector chuyển động cho mỗi các khối được mã hóa GEO.

Để giảm độ phức tạp tính toán này, các mặt nạ trọng số trộn và các mặt nạ kiểu lưu trữ vector chuyển động có thể được tính và được lưu trữ trước trong bộ nhớ trong một số ví dụ. Tuy nhiên, kích thước lưu trữ bộ nhớ là một thách thức trong thiết kế. Lấy biến thể 140 chế độ của GEO làm ví dụ, thì bộ nhớ cần để lưu trữ thông tin đó có thể được tính như sau:

- Đối với các trọng số trộn: $(8 \times 8 + 8 \times 16 + 8 \times 32 + 8 \times 64 + 16 \times 8 + 16 \times 16 + 16 \times 32 + 16 \times 64 + 32 \times 8 + 32 \times 16 + 32 \times 32 + 32 \times 64 + 64 \times 8 + 64 \times 16 + 64 \times 32 + 64 \times 64 + 64 \times 128 + 128 \times 64 + 128 \times 128) \times 140 \times 4 = 26.414.080 \text{ bit} = 3.301.760 \text{ byte} \cong 3,3 \text{ Mbyte}$
- Đối với lưu trữ trường chuyển động: $(2 \times 2 + 2 \times 4 + 2 \times 8 + 2 \times 16 + 4 \times 2 + 4 \times 4 + 4 \times 8 + 4 \times 16 + 8 \times 2 + 8 \times 4 + 8 \times 8 + 8 \times 16 + 16 \times 2 + 16 \times 4 + 16 \times 8 + 16 \times 16 + 16 \times 32 + 32 \times 16 + 32 \times 32) \times 140 \times 2 = 825.440 \text{ bit} = 103.180 \text{ byte} \cong 103 \text{ Kbyte}$

Dựa trên kết quả tính toán trên, yêu cầu bộ nhớ lưu trữ cho ba biến thể của GEO được liệt kê trong Bảng 4:

Bảng 4

	140 chế độ phân vùng	108 chế độ phân vùng	80 chế độ phân vùng
Các trọng số trộn	3.301.760 byte	2.547.072 byte	1.886.720 byte
Lưu trữ chuyển động	103.180 byte	79.596 byte	58.960 byte
Tổng cộng	3.404.940 byte $\approx 3,4$ Mbyte	2.626.668 byte $\approx 2,6$ Mbyte	1.945.680 byte $\approx 1,9$ Mbyte

Do số lượng lớn các chế độ phân vùng, nên có thể khó lưu trữ tất cả các trọng số thích ứng và các mặt nạ kiểu vector chuyển động để lưu trữ trường chuyển động cho mỗi kích thước khối và chế độ phân vùng trong các cách thực hiện thực tế. Để giảm bộ nhớ cần để lưu trữ các trọng số thích ứng và các mặt nạ kiểu vector chuyển động để lưu trữ trường chuyển động, hai bộ mặt nạ định trước, một dành cho dẫn xuất các trọng số trộn và một dành cho các mặt nạ lưu trữ trường chuyển động, có thể được sử dụng bằng các kỹ thuật được mô tả trong các phần IV.2 và V.3. Bộ nhớ cần cho các trọng số trộn và mặt nạ lưu trữ trường chuyển động có thể được giảm. Nhưng dung lượng bộ nhớ cần thiết vẫn còn lớn để thực hiện thực tế. Giả sử N được đặt bằng $N_A \gg 1$, trong đó N_A là số các góc được hỗ trợ trong GEO, và M được đặt bằng $128 + ((N_D - 1) \times (128 \gg S)) \ll 1$, trong đó N_D là số bước được hỗ trợ trong chế độ GEO, và S được đặt bằng $N_D - 1$. Số bit cần để lưu trữ các mặt nạ định trước này được liệt kê như sau:

- Đối với các trọng số trộn: $(M \times M) \times N \times 4$
- Đối với lưu trữ trường chuyển động: $(M \times M)/16 \times N \times 2$

Yêu cầu Bộ nhớ lưu trữ cho ba biến thể của GEO được liệt kê trong Bảng 5 dưới đây:

Bảng 5

	140 các chế độ phân vùng	108 chế độ phân vùng	80 chế độ phân vùng
Các trọng số trộn	294.912 byte	401.408 byte	301.056 byte
Lưu trữ chuyển động	9.216 byte	12.544 byte	9.408 byte
Tổng cộng	304.128 byte	413.952 byte	310.464 byte
Thiết kế trước	3.404.940 byte	2.626.668 byte	1.945.680 byte
% giảm	91%	84%	84%

Các phương án để tiếp tục đơn giản hóa quy trình trộn có trọng số và quy trình lưu trữ trường chuyển động trong GEO được mô tả dưới đây. Các kỹ thuật trong các phương án này cho phép nhanh chóng tính toán hệ số trọng số và xác định kiểu vector lưu trữ chuyển động bằng một bảng nhỏ để tra cứu các giá trị lượng giác (ví dụ, các giá trị cosin).

Như mô tả, các mặt nạ trọng số trộn của chế độ hợp nhất hình học có thể được dẫn xuất từ khoảng cách của vị trí mẫu và đường biên tách bằng cách sử dụng các bảng tra cứu với Phương trình 7 và Phương trình 9 dưới đây.

$$wIdx(x, y) = x \times \cos(\varphi) + y \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) - \left(\rho + \frac{w}{2} \times \cos(\varphi) + \frac{h}{2} \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)\right) \quad \text{(Phương trình 7)}$$

trong đó

$$\rho = i \times \frac{\left(\frac{h}{2} \times \tan(\varphi) + \frac{w}{2}\right) \times \cos(\varphi) - \rho_{\text{margin}}}{n}, \text{ trong đó } 0 \leq \varphi < \frac{\pi}{2} \quad \text{(Phương trình 9)}$$

Trong Phương trình 7, φ là giá trị góc tương ứng với cạnh phân vùng và ρ là khoảng cách giữa tâm của khối mã hóa hiện tại và đường biên tách. Trong Phương trình 9, n là tổng số bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước khoảng cách cho phân vùng GEO với góc φ . Giá trị ρ_{margin} được chuyển dịch ngược lại trong Phương trình 9 để tránh không cho đường biên tách nằm quá gần với góc đỉnh của

khối mã hóa hiện tại. Chẳng hạn, giá trị thông thường của ρ_{margin} cho khối 8×8 có thể là 1,0 trong một số ví dụ.

ρ_{margin} phụ thuộc khối và góc

Trong một phương án, trị số ρ_{margin} trong Phương trình 9, được sử dụng để tránh không cho đường biên tách (cạnh phân vùng) nằm quá gần với góc đỉnh của khối mã hóa, không phải là hằng số. Ví dụ, trị số ρ_{margin} có thể thay đổi tùy thuộc vào chiều rộng khối và/hoặc chiều cao khối và/hoặc φ (góc của đường biên tách).

Trị số ρ_{margin} có thể được xác định là hàm số của góc φ phân vùng GEO và chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại. Ví dụ, ρ_{margin} có thể được dẫn xuất từ các phương trình sau đây:

$$\rho_{\text{margin}} = ((w \gg 3) + (h \gg 3) \times \tan(\varphi)) \times \cos(\varphi) \quad (\text{Phương trình 15})$$

$$= (w \gg 3) \times \cos(\varphi) + (h \gg 3) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (\text{Phương trình 16})$$

Theo Phương trình 17 và Phương trình 18, độ bù khoảng cách ρ có thể được đơn giản hóa như sau.

$$\rho = i \times \frac{\cos(\varphi) \times \left(\frac{w}{2} - (w \gg 3)\right) - \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \times \left(\frac{h}{2} - (h \gg 3)\right)}{n} \quad (\text{Phương trình 17})$$

$$= \frac{3iw}{8n} \times \cos(\varphi) - \frac{3ih}{8n} \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (\text{Phương trình 18})$$

Do đó, việc tính toán độ bù khoảng cách ρ có thể được thực hiện bằng các phép dịch chuyển, phép nhân, và phép cộng cùng với phép tra bảng tra cứu giá trị cosin. Việc tính toán đã được đơn giản hóa với việc sử dụng giá trị ρ_{margin} không đổi.

Tính toán nhanh chóng chỉ số trọng số trộn bằng một bảng tra cứu

Trong một phương án, chỉ bảng tra cứu để tính cosin được sử dụng trong khi tính toán chỉ số trọng số trộn. Do đó, tất cả các tính toán chỉ số trọng số có thể được triển khai nhanh chóng mà không cần kiểm tra bảng lớn để lưu trữ các mặt nạ trọng số trộn.

Dựa trên Phương trình 18 nêu trên, các mặt nạ pha trộn của GEO được dẫn xuất từ khoảng cách của vị trí mẫu tới đường biên tách như được thể hiện trong Phương trình 7 có thể được tiếp tục đơn giản hóa như sau.

$$wIdx(x, y) = \left(x - \frac{w}{2}\right) \times \cos(\varphi) + \left(y - \frac{h}{2}\right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) - \rho \quad (\text{Phương trình 19})$$

$$= \left(x - \frac{w}{2}\right) \times \cos(\varphi) + \left(y - \frac{h}{2}\right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) - \left(\frac{3iw}{8n} \times \cos(\varphi) - \frac{3ih}{8n} \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)\right) \quad (\text{Phương trình 20})$$

$$= \left(x - \frac{w \times (4n + 3i)}{8n}\right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n + 3i)}{8n}\right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (\text{Phương trình 21})$$

Nếu số bước khoảng cách n là giá trị của lũy thừa 2, thì các phép chia trong Phương trình 21 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phép dịch chuyển sang phải như được thể hiện trong Phương trình 22, có hoặc không có phần bù làm tròn trước khi dịch chuyển sang phải.

$$wIdx(x, y) = \left(x - \left((w \times (4n + 3i)) \gg (3 + \log_2 n)\right)\right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \left((h \times (4n + 3i)) \gg (3 + \log_2 n)\right)\right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (\text{Phương trình 22})$$

Theo Phương trình 22, chỉ số trọng số trộn cho mỗi mẫu có thể thu được bằng cách sử dụng bộ nhân, bộ cộng, và một bảng tra $\cos[.]$. Ngoài ra, Phương trình 22 thể hiện rằng chỉ một bảng $\cos[.]$ được sử dụng cho chỉ số trọng số trộn của tất cả các mẫu trong CU hiện tại. Nó cũng đưa ra một gợi ý rằng giá trị $\cos[.]$ này có thể được truy cập một lần và sau đó được truyền tới tất cả các mẫu trong CU hiện tại để tính toán chỉ số trọng số này.

Tính toán chỉ với số nguyên

Trong một phương án, để tránh các phép toán với dấu phẩy động, các thành phần để dẫn xuất chỉ số trọng số trộn có thể được chia tỷ lệ tăng, dẫn đến giá trị được

chia tỷ lệ tăng của chỉ số trọng số này. Giá trị được chia tỷ lệ tăng này sau đó có thể được chia tỷ lệ ngược trở lại khoảng giá trị bình thường của nó.

Ví dụ, mỗi giá trị cosin trong bảng tra $\cos[.]$ có thể được thể hiện như một giá trị dấu phẩy cố định m-bit, trong đó m có thể là giá trị dương như 6 hoặc 3. Ngoài ra, tâm mẫu cũng được sử dụng trong hình ảnh kỹ thuật số với việc lấy mẫu rời rạc để tính toán chỉ số trọng số trộn. Chỉ số trọng số $wIdx(x, y)$ có thể được chia tỷ lệ với hệ số tỷ lệ bằng 2^{m+4} để tránh phép toán dấu phẩy động và bù đắp cho tình huống lấy mẫu rời rạc. Phương trình 21 có thể được viết lại thành Phương trình 23. Để giữ độ chính xác tương đối cao, có thể áp dụng phần bù làm tròn.

$$wIdx(x, y) = \left(\left((x \ll 1) + 1 \right) \ll 3 \right) - \frac{\left((w \times (4n + 3i)) \ll 1 \right)}{n} \times \cos[\varphi] - \left(\left((y \ll 1) + 1 \right) \ll 3 \right) - \frac{\left((h \times (4n + 3i)) \ll 1 \right)}{n} \times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right] \quad \text{(Phương trình 23)}$$

trong đó $\cos[\varphi]$ và $\cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right]$ được triển khai dưới dạng bảng tra cấu m-bit.

Nếu số bước khoảng cách n là giá trị của lũy thừa 2, thì các phép chia trong Phương trình 23 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phép dịch chuyển sang phải như được thể hiện trong Phương trình 24. Phần bù làm tròn cũng có thể được áp dụng.

$$wIdx(x, y) = \left(\left((x \ll 1) + 1 \right) \ll 3 \right) - \left(\left((w \times (4n + 3i)) \ll 1 \right) \gg \log_2 n \right) \times \cos[\varphi] - \left(\left((y \ll 1) + 1 \right) \ll 3 \right) - \left(\left((h \times (4n + 3i)) \ll 1 \right) \gg \log_2 n \right) \times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right] \quad \text{(Phương trình 24)}$$

Các góc trong bốn góc phần tư

Trong một phương án, việc tính toán chỉ số trọng số có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các công thức khác nhau, tùy thuộc vào góc phần tư của góc φ của đường biên tách. Ví dụ, để tính đường biên tách, cả hai trị số của $\cos(\varphi)$ và $\cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)$ có thể là số dương. Do đó, bốn công thức mặt nạ trọng số trộn khác nhau có thể

được sử dụng cho chỉ số góc phân vùng tương ứng với bốn góc phần tư khác nhau. Phương trình chỉ số trọng số trộn cho bốn góc phần tư khác nhau được đưa ra dưới đây.

$$wIdx(x, y) =$$

$$\begin{cases} \left(x - \frac{w \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right), \text{ khi } 0 \leq \varphi < \frac{\pi}{2} \\ \left(x - \frac{w \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right), \text{ khi } \frac{\pi}{2} \leq \varphi < \pi \\ \left(x - \frac{w \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right), \text{ khi } \pi \leq \varphi < \frac{3\pi}{2} \\ \left(x - \frac{w \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right), \text{ khi } \frac{3\pi}{2} \leq \varphi < 2\pi \end{cases}$$

(Phương trình 25)

Tính toán chỉ số trọng số trộn theo từng hàng và theo từng cột

Trong một phương án, chỉ số trọng số $wIdx(x, y)$ có thể được tính theo hàng, tức là giá trị của hàng hiện tại, $wIdx(x, y)$, được dẫn xuất dựa trên giá trị của hàng trước đó $wIdx(x, y-1)$. Theo cách khác, chỉ số trọng số này $wIdx(x, y)$ có thể được tính theo cột, tức là, các chỉ số trọng số của cột hiện tại, $wIdx(x, y)$, được dẫn xuất dựa trên các chỉ số trọng số của cột trước đó, $wIdx(x-1, y)$.

Đối với vị trí mẫu (x, y) , mặt nạ trộn có thể được dẫn xuất bằng cách sử dụng Phương trình 26-28 dựa trên Phương trình 23.

$$wIdx(x, y) = \left(\left(\left(\left((x-1) + 1 \right) \ll 1 \right) + 1 \right) \ll 3 \right) - \frac{\left((w \times (4n + 3i)) \ll 1 \right)}{n} \times \cos[\varphi] - \left(\left((y \ll 1) + 1 \right) \ll 3 \right) - \frac{\left((h \times (4n + 3i)) \ll 1 \right)}{n} \times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right] \quad \text{(Phương trình 26)}$$

$$= (1 \ll 4) \times \cos[\varphi] + \left(\left(\left((x-1) \ll 1 \right) + 1 \right) \ll 3 \right) - \frac{\left((w \times (4n + 3i)) \ll 1 \right)}{n} \times \cos[\varphi] - \left(\left((y \ll 1) + 1 \right) \ll 3 \right) - \frac{\left((h \times (4n + 3i)) \ll 1 \right)}{n} \times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right] \quad \text{(Phương trình 27)}$$

$$= (1 \ll 4) \times \cos[\varphi] + wIdx(x-1, y)$$

(Phương
trình 28)

Như được thể hiện trong Phương trình 26, chỉ số trọng số $wIdx(x, y)$ có thể được dẫn xuất từ chỉ số trọng số trộn của pixel lân cận bên trái của cột trước đó với giá trị bù cố định. Giá trị bù cố định là $\cos(\varphi)$, là giá trị trong bảng tra cứu đơn giản với chỉ số góc tương ứng, với hệ số tỷ lệ. Do đó, chỉ cần một cột các giá trị chỉ số trọng số trộn để lưu trữ mặt nạ. Các cột chỉ số trọng số khác có thể được xác định bằng cách sử dụng các giá trị chỉ số trọng số trộn của cột trước đó với giá trị bù cố định.

Đối với vị trí mẫu (x, y) , mặt nạ trộn hoặc chỉ số trọng số trộn của mẫu pixel này cũng có thể được dẫn xuất bằng cách sử dụng các Phương trình 29-31 dựa trên Phương trình 23.

$$wIdx(x, y) = \left(\left(((x \ll 1) + 1) \ll 3 \right) - \frac{((w \times (4n + 3i)) \ll 1)}{n} \right) \times \cos[\varphi]$$

$$- \left(\left(\left(\left(((y - 1) + 1) \ll 1 \right) + 1 \right) \ll 3 \right) \right.$$

$$\left. - \frac{((h \times (4n + 3i)) \ll 1)}{n} \right) \times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right]$$

(Phương
trình
29)

$$= (1 \ll 4) \times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right]$$

$$+ \left(\left(((x \ll 1) + 1) \ll 3 \right) - \frac{((w \times (4n + 3i)) \ll 1)}{n} \right)$$

$$\times \cos[\varphi]$$

$$- \left(\left(\left(((y - 1) \ll 1) + 1 \right) \ll 3 \right) - \frac{((h \times (4n + 3i)) \ll 1)}{n} \right)$$

$$\times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right]$$

(Phương
trình
30)

$$= (1 \ll 4) \times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right] + wIdx(x, y - 1)$$

(Phương
trình
31)

Trong Phương trình 29, chỉ số trọng số $wIdx(x,y)$ có thể được dẫn xuất từ chỉ số trọng số trộn của pixel lân cận bên trên ở hàng trên với giá trị bù cố định. Giá trị bù cố định, $(1 \ll 4) \times \cos\left[\varphi + \frac{\pi}{2}\right]$, có thể được dẫn xuất từ bảng tra cứu đơn giản, $\cos[.]$, bằng cách sử dụng chỉ số góc cho trước với phép dịch chuyển pha $\frac{\pi}{2}$. Do đó, chỉ cần một hàng các giá trị trọng số trộn để lưu trữ mặt nạ. Các hàng khác có thể được triển khai bằng cách sử dụng các giá trị trọng số trộn của hàng trước đó với giá trị bù cố định.

Dẫn xuất độc lập các chỉ số trọng số

Trong một phương án, chỉ số trọng số tại vị trí (x, y) trong khối mã hóa có thể được dẫn xuất từ giá trị chỉ số trọng số cụ thể, $wIdx(0,0)$ (mà có thể được xác định dựa trên kích thước khối, độ bù khoảng cách ρ , góc phân vùng φ), tùy thuộc vào tọa độ (x, y) và bảng cosin. Bằng cách này, chỉ số trọng số của mỗi mẫu trong khối mã hóa có thể được dẫn xuất một cách độc lập.

Từ Phương trình 7, có thể dẫn xuất được phương trình sau:

$$wIdx(x,y) = wIdx(0,0) + x \times \cos(\varphi) + y \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (\text{Phương trình 32})$$

trong đó

$$wIdx(0,0) = -\left(\rho + \frac{w}{2} \times \cos(\varphi) + \frac{h}{2} \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)\right) \quad (\text{Phương trình 33})$$

Do đó, sau khi xác định giá trị của $wIdx(0,0)$, chỉ số trọng số của mỗi mẫu trong khối có thể được tính song song bằng Phương trình 32.

Chuyển đổi từ chỉ số trọng số sang trọng số trộn không dùng bảng tra cứu

Trong một phương án, bảng tra cứu dựa trên chỉ số trọng số để chuyển đổi trọng số trộn cuối cùng được thay thế bằng việc chuyển đổi dựa trên tính toán. Do các phép toán kiểm tra bảng tra cứu đã được loại bỏ, hệ số trọng số cuối cùng của mỗi mẫu có thể được dẫn xuất song song.

Trong một số ví dụ, như xử lý mẫu có trọng số của GEO được mô tả trong phần VI, giá trị của trọng số mẫu được đặt theo bảng tra cứu (ví dụ, bảng tra cứu GeoFilter

[], Bảng 3). Để loại bỏ hạn chế liên quan đến bảng tra cứu và cho phép dẫn xuất trọng số song song, giá trị trọng số của mẫu có thể được dẫn xuất nhanh chóng dựa trên hàm tuyến tính của chỉ số trọng số. Hàm tuyến tính này có thể chuyển đổi chỉ số trọng số thành trọng số trộn mà không cần trợ giúp của bảng tra cứu.

Ví dụ, phương trình dưới đây (Phương trình 34) có thể được sử dụng để chuyển đổi chỉ số trọng số thành trọng số trộn.

$$weight(x, y) = (2^{idx2wShiftBit+2} - wIdx(x, y)) \gg idx2wShiftBit \quad (\text{Phương trình 34})$$

Đối với việc tính toán dựa trên dấu phẩy động (ví dụ, Phương trình 21 và Phương trình 22), không có việc tăng tỷ lệ nào được sử dụng để tính toán $wIdx(x, y)$, và $idx2wShiftBit$ trong Phương trình 32 có thể bằng “0”. Trọng số mẫu này có thể được dẫn xuất như sau.

$$weight(x, y) = 4 - wIdx(x, y) \quad (\text{Phương trình 35})$$

Đối với việc tính toán dựa trên dấu phẩy cố định (ví dụ, Phương trình 23 và Phương trình 24), $idx2wShiftBit$ trong Phương trình 34 có thể được mô tả như trong Phương trình 36.

$$idx2wShiftBit = m + 3 \quad (\text{Phương trình 36})$$

Trọng số mẫu có thể được dẫn xuất nhanh chóng bằng cách sử dụng phép dịch chuyển sang phải như được thể hiện trong Phương trình 37.

$$weight(x, y) = (2^{m+5} - wIdx(x, y)) \gg (m + 3) \quad (\text{Phương trình 37})$$

Giá trị thông thường của m có thể là số bit chính xác của bảng cosin. Ví dụ, m có thể là 6 hoặc 3 nói chung.

Tính toán chỉ số chuyển động không dùng bảng tra cứu

Trong một phương án, phương pháp tính toán không dùng bảng tra cứu có thể được sử dụng để xác định chỉ số chuyển động. Ví dụ, chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động trong khối mã hóa hiện tại có thể được xác định, ví dụ, dựa trên tọa độ của đơn vị lưu trữ chuyển động (x_{sb}, y_{sb}) , và khoảng cách phân vùng bù p

(được biểu thị bằng n và i), góc phân vùng φ , và kích thước khối của khối mã hóa hiện tại. Do đó, các chỉ số chuyển động $\text{motionIdx}(x_{sb}, y_{sb})$ trong khối mã hóa hiện tại có thể được dẫn xuất cùng một lúc một cách độc lập (song song).

Trong một số ví dụ, khi không sử dụng quy trình lưu trữ chuyển động giống TPM, thì quy trình lưu trữ vector chuyển động có thể được dẫn xuất nhanh chóng bằng cách sử dụng khoảng cách giữa vị trí trung tâm của đơn vị lưu trữ chuyển động (khối con) và đường biên tách. Đơn vị lưu trữ chuyển động này có thể có kích thước của các mẫu 4×4 , hoặc kích thước khối con khác (ví dụ, các mẫu 8×8). Vị trí trung tâm của khối con $W \times H$ có thể được xác định như vị trí số nguyên tại $(W/2, H/2)$, hoặc $(W/2-1, H/2-1)$, hoặc các vị trí lân cận của chúng. Theo cách khác, vị trí sub-pel $((W-1)/2.0, (H-1)/2.0)$ có thể được xác định làm vị trí trung tâm. Giá trị khoảng cách nêu trên được so sánh với ngưỡng cố định để xác định xem thông tin dự báo đơn nhất hay thông tin chuyển động dự báo kép sẽ được lưu trữ cho đơn vị lưu trữ chuyển động. Dấu của khoảng cách này cho biết thông tin chuyển động dự báo đơn nhất có thể được lưu trữ trong trường hợp lưu trữ dự báo đơn nhất. Do đó, sự phụ thuộc của mặt nạ trộn và lưu trữ chuyển động có thể được loại bỏ.

Trong một ví dụ, đơn vị lưu trữ chuyển động (khối con) có kích thước các mẫu 4×4 . Các biến số x_{sb} và y_{sb} chỉ định vị trí của khối con 4×4 trong khối mã hóa hiện tại $w \times h$ theo chiều ngang và dọc. Các biến số x_{sb} và y_{sb} thỏa mãn phương trình $0 \leq x_{sb} < (w \gg 2)$ và $0 \leq y_{sb} < (h \gg 2)$. Bằng cách sử dụng khái niệm của Phương trình 23 và dẫn xuất chi tiết để lấy mẫu rời rạc với cách lấy tỷ lệ trong Phương trình 21, khoảng cách giữa vị trí trung tâm của 4×4 đơn vị lưu trữ chuyển động và đường biên tách có thể được dẫn xuất theo Phương trình 38 sau.

$$\begin{aligned} \text{motionIdx}(x_{sb}, y_{sb}) = & \left(\left(((x_{sb} \ll 3) + 1) \ll 3 \right) - \frac{((w \times (4n + 3i)) \ll 1)}{n} + 3 \right) \times \cos[\varphi] \\ & - \left(\left(((y_{sb} \ll 3) + 1) \ll 3 \right) - \frac{((h \times (4n + 3i)) \ll 1)}{n} \right. \\ & \left. + 3 \right) \times \cos \left[\varphi + \frac{\pi}{2} \right] \end{aligned}$$

(Phương trình 38)

Nếu số bước khoảng cách n là giá trị lũy thừa 2, thì các phép chia trong Phương trình 38 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phép dịch chuyển sang phải như được thể hiện trong Phương trình 39. Để giữ độ chính xác tương đối cao, có thể áp dụng phần bù làm tròn.

$$\begin{aligned} motionIdx(x_{sb}, y_{sb}) = & \left(\left(((x_{sb} \ll 3) + 1) \ll 3 \right) - \left((w \times (4n + 3i)) \ll 1 \right) \gg \log_2 n \right) + 3 \times \cos[\varphi] \\ & - \left(\left(((y_{sb} \ll 3) + 1) \ll 3 \right) \right. \\ & \left. - \left((h \times (4n + 3i)) \ll 1 \right) \gg \log_2 n \right) + 3 \times \cos \left[\varphi + \frac{\pi}{2} \right] \end{aligned}$$

(Phương trình 39)

Chỉ số chuyển động được dẫn xuất từ chỉ số trọng số trộn

Trong một phương án, chỉ số chuyển động, được ký hiệu là $motionIdx(x_{sb}, y_{sb})$, của đơn vị lưu trữ chuyển động (khối con) trong khối mã hóa được dẫn xuất trực tiếp từ chỉ số trọng số trộn của vị trí mẫu trong khối con. Bằng cách này, chi phí tính toán để xác định chỉ số chuyển động có thể được tiết kiệm hoặc giảm.

Như được mô tả trong phần V, chỉ số chuyển động có thể được dẫn xuất dựa trên khoảng cách giữa vị trí trung tâm của đơn vị lưu trữ chuyển động và đường biên tách. Chỉ số trọng số trộn này cũng có thể được dẫn xuất từ khoảng cách giữa mẫu và đường biên tách. Do đó, chỉ số chuyển động có thể được tính gần đúng từ chỉ số trọng số trộn của mẫu nằm trong khối con tương ứng, và có thể không nằm ở tâm của khối con.

Trong một ví dụ, việc tính gần đúng này có thể được thực hiện theo Phương trình 40.

$$\begin{aligned} motionIdx(x_{sb}, y_{sb}) = wIdx((x_{sb} \ll 2) + i, (y_{sb} \ll 2) \\ + j), \text{ khi } \begin{cases} 0 \leq i < 4 \\ 0 \leq j < 4 \end{cases} \end{aligned} \quad \text{(Phương trình 40)}$$

Trong Phương trình 40, đơn vị lưu trữ chuyển động trong trường chuyển động của khối mã hóa được giả định có kích thước của các mẫu 4x4. Tọa độ của vị trí mẫu trong đơn vị lưu trữ chuyển động được biểu thị bằng (i, j) . Ví dụ, đối với đơn vị lưu

trữ chuyển động có tọa độ (1, 0) trong trường chuyển động, và vị trí mẫu có tọa độ (2, 2) trong đơn vị lưu trữ chuyển động được chỉ định để tính toán chỉ số chuyển động, thì chỉ số trọng số tại vị trí mẫu $((1 \ll 2) + 2, (0 \ll 2) + 2)$, tức là (6, 2), trong khối mã hóa có thể được sử dụng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động. Quy trình tính toán này có thể là như sau.

$$motionIdx(1,0) = wIdx((1 \ll 2) + 2, (0 \ll 2) + 2) = wIdx(6, 2) \quad (\text{Phương trình 41})$$

Trong các ví dụ khác, (i, j) may be bằng (1,1), (1,2), (2,1), và (2,2) tương ứng với các vị trí mẫu lân cận vị trí trung tâm (1,5, 1,5) của khối con tương ứng.

Một cách tổng quát hơn, đối với đơn vị lưu trữ chuyển động có kích thước các mẫu $2^n \times 2^n$, thì việc tính gần đúng có thể được thực hiện theo Phương trình 42.

$$motionIdx(x_{sb}, y_{sb}) = wIdx((x_{sb} \ll n) + i, (y_{sb} \ll n) + j), \text{ khi } \begin{cases} 0 \leq i < 2^n \\ 0 \leq j < 2^n \end{cases} \quad (\text{Phương trình 42})$$

Trong các Phương trình 40-42, chỉ số giá trị trọng số trộn tại vị trí mẫu (x, y) trong khối mã hóa, được ký hiệu bằng $wIdx(x, y)$, có thể được tính theo các cách khác nhau trong các ví dụ khác nhau. Sau khi các giá trị chỉ số trọng số trộn đã được tính toán trong quy trình trộn có trọng số, các chỉ số trọng số trộn này tại các vị trí được chỉ định trong mỗi đơn vị lưu trữ vector chuyển động có thể được sử dụng trực tiếp làm các giá trị chỉ số chuyển động để xác định các kiểu vector chuyển động cần được lưu trữ cho mỗi đơn vị lưu trữ chuyển động. So với việc tính toán chỉ số chuyển động dựa trên khoảng cách của vị trí mẫu trung tâm trong đơn vị lưu trữ chuyển động tới cạnh phân vùng, thì độ phức tạp tính toán có thể được giảm.

VII. Các quy trình ví dụ về chế độ phân vùng hình học

Fig.12 thể hiện lưu đồ mô tả một quy trình ví dụ (1200) theo các phương án của sáng chế. Trong các phương án khác nhau, quy trình (1200) được thực thi bởi hệ mạch xử lý, như hệ mạch xử lý trong các thiết bị đầu cuối (210), (220), (230) và (240), hệ mạch xử lý thực hiện các chức năng của bộ giải mã video (310), hệ mạch này xử lý thực hiện các chức năng của bộ giải mã video (410), và tương tự. Theo một số phương án, quy trình (1200) có thể được triển khai bằng các câu lệnh phần mềm, do vậy khi hệ

mạch xử lý thực thi các câu lệnh phần mềm này, thì hệ mạch xử lý này cũng thực hiện quy trình (1200). Quy trình (1200) có thể bắt đầu từ bước (S1201) và tiếp tục đến bước (S1210).

Ở bước (S1210), phần tử cú pháp có thể được nhận từ dòng bit của video được mã hóa. Phần tử cú pháp này có thể được liên kết với khối mã hóa hiện tại mà được phân vùng thành phần thứ nhất và phần thứ hai dọc theo cạnh phân vùng để dự báo trong chế độ phân vùng hình học (hình học partitioning mode, GPM). Ví dụ, các phần tử cú pháp sau đây có thể được báo hiệu trong dòng bit: cờ bật GPM mức CU chỉ định GPM được kích hoạt cho khối mã hóa hiện tại; chỉ số GPM chỉ định chế độ phân vùng (tương ứng với chỉ số góc phân vùng và chỉ số bù khoảng cách trong bảng) được áp dụng cho khối mã hóa hiện tại; và hai chỉ số hợp nhất GPM tương ứng với phần thứ nhất và phần thứ hai của khối mã hóa hiện tại.

Ở bước (S1220), chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại có thể được xác định. Chỉ số trọng số này, ví dụ, có thể tương ứng với khoảng cách của vị trí mẫu tới cạnh phân vùng. Chỉ số trọng số này có thể được sử dụng sau đó để dẫn xuất trọng số trộn để trộn hai tín hiệu dự báo tương ứng với phần thứ nhất và phần thứ hai của khối mã hóa hiện tại. Trong một ví dụ, chỉ số trọng số này có thể được chuyển đổi thành trọng số trộn bằng cách sử dụng hàm tuyến tính của chỉ số trọng số này.

Ở bước (S1230), kiểu vector chuyển động được lưu trữ cho đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại có thể được xác định dựa trên chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất. Chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại được xác định ở bước (S1220) được sử dụng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất. Ví dụ, chỉ số trọng số này được xác định ở bước (S1220) có thể được sử dụng để tính gần đúng chỉ số chuyển động tại vị trí trung tâm của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất để xác định kiểu vector chuyển động được lưu trữ. Bằng cách này, chi phí để tính toán chỉ số chuyển động tại vị trí trung tâm của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất có thể được tiết kiệm hoặc được giảm. Hiệu suất giải mã với GPM có thể được cải thiện.

Ở bước (S1240), trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại có thể được lưu trữ dựa trên kiểu vector chuyển động được lưu trữ được xác định cho đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại. Ví dụ, hai

vector chuyển động tương ứng với hai chỉ số hợp nhất GPM có thể được ký hiệu là MV1 và MV2. Tùy thuộc vào kiểu vector chuyển động được lưu trữ, MV1 từ phần thứ nhất của phân vùng hình học, MV2 từ phần thứ hai của phân vùng hình học, và MV kết hợp của MV1 và MV2 được lưu trữ trong trường chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất. Quy trình (1200) có thể tiếp tục đến bước (S1299), và kết thúc ở bước (S1299).

VIII. Hệ thống máy tính

Các kỹ thuật đã mô tả ở trên có thể được triển khai dưới dạng phần mềm máy tính bằng cách sử dụng các câu lệnh máy tính đọc được và được lưu trữ vật lý trong một hoặc nhiều phương tiện máy tính có thể đọc được. Ví dụ, Fig.13 thể hiện hệ thống máy tính (1300) thích hợp để triển khai các phương án nhất định của theo sáng chế này.

Phần mềm máy tính này có thể được mã hóa bằng cách sử dụng mã máy hoặc ngôn ngữ máy tính thích hợp bất kỳ, mà có thể được lắp ráp, biên dịch, kết nối, hoặc các cơ chế tương tự để tạo mã bao gồm các câu lệnh có thể được thực thi trực tiếp, hoặc thông qua thông dịch, thực thi vi mã, và tương tự, bằng một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (CPU) máy tính, bộ xử lý đồ họa (GPU), và tương tự.

Các câu lệnh này có thể được thực thi trên các kiểu các máy tính khác nhau hoặc các thành phần của chúng, bao gồm, ví dụ, các máy tính cá nhân, máy tính bảng, máy chủ, điện thoại thông minh, thiết bị chơi trò chơi, các thiết bị Internet vạn vật, và tương tự.

Các thành phần được thể hiện trên Fig.13 của hệ thống máy tính (1300) về bản chất là ví dụ và không được dự định để đưa ra giới hạn bất kỳ đối với phạm vi sử dụng hoặc chức năng của phần mềm máy tính thực hiện các phương án của sáng chế. Cấu hình của các thành phần này không được hiểu là có lệ thuộc hoặc yêu cầu bất kỳ liên quan tới một hoặc tổ hợp các thành phần được minh họa trong phương án ví dụ này của hệ thống máy tính (1300).

Hệ thống máy tính (1300) có thể bao gồm các thiết bị đầu vào giao diện con người cụ thể. Thiết bị đầu vào giao diện con người như vậy có thể đáp ứng với tín hiệu đầu vào bởi một hoặc nhiều người dùng thông qua, ví dụ, đầu vào xúc giác (như: bấm phím, vuốt, di chuyển găng đỡ liệu), đầu vào âm thanh (như: giọng nói, vỗ tay),

đầu vào hình ảnh (như: các cử chỉ), đầu vào khứu giác (không được thể hiện). Các thiết bị giao diện con người này cũng có thể được sử dụng để ghi lại các tính hiệu nhất định không nhất thiết liên quan trực tiếp đến đầu vào có ý thức của con người, như âm thanh (như lời nói, âm nhạc, âm thanh xung quanh), hình ảnh (như ảnh quét, ảnh chụp thu được từ máy chụp ảnh), video (như video hai chiều, video ba chiều bao gồm video lập thể).

Các thiết bị giao diện con người đầu vào có thể bao gồm một hoặc nhiều trong số (chỉ một trong số mỗi thiết bị được mô tả): bàn phím (1301), chuột (1302), bàn di chuột (1303), màn hình cảm ứng (1310), găng dữ liệu (không được thể hiện), cần điều khiển (1305), micrô (1306), máy quét (1307), camera (1308).

Hệ thống máy tính (1300) cũng có thể bao gồm các thiết bị đầu ra giao diện con người nhất định. Các thiết bị đầu ra giao diện con người như vậy có thể kích hoạt các giác quan của một hoặc nhiều người dùng thông qua, ví dụ, đầu ra xúc giác, âm thanh, ánh sáng, và mùi/vị. Các thiết bị đầu ra giao diện con người như vậy có thể bao gồm các thiết bị đầu ra xúc giác (ví dụ phản hồi xúc giác bởi màn hình cảm ứng (1310), găng dữ liệu (không được thể hiện), hoặc cần điều khiển (1305), nhưng cũng có thể là các thiết bị phản hồi xúc giác mà không dùng làm các thiết bị đầu vào), các thiết bị đầu ra âm thanh (như loa (1309), tai nghe (không được thể hiện)), các thiết bị đầu ra hình ảnh (như các màn hình (1310) bao gồm các màn hình CRT, các màn hình LCD, các màn hình plasma, các màn hình OLED, mỗi màn có thể có hoặc không có khả năng cảm ứng đầu vào, có hoặc không có khả năng phản hồi xúc giác – trong đó một số màn hình có thể xuất ra đầu ra là hình ảnh hai chiều hoặc nhiều hơn ba chiều qua các phương tiện như đầu ra lập thể; kính thực tế ảo (không được thể hiện), màn hiển thị toàn ký và hộp khói (smoke tank) (không được thể hiện)), và máy in (không được thể hiện). Các thiết bị đầu ra hình ảnh này (như các màn hình (1310)) có thể được kết nối với bus hệ thống (1348) qua bộ điều hợp đồ họa (1350).

Hệ thống máy tính (1300) cũng có thể bao gồm các thiết bị lưu trữ người truy cập được và phương tiện liên kết với chúng như phương tiện quang học bao gồm CD/DVD ROM/RW (1320) với CD/DVD hoặc phương tiện tương tự (1321), ổ nhớ nhanh (1322), ổ cứng hoặc ổ đĩa trạng thái rắn di động (1323), phương tiện từ tính kế

thừa như băng và đĩa mềm (không được thể hiện), ROM/ASIC/PLD chuyên dụng dựa trên các thiết bị như dongle bảo mật (không được thể hiện), và tương tự.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cũng sẽ hiểu rằng thuật ngữ “phương tiện máy tính đọc được” được dùng trong bản mô tả sáng chế này không bao gồm các phương tiện truyền dẫn, sóng mang, hoặc các tín hiệu nhất thời khác.

Hệ thống máy tính (1300) cũng có thể bao gồm giao diện mạng (1354) với một hoặc nhiều mạng truyền thông (1355). Một hoặc nhiều mạng truyền thông (1355) ví dụ có thể là mạng không dây, có dây, quang học. Một hoặc nhiều mạng truyền thông (1355) còn có thể là mạng cục bộ, diện rộng, đô thị, xe cộ và công nghiệp, thời gian thực, chịu trễ, và v.v... Ví dụ về một hoặc nhiều mạng truyền thông (1355) bao gồm các mạng cục bộ như Ethernet, LAN không dây, các mạng di động bao gồm GSM, 3G, 4G, 5G, LTE và tương tự, các mạng kỹ thuật số diện rộng có dây hoặc không dây cho TV bao gồm TV cáp, TV vệ tinh, và TV phát sóng mặt đất, xe cộ và công nghiệp bao gồm CANBus, và v.v... Một số mạng thường cần có require các bộ điều hợp giao diện mạng bên ngoài được gắn vào các cổng dữ liệu đa năng hoặc bus ngoại vi (1349) (ví dụ như các cổng USB của hệ thống máy tính (1300)); các cổng khác thường được tích hợp vào lõi của hệ thống máy tính (1300) bằng cách gắn vào bus hệ thống như được mô tả dưới đây (ví dụ giao diện Ethernet vào hệ thống máy tính PC hoặc giao diện mạng di động vào hệ thống máy tính điện thoại thông minh). Bằng cách sử dụng một trong các mạng này, hệ thống máy tính (1300) có thể giao tiếp với các thực thể khác. Giao tiếp này có thể là một chiều chỉ nhận (ví dụ, phát sóng TV), một chiều chỉ gửi (ví dụ CANbus tới các thiết bị CANbus khác), hoặc hai chiều, ví dụ tới các hệ thống máy tính khác bằng cách sử dụng các mạng kỹ thuật số cục bộ hoặc diện rộng. Các giao thức và các chồng giao thức nhất định có thể được sử dụng trong mỗi mạng và giao diện mạng nêu trên.

Các thiết bị giao diện con người, các thiết bị lưu trữ người truy cập được, và các giao diện mạng kể trên có thể được gắn vào lõi (1340) của hệ thống máy tính (1300).

Lõi (1340) có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit, CPU) (1341), bộ xử lý đồ họa (central processing unit, CPU) (1342),

xử lý các đơn vị lập trình được chuyên dụng ở dạng mảng công dụng trường lập trình được (Field Programmable Gate Areas, FPGA) (1343), các bộ gia tốc phần cứng cho các tác vụ cụ thể (1344), và v.v... Các thiết bị này, cùng với bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory, ROM) (1345), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (1346), thiết bị lưu trữ dung lượng lớn nội bộ như ổ cứng nội bộ người dùng không truy cập được, SSD, và tương tự (1347), có thể được kết nối thông qua bus hệ thống (1348). Trong một số hệ thống máy tính, bus hệ thống (1348) có thể được truy cập ở dạng một hoặc nhiều nhiều các phích cắm vật lý để có thể mở rộng bằng các CPU, GPU bổ sung, và tương tự. Các thiết bị ngoại vi có thể được gắn trực tiếp vào bus hệ thống của lõi (1348), hoặc thông qua bus ngoại vi (1349). Các kiến trúc của bus ngoại vi bao gồm PCI, USB, và tương tự.

Các CPU (1341), GPU (1342), FPGA (1343), và bộ gia tốc (1344) có thể thực thi các câu lệnh cụ thể mà, khi kết hợp, có thể tạo thành mã máy tính trên đây. Mã máy tính đó có thể được lưu trữ trong ROM (1345) hoặc RAM (1346). Dữ liệu biên dịch có thể cũng được lưu trữ trong RAM (1346), trong khi dữ liệu vĩnh cửu có thể được lưu trữ, ví dụ, trong thiết bị lưu trữ dung lượng lớn nội bộ (1347). Việc lưu trữ nhanh và truy xuất vào các thiết bị nhớ bất kỳ có thể được kích hoạt thông qua việc sử dụng bộ nhớ cache, mà có thể được liên kết chặt chẽ với một hoặc nhiều CPU (1341), GPU (1342), thiết bị lưu trữ dung lượng lớn (1347), ROM (1345), RAM (1346), và tương tự.

Phương tiện máy tính đọc được có thể có mã máy tính trên đó để thực hiện các hoạt động khác nhau được triển khai trên máy tính. Phương tiện và mã máy tính này có thể là loại được thiết kế đặc biệt và được xây dựng cho mục đích của sáng chế, hoặc chúng có thể là của loại đã được biết đến và khả dụng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực phần mềm máy tính.

Theo một ví dụ không mang tính giới hạn, hệ thống máy tính có kiến trúc (1300), và cụ thể là lõi (1340) có thể cung cấp chức năng nhờ các bộ xử lý (bao gồm CPU, GPU, FPGA, các bộ gia tốc, và tương tự) thực thi phần mềm có trong một hoặc nhiều phương tiện máy tính có thể đọc được hữu hình. Phương tiện máy tính có thể đọc được như vậy có thể là phương tiện được liên kết với thiết bị lưu trữ dung lượng lớn người dùng truy nhập được kể trên, cũng như thiết bị lưu trữ của lõi (1340) mà về

bản chất là bất biến, như thiết bị lưu trữ dung lượng lớn lõi nội bộ (1347) hoặc ROM (1345). Phần mềm thực hiện các phương án khác nhau của sáng chế có thể được lưu trữ trong các thiết bị như vậy và được thực thi bởi lõi (1340). Phương tiện máy tính đọc được có thể bao gồm một hoặc nhiều các thiết bị hoặc chip nhớ, theo nhu cầu thực. Phần mềm có thể khiến lõi (1340) và cụ thể là các bộ xử lý trong đó (bao gồm CPU, GPU, FPGA, và tương tự) thực thi các quy trình cụ thể hoặc các phần cụ thể của các quy trình cụ thể được mô tả ở đây, bao gồm định nghĩa các cấu trúc dữ liệu được lưu trữ trong RAM (1346) và thay đổi các cấu trúc dữ liệu này theo các quy trình được xác định bởi phần mềm. Ngoài ra hoặc như một giải pháp thay thế, hệ thống máy tính có thể cung cấp chức năng là kết quả của logic được nối cứng hoặc bằng cách khác trong mạch (ví dụ, bộ gia tốc (1344)), mà có thể hoạt động thay vào chỗ hoặc cùng với phần mềm thực thi các quy trình cụ thể hoặc các phần cụ thể của các quy trình cụ thể được mô tả ở đây. Việc đề cập đến phần mềm có thể bao gồm logic, và ngược lại, nếu thích hợp. Việc đề cập đến phương tiện máy tính có thể đọc được có thể bao gồm mạch (như mạch tích hợp (integrated circuit, IC)) có lưu trữ phần mềm để thực thi, mạch chứa logic để thực thi, hoặc cả hai, nếu thích hợp. Sáng chế bao gồm tổ hợp thích hợp bất kỳ của phần cứng và phần mềm.

Trong khi sáng chế đã mô tả một vài phương án được lấy làm ví dụ, vẫn còn có các cải biến, hoán vị, và các thay thế tương đương khác nằm trong phạm vi của sáng chế này.

Phụ lục A: Các từ viết tắt

ASIC: Mạch tích hợp dùng cho ứng dụng cụ thể

BMS: Bộ điểm chuẩn

CANBus: Bus mạng khu vực điều khiển

CD: Đĩa compact

CPU: Bộ xử lý trung tâm

CRT: Ống tia âm cực

CTB: Khối cây mã

CTU: Đơn vị cây mã

CU: Đơn vị mã hóa

DVD: Đĩa video kỹ thuật số

FPGA: Mảng cổng dạng trường lập trình được

GEO: Chế độ hợp nhất hình học

GOP: Nhóm ảnh

GPU: Bộ xử lý đồ họa

GSM: Hệ thống toàn cầu cho truyền thông di động

HDR: Dải động cao

HEVC: Mã hóa video hiệu suất cao

HRD: Bộ giải mã tham chiếu giả định

IC: Mạch tích hợp

JEM: Mô hình thăm dò chung

JVET: Nhóm chuyên gia video chung

LAN: Mạng cục bộ

LCD: Màn hình tinh thể lỏng

LTE: Tiến hóa dài hạn

MV: Vector chuyển động

OLED: Điốt phát quang hữu cơ

PB: khối dự báo

PCI: Kết nối thành phần ngoại vi

PLD: Thiết bị logic lập trình được

PU: Đơn vị dự báo

RAM: Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên

ROM: Bộ nhớ chỉ đọc

SDR: Dải động tiêu chuẩn

SEI: Thông tin tăng cường bổ sung

SNR: Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu

SSD: Ổ trạng thái rắn

TPM: Chế độ phân vùng tam giác

TU: đơn vị biến đổi

USB: Bus nối tiếp đa năng

VUI: Thông tin về khả năng sử dụng video

VVC: Mã hóa video đa năng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp giải mã video, bao gồm:

bước tiếp nhận (1210) phân tử cú pháp từ dòng bit của video được mã hóa được liên kết với khối mã hóa hiện tại mà được phân vùng thành phần thứ nhất và phần thứ hai dọc theo cạnh phân vùng để dự báo trong chế độ phân vùng hình học;

bước xác định (1220) chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại, chỉ số trọng số này được dùng để dẫn xuất trọng số trộn để trộn hai tín hiệu dự báo tương ứng với phần thứ nhất và phần thứ hai của khối mã hóa hiện tại;

bước xác định (1230) kiểu vector chuyển động được lưu trữ cho đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại dựa trên chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất, chỉ số trọng số tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại được dùng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất; và

bước lưu trữ (1240) trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại dựa trên kiểu vector chuyển động được lưu trữ được xác định cho đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại nơi chỉ số trọng số nêu trên được sử dụng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất là vị trí mẫu trong đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại nơi chỉ số trọng số nêu trên được sử dụng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất là vị trí mẫu lân cận vị trí trung tâm của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất có kích thước các mẫu 4×4 , và vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại nơi chỉ số trọng số nêu trên được sử dụng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ

nhất là vị trí mẫu có tọa độ (2, 2) trong đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất có kích thước các mẫu 4x4 và nằm tại vị trí (x_{sb}, y_{sb}) trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại, và vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại có tọa độ $((x_{sb} \ll 2) + 2, (y_{sb} \ll 2) + 2)$ trong khối mã hóa hiện tại, chỉ số trọng số nêu trên tại tọa độ $((x_{sb} \ll 2) + 2, (y_{sb} \ll 2) + 2)$ được dùng làm chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ nhất.

6. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm:

bước thực hiện việc tính toán để chuyển đổi chỉ số trọng số nêu trên tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại thành trọng số trộn để trộn hai tín hiệu dự báo, việc chuyển đổi này dựa trên hàm tuyến tính của chỉ số trọng số này tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại mà không dùng bảng tra cứu.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định chỉ số trọng số nêu trên tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại bao gồm:

bước xác định chỉ số trọng số này tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại dựa trên trị số ρ_{margin} được dùng để dịch chuyển cạnh phân vùng từ góc của khối mã hóa hiện tại, trị số ρ_{margin} biến thiên theo chiều rộng hoặc chiều cao của khối mã hóa hiện tại và góc của cạnh phân vùng.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định chỉ số trọng số nêu trên tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại bao gồm:

bước xác định chỉ số trọng số này tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại theo phương trình:

$$wIdx(x, y) = \left(x - \left((w \times (4n + 3i)) \gg (3 + \log_2 n) \right) \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \left((h \times (4n + 3i)) \gg (3 + \log_2 n) \right) \right) \times \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

trong đó wIdx là chỉ số trọng số, x và y là tọa độ của vị trí mẫu trong khối mã hóa hiện tại, w và h là chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, φ là góc của cạnh phân

vùng, n là số bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước lượng tử hóa khoảng cách.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định chỉ số trọng số nêu trên tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại bao gồm:

bước xác định chỉ số trọng số này tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại theo phương trình:

$$wIdx(x, y) = \left(\left(((x \ll 1) + 1) \ll 3 \right) - \left((w \times (4n + 3i)) \ll 1 \right) \gg \log_2 n \right) \times \cos[\varphi] \\ - \left(\left(((y \ll 1) + 1) \ll 3 \right) - \left((h \times (4n + 3i)) \ll 1 \right) \gg \log_2 n \right) \times \cos \left[\varphi + \frac{\pi}{2} \right]$$

trong đó $wIdx$ là chỉ số trọng số nêu trên, x và y là tọa độ của vị trí mẫu trong khối mã hóa hiện tại, w và h là chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, φ là góc của cạnh phân vùng, n là số bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước lượng tử hóa khoảng cách.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định chỉ số trọng số nêu trên tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại bao gồm:

bước xác định chỉ số trọng số này tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại theo phương trình:

$$wIdx(x, y) = \begin{cases} \left(x - \frac{w \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos \left(\varphi + \frac{\pi}{2} \right), & \text{khi } 0 \leq \varphi < \frac{\pi}{2} \\ \left(x - \frac{w \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos \left(\varphi + \frac{\pi}{2} \right), & \text{khi } \frac{\pi}{2} \leq \varphi < \pi \\ \left(x - \frac{w \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos \left(\varphi + \frac{\pi}{2} \right), & \text{khi } \pi \leq \varphi < \frac{3\pi}{2} \\ \left(x - \frac{w \times (4n + 3i)}{8n} \right) \times \cos(\varphi) - \left(y - \frac{h \times (4n - 3i)}{8n} \right) \times \cos \left(\varphi + \frac{\pi}{2} \right), & \text{khi } \frac{3\pi}{2} \leq \varphi < 2\pi \end{cases}$$

trong đó $wIdx$ là chỉ số trọng số, x và y là tọa độ của vị trí mẫu trong khối mã hóa hiện tại, w và h là chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, φ là góc của cạnh phân vùng, n là số bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước lượng tử hóa khoảng cách.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định chỉ số trọng số nêu trên tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại bao gồm:

bước xác định chỉ số trọng số này tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại dựa trên chỉ số trọng số của mẫu lân cận bên trái hoặc bên trên của vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại với giá trị bù cố định.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định chỉ số trọng số nêu trên tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại bao gồm:

bước xác định chỉ số trọng số này tại vị trí mẫu của khối mã hóa hiện tại dựa trên chỉ số trọng số nêu trên tại tọa độ (0, 0) trong khối mã hóa hiện tại.

13. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm:

bước xác định chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ hai trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại theo phương trình:

$$\begin{aligned} motionIdx(x_{sb}, y_{sb}) &= \left(\left(((x_{sb} \ll 3) + 1) \ll 3 \right) - \left(((w \times (4n + 3i)) \ll 1) \gg \log_2 n \right) + 3 \right) \times \cos[\varphi] \\ &\quad - \left(\left(((y_{sb} \ll 3) + 1) \ll 3 \right) - \left(((h \times (4n + 3i)) \ll 1) \gg \log_2 n \right) + 3 \right) \times \cos \left[\varphi + \frac{\pi}{2} \right] \end{aligned}$$

trong đó $motionIdx$ là chỉ số chuyển động của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ hai, x_{sb} và y_{sb} là tọa độ của đơn vị lưu trữ chuyển động thứ hai trong trường chuyển động của khối mã hóa hiện tại, w và h là chiều rộng và chiều cao của khối mã hóa hiện tại, φ là góc của cạnh phân vùng, n là số bước lượng tử hóa khoảng cách, và i là chỉ số bước lượng tử hóa khoảng cách.

14. Thiết bị giải mã video, bao gồm hệ mạch được định cấu hình để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13.

15. Phương tiện máy tính đọc được lưu trữ các câu lệnh mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến bộ xử lý này thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13.

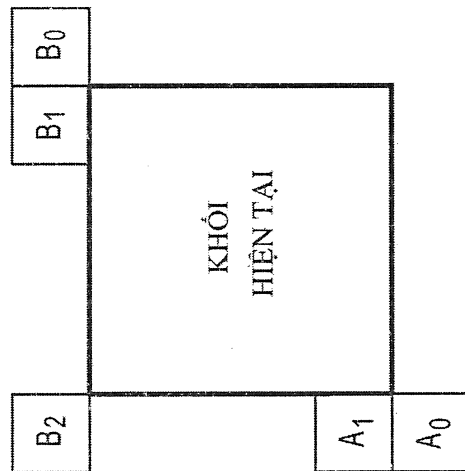


FIG. 1A

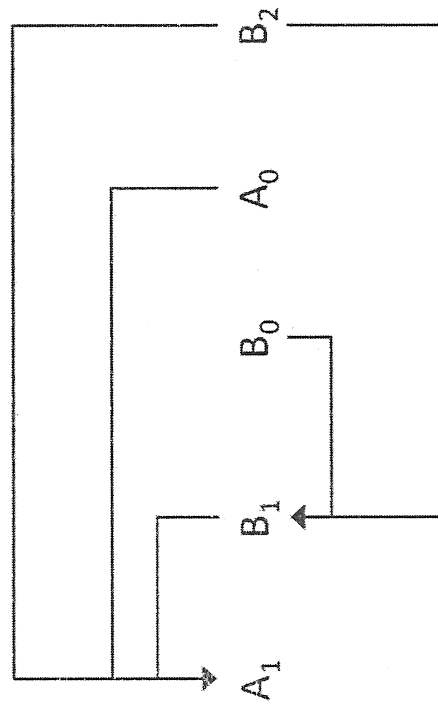


FIG. 1B

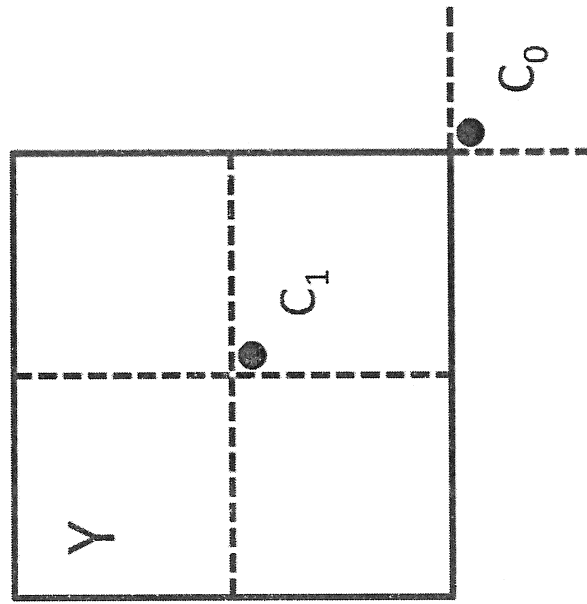


FIG. 1D

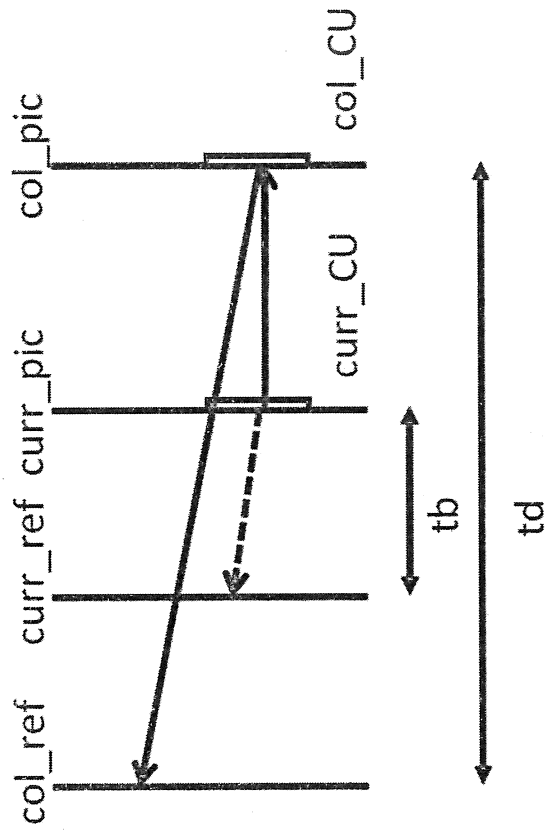
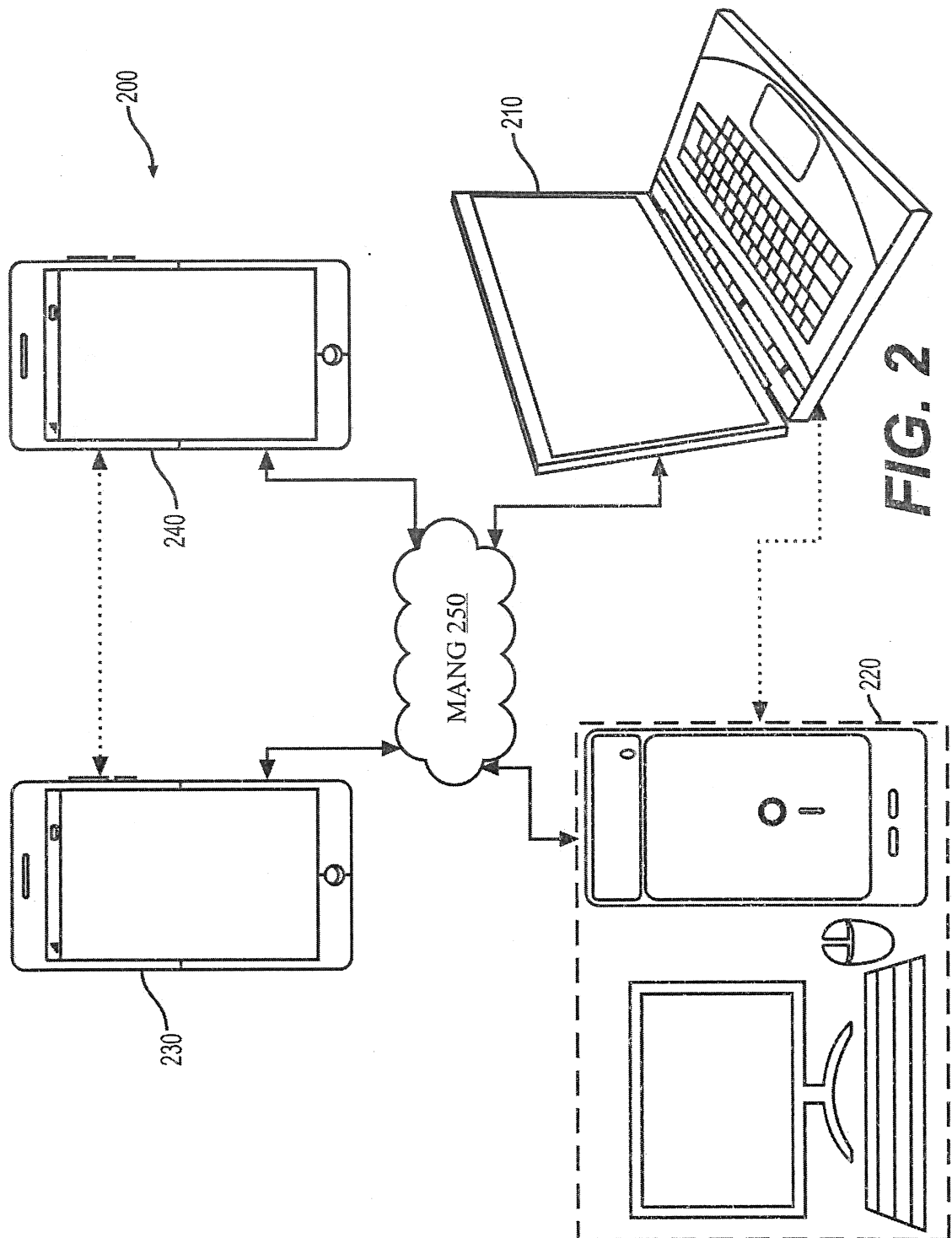


FIG. 1C



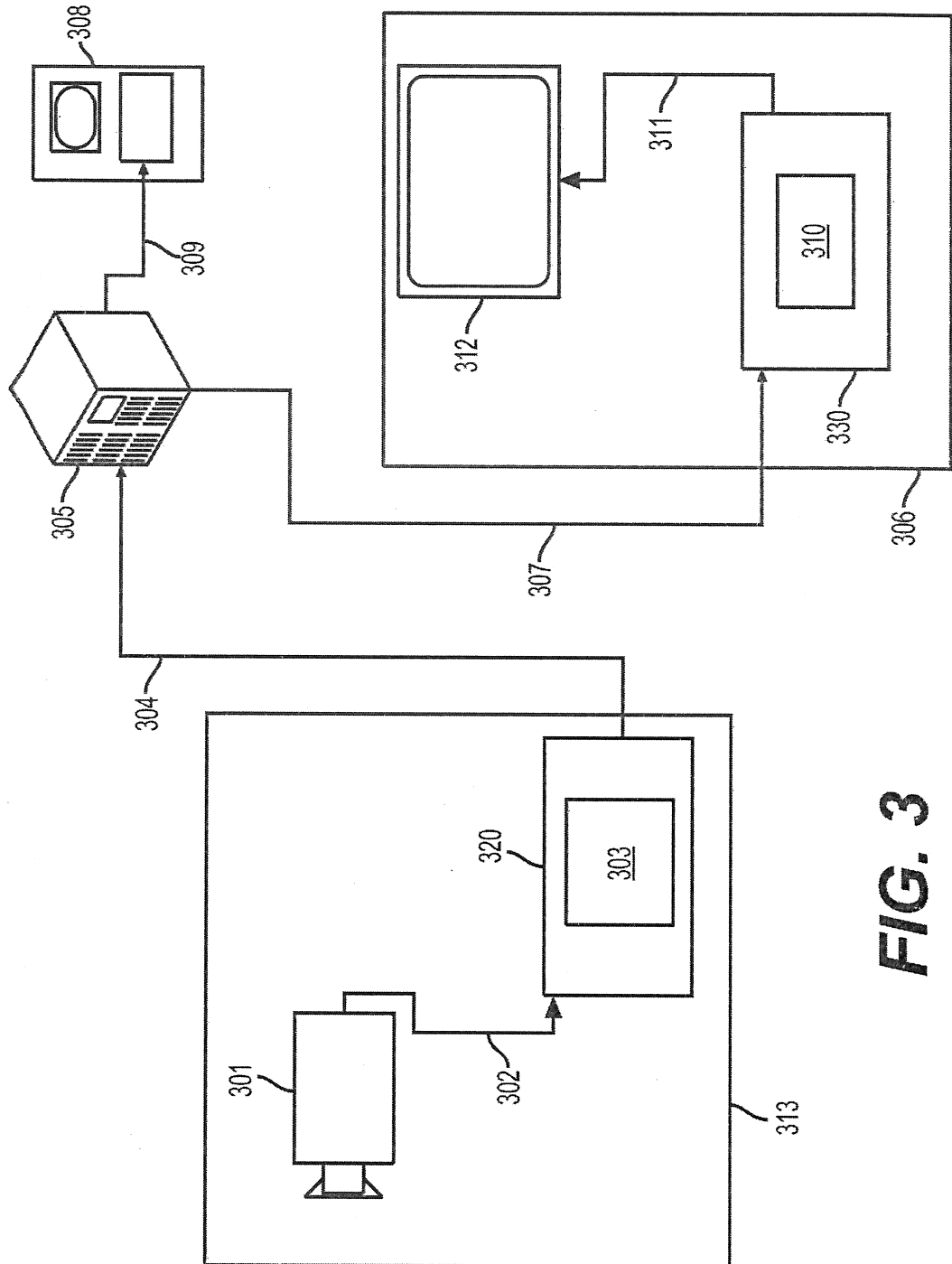


FIG. 3

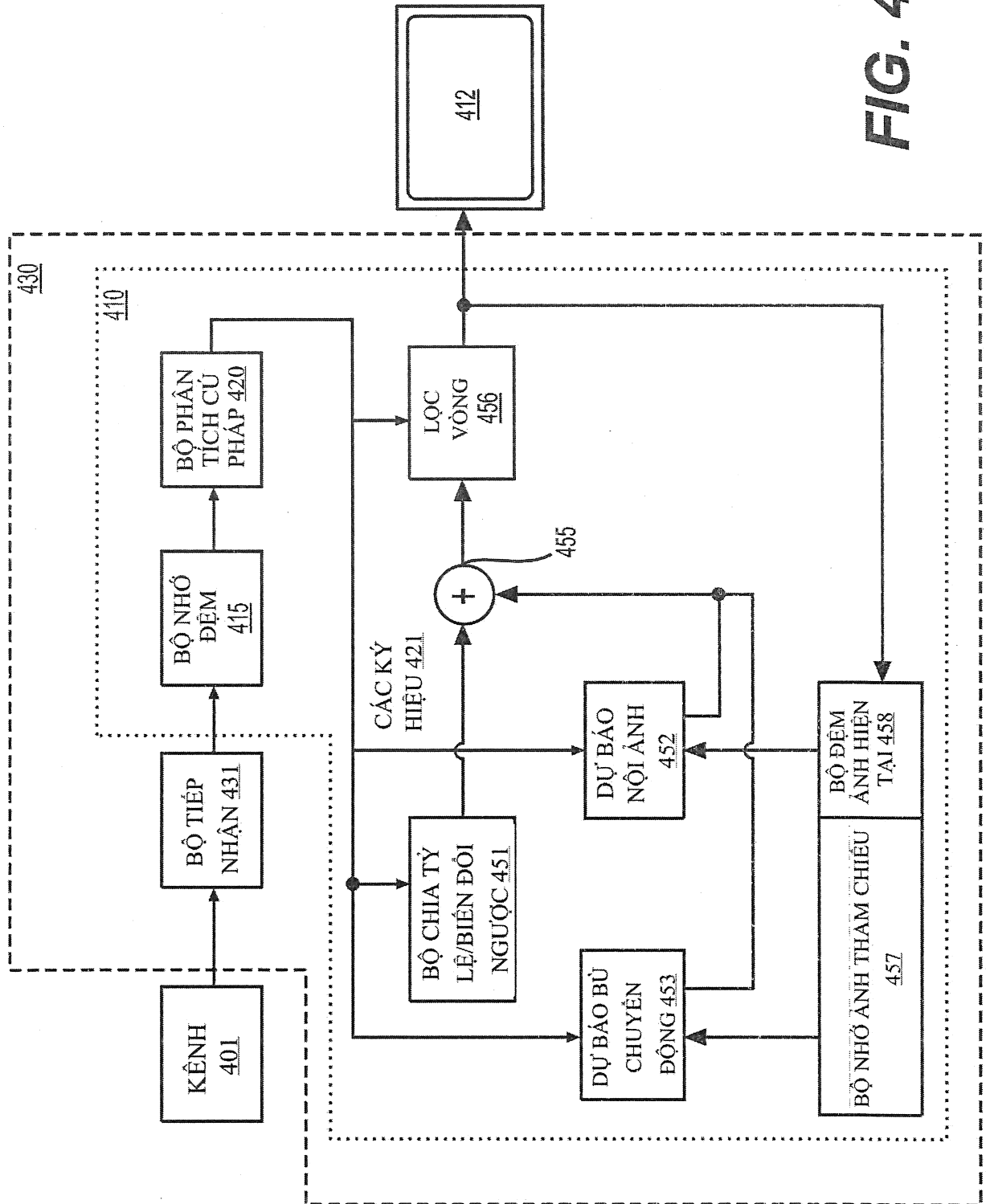
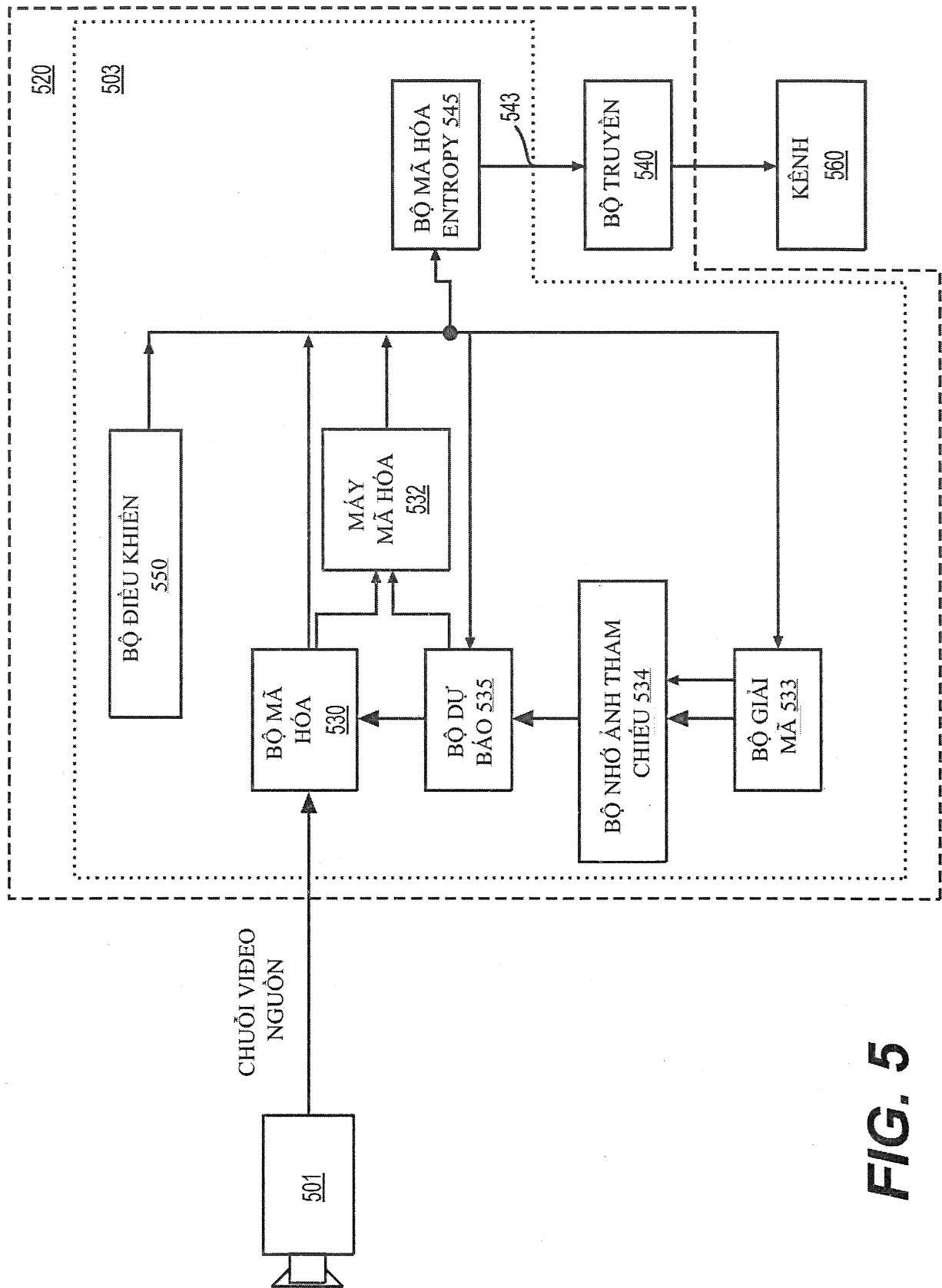


FIG. 4



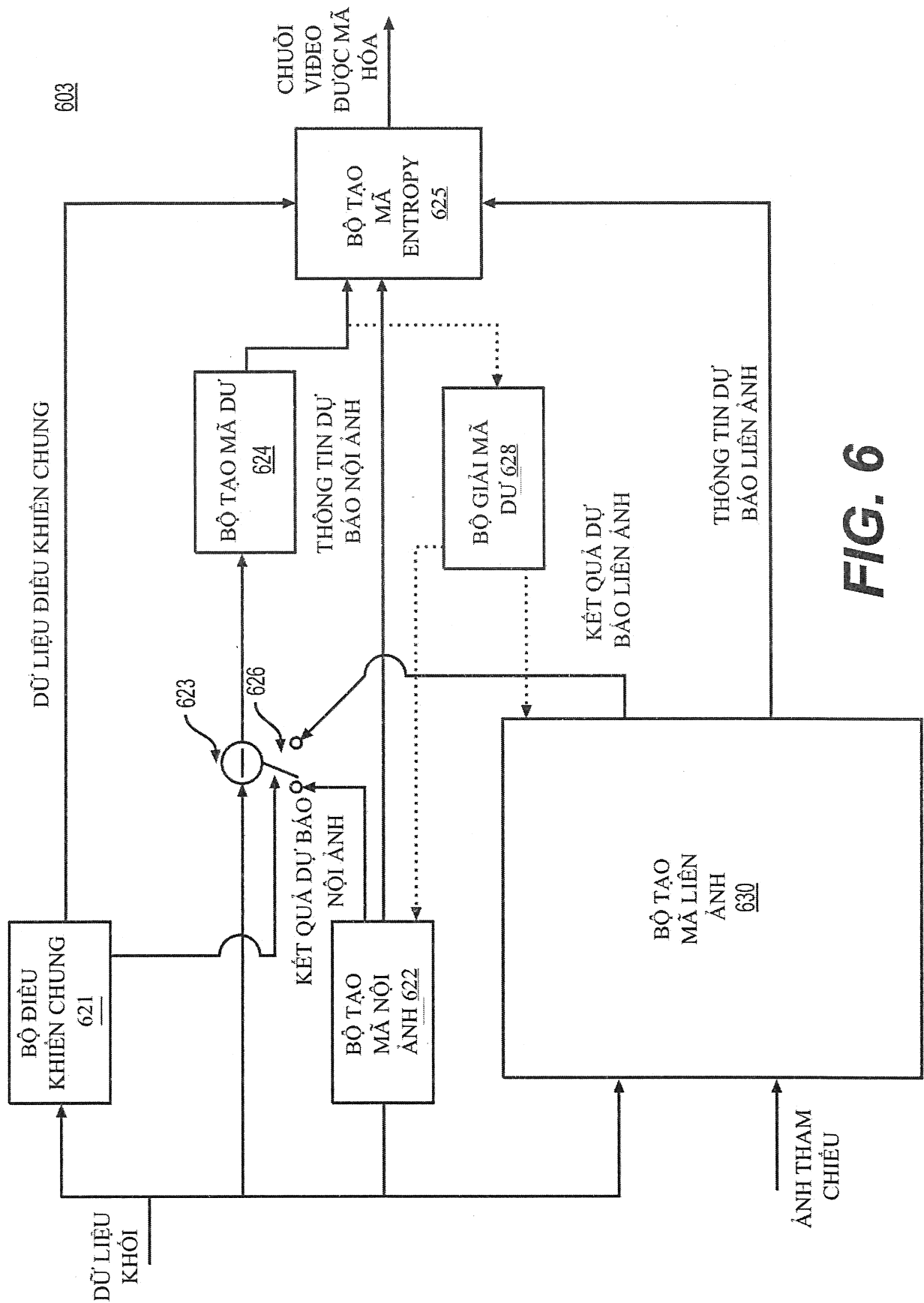


FIG. 6

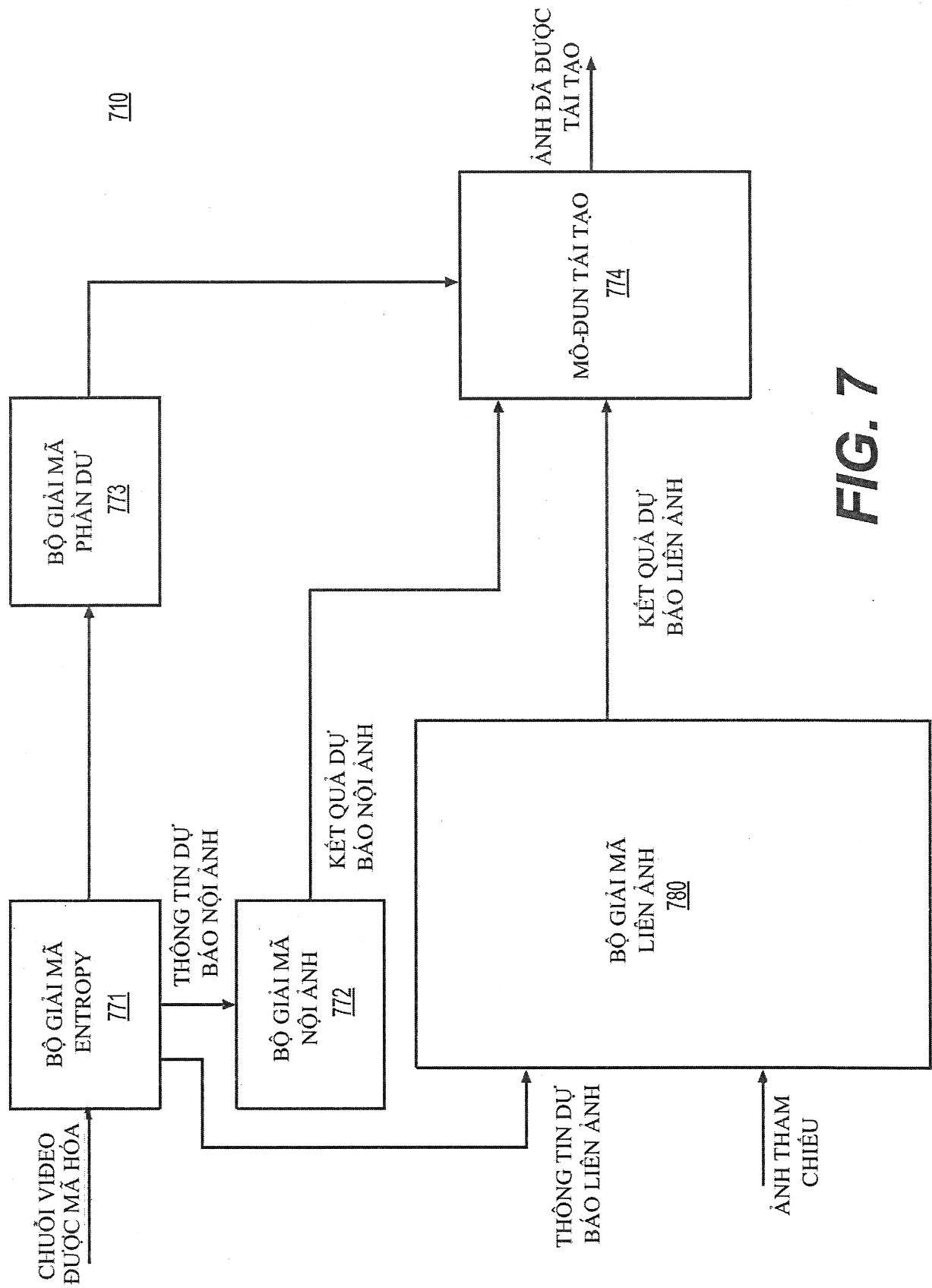


FIG. 7

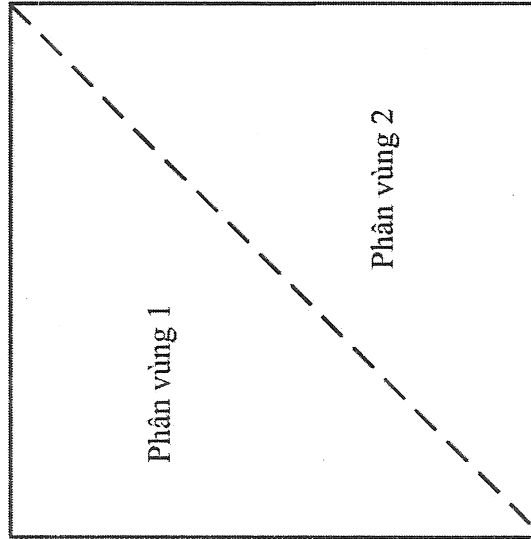


FIG. 8B

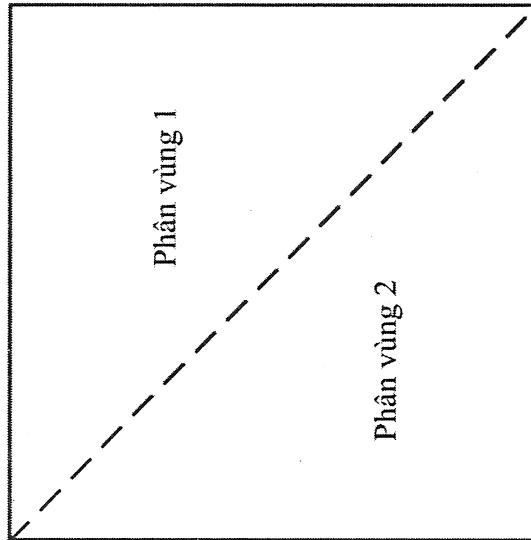


FIG. 8A

Chỉ số hợp nhất	L0 MV	L1 MV
0	X	
1		X
2	X	
3		X
4	X	

FIG. 9

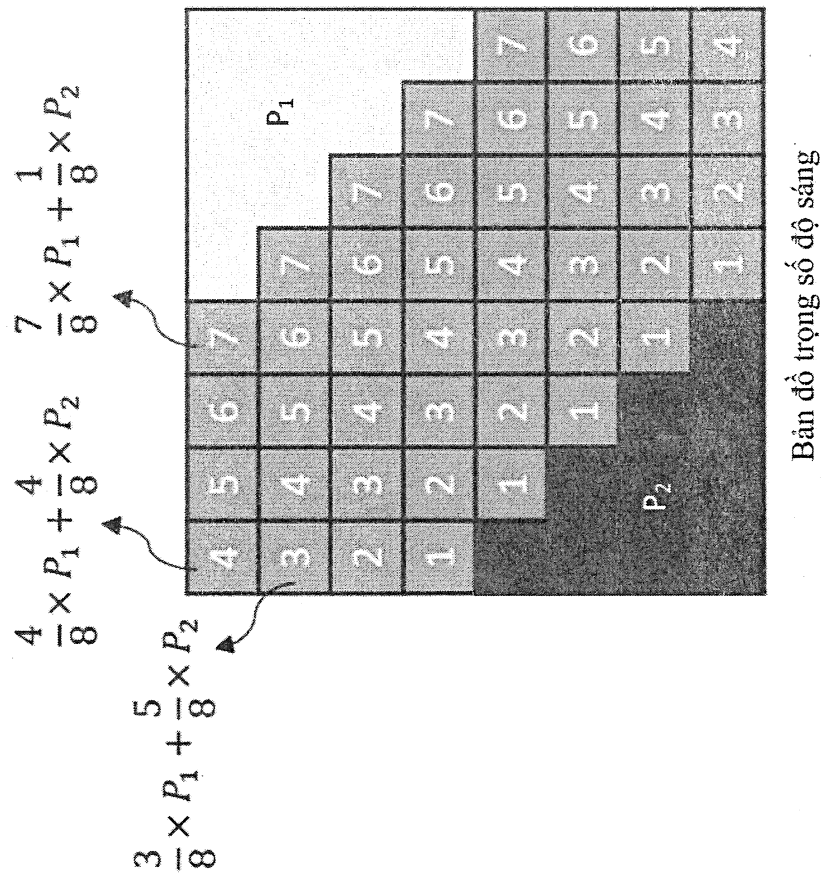


FIG. 10A

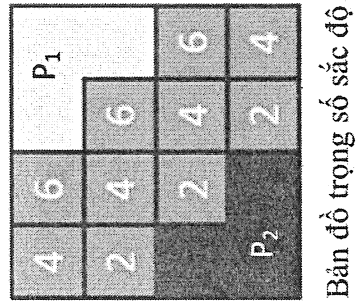


FIG. 10B

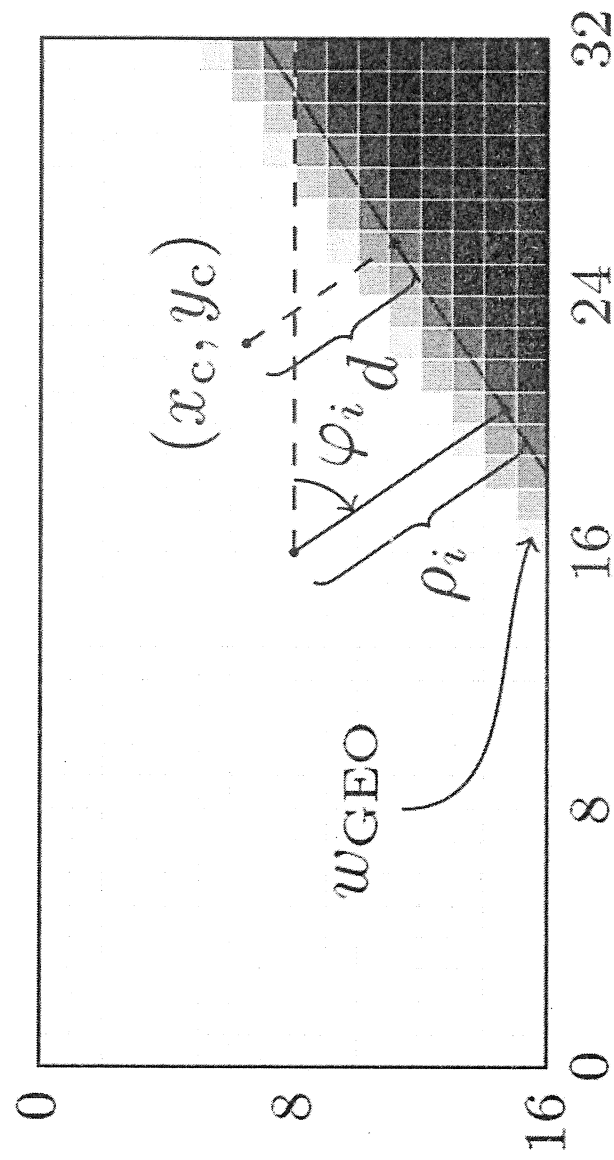


FIG. 11

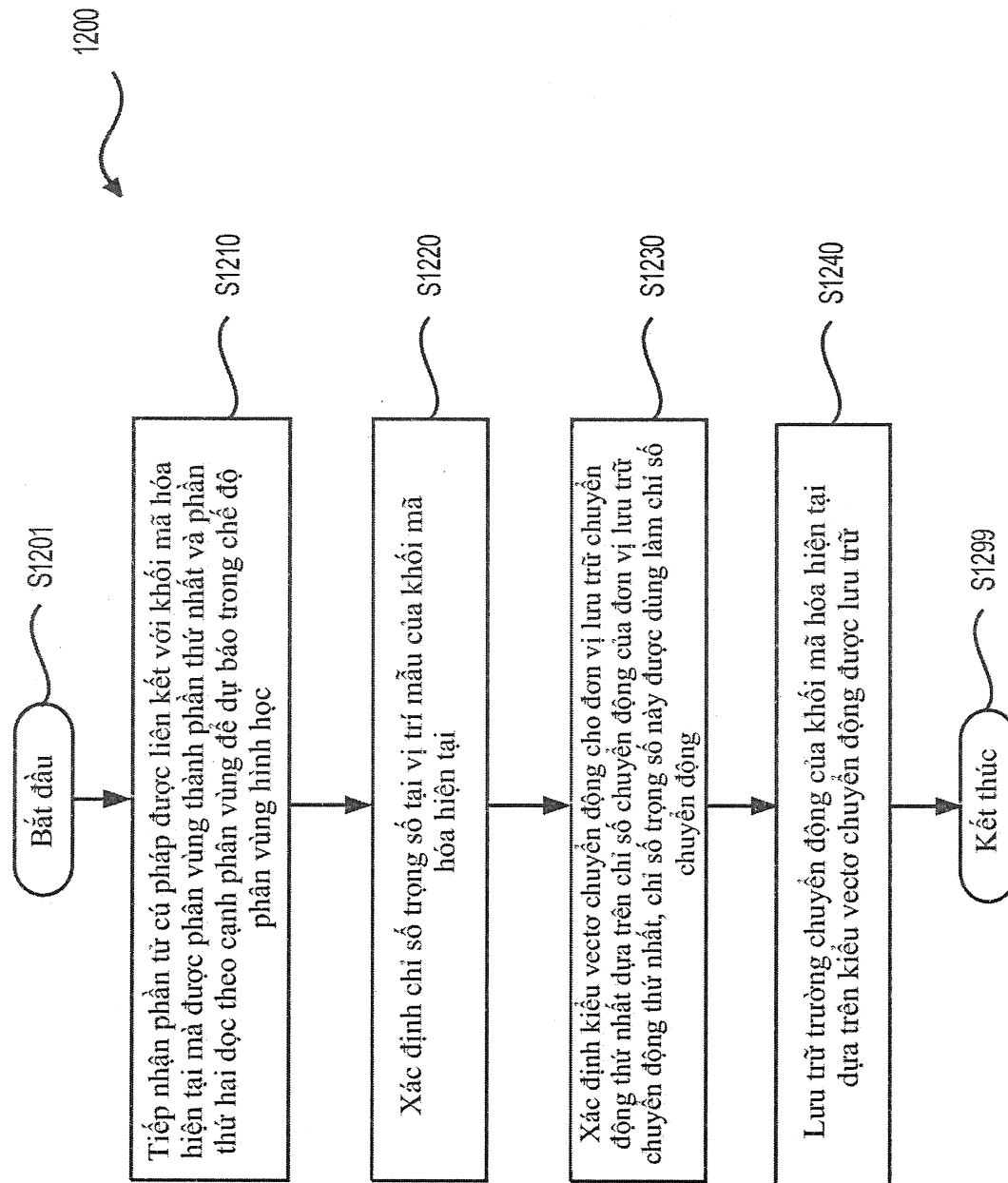
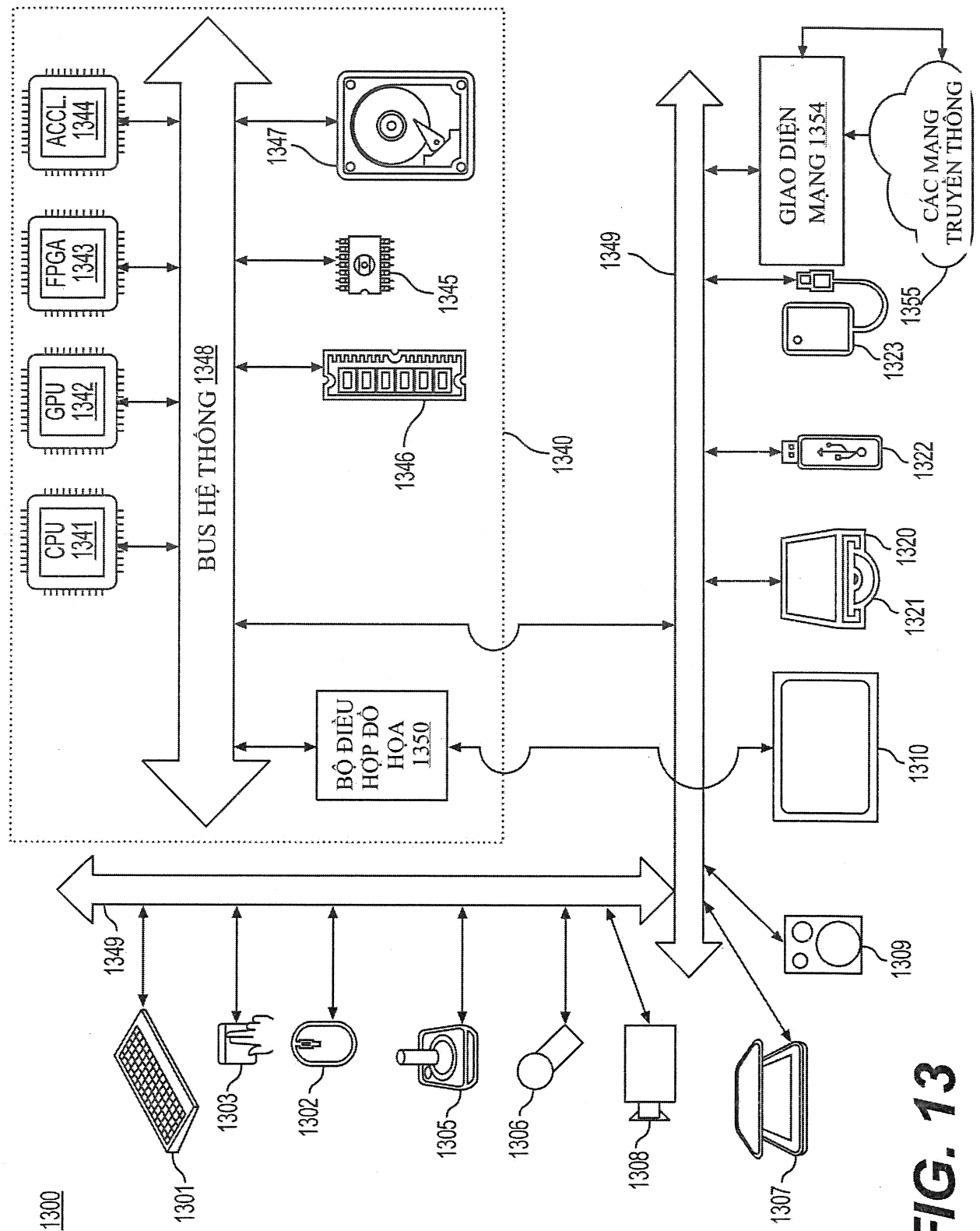


FIG. 12

**FIG. 13**