



(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)



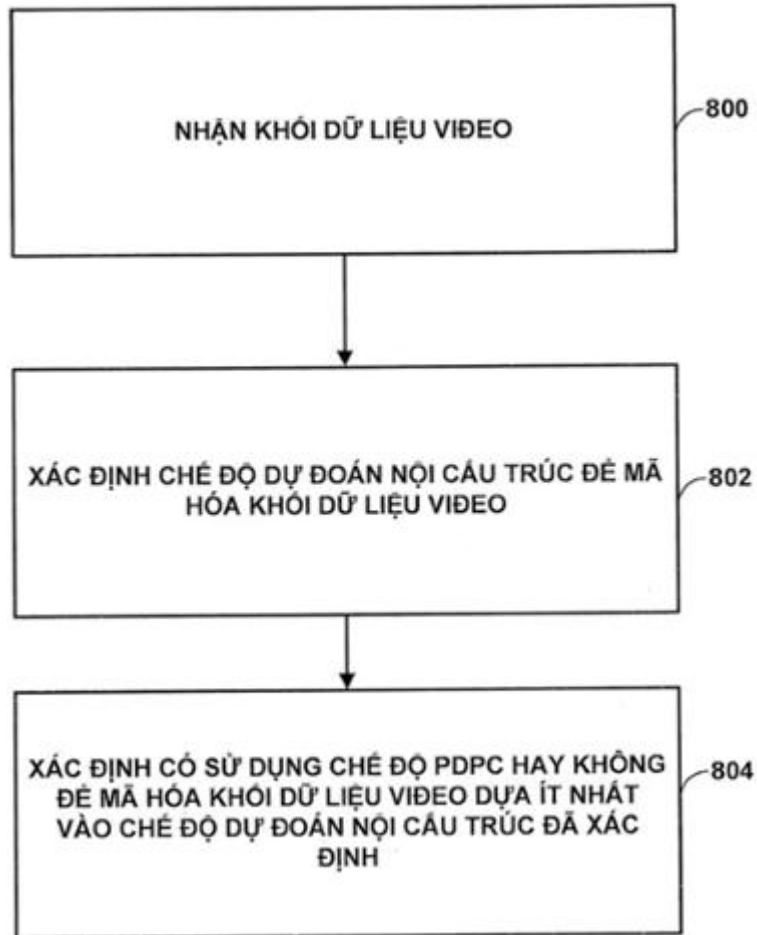
1-0036652

(51)⁷ H04N 19/176; H04N 19/117; H04N 19/12; H04N 19/70; H04N 19/463; H04N 19/11; H04N 19/157 (13) B

- (21) 1-2019-06880 (22) 24/05/2018
(86) PCT/US2018/034352 24/05/2018 (87) WO/2018/231488 20/12/2018
(30) 62/520,426 15/06/2017 US; 15/987,560 23/05/2018 US
(45) 25/08/2023 425 (43) 25/02/2020 383A
(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America
(72) SEREGIN, Vadim (RU); ZHAO, Xin (CN); KARCZEWICZ, Marta (US).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA VÀ GIẢI MÃ DỮ LIỆU VIDEO, THIẾT BỊ ĐƯỢC TẠO CẤU HÌNH ĐỂ MÃ HÓA VÀ GIẢI MÃ DỮ LIỆU VIDEO, VẬT GHI BẮT BIẾN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa và giải mã dữ liệu video, thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã dữ liệu video. Phương pháp giải mã dữ liệu video bao gồm bước nhận khối dữ liệu video, xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video, và xác định có sử dụng chế độ kết hợp dự đoán phụ thuộc vào vị trí (position-dependent prediction combination - PDPC) hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định. Phương pháp này có thể còn bao gồm bước nhận phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp được dùng cho khối dữ liệu video, xác định sử dụng một hoặc nhiều công cụ mã hóa dữ liệu video dựa trên giá trị của phần tử cú pháp, một hoặc nhiều công cụ mã hóa dữ liệu video là các kỹ thuật mã hóa dữ liệu video khác ngoài biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp, và áp dụng một hoặc nhiều công cụ mã hóa cho khối dữ liệu video dựa trên việc sử dụng được xác định. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

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

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

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

Các kỹ thuật mã hóa dữ liệu video bao gồm dự đoán không gian (dự đoán nội hình ảnh) và/hoặc dự đoán thời gian (dự đoán liên hình ảnh) để giảm hoặc loại bỏ dữ liệu dư thừa có trong các chuỗi dữ liệu video. Đối với mã hóa dữ liệu video theo khối, lát video (ví dụ, khung video hoặc một phần của khung video) có thể được chia thành các khối video, các khối video này cũng có thể được gọi là khối cây, đơn vị mã hóa (coding unit - CU) và/hoặc các nút mã hóa. Hình có thể được gọi là khung, và hình tham chiếu có thể được gọi là khung tham chiếu.

Kỹ thuật dự đoán không gian hoặc thời gian tạo ra khối dự đoán cho khối cần mã hóa. Dữ liệu dư biểu diễn giá trị chênh lệch điểm ảnh giữa khối ban đầu cần mã hóa

và khôi dự đoán. Để nén thêm, dữ liệu dư có thể được biến đổi từ miền điểm ảnh thành miền biến đổi, tạo ra các hệ số biến đổi dư, mà sau đó có thể được lượng tử hóa. Kỹ thuật mã hóa entropy có thể được áp dụng để đạt được hiệu quả nén cao hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, sáng chế mô tả các kỹ thuật liên quan đến việc xác định sử dụng một hoặc nhiều công cụ mã hóa dữ liệu video. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa hoặc bộ giải mã dữ liệu video có thể xác định việc sử dụng công cụ mã hóa dữ liệu video dựa trên chế độ dự đoán nội cấu trúc được dùng cho khối dữ liệu video. Theo các ví dụ khác, bộ mã hóa hoặc bộ giải mã dữ liệu video có thể xác định việc sử dụng công cụ mã hóa dữ liệu video dựa trên phép biến đổi được dùng cho khối dữ liệu video. Công cụ mã hóa dữ liệu video có thể bao gồm các kỹ thuật lọc các mẫu tham chiếu dự đoán nội cấu trúc (ví dụ, chế độ làm trơn nội cấu trúc phụ thuộc vào chế độ (mode dependent intra smoothing - MDIS)) hoặc chế độ kết hợp dự đoán phụ thuộc vào vị trí (position-dependent prediction combination - PDPC). Theo cách này, bộ mã hóa dữ liệu video có thể được tạo cấu hình để báo hiệu phần tử cú pháp chỉ báo phép biến đổi cụ thể và bộ giải mã dữ liệu video có thể được tạo cấu hình để xác định cả phép biến đổi và việc sử dụng công cụ mã hóa dữ liệu video từ phần tử cú pháp cho phép biến đổi. Như vậy, việc phát tín hiệu quá mức được giảm đi và hiệu quả nén có thể tăng lên.

Theo một ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp giải mã dữ liệu video bao gồm bước nhận khối dữ liệu video, xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video, và xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định.

Theo ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu video bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ khối dữ liệu video, và một hoặc nhiều bộ xử lý truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để nhận khối dữ liệu video, xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video, và xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định.

Theo ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu video bao gồm phương tiện nhận khối dữ liệu video, phương tiện xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video, và phương tiện xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định.

Theo ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mã, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu video để nhận khối dữ liệu video, xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video, và xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định.

Theo ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp mã hóa dữ liệu video bao gồm bước nhận khối dữ liệu video, xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc để mã hóa khối dữ liệu video, và xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để mã hóa khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định.

Theo ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ khối dữ liệu video, và một hoặc nhiều bộ xử lý truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để nhận khối dữ liệu video, xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc để mã hóa khối dữ liệu video, và xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để mã hóa khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định.

Chi tiết về một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế được trình bày trong các hình vẽ kèm theo và phần mô tả dưới đây. Các dấu hiệu, đối tượng và ưu điểm khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn khi xem phần mô tả chi tiết sáng chế và hình vẽ, cùng với các điểm yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và giải mã dữ liệu video làm ví dụ được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.2A là sơ đồ khái niệm minh họa một ví dụ về việc phân chia khối sử dụng cấu trúc cây nhị phân cộng cây tứ phân (quadtree plus binary tree - QTBT).

Fig.2B là sơ đồ khái niệm minh họa cấu trúc cây làm ví dụ tương ứng với việc phân chia khối sử dụng cấu trúc QTBT trên Fig.2A.

Fig.3 là ví dụ về 35 chế độ dự đoán nội cấu trúc được định nghĩa trong HEVC.

Fig.4A minh họa việc dự đoán của khối 4x4 sử dụng mẫu không lọc theo các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.4B minh họa việc dự đoán của khối 4x4 sử dụng mẫu đã lọc theo các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.5 minh họa ví dụ về lọc tham chiếu nội cấu trúc.

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ về bộ mã hóa dữ liệu video được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ về bộ giải mã dữ liệu video được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.8 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa làm ví dụ theo sáng chế.

Fig.9 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã làm ví dụ theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế mô tả các kỹ thuật mã hóa khối dữ liệu video bằng cách sử dụng dự đoán nội cấu trúc. Theo một số ví dụ, sáng chế mô tả các kỹ thuật để xác định hướng dự đoán, lọc nội cấu trúc, xử lý biến đổi và công cụ mã hóa dữ liệu video (ví dụ, các kỹ thuật mã hóa dữ liệu video đặc thù để mã hóa và giải mã dữ liệu video).

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và giải mã dữ liệu video làm ví dụ có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế để lọc dự đoán nội cấu trúc và xử lý biến đổi. Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống 10 bao gồm thiết bị nguồn 12 để cung cấp dữ liệu video đã mã hóa sẽ được giải mã sau này bằng thiết bị đích 14. Cụ thể, thiết bị nguồn 12 cung cấp dữ liệu video cho thiết bị đích 14 qua phương tiện đọc được bằng máy tính 16. Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể là thiết bị bất kỳ trong số rất nhiều thiết bị, như máy tính để bàn, máy tính notebook (ví

dụ, máy tính xách tay), máy tính bảng, đầu thu kỹ thuật số, máy điện thoại cầm tay như máy điện thoại “thông minh” (hoặc rộng hơn là trạm di động), máy tính bảng, tivi, camera, thiết bị hiển thị, trình phát phương tiện kỹ thuật số, bàn điều khiển trò chơi điện tử, thiết bị truyền trực tiếp dữ liệu video, hoặc các thiết bị tương tự khác. Trạm di động có thể là thiết bị bất kỳ có khả năng truyền thông qua mạng không dây. Trong một số trường hợp, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể được trang bị để truyền thông không dây. Do đó, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể là các thiết bị truyền thông không dây (ví dụ, các trạm di động). Thiết bị nguồn 12 là thiết bị mã hóa dữ liệu video (tức là thiết bị để mã hóa dữ liệu video) làm ví dụ. Thiết bị nguồn 14 là thiết bị giải mã dữ liệu video (tức là thiết bị để giải mã dữ liệu video) làm ví dụ.

Theo ví dụ trên Fig.1, thiết bị nguồn 12 bao gồm nguồn dữ liệu video 18, phương tiện lưu trữ 20 được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và giao diện xuất 24. Thiết bị đích 14 bao gồm giao diện nhập 26, phương tiện lưu trữ 28 được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa, bộ giải mã dữ liệu video 30 và thiết bị hiển thị 32. Theo các ví dụ khác, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 bao gồm các bộ phận hoặc cơ cấu khác. Ví dụ, thiết bị nguồn 12 có thể thu dữ liệu video từ nguồn video bên ngoài, như camera bên ngoài. Tương tự, thiết bị đích 14 có thể giao tiếp với thiết bị hiển thị bên ngoài, hơn là bao gồm thiết bị hiển thị tích hợp 32.

Hệ thống 10 được minh họa trên Fig.1 chỉ là một ví dụ. Các kỹ thuật xử lý và/hoặc mã hóa (ví dụ, mã hóa và/hoặc giải mã) dữ liệu video có thể được thực hiện bởi thiết bị mã hóa và/hoặc giải mã dữ liệu video kỹ thuật số bất kỳ. Mặc dù các kỹ thuật của sáng chế thường được thực hiện bởi thiết bị mã hóa dữ liệu video và/hoặc thiết bị giải mã dữ liệu video, nhưng các kỹ thuật này cũng có thể được thực hiện bởi bộ mã hóa/bộ giải mã dữ liệu video, thường được gọi là “bộ mã hóa-giải mã (CODEC).” Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 chỉ là các ví dụ về thiết bị mã hóa như vậy trong đó thiết bị nguồn 12 tạo ra dữ liệu video đã mã hóa để truyền cho thiết bị đích 14. Theo một số ví dụ, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể hoạt động theo cách gần như đối xứng sao cho mỗi thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 đều bao gồm các bộ phận mã hóa và giải mã dữ liệu video. Do đó, hệ thống 10 có thể hỗ trợ truyền dữ liệu video

một chiều hoặc hai chiều giữa thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14, ví dụ, để truyền trực tiếp video, phát lại dữ liệu video, phát quảng bá video, hoặc điện thoại có video.

Nguồn video 18 của thiết bị nguồn 12 có thể là thiết bị thu video, chẳng hạn như camera ghi hình, phương tiện lưu trữ video chứa video đã được thu từ trước, và/hoặc giao diện nạp video để thu dữ liệu video từ nhà cung cấp nội dung video. Theo ví dụ khác, nguồn video 18 có thể tạo ra dữ liệu dựa trên đồ họa máy tính dùng làm dữ liệu video nguồn, hoặc kết hợp của video thu phát trực tiếp, video lưu trữ và video được tạo ra bằng máy tính. Thiết bị nguồn 12 có thể bao gồm một hoặc nhiều phương tiện lưu trữ dữ liệu (ví dụ, phương tiện lưu trữ 20) được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video. Các kỹ thuật nêu trong sáng chế có thể áp dụng cho mã hóa video nói chung, và có thể được áp dụng cho các ứng dụng không dây và/hoặc nối dây. Trong mỗi trường hợp, video được thu, được thu từ trước hoặc được tạo ra bằng máy tính có thể được mã hóa bằng bộ mã hóa video 22. Giao diện xuất 24 có thể xuất ra thông tin video đã mã hóa (ví dụ, dòng bit của dữ liệu video đã mã hóa) cho phương tiện đọc được bằng máy tính 16.

Thiết bị đích 14 có thể thu dữ liệu video đã mã hóa cần được giải mã thông qua phương tiện đọc được bằng máy tính 16. Phương tiện đọc được bằng máy tính 16 có thể bao gồm loại phương tiện hoặc thiết bị bất kỳ có khả năng truyền dữ liệu video đã mã hóa từ thiết bị nguồn 12 đến thiết bị đích 14. Theo một số ví dụ, phương tiện đọc được bằng máy tính 16 có thể bao gồm phương tiện truyền thông cho phép thiết bị nguồn 12 truyền dữ liệu video đã mã hóa trực tiếp đến thiết bị đích 14 theo thời gian thực. Dữ liệu video đã mã hóa có thể được điều chế theo chuẩn truyền thông, như giao thức truyền thông không dây, và được truyền đến thiết bị đích 14. Phương tiện truyền thông có thể bao gồm phương tiện truyền thông không dây hoặc có dây bất kỳ, như phổ tần số vô tuyến (radio frequency - RF) hoặc một hoặc nhiều đường truyền vật lý. Phương tiện truyền thông có thể tạo nên một phần mạng dựa trên gói, chẳng hạn như mạng cục bộ, mạng diện rộng, hoặc mạng toàn cầu như Internet. Phương tiện truyền thông có thể bao gồm các bộ định tuyến, bộ chuyển mạch, trạm gốc, hoặc mọi thiết bị khác có thể có ích để hỗ trợ truyền thông từ thiết bị nguồn 12 đến thiết bị đích 14. Thiết

bị đích 14 có thể bao gồm một hoặc nhiều phương tiện lưu trữ dữ liệu được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa và dữ liệu video đã giải mã.

Theo một số ví dụ, dữ liệu đã mã hóa có thể được xuất ra từ giao diện xuất 24 đến thiết bị lưu trữ. Tương tự, dữ liệu đã mã hóa có thể được truy cập từ thiết bị lưu trữ bằng giao diện nhập. Thiết bị lưu trữ có thể là thiết bị bất kỳ trong số nhiều phương tiện lưu trữ dữ liệu truy cập theo cách phân tán hoặc cục bộ chẳng hạn như ổ cứng, đĩa Blu-ray, DVD, CD-ROM, bộ nhớ flash, bộ nhớ khả biến hoặc bất biến, hoặc bất kỳ phương tiện lưu trữ kỹ thuật số thích hợp khác để lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa. Theo ví dụ khác, thiết bị lưu trữ có thể tương ứng với máy chủ tập tin hoặc thiết bị lưu trữ trung gian khác mà có thể lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa được tạo ra bằng thiết bị nguồn 12. Thiết bị đích 14 có thể truy cập dữ liệu video đã lưu trữ từ thiết bị lưu trữ qua phương thức truyền trực tiếp hoặc tải xuống. Máy chủ tập tin có thể là loại máy chủ bất kỳ có khả năng lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa và truyền dữ liệu video đã mã hóa đó cho thiết bị đích 14. Ví dụ về máy chủ tập tin là máy chủ web (ví dụ, cho website), máy chủ giao thức truyền tập tin (File Transfer Protocol - FTP), thiết bị lưu trữ gắn với mạng (Network Attached Storage - NAS) hoặc ổ đĩa cục bộ. Thiết bị đích 14 có thể truy cập dữ liệu video đã mã hóa qua kết nối dữ liệu tiêu chuẩn bất kỳ, bao gồm kết nối internet. Kết nối này có thể bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối có dây (ví dụ, đường thuê bao số (Digital Subscriber Line - DSL), modem cáp, v.v.), hoặc kết hợp của hai loại này thích hợp để truy cập dữ liệu video đã mã hóa được lưu trữ trên máy chủ tập tin. Việc truyền dữ liệu video đã mã hóa từ thiết bị lưu trữ có thể là truyền trực tiếp, truyền tải xuống, hoặc kết hợp của hai loại này.

Các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế có thể được áp dụng cho quy trình mã hóa video để hỗ trợ cho loại bất kỳ trong số nhiều ứng dụng đa phương tiện khác nhau, chẳng hạn như phát sóng truyền hình qua không trung, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh, truyền trực tiếp video qua mạng internet, như truyền trực tiếp thích ứng động qua HTTP (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP - DASH), video kỹ thuật số được mã hóa trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã dữ liệu video kỹ thuật số được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc các ứng dụng khác. Theo một số ví dụ, hệ thống 10 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền dữ liệu video một chiều hoặc hai chiều để hỗ

trợ các ứng dụng như truyền trực tiếp dữ liệu video, phát lại dữ liệu video, phát quảng bá dữ liệu video, và/hoặc điện thoại có video.

Phương tiện đọc được bằng máy tính 16 có thể là phương tiện khả biến, chẳng hạn như phương tiện phát quảng bá không dây hoặc phương tiện truyền qua mạng nối dây, hoặc là phương tiện lưu trữ (tức là, phương tiện lưu trữ bất biến), như đĩa cứng, ổ đĩa flash, đĩa compac, đĩa video kỹ thuật số, đĩa Blu-ray, hoặc phương tiện đọc được bằng máy tính khác. Theo một số ví dụ, máy chủ mạng (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể thu dữ liệu video đã mã hóa từ thiết bị nguồn 12 và cung cấp dữ liệu video đã mã hóa này cho thiết bị đích 14, ví dụ, thông qua tín hiệu truyền trên mạng. Tương tự, thiết bị tính toán của hãng sản xuất phương tiện, như hãng sản xuất đĩa, có thể thu dữ liệu video đã mã hóa từ thiết bị nguồn 12 và tạo ra đĩa chứa dữ liệu video đã mã hóa. Vì vậy, phương tiện đọc được bằng máy tính 16 có thể được hiểu là bao gồm một hoặc nhiều phương tiện đọc được bằng máy tính ở nhiều dạng khác nhau, trong nhiều ví dụ khác nhau.

Giao diện nhập 26 của thiết bị đích 14 thu thông tin từ phương tiện đọc được bằng máy tính 16. Thông tin của phương tiện đọc được bằng máy tính 16 có thể bao gồm thông tin cú pháp được xác định bởi bộ mã hóa dữ liệu video 22, cũng được bộ giải mã dữ liệu video 30 sử dụng, bao gồm các phần tử cú pháp mô tả các đặc điểm và/hoặc quá trình xử lý các khối và các đơn vị mã hóa khác, ví dụ, các nhóm hình (group of pictures - GOP). Phương tiện lưu trữ 28 có thể lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa thu được bởi giao diện nhập 26. Thiết bị hiển thị 32 hiển thị dữ liệu video đã giải mã cho người dùng và có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị hiển thị như màn hình ống phóng tia điện tử (cathode ray tube - CRT), màn hình tinh thể lỏng (liquid crystal display - LCD), màn hình plasma, màn hình điốt phát sáng hữu cơ (organic light emitting diode - OLED), hoặc loại thiết bị hiển thị khác.

Mỗi bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được triển khai dưới dạng mạch bất kỳ trong số nhiều mạch mã hóa video hoặc giải mã dữ liệu video phù hợp, như một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor - DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), mảng cửa lập trình được theo trường (Field Programmable Gate Array -

FPGA), logic rời rạc, phần mềm, phần cứng, firmware hoặc kết hợp bất kỳ của các loại trên. Khi các kỹ thuật này được thực thi một phần trong phần mềm, thiết bị có thể lưu trữ các lệnh cho phần mềm trên phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính thích hợp và thực thi các lệnh trong phần cứng bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Mỗi bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được bao gồm trong một hoặc nhiều bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, mỗi bộ phận này có thể được tích hợp làm một phần của CODEC kết hợp trong thiết bị tương ứng.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể hoạt động theo chuẩn mã hóa dữ liệu video. Ví dụ về các chuẩn mã hóa dữ liệu video bao gồm nhưng không giới hạn ở ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H.262 hoặc ISO/IEC MPEG-2 Visual, ITU-T H.263, ISO/IEC MPEG-4 Visual và ITU-T H.264 (còn được biết đến là ISO/IEC MPEG-4 AVC), bao gồm các phiên bản mở rộng mã hóa dữ liệu video có khả năng điều chỉnh (Scalable Video Coding - SVC) và mã hóa dữ liệu video đa khung hình (Multiview Video Coding - MVC). Hơn nữa, chuẩn mã hóa dữ liệu video mới, có tên là chuẩn mã hóa dữ liệu video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC) hoặc ITU-T H.265, bao gồm các phiên bản mở rộng về mã hóa dài và nội dung màn hình, các phiên bản mở rộng về mã hóa dữ liệu video 3D (3D-HEVC) và đa khung hình (MV-HEVC) và phiên bản mở rộng có khả năng điều chỉnh (SHVC), đã được phát triển bởi đội hợp tác liên kết về kỹ thuật mã hóa dữ liệu video (Joint Collaboration Team on Video Coding - JCT-VC) thuộc nhóm chuyên gia về kỹ thuật mã hóa dữ liệu video (Video Coding Experts Group - VCEG) của tổ chức ITU-T và nhóm chuyên gia về hình động (Motion Picture Experts Group - MPEG) của tổ chức ISO/IEC. Các chuẩn mã hóa dữ liệu video còn bao gồm bộ mã hóa-giải mã dữ liệu video riêng, chẳng hạn như Google VP8, VP9, VP10, và các bộ mã hóa-giải mã dữ liệu video được phát triển bởi các tổ chức khác, ví dụ, tổ chức Alliance for Open Media.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để hoạt động theo các kỹ thuật và/hoặc các chuẩn mã hóa dữ liệu video khác, bao gồm các kỹ thuật mã hóa dữ liệu video mới được nghiên cứu bởi

đội khảo sát dữ liệu video chung (Joint Video Exploration Team - JVET). JVET thực hiện thử nghiệm theo mô hình phần mềm tên là mô hình khảo sát chung (Joint Exploratory Model - JEM).

Như sẽ được giải thích chi tiết hơn trong phần dưới đây và theo một ví dụ của sáng chế, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để nhận khối dữ liệu video, xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video, và xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định. Tương tự, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để nhận khối dữ liệu video, xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc để mã hóa khối dữ liệu video, và xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để mã hóa khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định.

Trong chuẩn HEVC và các bản đặc tả kỹ thuật mã hóa dữ liệu video khác, chuỗi video thường bao gồm một loạt hình. Hình còn được gọi là “khung”. Hình có thể chứa ba mảng mẫu, được ký hiệu là S_L , S_{Cb} , và S_{Cr} . S_L là mảng hai chiều (chẳng hạn, khối) gồm các mẫu độ sáng. S_{Cb} là mảng hai chiều gồm các mẫu sắc độ C_b . S_{Cr} là mảng hai chiều gồm các mẫu sắc độ C_r . Ở đây các mẫu sắc độ (chrominance) cũng có thể được gọi là các mẫu “sắc độ” (chroma). Trong các trường hợp khác, hình có thể là hình đơn sắc và có thể chỉ bao gồm mảng có các mẫu độ sáng.

Để tạo ra dạng biểu diễn mã hóa của hình (ví dụ, dòng bit dữ liệu video được mã hóa), bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể tạo ra tập hợp đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU). Mỗi CTU có thể bao gồm khối cây mã hóa gồm các mẫu độ sáng, hai khối cây mã hóa tương ứng gồm các mẫu sắc độ và các cấu trúc cú pháp được dùng để mã hóa các mẫu của các khối cây mã hóa. Trong các hình đơn sắc hoặc các hình có ba mặt phẳng màu riêng biệt, CTU có thể bao gồm một khối cây mã hóa và các cấu trúc cú pháp được dùng để mã hóa các mẫu của khối cây mã hóa. Khối cây mã hóa có thể là khối mẫu $N \times N$. CTU cũng có thể được gọi là “khối cây” hoặc “đơn vị mã hóa lớn nhất” (largest coding unit - LCU). Nói chung các CTU của chuẩn HEVC có thể giống các khối macro của các chuẩn khác, như H.264/AVC. Tuy nhiên, CTU không nhất thiết chỉ giới hạn ở một kích thước cụ thể và có thể bao gồm một hoặc nhiều CU. Lát có thể bao gồm một số nguyên các CTU được sắp xếp liên tiếp theo trình tự quét mảnh.

Để tạo ra CTU mã hóa, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể thực hiện phân chia cây tứ phân đệ quy trên các khối cây mã hóa của CTU để chia khối cây mã hóa này thành các khối mã hóa, do đó có tên là “đơn vị cây mã hóa.” Khối mã hóa là khối mẫu $N \times N$. CU có thể bao gồm khối mã hóa gồm các mẫu độ sáng và hai khối mã hóa tương ứng gồm các mẫu sắc độ của hình có mảng mẫu độ sáng, mảng mẫu Cb và mảng mẫu Cr, và các cấu trúc cú pháp được dùng để mã hóa các mẫu của khối mã hóa. Trong các hình đơn sắc hoặc các hình có ba mặt phẳng màu riêng biệt, CU có thể bao gồm một khối mã hóa và các cấu trúc cú pháp dùng để mã hóa các mẫu của khối mã hóa.

Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể phân chia khối mã hóa của CU thành một hoặc nhiều khối dự đoán. Khối dự đoán là khối hình chữ nhật (tức là, hình vuông hoặc không phải hình vuông) gồm các mẫu mà cùng một phép dự đoán được áp dụng trên đó. Đơn vị dự đoán (prediction unit - PU) của CU có thể bao gồm khối dự đoán gồm các mẫu độ sáng, hai khối dự đoán tương ứng gồm các mẫu sắc độ và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để dự đoán khối dự đoán. Trong các hình đơn sắc hoặc các hình có ba mặt phẳng màu riêng biệt, PU có thể bao gồm một khối dự đoán và các cấu trúc cú pháp dùng để dự đoán khối dự đoán. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể tạo ra các khối dự đoán (ví dụ, các khối dự đoán độ sáng, Cb và Cr) cho các khối dự đoán (ví dụ, khối dự đoán độ sáng, Cb và Cr) của mỗi PU của CU.

Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể sử dụng quy trình dự đoán nội cấu trúc hoặc dự đoán liên cấu trúc để tạo ra các khối dự đoán cho PU. Nếu bộ mã hóa dữ liệu video 22 sử dụng quy trình dự đoán nội cấu trúc để tạo ra các khối dự đoán của PU, thì bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể tạo ra các khối dự đoán của PU dựa trên các mẫu được giải mã của hình bao gồm PU.

Sau khi bộ mã hóa dữ liệu video 22 tạo ra các khối dự đoán (ví dụ, các khối dự đoán độ sáng, Cb và Cr) cho một hoặc nhiều PU của CU, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể tạo ra một hoặc nhiều khối dữ liệu dư cho CU này. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể tạo ra khối dữ liệu dư độ sáng cho CU. Mỗi mẫu trong khối dữ liệu dư độ sáng của CU biểu thị sự chênh lệch giữa mẫu độ sáng trong một trong số các khối độ sáng dự đoán của CU và mẫu tương ứng trong khối mã hóa độ sáng ban đầu của CU. Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể tạo ra khối dữ liệu dư Cb cho CU.

Theo một ví dụ của quy trình dự đoán sắc độ, mỗi mẫu trong khối dữ liệu dư Cb của CU có thể biểu thị sự chênh lệch giữa mẫu Cb trong một trong số các khối Cb dự đoán của CU và mẫu tương ứng trong khối mã hóa Cb ban đầu của CU. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 còn có thể tạo ra khối dữ liệu dư Cr cho CU. Mỗi mẫu trong khối dữ liệu dư Cr của CU có thể biểu thị sự chênh lệch giữa mẫu Cr trong một trong số các khối Cr dự đoán của CU và mẫu tương ứng trong khối mã hóa Cr ban đầu của CU. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng các kỹ thuật khác dùng cho quy trình dự đoán sắc độ có thể được sử dụng.

Hơn thế nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể sử dụng phép phân chia cây tứ phân để phân tích các khối dư (ví dụ, các khối dư độ sáng, Cb và Cr) của CU thành một hoặc nhiều khối biến đổi (ví dụ, các khối biến đổi độ sáng, Cb và Cr). Khối biến đổi là khối hình chữ nhật (ví dụ, hình vuông hoặc không phải hình vuông) gồm các mẫu mà cùng một phép biến đổi được áp dụng trên đó. Đơn vị biến đổi (transform unit - TU) của CU có thể bao gồm khối biến đổi gồm các mẫu độ sáng, hai khối biến đổi tương ứng gồm các mẫu sắc độ, và các cấu trúc cú pháp được dùng để biến đổi các mẫu khối biến đổi. Do vậy, mỗi TU của CU có thể có khối biến đổi độ sáng, khối biến đổi Cb, và khối biến đổi Cr. Khối biến đổi độ sáng của TU có thể là khối con của khối dữ liệu dư độ sáng của CU. Khối biến đổi Cb có thể là khối con của khối dữ liệu dư Cb của CU. Khối biến đổi Cr có thể là khối con của khối dữ liệu dư Cr của CU. Trong các hình đơn sắc hoặc các hình có ba mặt phẳng màu riêng biệt, TU có thể bao gồm một khối biến đổi và các cấu trúc cú pháp dùng để biến đổi các mẫu của khối biến đổi.

Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối biến đổi của TU để tạo ra khối hệ số cho TU. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối biến đổi độ sáng của TU để tạo ra khối hệ số độ sáng cho TU này. Khối hệ số có thể là mảng hai chiều gồm các hệ số biến đổi. Hệ số biến đổi có thể là đại lượng vô hướng. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối biến đổi Cb của TU để tạo ra khối hệ số Cb cho TU. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối biến đổi Cr của TU để tạo ra khối hệ số Cr cho TU.

Sau khi tạo ra khối hệ số (ví dụ, khối hệ số độ sáng, khối hệ số Cb hoặc khối hệ số Cr), bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể lượng tử hóa khối hệ số này. Lượng tử hóa thường là quy trình trong đó các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để có thể giảm bớt lượng dữ liệu được sử dụng để biểu diễn các hệ số biến đổi, nhằm đạt được hiệu quả nén cao hơn. Sau khi bộ mã hóa dữ liệu video 22 lượng tử hóa khối hệ số, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể mã hóa entropy các phần tử cú pháp biểu thị các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể thực hiện mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding - CABAC) trên các phần tử cú pháp biểu thị các hệ số biến đổi được lượng tử hóa.

Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể xuất ra dòng bit chứa chuỗi bit tạo nên dạng biểu diễn của các hình mã hóa và dữ liệu liên quan. Do đó, dòng bit chứa dạng biểu diễn mã hóa của dữ liệu video. Dòng bit có thể bao gồm chuỗi các đơn vị lớp trừu tượng hóa mạng (network abstraction layer - NAL). Đơn vị NAL là cấu trúc cú pháp chứa thông tin chỉ báo về kiểu dữ liệu trong đơn vị NAL và các byte chứa dữ liệu đó ở dạng tải tin chứa chuỗi byte thô (raw byte sequence payload - RBSP) được lồng ghép với các bit chống giả lập nếu cần. Mỗi đơn vị NAL có thể bao gồm phần đầu đơn vị NAL và đóng gói RBSP. Phần đầu đơn vị NAL có thể bao gồm phần tử cú pháp biểu thị mã kiểu đơn vị NAL. Mã kiểu đơn vị NAL được xác định bởi phần đầu đơn vị NAL của đơn vị NAL biểu thị kiểu đơn vị NAL. RBSP có thể là cấu trúc cú pháp chứa số byte nguyên được đóng gói trong đơn vị NAL. Trong một số trường hợp, RBSP bao gồm các bit 0.

Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thu dòng bit dữ liệu video đã mã hóa được tạo ra bởi bộ mã hóa dữ liệu video 22. Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể phân tích cú pháp dòng bit để thu được các phần tử cú pháp từ dòng bit này. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo các hình của dữ liệu video dựa ít nhất một phần vào các phần tử cú pháp thu được từ dòng bit. Thông thường, quy trình tái tạo dữ liệu video có thể ngược với quy trình được thực hiện bởi bộ mã hóa dữ liệu video 22. Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sử dụng các vector chuyển động của PU để xác định các khối dự đoán cho PU của CU hiện thời. Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể lượng tử hóa ngược các khối hệ số của các TU của CU hiện thời. Bộ giải mã dữ liệu

video 30 có thể thực hiện các phép biến đổi ngược trên các khối hệ số để tái tạo các khối biến đổi của các TU của CU hiện thời. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo các khối mã hóa của CU hiện thời bằng cách bổ sung các mẫu của các khối dự đoán cho các PU của CU hiện thời vào các mẫu tương ứng của các khối biến đổi của các TU của CU hiện thời. Bằng cách tái tạo các khối mã hóa cho mỗi CU của hình, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo hình này.

Cấu trúc phân chia cây nhị phân cộng cây tứ phân (QTBT) hiện đang được đội khảo sát dữ liệu video chung (JVET) nghiên cứu. Trong tài liệu của J. An và cộng sự tên là “Block partitioning structure for next generation video coding”, Liên minh Viễn thông Quốc tế, COM16-C966, tháng 9 năm 2015 (sau đây gọi là “đề xuất VCEG COM16-C966”), kỹ thuật phân chia QTBT đã được đề xuất cho chuẩn mã hóa dữ liệu video tương lai ngoài chuẩn HEVC. Các mô phỏng đã chỉ ra rằng cấu trúc QTBT được đề xuất có thể hiệu quả hơn so với cấu trúc cây tứ phân được dùng trong chuẩn HEVC.

Trong cấu trúc QTBT được mô tả trong bản đề xuất VCEG COM16-C966, CTB được phân chia trước tiên bằng cách sử dụng các kỹ thuật phân chia cây tứ phân, trong đó bước tách cây tứ phân của một nút có thể được lặp đến khi nút này đạt đến kích thước nhỏ nhất cho phép của nút lá cây tứ phân. Kích thước nhỏ nhất cho phép của nút lá cây tứ phân có thể được biểu thị cho bộ giải mã dữ liệu video bằng giá trị của phần tử cú pháp MinQTSIZE. Nếu kích thước nút lá cây tứ phân không lớn hơn kích thước lớn nhất cho phép của nút gốc cây nhị phân (ví dụ, như được biểu thị bằng phần tử cú pháp MaxBTSIZE), thì nút lá cây tứ phân có thể được phân chia thêm bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia cây nhị phân. Việc phân chia cây nhị phân của một nút có thể được lặp lại đến khi nút này đạt đến kích thước nhỏ nhất cho phép của nút lá cây nhị phân (ví dụ, như được biểu thị bằng phần tử cú pháp MinBTSIZE) hoặc độ sâu lớn nhất cho phép của cây nhị phân (ví dụ, như được biểu thị bằng phần tử cú pháp MaxBTDepth). Đề xuất VCEG COM16-C966 sử dụng thuật ngữ “CU” để chỉ các nút lá cây nhị phân. Trong đề xuất VCEG COM16-C966, CU được dùng để dự đoán (ví dụ, dự đoán nội cấu trúc, dự đoán liên cấu trúc, v.v.) và biến đổi mà không cần phân chia thêm nữa. Nói chung, theo các kỹ thuật QTBT, có hai dạng tách để tách cây nhị phân: tách đối xứng theo chiều ngang và tách đối xứng theo chiều dọc. Trong mỗi

trường hợp, khối được tách bằng cách chia khối giảm ở giữa, theo chiều ngang hoặc chiều dọc. Điều này khác với việc phân chia cây tứ phân mà phân chia một khối thành bốn khối.

Theo một ví dụ của cấu trúc phân chia QTBT, kích thước CTU được thiết lập là 128×128 (ví dụ, khối độ sáng 128×128 và hai khối sắc độ 64×64 tương ứng), MinQTSIZE được thiết lập là 16×16 , MaxBTSIZE được thiết lập là 64×64 , MinBTSIZE (cả chiều rộng lẫn chiều cao) được thiết lập là 4 và MaxBTDDEPTH được thiết lập là 4. Quy trình phân chia cây tứ phân được áp dụng cho CTU trước tiên để tạo ra các nút lá cây tứ phân. Các nút lá cây tứ phân có thể có kích thước từ 16×16 (tức là, MinQTSIZE là 16×16) đến 128×128 (tức là, kích thước CTU). Theo một ví dụ về việc phân chia QTBT, nếu nút lá cây tứ phân là 128×128 , thì nút lá cây tứ phân này không thể được cây nhị phân phân tách thêm nữa vì kích thước của nút lá cây tứ phân vượt quá MaxBTSIZE (tức là, 64×64). Nếu không, nút lá cây tứ phân được cây nhị phân phân tách thêm nữa. Do đó, nút lá cây tứ phân cũng là nút gốc cho cây nhị phân và có độ sâu cây nhị phân bằng 0. Độ sâu cây nhị phân đạt tới MaxBTDDEPTH (ví dụ, 4) biểu thị rằng không tách nữa. Nút cây nhị phân có chiều rộng bằng MinBTSIZE (ví dụ, 4) biểu thị rằng không tách ngang nữa. Tương tự, nút cây nhị phân có chiều cao bằng MinBTSIZE biểu thị rằng không tách dọc nữa. Các nút lá của cây nhị phân (CU) được xử lý thêm (ví dụ, bằng cách thực hiện quy trình dự đoán và quy trình biến đổi) mà không cần phân chia thêm nữa.

Fig.2A minh họa một ví dụ của khối 50 (ví dụ, CTB) được phân chia bằng cách sử dụng các kỹ thuật phân chia QTBT. Như được thể hiện trên Fig.2A, bằng cách sử dụng các kỹ thuật phân chia QTBT, mỗi khối thu được được chia đối xứng qua tâm của mỗi khối. Fig.2B minh họa cấu trúc cây tương ứng với sơ đồ phân chia khối trên Fig.2A. Các đường nét liền trên Fig.2B biểu thị việc tách cây tứ phân và các đường nét đứt biểu thị việc tách cây nhị phân. Theo một ví dụ, trong mỗi nút tách (tức là không phải nút lá) của cây nhị phân, phần tử cú pháp (ví dụ, cờ) được báo hiệu để biểu thị dạng tách được thực hiện (ví dụ, ngang hay dọc), trong đó 0 biểu thị việc tách ngang và 1 biểu thị việc tách dọc. Đối với việc tách cây tứ phân, không cần thiết phải biểu thị kiểu tách vì

việc chia tách cây tứ phân luôn tách một khối theo chiều ngang và theo chiều dọc thành 4 khối con có kích thước bằng nhau.

Như được thể hiện trên Fig.2B, tại nút 70, khối 50 được tách thành bốn khối 51, 52, 53 và 54, được thể hiện trên Fig.2A bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia cây tứ phân. Khối 54 không được tách tiếp, và do đó nó là nút lá. Tại nút 72, khối 51 được tách tiếp thành hai khối bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia cây nhị phân. Như được thể hiện trên Fig.2B, nút 72 được đánh dấu là 1, biểu thị việc tách dọc. Do vậy, việc tách ở nút 72 tạo ra khối 57 và khối gồm cả khối 55 và 56. Các khối 55 và 56 được tạo ra bằng cách tách tiếp theo chiều dọc ở nút 74. Tại nút 76, khối 52 được tách tiếp thành hai khối 58 và 59 bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia cây nhị phân. Như được thể hiện trên Fig.2B, nút 76 được đánh dấu là 1, biểu thị việc tách ngang.

Tại nút 78, khối 53 được tách thành 4 khối kích thước bằng nhau bằng cách sử dụng kỹ thuật phân chia cây tứ phân. Các khối 63 và 66 được tạo ra từ kỹ thuật phân chia cây tứ phân này và không được tách thêm nữa. Tại nút 80, khối trên bên trái được tách trước tiên bằng cách sử dụng kỹ thuật tách cây nhị phân theo chiều dọc tạo ra khối 60 và khối dọc bên phải. Khối dọc bên phải sau đó được tách bằng cách sử dụng kỹ thuật tách cây nhị phân theo chiều ngang thành các khối 61 và 62. Khối dưới bên phải mà được tạo ra từ việc tách cây tứ phân tại nút 78, được tách ở nút 84 bằng cách sử dụng kỹ thuật tách cây nhị phân theo chiều ngang thành các khối 64 và 65.

Theo một ví dụ về phân chia QTBT, quy trình phân chia độ sáng và sắc độ có thể được thực hiện độc lập với nhau đối với các lát I, ngược với như HEVC, trong đó việc phân chia cây tứ phân được thực hiện cùng nhau đối với các khối độ sáng và sắc độ. Tức là, theo một số ví dụ, khối độ sáng và khối sắc độ có thể được phân chia riêng sao cho khối độ sáng và khối sắc độ này không bị chồng trực tiếp lên nhau. Do vậy, theo một số ví dụ về phân chia QTBT, các khối sắc độ có thể được phân chia theo cách sao cho ít nhất một khối sắc độ đã được phân chia không được đồng chỉnh về mặt không gian với một khối độ sáng đã được phân chia. Tức là, các mẫu độ sáng có cùng vị trí với khối sắc độ riêng có thể nằm trong hai hoặc nhiều vùng độ sáng khác nhau.

Trong chuẩn HEVC và JEM, tham chiếu nội cấu trúc (ví dụ, các điểm ảnh tham chiếu/các mẫu lân cận được dùng để dự đoán nội cấu trúc) có thể được làm tròn. Theo

một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để áp dụng bộ lọc cho các mẫu nội cấu trúc. Trong chuẩn HEVC, kỹ thuật làm trơn nội cấu trúc phụ thuộc vào chế độ (MDIS) được sử dụng sao cho bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 được tạo cấu hình để áp dụng bộ lọc vào tham chiếu nội cấu trúc (ví dụ, các mẫu lân cận) trước khi tạo ra dự đoán nội cấu trúc từ các mẫu lân cận cho chế độ dự đoán nội cấu trúc cụ thể.

Fig.3 là sơ đồ khái niệm thể hiện ví dụ về 35 chế độ dự đoán nội cấu trúc được định nghĩa trong HEVC. Trong chuẩn HEVC, khối độ sáng có thể được dự đoán bằng cách sử dụng một trong số 35 dự đoán nội cấu trúc, bao gồm chế độ phẳng, chế độ DC và 33 chế độ góc. 35 chế độ dự đoán nội cấu trúc được định nghĩa trong HEVC được gán chỉ số như được thể hiện trên Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1 – Đặc tả kỹ thuật về chế độ dự đoán nội cấu trúc và các tên liên quan

Chế độ dự đoán nội cấu trúc	Tên liên quan
0	INTRA_PLANAR
1	INTRA_DC
2..34	INTRA_ANGULAR2..INTRA_ANGULAR34

Bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thu được chế độ dự đoán nội cấu trúc mà MDIS được kích hoạt cho chế độ đó dựa trên việc chế độ dự đoán nội cấu trúc hiện thời đang ở gần hay xa như thế nào so với chiều ngang và chiều dọc (ví dụ, hướng dự đoán nội cấu trúc ngang hay dọc). Theo một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thu được thông tin về việc chế độ nội cấu trúc cụ thể đang ở gần hay xa như thế nào so với chiều ngang hay chiều dọc dựa trên chênh lệch tuyệt đối giữa chỉ số chế độ nội cấu trúc cho chế độ dự đoán nội cấu trúc hiện thời và chỉ số chế độ dự đoán nội cấu trúc của chế độ dự đoán nội cấu trúc theo chiều ngang và/hoặc chiều dọc. Nếu chênh lệch tuyệt đối này vượt quá một ngưỡng nhất định (ví dụ, ngưỡng có thể phụ thuộc vào kích thước khối), thì bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để áp dụng bộ lọc MDIS cho các mẫu. Nếu chênh lệch

tuyệt đối này nhỏ hơn hoặc bằng với một ngưỡng nhất định (ví dụ, ngưỡng có thể phụ thuộc vào kích thước khối), thì bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để không áp dụng bộ lọc MDIS cho các mẫu. Ví dụ về ngưỡng có thể bao gồm 10 (ví dụ, đối với các khối 4x4), 7 (ví dụ, đối với các khối 8x8), 1 (ví dụ, đối với các khối 16x16), và không (ví dụ, đối với các khối 32x32). Nói cách khác, đối với chế độ dự đoán nội cấu trúc mà cách xa chiều ngang và chiều dọc, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể không áp dụng bộ lọc tham chiếu nội cấu trúc. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể không áp dụng bộ lọc MDIS cho chế độ dự đoán nội cấu trúc không có góc, chẳng hạn như chế độ DC hoặc chế độ phẳng.

Theo JEM, MDIS được thay thế bằng bộ lọc làm trơn (ví dụ, lọc thích ứng mẫu tham chiếu (reference sample adaptive filtering - RSAF) hoặc làm trơn mẫu thích ứng (adaptive reference sample smoothing - ARSS)), bộ lọc này có thể áp dụng được cho tất cả các chế độ nội cấu trúc. Việc áp dụng bộ lọc làm trơn này cho các mẫu nội cấu trúc có thể được gọi là làm trơn nội cấu trúc. Theo một số ví dụ, bộ lọc làm trơn không được áp dụng cho chế độ DC. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để tạo và báo hiệu cờ để chỉ báo bộ lọc làm trơn có được áp dụng trong khối hiện thời hay không. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để nhận và phân tích cờ này để xác định có áp dụng bộ lọc làm trơn cho khối hiện thời hay không.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để không báo hiệu cờ này như cờ rõ ràng, mà đúng hơn là bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để ẩn đi thông tin chỉ báo về việc bộ lọc làm trơn có được áp dụng trong đặc tính của các hệ số biến đổi hay không (ví dụ, tính chẵn lẻ của các hệ số biến đổi). Tương tự, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định bộ lọc làm trơn có được áp dụng hay không (ví dụ, xác định giá trị của cờ) từ đặc tính của các hệ số biến đổi (ví dụ, tính chẵn lẻ của các hệ số biến đổi). Ví dụ, nếu các hệ số biến đổi thỏa mãn một điều kiện nhất định về tính chẵn lẻ (ví dụ, lẻ hoặc chẵn), thì giá trị của cờ thu được là 1, nếu không thì giá trị của cờ thu được là 0.

Một công cụ khác được sử dụng trong JEM là chế độ kết hợp dự đoán nội cấu trúc phụ thuộc vào vị trí (position dependent intra prediction combination - PDPC).

Chế độ PDPC là một công cụ đo trọng số thông tin dự đoán nội cấu trúc và các mẫu tham chiếu nội cấu trúc, trong đó bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 thu được các trọng số dựa trên kích thước khối của khối đang được mã hóa (bao gồm chiều rộng và chiều cao) và chế độ dự đoán nội cấu trúc.

Các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế có thể được sử dụng ở dạng kết hợp bất kỳ và kết hợp với các phương pháp khác. Kỹ thuật làm trơn nội cấu trúc và chế độ PDPC được dùng cho mục đích minh họa và mô tả, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ đó và các phương pháp đã bộc lộ có thể áp dụng được cho các công cụ khác.

Các phần sau đây mô tả các kỹ thuật xác định các thông số cho chế độ mã hóa kết hợp dự đoán nội cấu trúc phụ thuộc vào vị trí (position-dependent intra prediction combination - PDPC). Các kỹ thuật làm trơn nội cấu trúc của sáng chế có thể được sử dụng kết hợp với chế độ PDPC. Tuy nhiên, kỹ thuật làm trơn nội cấu trúc và chế độ PDPC được dùng cho mục đích minh họa và mô tả, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ đó và các phương pháp đã bộc lộ có thể áp dụng được cho các công cụ khác.

Khi mã hóa dữ liệu video sử dụng chế độ mã hóa PDPC, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sử dụng một hoặc nhiều phương trình có thông số để xác định cách kết hợp các dự đoán dựa trên các giá trị tham chiếu đã lọc và chưa lọc và dựa trên vị trí của điểm ảnh được dự đoán. Sáng chế mô tả một số tập thông số, sao cho bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để kiểm tra các tập thông số (nhờ, ví dụ, sử dụng phép phân tích tốc độ-méo) và báo hiệu cho bộ giải mã dữ liệu video 30 về các thông số tối ưu (ví dụ, các thông số cho hiệu suất tốc độ-méo tốt nhất trong số các thông số đã được kiểm tra). Theo một số ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định các thông số PDPC từ các đặc tính của dữ liệu video (ví dụ, kích thước khối, chiều cao khối, chiều rộng khối, v.v.).

Fig.4A minh họa dự đoán của khối 4x4 (p) sử dụng mẫu chưa lọc (r) theo các kỹ thuật của sáng chế. Fig.4B minh họa dự đoán của khối 4x4 (p) sử dụng mẫu đã lọc (s) theo các kỹ thuật của sáng chế. Trong khi cả Fig.4A và Fig.5B minh họa khối điểm

ảnh 4x4 và 17 (4x4 + 1) giá trị tham chiếu tương ứng, thì các kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng cho kích thước khối và số lượng giá trị tham chiếu bất kỳ.

Bộ mã hóa dữ liệu video 22 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30, khi thực hiện chế độ mã hóa PDPC, có thể sử dụng sự kết hợp giữa các dự đoán đã lọc (q) và chưa lọc (p), sao cho khối dự đoán cho khối hiện thời sẽ được mã hóa có thể được tính toán bằng cách sử dụng các giá trị điểm ảnh từ cả mảng tham chiếu đã lọc (s) lẫn chưa lọc (r).

Theo một ví dụ về các kỹ thuật PDPC, nếu hai tập hợp dự đoán điểm ảnh bất kỳ $p_r[x, y]$ và $q_s[x, y]$, lần lượt được tính toán bằng cách chỉ sử dụng các mẫu chưa lọc và đã lọc r và s , thì giá trị dự đoán kết hợp của điểm ảnh, được biểu thị bởi $v[x, y]$, được xác định bằng

$$v[x, y] = c[x, y] p_r[x, y] + (1 - c[x, y]) q_s[x, y] \quad (1)$$

trong đó $c[x, y]$ là tập hợp các thông số kết hợp. Giá trị của trọng số $c[x, y]$ có thể là giá trị giữa 0 và 1. Tổng các trọng số $c[x, y]$ và $(1 - c[x, y])$ có thể bằng 1.

Theo một số ví dụ, có thể không thực tế để có tập hợp các thông số lớn như số lượng các điểm ảnh trong khối. Trong các ví dụ này $c[x, y]$ có thể được xác định bởi tập hợp các thông số nhỏ hơn nhiều, cộng với phương trình để tính toán tất cả các giá trị kết hợp từ các thông số đó. Theo ví dụ này, công thức sau có thể được sử dụng:

$$v[x, y] = \left\lfloor \frac{c_1^{(v)} r[x, -1] - c_2^{(v)} r[-1, -1]}{2^{\lfloor \frac{y}{d_v} \rfloor}} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{c_1^{(h)} r[-1, y] - c_2^{(h)} r[-1, -1]}{2^{\lfloor \frac{x}{d_h} \rfloor}} \right\rfloor + \left(\frac{N - \min(x, y)}{N} \right) g p_r^{(HEVC)}[x, y] + b[x, y] q_s^{(HEVC)}[x, y] \quad (2)$$

trong đó $c_1^v, c_2^v, c_1^h, c_2^h, g$, và $d_v, d_h \in \{1, 2\}$ là các thông số dự đoán, N là kích thước khối, $p_r^{(HEVC)}[x, y]$ và $q_s^{(HEVC)}[x, y]$ là các giá trị dự đoán được tính toán theo tiêu chuẩn HEVC, cho chế độ cụ thể, sử dụng các mẫu chưa lọc và đã lọc tương ứng, và

$$b[x, y] = 1 - \left\lfloor \frac{c_1^{(v)} - c_2^{(v)}}{2^{\lfloor y/d_v \rfloor}} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{c_1^{(h)} - c_2^{(h)}}{2^{\lfloor x/d_h \rfloor}} \right\rfloor - \left(\frac{N - \min(x, y)}{N} \right) g \quad (3)$$

là hệ số chuẩn hóa (tức là, để tạo ra các trọng số toàn phần được gán cho $p_r^{(HEVC)}[x, y]$ và $q_s^{(HEVC)}[x, y]$ cộng 1), được xác định bởi các thông số dự đoán.

Công thức 2 có thể được tổng quát hóa cho chuẩn mã hóa dữ liệu video bất kỳ trong công thức 2A:

$$v[x, y] = \left\lfloor \frac{c_1^{(v)} r[x, -1] - c_2^{(v)} r[-1, -1]}{2^{\lfloor \frac{y}{d_v} \rfloor}} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{c_1^{(h)} r[-1, y] - c_2^{(h)} r[-1, -1]}{2^{\lfloor \frac{x}{d_h} \rfloor}} \right\rfloor + \left(\frac{N - \min(x, y)}{N} \right) g p_r^{(STD)}[x, y] + b[x, y] q_s^{(STD)}[x, y] \quad (2A)$$

trong đó $c_1^v, c_2^v, c_1^h, c_2^h, g$, và $d_v, d_h \in \{1, 2\}$ là các thông số dự đoán, N là kích thước khối, $p_r^{(STD)}[x, y]$ và $q_s^{(STD)}[x, y]$ là các giá trị dự đoán được tính toán theo chuẩn mã hóa dữ liệu video (hoặc sơ đồ hoặc thuật toán mã hóa dữ liệu video), cho chế độ cụ thể, sử dụng các mẫu chưa lọc và đã lọc tương ứng, và

$$b[x, y] = 1 - \left\lfloor \frac{c_1^{(v)} - c_2^{(v)}}{2^{\lfloor y/d_v \rfloor}} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{c_1^{(h)} - c_2^{(h)}}{2^{\lfloor x/d_h \rfloor}} \right\rfloor - \left(\frac{N - \min(x, y)}{N} \right) g \quad (3A)$$

là hệ số chuẩn hóa (tức là để tạo ra các trọng số toàn phần được gán cho $p_r^{(STD)}[x, y]$ và $q_s^{(STD)}[x, y]$ cộng 1), được xác định bởi các thông số dự đoán.

Các thông số dự đoán này có thể bao gồm các trọng số để tạo ra kết hợp tuyến tính tối ưu của các giới hạn dự đoán theo loại chế độ dự đoán được dùng (ví dụ, DC, chế độ phẳng và 33 chế độ định hướng HEVC). Ví dụ, HEVC có 35 chế độ dự đoán. Bảng tra cứu có thể được xây dựng với các giá trị cho mỗi thông số dự đoán $c_1^v, c_2^v, c_1^h, c_2^h, g, d_v$, và d_h cho từng chế độ dự đoán (tức là, 35 giá trị $c_1^v, c_2^v, c_1^h, c_2^h, g, d_v$, và d_h cho từng chế độ dự đoán). Các giá trị như vậy có thể được mã hóa trong dòng bit với dữ liệu video hoặc có thể là các giá trị không đổi được bộ mã hóa và bộ giải mã biết trước và có thể không cần truyền trong tập tin hoặc dòng bit. Các giá trị của $c_1^v, c_2^v, c_1^h, c_2^h, g, d_v$, và d_h có thể được xác định bằng thuật toán huấn luyện tối ưu hóa bằng cách tìm kiếm các giá trị cho các thông số dự đoán cho phép nén tốt nhất tập hợp dữ liệu video huấn luyện.

Theo một ví dụ khác, có nhiều tập thông số dự đoán định trước cho mỗi chế độ dự đoán (ví dụ, trong bảng tra cứu) và tập thông số dự đoán được chọn (nhưng không

phải là chính những thông số đó) được truyền cho bộ giải mã trong tập tin hoặc dòng bit được mã hóa. Theo một ví dụ khác, các giá trị của $c_1^v, c_2^v, c_1^h, c_2^h, g, d_v$, và d_h có thể được tạo xen chương trình chạy bởi bộ mã hóa dữ liệu video 22 và được truyền đến bộ giải mã dữ liệu video 30 trong tập tin hoặc dòng bit được mã hóa.

Theo một ví dụ khác, thay vì sử dụng dự đoán HEVC, thiết bị mã hóa dữ liệu video thực hiện các kỹ thuật này có thể sử dụng phiên bản HEVC sửa đổi, giống như phiên bản sử dụng 65 dự đoán có hướng thay vì 33 dự đoán có hướng. Trong thực tế, loại dự đoán nội cấu trúc khung bất kỳ có thể được sử dụng.

Theo ví dụ khác, công thức có thể được chọn để hỗ trợ tính toán. Ví dụ, các tác giả sáng chế có thể sử dụng kiểu dự đoán sau

$$v[x, y] = \left\lfloor \frac{c_1^{(v)} r[x, -1] - c_2^{(v)} r[-1, -1]}{2^{\lfloor y/d_v \rfloor}} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{c_1^{(h)} r[-1, y] - c_2^{(h)} r[-1, -1]}{2^{\lfloor x/d_h \rfloor}} \right\rfloor + b[x, y] p_{a,r,s}^{(\text{HEVC})}[x, y] \quad (4)$$

trong đó

$$b[x, y] = 1 - \left\lfloor \frac{c_1^{(v)} - c_2^{(v)}}{2^{\lfloor y/d_v \rfloor}} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{c_1^{(h)} - c_2^{(h)}}{2^{\lfloor x/d_h \rfloor}} \right\rfloor \quad (5)$$

và

$$p_{a,r,s}^{(\text{HEVC})}[x, y] = a p_r^{(\text{HEVC})}[x, y] + (1 - a) q_s^{(\text{HEVC})}[x, y]. \quad (6)$$

Phương pháp như vậy có thể lợi dụng tính tuyến tính của dự đoán HEVC (hoặc dự đoán khác). Định nghĩa $\mathbf{h}$ là đáp ứng xung của bộ lọc k từ tập hợp định trước, nếu chúng ta có

$$\mathbf{s} = a \mathbf{r} + (1 - a)(\mathbf{h} * \mathbf{r}) \quad (7)$$

trong đó “*” là tích chập, thì

$$p_{a,r,s}^{(\text{HEVC})}[x, y] = p_s^{(\text{HEVC})}[x, y] \quad (8)$$

tức là, dự đoán kết hợp tuyến tính có thể được tính toán từ giá trị tham chiếu kết hợp tuyến tính.

Các công thức 4, 6 và 8 có thể được tổng quát hóa cho chuẩn mã hóa dữ liệu video bất kỳ trong công thức 4A, 6A và 8A:

$$v[x, y] = \left\lfloor \frac{c_1^{(v)} r[x, -1] - c_2^{(v)} r[-1, -1]}{2^{\lfloor y/d_v \rfloor}} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{c_1^{(h)} r[-1, y] - c_2^{(h)} r[-1, -1]}{2^{\lfloor x/d_h \rfloor}} \right\rfloor + b[x, y] p_{a,r,s}^{(STD)}[x, y] \quad (4A)$$

trong đó

$$b[x, y] = 1 - \left\lfloor \frac{c_1^{(v)} - c_2^{(v)}}{2^{\lfloor y/d_v \rfloor}} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{c_1^{(h)} - c_2^{(h)}}{2^{\lfloor x/d_h \rfloor}} \right\rfloor \quad (5A)$$

và

$$p_{a,r,s}^{(STD)}[x, y] = a p_r^{(STD)}[x, y] + (1 - a) q_s^{(STD)}[x, y]. \quad (6A)$$

Phương pháp như vậy có thể lợi dụng tính tuyến tính của dự đoán của chuẩn mã hóa. Định nghĩa $\mathbf{h}$ là đáp ứng xung của bộ lọc k từ tập hợp định trước, nếu các tác giả sáng chế có

$$\mathbf{s} = a \mathbf{r} + (1 - a)(\mathbf{h} * \mathbf{r}) \quad (7A)$$

trong đó “*” là tích chập, thì

$$p_{a,r,s}^{(STD)}[x, y] = p_s^{(STD)}[x, y] \quad (8A)$$

tức là, dự đoán kết hợp tuyến tính có thể được tính toán từ giá trị tham chiếu kết hợp tuyến tính.

Theo một ví dụ, các hàm dự đoán có thể chỉ sử dụng vector tham chiếu (ví dụ, $\mathbf{r}$ và $\mathbf{s}$) làm đầu vào. Theo ví dụ này, cách xử lý của vector tham chiếu không thay đổi nếu tham chiếu đã được lọc hay chưa lọc. Nếu $\mathbf{r}$ và $\mathbf{s}$ bằng nhau (ví dụ, một số mẫu chưa lọc $\mathbf{r}$ xuất hiện giống mẫu đã lọc khác $\mathbf{s}$) thì các hàm dự đoán, ví dụ $p_r[x, y]$ (còn được viết là $p(x, y, \mathbf{r})$) bằng $p_s[x, y]$ (còn được viết là $p(x, y, \mathbf{s})$), được áp dụng cho các mẫu đã lọc và chưa lọc bằng nhau. Ngoài ra, các giá trị dự đoán điểm ảnh p và q có thể tương đương (ví dụ, tạo ra giá trị đầu ra giống nhau trên cơ sở đầu vào giống nhau). Theo ví dụ này, các công thức từ (1) - (8) có thể được viết lại với dự đoán điểm ảnh $p[x, y]$ thay thế dự đoán điểm ảnh $q[x, y]$.

Theo ví dụ khác, dự đoán (ví dụ, tập hợp các hàm) có thể thay đổi tùy thuộc vào thông tin mà một giá trị tham chiếu đã được lọc. Theo ví dụ này, tập hợp các hàm khác nhau có thể được biểu thị (ví dụ, $p_r[x, y]$ và $q_s[x, y]$). Trong trường hợp này, ngay cả khi $\mathbf{r}$ và $\mathbf{s}$ bằng nhau, thì $p_r[x, y]$ và $q_s[x, y]$ và có thể không bằng nhau. Nói cách khác,

cùng một đầu vào có thể tạo ra đầu ra khác tùy thuộc vào việc đầu vào có được lọc hay không. Theo ví dụ này, $p[x, y]$ có thể không được thay thế bởi $q[x, y]$.

Ưu điểm của các phương trình dự đoán được thể hiện là ở chỗ, với công thức được tạo thông số, có thể xác định tập hợp các thông số tối ưu (tức là, các thông số tối ưu hóa độ chính xác dự đoán), cho các loại kết cấu video khác nhau, sử dụng các kỹ thuật như huấn luyện. Tiếp theo, phương pháp này có thể được mở rộng trong một số ví dụ bằng cách tính toán một số tập thông số dự đoán, đối với một số loại kết cấu điện hình, và có sơ đồ nén trong đó bộ mã hóa kiểm tra dự đoán từ mỗi tập hợp, và mã hóa dưới dạng thông tin phụ các thông tin được nén tốt nhất.

Như đã nêu trên đây và theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để báo hiệu cờ hoặc chỉ số nhằm chỉ báo việc sử dụng một công cụ mã hóa dữ liệu video cụ thể (ví dụ, bộ lọc làm trơn nội cấu trúc và/hoặc chế độ PDPC có được áp dụng hay không) cho một hoặc nhiều khối dữ liệu video. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để tạo và báo hiệu cờ có giá trị là 0 để chỉ báo một công cụ mã hóa cụ thể (ví dụ, bộ lọc làm trơn nội cấu trúc và/hoặc chế độ PDPC) không được áp dụng cho khối, trong khi cờ có giá trị là 1 có thể chỉ báo rằng công cụ mã hóa (ví dụ, bộ lọc làm trơn nội cấu trúc và/hoặc chế độ PDPC) được áp dụng cho khối. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để nhận và phân tích cờ này để xác định có sử dụng công cụ mã hóa dữ liệu video cụ thể cho một hoặc nhiều khối dữ liệu video liên quan đến cờ hay không.

Theo một số ví dụ, việc báo hiệu cờ cho một công cụ mã hóa dữ liệu video cụ thể có thể tiêu tốn một lượng bit tương đối lớn sao cho hiệu quả nén đạt được thông qua việc sử dụng công cụ mã hóa dữ liệu video có thể giảm xuống đáng kể. Sáng chế mô tả các kỹ thuật mà ghép việc báo hiệu quá mức công cụ mã hóa dữ liệu video (ví dụ, các phần tử cú pháp chỉ báo việc sử dụng công cụ mã hóa dữ liệu video và/hoặc các thông số công cụ mã hóa dữ liệu video) cùng với việc báo hiệu cho các quá trình mã hóa dữ liệu video khác, bao gồm báo hiệu cho quá trình xử lý biến đổi.

Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để tạo và báo hiệu các phần tử cú pháp cho quá trình xử lý biến đổi, bao gồm các cờ hoặc các chỉ số biến đổi sơ cấp hoặc thứ cấp. Cờ hoặc chỉ số biến đổi sơ cấp (ví dụ, phần tử cú pháp nhiều

bit) có thể chỉ báo một phép biến đổi cụ thể, trong số nhiều phép biến đổi, để dùng làm biến đổi sơ cấp khi mã hóa khối dữ liệu video. Tương tự, cờ hoặc chỉ số biến đổi thứ cấp (ví dụ, phần tử cú pháp nhiều bit) có thể chỉ báo một phép biến đổi cụ thể, trong số nhiều phép biến đổi, để dùng làm biến đổi thứ cấp khi mã hóa khối dữ liệu video. Theo một ví dụ, biến đổi sơ cấp có thể là các phép biến đổi dựa trên biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT) hoặc biến đổi sin rời rạc (discrete sine transform - DST), đa biến đổi nâng cao (EMT) dùng trong JEM, hoặc phép biến đổi có thể tách hoặc không thể tách bất kỳ khác. Các phép biến đổi thứ cấp làm ví dụ có thể bao gồm biến đổi quay (rotational transform - ROT) hoặc biến đổi thứ cấp không tách rời (non-separable secondary transform - NSST), cả hai đều đang được sử dụng trong JEM. Tuy nhiên, biến đổi thứ cấp có thể bao gồm phép biến đổi có thể tách hoặc không thể tách bất kỳ khác. Các phép biến đổi sơ cấp và/hoặc thứ cấp có thể bao gồm một số tập hợp biến đổi, có thể được chỉ báo bằng chỉ số. Ví dụ, tập hợp biến đổi để dùng cho khối dữ liệu video cụ thể bất kỳ có thể phụ thuộc vào chế độ dự đoán nội cấu trúc và/hoặc hướng chế độ dự đoán nội cấu trúc. Tức là, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định tập hợp biến đổi khả dụng cho khối dữ liệu video cụ thể dựa trên chế độ dự đoán nội cấu trúc và/hoặc chế độ hướng dự đoán nội cấu trúc dùng để mã hóa khối dữ liệu video đó.

Theo một ví dụ của sáng chế, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để tuân theo một số nguyên tắc định trước nhất định mà chỉ báo rằng, khi (các) giá trị cờ hoặc chỉ số biến đổi nhất định được báo hiệu, thì một hoặc nhiều công cụ mã hóa (ví dụ, bộ lọc làm trơn mẫu tham chiếu nội cấu trúc và/hoặc chế độ PDPC) được áp dụng cho khối, nếu không thì khi (các) giá trị cờ hoặc chỉ số biến đổi nhất định không được báo hiệu, công cụ mã hóa không được áp dụng. Trong trường hợp này, bất kỳ cờ rõ ràng để chỉ báo việc sử dụng công cụ mã hóa dữ liệu video không cần được báo hiệu. Thay vào đó, việc xác định về việc một công cụ mã hóa cụ thể có được sử dụng hay không có thể thu được từ việc báo hiệu biến đổi. Các ví dụ nêu trên bao gồm các bộ lọc làm trơn mẫu tham chiếu nội cấu trúc và chế độ PDPC, mặc dù việc sử dụng công cụ mã hóa dữ liệu video khác có thể được kết hợp với báo hiệu biến đổi.

Theo một ví dụ, công cụ mã hóa dữ liệu video được chỉ báo bằng báo hiệu biến đổi có thể là bộ lọc làm trơn mẫu tham chiếu nội cấu trúc, chẳng hạn như MDIS, ARSS, hoặc kỹ thuật làm trơn và/hoặc lọc bất kỳ được áp dụng cho các mẫu nội cấu trúc. Theo ví dụ khác, công cụ mã hóa dữ liệu video được chỉ báo bằng báo hiệu biến đổi có thể là kỹ thuật lọc được áp dụng cho dự đoán nội cấu trúc, ví dụ chế độ PDPC, chế độ dự đoán nội cấu trúc nhiều thông số (multi-parameter intra - MPI), hoặc kỹ thuật lọc bất kỳ khác được áp dụng cho dự đoán nội cấu trúc thu được.

Nhiều công cụ có thể được sử dụng kết hợp, ví dụ, PDPC, MDIS và ARSS hoặc chỉ có PDPC và MDIS. Theo một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để áp dụng một công cụ mã hóa dữ liệu video cụ thể cho khối dữ liệu video được mã hóa với biến đổi thứ cấp nhất định (ví dụ, như được chỉ báo bằng một chỉ số hoặc các chỉ số biến đổi thứ cấp). Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định có sử dụng một công cụ mã hóa cụ thể (ví dụ, MDIS, ARSS, v.v.) hay không dựa trên giá trị của chỉ số mà chỉ báo một loại biến đổi thứ cấp nhất định. Theo cách này, việc sử dụng biến đổi thứ cấp và ít nhất một công cụ mã hóa khác có thể được chỉ báo bằng một phần tử cú pháp.

Theo một ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định sử dụng chế độ PDPC chỉ khi các biến đổi thứ cấp nhất định được áp dụng, như được chỉ báo bằng các chỉ số biến đổi thứ cấp (NSST). Tương tự, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể xác định sử dụng chế độ PDPC chỉ khi các biến đổi thứ cấp nhất định được áp dụng. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để sử dụng chế độ PDPC khi một biến đổi thứ cấp cụ thể được sử dụng (ví dụ, khi chỉ số giá trị NSST bằng 1). Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để sử dụng chế độ PDPC dành cho chế độ dự đoán nội cấu trúc nhất định bất kể sử dụng biến đổi thứ cấp nào (ví dụ, như được chỉ báo bằng giá trị của chỉ số biến đổi thứ cấp). Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để áp dụng chế độ PDPC trong các trường hợp mà chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng, và/hoặc chế độ DC, hoặc chế độ bất kỳ khác.

Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để áp dụng công cụ mã hóa dữ liệu video MDIS (hoặc các bộ lọc làm tròn mẫu tham chiếu nội cấu trúc khác) chỉ đối với các biến đổi thứ cấp nhất định (ví dụ, như được chỉ báo bằng giá trị của chỉ số biến đổi thứ cấp (NSST)). Theo một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để áp dụng công cụ mã hóa dữ liệu video MDIS (hoặc các bộ lọc làm tròn mẫu tham chiếu nội cấu trúc khác) chỉ đối với chỉ số NSST bằng 3.

Theo một số ví dụ, nếu việc sử dụng nhiều hơn một công cụ mã hóa dữ liệu video phụ thuộc vào phép biến đổi được dùng cho khối (ví dụ, công cụ mã hóa dữ liệu video được ánh xạ đến chỉ số biến đổi), thì việc ánh xạ công cụ mã hóa dữ liệu video đến phép biến đổi có thể được loại trừ chung. Tức là, theo một ví dụ, mỗi công cụ mã hóa dữ liệu video tương ứng với chỉ số biến đổi khác nhau.

Các ví dụ nêu trên có thể được kết hợp. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để áp dụng chế độ PDPC đối với chỉ số NSST có giá trị là 1, và bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để áp dụng MDIS hoặc bộ lọc làm tròn mẫu tham chiếu nội cấu trúc khác đối với chỉ số NSST có giá trị là 3. Ngoài ra, việc sử dụng bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để luôn áp dụng chế độ PDPC cho khối dữ liệu video được mã hóa bằng cách sử dụng chế độ phẳng dự đoán nội cấu trúc bất kể chỉ số NSST cho khối.

Theo ví dụ khác nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để áp dụng công cụ mã hóa dữ liệu video ARSS khi chỉ số NSST bằng 2.

Nếu việc sử dụng các công cụ mã hóa khác nhau (ví dụ, PDPC, NSST, EMT, ARSS, MDIS, MPI, ROT) có nhiều lựa chọn, thì thay vì báo hiệu các chỉ số riêng cho mỗi công cụ mã hóa, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để chỉ báo hiệu một chỉ số hợp nhất. Theo ví dụ này, giá trị của chỉ số hợp nhất chỉ rõ các công cụ mã hóa được kết hợp khác nhau như thế nào. Theo một ví dụ, nếu chế độ PDPC được thiết kế với ba tập thông số khác nhau, và NSST được thiết kế với ba tập điểm NSST khác nhau, thay vì báo hiệu các chỉ số PDPC và các chỉ số NSST một cách tách biệt,

bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể báo hiệu chỉ một chỉ số hợp nhất, nhưng giá trị của chỉ số hợp nhất này chỉ rõ việc sử dụng cả chế độ PDPC lẫn NSST. Ví dụ, khi chỉ số hợp nhất này bằng 0, cả PDPC lẫn NSST đều không được áp dụng. Khi chỉ số hợp nhất này bằng 1, tập thông số chế độ PDPC 1 và điểm NSST 1 được sử dụng. Khi chỉ số hợp nhất này bằng 2, tập thông số chế độ PDPC 2 và điểm NSST 2 được sử dụng. Khi chỉ số hợp nhất này bằng 3, tập thông số chế độ PDPC 3 và điểm NSST 3 được sử dụng. Tức là, các chế độ PDPC khác nhau được gộp bằng các chỉ số NSST khác nhau. Theo ví dụ khác, đối với các chỉ số NSST khác nhau, bộ lọc MDIS với các hệ số lọc khác nhau có thể được áp dụng.

Việc kết hợp một công cụ (ví dụ, PDPC, ARSS, và/hoặc MDIS) với phép biến đổi (ví dụ, EMT, NSST) có thể phụ thuộc vào thông tin đã mã hóa, bao gồm nhưng không bị giới hạn ở chế độ dự đoán nội cấu trúc, chiều rộng và chiều cao khối, độ sâu phân chia khối, hệ số biến đổi. Ví dụ, đối với các chế độ dự đoán nội cấu trúc khác nhau, chế độ PDPC có thể được kết hợp với các chỉ số NSST khác nhau. Ví dụ, đối với chế độ dự đoán nội cấu trúc 0, chế độ PDPC được kết hợp với chỉ số NSST 1, và đối với chế độ dự đoán nội cấu trúc 1, PDPC được kết hợp với chỉ số NSST 2.

Phần tiếp theo liên quan đến việc lọc tham chiếu nội cấu trúc mạnh. Đơn tạm thời Mỹ số 62/445,207 nộp ngày 11/01/2017, và đơn sáng chế Mỹ số 15/866,287 nộp ngày 09/01/2018 mô tả phương pháp làm trơn nội cấu trúc mạnh không chia. Theo một số ví dụ, nếu phép chia không chứa lũy thừa 2 được sử dụng, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để tách quy trình này thành nhiều phần, trong đó bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để chỉ thực hiện phép chia lũy thừa 2 cho mỗi phần của quy trình. Kỹ thuật này có thể được thực hiện như một thao tác chuyển bit đơn giản. Sáng chế mô tả một ví dụ chi tiết hơn như sau. Xét khối hình chữ nhật, trong đó, theo JEM, phép chia không chứa lũy thừa 2 được sử dụng theo phép chia bởi (chiều rộng+chiều cao) của khối. Fig.5 thể hiện ví dụ trong đó, đối với khối không vuông 200, quá trình lọc được chia thành nhiều phần.

Như được thể hiện trên Fig.5, quá trình lọc được thực hiện trên các mẫu nội cấu trúc bên trái 202 và các mẫu nội cấu trúc phía trên 204 (được chỉ báo bằng các hộp

đen), cũng như các mẫu nội cấu trúc ở dưới cùng bên trái 206 và các mẫu nội cấu trúc phía trên bên phải 208 (được chỉ báo các hộp có nhiều chấm). Phép chia được sử dụng là phép chia không chứa lũy thừa 2. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để tách quá trình lọc thành các phần dành cho chiều ngang và chiều dọc, sao cho một phần tương ứng với chiều rộng và/hoặc chiều cao của khối 200, và phần còn lại có độ dài bất kỳ ở bên trái. Theo ví dụ cụ thể này, phần còn lại là độ dài theo chiều rộng để lọc theo chiều dọc và độ dài theo chiều cao để lọc theo chiều ngang (tức là, các mẫu nội cấu trúc ở dưới cùng bên trái 206 và các mẫu nội cấu trúc phía trên bên phải 208 trong các hộp có nhiều chấm). Như có thể thấy, mỗi phần đều có thể chạy quá trình lọc chiều rộng phép chia không chứa lũy thừa 2, do chiều rộng và chiều cao có thể được yêu cầu có kích thước là lũy thừa 2.

Ngoài ra, tùy thuộc vào quá trình lọc, một số mẫu có thể được sao chép. Ví dụ, nếu công thức lọc là $(length - i) * a + i * b$, trong đó i là từ 1 đến độ dài - 1. Độ dài là kích thước của mảng mẫu cần lọc. Độ dài có thể là, ví dụ, chiều rộng+chiều cao. Các giá trị a và b có thể là các mẫu cuối của mảng mẫu cần lọc.

Có thể thấy rằng một mẫu không được lọc khi $i=0$, và mẫu này có thể được sao chép trực tiếp. Khi quá trình lọc được tách thành nhiều phần, số lượng mẫu được sao chép trực tiếp có thể tăng lên. Điều này có thể tạo ra thêm mẫu không lọc ở mỗi chiều, và các mẫu như vậy có thể được sao chép trực tiếp. Sao chép trực tiếp có thể có nghĩa là quá trình lọc không được áp dụng cho mẫu đó.

Mẫu nào có thể được sao chép trực tiếp có thể thay đổi. Theo một ví dụ của sáng chế, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để đặt (các) mẫu được sao chép trực tiếp ở cuối các mẫu nội cấu trúc theo mỗi chiều, tức là ở các mẫu dưới cùng bên trái để lọc theo chiều dọc và các mẫu phía trên bên phải để lọc theo chiều ngang. Theo cách này, các mẫu đó có thể được sử dụng một cách ít thường xuyên hơn để dự đoán nội cấu trúc. Độ chính xác của các mẫu này ít phụ thuộc hơn vào hiệu quả của dự đoán nội cấu trúc, vì các mẫu này ở xa khỏi nhất.

Theo ví dụ khác, các mẫu được sao chép trực tiếp có thể được đặt vào mỗi phần của quá trình lọc. Trong ví dụ trên đây, có thể có một mẫu trong mỗi vùng đen và có chấm của quá trình lọc. Tức là, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video

30 có thể đặt một mẫu được sao chép trực tiếp trong mỗi mẫu bên trái 204, các mẫu dưới cùng bên trái 206, các mẫu phía trên 202, và các mẫu phía trên bên phải 208. Theo một ví dụ, các mẫu được sao chép trực tiếp có thể được đặt ở cuối mỗi phần. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể đặt mẫu được sao chép trực tiếp ở phần dưới cùng của các mẫu bên trái 204. Tương tự, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể đặt mẫu được sao chép trực tiếp ở phần dưới cùng của các mẫu dưới cùng bên trái 206. Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể đặt mẫu được sao chép trực tiếp ở đầu cuối bên phải của các mẫu phía trên 202. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể còn đặt mẫu được sao chép trực tiếp ở đầu cuối bên phải của các mẫu phía trên bên phải 208. Ưu điểm của thiết kế như vậy là sự thống nhất cho quá trình lọc, vì không cần phải gộp nhóm các mẫu được sao chép trực tiếp trong một khu vực nhất định.

Theo ví dụ khác, các mẫu được sao chép trực tiếp, có thể được đặt trong khu vực phía trên bên trái 201 (ví dụ, ở đầu các hộp khối của các mẫu 204 và 202). Theo một ví dụ tổng quát hơn, các mẫu được sao chép trực tiếp có thể được đặt ở vị trí bất kỳ trong các mẫu nội cấu trúc.

Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện làm tròn mạnh dưới dạng bộ lọc tuyến tính N nhánh cố định thay cho bộ lọc song tuyến tính hai nhánh, sao cho có thể tránh được hoạt động chia sử dụng số chia không chứa lũy thừa 2. Theo một ví dụ, bộ lọc Gaussian 5 nhánh hoặc 7 nhánh được sử dụng để thay thế cho bộ lọc làm tròn tuyến tính mạnh 2 nhánh, trong đó thông số của bộ lọc Gaussian có thể được định trước hoặc phụ thuộc vào thông tin đã được mã hóa bao gồm nhưng không bị giới hạn ở kích thước khối, hình dạng khối, chế độ dự đoán nội cấu trúc.

Theo một ví dụ của sáng chế, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để mã hóa khối không vuông bằng cách sử dụng dự đoán nội cấu trúc, và áp dụng lọc tham chiếu nội cấu trúc mạnh cho các mẫu nội cấu trúc trong hai phần, phần thứ nhất liên kết với các mẫu nội cấu trúc theo chiều cao hoặc theo chiều rộng của khối, và phần thứ hai liên kết với các mẫu nội cấu trúc còn lại.

Bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể còn được tạo cấu hình để trực tiếp sao chép ít nhất một mẫu tham chiếu từ phần thứ nhất. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể còn được tạo cấu hình để trực tiếp sao chép ít nhất một mẫu tham chiếu từ phần thứ hai. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể còn được tạo cấu hình để trực tiếp sao chép ít nhất một mẫu tham chiếu từ cả phần thứ nhất lẫn phần thứ hai.

Fig.6 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ về bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.6 được đưa ra nhằm mục đích giải thích và không được xem là làm giới hạn các kỹ thuật như được minh họa và mô tả chung trong sáng chế. Các kỹ thuật của sáng chế có thể áp dụng được cho các chuẩn hoặc phương pháp mã hóa khác nhau. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật công cụ mã hóa và báo hiệu biến đổi kết hợp được mô tả trên đây. Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để thực hiện lọc tham chiếu nội cấu trúc mạnh như đã mô tả trên đây.

Theo ví dụ trên Fig.6, bộ mã hóa dữ liệu video 22 bao gồm bộ xử lý dự đoán 100, bộ nhớ dữ liệu video 101, bộ tạo ra dữ liệu dư 102, bộ xử lý biến đổi 104, bộ lượng tử hóa 106, bộ lượng tử hóa ngược 108, bộ xử lý biến đổi ngược 110, bộ tái tạo 112, bộ lọc 114, bộ nhớ đệm hình giải mã 116, và bộ mã hóa entropy 118. Bộ xử lý dự đoán 100 bao gồm bộ xử lý dự đoán liên cấu trúc 120 và bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 126. Bộ xử lý dự đoán liên cấu trúc 120 có thể bao gồm bộ ước lượng chuyển động và bộ bù chuyển động (không được thể hiện trên hình vẽ).

Bộ nhớ dữ liệu video 101 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu video cần được mã hóa bởi các bộ phận của bộ mã hóa dữ liệu video 22. Dữ liệu video được lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 101 có thể được thu nhận, ví dụ, từ nguồn video 18. Bộ đệm hình giải mã 116 có thể là bộ nhớ hình tham chiếu lưu trữ dữ liệu video tham chiếu dùng để mã hóa dữ liệu video bằng bộ mã hóa dữ liệu video 22, ví dụ, theo các chế độ mã hóa dự đoán nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc. Bộ nhớ dữ liệu video 101 và bộ đệm hình giải mã 116 có thể được tạo ra bởi thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (dynamic random access memory - DRAM), bao gồm

DRAM đồng bộ (synchronous DRAM - SDRAM), RAM từ trở (magnetoresistive RAM - MRAM), RAM điện trở (resistive RAM - RRAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ dữ liệu video 101 và bộ đệm hình giải mã 116 có thể được tạo ra bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng. Theo các ví dụ khác nhau, bộ nhớ dữ liệu video 101 có thể nằm trên chip cùng các bộ phận khác của bộ mã hóa dữ liệu video 22, hoặc nằm ngoài chip so với các bộ phận này. Bộ nhớ dữ liệu video 101 có thể giống với hoặc là một phần của phương tiện lưu trữ 20 trên Fig.1.

Bộ mã hóa dữ liệu video 22 thu dữ liệu video. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể mã hóa mỗi CTU trong một lát của hình của dữ liệu video. Mỗi CTU có thể được kết hợp với các CTB độ sáng có kích thước bằng nhau và các CTB tương ứng của hình. Như một phần của quá trình mã hóa CTU, bộ xử lý dự đoán 100 có thể thực hiện kỹ thuật phân chia để chia các CTB của CTU thành các khối nhỏ dần. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể phân chia các khối bằng cách sử dụng cấu trúc QTBT. Các khối nhỏ hơn có thể là các khối mã hóa của các CU. Ví dụ, bộ xử lý dự đoán 100 có thể phân chia CTB liên quan đến CTU theo cấu trúc cây. Theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế, đối với mỗi nút không phải lá tương ứng của cấu trúc cây ở mỗi mức độ sâu của cấu trúc cây, có nhiều mẫu tách được phép cho nút không phải lá tương ứng và khối dữ liệu video tương ứng với nút không phải lá tương ứng được phân chia thành các khối dữ liệu video tương ứng với các nút con của nút không phải lá tương ứng theo một trong số nhiều mẫu tách được phép.

Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể mã hóa các CU của CTU để tạo ra các dạng biểu diễn đã mã hóa của các CU (tức là, các CU được mã hóa). Như là một phần của quá trình mã hóa CU, bộ xử lý dự đoán 100 có thể phân chia các khối mã hóa liên quan đến CU trong một hoặc nhiều PU của CU này. Do đó, mỗi PU có thể được kết hợp với khối dự đoán độ sáng và các khối dự đoán sắc độ tương ứng. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể hỗ trợ các PU có các kích thước khác nhau. Như đã nêu trên, kích thước của CU có thể chỉ kích thước khối mã hóa độ sáng của CU và kích thước của PU có thể chỉ kích thước khối dự đoán độ sáng của PU. Giả sử kích thước của một CU cụ thể là $2N \times 2N$, bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể hỗ trợ các kích thước PU $2N \times 2N$ hoặc $N \times N$ đối với dự đoán nội cấu

trúc, và các kích thước PU đối xứng $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, $N \times N$, hoặc tương tự đối với dự đoán liên cấu trúc. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 và bộ giải mã dữ liệu video 30 cũng có thể hỗ trợ phân chia không đối xứng các kích thước PU $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$, và $nR \times 2N$ đối với dự đoán liên cấu trúc.

Bộ xử lý dự đoán liên cấu trúc 120 có thể tạo ra dữ liệu dự đoán cho PU bằng cách thực hiện dự đoán liên cấu trúc trên mỗi PU của CU. Dữ liệu dự đoán cho PU có thể bao gồm các khối dự đoán của PU và thông tin chuyển động cho PU. Bộ xử lý dự đoán liên cấu trúc 120 có thể thực hiện các thao tác khác nhau cho PU của CU tùy thuộc vào việc PU ở trong lát I, lát P hay lát B. Trong lát I, tất cả PU đều được dự đoán nội cấu trúc. Do đó, nếu PU ở trong lát I, thì bộ xử lý dự đoán liên cấu trúc 120 không thực hiện dự đoán liên cấu trúc trên PU. Do đó, đối với các khối được mã hóa theo chế độ I, khối dự đoán được tạo ra bằng cách sử dụng dự đoán không gian từ các khối lân cận được mã hóa trước đó trong cùng một khung. Nếu PU ở trong lát P, thì bộ xử lý dự đoán liên cấu trúc 120 có thể sử dụng kỹ thuật dự đoán liên cấu trúc một chiều để tạo ra khối dự đoán cho PU. Nếu PU ở trong lát B, thì bộ xử lý dự đoán liên cấu trúc 120 có thể sử dụng kỹ thuật dự đoán liên cấu trúc một chiều hoặc hai chiều để tạo ra khối dự đoán cho PU.

Bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 126 có thể tạo ra các dữ liệu dự đoán cho PU bằng cách thực hiện dự đoán nội cấu trúc trên PU. Dữ liệu dự đoán cho PU có thể bao gồm các khối dự đoán của PU và các phần tử cú pháp khác nhau. Bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 126 có thể thực hiện dự đoán nội cấu trúc trên các PU trong các lát I, lát P và lát B.

Để thực hiện dự đoán nội cấu trúc trên PU, bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 126 có thể sử dụng nhiều chế độ dự đoán nội cấu trúc để tạo ra nhiều tập hợp dữ liệu dự đoán cho PU. Bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 126 có thể sử dụng mẫu từ các khối mẫu của các PU lân cận để tạo ra khối dự đoán cho PU. Các PU lân cận có thể ở trên, ở trên và về bên phải, ở trên và về bên trái, hoặc ở bên trái của PU, giả sử thứ tự mã hóa từ trái sang phải, từ trên xuống dưới cho các PU, CU và CTU. Bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 126 có thể sử dụng các chế độ dự đoán nội cấu trúc khác nhau, ví dụ, 33 chế độ dự đoán

nội cấu trúc có hướng. Theo một số ví dụ, số lượng chế độ dự đoán nội cấu trúc có thể phụ thuộc vào kích thước của vùng liên quan tới PU đó.

Bộ xử lý dự đoán 100 có thể chọn dữ liệu dự đoán cho các PU của CU từ trong số dữ liệu dự đoán được tạo ra bởi bộ xử lý dự đoán liên cấu trúc 120 cho các PU hoặc dữ liệu dự đoán được tạo ra bởi bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 126 cho các PU. Theo một số ví dụ, bộ xử lý dự đoán 100 lựa chọn dữ liệu dự đoán cho các PU của CU dựa trên số đo tốc độ/độ méo của các tập hợp dữ liệu dự đoán. Các khối dự đoán của dữ liệu dự đoán đã chọn ở đây có thể được gọi là các khối dự đoán được chọn.

Dựa trên các khối mã hóa (ví dụ, các khối mã hóa độ sáng, Cb và Cr) của CU và các khối dự đoán đã chọn (ví dụ, các khối dự đoán độ sáng, Cb và Cr) của PU trong CU, bộ tạo ra dữ liệu dư 102 có thể tạo ra các khối dữ liệu dư (ví dụ, các khối dữ liệu dư độ sáng, Cb và Cr) cho CU. Ví dụ, bộ tạo ra dữ liệu dư 102 có thể tạo ra các khối dữ liệu dư của CU sao cho mỗi mẫu trong các khối dữ liệu dư này có giá trị bằng hiệu số giữa mẫu trong khối mã hóa của CU và mẫu tương ứng trong khối dự đoán được chọn tương ứng của PU trong CU.

Bộ xử lý biến đổi 104 có thể thực hiện phân chia cây tứ phân để phân chia các khối dữ liệu dư gắn với CU thành các khối biến đổi kết hợp với các TU của CU. Do đó, TU có thể được kết hợp với một khối biến đổi độ sáng và hai khối biến đổi sắc độ. Kích thước và vị trí của các khối biến đổi độ sáng và sắc độ của các TU trong CU có thể dựa vào hoặc không dựa vào kích thước và vị trí của các khối dự đoán của PU trong CU. Cấu trúc cây tứ phân được biết đến là “cây tứ phân dư” (residual quad-tree - RQT) có thể bao gồm các nút kết hợp với mỗi trong số các vùng. Các TU của CU có thể tương ứng với các nút lá của RQT.

Bộ xử lý biến đổi 104 có thể tạo ra các khối hệ số biến đổi cho mỗi TU của CU bằng cách áp dụng một hoặc nhiều biến đổi vào các khối biến đổi của TU này. Bộ xử lý biến đổi 104 có thể áp dụng các biến đổi khác nhau cho một khối biến đổi kết hợp với một TU. Ví dụ, bộ xử lý biến đổi 104 có thể áp dụng biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), biến đổi có hướng, hoặc biến đổi có khái niệm tương tự cho khối biến đổi. Theo một số ví dụ, bộ xử lý biến đổi 104 không áp dụng các biến đổi

cho khối biến đổi. Trong các ví dụ như vậy, khối biến đổi có thể được xử lý như khối hệ số biến đổi.

Bộ lượng tử hóa 106 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi trong khối hệ số. Quy trình lượng tử hóa có thể làm giảm độ sâu bit liên quan đến một số hoặc tất cả các hệ số biến đổi. Ví dụ, hệ số biến đổi n bit có thể được làm tròn xuống hệ số biến đổi m bit khi lượng tử hóa, trong đó n lớn hơn m . Bộ lượng tử hóa 106 có thể lượng tử hóa khối hệ số kết hợp với TU trong CU dựa trên giá trị thông số lượng tử hóa (quantization parameter - QP) gắn với CU. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể điều chỉnh mức độ lượng tử hóa áp dụng cho các khối hệ số kết hợp với CU bằng cách điều chỉnh giá trị QP liên quan đến CU. Quy trình lượng tử hóa có thể làm mất thông tin. Do đó, các hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể có độ chính xác thấp hơn so với các hệ số biến đổi ban đầu.

Bộ lượng tử hóa ngược 108 và bộ xử lý biến đổi ngược 110 có thể áp dụng lần lượt lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược cho khối hệ số để tái tạo khối dữ liệu dư từ khối hệ số này. Bộ tái tạo 112 có thể bổ sung khối dữ liệu dư đã tái tạo cho các mẫu tương ứng từ một hoặc nhiều khối dự đoán tạo ra bởi bộ xử lý dự đoán 100 để tạo ra khối biến đổi đã tái tạo gắn với TU. Bằng cách tái tạo các khối biến đổi cho từng TU của CU theo cách này, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể tái tạo các khối mã hóa của CU.

Bộ lọc 114 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động tách khối để giảm các thành phần lạ dạng khối trong các khối mã hóa liên quan đến CU. Bộ đệm hình giải mã 116 có thể lưu trữ các khối mã hóa đã tái tạo sau khi bộ lọc 114 thực hiện một hoặc nhiều hoạt động tách khối trên các khối mã hóa đã tái tạo. Bộ xử lý dự đoán liên cấu trúc 120 có thể sử dụng hình tham chiếu chứa các khối mã hóa tái tạo để thực hiện dự đoán liên cấu trúc trên các PU của các hình khác. Ngoài ra, bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 126 có thể sử dụng các khối mã hóa tái tạo trong bộ nhớ đệm hình giải mã 116 để thực hiện dự đoán nội cấu trúc trên các PU khác trong hình giống với CU.

Bộ mã hóa entropy 118 có thể thu dữ liệu từ các thành phần chức năng khác của bộ mã hóa dữ liệu video 22. Ví dụ, bộ mã hóa entropy 118 có thể thu các khối hệ số từ bộ lượng tử hóa 106 và có thể thu các phần tử cú pháp từ bộ xử lý dự đoán 100. Bộ mã

hóa entropy 118 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động mã hóa entropy trên dữ liệu để tạo ra dữ liệu được mã hóa entropy. Ví dụ, bộ mã hóa entropy 118 có thể thực hiện hoạt động CABAC, hoạt động mã hóa độ dài thay đổi thích ứng theo ngữ cảnh (context-adaptive variable length coding - CAVLC), hoạt động mã hóa độ dài biến đổi theo sự biến đổi (variable-to-variable - V2V), hoạt động mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding - SBAC), hoạt động mã hóa entropy phân chia khoảng xác suất (Probability Interval Partitioning Entropy - PIPE), hoạt động mã hóa hàm mũ-Golomb, hoặc kiểu hoạt động mã hóa entropy khác trên dữ liệu. Bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể xuất ra dòng bit bao gồm dữ liệu được mã hóa entropy tạo ra bởi bộ mã hóa entropy 118. Ví dụ, dòng bit này có thể chứa dữ liệu biểu diễn RQT cho CU.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã dữ liệu video 30 làm ví dụ được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế. Fig.7 được đưa ra nhằm mục đích giải thích và không làm giới hạn các kỹ thuật như được minh họa và mô tả theo nghĩa rộng trong sáng chế. Nhằm mục đích giải thích, sáng chế mô tả bộ giải mã dữ liệu video 30 theo ngữ cảnh mã hóa HEVC. Tuy nhiên, các kỹ thuật trong bản mô tả này có thể áp dụng được cho các phương pháp hoặc chuẩn mã hóa khác, bao gồm JVET. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để nhận và phân tích các phần tử cú pháp được báo hiệu theo các kỹ thuật công cụ mã hóa và báo hiệu biến đổi kết hợp được mô tả trên đây. Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thực hiện lọc tham chiếu nội cấu trúc mạnh như đã mô tả trên đây.

Theo ví dụ trên Fig.7, bộ giải mã dữ liệu video 30 bao gồm bộ giải mã entropy 150, bộ nhớ dữ liệu video 151, bộ xử lý dự đoán 152, bộ lượng tử hóa ngược 154, bộ xử lý biến đổi ngược 156, bộ tái tạo 158, bộ lọc 160, và bộ đệm hình giải mã 162. Bộ xử lý dự đoán 152 bao gồm bộ bù chuyển động 164 và bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 166. Theo các ví dụ khác, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể bao gồm nhiều hơn, ít hơn, hoặc các thành phần chức năng khác.

Bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa, ví dụ như dòng bit video đã mã hóa, mà cần được giải mã bởi các thành phần của bộ giải mã dữ liệu video 30. Dữ liệu video được lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể được thu,

ví dụ, từ phương tiện đọc được bằng máy tính 16, ví dụ, từ nguồn video cục bộ, như máy quay, qua truyền dữ liệu video trên mạng có dây hoặc không dây, hoặc bằng cách truy cập phương tiện lưu trữ dữ liệu vật lý. Bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể tạo ra bộ nhớ đệm hình mã hóa (coded picture buffer - CPB) để lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa từ dòng bit video mã hóa. Bộ nhớ đệm hình giải mã 162 có thể là bộ nhớ hình tham chiếu lưu trữ dữ liệu video chuẩn dùng để giải mã dữ liệu video bằng bộ giải mã dữ liệu video 30, ví dụ, theo các chế độ mã hóa nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc, hoặc để xuất ra dữ liệu video. Bộ nhớ dữ liệu video 151 và bộ đệm hình giải mã 162 có thể được tạo ra bởi thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (dynamic random access memory - DRAM), bao gồm DRAM đồng bộ (synchronous DRAM - SDRAM), RAM từ trở (magnetoresistive RAM - MRAM), RAM điện trở (resistive RAM - RRAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ dữ liệu video 151 và bộ đệm hình giải mã 162 có thể được cung cấp bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng. Trong các ví dụ khác nhau, bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể nằm trên chip cùng các bộ phận khác của bộ giải mã dữ liệu video 30, hoặc không nằm trên chip so với các bộ phận đó. Bộ nhớ dữ liệu video 151 có thể giống hoặc là một phần của phương tiện lưu trữ 28 trên Fig.1.

Bộ nhớ dữ liệu video 151 nhận và lưu trữ dữ liệu video đã mã hóa (ví dụ, các đơn vị NAL) của dòng bit. Bộ giải mã entropy 150 có thể nhận dữ liệu video đã mã hóa (ví dụ, đơn vị NAL) từ bộ nhớ dữ liệu video 151 và có thể phân tích các đơn vị NAL để thu được các phần tử cú pháp. Bộ giải mã entropy 150 có thể giải mã entropy các phần tử cú pháp được mã hóa entropy trong các đơn vị NAL. Bộ xử lý dự đoán 152, bộ lượng tử hóa ngược 154, bộ xử lý biến đổi ngược 156, bộ tái tạo 158, và bộ lọc 160 có thể tạo ra dữ liệu video đã giải mã dựa trên các phần tử cú pháp trích ra từ dòng bit. Bộ giải mã entropy 150 có thể thực hiện quy trình thường ngược với quy trình của bộ mã hóa entropy 118.

Theo một số ví dụ của sáng chế, bộ giải mã entropy 150 có thể xác định cấu trúc cây là một phần của quy trình thu nhận các phần tử cú pháp từ dòng bit. Cấu trúc cây có thể định rõ cách thức khối dữ liệu video ban đầu, chẳng hạn như CTB, được chia thành các khối dữ liệu video nhỏ hơn, như các đơn vị mã hóa. Theo một hoặc nhiều kỹ

thuật của sáng chế, đối với mỗi nút không phải lá tương ứng của cấu trúc cây ở mỗi mức độ sâu của cấu trúc cây, có nhiều mẫu tách được phép cho nút không phải lá tương ứng và khối dữ liệu video tương ứng với nút không phải lá tương ứng được phân chia thành các khối dữ liệu video tương ứng với các nút con của nút không phải lá tương ứng theo một trong số nhiều mẫu tách được phép.

Ngoài việc thu nhận các phần tử cú pháp từ dòng bit, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện hoạt động tái tạo trên CU không phân chia. Để thực hiện hoạt động tái tạo này, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện hoạt động tái tạo trên từng TU của CU. Bằng cách thực hiện hoạt động tái tạo cho từng TU của CU, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo các khối dữ liệu dư của CU.

Như một phần của quá trình thực hiện hoạt động tái tạo trên TU của CU, bộ lượng tử hóa ngược 154 có thể lượng tử hóa ngược, tức là, khử lượng tử hóa, các khối hệ số liên quan đến TU. Sau khi bộ lượng tử hóa ngược 154 tiến hành lượng tử hóa ngược khối hệ số, bộ xử lý biến đổi ngược 156 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi ngược cho khối hệ số để tạo ra khối dữ liệu dư liên quan đến TU. Ví dụ, bộ xử lý biến đổi ngược 156 có thể áp dụng phép DCT ngược, biến đổi số nguyên ngược, biến đổi Karhunen-Loeve (KLT) ngược, biến đổi quay ngược, biến đổi có hướng ngược, hoặc một phép biến đổi ngược khác cho khối hệ số.

Nếu PU được mã hóa bằng cách sử dụng kỹ thuật dự đoán nội cấu trúc, thì bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 166 có thể thực hiện dự đoán nội cấu trúc để tạo ra các khối dự đoán cho PU này. Bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 166 có thể sử dụng chế độ dự đoán nội cấu trúc để tạo ra các khối dự đoán của PU dựa trên các khối dự đoán lân cận theo không gian. Bộ xử lý dự đoán nội cấu trúc 166 có thể xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho PU dựa trên một hoặc nhiều phần tử cú pháp thu được từ dòng bit.

Nếu PU được mã hóa nhờ sử dụng kỹ thuật dự đoán liên cấu trúc, thì bộ giải mã entropy 150 có thể xác định thông tin chuyển động cho PU này. Bộ bù chuyển động 164 có thể xác định một hoặc nhiều khối tham chiếu dựa trên thông tin chuyển động của PU. Bộ bù chuyển động 164 có thể tạo ra các khối dự đoán (ví dụ, các khối dự đoán độ sáng, Cb và Cr) cho PU dựa trên một hoặc nhiều khối tham chiếu.

Bộ tái tạo 158 có thể sử dụng các khối biến đổi (ví dụ, các khối biến đổi độ sáng, Cb và Cr) của các TU trong CU và các khối dự đoán (ví dụ, các khối dự đoán độ sáng, Cb và Cr) của các PU trong CU, tức là dữ liệu dự đoán nội cấu trúc hoặc dữ liệu dự đoán liên cấu trúc, tùy trường hợp, để tái tạo các khối mã hóa (ví dụ, các khối mã hóa độ sáng, Cb và Cr) cho CU. Ví dụ, bộ tái tạo 158 có thể bổ sung các mẫu của các khối biến đổi (ví dụ, các khối biến đổi độ sáng, Cb và Cr) vào các mẫu tương ứng của các khối dự đoán (ví dụ, các khối dự đoán độ sáng, Cb và Cr) để tái tạo các khối mã hóa (ví dụ, các khối mã hóa độ sáng, Cb và Cr) của CU.

Bộ lọc 160 có thể thực hiện hoạt động tách khối để giảm các thành phần lạ dạng khối liên quan đến các khối mã hóa của CU. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể lưu trữ các khối mã hóa của CU vào bộ đệm hình giải mã 162. Bộ đệm hình giải mã 162 có thể cung cấp các hình tham chiếu cho hoạt động bù chuyển động tiếp theo, dự đoán nội cấu trúc, và trình diễn trên thiết bị hiển thị, chẳng hạn như thiết bị hiển thị 32 trên Fig.1. Ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện, dựa trên các khối trong bộ đệm hình giải mã 162, các hoạt động dự đoán nội cấu trúc hoặc dự đoán liên cấu trúc cho các PU của các CU khác.

Fig.8 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa ví dụ theo sáng chế. Một hoặc nhiều thành phần cấu trúc của bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật trên Fig.8.

Theo ví dụ trên Fig.8, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể được tạo cấu hình để nhận khối dữ liệu video (800), xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc để mã hóa khối dữ liệu video (802), và xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để mã hóa khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định (804). Theo một ví dụ, để xác định có sử dụng PDPC hay không, bộ mã hóa dữ liệu video 22 có thể còn được tạo cấu hình để xác định sử dụng chế độ PDPC để mã hóa khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng.

Fig.9 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã ví dụ theo sáng chế. Một hoặc nhiều thành phần cấu trúc của bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật trên Fig.9. Theo ví dụ trên Fig.9, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để nhận khối dữ liệu video (900), xác định chế độ dự đoán nội

cấu trúc cho khối dữ liệu video (902), và xác định có sử dụng chế độ PDPC hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định (904).

Theo một ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng.

Theo ví dụ khác, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để nhận phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp được dùng cho khối dữ liệu video, xác định sử dụng một hoặc nhiều công cụ mã hóa dữ liệu video dựa trên giá trị của phần tử cú pháp, một hoặc nhiều công cụ mã hóa dữ liệu video là các kỹ thuật mã hóa dữ liệu video khác ngoài biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp, và áp dụng một hoặc nhiều công cụ mã hóa cho khối dữ liệu video dựa trên việc sử dụng được xác định.

Theo ví dụ khác, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định có sử dụng PDPC hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa trên chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp được dùng cho khối dữ liệu video.

Theo ví dụ khác, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng bất kể giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp được dùng cho khối dữ liệu video. Theo một ví dụ, biến đổi sơ cấp là một trong số DCT, DST, hoặc EMT. Theo ví dụ khác, biến đổi thứ cấp là biến đổi quay hoặc NSST. Theo ví dụ khác, một hoặc nhiều công cụ mã hóa dữ liệu video bao gồm một hoặc nhiều chế độ trong số PDPC, MDIS, RSAF, ARSS, hoặc MPI.

Theo ví dụ khác, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để giải mã khối dữ liệu video bằng cách sử dụng chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và chế độ PDPC trong trường hợp xác định là có sử dụng chế độ PDPC, hoặc giải mã khối dữ liệu video bằng cách sử dụng chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và không sử

dụng chế độ PDPC trong trường hợp không xác định sử dụng chế độ PDPC. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể còn được tạo cấu hình để xuất ra khỏi dữ liệu video đã giải mã.

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

Bộ mã hóa dữ liệu video, như được mô tả trong sáng chế, có thể được dùng để chỉ bộ mã hóa dữ liệu video hoặc bộ giải mã dữ liệu video. Tương tự, đơn vị mã hóa dữ liệu video có thể dùng để chỉ bộ mã hóa dữ liệu video hoặc bộ giải mã dữ liệu video. Tương tự, mã hóa dữ liệu video có thể dùng để chỉ mã hóa dữ liệu video hoặc giải mã dữ liệu video, tùy trường hợp.

Cần phải hiểu rằng, tùy thuộc vào từng phương án làm ví dụ, một số thao tác hoặc biến cố nhất định của kỹ thuật bất kỳ trong số các kỹ thuật nêu trong sáng chế có thể được thực hiện theo thứ tự khác, có thể được bổ sung vào, được hợp nhất với hoặc được loại bỏ ra (ví dụ, không phải tất cả các thao tác hoặc biến cố được mô tả là cần thiết để thực hiện các kỹ thuật này). Ngoài ra, theo một số phương án làm ví dụ, các thao tác hoặc biến cố có thể được thực hiện đồng thời, ví dụ, thông qua quy trình xử lý đa khâu chuỗi, quy trình xử lý ngắt, hoặc nhiều bộ xử lý, chứ không phải chỉ có thực hiện tuần tự.

Theo một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng đã mô tả có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng, phần mềm, firmware, hoặc mọi dạng kết hợp của chúng. Nếu được thực hiện bằng phần mềm, các chức năng có thể được lưu trữ hoặc truyền dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên phương tiện đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi bộ xử lý dựa trên phần cứng. Phương tiện đọc được bằng máy tính có thể bao gồm các phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính tương ứng với phương tiện hữu hình như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông bao gồm phương tiện bất kỳ hỗ trợ truyền chương trình máy tính từ nơi này đến nơi khác, ví dụ, theo giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện đọc được bằng máy tính thông

thường có thể tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính hữu hình hoặc (2) phương tiện truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện khả dụng bất kỳ mà có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để truy hồi các lệnh, mã và/hoặc các cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế. Sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính.

Ví dụ, và không giới hạn, các phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính như vậy có thể bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory - RAM), bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory - ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory - EEPROM), đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (CD-ROM - Compact Disc-Read Only Memory) hoặc bộ nhớ đĩa quang khác, bộ nhớ đĩa từ, hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ flash, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được dùng để lưu trữ mã chương trình mong muốn ở dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và có thể được truy cập bởi máy tính. Ngoài ra, mọi kết nối được gọi theo cách thích hợp là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu các lệnh được truyền từ website, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp xoắn đôi, đường thuê bao số (Digital Subscriber Line - DS), hoặc sử dụng công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba, thì cáp đồng trục, cáp quang sợi, cáp xoắn đôi, DSL, hoặc công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba đó cũng nằm trong định nghĩa về phương tiện. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính và phương tiện lưu trữ dữ liệu không bao gồm kết nối, sóng mang, tín hiệu hoặc phương tiện chuyển tiếp khác, nhưng là phương tiện lưu trữ hữu hình, bất biến. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm CD (đĩa com-compact), đĩa laze, đĩa quang, đĩa số đa năng (DVD - digital versatile disc), đĩa mềm và đĩa Blu-ray trong đó đĩa từ thường tái tạo dữ liệu theo phương pháp từ tính, còn đĩa quang tái tạo lại dữ liệu theo phương pháp quang học bằng laze. Dạng kết hợp của các loại phương tiện nêu trên cũng được bao gồm trong phạm vi phương tiện đọc được bằng máy tính.

Các lệnh có thể được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (Digital Signal Processor - DSP), các bộ vi xử

lý đa năng, các mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), các mảng logic lập trình được theo trường (field programmable logic array - FPGA), hoặc mạch logic rời rạc hoặc mạch tích hợp tương đương khác. Do đó, thuật ngữ “bộ xử lý”, như được sử dụng trong sáng chế, có thể dùng để chỉ mọi cấu trúc nêu trên hoặc mọi cấu trúc khác phù hợp để thực hiện các kỹ thuật nêu trong sáng chế. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, các tính năng nêu trong sáng chế có thể được tạo ra trong module phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được kết hợp thành bộ mã hóa-giải mã kết hợp. Hơn nữa, các kỹ thuật có thể được thực hiện hoàn toàn trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic.

Các kỹ thuật theo sáng chế có thể được triển khai trong rất nhiều thiết bị hoặc máy, như thiết bị cầm tay không dây, mạch tích hợp (IC - Integrated Circuit) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Các thành phần, module hoặc bộ phận khác nhau được mô tả trong sáng chế để nhấn mạnh các khía cạnh chức năng của các thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật đã bộc lộ, chứ không nhất thiết phải được thực hiện bằng các bộ phận phần cứng khác nhau. Thay vào đó, như được mô tả trên đây, các bộ phận khác nhau có thể được kết hợp trong bộ phận phần cứng bộ mã hóa-giải mã hoặc được tạo ra bởi tập hợp các bộ phận phần cứng liên kết hoạt động, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như được mô tả trên đây, kết hợp với phần mềm và/hoặc firmware thích hợp.

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

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

nhận khối dữ liệu video;

nhận phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video;

xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video; và

xác định xem có sử dụng chế độ kết hợp dự đoán phụ thuộc vào vị trí (position-dependent prediction combination - PDPC) hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video, trong đó việc xác định xem có sử dụng chế độ PDPC hay không bao gồm:

xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng bất kể giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định xem có sử dụng PDPC hay không bao gồm:

xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó biến đổi sơ cấp là một trong số biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), biến đổi sin rời rạc (discrete sine transform - DST), hoặc đa biến đổi nâng cao (enhanced multiple transform - EMT).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó biến đổi thứ cấp là một trong số biến đổi quay hoặc biến đổi thứ cấp không tách rời (non-separable secondary transform - NSST).

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần tử cú pháp là chỉ số của biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần tử cú pháp là chỉ số của tập hợp biến đổi.

7. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước:

giải mã khối dữ liệu video bằng cách sử dụng chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và chế độ PDPC trong trường hợp xác định là có sử dụng chế độ PDPC; hoặc

giải mã khối dữ liệu video bằng cách sử dụng chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và không sử dụng chế độ PDPC trong trường hợp không xác định sử dụng chế độ PDPC.

8. Phương pháp theo điểm 7, phương pháp này còn bao gồm bước:

xuất ra khối dữ liệu video đã giải mã.

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

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

một hoặc nhiều bộ xử lý truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

nhận khối dữ liệu video;

nhận phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video;

xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video; và

xác định xem có sử dụng chế độ kết hợp dự đoán phụ thuộc vào vị trí (position-dependent prediction combination - PDPC) hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho

khối dữ liệu video, trong đó để xác định xem có sử dụng chế độ PDPC hay không, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng bất kể giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó để xác định xem có sử dụng PDPC hay không, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng.

11. Thiết bị theo điểm 9, trong đó biến đổi sơ cấp là một trong số biến đổi cosin rời rạc (DCT), biến đổi sin rời rạc (DST), hoặc đa biến đổi nâng cao (EMT).

12. Thiết bị theo điểm 9, trong đó biến đổi thứ cấp là một trong số biến đổi quay hoặc biến đổi thứ cấp không tách rời (NSST).

13. Thiết bị theo điểm 9, trong đó phần tử cú pháp là chỉ số của biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp.

14. Thiết bị theo điểm 9, trong đó phần tử cú pháp là chỉ số của tập hợp biến đổi.

15. Phương pháp theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

giải mã khối dữ liệu video bằng cách sử dụng chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và chế độ PDPC trong trường hợp xác định là có sử dụng chế độ PDPC; hoặc

giải mã khối dữ liệu video bằng cách sử dụng chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và không sử dụng chế độ PDPC trong trường hợp không xác định sử dụng chế độ PDPC.

16. Thiết bị theo điểm 15, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:
xuất ra khối dữ liệu video đã giải mã.

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

phương tiện nhận khối dữ liệu video;

phương tiện nhận phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video;

phương tiện xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video; và

phương tiện xác định xem có sử dụng chế độ kết hợp dự đoán phụ thuộc vào vị trí (position-dependent prediction combination - PDPC) hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video, trong đó phương tiện xác định xem có sử dụng chế độ PDPC hay không bao gồm:

phương tiện xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng bất kể giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video.

18. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu video:

nhận khối dữ liệu video;

nhận phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video;

xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc cho khối dữ liệu video; và

xác định xem có sử dụng chế độ kết hợp dự đoán phụ thuộc vào vị trí (position-dependent prediction combination - PDPC) hay không để giải mã khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video, trong đó để xác định xem có sử dụng chế độ PDPC hay không, trong đó các lệnh còn khiến một hoặc nhiều bộ xử lý:

xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng bất kể giá trị của phần tử cú pháp liên kết với biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video.

19. Phương pháp mã hóa dữ liệu video, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận khối dữ liệu video;

xác định biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video;

xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc để mã hóa khối dữ liệu video; và

xác định xem có sử dụng chế độ kết hợp dự đoán phụ thuộc vào vị trí (position-dependent prediction combination - PDPC) hay không để mã hóa khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video, trong đó bước xác định xem có sử dụng chế độ PDPC hay không bao gồm:

xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng bất kể biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video.

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

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

một hoặc nhiều bộ xử lý truyền thông với bộ nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

nhận khối dữ liệu video;

xác định biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video;

xác định chế độ dự đoán nội cấu trúc để mã hóa khối dữ liệu video; và

xác định xem có sử dụng chế độ kết hợp dự đoán phụ thuộc vào vị trí (position-dependent prediction combination - PDPC) hay không để mã hóa khối dữ liệu video dựa ít nhất vào chế độ dự đoán nội cấu trúc đã xác định và biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video, trong đó để xác định xem có sử dụng chế độ PDPC hay không, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định sử dụng chế độ PDPC để giải mã khối dữ liệu video trong trường hợp chế độ dự đoán nội cấu trúc là chế độ phẳng bất kể biến đổi sơ cấp hoặc biến đổi thứ cấp dùng cho khối dữ liệu video.

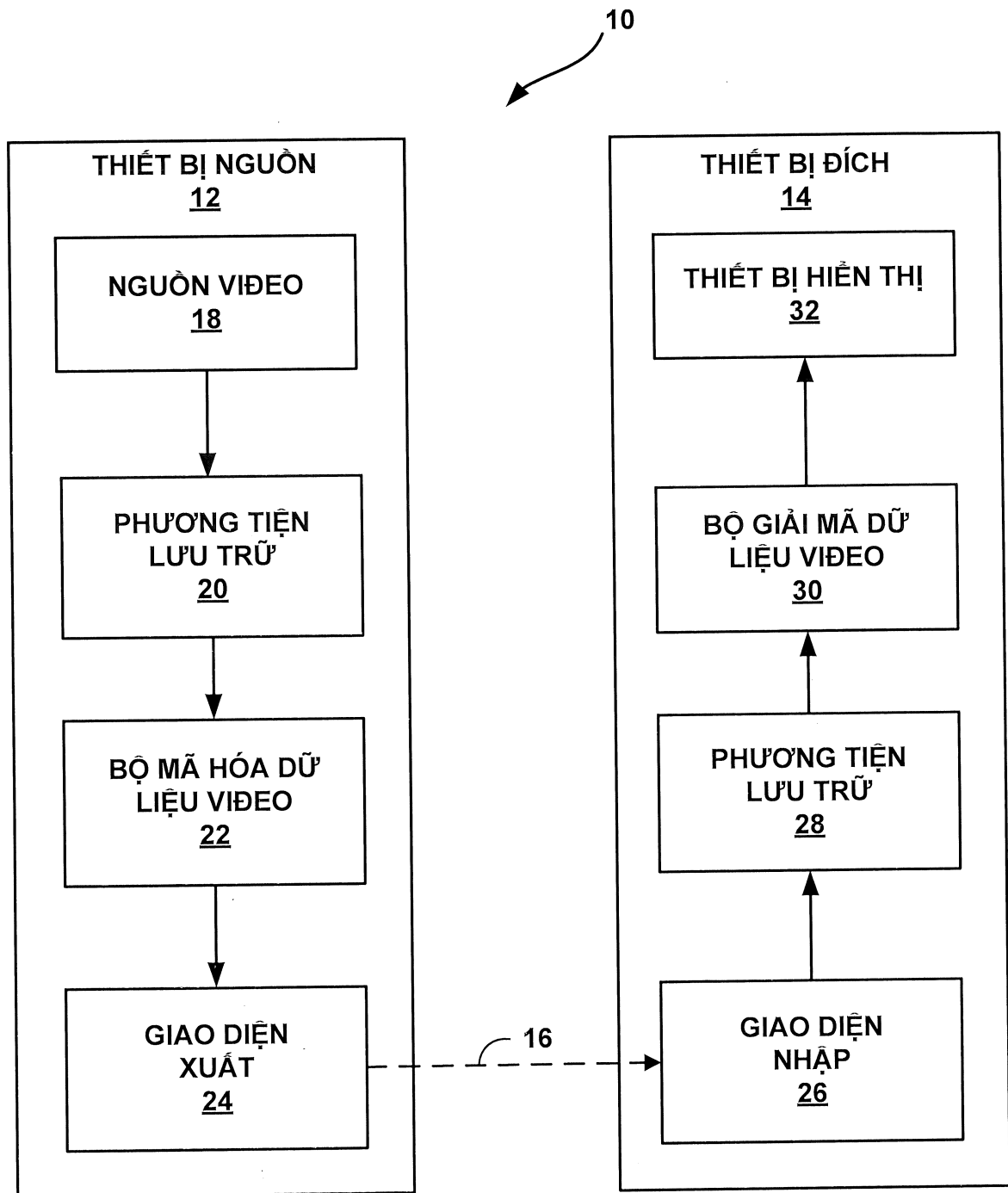


Fig.1

50

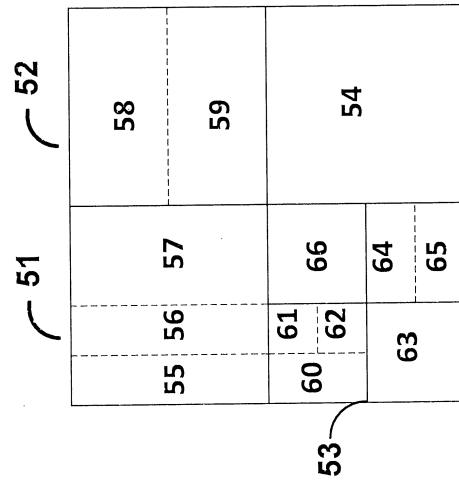


Fig. 2A

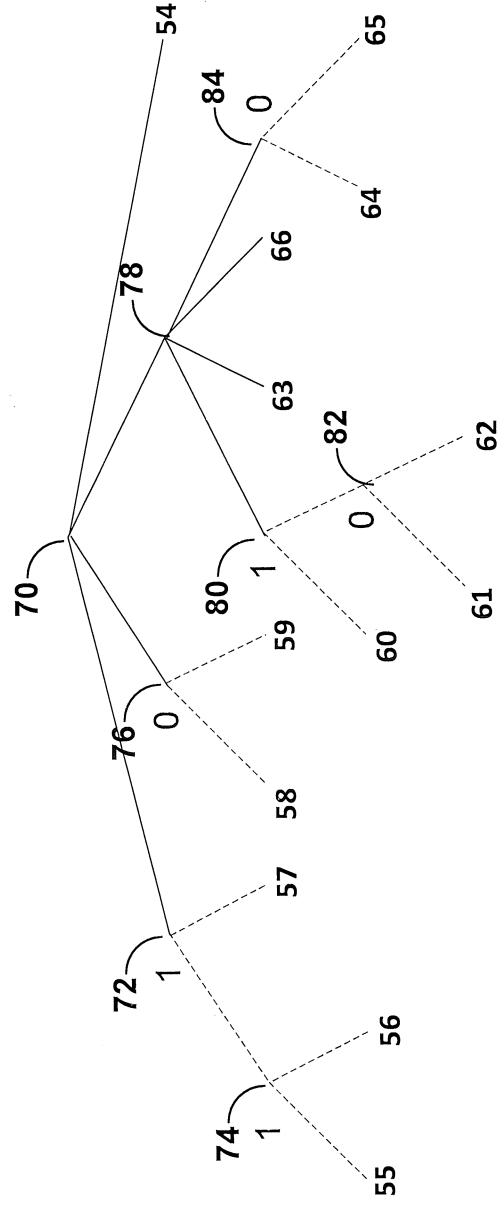


Fig. 2B

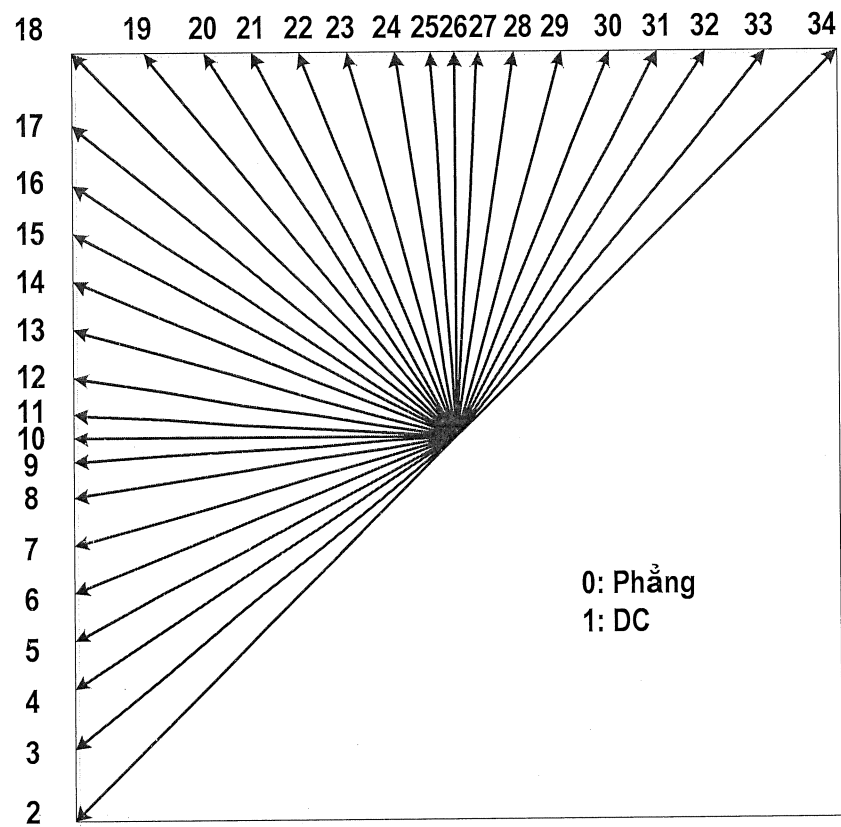


Fig.3

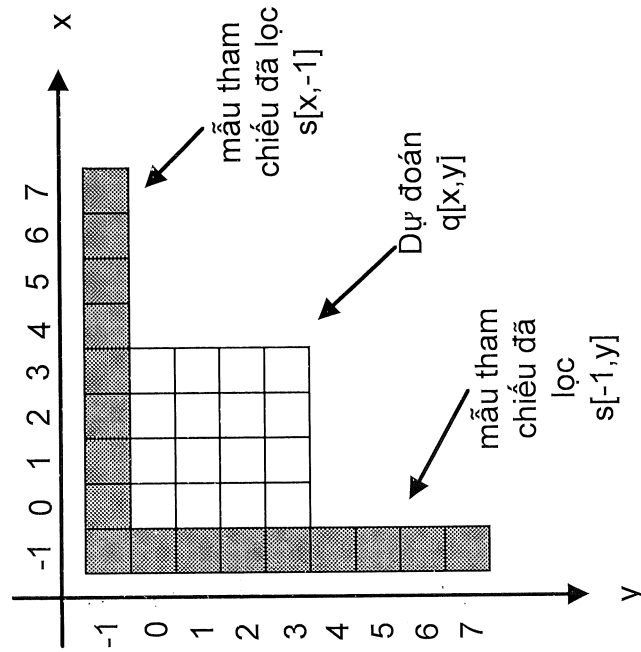


Fig.4B

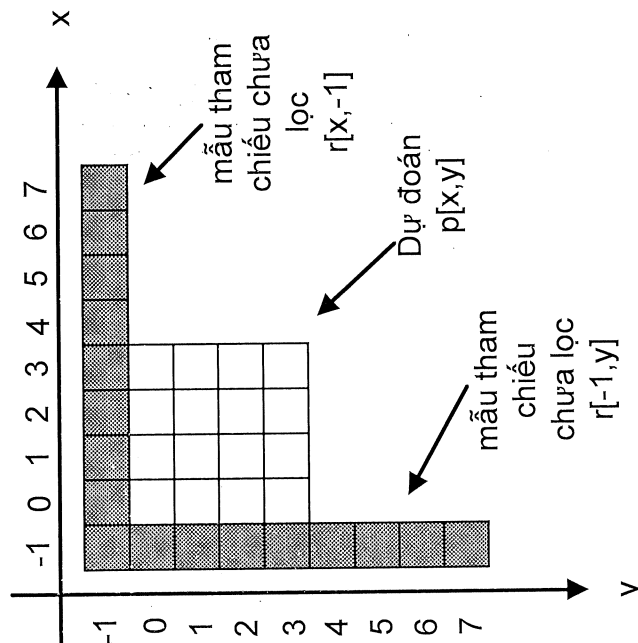


Fig.4A

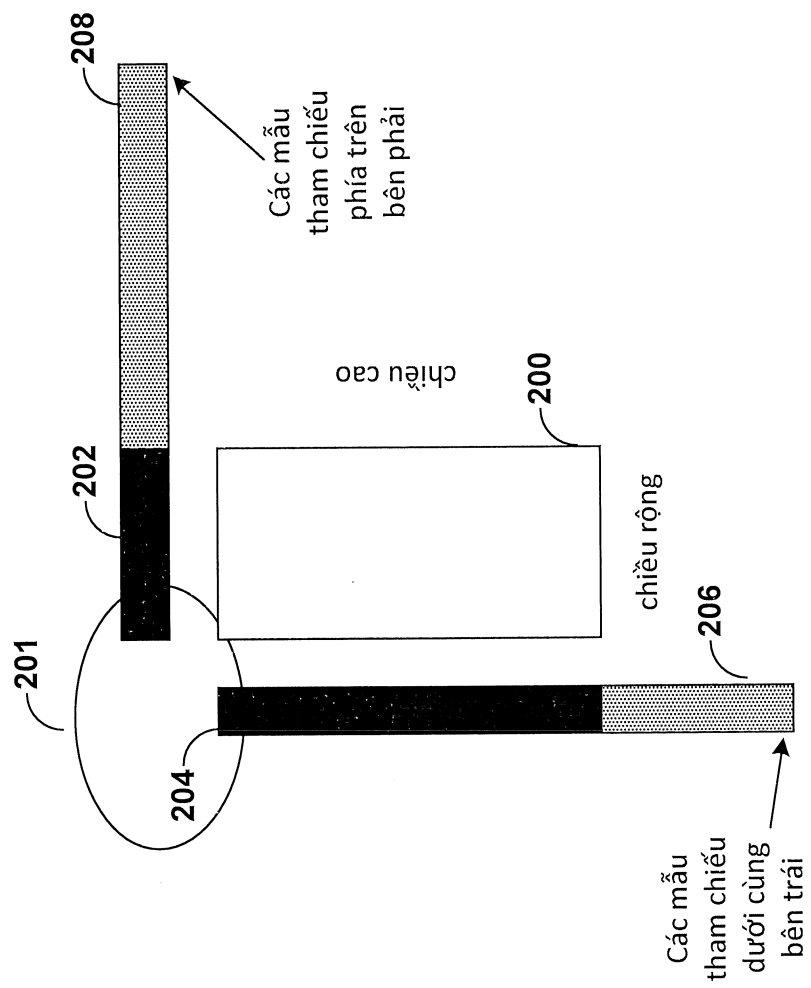


Fig.5

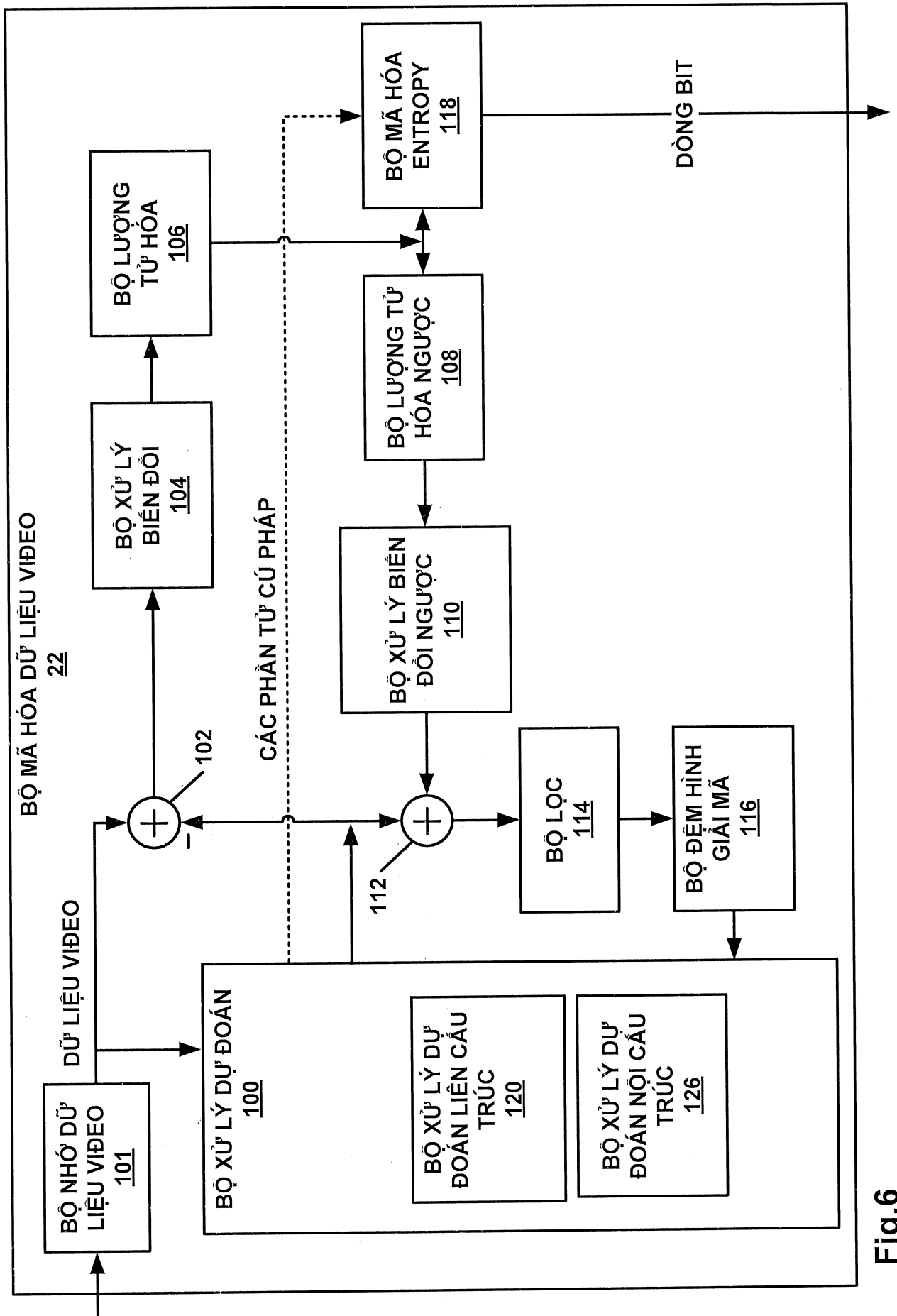


Fig.6

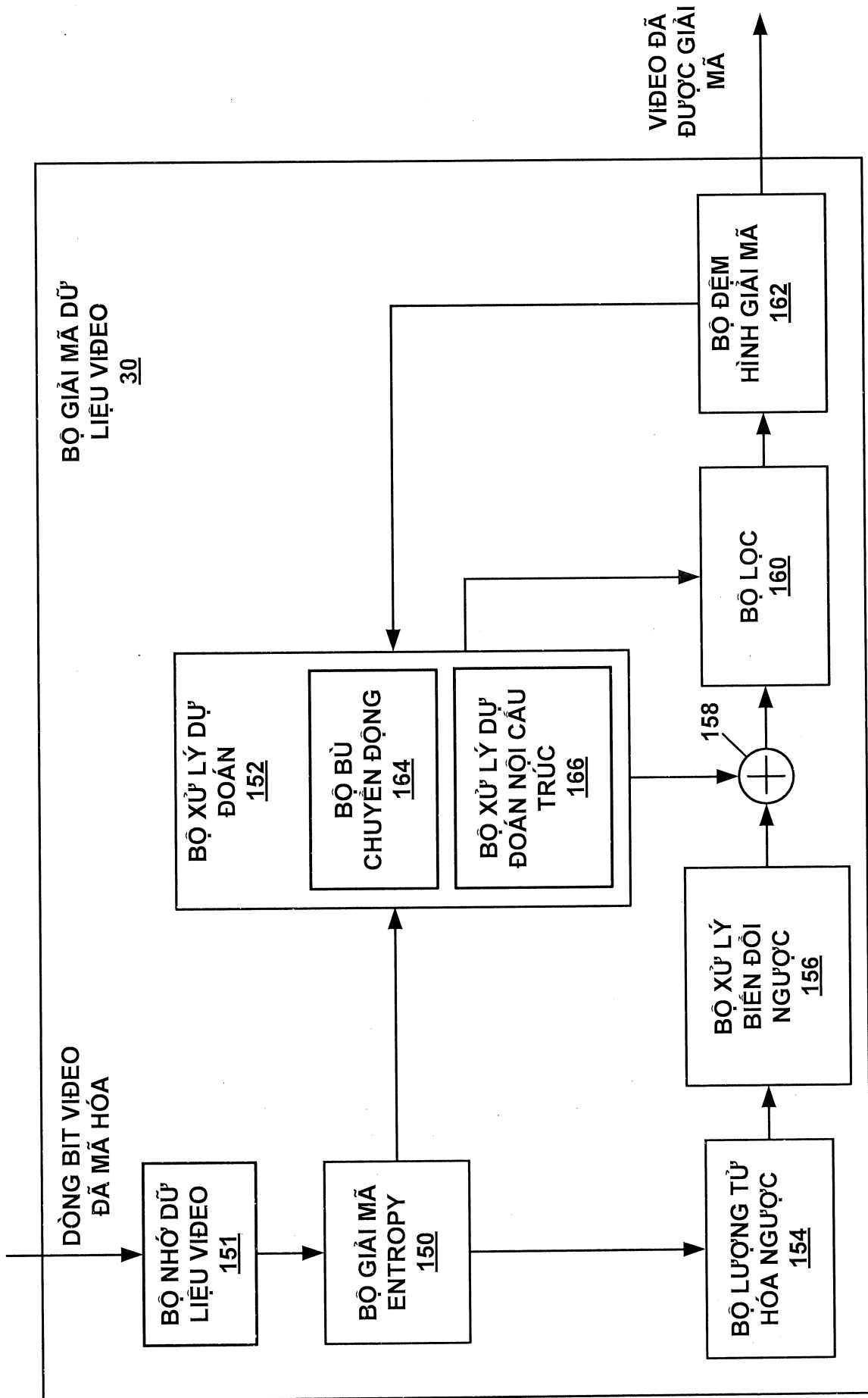


Fig.7

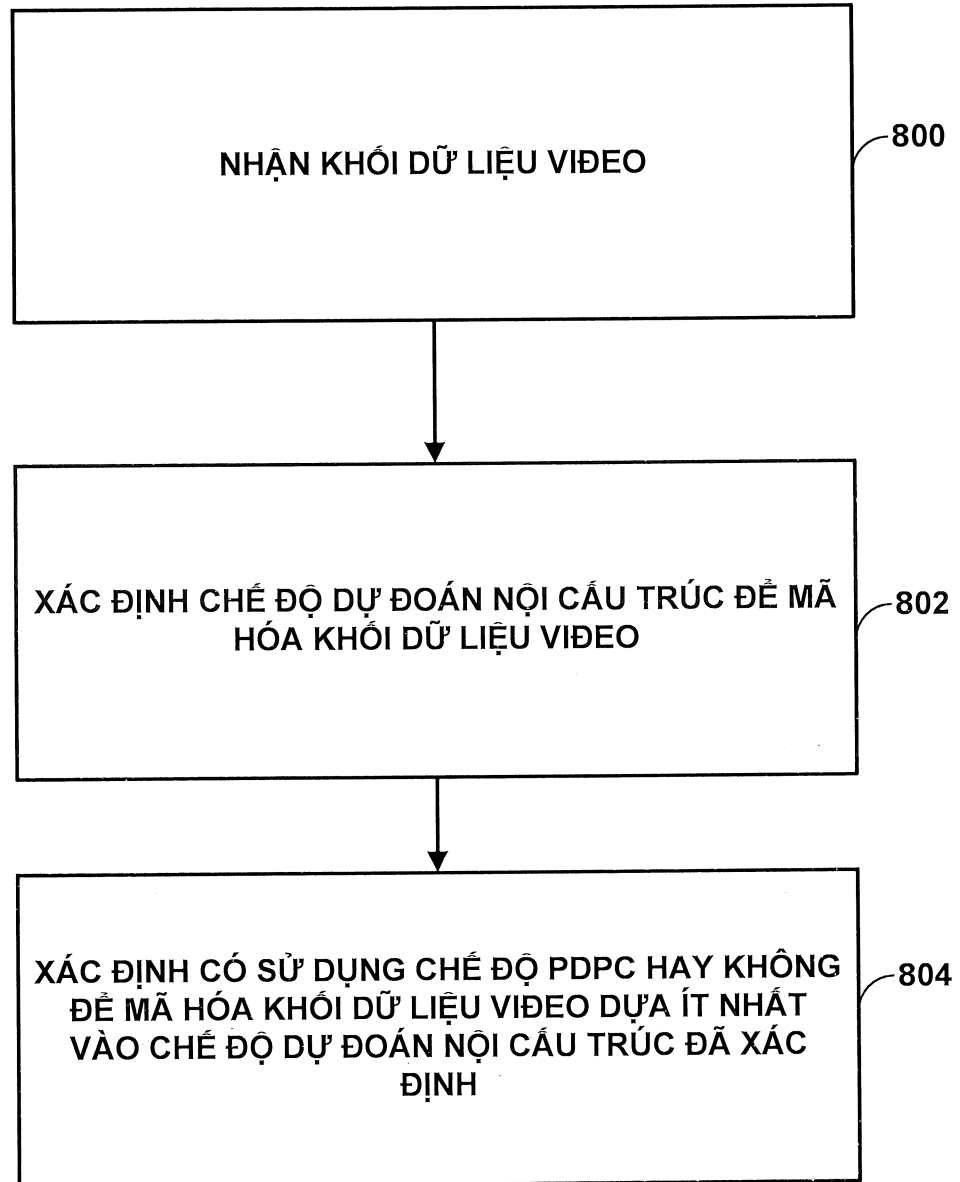


Fig.8

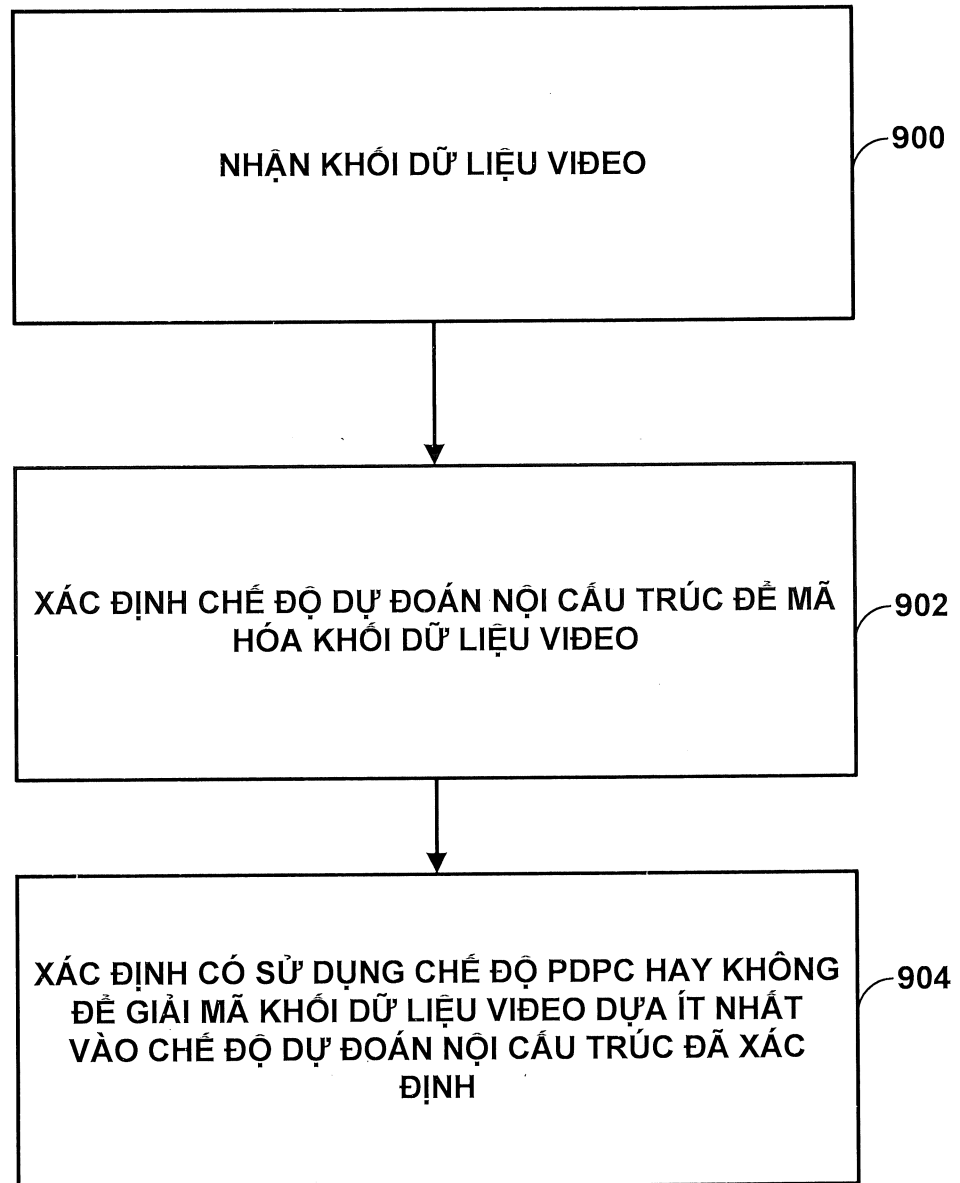


Fig.9