



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0041517

(51)^{2020.01} H04N 19/82; H04N 19/154; H04N
19/463; H04N 19/70; H04N 19/117;
H04N 19/174

(13) B

(21) 1-2020-06840

(22) 31/05/2019

(86) PCT/US2019/034964 31/05/2019

(87) WO/2019/232412 05/12/2019

(30) 62/679,685 01/06/2018 US; 16/427,017 30/05/2019 US

(45) 25/10/2024 439

(43) 25/02/2021 395

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

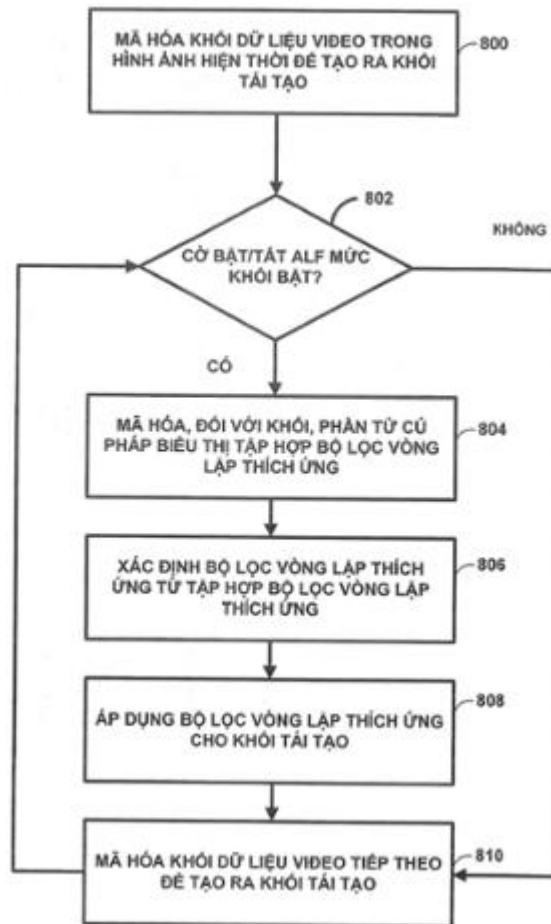
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America

(72) KARCZEWICZ, Marta (US); GADDE, Akshay (IN); SEREGIN, Vadim (US);
CHIEN, Wei-Jung (US).

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

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

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp, thiết bị và phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính để mã hóa dữ liệu video. Bộ mã hóa dữ liệu video và bộ giải mã dữ liệu video có thể xác định tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên cơ sở từng khối. Mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có thể bao gồm các bộ lọc từ hình ảnh trước đó, các bộ lọc được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời và/hoặc bộ lọc được đào tạo trước. Bằng cách thay đổi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng trên cơ sở từng khối, các bộ lọc vòng lặp thích ứng có sẵn cho mỗi khối dữ liệu video có thể được làm thích ứng hơn với thống kê cục bộ của dữ liệu video.



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 truyền trực tiếp video, và thiết bị tương tự. Các thiết bị video kỹ thuật số thực hiện các kỹ thuật nén video, chẳng hạn như các kỹ thuật được mô tả trong các chuẩn được xác định bằng MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Phần 10, Mã hóa video nâng cao (Advanced Video Coding - AVC), tiêu chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC) được hoàn thiện gần đây, và các phiên bản mở rộng của các chuẩn này. Các thiết bị video có thể truyền, thu, mã hóa, giải mã, và/hoặc lưu trữ thông tin video kỹ thuật số một cách hiệu quả hơn bằng cách thực hiện các kỹ thuật nén video như vậy.

Các kỹ thuật nén video thực hiện kỹ thuật dự báo không gian (nội hình) và/hoặc dự báo thời gian (liên hình) để giảm hoặc loại bỏ phần dư vốn có trong các chuỗi video. Để mã hóa video theo khối, lát video (tức là khung video hoặc một phần của khung video) có thể được phân chia thành các khối dữ liệu video, khối dữ liệu video còn có thể được gọi là khối cây, đơn vị mã hóa (coding unit - CU) và/hoặc nút mã hóa. Các khối dữ liệu video trong lát mã hóa nội cấu trúc (I) của hình ảnh được mã hóa bằng cách sử dụng kỹ thuật dự báo không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng một hình ảnh. Các khối dữ liệu video trong lát mã hóa liên cấu trúc (P hoặc B) của hình ảnh có thể sử dụng kỹ thuật dự báo không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng một hình ảnh, hoặc dự báo thời gian đối với các mẫu tham chiếu trong các hình ảnh tham chiếu khác. Hình ảnh có thể được gọi là khung, và hình ảnh tham chiếu có thể được gọi là khung tham chiếu.

Kỹ thuật dự báo không gian hoặc thời gian tạo ra khối dự báo cho khối cần mã hóa. Dự liệu dư thể hiện các độ lệch điểm ảnh giữa khối ban đầu cần mã hóa và khối dự báo. Khối mã hóa liên cấu trúc được mã hóa theo vector chuyển động trở đến khối gồm các mẫu tham chiếu tạo thành khối dự báo, và dữ liệu dư biểu thị độ lệch giữa khối mã hóa và khối dự báo. Khối mã hóa nội cấu trúc được mã hóa theo chế độ mã hóa nội cấu trúc và dữ liệu dư. Để nén thêm, dữ liệu dư có thể được biến đổi từ miền điểm ảnh sang miền biến đổi, tạo ra các hệ số biến đổi dư, sau đó các hệ số này có thể được lượng tử hóa. Các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa, ban đầu được sắp xếp theo mảng hai chiều, có thể được quét để tạo ra vector một chiều của các hệ số biến đổi, và kỹ thuật mã hóa entropy có thể được áp dụng để đạt được hiệu quả nén thậm chí cao hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế này mô tả các kỹ thuật liên quan đến các kỹ thuật lọc được gọi là “Lọc vòng lặp thích ứng (Adaptive Loop Filter - ALF).” ALF có thể được sử dụng trong giai đoạn xử lý sau, để mã hóa trong vòng lặp hoặc trong quy trình dự báo. Kỹ thuật lọc bù thích ứng mẫu (Sample adaptive offset - SAO) và/hoặc kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng có thể được áp dụng cho công nghệ bất kỳ trong số các công nghệ mã hóa-giải mã (codec) video hiện có khác nhau, chẳng hạn như công nghệ codec phù hợp với HEVC, hoặc là một công cụ mã hóa hiệu quả trong mọi chuẩn mã hóa video trong tương lai. Do đó, các kỹ thuật mô tả có thể áp dụng cho nhiều kỹ thuật mã hóa video dựa trên khối trong đó video được tái tạo trên cơ sở từng khối. Các khối điểm ảnh có thể được gọi theo các cách khác nhau là đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU), đơn vị mã hóa lớn nhất (largest coding unit - LCU), đơn vị dự báo (prediction unit - PU) hoặc thuật ngữ khác tùy thuộc vào kỹ thuật mã hóa video dựa trên khối được dùng, như được mô tả ở phần sau.

Như sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây, theo các kỹ thuật của sáng chế này, bộ mã hóa dữ liệu video và bộ giải mã dữ liệu video có thể được tạo cấu hình để xác định các tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên cơ sở từng khối (ví dụ, các khối mà kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được cho phép). Theo cách này, tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng có sẵn để sử dụng với khối cụ thể có thể được làm thích ứng hơn với các đặc điểm cục bộ của dữ liệu video gần khối cụ thể, do đó cải thiện hiệu quả mã hóa và/hoặc chất lượng hình ảnh.

Trong một ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp bao gồm bước xác định tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời cho các khối trong đó kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được sử dụng, trong đó mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng bao gồm một số bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó được dùng trong một hoặc nhiều hình ảnh trước đó, và lọc vòng lặp thích ứng các khối của hình ảnh hiện thời theo các tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng.

Trong một 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 hình ảnh hiện thời của 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 xác định tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời cho các khối trong đó kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được dùng, trong đó mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó được dùng trong một hoặc nhiều ảnh trước đó (hoặc các hình ảnh, các lát trước đó hoặc mức độ chi tiết khác của các khối), và lọc vòng lặp thích ứng các khối của hình ảnh hiện thời theo các tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng.

Trong một ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video bao gồm phương tiện để xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời cho các khối trong đó kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được dùng, trong đó mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó được dùng trong một hoặc nhiều hình ảnh trước đó, và phương tiện để lọc vòng lặp thích ứng các khối của hình ảnh hiện thời theo các tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng.

Trong một ví dụ khác, sáng chế đề xuất 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 xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời cho các khối trong đó kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được sử dụng, trong đó mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó được dùng trong một hoặc nhiều

hình ảnh trước đó, và lọc vòng lặp thích ứng các khối của hình ảnh hiện thời theo các tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng.

Chi tiết của một hoặc nhiều ví dụ được trình bày trong các hình vẽ kèm theo và phân mô tả bên dưới. Các dấu hiệu, mục đích và ưu điểm khác của các kỹ thuật nêu trong sáng chế sẽ trở nên rõ ràng qua phần mô tả chi tiết sáng chế, các hình vẽ, và 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 video làm ví dụ mà có thể sử dụng các kỹ thuật được mô tả theo sáng chế.

Fig.2 là thể hiện sơ đồ khối ví dụ của bộ giải mã HEVC.

Các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3D thể hiện bốn mẫu định hướng 1-D để phân loại mẫu bù cạnh (edge offset - EO).

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa dữ liệu video làm ví dụ mà có thể thực hiện các kỹ thuật được mô tả theo sáng chế.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã dữ liệu video làm ví dụ mà có thể triển khai các kỹ thuật được mô tả theo sáng chế.

Fig.6 thể hiện phương án triển khai làm ví dụ của đơn vị lọc để thực hiện các kỹ thuật của sáng chế này.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp làm ví dụ theo sáng chế.

Fig.8 là lưu đồ minh họa một phương pháp ví dụ khác của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống mã hóa và giải mã dữ liệu video 10 mà có thể sử dụng các kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được mô tả trong bản mô tả này. Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống 10 bao gồm thiết bị nguồn 12 tạo ra dữ liệu video mã hóa cần được giải mã sau đó bằng thiết bị đích 14. Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể là thiết bị bất kỳ trong nhiều loại thiết bị, bao gồm máy tính để bàn, máy tính sổ tay (tức là, máy tính xách tay), máy tính bảng, bộ giải mã, các máy điện thoại cầm tay như điện thoại "thông minh", điện thoại bảng "thông minh", ti vi, camera, thiết bị hiển thị, thiết bị phát phương tiện kỹ thuật số, bàn giao tiếp chơi trò chơi video, thiết bị truyền

trực tiếp video hoặc tương tự. Trong một số trường hợp, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể được trang bị để truyền thông không dây.

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

Theo một ví dụ khác, dữ liệu video đã mã hóa có thể được xuất ra từ giao diện đầu ra 22 đến thiết bị lưu trữ 26. Tương tự, dữ liệu video mã hóa có thể được truy cập từ thiết bị lưu trữ 26 bằng giao diện đầu vào 28. Thiết bị lưu trữ 26 có thể bao gồm phương tiện bất kỳ trong số các phương tiện lưu trữ dữ liệu truy cập phân tán hoặc cục bộ như ổ cứng, đĩa Blu-ray, DVD, CD-ROM, bộ nhớ tốc độ nhanh, bộ nhớ khả biến hoặc không khả biến hoặc phương tiện lưu trữ số thích hợp khác bất kỳ để lưu trữ dữ liệu video mã hóa. Trong ví dụ khác, thiết bị lưu trữ 26 có thể tương đương với máy chủ tập tin hoặc thiết bị lưu trữ trung gian khác có thể lưu trữ video mã hóa được tạo ra bởi thiết bị nguồn 12. Thiết bị đích 14 có thể truy cập dữ liệu video lưu trữ từ thiết bị lưu trữ 26 bằng cách truyền liên tục hoặc tải xuống. Máy chủ tập tin có thể là máy chủ thuộc loại bất kỳ có khả năng lưu trữ dữ liệu video mã hóa và truyền dữ liệu video đã mã hóa đó đến thiết bị đích 14. Các máy chủ tập tin làm ví dụ bao gồm máy chủ web (dùng cho trang web chẳng hạn), máy chủ giao thức chuyển tệp (FTP - File Transfer Protocol), các thiết bị lưu trữ gắn với mạng (NAS - Network Attached Storage), hoặc ổ đĩa cục bộ. Thiết bị đích 14 có thể truy cập dữ liệu video đã mã hóa thông qua kết nối dữ liệu chuẩn bất kỳ, trong đó có kết nối Internet. Kết nối này có thể là kết nối không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối có dây (ví dụ, đường thuê bao kỹ thuật số (Digital Subscriber Line - DSL), môđem cáp,

v.v.), hoặc kết hợp hai loại này phù hợp với việc truy cập dữ liệu video mã hoá được lưu trữ trên máy chủ tập tin. Việc truyền dữ liệu video mã hóa từ thu nhận lưu trữ 26 có thể là truyền liên tục, truyền tải xuống, hoặc kết hợp cả hai.

Kỹ thuật theo sáng chế không nhất thiết giới hạn ở các ứng dụng hoặc lắp đặt không dây. Các kỹ thuật này có thể được áp dụng cho mã hóa video để hỗ trợ cho ứng dụng đa phương tiện bất kỳ, chẳng hạn như phát sóng truyền hình qua không gian, phát sóng truyền hình cáp, phát sóng truyền hình vệ tinh, truyền video theo luồng, chẳng hạn qua mạng Internet, mã hóa video số để lưu trữ trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã video số được lưu trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc các ứng dụng khác. Trong một số ví dụ, hệ thống 10 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền video một chiều hoặc hai chiều để hỗ trợ các ứng dụng như truyền trực tiếp video, phát lại video, phát quảng bá video và/hoặc điện thoại video.

Theo ví dụ trên Fig.1, thiết bị nguồn 12 bao gồm nguồn dữ liệu video 18, bộ mã hóa dữ liệu video 20, và giao diện đầu ra 22. Trong một số trường hợp, giao diện đầu ra 22 có thể bao gồm bộ điều chế/bộ giải điều chế (modulator/demodulator - modem) và/hoặc bộ phát. Trong thiết bị nguồn 12, nguồn video 18 có thể bao gồm nguồn như thiết bị thu video, ví dụ, máy quay video, kho dữ liệu video chứa video được thu trước đó, giao diện cấp video để nhận video từ nhà cung cấp nội dung video, và/hoặc hệ đồ họa máy tính để tạo dữ liệu đồ họa máy tính dưới dạng video nguồn, hoặc tổ hợp của các nguồn này. Nói chung, thu dữ liệu video có thể bao gồm kỹ thuật bất kỳ để ghi lại, tạo ra, và/hoặc nhận biết dữ liệu video. Ví dụ, nếu nguồn video 18 là máy quay video, thì thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể tạo ra thiết bị gọi là điện thoại quay phim hoặc điện thoại video. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế có thể áp dụng cho việc mã hóa video nói chung, và có thể được áp dụng cho các ứng dụng không dây và/hoặc có dây.

Dữ liệu video đã thu, thu trước hoặc được tạo ra bằng máy tính có thể được mã hóa bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20. Dữ liệu video được mã hóa có thể được truyền trực tiếp đến thiết bị đích 14 qua giao diện đầu ra 22 của thiết bị nguồn 12. Dữ liệu video được mã hóa cũng có thể (hoặc theo cách khác) được lưu trữ trên thiết bị lưu trữ 26 để truy cập sau đó bằng thiết bị đích 14 hoặc các thiết bị khác, để giải mã và/hoặc phát lại.

Thiết bị đích 14 bao gồm giao diện đầu vào 28, bộ giải mã dữ liệu video 30, và thiết bị hiển thị 32. Theo một số trường hợp, giao diện đầu vào 28 có thể bao gồm bộ thu và/hoặc môđem. Giao diện đầu vào 28 của thiết bị đích 14 nhận dữ liệu video mã hóa trên đường liên kết 16. Dữ liệu video mã hóa được truyền trên đường liên kết 16, hoặc được tạo ra trên thiết bị lưu trữ 26, có thể bao gồm nhiều phần tử cú pháp được tạo ra bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20 để sử dụng bởi bộ giải mã dữ liệu video, như bộ giải mã dữ liệu video 30, trong quy trình giải mã dữ liệu video. Các phần tử cú pháp như vậy có thể được bao gồm cùng với dữ liệu video mã hóa được truyền trên phương tiện truyền thông, được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ hoặc lưu trữ trên máy chủ tệp tin.

Thiết bị hiển thị 32 có thể được tích hợp với, hoặc bên ngoài, thiết bị đích 14. Trong một số ví dụ, thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị hiển thị tích hợp và cũng được tạo cấu hình để giao tiếp với thiết bị hiển thị bên ngoài. Trong các ví dụ khác, thiết bị đích 14 có thể là thiết bị hiển thị. Nói chung, thiết bị hiển thị 32 hiển thị dữ liệu video được giải mã cho người dùng, và có thể là thiết bị hiển thị bất kỳ trong số nhiều thiết bị hiển thị như màn hình tinh thể lỏng (LCD - Liquid Crystal Display), màn hình plasma, màn hình điốt phát sáng hữu cơ (OLED - Organic Light Emitting Diode), hoặc một kiểu thiết bị hiển thị khác.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể hoạt động theo chuẩn nén video, như chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC) hoàn thiện gần đây và có thể tuân theo mô hình thử nghiệm HEVC (HEVC Test Model - HM). Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể còn hoạt động theo phần mở rộng của HEVC, như phần mở rộng dải, phần mở rộng đa khung hình (MV-HEVC), hoặc phần mở rộng có thể thay đổi tỷ lệ (SHVC), được phát triển bởi nhóm hợp tác chung về kỹ thuật mã hóa video (Joint Collaboration Team on Video Coding - JCT-VC) cũng như nhóm hợp tác chung về phát triển mở rộng mã hóa video 3D (Joint Collaboration Team on 3D Video Coding Extension Development - JCT-3V) thuộc nhóm chuyên gia về mã hóa 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. Theo cách khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể hoạt động theo các chuẩn độc quyền hoặc công nghiệp khác, như chuẩn ITU-T H.264, còn được gọi theo cách khác là ISO/IEC MPEG-4, phần 10, mã hóa video nâng cao (AVC), hoặc các phần mở rộng của các chuẩn này, như phần mở rộng mã hóa

video có thể thay đổi tỷ lệ (Scalable Video Coding - SVC) và mã hóa video đa khung hình (Multi-view Video Coding - MVC). Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở chuẩn mã hóa cụ thể bất kỳ. Các ví dụ khác về các chuẩn nén video bao gồm ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H.262 hoặc ISO/IEC MPEG-2 Visual, ITU-T H.263, và ISO/IEC MPEG-4 Visual. HEVC (ITU-T H.265), bao gồm phiên bản mở rộng dải, phiên bản mở rộng đa khung hình (MV-HEVC) và phiên bản mở rộng có thể thay đổi tỷ lệ (SHVC), được phát triển bởi Nhóm cộng tác chung về mã hóa dữ liệu video (Joint Collaboration Team on Video Coding - JCT-VC) cũng như Nhóm cộng tác chung về phát triển mở rộng mã hóa video 3D (Joint Collaboration Team on 3D Video Coding Extension Development - JCT-3V) của Nhóm chuyên gia về mã hóa dữ liệu video (Video Coding Experts Group - VCEG) của tổ chức ITU-T và nhóm chuyên gia hình động (Motion Picture Experts Group - MPEG) của tổ chức ISO/IEC. Dự thảo HEVC đã hoàn thành, sau đây được gọi là HEVC WD có thể truy cập tại http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/14_Vienna/wg11/JCTVC-N1003-v1.zip.

ITU-T VCEG (Q6/16) và ISO/IEC MPEG (JTC 1/SC 29/WG 11) hiện nay đang phát triển công nghệ mã hóa video trong tương lai với khả năng nén có tiềm năng vượt qua khả năng nén của chuẩn HEVC hiện thời (bao gồm các phiên bản mở rộng hiện thời của nó và các phiên bản mở rộng sắp tới dành cho mã hóa nội dung màn hình và mã hóa dải động cao). Chuẩn mới được gọi là H.266/VVC (Versatile Video coding: mã hóa video đa năng). Các nhóm này đang cùng nhau làm việc về hoạt động khảo sát này với nỗ lực hợp tác chung được biết đến dưới tên nhóm khảo sát dữ liệu video chung (Joint Video Exploration Team - JVET) để đánh giá các thiết kế công nghệ nén được đề xuất bởi các chuyên gia trong lĩnh vực này. JVET gặp gỡ lần đầu tiên từ ngày 19 đến 21/10/2015. Một phiên bản của phần mềm tham khảo, tức là mô hình khảo sát chung 7 (Joint Exploration Model 7 - JEM7) có thể được tải về từ:

https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HMJEMSoftware/tags/HM-16.6-JEM-7.0/.

Phần mô tả của thuật toán cho JEM7 được mô tả trong tài liệu của J. Chen, E. Alshina, G. J. Sullivan, J.R. Ohm, J. Boyce, “Algorithm description of Joint Exploration Test Model 7 (JEM7)”, JVET-G1001, Torino, tháng 7 năm 2017. Dự thảo gần đây của chuẩn VVC được mô tả trong tài liệu của Bross và các đồng tác giả. “Versatile Video

Coding (Draft 5)”, Nhóm chuyên gia chung về video (Joint Video Experts Team - JVET) của ITU-T SG 16 WP 3 và ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, Hội nghị lần thứ 14: Geneva, Thụy Sĩ, từ ngày 19 đến 27 Tháng 3 năm 2019, JVET-N1001-v3 (sau đây được gọi là “VVC Draft 5”). Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở bất kỳ chuẩn mã hóa cụ thể nào.

Mặc dù không được thể hiện trên Fig.1, nhưng theo một số khía cạnh, mỗi bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được hợp nhất với bộ mã hóa và bộ giải mã âm thanh, và có thể bao gồm các bộ ghép kênh-giải ghép kênh (MUX-DEMUX) thích hợp, hoặc phần cứng và phần mềm khác, để xử lý mã hóa cả âm thanh và video trong luồng dữ liệu chung hoặc các luồng dữ liệu riêng. Nếu áp dụng được, trong một số ví dụ, các đơn vị MUX-DEMUX có thể tuân thủ theo giao thức bộ ghép kênh ITU H.223, hoặc các giao thức khác như giao thức gói dữ liệu người dùng (user datagram protocol – UDP).

Mỗi bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được triển khai dưới dạng mạch mã hoá hoặc mạch giải mã bất kỳ trong số rất nhiều mạch mã hoá hoặc giải mã phù hợp, nếu có, như một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), mảng cổng lập trình được theo trường (Field Programmable Gate Array - FPGA), logic rời rạc, phần mềm, phần cứng, firmware hoặc sự kết hợp bất kỳ của các loại trên. Khi các kỹ thuật này được thực hiện một phần trong phần mềm, thiết bị có thể lưu trữ các lệnh cho phần mềm trong phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính thích hợp và thực thi các lệnh này 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 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể nằm trong một hoặc nhiều bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, mỗi bộ phận này có thể được tích hợp làm một phần của bộ mã hóa/giải mã (encoder/decoder - CODEC) kết hợp trong thiết bị tương ứng.

Sáng chế này mô tả các kỹ thuật liên quan đến các hoạt động lọc mà có thể được dùng trong giai đoạn xử lý sau, như là một phần của quy trình mã hóa trong vòng lặp, hoặc trong giai đoạn dự báo mã hóa video. Các kỹ thuật của sáng chế này có thể được thực hiện bằng các codec video hiện có, chẳng hạn như HEVC, hoặc là công cụ mã hóa

hiệu quả cho tiêu chuẩn mã hóa video trong tương lai, chẳng hạn như tiêu chuẩn H.266/VVC hiện đang được phát triển.

Mã hóa video thường liên quan đến việc dự báo khối dữ liệu video từ khối dữ liệu video đã mã hóa trong cùng một hình ảnh (ví dụ, dự báo nội cấu trúc) hoặc khối dữ liệu video đã mã hóa trong hình ảnh khác (ví dụ, dự báo liên cấu trúc). Trong một số trường hợp, bộ mã hóa dữ liệu video 20 còn tính toán dữ liệu dư bằng cách so sánh khối dự báo với khối ban đầu. Do đó, dữ liệu dư thể hiện sự khác biệt giữa khối dự báo và khối ban đầu.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 biến đổi và lượng tử hóa dữ liệu dư và báo hiệu dữ liệu dư đã được biến đổi và lượng tử hóa trong luồng bit đã mã hóa. Bộ giải mã dữ liệu video 30 thêm dữ liệu dư vào khối dự báo để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo phù hợp với khối dữ liệu video ban đầu hơn so với một khối dự báo. Để cải thiện thêm chất lượng video giải mã, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện một hoặc nhiều hoạt động lọc trên các khối dữ liệu video tái tạo. Ví dụ về các hoạt động lọc này bao gồm lọc tách khối, lọc bù thích ứng mẫu (sample adaptive offset - SAO) và lọc vòng lặp thích ứng. Các tham số cho các hoạt động lọc này có thể được xác định bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20 và được báo hiệu một cách rõ ràng trong luồng bit video mã hóa hoặc có thể được ngầm định bởi bộ giải mã dữ liệu video 30 mà không cần các tham số được báo hiệu một cách rõ ràng trong luồng bit video mã hóa.

Sáng chế này mô tả các kỹ thuật liên quan đến (các) phương pháp lọc được gọi là “Lọc vòng lặp thích ứng (Adaptive Loop Filter - ALF).” Lọc ALF có thể được sử dụng trong giai đoạn xử lý sau, để mã hóa trong vòng lặp hoặc trong quy trình dự báo. Lọc SAO và/hoặc lọc vòng lặp thích ứng có thể được áp dụng cho công nghệ bất kỳ trong số các công nghệ codec video hiện có, chẳng hạn như công nghệ codec theo HEVC, hoặc là công cụ mã hóa hiệu quả trong mọi tiêu chuẩn mã hóa video tương lai.

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

một quy trình, hoặc các quy trình tương hỗ. Hơn nữa, bộ mã hóa dữ liệu video 20 thường thực hiện giải mã dữ liệu video như là một phần của quy trình xác định cách mã hóa dữ liệu video.

Như sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây, theo các kỹ thuật của sáng chế này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định các tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên cơ sở từng khối (ví dụ, các khối mà kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được cho phép). Theo cách này, tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng có sẵn để sử dụng với khối cụ thể có thể được làm thích ứng hơn với các đặc điểm cục bộ của dữ liệu video gần khối cụ thể, do đó cải thiện hiệu quả mã hóa và/hoặc chất lượng hình ảnh.

Trong HEVC, VVC và các đặc điểm kỹ thuật mã hóa video khác, chuỗi dữ liệu video thường bao gồm một chuỗi các hình ảnh. Hình ảnh cũng có thể được gọi là các “khung”. Theo một phương pháp làm ví dụ, hình ảnh có thể bao gồm ba mảng mẫu, được biểu thị bằng S_L , S_{Cb} , và S_{Cr} . Theo một phương pháp làm ví dụ như vậy, S_L là mảng hai chiều gồm các mẫu độ chói (chẳng hạn, khối). S_{Cb} là mảng hai chiều gồm các mẫu màu Cb. S_{Cr} là mảng hai chiều gồm các mẫu màu Cr. Các mẫu màu cũng có thể được gọi ở đây là các mẫu “màu sắc”. Trong các trường hợp khác, hình ảnh có thể là hình ảnh đơn sắc và có thể chỉ bao gồm mảng các mẫu độ chói.

Để tạo ra dạng biểu diễn mã hóa của hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra tập hợp đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU). Mỗi trong số các CTU có thể bao gồm khối cây mã hóa có các mẫu độ chói, hai khối cây mã hóa tương ứng có các mẫu màu, và các cấu trúc cú pháp được dùng để mã hóa các mẫu của các khối cây mã hóa. Trong hình ảnh đơn sắc hoặc hình ảnh 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 các 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 tương tự với các khối macro của các chuẩn khác, chẳng hạn như H.264/AVC. Tuy nhiên, CTU không nhất thiết bị giới hạn ở một kích thước cụ thể và có thể bao gồm một hoặc nhiều đơn vị mã hóa (coding unit - CU). Lát có thể bao gồm số nguyên các CTU được sắp xếp liên tiếp theo trình tự quét mảnh.

Theo một ví dụ, để tạo ra CTU mã hóa, bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện một cách đệ quy phân chia cây tứ phân 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 có thể là khối mẫu $N \times N$. CU có thể bao gồm khối các mẫu độ chói mã hóa và hai khối các mẫu màu mã hóa tương ứng của hình ảnh có mảng mẫu độ chói, 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 ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu riêng biệt, CU có thể bao gồm một khối mã hóa và các cấu trúc cú pháp được dùng để mã hóa các mẫu của khối mã hóa.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể phân chia khối mã hóa của CU thành một hoặc nhiều khối dự báo. Khối dự báo là khối mẫu hình chữ nhật (tức là, hình vuông hoặc không phải hình vuông) mà áp dụng cùng một phép dự báo trên đó. Đơn vị dự báo (prediction unit - PU) của CU có thể bao gồm khối các mẫu chói dự báo, hai khối mẫu màu dự báo tương ứng, và các cấu trúc cú pháp được sử dụng để dự báo các khối dự báo. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu riêng biệt, PU có thể bao gồm một khối dự báo và các cấu trúc cú pháp được dùng để dự báo khối dự báo. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra các khối độ chói dự báo, Cb, và Cr cho các khối dự báo độ chói, Cb, và Cr của mỗi PU của CU.

Theo một ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để hoạt động theo mô hình JEM hoặc VVC. Theo JEM hoặc VVC, bộ mã hóa dữ liệu video (như bộ mã hóa dữ liệu video 20) chia hình ảnh thành nhiều đơn vị cây mã hóa (CTU - coding tree unit). Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể chia CTU theo cấu trúc cây, chẳng hạn như cấu trúc cây nhị phân-cây tứ phân (QTBT - quadtree-binary tree) hoặc cấu trúc cây nhiều dạng (Multi-Type Tree-MTT). Cấu trúc QTBT loại bỏ các khái niệm về nhiều loại phân chia, như phân chia giữa các CU, PU và TU (các đơn vị biến đổi) theo tiêu chuẩn HEVC. Cấu trúc QTBT bao gồm hai mức: mức thứ nhất được chia theo kỹ thuật phân chia cây tứ phân và mức thứ hai được phân chia theo kỹ thuật phân chia cây nhị phân. Nút gốc của cấu trúc QTBT tương ứng với CTU. Các nút lá của cây nhị phân tương ứng với các đơn vị mã hóa (CU - coding unit).

Trong cấu trúc phân chia cây MTT, các khối có thể được phân chia bằng cách sử dụng phân chia cây tứ phân (quadtree - QT), phân chia cây nhị phân (binary tree - BT), và một hoặc nhiều loại phân chia cây tam phân (triple tree - TT). Phân chia cây tam phân là

phân chia trong đó khối được phân chia thành ba khối con. Trong một số ví dụ, phân chia cây tam phân chia khối thành ba khối con mà không chia khối gốc qua tâm. Các loại phân chia trong MTT (ví dụ, QT, BT, và TT), có thể là đối xứng hoặc bất đối xứng.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sử dụng một cấu trúc QTBT hoặc MTT để biểu diễn mỗi thành phần độ chói và màu, trong khi trong các ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể sử dụng hai hoặc nhiều cấu trúc QTBT hoặc MTT, như cấu trúc QTBT/MTT cho thành phần độ chói và cấu trúc QTBT/MTT khác cho cả hai thành phần màu (hoặc hai cấu trúc QTBT/MTT cho các thành phần màu tương ứng).

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để sử dụng cấu trúc phân chia cây tứ phân, phân chia QTBT, phân chia MTT, hoặc các cấu trúc phân chia khác.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng quy trình dự báo nội cấu trúc hoặc dự báo liên cấu trúc để tạo ra các khối dự báo cho khối (chẳng hạn, PU). Nếu bộ mã hóa dữ liệu video 20 sử dụng quy trình dự báo nội cấu trúc để tạo ra các khối dự báo của PU, thì bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra các khối dự báo của PU dựa vào các mẫu đã giải mã của hình ảnh liên quan đến PU. Nếu bộ mã hóa dữ liệu video 20 sử dụng quy trình dự báo liên cấu trúc để tạo ra các khối dự báo của PU, thì bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra các khối dự báo của PU dựa vào các mẫu đã giải mã của một hoặc nhiều hình ảnh chứ không phải của hình liên quan đến PU.

Một số ví dụ của JEM/VVC còn cung cấp chế độ bù chuyển động afin, chế độ này có thể được coi là chế độ dự báo liên cấu trúc. Trong chế độ bù chuyển động afin, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xác định hai hoặc nhiều vectơ chuyển động mà thể hiện chuyển động không tịnh tiến, chẳng hạn như phóng to hoặc thu nhỏ, xoay, chuyển động phối cảnh hoặc các loại chuyển động bất thường khác.

Để thực hiện dự báo nội cấu trúc, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể lựa chọn chế độ dự báo nội cấu trúc để tạo khối dự báo. Một số ví dụ của JEM/VVC cung cấp sáu mươi bảy chế độ dự báo nội cấu trúc, bao gồm các chế độ định hướng khác nhau, cũng như chế độ phẳng và chế độ DC. Nói chung, bộ mã hóa dữ liệu video 20 chọn chế độ dự báo nội cấu trúc để mô tả các mẫu lân cận cho khối hiện thời (ví dụ, khối của CU) mà dự báo các mẫu của khối hiện thời từ đó. Các mẫu như vậy thường có thể ở trên, bên trên và

bên trái hoặc bên phải của khối hiện thời trong một hình giống như khối hiện thời, giả sử bộ mã hóa dữ liệu video 20 mã hóa CTU và CU theo thứ tự quét mảnh (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới).

Sau khi bộ mã hóa dữ liệu video 20 tạo ra khối độ chói, Cb, và Cr dự báo cho một hoặc nhiều PU của CU, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra khối dữ liệu dư độ chói cho CU. Mỗi mẫu trong khối dữ liệu dư độ chói của CU biểu thị chênh lệch giữa mẫu độ chói trong một trong số các khối độ chói dự báo của CU và mẫu tương ứng trong khối mã hóa độ chói gốc của CU. Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tạo ra khối dư Cb cho CU. 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 báo của CU và mẫu tương ứng trong khối mã hóa Cb ban đầu của CU. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 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 báo của CU và mẫu tương ứng trong khối mã hóa Cr ban đầu của CU.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng cấu trúc phân chia cây tứ phân để phân tách các khối dữ liệu dư độ chói, Cb, và Cr của CU thành một hoặc nhiều khối biến đổi độ chói, Cb, và Cr. Trong các ví dụ khác, khối biến đổi có cùng kích thước với khối dự báo. Khối biến đổi là khối mẫu hình chữ nhật (ví dụ, hình vuông hoặc không phải hình vuông) mà áp dụng cùng một phép biến đổi trên đó. Đơn vị biến đổi (transform unit - TU) của CU có thể bao gồm khối các mẫu độ chói biến đổi, hai khối mẫu màu biến đổi tương ứng, và các cấu trúc cú pháp được dùng để biến đổi các mẫu khối biến đổi. Do vậy, mỗi TU của CU có thể được kết hợp với khối biến đổi độ chói, khối biến đổi Cb và khối biến đổi Cr. Khối biến đổi độ chói kết hợp với TU có thể là khối con của khối dữ liệu dư độ chói của CU. Khối biến đổi Cb có thể là khối phụ của khối dữ liệu dư Cb của CU. Khối biến đổi Cr có thể là khối phụ của khối dữ liệu dư Cr của CU. Trong các hình ảnh đơn sắc hoặc các hình ảnh có ba mặt phẳng màu riêng biệt, TU có thể bao gồm một khối biến đổi và các cấu trúc cú pháp được dùng để biến đổi các mẫu của khối biến đổi.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi cho khối biến đổi độ chói của TU để tạo ra khối hệ số độ chói cho TU. 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 20 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 video 20 có thể áp dụng một hoặc nhiều biến đổi cho khối biến đổi Cr của TU để tạo ra khối hệ số Cr cho TU.

Cấu trúc khối ở trên với các CTU, CU, PU và TU thông thường mô tả cấu trúc khối được dùng trong HEVC. Tuy nhiên, các tiêu chuẩn mã hóa dữ liệu video khác có thể sử dụng các cấu trúc khối khác nhau. Theo một ví dụ, mặc dù HEVC cho phép các PU và TU có kích thước hoặc hình dạng khác nhau, nhưng các tiêu chuẩn mã hóa dữ liệu video khác có thể yêu cầu các khối dự báo và khối biến đổi có cùng kích thước. Các kỹ thuật của sáng chế này không giới hạn ở cấu trúc khối của HEVC và có thể tương thích với các cấu trúc khối khác.

Sau khi tạo ra khối hệ số (ví dụ, khối hệ số độ chói, khối hệ số Cb hoặc khối hệ số Cr), bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể lượng tử hóa khối hệ số. Lượng tử hóa thường là quy trình trong đó các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để có thể giảm lượng dữ liệu dùng để biểu diễn các hệ số biến đổi, nhằm đạt được hiệu quả nén cao hơn. Sau khi bộ mã hóa dữ liệu video 20 lượng tử hóa khối hệ số, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể mã hóa entropy các phần tử cú pháp biểu thị các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể thực hiện phương pháp mã hóa CABAC trên các phần tử cú pháp biểu thị các hệ số biến đổi được lượng tử hóa.

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xuất ra luồng bit có chuỗi bit tạo nên dạng biểu diễn của các hình ảnh mã hóa và dữ liệu liên quan. Luồng 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 loại 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) xen kẽ khi cần với các bit chống giả lập. Mỗi trong số các đơn vị NAL 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 loại đơn vị NAL. Mã loại đơn vị NAL xác định bởi phần đầu đơn vị NAL của đơn vị NAL biểu thị loại đơn vị NAL. RBSP có thể là cấu trúc cú pháp chứa số lượng byte nguyên mà được đóng gói trong đơn vị NAL. Trong một số trường hợp, RBSP bao gồm các bit 0.

Các loại đơn vị NAL khác nhau có thể đóng gói các loại RBSP khác nhau. Ví dụ, loại đơn vị NAL thứ nhất có thể đóng gói RBSP cho tập tham số hình ảnh (picture

parameter set - PPS), loại đơn vị NAL thứ hai có thể đóng gói RBSP cho lát mã hóa, loại đơn vị NAL thứ ba có thể đóng gói RBSP cho các bản tin thông tin nâng cao bổ sung (supplemental enhancement information - SEI), và v.v. Các đơn vị NAL mà đóng gói các RBSP cho dữ liệu mã hóa video (trái ngược với các RBSP cho các tập tham số và các bản tin SEI) có thể được gọi là các đơn vị NAL lớp mã hóa video (video coding layer - VCL).

Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể nhận luồng bit được tạo ra bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20. Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể phân tích cú pháp luồng bit để thu được các phần tử cú pháp từ luồng bit này. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo các hình ảnh của dữ liệu video dựa ít nhất một phần vào các phần tử cú pháp thu được từ luồng bit. Nói chung, quy trình tái tạo dữ liệu video có thể ngược với quy trình được thực hiện bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20. Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể lượng tử hóa ngược các khối hệ số liên quan đến TU của CU hiện thời. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể thực hiện biến đổi ngược trên các khối hệ số để tái tạo khối biến đổi liên quan đến 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 báo 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 ảnh, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tái tạo hình ảnh.

Các khía cạnh của các kỹ thuật HEVC và JEM sẽ được mô tả sau đây. Fig.2 thể hiện sơ đồ khối làm ví dụ của bộ giải mã HEVC 31. Bộ giải mã dữ liệu video 31 thể hiện trên Fig.2 thường tương ứng với bộ giải mã dữ liệu video 30, nhưng không giống bộ giải mã dữ liệu video 30, không bao gồm lọc vòng lặp thích ứng giữa việc tái tạo và bộ đệm hình ảnh tham chiếu. Bộ giải mã dữ liệu video 30 được minh họa chi tiết hơn trên Fig.5. HEVC sử dụng hai bộ lọc trong vòng lặp, bao gồm bộ lọc tách khối (de-blocking filter - DBF) và bộ lọc SAO. Các chi tiết bổ sung về giải mã HEVC và SAO được mô tả trong tài liệu của C. Fu, E. Alshina, A. Alshin, Y. Huang, C. Chen, Chia. Tsai, C. Hsu, S. Lei, J. Park, W. Han, "Sample adaptive offset in the HEVC standard", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., 22(12): 1755–1764 (2012).

Như được minh họa trên Fig.2, đầu vào của DBF có thể là hình ảnh tái tạo sau dự báo nội cấu trúc hoặc dự báo liên cấu trúc, như được thể hiện với đầu ra từ khối tái tạo.

DBF thực hiện việc phát hiện các thành phần lạ ở các biên khối mã hóa và làm suy giảm các thành phần lạ bằng cách áp dụng bộ lọc được chọn lọc. So với bộ lọc tách khối H.264/AVC, bộ lọc tách khối HEVC có độ phức tạp tính toán thấp hơn và khả năng xử lý song song tốt hơn trong khi vẫn giảm đáng kể các thành phần lạ trong hình ảnh. Để biết thêm các ví dụ, hãy xem tài liệu của A. Norkin, G. Bjontegaard, A. Fuldseth, M. Narroschke, M. Ikeda, K. Andersson, Minhua Zhou, G. Van der Auwera, “HEVC Deblocking Filter”, IEEE Trans.

Circuits Syst. Video Technol., 22(12): 1746–1754 (2012).

Trong HEVC, các quyết định lọc tách khối được thực hiện riêng cho từng biên của độ dài bốn mẫu nằm trên lưới chia hình ảnh thành các khối 8x8 mẫu. Kỹ thuật tách khối được thực hiện trên biên khối nếu các điều kiện sau là đúng: (1) biên khối là biên của PU hoặc TU; (2) cường độ biên (boundary strength - Bs), như được định nghĩa trong Bảng 1 dưới đây, lớn hơn 0; (3) sự biến đổi tín hiệu, như được định nghĩa trong Phương trình (1) dưới đây, ở cả hai phía của biên khối thấp hơn ngưỡng xác định.

Bảng 1. Các giá trị cường độ biên (Bs) của các biên giữa hai khối độ chói liên kề

Điều kiện	Bs
Ít nhất một trong các khối được mã hóa nội cấu trúc	2
Ít nhất một trong các khối có hệ số dư được mã hóa khác 0 và biên là biên của đơn vị biến đổi	1
Hiệu số tuyệt đối giữa các thành phần vectơ chuyển động không gian tương ứng của hai khối là ≥ 1 tính bằng đơn vị điểm ảnh nguyên	1
Dự báo bù chuyển động cho hai khối đề cập đến các hình ảnh tham chiếu khác nhau hoặc số lượng vectơ chuyển động là khác nhau đối với hai khối	1
Mặt khác	0

Nếu $Bs > 0$ cho một biên khối độ chói, thì thao tác lọc tách khối được áp dụng cho biên đó nếu điều kiện sau giữ nguyên:

$$|p_{2,0} - 2p_{1,0} + p_{0,0}| + |p_{2,3} - 2p_{1,3} + p_{0,3}| + |q_{2,0} - 2q_{1,0} + q_{0,0}| + |q_{2,3} - 2q_{1,3} + q_{0,3}| < \beta, \quad (1)$$

trong đó p và q là các giá trị mẫu độ chói ở biên và β là ngưỡng.

HEVC cho phép hai loại bộ lọc tách khối độ chói, đó là: (i) bộ lọc thường và (ii) bộ lọc mạnh. Việc chọn bộ lọc tách khối phụ thuộc vào việc các số hạng thay đổi tín hiệu cụ thể có nhỏ hơn các ngưỡng nhất định hay không (xem “Bộ lọc tách khối HEVC” của Norkin và cộng sự (2012) được trích dẫn ở trên để biết chi tiết). Mặc dù các quyết định lọc chỉ dựa trên hai hàng (hoặc cột) của biên dọc (hoặc ngang, tùy theo từng trường hợp) dài bốn điểm ảnh, nhưng bộ lọc được áp dụng cho mọi hàng (hoặc cột, tùy theo từng trường hợp) trong biên. Số lượng điểm ảnh được dùng trong quy trình lọc và số lượng điểm ảnh mà có thể được sửa đổi với từng loại lọc được tóm tắt trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2. Số điểm ảnh được dùng/sửa đổi trên mỗi biên khi tách khối HEVC

	Các điểm ảnh được dùng (ở hai bên đường biên)	Các điểm ảnh được sửa đổi (ở hai bên đường biên)
bộ lọc thường	3 hoặc 2	2 hoặc 1
Bộ lọc mạnh	4.	3.

Tách khối màu (tức là, lọc tách khối được thực hiện trên các thành phần màu) chỉ được thực hiện khi Bs bằng hai (2). Trong HEVC, chỉ một loại bộ lọc tách khối được dùng. Bộ lọc tách khối màu sử dụng các điểm ảnh p_0, p_1, q_0, q_1 và có thể sửa đổi các điểm ảnh p_0 và q_0 trong mỗi hàng (chỉ số phụ thứ hai biểu thị chỉ số hàng được bỏ qua ở phần mô tả ở trên để ngắn gọn, do bước lọc được áp dụng cho mọi hàng). Trong JEM, kỹ thuật tách khối được thực hiện ở mức CU. Kích thước các CU ở hai bên của biên có thể lớn hơn 8 x 8. Kích thước CU tối thiểu trong JEM là 4 x 4. Do đó, bộ lọc tách khối cũng có thể được áp dụng cho các biên của các khối 4 x 4.

Đầu vào cho bộ lọc SAO có thể là khối tái tạo sau khi áp dụng bước lọc tách khối, như được thể hiện với đầu ra từ bộ lọc tách khối trên Fig. 2. Bộ mã hóa dữ liệu video có thể áp dụng bộ lọc SAO để giảm độ méo mẫu trung bình của vùng bằng cách trước tiên phân loại các mẫu vùng thành nhiều danh mục bằng bộ phân loại được chọn, thu được phần bù cho mỗi danh mục, và sau đó thêm phần bù vào mỗi mẫu của danh mục, trong đó chỉ số phân loại và các phần bù của vùng được mã hóa trong luồng bit. Trong HEVC, vùng (đơn vị báo hiệu các tham số SAO) được định nghĩa là CTU.

Hai loại SAO mà có thể đáp ứng yêu cầu về độ phức tạp thấp đã được chọn trong HEVC. Hai loại này là SAO bù cạnh (edge offset - EO) và bù dải (band offset - BO), sẽ được mô tả chi tiết hơn bên dưới. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể mã hóa chỉ số của loại SAO. Đối với EO, việc phân loại mẫu được dựa trên sự so sánh giữa các mẫu hiện thời và các mẫu lân cận theo các mẫu hướng 1-D: ngang, dọc, chéo 135° và chéo 45° .

Các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3D thể hiện bốn mẫu định hướng 1-D để phân loại mẫu EO: ngang (Fig.3A, lớp EO = 0), dọc (Fig.3B, lớp EO = 1), chéo 135° (Fig.3C, lớp EO = 2), và chéo 45° (Fig.3D, lớp EO = 3). Các chi tiết bổ sung về SAO được mô tả trong tài liệu của C. Fu, E. Alshina, A. Alshin, Y. Huang, C. Chen, Chia. Tsai, C. Hsu, S. Lei, J. Park, W. Han, “Sample adaptive offset in the HEVC standard”, IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., 22(12): 1755–1764 (2012). Trong các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3D, khối C là khối hiện thời, và các khối A và B là các khối liền kề.

Theo mẫu EO đã chọn, năm danh mục được ký hiệu là *edgeIdx* trong Bảng 3 được xác định thêm. Đối với *edgeIdx* bằng 0 ~ 3, độ lớn của phần bù có thể được báo hiệu trong khi cờ dấu hiệu được mã hóa ngầm, tức là, phần bù âm cho *edgeIdx* bằng 0 hoặc 1 và phần bù dương cho *edgeIdx* bằng 2 hoặc 3. Đối với *edgeIdx* bằng 4, phần bù luôn được thiết lập bằng 0 có nghĩa là không cần thao tác nào cho trường hợp này.

Bảng 3: phân loại cho EO

Danh mục (<i>edgeIdx</i>)	Điều kiện
0	$C < A \ \&\& \ C < B$
1	$(C < A \ \&\& \ C == B) \ \ (C == A \ \&\& \ C < B)$
2	$(C > A \ \&\& \ C == B) \ \ (C == A \ \&\& \ C > B)$
3	$C > A \ \&\& \ C > B$
4	Không có trường hợp nào ở trên

Đối với BO, việc phân loại mẫu dựa trên các giá trị mẫu. Mỗi thành phần màu có thể có các tham số SAO của chính nó để phân loại cho quy trình lọc SAO kiểu BO. BO ngụ ý rằng một phần bù được thêm vào tất cả các mẫu của cùng một dải. Dải giá trị mẫu được chia đều thành 32 dải. Đối với các mẫu 8 bit nằm trong khoảng từ 0 đến 255, độ rộng của dải là 8 và các giá trị mẫu từ $8k$ đến $8k + 7$ thuộc về dải k , trong đó k nằm trong khoảng từ 0 đến 31. Một phần bù được thêm vào tất cả các mẫu của cùng một dải. Hiệu

số trung bình giữa các mẫu ban đầu và các mẫu tái tạo trong một dải (ví dụ, độ lệch của một dải) được báo hiệu cho bộ giải mã (ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30). Không có ràng buộc trên các dấu hiệu bù. Chỉ có các phần bù của bốn (4) dải liên tục và vị trí dải bắt đầu được báo hiệu cho bộ giải mã (ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30).

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng khác nhau nêu trong JEM và/hoặc các dự thảo làm việc của VVC. Các khía cạnh của một số kỹ thuật lọc JEM làm ví dụ (ví dụ, ALF) sẽ được mô tả dưới đây. Ngoài phương pháp tách khối (de-blocking - DB) và HEVC SAO sửa đổi, JEM bao gồm một phương pháp lọc khác gọi là lọc vòng lặp thích ứng dựa trên biến đổi hình học (Geometry transformation-based Adaptive Loop Filtering - GALF). Đầu vào ALF/GALF có thể là hình ảnh tái tạo sau khi áp dụng SAO (ví dụ, đầu ra của phần bù thích ứng mẫu trên Fig. 2). Các khía cạnh của GALF được mô tả trong tài liệu của Tsai, CY, Chen, CY, Yamakage, T., Chong, IS, Huang, YW, Fu, CM, Itoh, T., Watanabe, T., Chujoh, T., Karczewicz, M. và Lei, SM, “Adaptive loop filtering for video coding”, Tạp chí IEEE về các chủ đề được chọn trong xử lý tín hiệu, 7 (6), trang 934-945, 2013 và trong tài liệu của M. Karczewicz, L. Zhang, W.-J. Chien và X. Li, “Geometry transformation-based adaptive in-loop filter”, Hội nghị chuyên đề về mã hóa hình ảnh (Picture Coding Symposium - PCS), 2016.

Kỹ thuật ALF cố gắng giảm đến mức tối thiểu sai số bình phương trung bình giữa các mẫu ban đầu và các mẫu được giải mã/tái tạo bằng cách sử dụng bộ lọc Wiener thích ứng. Ký hiệu hình ảnh đầu vào là p , hình ảnh nguồn là S , và bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn (finite impulse response - FIR) là h . Sau đó, biểu thức sau đây của tổng sai số bình phương (sum of squared error - SSE) nên được giảm tối thiểu, trong đó (x, y) biểu thị vị trí điểm ảnh bất kỳ trong p hoặc S .

$$SSE = \sum_{x,y} \left(\sum_{i,j} h(i,j)p(x-i, y-j) - S(x,y) \right)^2$$

h tối ưu, được biểu thị là h_{opt} , có thể thu được bằng cách thiết lập đạo hàm riêng SSE đối với $h(i, j)$ bằng 0 như sau:

$$\frac{\partial SSE}{\partial h(i,j)} = 0$$

Việc này dẫn đến phương trình Wiener-Hopf thể hiện bên dưới, tạo ra bộ lọc tối ưu h_{opt} :

$$\sum_{i,j} h_{opt}(i,j) \left(\sum_{x,y} p(x-i, y-j) p(x-m, y-n) \right) = \sum_{x,y} S(x,y) p(x-m, y-n)$$

Theo một số ví dụ về JEM hoặc VVC, thay vì sử dụng một bộ lọc cho toàn bộ hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để phân loại các mẫu trong hình ảnh thành hai mươi lăm (25) lớp dựa trên độ dốc cục bộ. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể suy ra các bộ lọc Wiener tối ưu riêng cho các điểm ảnh trong mỗi lớp. Một số kỹ thuật đã được sử dụng để tăng hiệu quả lọc vòng lặp thích ứng bằng cách giảm chi phí báo hiệu và độ phức tạp tính toán. Một số trong số các kỹ thuật mà có thể được dùng để tăng hiệu quả ALF bằng cách giảm chi phí báo hiệu và/hoặc độ phức tạp tính toán được liệt kê dưới đây:

1. Dự báo từ các bộ lọc cố định: Các hệ số lọc tối ưu của mỗi lớp được dự báo bằng cách sử dụng vùng dự báo của các bộ lọc cố định bao gồm 16 bộ lọc ứng viên cho mỗi lớp. Ứng viên dự báo tốt nhất được chọn cho mỗi lớp và chỉ những lỗi dự báo mới được truyền.
2. Hợp nhất lớp: Thay vì sử dụng hai mươi lăm (25) bộ lọc khác nhau (một bộ lọc cho mỗi lớp), các điểm ảnh trong nhiều lớp có thể dùng chung một bộ lọc để giảm số lượng tham số bộ lọc cần mã hóa. Việc hợp nhất hai lớp có thể dẫn đến SSE tích lũy cao hơn nhưng chi phí Tốc độ-Méo (Rate-Distortion - RD) thấp hơn.
3. Số nhánh có thể thay đổi: Số lượng nhánh bộ lọc có khả năng thích ứng ở mức khung. Về mặt lý thuyết, các bộ lọc có nhiều nhánh hơn có thể có SSE thấp hơn, nhưng có thể không phải là lựa chọn tốt về mặt chi phí RD, do chi phí bit liên quan đến nhiều hệ số lọc hơn.
4. Điều khiển bật/tắt mức khối: ALF có thể được bật và tắt (cho phép hoặc không cho phép) dựa trên khối. Kích thước khối mà tại đó có điều khiển bật/tắt được báo hiệu được chọn một cách thích ứng ở mức khung. Các hệ số lọc có thể được tính toán lại bằng cách sử dụng các điểm ảnh chỉ từ những khối mà ALF được kích hoạt (chẳng hạn, ALF được dùng).

5. Dự báo thời gian: Các bộ lọc suy ra cho các khung mã hóa trước đó được lưu trữ vào bộ đệm. Nếu khung hiện thời là khung P hoặc B, thì một trong tập hợp các bộ lọc lưu trữ có thể được dùng để lọc khung này nếu nó dẫn đến chi phí RD tốt hơn. Còn được báo hiệu để biểu thị việc sử dụng dự báo thời gian. Nếu dự báo thời gian được dùng, thì chỉ số biểu thị tập hợp bộ lọc lưu trữ nào được dùng sẽ được báo hiệu. Không cần sự báo hiệu thêm về các hệ số ALF. Còn điều khiển bật/tắt ALF mức khối cũng có thể được báo hiệu cho khung bằng cách sử dụng dự báo thời gian.

Chi tiết về ALF theo một số khía cạnh được tóm tắt trong đoạn này và các đoạn sau. Một số khía cạnh của ALF liên quan đến việc phân loại điểm ảnh và sự biến đổi hình học. Trong một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để tính tổng của các giá trị tuyệt đối của Laplacian dọc, ngang và chéo ở tất cả các điểm ảnh trong cửa sổ 6x6 bao gồm mỗi điểm ảnh trong khung tái tạo (trước ALF). Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 chia khung tái tạo thành các khối 2x2 không chồng. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 phân loại bốn điểm ảnh trong các khối này thành một trong hai mươi lăm (25) danh mục, được ký hiệu là C_k ($k=0, 1, \dots, 24$), dựa trên tổng hoạt động và hướng Laplacian của khối đó. Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 áp dụng một trong bốn phép biến đổi hình học (không biến đổi, lật chéo, lật dọc, hoặc xoay) cho các bộ lọc dựa trên hướng dọc của khối đó. Các chi tiết bổ sung có thể được tìm thấy trong M. Karczewicz, L. Zhang, W.-J. Chien, và X. Li, “Lọc trong vòng lặp thích ứng dựa trên biến đổi hình học”, Hội nghị chuyên đề mã hóa hình ảnh (PCS), 2016.

Một số khía cạnh lọc vòng lặp thích ứng có liên quan đến việc suy ra và dự báo bộ lọc từ các bộ lọc cố định. Đối với mỗi lớp C_k , bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 trước tiên xác định bộ lọc dự báo tốt nhất từ vùng của C_k , biểu thị là $h_{pred,k}$, dựa trên SSE do bộ lọc đưa ra. SSE của C_k , mà sẽ được tối thiểu hóa, có thể được viết như dưới đây,

$$SSE_k = \sum_{x,y} \left(\sum_{i,j} \left(h_{pred,k}(i,j) + h_{\Delta,k}(i,j) \right) p(x-i, y-j) - S(x,y) \right)^2, k = 0, \dots, 24, (x,y) \in C_k,$$

trong đó $h_{\Delta,k}$ là hiệu số giữa bộ lọc tối ưu cho C_k và $h_{pred,k}$. Gọi $p'(x, y) = \sum_{i,j} h_{pred,k}(i, j)p(x - i, y - j)$ là kết quả lọc điểm ảnh $p(x, y)$ là $h_{pred,k}$. Sau đó biểu thức SSE_k có thể được viết lại là

$$SSE_k = \sum_{x,y} \left(\sum_{i,j} h_{\Delta,k}(i, j)p(x - i, y - j) - (S(x, y) - p'(x, y)) \right)^2$$

$$k = 0, \dots, 24, (x, y) \in C_k$$

Bằng cách tạo đạo hàm riêng SSE_k đối với $h_{\Delta,k}(i, j)$ bằng 0, phương trình Wiener-Hopf sửa đổi thu được như sau:

$$\sum_{i,j} h_{\Delta,k}(i, j) \left(\sum_{x,y} p(x - i, y - j)p(x - m, y - n) \right)$$

$$= \sum_{x,y} (S(x, y) - p'(x, y))p(x - m, y - n)$$

$$k = 0, \dots, 24, (x, y) \in C_k$$

Để đơn giản biểu thức, lần lượt biểu thị $\sum_{x,y} p(x - i, y - j)p(x - m, y - n)$ và $\sum_{x,y} (S(x, y) - p'(x, y))p(x - m, y - n)$ với $(x, y) \in C_k$ bởi $R_{pp,k}(i - m, j - n)$ và $R'_{ps,k}(m, n)$. Khi đó, phương trình trên có thể được viết thành:

$$\sum_{i,j} h_{\Delta,k}(i, j) R_{pp,k}(i - m, j - n) = R'_{ps,k}(m, n) \quad k = 0, \dots, 24 \quad (1)$$

Đối với mỗi C_k , ma trận tương quan tự động $R_{pp,k}(i - m, j - n)$ và vector tương quan chéo $R'_{ps,k}(m, n)$ được tính toán trên tất cả $(x, y) \in C_k$.

Trong một ví dụ về lọc vòng lặp thích ứng, bộ mã hóa dữ liệu video 20 chỉ tính toán và truyền giá trị hiệu số giữa bộ lọc tối ưu và bộ lọc dự báo cố định. Nếu không có bộ lọc ứng viên nào có sẵn trong vùng là bộ dự báo tốt, thì bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 sử dụng bộ lọc nhận dạng (tức là, bộ lọc có duy nhất một hệ số khác 0 bằng 1 ở tâm tạo ra đầu vào và đầu ra giống hệt nhau) làm bộ dự báo.

Một số khía cạnh của lọc vòng lặp thích ứng liên quan đến việc hợp nhất các lớp điểm ảnh. Các lớp được hợp nhất để giảm chi phí của các hệ số bộ lọc báo hiệu. Chi phí hợp nhất hai lớp được tăng lên so với SSE. Xét hai lớp C_m và C_n với các SSEs lần lượt

xác định bởi SSE_m và SSE_n . Để C_{m+n} biểu thị lớp thu được bằng cách hợp nhất C_m và C_n với SSE, được biểu thị là SSE_{m+n} . SSE_{m+n} luôn lớn hơn hoặc bằng $SSE_m + SSE_n$. Để ΔSSE_{m+n} biểu thị sự gia tăng SSE do hợp nhất C_m và C_n , bằng $SSE_{m+n} - (SSE_m + SSE_n)$. Để tính SSE_{m+n} , bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể suy ra $h_{\Delta, m+n}$, sai số dự báo bộ lọc cho C_{m+n} , bằng cách sử dụng biểu thức sau tương tự như (1):

$$\sum_{i,j} h_{\Delta, m+n}(i, j) (R_{pp,m}(i - u, j - v) + R_{pp,n}(i - u, j - v)) = R'_{ps,m}(u, v) + R'_{ps,n}(u, v) \quad (2)$$

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tính toán SSE cho danh mục hợp nhất C_{m+n} là:

$$SSE_{m+n} = - \sum_{u,v} h_{\Delta, m+n}(u, v) (R'_{ps,m}(u, v) + R'_{ps,n}(u, v)) + (R_{ss,m} + R_{ss,n})$$

Để giảm số lớp từ N đến $N-1$, hai lớp, C_m và C_n , có thể cần được tìm ra, sao cho việc hợp nhất chúng dẫn đến ΔSSE_{m+n} nhỏ nhất so với các kết hợp khác bất kỳ. Theo một số thiết kế ALF, bộ mã hóa dữ liệu video 20 được tạo cấu hình để kiểm tra mọi cặp lớp khả dụng để hợp nhất nhằm tìm ra cặp có chi phí hợp nhất nhỏ nhất.

Nếu C_m và C_n (với $m < n$) được hợp nhất, thì bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể đánh dấu C_n là không khả dụng để hợp nhất thêm và các giá trị tương quan tự động và chéo cho C_m được thay đổi thành các giá trị tương quan tự động và chéo được kết hợp như sau:

$$R_{pp,m} = R_{pp,m} + R_{pp,n}$$

$$R'_{ps,m} = R'_{ps,m} + R'_{ps,n}$$

$$R_{ss,m} = R_{ss,m} + R_{ss,n}$$

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể xác định số lớp ALF tối ưu sau khi hợp nhất mỗi khung dựa trên chi phí RD. Trong một ví dụ, quy trình này được thực hiện bằng cách bắt đầu với hai mươi lăm (25) lớp và hợp nhất cặp lớp (từ tập hợp các lớp khả dụng) liên tiếp đến khi chỉ còn một lớp. Đối với mỗi số lớp có thể có (1, 2, ..., 25) còn lại sau khi hợp nhất, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể lưu trữ giá trị ánh xạ biểu thị những lớp nào được hợp nhất với nhau. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 sau đó chọn số lớp tối ưu sao cho chi phí RD được giảm đến mức tối thiểu như sau:

$$N_{opt} = \underset{N}{\operatorname{argmin}} (J|_N = D|_N + \lambda R|_N),$$

trong đó $D|_N$ là tổng số SSE sử dụng N lớp ($D|_N = \sum_{k=0}^{N-1} SSE_k$), $R|_N$ là tổng số bit được dùng để mã hóa N bộ lọc, và λ là hệ số trọng số được xác định bởi tham số lượng tử hóa (quantization parameter - QP). Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể truyền giá trị ảnh xạ hợp nhất của N_{opt} số lượng các lớp, biểu thị các lớp nào được hợp nhất với nhau, cho bộ giải mã dữ liệu video 30.

Các khía cạnh về việc báo hiệu các tham số ALF được mô tả dưới đây. Dưới đây là mô tả từng bước ngắn gọn về quy trình mã hóa tham số ALF làm ví dụ do bộ mã hóa dữ liệu video 20 thực hiện. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được cấu hình để thực hiện quy trình tương hỗ (ví dụ, tín hiệu từ phối cảnh của bộ giải mã dữ liệu video 30 là việc tiếp nhận các phân tử cú pháp).

1. Báo hiệu cờ bật/tắt ALF mức khung.
2. Nếu ALF được bật, thì báo hiệu cờ dự báo thời gian biểu thị việc sử dụng các bộ lọc từ các hình ảnh trước đó.
3. Nếu dự báo thời gian được dùng, thì báo hiệu chỉ số của khung mà các tham số ALF tương ứng được dùng để lọc khung hiện thời.
4. Nếu dự báo thời gian không được dùng, thì báo hiệu thông tin ALF phụ và các hệ số lọc như sau:
 - a. Thông tin ALF phụ sau đây có thể được báo hiệu trước khi báo hiệu các hệ số lọc. Thông tin ALF phụ có thể bao gồm:
 - i. Số lượng các bộ lọc duy nhất được dùng sau khi hợp nhất lớp.
 - ii. Số lượng nhánh lọc.
 - iii. Thông tin hợp nhất lớp biểu thị lớp nào dùng chung sai số dự báo lọc.
 - iv. Chỉ số của bộ dự báo lọc cố định của mỗi lớp.
 - b. Sau khi báo hiệu thông tin ALF phụ, các sai số dự báo hệ số lọc có thể được báo hiệu như sau:
 - i. Cờ được báo hiệu để biểu thị nếu các sai số dự báo lọc buộc phải bằng không (0) đối với một số trong số các lớp còn lại sau khi hợp nhất.

ii. Cờ được báo hiệu để biểu thị liệu mã hóa vi sai có được dùng để báo hiệu sai số dự báo lọc hay không (nếu số lớp còn lại sau khi hợp nhất lớn hơn một (1)).

iii. Sau đó, sai số dự báo hệ số lọc được báo hiệu bằng cách sử dụng mã Exp-Golomb bậc k , trong đó giá trị k cho các vị trí hệ số khác nhau được chọn theo kinh nghiệm.

c. Các hệ số lọc của các thành phần màu, nếu có, được mã hóa trực tiếp mà không cần bất kỳ phương pháp dự báo nào.

5. Cuối cùng, các cờ điều khiển bật/tắt ALF mức khối được báo hiệu.

Thiết kế lọc vòng lặp thích ứng trong một số ví dụ của mô hình JEM có thể có một hoặc nhiều vấn đề tiềm ẩn. Ví dụ, một số thiết kế lọc vòng lặp thích ứng làm ví dụ thực hiện nhiều lần chuyển trên mỗi khung để thiết kế một tập hợp bộ lọc (ví dụ, một bộ lọc cho mỗi lớp điểm ảnh hoặc một bộ lọc được dùng chung giữa nhiều lớp trong một khung) cho toàn bộ khung. Các kỹ thuật như vậy tạo ra độ trễ cao của bộ mã hóa. Độ trễ cao của bộ mã hóa có thể đặc biệt khó giải quyết trong các ứng dụng có độ trễ thấp, chẳng hạn như hội nghị truyền hình, trong đó quan trọng là phải gửi thậm chí khung được mã hóa một phần cho kênh càng sớm càng tốt.

Ví dụ khác, theo một số thiết kế lọc vòng lặp thích ứng, một tập hợp bộ lọc được dùng cho toàn bộ hình ảnh. Số liệu thống kê cục bộ trong một khối nhỏ của hình ảnh gốc và hình ảnh tái tạo có thể khác với số liệu thống kê tích lũy thu được bằng cách sử dụng toàn bộ hình ảnh. Do đó, ALF mà là tối ưu cho toàn bộ hình ảnh có thể không tối ưu cho một khối nhất định.

Ví dụ khác, một vấn đề tiềm ẩn khi thiết kế tập hợp bộ lọc Wiener mới bằng cách sử dụng một khối nhỏ của hình ảnh để có được khả năng thích ứng cục bộ tốt hơn là ở chỗ số lượng điểm ảnh có sẵn trong khối nhỏ có thể không đủ để bộ mã hóa dữ liệu video 20 xác định giá trị ước lượng tốt về các ma trận và vector tương quan. Việc này có thể dẫn đến các phương trình Wiener-Hopf không đúng, do đó có thể xuất ra các hệ số ALF kém tối ưu hơn.

Một ví dụ khác, một số thiết kế lọc vòng lặp thích ứng làm ví dụ xác định mười sáu (16) bộ lọc cố định cho mỗi trong số hai mươi lăm (25) lớp, do đó tạo ra tổng cộng

bốn trăm (400) bộ lọc. Các bộ lọc này có thể được dùng làm bộ lọc dự báo cho các hệ số lọc cuối cùng cho mỗi lớp. Chỉ số của bộ lọc dự báo được dùng để báo hiệu cho mỗi lớp. Việc này có thể làm cho chi phí báo hiệu cao và giảm toàn bộ độ lợi mã hóa.

Một nhược điểm tiềm ẩn khác của việc sử dụng tập hợp bộ lọc cố định làm bộ dự báo là ở chỗ tập hợp bộ dự báo không được sửa đổi dựa trên các bộ lọc mới được thiết kế cho các khung trước đó. Vì các khung liên kế tạm thời có khả năng có số liệu thống kê tương tự, nên việc sử dụng các bộ lọc tối ưu cho các khung trước đó có thể dẫn đến dự báo hiệu quả các bộ lọc tối ưu cho khung hiện thời.

Theo một ví dụ khác, một số thiết kế lọc vòng lặp thích ứng làm ví dụ yêu cầu hai lần chuyển qua khung hiện thời để đưa ra quyết định bật/tắt bộ lọc mức khối. Việc này dẫn đến độ trễ bổ sung của bộ mã hóa. Các khối mà cờ bật/tắt ALF được báo hiệu không phù hợp với các đơn vị mã hóa (coding unit - CU). Do đó, thông tin CU như chế độ, cờ khối mã hóa, v.v. không thể được xem xét khi quyết định điều khiển bật/tắt ALF. Việc sử dụng thông tin này có thể làm giảm chi phí báo hiệu bật/tắt.

Để giải quyết một hoặc nhiều trong số các vấn đề mô tả ở trên, sáng chế này mô tả các kỹ thuật để cải thiện thêm các lợi ích mã hóa và chất lượng hình ảnh thu được bằng cách sử dụng kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể áp dụng riêng kỹ thuật bất kỳ trong số các kỹ thuật được chia thành từng mục sau đây. Theo cách khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể áp dụng kết hợp bất kỳ của các kỹ thuật chia thành từng mục được mô tả bên dưới.

Theo một kỹ thuật làm ví dụ của sáng chế này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể báo hiệu tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng trên mỗi khối trong một hình ảnh/lát/mảnh. Ví dụ, đối với mỗi khối dữ liệu video trong hình ảnh, lát hoặc mảnh dữ liệu video, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể được tạo cấu hình để mã hóa một hoặc nhiều phần tử cú pháp biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng để sử dụng cho khối. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được cấu hình để giải mã một hoặc nhiều phần tử cú pháp cho mỗi khối nhằm xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng để sử dụng cho khối.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể được tạo cấu hình để biểu thị tập hợp ALF (ví dụ, tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng đề cập ở trên) bằng cách mã hóa một chỉ số thiết lập theo danh sách tập hợp bộ lọc (ví dụ, nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp

thích ứng). Trong bản mô tả này, thuật ngữ “tập hợp bộ lọc” có thể đề cập đến một tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, thuật ngữ “các tập hợp bộ lọc” có thể đề cập đến nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, và thuật ngữ “danh sách tập hợp bộ lọc” có thể đề cập đến danh sách nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng. Trong một ví dụ, danh sách tập hợp bộ lọc có thể bao gồm nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng. Tức là, danh sách tập hợp bộ lọc có thể bao gồm tất cả các tập hợp bộ lọc có thể xác định được (tức là, nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng) cho hình ảnh/ lát/mảnh. Chỉ số, trong một số ví dụ, xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng cụ thể từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có trong danh sách. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ và/hoặc xác định nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng theo các quy tắc định trước. Như sẽ được mô tả dưới đây, nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có thể bao gồm các bộ lọc được đào tạo trước, các bộ lọc vòng lặp thích ứng được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời, và các bộ lọc vòng lặp thích ứng được dùng lại từ các hình ảnh trước đó. Trong một ví dụ, đối với các tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng cụ thể, mỗi tập hợp tương ứng của tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng cụ thể bao gồm một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời hoặc bộ lọc vòng lặp thích ứng được đào tạo trước. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để giải mã chỉ số được gửi bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20 và xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, để sử dụng cho khối dữ liệu video cụ thể.

Theo cách này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số rất nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời cho các khối trong đó kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được dùng. Trong một ví dụ về sáng chế, mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó được dùng trong một hoặc nhiều hình ảnh trước đó. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng cho một khối tương ứng của hình ảnh hiện thời trong trường hợp kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được thực hiện cho khối (ví dụ, như được biểu thị bởi cờ bật/tắt ALF).

Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể còn được tạo cấu hình để lọc vòng lặp thích ứng các khối của hình ảnh hiện thời theo tập hợp bộ lọc

vòng lặp thích ứng tương ứng. Ví dụ, như được mô tả ở trên, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để phân loại các mẫu của khối và sau đó sử dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng trong tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng kết hợp với việc phân loại. Trong một ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể được tạo cấu hình để báo hiệu phần tử cú pháp mà biểu thị bộ lọc vòng lặp thích ứng nào trong tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng sẽ sử dụng cho khối hiện thời. Do đó, trong một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để mã hóa cờ tương ứng trên mỗi khối biểu thị nếu bộ lọc vòng lặp thích ứng được dùng cho khối tương ứng (ví dụ, cờ bật/tắt ALF mức khối) và mã hóa, dựa trên cờ tương ứng trên mỗi khối, phần tử cú pháp tương ứng biểu thị tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 sẽ không mã hóa phần tử cú pháp tương ứng biểu thị bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng trong trường hợp kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng không được dùng cho khối hiện thời (ví dụ, cờ ALF mức khối biểu thị rằng kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng bị tắt và/hoặc không được bật).

Trong các ví dụ trên, "khối" của hình ảnh hiện thời có thể được định nghĩa là kích thước khối bất kỳ. Trong một ví dụ, khối có thể là CTU hoặc khối khác bất kỳ. Khối có thể được tách ra khỏi quy trình chia. Trong trường hợp khối là CTU, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để sử dụng tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng dành riêng cho CTU cho tất cả các khối được chia từ CTU.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định danh sách gồm nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định danh sách như vậy trên mỗi hình ảnh, mỗi lát hoặc mỗi mảnh. Mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có thể được tạo cấu hình sao cho mỗi quy trình phân loại mẫu có thể có đều có bộ lọc liên quan. Tức là, mỗi tập hợp có thể chứa một bộ lọc được gán cho mỗi lớp. Như mô tả ở trên, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để mã hóa một chỉ số tập hợp trong danh sách gồm nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng trên mỗi khối. Trong một ví dụ, danh sách gồm nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có thể là bảng, trong đó mỗi mục nhập trong bảng là một tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng cụ thể.

Ngoài ra, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để mã hóa cờ cho mỗi khối để biểu thị xem ALF có được sử dụng không (ví dụ, cờ bật/tắt ALF mức khối). Danh sách gồm nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ lọc được đào tạo trước, một hoặc nhiều bộ lọc được suy ra bằng cách sử dụng các bộ lọc từ các hình ảnh trước đó, và/hoặc các bộ lọc được báo hiệu trong luồng bit cho hình ảnh hiện thời.

Theo một số ví dụ của sáng chế này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và/hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể dùng chung danh sách gồm nhiều bộ lọc trên các hình ảnh khác nhau (ví dụ, bộ lọc vòng lặp thích ứng được dùng cho hình ảnh trước đó được bao gồm trong tập hợp gồm nhiều tập hợp bộ lọc được dùng để mã hóa khối hiện thời). Trong một ví dụ, danh sách tập hợp bộ lọc có thể được khởi tạo với các bộ lọc được đào tạo trước. Sau khi mã hóa hình ảnh, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể suy ra tập hợp bộ lọc mới dựa trên hình ảnh mã hóa và thêm bộ lọc mới vào danh sách tập hợp bộ lọc. Ngoài ra, tập hợp bộ lọc mới có thể thay thế tập hợp bộ lọc hiện có trong danh sách. Sau khi mã hóa một hình ảnh khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể suy ra tập hợp bộ lọc khác và bao gồm tập hợp bộ lọc được suy ra vào danh sách tập hợp bộ lọc. Trong ví dụ này, danh sách tập hợp bộ lọc là chung cho tất cả các hình ảnh và có thể được cập nhật sau khi mã hóa hình ảnh. Từ phía bộ giải mã, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể phát hiện tín hiệu của tập hợp bộ lọc mới sau khi giải mã hình ảnh hoặc trước khi giải mã hình ảnh.

Theo một số ví dụ của sáng chế này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể được tạo cấu hình để báo hiệu (ví dụ, mã hóa) các phần tử cú pháp của tập hợp bộ lọc mới trên mỗi hình ảnh, mỗi lát và/hoặc mỗi mảnh. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định tập hợp bộ lọc mới dựa trên việc báo hiệu từ bộ mã hóa dữ liệu video 20 và thêm tập hợp bộ lọc mới vào danh sách bao gồm nhiều tập hợp bộ lọc.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thêm tập hợp bộ lọc mới vào danh sách tập hợp bộ lọc. Sau đó, danh sách cập nhật có thể được dùng để lọc khối trong hình ảnh hoặc các hình ảnh tiếp theo. Trong một ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để sử dụng danh sách cập nhật (ví dụ, chứa tập hợp bộ lọc mới

được suy ra bằng cách sử dụng hình ảnh/lát/mảnh hiện thời) để lọc khỏi trong hình ảnh/lát/mảnh hiện thời.

Theo một số ví dụ của sáng chế này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể cập nhật danh sách tập hợp bộ lọc (ví dụ, danh sách gồm nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng) với các bộ lọc được suy ra bằng cách sử dụng các hình ảnh trước đó, các lát trước đó và/hoặc các mảnh trước đó. Thứ tự trong đó bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thêm các tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng vào danh sách tập hợp bộ lọc có thể được cố định, định trước, hoặc linh hoạt. Danh sách có thể được sắp xếp lại cho mỗi hình ảnh dựa trên thông tin liên quan đến hình ảnh hiện thời và thông tin liên quan đến các hình ảnh mà từ đó các bộ lọc tương ứng trong danh sách được suy ra. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể biểu thị tập hợp bộ lọc cho bộ giải mã dữ liệu video 30 bằng cách sử dụng chỉ số trong danh sách tập hợp bộ lọc. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể gán giá trị chỉ số nhỏ hơn cho các bộ lọc được dùng thường xuyên hơn hoặc các bộ lọc mới được thêm vào.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thêm tập hợp bộ lọc mới được suy ra vào đầu của danh sách. Trong một ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thêm các tập hợp bộ lọc được suy ra bằng cách sử dụng các khung trước đó (ví dụ, các bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó) trong danh sách sau các bộ lọc hiện được báo hiệu và trước các tập hợp bộ lọc hiện có trong danh sách (ví dụ, các tập hợp bộ lọc cố định được đào tạo trước). Trong một ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thêm bộ lọc vòng lặp thích ứng vào từng tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng để các bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được thêm vào đầu tiên, các bộ lọc vòng lặp thích ứng trước được thêm vào thứ hai, và các bộ lọc vòng lặp thích ứng được đào tạo trước được thêm vào cuối cùng.

Trong một ví dụ khác của sáng chế, việc sắp thứ tự các tập hợp bộ lọc trong danh sách có thể phụ thuộc vào thông tin liên quan đến hình ảnh khác. Ví dụ, các bộ lọc suy ra từ các hình ảnh trong cùng lớp thời gian làm hình ảnh hiện thời có thể được đặt trong danh sách trước các bộ lọc được suy ra bằng cách sử dụng các hình ảnh trong một lớp thời gian khác. Trong một ví dụ khác, chỉ số của bộ lọc trong danh sách có thể phụ thuộc

vào việc liệu hình ảnh tương ứng mà nó được suy ra có phải là hình ảnh tham chiếu được dùng để dự báo hình ảnh hiện thời hay không. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thêm bộ lọc tương ứng với ảnh tham chiếu được dùng thường xuyên hơn trước khi các bộ lọc được suy ra từ hình ảnh tham chiếu khác. Việc sắp thứ tự các tập hợp bộ lọc theo cách này có thể dẫn đến việc các phần tử cú pháp (ví dụ, chỉ số trong danh sách bộ lọc) có ít bit hơn cho các tập hợp bộ lọc được dùng thường xuyên nhất trong danh sách tập hợp bộ lọc. Do đó, một vài bit có thể được dùng để báo hiệu tập hợp bộ lọc được dùng cho khối, do đó tăng hiệu quả mã hóa.

Trong một ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để thêm các bộ lọc được suy ra bằng cách sử dụng các hình ảnh được mã hóa với tham số lượng tử hóa (QP) tương tự cho hình ảnh hiện thời trước khi các bộ lọc được suy ra từ các hình ảnh trước đó được mã hóa với các tham số QP khác.

Trong một ví dụ khác của sáng chế, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để giới hạn số lượng tối đa các tập hợp bộ lọc trong danh sách tập hợp bộ lọc. Trong một ví dụ, có thể giữ tối đa ba mươi hai (32) tập hợp bộ lọc trong danh sách tập hợp bộ lọc. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể được tạo cấu hình để báo hiệu số lượng tối đa các tập hợp bộ lọc trong danh sách trong phần đầu lát, tập hợp tham số chuỗi, tập hợp tham số hình ảnh, trong thông tin cú pháp mức cao khác, hoặc ở nơi khác.

Trong một ví dụ khác của sáng chế, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể sử dụng các bit khác nhau để báo hiệu các chỉ số tập hợp bộ lọc khác nhau. Một vài bit có thể được dùng để biểu thị vị trí chỉ số thấp hơn trong danh sách (vì các tập hợp bộ lọc gần ở đầu danh sách có nhiều khả năng được chọn hơn) so với vị trí chỉ số cao hơn. Hơn nữa, việc này có thể dẫn đến việc một vài bit được dùng để báo hiệu tập hợp bộ lọc được dùng cho khối thường xuyên hơn, do đó tăng hiệu quả mã hóa.

Theo một số ví dụ của sáng chế này, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để dùng chung thông tin ALF cho một số khối (ví dụ, hợp nhất thông tin ALF trên hai hoặc nhiều khối). Trong một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để dùng chung chỉ số của tập hợp bộ lọc và/hoặc cờ bật/tắt ALF (cờ này biểu thị liệu kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng có được áp dụng cho một khối hay không) trên nhiều khối. Chỉ báo hợp nhất

ALF có thể biểu thị khối nào được hợp nhất, và thông tin ALF nào được liên kết với chỉ báo hợp nhất ALF. Chỉ báo hợp nhất có thể là chỉ số, cờ, hoặc phần tử cú pháp khác bất kỳ.

Trong một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để hợp nhất thông tin ALF của khối với khối ở bên trên, hoặc với khối bên trái. Trong các ví dụ khác, việc hợp nhất thông tin ALF linh hoạt hơn mà cho phép hợp nhất một khối với khối khác bất kỳ (tức là, không nhất thiết phải là khối lân cận) trong hình ảnh cũng có thể được sử dụng.

Trong một số ví dụ về sáng chế này, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để suy ra cờ bật/tắt ALF dựa trên thông tin khối hiện có khác. Trong một ví dụ, bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể suy ra cờ bật/tắt ALF dựa trên thông tin khối hiện có, và như vậy, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể không báo hiệu cờ bật/tắt ALF. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể báo hiệu cờ bật/tắt ALF cho nhóm khối, được ký hiệu là khối ALF. Kích thước của khối ALF có thể được xác định trước, hoặc có thể được báo hiệu bằng bộ mã hóa dữ liệu video 20. Trong một ví dụ, các khối dùng chung cùng một cờ bật/tắt ALF có thể đại diện cho khối ALF. Trong một ví dụ khác, khối ALF có thể bằng một khối.

- a. Trong một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để suy ra cờ bật/tắt ALF dựa trên số lượng khối trong khối ALF, dùng chung cùng một cờ bật/tắt ALF, có các cờ khối mã hóa (coded block flag - CBF) khác 0. Cờ CBF biểu thị liệu khối có bao gồm giá trị có nghĩa bất kỳ không (ví dụ, hệ số biến đổi khác 0). Giá trị "1" cho CBF biểu thị rằng khối bao gồm các hệ số biến đổi khác 0. Nếu số lượng CBF khác 0 nhỏ hơn một ngưỡng nhất định, thì ALF có thể bị vô hiệu hóa, hoặc bộ lọc ALF mặc định có thể được áp dụng cho các khối đó trong khối ALF.
- b. Trong ví dụ có dấu đầu dòng phụ 'a' ở trên, số lượng hệ số biến đổi khác 0 có thể được đếm thay cho các CBF. Ngưỡng có thể được đưa ra cho các hệ số được đếm, và nếu số lượng hệ số biến đổi khác 0 nhỏ hơn ngưỡng, thì việc lọc vòng lặp thích ứng có thể bị vô hiệu hóa cho các khối được bao

gồm trong khối ALF, hoặc bộ lọc ALF mặc định có thể được áp dụng cho các khối đó.

- c. Trong một ví dụ khác, nếu số lượng khối trong khối ALF được mã hóa bằng chế độ bỏ qua lớn hơn ngưỡng nhất định thì việc lọc vòng lặp thích ứng có thể bị vô hiệu hóa cho các khối đó trong khối ALF. Các kỹ thuật của dấu đầu dòng phụ 'c' có thể được dùng cùng với các kỹ thuật của dấu đầu dòng phụ 'a' và 'b' trong kết hợp bất kỳ.
- d. Trong ví dụ về dấu gạch đầu dòng phụ 'c' ở trên, chế độ bỏ qua được dùng làm ví dụ, và các chế độ mã hóa khác (ví dụ, chế độ cụ thể như hướng dự báo nội cấu trúc cụ thể, chế độ dự báo liên cấu trúc cụ thể, v.v.) có thể được dùng để tạo ra cờ bật/tắt ALF.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa dữ liệu video 20 làm ví dụ mà có thể thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể thực hiện mã hóa nội cấu trúc và liên cấu trúc của các khối dữ liệu video trong các lát video. Mã hóa nội cấu trúc dựa trên dự báo không gian để giảm hoặc loại bỏ dữ liệu dư không gian trong video trong một khung video hoặc hình ảnh nhất định. Mã hóa dự báo liên cấu trúc dựa vào dự báo thời gian để giảm hoặc loại bỏ dữ liệu dư thời gian trong dữ liệu video trong các khung hoặc hình liên kế của chuỗi video. Chế độ nội cấu trúc (chế độ I) có thể đề cập đến chế độ bất kỳ trong số một số chế độ nén dựa trên không gian. Chế độ liên cấu trúc, chẳng hạn như dự báo một hướng (chế độ P) hoặc dự báo hai hướng (chế độ B), có thể đề cập đến chế độ bất kỳ trong số một số chế độ nén dựa trên thời gian.

Trong ví dụ trên Fig.4, bộ mã hóa dữ liệu video 20 bao gồm bộ nhớ dữ liệu video 33, bộ chia 35, bộ xử lý dự báo 41, bộ cộng 50, bộ xử lý biến đổi 52, bộ lượng tử hóa 54, bộ mã hóa entropy 56. Bộ xử lý dự báo 41 bao gồm bộ đánh giá chuyển động (motion estimation unit - MEU) 42, bộ bù chuyển động (motion compensation unit - MCU) 44, bộ dự báo nội cấu trúc 46. Để tái tạo khối dữ liệu video, bộ mã hóa dữ liệu video 20 còn bao gồm bộ lượng tử hóa ngược 58, bộ xử lý biến đổi ngược 60, bộ cộng 62, bộ lọc 64, và bộ đệm hình ảnh giải mã (decoded picture buffer - DPB) 66.

Như được thể hiện trên Fig.4, bộ mã hóa dữ liệu video 20 nhận dữ liệu video và lưu trữ dữ liệu video nhận được vào bộ nhớ dữ liệu video 33. Bộ nhớ dữ liệu video 33 có thể lưu trữ dữ liệu video cần được mã hóa bởi các thành phần của bộ mã hóa dữ liệu

video 20. Dữ liệu video lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 33 có thể được thu, ví dụ, từ nguồn dữ liệu video 18. Bộ đệm DPB 66 có thể là bộ nhớ hình ảnh tham chiếu lưu trữ dữ liệu video tham chiếu dùng để mã hóa dữ liệu video bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20, ví dụ, trong các chế độ mã hóa nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc. Bộ nhớ dữ liệu video 33 và bộ đệm DPB 66 có thể được tạo ra bởi thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (DRAM - dynamic random access memory), bao gồm DRAM đồng bộ (SDRAM - synchronous DRAM), RAM từ điện trở (MRAM - magnetoresistive RAM), RAM điện trở (RRAM - resistive RAM), hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ dữ liệu video 33 và bộ đệm DPB 66 có thể được cung cấp bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng. Theo các ví dụ khác nhau, bộ nhớ dữ liệu video 33 có thể nằm trên chip cùng các bộ phận khác của bộ mã hóa dữ liệu video 20, hoặc ngoài chip so với các bộ phận này.

Bộ chia 35 phục hồi dữ liệu video từ bộ nhớ dữ liệu video 33 và chia dữ liệu video thành các khối dữ liệu video. Bước chia này cũng có thể bao gồm bước chia thành các lát, mảnh, hoặc các đơn vị lớn hơn khác, cũng như chia khối dữ liệu video, ví dụ, theo cấu trúc cây tứ phân gồm các LCU và CU. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 thường minh họa các thành phần mã hóa khối dữ liệu video trong lát video cần được mã hóa. Lát có thể được chia thành nhiều khối dữ liệu video (và có thể được chia thành tập hợp các khối dữ liệu video được gọi là các mảnh). Bộ xử lý dự báo 41 có thể chọn một trong số nhiều chế độ mã hóa có thể có, chẳng hạn như một trong nhiều chế độ mã hóa nội cấu trúc hoặc một trong nhiều chế độ mã hóa liên cấu trúc, cho khối dữ liệu video hiện thời dựa trên kết quả sai số (ví dụ, tốc độ mã hóa và mức độ biến dạng). Bộ xử lý dự báo 41 có thể cung cấp khối mã hóa nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc thu được cho bộ cộng 50 để tạo ra dữ liệu khối dư và cho bộ cộng 62 để tái tạo khối mã hóa để sử dụng làm hình ảnh tham chiếu.

Bộ dự báo nội cấu trúc 46 trong bộ xử lý dự báo 41 có thể thực hiện mã hóa dự báo nội cấu trúc khối dữ liệu video hiện thời liên quan đến một hoặc nhiều khối lân cận trong cùng một khung hoặc lát như khối hiện thời được mã hóa để thực hiện nén không gian. Bộ đánh giá chuyển động 42 và bộ bù chuyển động 44 trong bộ xử lý dự báo 41 thực hiện mã hóa dự báo liên cấu trúc khối dữ liệu video hiện thời liên quan đến một hoặc nhiều khối dự báo trong một hoặc nhiều hình ảnh tham chiếu để thực hiện nén theo thời gian.

Bộ đánh giá chuyển động 42 có thể được tạo cấu hình để xác định chế độ dự báo liên cấu trúc cho lát video theo mẫu định trước cho một chuỗi video. Mẫu định trước có thể chỉ định các lát video theo trình tự làm lát P hoặc lát B. Bộ đánh giá chuyển động 42 và bộ bù chuyển động 44 có thể được tích hợp ở mức cao, nhưng được minh họa riêng cho các các mục đích khái niệm. Việc đánh giá chuyển động, được thực hiện bởi bộ đánh giá chuyển động 42, là quy trình tạo ra các vectơ chuyển động để đánh giá chuyển động cho các khối dữ liệu video. Vectơ chuyển động, ví dụ, có thể chỉ báo sự dịch chuyển của PU của khối dữ liệu video trong khung hoặc hình video hiện thời so với khối dự báo trong hình tham chiếu.

Khối dự báo là khối được tìm thấy là phù hợp nhất với PU của khối dữ liệu video cần được mã hóa theo hiệu số điểm ảnh, giá trị này có thể được xác định bằng tổng hiệu số tuyệt đối (SAD - Sum of Absolute Difference), tổng hiệu số bình phương (SSD - Sum of Square Difference), hoặc các số đo hiệu số khác. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể tính toán các giá trị cho các vị trí điểm ảnh dưới số nguyên của các hình ảnh tham chiếu được lưu giữ trong DPB 66. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 có thể nội suy các giá trị của các vị trí điểm ảnh một phần tư, các vị trí điểm ảnh một phần tám, hoặc các vị trí điểm ảnh phân số khác của hình tham chiếu. Do đó, bộ đánh giá chuyển động 42 có thể thực hiện tìm kiếm chuyển động liên quan đến toàn bộ vị trí điểm ảnh và vị trí điểm ảnh phân số và xuất ra vectơ chuyển động với độ chính xác điểm ảnh phân số.

Bộ đánh giá chuyển động 42 tính toán vectơ chuyển động cho PU của khối dữ liệu video trong lát mã hóa liên cấu trúc bằng cách so sánh vị trí của PU với vị trí của khối dự báo của hình ảnh tham chiếu. Hình ảnh tham chiếu có thể được chọn từ danh sách hình ảnh tham chiếu thứ nhất (Danh sách 0) hoặc danh sách hình ảnh tham chiếu thứ hai (Danh sách 1), mỗi danh sách này nhận dạng một hoặc nhiều hình ảnh tham chiếu được lưu giữ trong DPB 66. Bộ đánh giá chuyển động 42 gửi vectơ chuyển động đã tính toán cho bộ mã hóa entropy 56 và bộ bù chuyển động 44.

Việc bù chuyển động, được thực hiện bởi bộ bù chuyển động 44, có thể liên quan tới việc tìm nạp hoặc tạo ra khối dự báo dựa trên vectơ chuyển động được xác định bằng cách đánh giá chuyển động, có thể thực hiện các phép nội suy đến độ chính xác điểm ảnh phụ. Khi nhận vectơ chuyển động cho PU của khối dữ liệu video hiện thời, bộ bù chuyển động 44 có thể định vị khối dự báo mà vectơ chuyển động trỏ đến trong một trong số các

danh sách hình tham chiếu. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 tạo ra khối dữ liệu video dư bằng cách trừ đi các giá trị điểm ảnh của khối dự báo từ các giá trị điểm ảnh của khối dữ liệu video hiện thời đang được mã hóa, tạo ra các giá trị chênh lệch điểm ảnh. Các giá trị chênh lệch điểm ảnh tạo ra dữ liệu dư cho khối, và có thể bao gồm cả thành phần khác biệt độ chói và màu. Bộ cộng 50 là bộ phận hoặc các bộ phận thực hiện phép trừ này. Bộ bù chuyển động 44 cũng có thể tạo ra các phần tử cú pháp kết hợp với các khối dữ liệu video và lát video để bộ giải mã dữ liệu video 30 sử dụng khi giải mã các khối dữ liệu video của lát video.

Sau khi bộ xử lý dự báo 41 tạo ra khối dự báo cho khối dữ liệu video hiện thời, thông qua dự báo nội cấu trúc hoặc dự báo liên cấu trúc, bộ mã hóa dữ liệu video 20 tạo ra khối dữ liệu video dư bằng cách lấy khối dữ liệu video hiện thời trừ đi khối dự báo. Dữ liệu video dư trong khối dư có thể được bao gồm trong một hoặc nhiều TU và được áp dụng cho bộ xử lý biến đổi 52. Bộ xử lý biến đổi 52 biến đổi dữ liệu video dư thành các hệ số biến đổi dư bằng cách sử dụng kỹ thuật biến đổi như kỹ thuật biến đổi cosin rời rạc (DCT - discrete cosine transform) hoặc kỹ thuật biến đổi tương tự về mặt khái niệm. Bộ xử lý biến đổi 52 có thể chuyển đổi dữ liệu video dư từ miền điểm ảnh thành miền biến đổi, như miền tần số.

Bộ xử lý biến đổi 52 có thể gửi các hệ số biến đổi thu được cho bộ lượng tử hóa 54. Bộ lượng tử hóa 54 lượng tử hóa các hệ số biến đổi để giảm thêm tốc độ bit. Quy trình lượng tử hóa có thể giảm độ sâu bit liên quan đến một số hoặc tất cả các hệ số. Mức lượng tử hóa có thể được sửa đổi bằng cách điều chỉnh tham số lượng tử hóa. Trong một số ví dụ, bộ lượng tử hóa 54 sau đó có thể thực hiện quét ma trận bao gồm các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Theo một ví dụ khác, đơn vị mã hóa entropy 56 có thể thực hiện quét.

Tiếp theo quy trình lượng tử hóa, bộ mã hóa entropy 56 mã hóa entropy các hệ số biến đổi lượng tử hóa. Ví dụ, bộ mã hóa entropy 56 có thể thực hiện mã hóa độ dài thay đổi thích ứng theo ngữ cảnh (context adaptive variable length coding - CAVLC), mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding - CABAC), mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh dựa trên cú pháp (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding - SBAC), mã hóa entropy phân vùng theo khoảng xác suất (probability interval partitioning entropy - PIPE) hoặc phương pháp

hoặc kỹ thuật mã hóa entropy khác. Tiếp theo quy trình mã hóa entropy bằng bộ mã hóa entropy 56, luồng bit mã hóa có thể được truyền đến bộ giải mã dữ liệu video 30, hoặc được lưu trữ để bộ giải mã dữ liệu video 30 truyền hoặc truy vấn sau. Bộ mã hóa entropy 56 cũng có thể mã hóa entropy các vectơ chuyển động và các phần tử cú pháp khác cho lát video hiện thời đang được mã hóa do bộ xử lý dự báo 41 cung cấp.

Bộ lượng tử hóa ngược 58 và bộ xử lý biến đổi ngược 60 lần lượt áp dụng kỹ thuật lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược, để tái tạo khối dư trong miền điểm ảnh để sử dụng sau đó làm khối tham chiếu của hình tham chiếu. Bộ bù chuyển động 44 có thể tính toán khối tham chiếu bằng cách thêm khối dư vào khối dự báo của một trong các hình ảnh tham chiếu trong một trong các danh sách hình ảnh tham chiếu. Bộ bù chuyển động 44 cũng có thể áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc nội suy cho khối dư tái tạo để tính toán các giá trị điểm ảnh dưới số nguyên dùng để đánh giá chuyển động. Bộ cộng 62 cộng khối dư tái tạo vào khối dự báo bù chuyển động được tạo ra bởi bộ bù chuyển động 44 để tạo ra khối tái tạo.

Bộ lọc 64 lọc khối tái tạo (ví dụ, đầu ra của bộ cộng 62) và lưu trữ khối tái tạo đã lọc vào bộ đệm DPB 66 để dùng làm khối tham chiếu. Khối tham chiếu có thể được sử dụng bởi bộ đánh giá chuyển động 42 và bộ bù chuyển động 44 làm khối tham chiếu để dự báo liên cấu trúc khối trong khung hoặc hình ảnh video tiếp theo. Bộ lọc 64 có thể thực hiện loại lọc bất kỳ như lọc tách khối, lọc SAO, lọc SAO đỉnh, ALF và/hoặc GALF và/hoặc các loại lọc vòng lặp khác. Bộ lọc tách khối có thể, ví dụ, áp dụng kỹ thuật lọc tách khối cho các biên khối lọc để loại bỏ các thành phần lạ dạng khối ra khỏi video tái tạo. Bộ lọc SAO đỉnh có thể áp dụng các giá trị bù cho các giá trị điểm ảnh tái tạo để cải thiện toàn bộ chất lượng mã hóa. Các bộ lọc vòng lặp bổ sung (trong vòng lặp hoặc sau vòng lặp) cũng có thể được sử dụng.

Ngoài ra, bộ lọc 64 có thể được tạo cấu hình để thực hiện bất kỳ trong số các kỹ thuật trong sáng chế này liên quan đến kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng. Đặc biệt, như được mô tả ở trên, bộ lọc 64 có thể được tạo cấu hình để xác định tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời cho các khối trong đó bộ lọc vòng lặp thích ứng được dùng, trong đó mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng

trước đó được dùng trong một hoặc nhiều hình ảnh trước đó, và lọc vòng lặp thích ứng các khối của hình ảnh hiện thời theo các tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã dữ liệu video 30 làm ví dụ mà có thể thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Bộ giải mã dữ liệu video 30 trên Fig.5 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận tín hiệu được mô tả ở trên liên quan đến bộ mã hóa dữ liệu video 20 trên Fig.4. Theo ví dụ trên Fig.5, bộ giải mã dữ liệu video 30 bao gồm bộ nhớ dữ liệu video 78, bộ giải mã entropy 80, bộ xử lý dự báo 81, bộ lượng tử hóa ngược 86, bộ xử lý biến đổi ngược 88, bộ cộng 90, bộ đệm DPB 94 và bộ lọc 92. Bộ xử lý dự báo 81 bao gồm bộ bù chuyển động 82 và đơn vị dự báo nội cấu trúc 84. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể, trong một số ví dụ, thực hiện quy trình giải mã thường ngược với quy trình mã hóa được mô tả đối với bộ mã hóa dữ liệu video 20 từ Fig 4.

Trong quá trình giải mã, bộ giải mã dữ liệu video 30 nhận luồng bit dữ liệu video mã hóa biểu diễn các khối dữ liệu video của lát video mã hóa và các phần tử cú pháp liên quan từ bộ mã hóa dữ liệu video 20. Bộ giải mã dữ liệu video 30 lưu trữ luồng bit dữ liệu video mã hóa nhận được vào bộ nhớ dữ liệu video 78. Bộ nhớ dữ liệu video 78 có thể lưu trữ dữ liệu video, như luồng bit video mã hóa, cần được các thành phần của bộ giải mã dữ liệu video 30 giải mã. Dữ liệu video lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 78 có thể được thu nhận, ví dụ, qua liên kết 16, từ thiết bị lưu trữ 26, hoặc từ nguồn video cục bộ, như camera, hoặc bằng cách truy cập phương tiện lưu trữ dữ liệu vật lý. Bộ nhớ dữ liệu video 78 có thể tạo ra bộ đệm hình ảnh mã hóa (CPB) để lưu trữ dữ liệu video được mã hóa từ luồng bit video mã hóa. Bộ đệm DPB 94 có thể là bộ nhớ hình tham chiếu mà lưu trữ dữ liệu video tham chiếu để dùng giải mã dữ liệu video bởi bộ giải mã dữ liệu video 30, ví dụ, trong các chế độ mã hóa nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc. Bộ nhớ dữ liệu video 78 và bộ đệm DPB 94 có thể được tạo ra bởi thiết bị bất kỳ trong số nhiều thiết bị nhớ, như DRAM, SDRAM, MRAM, RRAM, hoặc các loại thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ dữ liệu video 78 và bộ đệm DPB 94 có thể được tạo ra bởi cùng một thiết bị nhớ hoặc các thiết bị nhớ riêng. Trong các ví dụ khác nhau, bộ nhớ dữ liệu video 78 có thể nằm trên chip cùng với các thành phần khác của bộ giải mã dữ liệu video 30, hoặc ngoài chip so với các thành phần đó.

Bộ giải mã entropy 80 của bộ giải mã dữ liệu video 30 giải mã entropy dữ liệu video lưu trữ trong bộ nhớ dữ liệu video 78 để tạo ra các hệ số lượng tử hóa, vector

chuyển động, và các phần tử cú pháp khác. Đơn vị giải mã entropy 80 chuyển tiếp các vectơ chuyển động và các phần tử cú pháp khác cho bộ xử lý dự báo 81. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể nhận các phần tử cú pháp ở mức lát video và/hoặc mức khối video.

Khi lát video được mã hóa làm lát được mã hóa nội cấu trúc (I), bộ dự báo nội cấu trúc 84 của bộ xử lý dự báo 81 có thể tạo dữ liệu dự báo cho khối video của lát video hiện thời dựa trên chế độ dự báo nội cấu trúc được báo hiệu và dữ liệu từ các khối được giải mã trước đó của khung hoặc hình ảnh hiện thời. Khi khung video được mã hóa dưới dạng lát mã hóa liên cấu trúc (ví dụ, lát B hoặc lát P), bộ bù chuyển động 82 của bộ xử lý dự báo 81 tạo ra các khối dự báo cho một khối dữ liệu video của lát video hiện thời dựa trên các vectơ chuyển động và các phần tử cú pháp nhận được từ bộ giải mã entropy 80. Các khối dự báo có thể được tạo ra từ một trong các hình ảnh tham chiếu trong một trong các danh sách hình ảnh tham chiếu. Bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tạo ra các danh sách khung tham chiếu, Danh sách 0 và Danh sách 1, bằng cách sử dụng các kỹ thuật tạo lập mặc định dựa vào các hình ảnh tham chiếu lưu trữ trong bộ đệm DPB 94.

Bộ bù chuyển động 82 xác định thông tin dự báo cho khối dữ liệu video của lát video hiện thời bằng cách phân tích cú pháp các vectơ chuyển động và các phần tử cú pháp khác, và sử dụng thông tin dự báo để tạo ra các khối dự báo cho khối dữ liệu video hiện thời đang được giải mã. Ví dụ, bộ bù chuyển động 82 sử dụng một số phần tử cú pháp nhận được để xác định chế độ dự báo (ví dụ, dự báo nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc) được dùng để mã hóa các khối dữ liệu video của lát video, loại lát dự báo liên cấu trúc (ví dụ, B lát cắt hoặc lát P), thông tin xây dựng cho một hoặc nhiều danh sách hình ảnh tham chiếu cho lát, vectơ chuyển động cho mỗi khối dữ liệu video được mã hóa liên cấu trúc của lát, trạng thái dự báo liên cấu trúc cho mỗi khối dữ liệu video được mã hóa liên cấu trúc của lát, và thông tin khác để giải mã các khối dữ liệu video trong lát video hiện thời.

Bộ bù chuyển động 82 cũng có thể thực hiện kỹ thuật nội suy dựa trên các bộ lọc nội suy. Bộ bù chuyển động 82 có thể sử dụng các bộ lọc nội suy như được dùng bởi bộ mã hóa dữ liệu video 20 trong khi mã hóa các khối dữ liệu video để tính toán các giá trị nội suy cho các điểm ảnh dưới số nguyên của các khối tham chiếu. Trong trường hợp này, bộ bù chuyển động 82 có thể xác định các bộ lọc nội suy dùng bởi bộ mã hóa dữ liệu

video 20 từ các phần tử cú pháp nhận được và sử dụng các bộ lọc nội suy này để tạo ra các khối dự báo.

Bộ lượng tử hóa ngược 86 lượng tử hóa ngược, tức là khử lượng tử hóa các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa được cung cấp trong luồng bit và được giải mã bởi bộ giải mã entropy 80. Quy trình lượng tử hóa ngược có thể bao gồm sử dụng tham số lượng tử hóa được tính bởi bộ mã hóa 20 cho mỗi khối dữ liệu video trong lát video để xác định mức độ lượng tử hóa và, tương tự, mức độ lượng tử hóa ngược cần được áp dụng. Đơn vị lý biến đổi ngược 88 áp dụng quy trình biến đổi ngược, ví dụ, DCT ngược, biến đổi số nguyên ngược, hoặc quy trình biến đổi ngược tương tự về mặt khái niệm, cho các hệ số biến đổi để tạo ra các khối dự trong miền điểm ảnh.

Sau khi bộ xử lý dự báo 81 tạo ra khối dự báo cho khối dữ liệu video hiện thời bằng cách sử dụng, chẳng hạn, dự báo nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc, bộ giải mã dữ liệu video 30 tạo ra khối dữ liệu video tái tạo bằng cách cộng các khối dự từ bộ xử lý biến đổi ngược 88 với các khối dự báo tương ứng được tạo ra bởi bộ bù chuyển động 82. Bộ cộng 90 đại diện cho thành phần hoặc các thành phần để thực hiện phép toán tổng này.

Bộ lọc 92 lọc khối tái tạo (ví dụ đầu ra của bộ cộng 90) và lưu trữ khối tái tạo đã lọc vào bộ đệm DPB 94 để dùng làm khối tham chiếu. Khối tham chiếu có thể được bộ bù chuyển động 82 dùng làm khối tham chiếu để dự báo liên cấu trúc khối trong khung hoặc hình ảnh video tiếp theo. Bộ lọc 92 có thể thực hiện loại lọc bất kỳ như lọc tách khối, lọc SAO, lọc SAO đỉnh, ALF và/hoặc GALF và/hoặc các loại lọc vòng lặp khác. Bộ lọc tách khối có thể, ví dụ, áp dụng kỹ thuật lọc tách khối để lọc các biên giới khối nhằm loại bỏ các thành phần lạ dạng khối ra khỏi video tái tạo. Bộ lọc SAO đỉnh có thể áp dụng các giá trị bù cho các giá trị điểm ảnh tái tạo để cải thiện toàn bộ chất lượng mã hóa. Các bộ lọc vòng bỏ sung (trong vòng lặp hoặc sau vòng lặp) cũng có thể được sử dụng.

Ngoài ra, bộ lọc 92 có thể được tạo cấu hình để thực hiện bất kỳ trong số các kỹ thuật của sáng chế này liên quan đến kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng. Cụ thể, như được mô tả ở trên, bộ lọc 92 có thể được tạo cấu hình để xác định tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời cho các khối trong đó bộ lọc vòng lặp thích ứng được dùng, trong đó mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó

được dùng trong một hoặc nhiều hình ảnh trước đó, và lọc vòng lặp thích ứng các khối của hình ảnh hiện thời theo các tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng.

Fig.6 thể hiện phương án triển khai ví dụ của bộ lọc 92. Bộ lọc 64 có thể được triển khai theo cách giống như thế. Các bộ lọc 64 và 92 có thể thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế này, có thể kết hợp với các thành phần khác của bộ mã hóa dữ liệu video 20 hoặc bộ giải mã dữ liệu video 30. Trong ví dụ của Fig.6, bộ lọc 92 bao gồm bộ lọc tách khối 102, bộ lọc SAO 104 và bộ lọc ALF GALF 106. Ví dụ, bộ lọc SAO 104 có thể được tạo cấu hình để xác định giá trị bù cho các mẫu của khối theo cách được mô tả trong sáng chế này. Bộ lọc ALF/GALF 106 có thể được tạo cấu hình để xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời cho các khối trong đó bộ lọc vòng lặp thích ứng được dùng, trong đó mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp tương ứng thích ứng bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó được dùng trong một hoặc nhiều hình ảnh trước đó, và lọc vòng lặp thích ứng lọc các khối của hình ảnh hiện thời theo tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng.

Bộ lọc 92 có thể bao gồm vài bộ lọc và/hoặc có thể bao gồm các bộ lọc bổ sung. Ngoài ra, các bộ lọc cụ thể được thể hiện trên Fig. 6 có thể được thực hiện theo trình tự khác. Các bộ lọc vòng lặp khác (trong vòng lặp mã hóa hoặc sau vòng lặp mã hóa) cũng có thể được sử dụng để làm trơn các chỗ chuyển tiếp điểm ảnh hoặc theo cách khác cải thiện chất lượng video. Sau đó, các khối dữ liệu video được giải mã trong khung hoặc hình ảnh cho trước được lưu trữ vào bộ đệm DPB 94, bộ đệm này lưu trữ các hình ảnh tham chiếu được dùng để bù chuyển động tiếp theo. DPB 94 có thể là một phần của hoặc tách rời với bộ nhớ bổ sung lưu trữ video đã giải mã để sau đó trình diễn trên thiết bị hiển thị, như thiết bị hiển thị 32 trên Fig.1.

Fig.7 là lưu đồ minh họa một phương pháp ví dụ của sáng chế. Các kỹ thuật trên Fig.7 có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều đơn vị cấu trúc của bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30, bao gồm bộ lọc 64 và bộ lọc 92. Như được mô tả ở trên, thuật ngữ "mã hóa" nói chung dùng để chỉ cả mã hóa và giải mã. Tương tự, thuật ngữ "mã hóa" thường dùng để chỉ cả mã hóa và giải mã.

Trong một ví dụ của sáng chế, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương

ứng, từ trong số rất nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời cho các khối trong đó kỹ thuật lặp vòng lặp thích ứng được dùng, trong đó mỗi tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó được dùng trong một hoặc nhiều hình ảnh trước đó (700). Trong một ví dụ, để xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 còn được tạo cấu hình để mã hóa cờ tương ứng cho mỗi khối biểu thị liệu bộ lọc vòng lặp thích ứng có được dùng cho khối tương ứng hay không và mã hóa, dựa trên cờ tương ứng cho mỗi khối, phần tử cú pháp tương ứng biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trên mỗi khối của hình ảnh hiện thời. Trong một ví dụ, phần tử cú pháp tương ứng là một chỉ số của danh sách bao gồm nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng. Bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được cấu hình thêm để lọc vòng lặp thích ứng các khối của hình ảnh hiện thời theo tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng (702).

Fig.8 là lưu đồ minh họa một phương pháp ví dụ khác của sáng chế. Fig.8 thể hiện một ví dụ của các kỹ thuật trên Fig.7 chi tiết hơn. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để mã hóa khối dữ liệu video trong hình ảnh hiện thời để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo (800). Tức là, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để mã hóa khối dữ liệu video thứ nhất trong hình ảnh hiện thời để tạo ra khối dữ liệu video được tái tạo thứ nhất.

Sau đó, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định xem cờ bật/tắt ALF mức khối có bật (802) hay không. Nếu không, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 không áp dụng ALF và thay vào đó tiến hành mã hóa khối dữ liệu video tiếp theo (810). Nếu có, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 mã hóa, đối với khối, phần tử cú pháp biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng (804). Ví dụ, mã bộ mã hóa dữ liệu video 20 và mã bộ giải mã dữ liệu video 30 mã hóa, đối với khối dữ liệu video thứ nhất, phần tử cú pháp thứ nhất biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng.

Sau đó, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng từ tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối hiện được mã hóa (806). Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể xác

định bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất từ tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất cho khối dữ liệu video được tái tạo thứ nhất. Sau đó, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối tái tạo (808). Sau đó, bộ mã hóa dữ liệu video 20 và bộ giải mã dữ liệu video 30 có thể tiến hành mã hóa khối dữ liệu video tiếp theo (810). Ví dụ, khối dữ liệu video tiếp theo có thể là khối dữ liệu video thứ hai. Quy trình trên Fig.8 sau đó được lặp lại. Cần lưu ý rằng, khi thực hiện các kỹ thuật của sáng chế này, khi xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối dữ liệu video tiếp theo (ví dụ, khối dữ liệu video thứ hai), tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng cho khối thứ hai dữ liệu video có thể khác với tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng được dùng cho các khối dữ liệu video khác.

Trong một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng được mô tả có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm, firmware hoặc kết hợp bất kỳ của chúng. Nếu được thực hiện bằng phần mềm, các chức năng có thể được lưu trữ trên hoặc truyền qua, dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã, phương tiện đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi đơn vị lý dựa trên phần cứng. Phương tiện đọc được bằng máy tính có thể bao gồm phương tiện lưu trữ có thể 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 sang nơi khác, ví dụ, theo giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện có thể đọc được bằng máy tính nói chung có thể tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ hữu hình mà máy tính có thể đọc được, không phải là phương tiện bất biến hoặc (2) phương tiện truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện sẵn có bất kỳ có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để tìm kiếm các lệnh, mã và/hoặc cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính.

Ví dụ, và không giới hạn, các phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính như vậy có thể là bất kỳ trong số các 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) hoặc các thiết bị lưu trữ đĩa quang khác, thiết bị lưu trữ đĩa từ, hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ tốc độ nhanh, 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, kết nối bất kỳ được gọi theo cách thích hợp là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu các lệnh được truyền từ trang web, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác bằng cách sử dụng cáp đồng trục, cáp quang sợi, cáp dây xoắn, đường thuê bao kỹ thuật số (digital subscriber line - DSL) hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến, và vi sóng, thì cáp đồng trục, cáp quang sợi, cáp dây xoắn, đường DSL hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi sóng được bao gồm trong định nghĩa phương tiện. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính và phương tiện lưu trữ dữ liệu không bao gồm các kết nối, sóng mang, tín hiệu hoặc phương tiện tạm thời khác, mà thay vào đó được hướng đến phương tiện lưu trữ hữu hình, không tạm thời. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa nén (Compact Disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa kỹ thuật số đa năng (Digital Versatile Disc - DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó các đĩa từ thường sao chép dữ liệu theo cách từ tính, trong khi đó đĩa quang sao chép dữ liệu theo cách quang học bằng các tia laze. Sự kết hợp của các loại phương tiện nêu trên cũng được bao gồm trong phạm vi của phương tiện đọc được bằng máy tính.

Các lệnh có thể được thực hiện 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 circuits - ASIC), các mảng logic lập trình được dạng trường (field programmable logic arrays - FPGAs), hoặc mạch logic rời rạc hoặc tích hợp tương đương khác. Do vậy, thuật ngữ “bộ xử lý”, như được sử dụng ở đây có thể chỉ cấu trúc bất kỳ trong các cấu trúc nêu trên hoặc cấu trúc khác bất kỳ phù hợp để thực hiện các kỹ thuật được mô tả ở đây. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, chức năng mô tả ở đây có thể được tạo ra trong mô đun phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hoá và giải mã, hoặc được kết hợp thành bộ mã hoá-giải mã kết hợp. Hơn nữa, các kỹ thuật có thể được thực hiện hoàn toàn trong một hoặc nhiều mạch hoặc phân tử logic.

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện trong nhiều loại cơ cấu hoặc thiết bị khác nhau, bao gồm máy cầm tay không dây, mạch tích hợp (integrated circuit - IC) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Các thành phần, mô đun hoặc đơn vị khác nhau được mô tả trong sáng chế để nhấn mạnh các khía cạnh chức năng của các thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật đã bộc lộ, chứ không nhất thiết phải được thực hiện bằng các đơn vị phần cứng khác nhau. Thay vào đó, như đã mô tả ở trên, các đơn vị khác nhau có

thể được kết hợp trong đơn vị phần cứng codec hoặc được cung cấp bởi một tập hợp các đơn vị phần cứng tương tác, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như mô tả ở trên, kết hợp với phần mềm và/hoặc firmware phù hợp.

Các ví dụ khác nhau đã được mô tả. Những ví dụ này và những ví dụ khác nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

xác định, ở mức lát, nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có thể áp dụng được cho lát;

xác định, ở mức khối, tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, cho khối của hình ảnh hiện thời, trong đó khối của hình ảnh hiện thời là đơn vị cây mã hóa (coding tree unit - CTU) của lát, và trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng bao gồm nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng gồm một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó và còn bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng cố định; và

lọc vòng lặp thích ứng khối của hình ảnh hiện thời theo tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng bao gồm bước:

mã hóa phần tử cú pháp biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, cho khối của hình ảnh hiện thời.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phần tử cú pháp là chỉ số cho danh sách bao gồm nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng.

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

mã hóa cờ tương ứng cho mỗi khối biểu thị liệu lọc vòng lặp thích ứng có được dùng cho khối tương ứng hay không.

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

mã hóa cờ tương ứng cho mỗi nhóm các khối của hình ảnh hiện thời biểu thị liệu lọc vòng lặp thích ứng có được dùng cho mỗi khối trong nhóm các khối tương ứng của hình ảnh hiện thời hay không.

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

xác định xem kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được dùng cho mỗi khối của hình ảnh hiện thời, hay cho mỗi khối trong nhóm các khối của hình ảnh hiện thời dựa trên một hoặc nhiều trong số:

số lượng các khối trong nhóm các khối có các cờ khối được mã hóa (coded block flag - CBF) khác 0,

số lượng các hệ số biến đổi khác 0,

số lượng các khối trong nhóm các khối được mã hóa trong chế độ cụ thể, và

số lượng các khối trong nhóm các khối được mã hóa với chế độ bỏ qua.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng còn bao gồm một hoặc nhiều trong số một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời.

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

thêm các bộ lọc vòng lặp thích ứng vào tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng để một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời được thêm vào đầu tiên, một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó được thêm vào thứ hai, và bộ lọc vòng lặp thích ứng cố định được thêm vào sau cùng.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời có giá trị chỉ số thấp hơn trong danh sách tập hợp bộ lọc so với một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó.

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

mã hóa, cho hình ảnh hiện thời, một hoặc nhiều phần tử cú pháp biểu thị bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời trong số một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời cho hình ảnh hiện thời.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng bao gồm các bộ lọc vòng lặp thích ứng được gán cho mỗi lớp trong số nhiều lớp.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng bao gồm bước mã hóa, đối với khối dữ liệu video thứ nhất, phần tử cú pháp thứ nhất biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, và mã hóa, đối với khối dữ liệu video thứ hai, phần tử cú pháp thứ hai biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai khác tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất, phương pháp này còn bao gồm các bước:

mã hóa khối dữ liệu video thứ nhất trong hình ảnh hiện thời để tạo khối dữ liệu video được tái tạo thứ nhất;

xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất từ tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất cho khối dữ liệu video được tái tạo thứ nhất;

áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất cho khối dữ liệu video được tái tạo thứ nhất;

mã hóa khối dữ liệu video thứ hai trong hình ảnh hiện thời để tạo ra khối dữ liệu video được tái tạo thứ hai;

xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai từ tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai cho khối dữ liệu video được tái tạo thứ hai; và

áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai cho khối dữ liệu video được tái tạo thứ hai.

13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc mã hóa bao gồm bước mã hóa, phương pháp này còn bao gồm bước:

chụp hình ảnh hiện thời bằng máy ảnh.

14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc mã hóa bao gồm bước giải mã, phương pháp này còn bao gồm bước:

hiển thị hình ảnh hiện thời.

15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khối của hình ảnh hiện thời là khối thứ nhất của hình ảnh hiện thời, phương pháp này còn bao gồm bước:

bộ lọc vòng lặp thích ứng khối thứ hai của hình ảnh hiện thời theo tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng được xác định cho khối thứ nhất của hình ảnh hiện thời.

16. 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 hình ảnh hiện thời của 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:

xác định, ở mức lát, nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có thể áp dụng được cho lát;

xác định, ở mức khối, tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, cho khối của hình ảnh hiện thời, trong đó khối của hình ảnh hiện thời là đơn vị cây mã hóa (CTU) của lát, và trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng bao gồm nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng gồm một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó và còn bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng cố định; và

lọc vòng lặp thích ứng khối của hình ảnh hiện thời theo tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng.

17. Thiết bị theo điểm 16, trong đó để xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

mã hóa phân tử cú pháp biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, cho khối của hình ảnh hiện thời.

18. Thiết bị theo điểm 17, trong đó phân tử cú pháp là chỉ số cho danh sách bao gồm nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng.

19. Thiết bị theo điểm 16, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

mã hóa cờ tương ứng cho mỗi khối biểu thị liệu bộ lọc vòng lặp thích ứng có được dùng cho khối tương ứng hay không.

20. Thiết bị theo điểm 16, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

mã hóa cờ tương ứng cho mỗi nhóm các khối của hình ảnh hiện thời biểu thị liệu bộ lọc vòng lặp thích ứng có được dùng cho mỗi khối trong nhóm các khối tương ứng của hình ảnh hiện thời hay không.

21. Thiết bị theo điểm 16, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định xem kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng được dùng cho mỗi khối của hình ảnh hiện thời, hay cho mỗi khối trong nhóm các khối của hình ảnh hiện thời dựa trên một hoặc nhiều trong số:

số lượng các khối trong nhóm các khối có các cờ khối được mã hóa (CBF) khác 0,
số lượng các hệ số biến đổi khác 0,

số lượng các khối trong nhóm các khối được mã hóa trong chế độ cụ thể, và
số lượng các khối trong nhóm các khối được mã hóa với chế độ bỏ qua.

22. Thiết bị theo điểm 16, trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng còn bao gồm một hoặc nhiều trong số một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời.

23. Thiết bị theo điểm 22, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

thêm các bộ lọc vòng lặp thích ứng vào tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng để một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời được thêm vào đầu tiên, một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó được thêm vào thứ hai, và bộ lọc vòng lặp thích ứng cố định được thêm vào sau cùng.

24. Thiết bị theo điểm 23, trong đó một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời có giá trị chỉ số thấp hơn trong danh sách tập hợp bộ lọc so với một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó.

25. Thiết bị theo điểm 22, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

mã hóa, cho hình ảnh hiện thời, một hoặc nhiều phần tử cú pháp biểu thị bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời trong số một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời cho hình ảnh hiện thời.

26. Thiết bị theo điểm 16, trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng bao gồm các bộ lọc vòng lặp thích ứng được gán cho mỗi lớp trong số nhiều lớp.

27. Thiết bị theo điểm 16, trong đó để xác định tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng, một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để mã hóa, đối với khối dữ liệu video thứ nhất, phần tử cú pháp thứ nhất biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, và mã hóa, cho khối dữ liệu video thứ hai, phần tử cú pháp thứ hai biểu thị tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai khác với tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

mã hóa khối dữ liệu video thứ nhất trong hình ảnh hiện thời để tạo ra khối dữ liệu video tái tạo thứ nhất;

xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất từ tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất cho khối dữ liệu video được tái tạo thứ nhất;

áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ nhất cho khối dữ liệu video được tái tạo thứ nhất;

mã hóa khối dữ liệu video thứ hai trong hình ảnh hiện thời để tạo ra khối dữ liệu video được tái tạo thứ hai;

xác định bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai từ tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai cho khối dữ liệu video được tái tạo thứ hai; và

áp dụng bộ lọc vòng lặp thích ứng thứ hai cho khối dữ liệu video được tái tạo thứ hai.

28. Thiết bị theo điểm 16, trong đó để mã hóa một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để mã hóa, thiết bị còn bao gồm:

máy ảnh được tạo cấu hình để chụp ảnh hiện thời.

29. Thiết bị theo điểm 16, trong đó để mã hóa một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để giải mã, thiết bị còn bao gồm:

màn hình được tạo cấu hình để hiển thị hình ảnh hiện thời.

30. Thiết bị theo điểm 16, trong đó khối của hình ảnh hiện thời là khối thứ nhất của hình ảnh hiện thời, và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

lọc vòng lặp thích ứng khối thứ hai của hình ảnh hiện thời theo tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng được xác định cho khối thứ nhất của hình ảnh hiện thời.

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

phương tiện để xác định, ở mức lát, nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có thể áp dụng được cho lát;

phương tiện để xác định, ở mức khối, tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, cho khối của hình ảnh hiện thời, trong đó khối của hình ảnh hiện thời là đơn vị cây mã hóa (CTU) của lát, và trong đó tập hợp bộ

lọc vòng lặp thích ứng bao gồm nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng gồm một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó và còn bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng cố định; và

phương tiện để lọc vòng lặp thích ứng khối của hình ảnh hiện thời theo tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng.

32. Thiết bị theo điểm 31, trong đó phương tiện để xác định tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng bao gồm:

phương tiện để mã hóa cờ cho khối biểu thị liệu kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng có được dùng cho khối hay không; và

phương tiện để mã hóa, dựa trên cờ cho khối, phần tử cú pháp biểu thị tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng, cho khối của hình ảnh hiện thời.

33. Thiết bị theo điểm 31, trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng còn bao gồm một hoặc nhiều trong số một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời.

34. 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:

xác định, ở mức lát, nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng có thể áp dụng được cho lát;

xác định, ở mức khối, tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng, cho khối của hình ảnh hiện thời, trong đó khối của hình ảnh hiện thời là đơn vị cây mã hóa (CTU) của lát, và trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng bao gồm nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng gồm một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng trước đó và còn bao gồm bộ lọc vòng lặp thích ứng cố định; và

lọc vòng lặp thích ứng khối của hình ảnh hiện thời theo tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng.

35. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 34, trong đó để xác định tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng tương ứng, các lệnh còn khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý:

mã hóa cờ cho khối biểu thị liệu kỹ thuật lọc vòng lặp thích ứng có được dùng cho khối hay không; và

mã hóa, dựa trên cờ cho khối, phần tử cú pháp biểu thị tập hợp các bộ lọc vòng lặp thích ứng, từ trong số nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng, cho khối của hình ảnh hiện thời.

36. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 34, trong đó tập hợp bộ lọc vòng lặp thích ứng còn bao gồm một hoặc nhiều trong số một hoặc nhiều bộ lọc vòng lặp thích ứng hiện thời được báo hiệu cho hình ảnh hiện thời.

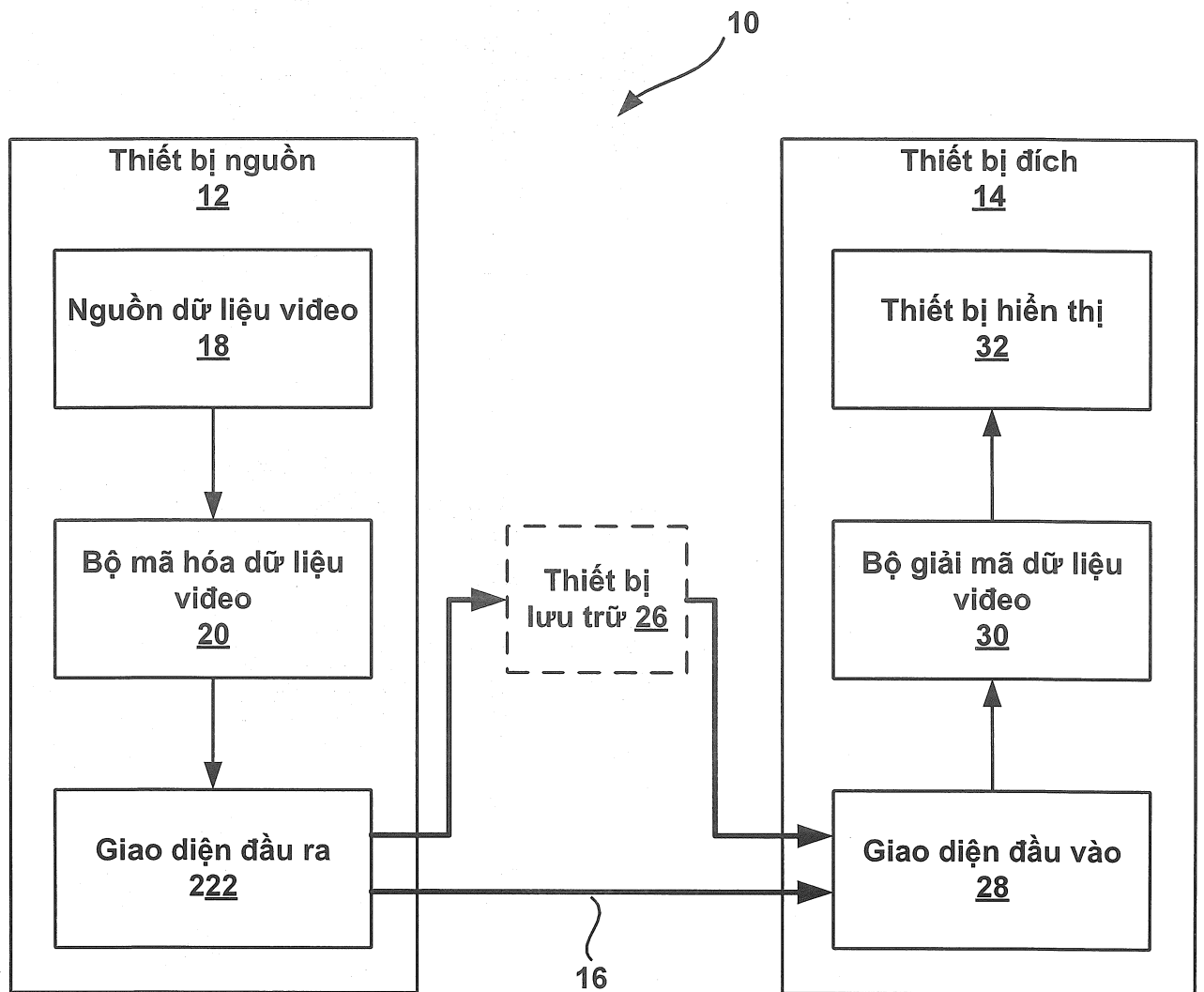


Fig.1



A	C	B

Fig.3A

	A	
	C	
	B	

Fig.3B

A		
	C	
		B

Fig.3C

		A
	C	
B		

Fig.3D



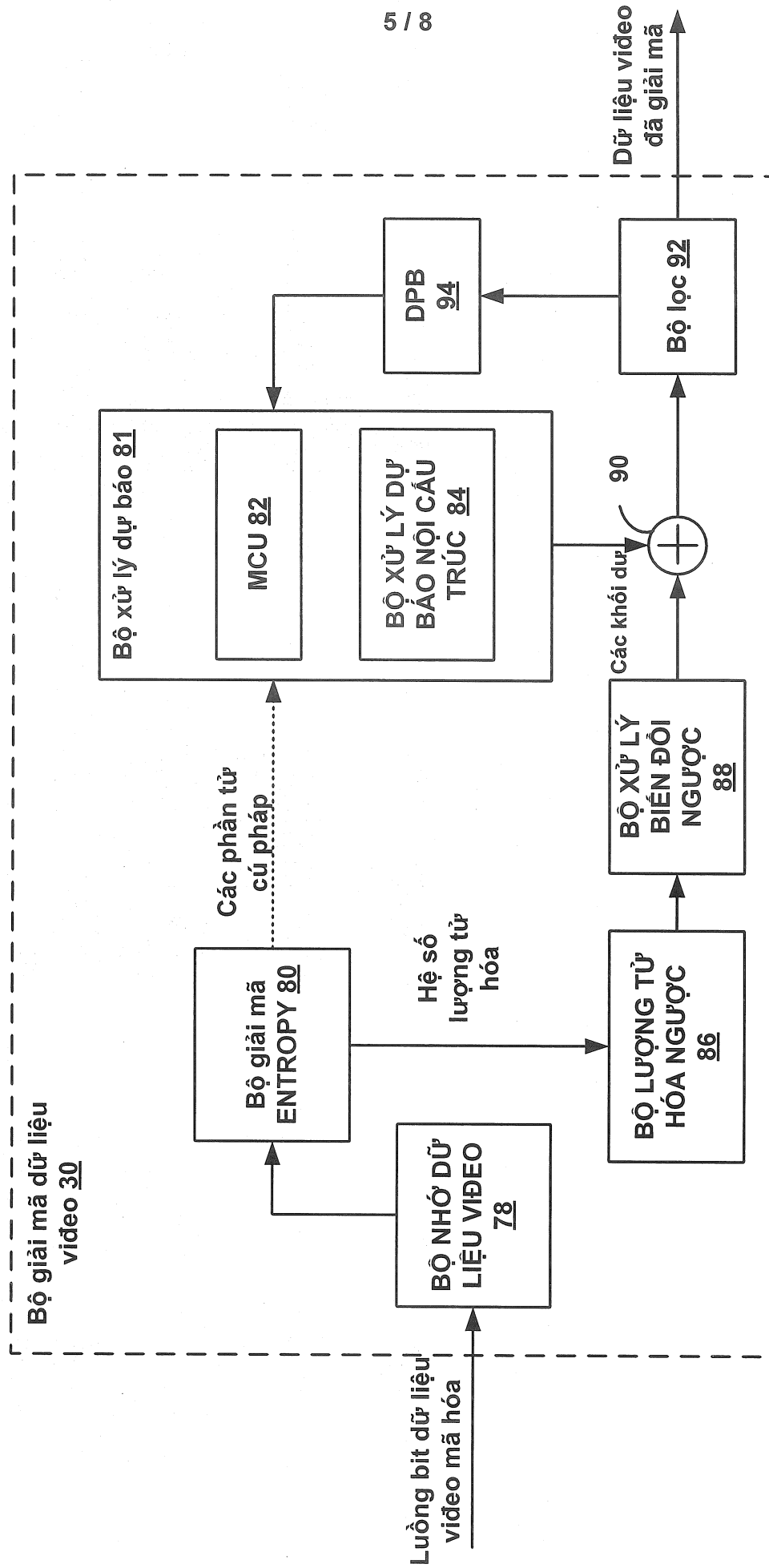


Fig.5

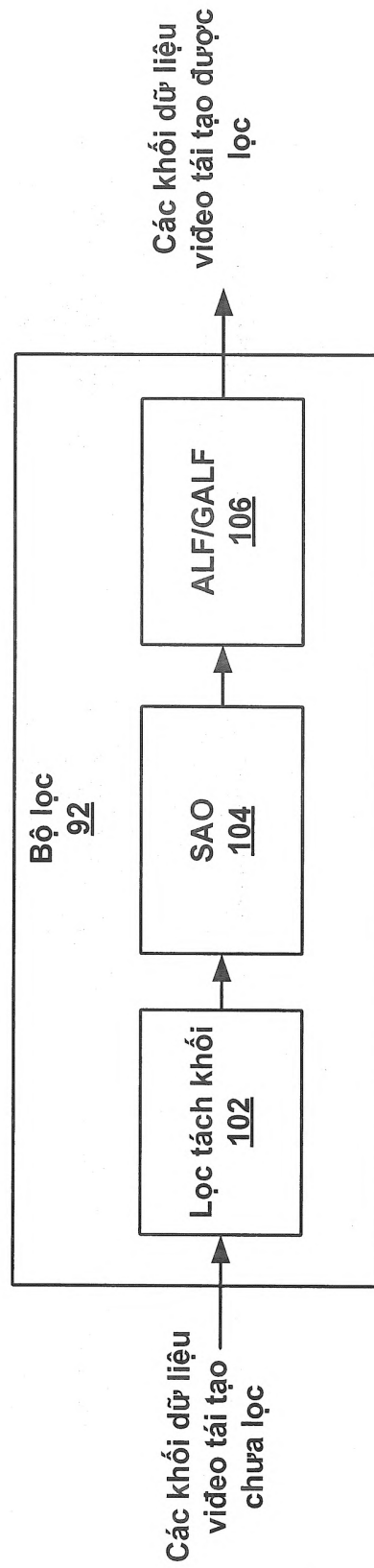


Fig.6

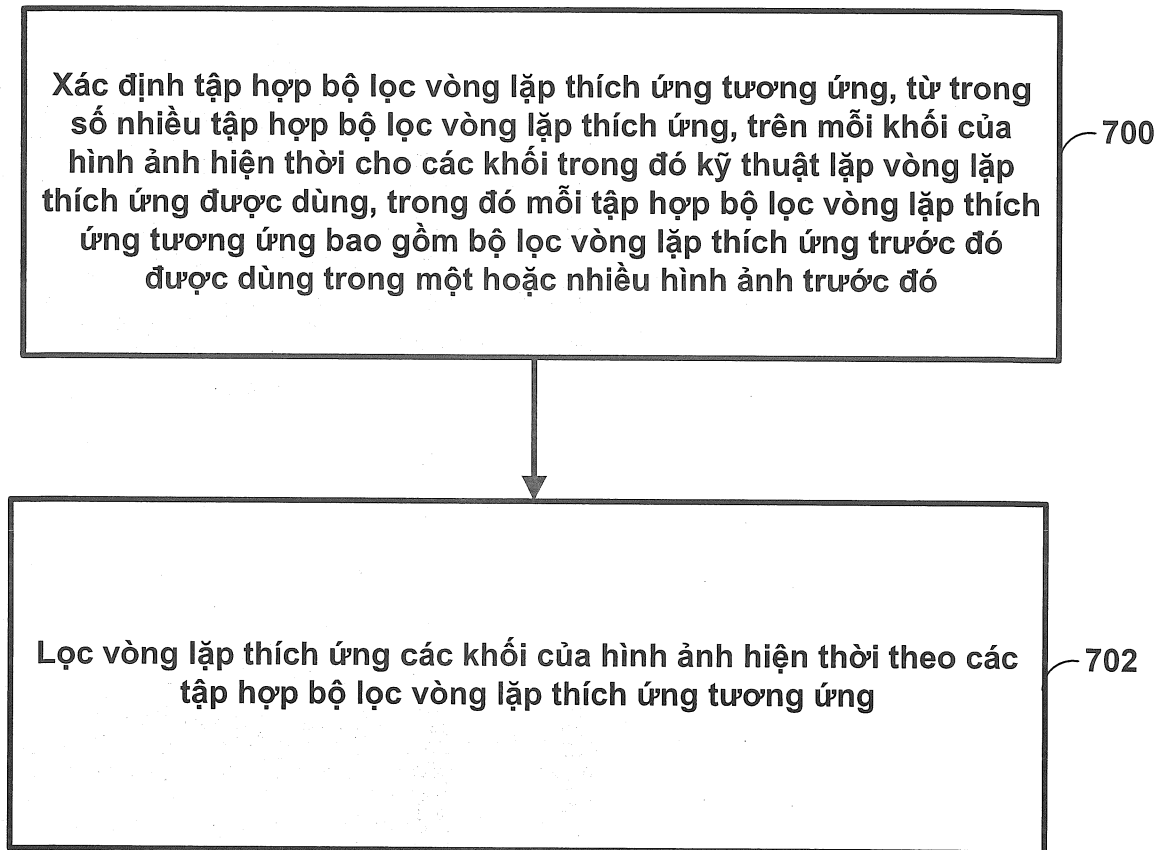


Fig.7

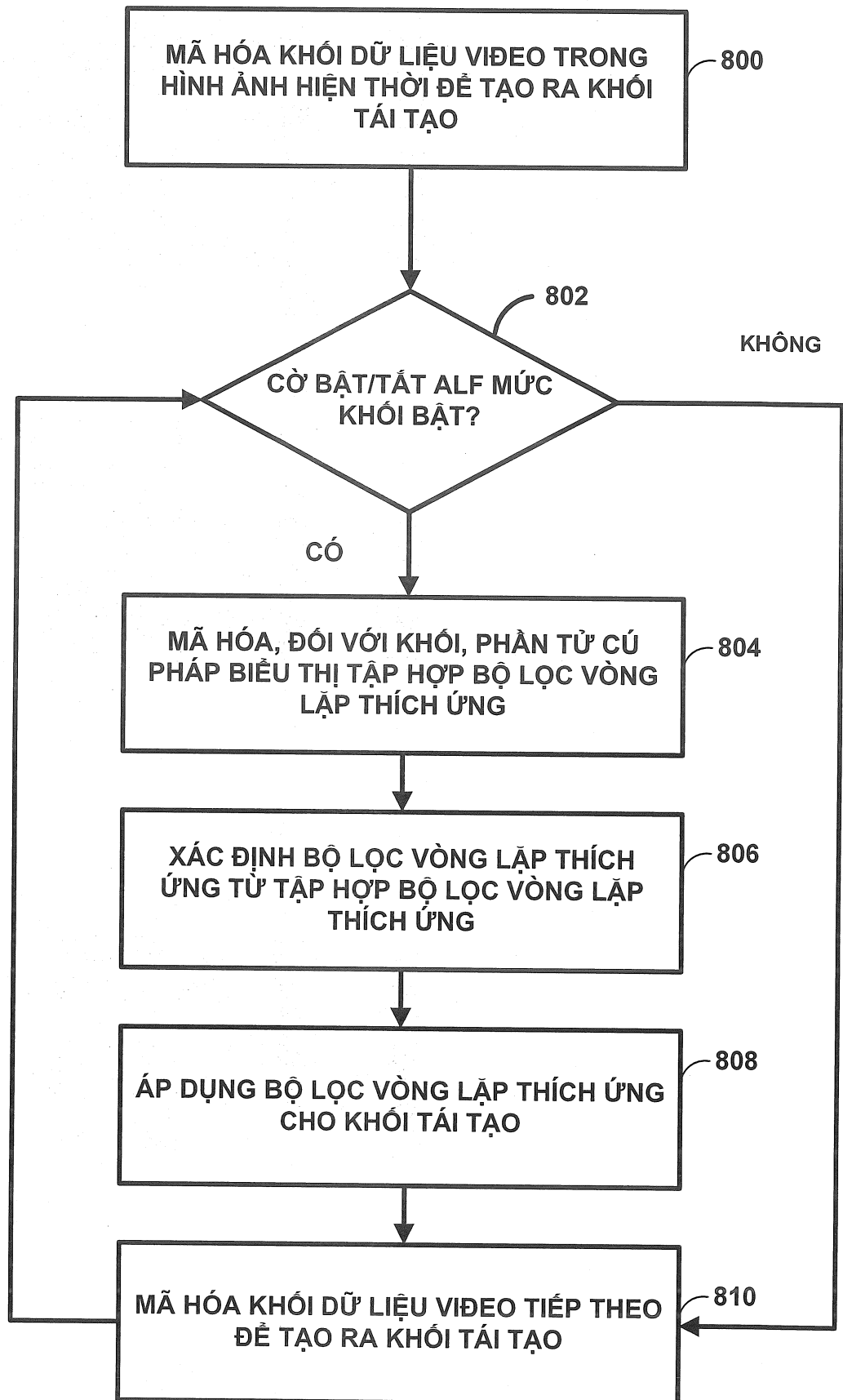


Fig.8