



(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)



1-0041319

(51)⁷ H04N 7/26; H04N 7/50; H04N 7/30

(13) B

(21) 1-2018-00207

(22) 07/03/2012

(62) 1-2013-03161

(86) PCT/US2012/028081 07/03/2012

(87) WO 2012/122275 A1 13/09/2012

(30) 61/450,555 08/03/2011 US; 61/451,496 10/03/2011 US; 61/451,485 10/03/2011 US;
61/452,384 14/03/2011 US; 61/494,855 08/06/2011 US; 61/497,345 15/06/2011 US;
13/413,472 06/03/2012 US

(45) 25/10/2024 439

(43) 26/03/2018 360A

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121, United States of America

(72) SOLE ROJALS, Joel (ES); JOSHI, Rajan L. (US); KARCZEWICZ, Marta (US).

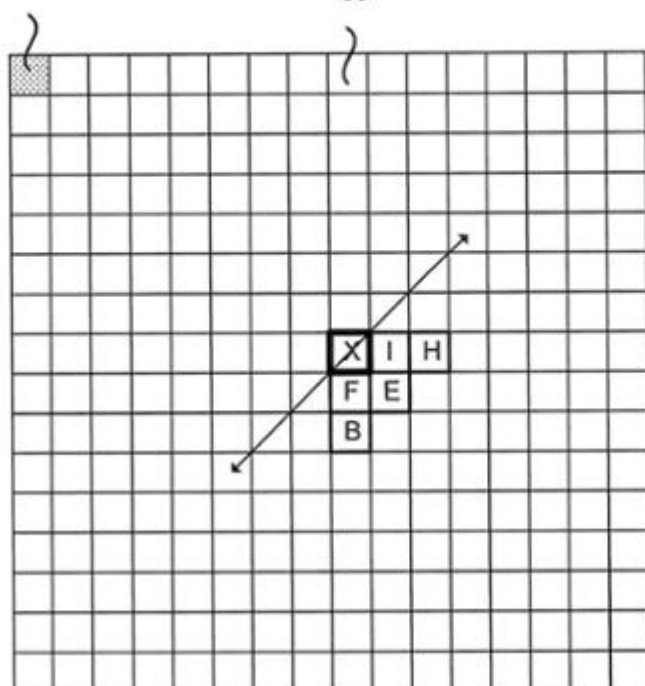
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ LẬP MÃ CÁC HỆ SỐ BIẾN ĐỔI LIÊN QUAN
ĐẾN DỮ LIỆU VIDEO DƯ CỦA KHỐI BIẾN ĐỔI TRONG QUY TRÌNH LẬP
MÃ VIDEO

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư của khối biến đổi trong quy trình lập mã video. Các khía cạnh của sáng chế đề cập đến kỹ thuật chọn thứ tự quét cho cả quy trình lập mã ảnh xạ có nghĩa và lập mã mức, cũng như chọn ngữ cảnh để mã hóa entropy phù hợp với thứ tự quét đã chọn. Sáng chế đề cập đến kỹ thuật điều hòa thứ tự quét để mã hóa cả ảnh xạ có nghĩa của các hệ số biến đổi cũng như lập mã các mức của hệ số biến đổi. Sáng chế đề xuất thứ tự quét ảnh xạ có nghĩa cần phải theo chiều ngược (tức là, từ tần số cao hơn đến tần số thấp hơn). Sáng chế còn đề xuất các hệ số biến đổi được quét trong các tập hợp con ngược với các khối con cố định. Cụ thể, các hệ số biến đổi được quét trong tập hợp con bao gồm một số hệ số liên tiếp theo thứ tự quét.

57

59



X	I	H
F	E	
B		

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kỹ thuật lập mã video, và cụ thể hơn là kỹ thuật quét và lập mã các hệ số biến đổi được tạo ra bởi quy trình lập mã video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tính năng video số có thể được đưa vào rất nhiều thiết bị, bao gồm truyền hình số, hệ thống phát rộng số trực tiếp, hệ thống phát rộng không dây, thiết bị trợ giúp số cá nhân (PDA - Personal Digital Assistant), máy tính xách tay hoặc máy tính để bàn, camera số, thiết bị ghi số, thiết bị đọc đa phương tiện số, thiết bị trò chơi video, bàn điều khiển trò chơi video, máy điện thoại di động hoặc vô tuyến vệ tinh, thiết bị hội thảo truyền hình từ xa, và các thiết bị tương tự. Thiết bị video số thực thi các kỹ thuật nén video, như các kỹ thuật được mô tả trong các tiêu chuẩn MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Phần 10, tiêu chuẩn mã hóa video nâng cao (AVC - Advanced Video Coding), tiêu chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (HEVC - High Efficiency Video Coding) hiện đang được phát triển và các phiên bản mở rộng của các tiêu chuẩn này, để truyền, thu và lưu trữ thông tin video số hiệu quả hơn.

Kỹ thuật nén video bao gồm dự báo không gian và/hoặc dự báo thời gian để giảm hoặc loại bỏ phần dư vốn có trong các chuỗi video. Với kỹ thuật lập mã video dựa vào khối, khung hoặc lát video có thể được phân chia thành các khối. Mỗi khối còn có thể được phân chia tiếp. Các khối trong khung hoặc lát lập mã nội cấu trúc (I) được mã hóa bằng cách sử dụng kỹ thuật dự báo không gian dựa vào các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng một khung hoặc lát. Các khối trong khung hoặc lát lập mã liên cấu trúc (P hoặc B) có thể sử dụng kỹ thuật dự báo không gian dựa vào các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng một khung hoặc lát, hoặc dự báo thời gian dựa vào các mẫu tham chiếu trong các khung tham chiếu khác. Dự báo không gian hoặc thời gian tạo ra khối dư báo cho khối cần được lập mã. Dữ liệu dư biểu diễn vi sai điểm ảnh giữa khối gốc cần được lập mã và khối dự báo.

Khối lập mã liên cấu trúc được mã hóa theo vectơ chuyển động trở đến khối gồm

các mẫu tham chiếu tạo thành khối dự báo, và dữ liệu dư chỉ báo vi sai giữa khối đã lập mã và khối dự báo. Khối lập mã nội cấu trúc được mã hóa theo chế độ lập mã nội cấu trúc và dữ liệu dư. Để nén hơn nữa, dữ liệu dư có thể được biến đổi từ miền điểm ảnh sang miền biến đổi, tạo ra các hệ số biến đổi dư có thể được lượng tử hóa. Các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa, trước tiên được sắp xếp thành mảng hai chiều, có thể được quét theo thứ tự cụ thể để tạo ra vector một chiều của các hệ số biến đổi để lập mã entropy.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến khối dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Các kỹ thuật, cấu trúc và phương pháp nêu trong bản mô tả này có thể áp dụng cho quy trình lập mã video sử dụng kỹ thuật lập mã entropy (ví dụ, kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (CABAC - Context Adaptive Binary Arithmetic Coding)) để lập mã các hệ số biến đổi. Theo các khía cạnh, sáng chế đề cập đến kỹ thuật chọn thứ tự quét cho cả hai quy trình lập mã ánh xạ có nghĩa và quy trình lập mã mức và dấu, cũng như chọn ngữ cảnh để lập mã entropy phù hợp với thứ tự quét đã chọn. Các kỹ thuật, cấu trúc và phương pháp theo sáng chế có thể áp dụng để sử dụng ở cả bộ mã hóa video lẫn bộ giải mã video.

Sáng chế đề cập đến việc điều hòa thứ tự quét để lập mã cả ánh xạ có nghĩa của các hệ số biến đổi cũng như lập mã các mức của hệ số biến đổi. Tức là, theo một số ví dụ, thứ tự quét đối với ánh xạ có nghĩa và lập mã mức cần phải có mẫu và chiều như nhau. Theo ví dụ khác, sáng chế đề xuất rằng thứ tự quét đối với ánh xạ có nghĩa cần phải theo chiều ngược (tức là, từ các hệ số cho các tần số cao hơn đến các hệ số cho các tần số thấp hơn). Theo ví dụ khác, sáng chế đề xuất rằng thứ tự quét đối với ánh xạ có nghĩa và lập mã mức cần được điều hòa sao cho mỗi thứ tự này tiến hành theo chiều ngược.

Sáng chế còn đề cập đến, theo một số ví dụ, các hệ số biến đổi được quét trong các tập hợp con. Cụ thể, các hệ số biến đổi được quét trong tập hợp con gồm một số hệ số liên tiếp theo thứ tự quét. Các tập hợp con này có thể áp dụng được cho cả việc quét ánh xạ có nghĩa cũng như quét mức hệ số.

Ngoài ra, sáng chế đề cập đến, theo một số ví dụ, quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số được thực hiện trong các quy trình quét liên tiếp và theo cùng một thứ tự quét. Theo một khía cạnh, thứ tự quét là thứ tự quét ngược. Các quy trình quét liên tiếp có thể gồm một số bước quét. Mỗi bước quét có thể bao gồm bước quét phần tử cú pháp. Ví dụ, bước

quét thứ nhất là quét ánh xạ có nghĩa (còn được gọi là bin 0 của mức của các hệ số biến đổi), bước quét thứ hai là quét bin một của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con, bước quét thứ ba có thể là quét bin hai của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con, bước quét thứ tư là quét các bin còn lại trong số các mức hệ số biến đổi, và bước quét thứ năm là quét dấu của các mức hệ số biến đổi. Bước quét dấu có thể thực hiện tại điểm bất kỳ sau bước quét ánh xạ có nghĩa. Ngoài ra, số bước quét có thể được giảm bớt bằng cách lập mã nhiều hơn một phần tử cú pháp mỗi bước quét. Ví dụ, một bước quét cho các phần tử cú pháp sử dụng các bin đã lập mã và bước quét thứ hai cho các phần tử cú pháp sử dụng các bin mạch rẽ (ví dụ, các mức còn lại và dấu). Trong ngữ cảnh này, bin là một phần của chuỗi bin được lập mã entropy. Phần tử cú pháp có giá trị phi nhị phân đã cho được ánh xạ sang chuỗi nhị phân (được gọi là chuỗi bin).

Sáng chế cũng đề cập đến, theo một số ví dụ, các hệ số biến đổi được lập mã entropy bằng cách sử dụng kỹ thuật CABAC trong hai vùng ngữ cảnh khác nhau. Thông tin suy ra ngữ cảnh cho vùng ngữ cảnh thứ nhất phụ thuộc vào vị trí của các hệ số biến đổi, còn thông tin suy ra ngữ cảnh cho vùng thứ hai phụ thuộc vào các hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả của các hệ số biến đổi. Theo ví dụ khác, vùng ngữ cảnh thứ hai có thể sử dụng hai mô hình ngữ cảnh khác nhau phụ thuộc vào vị trí của các hệ số biến đổi.

Theo một ví dụ, sáng chế đề cập đến phương pháp lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Phương pháp này bao gồm bước lập mã thông tin chỉ báo các hệ số có nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét, chia thông tin đã lập mã thành ít nhất là vùng thứ nhất và vùng thứ hai, lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ nhất theo tập hợp ngữ cảnh thứ nhất bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh, và lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ hai theo tập hợp ngữ cảnh thứ hai bằng cách sử dụng cùng một tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh giống như vùng thứ nhất.

Theo ví dụ khác, sáng chế đề cập đến thiết bị được tạo cấu hình để lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Thiết bị này bao gồm bộ phận lập mã video được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ báo các hệ số có nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét, chia thông tin đã lập mã thành ít nhất là vùng thứ nhất và vùng thứ hai, lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ nhất theo tập hợp ngữ cảnh thứ nhất bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh, và lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ hai theo tập hợp ngữ cảnh thứ hai bằng cách sử dụng

cùng một tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh giống như vùng thứ nhất .

Theo ví dụ khác, sáng chế đề cập đến thiết bị được tạo cấu hình để lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Thiết bị này bao gồm phương tiện lập mã thông tin chỉ báo các hệ số có nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét, phương tiện chia thông tin đã lập mã thành ít nhất là vùng thứ nhất và vùng thứ hai, phương tiện lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ nhất theo tập hợp ngữ cảnh thứ nhất bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh, và phương tiện lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ hai theo tập hợp ngữ cảnh thứ hai bằng cách sử dụng cùng một tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh giống như vùng thứ nhất.

Theo ví dụ khác, sáng chế đề cập đến phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh để, khi được thực thi, khiến cho bộ xử lý của thiết bị lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video để lập mã thông tin chỉ báo các hệ số có nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét, chia thông tin đã lập mã thành ít nhất là vùng thứ nhất và vùng thứ hai, lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ nhất theo ngữ cảnh thứ nhất bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh, và lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ hai theo ngữ cảnh thứ hai bằng cách sử dụng cùng một tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh giống như vùng thứ nhất.

Chi tiết về một hoặc nhiều ví dụ sẽ được mô tả trong các hình vẽ kèm theo và phần mô tả chi tiết dưới đây. Các dấu hiệu, các đối tượng và các ưu điểm khác sẽ được hiểu rõ từ phần mô tả chi tiết và các hình vẽ, và từ phần yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khái niệm minh họa quy trình lập mã ánh xạ có nghĩa.

Fig.2 là sơ đồ khái niệm minh họa các mẫu quét và các chiều quét để lập mã ánh xạ có nghĩa.

Fig.3 là sơ đồ khái niệm minh họa kỹ thuật quét để lập mã mức của đơn vị biến đổi.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa hệ thống lập mã video làm ví dụ.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa video làm ví dụ.

Fig.6 là sơ đồ khái niệm minh họa các thứ tự quét ngược để lập mã ánh xạ có nghĩa và mức hệ số.

Fig.7 là sơ đồ khái niệm minh họa tập hợp con hệ số biến đổi thứ nhất theo thứ tự quét chéo ngược.

Fig.8 là sơ đồ khái niệm minh họa tập hợp con hệ số biến đổi thứ nhất theo thứ tự quét ngang ngược.

Fig.9 là sơ đồ khái niệm minh họa tập hợp con hệ số biến đổi thứ nhất theo thứ tự quét dọc ngược.

Fig.10 là sơ đồ khái niệm minh họa các vùng ngữ cảnh để lập mã ánh xạ có nghĩa.

Fig.11 là sơ đồ khái niệm minh họa các vùng ngữ cảnh làm ví dụ để lập mã ánh xạ có nghĩa bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược.

Fig.12 là sơ đồ khái niệm minh họa các hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả làm ví dụ để lập mã entropy bằng cách sử dụng thứ tự quét thuận.

Fig.13 là sơ đồ khái niệm minh họa các hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả làm ví dụ để lập mã entropy bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược.

Fig.14 là sơ đồ khái niệm minh họa các vùng ngữ cảnh làm ví dụ để lập mã entropy bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược.

Fig.15 là sơ đồ khái niệm minh họa các hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả làm ví dụ để lập mã entropy bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược.

Fig.16 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ khác của các vùng ngữ cảnh để mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (CABAC) bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược.

Fig.17 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ khác của các vùng ngữ cảnh để mã hóa CABAC bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược.

Fig.18 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ khác của các vùng ngữ cảnh để mã hóa CABAC bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược.

Fig.19 là sơ đồ khối minh họa bộ phận lập mã entropy làm ví dụ.

Fig.20 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã video làm ví dụ.

Fig.21 là sơ đồ khối minh họa bộ phận giải mã entropy làm ví dụ.

Fig.22 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số với thứ tự quét điều hòa.

Fig.23 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số và lập mã entropy thông tin suy ra ngữ cảnh.

Fig.24 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số và lập mã entropy thông tin suy ra ngữ cảnh.

Fig.25 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số và lập mã entropy thông tin suy ra ngữ cảnh.

Fig.26 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để lập mã ánh xạ có nghĩa bằng cách sử dụng chiều quét ngược.

Fig.27 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số theo các tập hợp con hệ số biến đổi.

Fig.28 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số theo các tập hợp con hệ số biến đổi.

Fig.29 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số theo các tập hợp con hệ số biến đổi.

Fig.30 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để lập mã entropy bằng cách sử dụng nhiều vùng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thiết bị video số thi hành các kỹ thuật nén video để truyền và thu thông tin video số hiệu quả hơn. Kỹ thuật nén video có thể các áp dụng các kỹ thuật dự báo không gian (nội khung) và/hoặc dự báo thời gian (liên khung) để giảm hoặc loại bỏ phần dư vốn có trong chuỗi video.

Để lập mã video theo tiêu chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (HEVC) hiện đang được phát triển bởi nhóm cộng tác chung về mã hóa video” (JCT-VC - Joint Collaborative Team for Video Coding), theo một ví dụ, khung video có thể được phân chia thành các đơn vị mã hóa. Đơn vị mã hóa thường được dùng để chỉ vùng hình ảnh dùng làm đơn vị cơ bản mà các công cụ mã hóa khác nhau được áp dụng để nén video. Đơn vị mã hóa thường là hình vuông (mặc dù không nhất thiết như vậy), và có thể được coi là tương tự như khối macrô, theo các tiêu chuẩn mã hóa video khác như ITU-T H.264 chẳng hạn. Kỹ thuật lập mã theo một số khía cạnh được đề xuất hiện thời của tiêu chuẩn HEVC đang phát triển sẽ được mô tả trong bản mô tả này để minh họa. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể hữu dụng cho các quy trình lập mã video khác, như các quy trình được định nghĩa theo tiêu chuẩn H.264 hoặc các quy trình lập mã video tiêu chuẩn hoặc độc quyền khác.

Để đạt được hiệu suất lập mã mong muốn, đơn vị mã hóa (CU - Coding Unit) có thể có các cỡ thay đổi tùy thuộc vào nội dung video. Ngoài ra, đơn vị mã hóa có thể được phân chia thành các khối nhỏ hơn dùng cho việc dự báo hoặc biến đổi. Cụ thể, mỗi đơn vị mã hóa có thể được phân chia tiếp thành các đơn vị dự báo (PU - Prediction Unit) và các đơn vị biến đổi (TU – Transform Unit). Các đơn vị dự báo có thể được coi là tương tự như

các phần chia theo các tiêu chuẩn mã hóa video khác, như tiêu chuẩn H.264. Đơn vị biến đổi (TU) thường được dùng để chỉ khối dữ liệu dư được áp dụng kỹ thuật biến đổi để tạo ra các hệ số biến đổi.

Đơn vị mã hóa thường có một thành phần độ chói, ký hiệu là Y, và hai thành phần màu, ký hiệu là U và V. Tùy thuộc vào định dạng lấy mẫu video, cỡ của các thành phần U và V, tính theo số mẫu, có thể là giống hoặc khác với cỡ của thành phần Y.

Để lập mã khối (ví dụ, đơn vị dự báo của dữ liệu video), biến độc lập của khối được suy ra trước tiên. Biến độc lập, còn được gọi là khối dự báo, có thể được suy ra bằng cách dự báo nội cấu trúc (I) (tức là, dự báo không gian) hoặc dự báo liên cấu trúc (P hoặc B) (tức là dự báo thời gian). Vì vậy, một số đơn vị dự báo có thể được lập mã nội cấu trúc (I) bằng cách sử dụng kỹ thuật dự báo không gian dựa vào các mẫu tham chiếu trong các khối tham chiếu lân cận trong cùng một khung (hoặc lát), và các đơn vị dự báo khác có thể được lập mã liên cấu trúc một chiều (P) hoặc được lập mã liên cấu trúc hai chiều (B) dựa vào các khối mẫu tham chiếu trong các khung (hoặc các lát) khác được lập mã trước đó. Trong mỗi trường hợp, các mẫu tham chiếu có thể được sử dụng để tạo nên khối dự báo cho khối cần được lập mã.

Ngay khi nhận dạng được khối dự báo, vi sai giữa khối dữ liệu video gốc và khối dự báo của nó được xác định. Vi sai này có thể được gọi là dữ liệu dư dự báo, và chỉ báo vi sai điểm ảnh giữa các giá trị điểm ảnh trong khối cần được lập mã và các giá trị điểm ảnh trong khối dự báo được chọn để biểu diễn khối lập mã. Để nén tốt hơn, dữ liệu dư dự báo có thể được biến đổi, ví dụ, bằng cách sử dụng kỹ thuật biến đổi cosin rời rạc (DCT - Discrete Cosine Transform), biến đổi số nguyên, biến đổi Karhunen-Loeve (K-L), hoặc kỹ thuật biến đổi khác.

Dữ liệu dư trong khối biến đổi, như TU, có thể được sắp xếp theo mảng hai chiều (2D) của các giá trị vi sai điểm ảnh nằm trong miền điểm ảnh không gian. Phép biến đổi chuyển đổi các giá trị điểm ảnh dư thành mảng hai chiều của các hệ số biến đổi trong miền biến đổi, như miền tần số. Để nén hơn nữa, các hệ số biến đổi có thể được lượng tử hóa trước khi lập mã entropy. Tiếp đó, bộ lập mã entropy áp dụng kỹ thuật lập mã entropy, như mã hóa độ dài thay đổi thích ứng theo ngữ cảnh (CAVLC - Context Adaptive Variable Length Coding), mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (CABAC), mã hóa thích ứng phân chia khoảng xác suất (PIPE - Probability Interval Partitioning Adaptive Coding), hoặc kỹ thuật mã hóa tương tự, cho các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa.

Để lập mã entropy khối các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa, quy trình quét thường được thực hiện để cho mảng hai chiều (2D) của các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa trong khối được xử lý, theo thứ tự quét cụ thể, thành mảng một chiều (1D) đã sắp thứ tự, tức là, vector, của các hệ số biến đổi. Kỹ thuật lập mã entropy được áp dụng theo thứ tự 1-D của các hệ số biến đổi. Việc quét các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa trong đơn vị biến đổi sẽ nối tiếp mảng 2D của các hệ số biến đổi cho bộ lập mã entropy. Ánh xạ có nghĩa có thể được tạo ra để chỉ báo vị trí của các hệ số có nghĩa (tức là khác không). Quy trình quét có thể được áp dụng để quét các mức của các hệ số có nghĩa (tức là khác không) và/hoặc để lập mã dấu của các hệ số có nghĩa.

Đối với kỹ thuật DCT, theo một ví dụ, xác suất của các hệ số khác không thường cao hơn về phía góc trái trên (tức là, vùng tần số thấp) của đơn vị biến đổi 2D. Có thể mong muốn quét các hệ số sao cho gia tăng xác suất tạo nhóm các hệ số khác không với nhau tại một đầu của chuỗi hệ số nối tiếp, cho phép các hệ số có giá trị bằng không được tạo nhóm với nhau về phía đầu còn lại của vector nối tiếp này và được lập mã hiệu quả hơn dưới dạng các chuỗi số không. Vì lý do này, nên thứ tự quét có thể là quan trọng để lập mã entropy hiệu quả.

Theo một ví dụ, thứ tự quét gọi là thứ tự quét chéo (hoặc đầu sóng) được chấp nhận sử dụng để quét các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa theo tiêu chuẩn HEVC. Theo cách khác, thứ tự quét đích dắc, quét ngang, quét dọc hoặc các thứ tự quét khác có thể được sử dụng. Thông qua biến đổi và lượng tử hóa, như nêu trên, các hệ số biến đổi khác không thường nằm ở vùng tần số thấp về phía vùng trái trên của khối trong ví dụ sử dụng kỹ thuật biến đổi DCT. Do vậy, sau quy trình quét chéo, quy trình này có thể đi qua vùng trái trên trước tiên, các hệ số biến đổi khác không thường có nhiều khả năng nằm ở phần đầu của quy trình quét. Đối với quy trình quét chéo đi từ vùng phải dưới trước tiên, các hệ số biến đổi khác không thường có nhiều khả năng nằm ở phần sau của quy trình quét.

Một số hệ số giá trị bằng không thường sẽ được tạo nhóm tại một đầu của quy trình quét, tùy thuộc vào chiều quét, do năng lượng giảm ở các tần số cao hơn, và do kết quả của lượng tử hóa, có thể làm cho một số hệ số khác không trở thành các hệ số có giá trị bằng không khi giảm độ sâu bit. Các đặc tính phân bố hệ số trong mảng 1D nối tiếp này có thể được sử dụng trong thiết kế bộ lập mã entropy để cải thiện hiệu suất lập mã. Nói cách khác, nếu các hệ số khác không có thể được sắp xếp hiệu quả trong một phần của mảng 1D nhờ thứ tự quét thích hợp, có thể dự tính hiệu suất lập mã tốt hơn do thiết kế của

nhiều bộ lập mã entropy.

Để đạt được mục đích đặt nhiều hệ số khác không hơn tại một đầu của mảng 1D này, các thứ tự quét khác nhau có thể được sử dụng ở bộ mã hóa-giải mã video (CODEC) để lập mã các hệ số biến đổi. Trong một số trường hợp, quét chéo có thể hiệu quả. Trong các trường hợp khác, các kiểu quét khác, như quét đích dắc, quét dọc hoặc quét ngang có thể hiệu quả hơn.

Các thứ tự quét khác nhau có thể được tạo lập theo nhiều cách khác nhau. Một ví dụ là, đối với mỗi khối hệ số biến đổi, thứ tự quét “tốt nhất” có thể được chọn từ một số thứ tự quét khả dụng. Bộ mã hóa video có thể cung cấp cho bộ giải mã, với mỗi khối, thông tin chỉ báo chỉ số của thứ tự quét tốt nhất trong tập hợp thứ tự quét được biểu thị bằng các chỉ số tương ứng. Lựa chọn thứ tự quét tốt nhất có thể được xác định bằng cách áp dụng một vài thứ tự quét và chọn thứ tự quét hiệu quả nhất khi đặt các hệ số khác không ở gần đầu hoặc cuối vector một chiều, nhờ vậy giúp lập mã entropy hiệu quả.

Theo ví dụ khác, thứ tự quét đối với khối hiện thời có thể được xác định dựa vào nhiều yếu tố khác nhau liên quan đến việc lập mã đơn vị dự báo thích hợp, như chế độ dự báo (I, B, P), cỡ khối, kỹ thuật biến đổi hoặc các yếu tố khác. Trong một số trường hợp, vì cùng một thông tin, ví dụ, chế độ dự báo, có thể được suy ra ở cả hai phía bộ mã hóa và bộ giải mã, nên có thể không cần cung cấp thông tin chỉ báo chỉ số thứ tự quét cho bộ giải mã. Thay vì vậy, bộ giải mã video có thể lưu trữ dữ liệu cấu hình chỉ báo thứ tự quét thích hợp dựa vào kiến thức về chế độ dự báo dùng cho khối, và một hoặc nhiều tiêu chuẩn để ánh xạ chế độ dự báo sang thứ tự quét cụ thể.

Để cải thiện hơn nữa hiệu suất lập mã, các thứ tự quét khả dụng có thể không hoàn toàn bất biến trong suốt thời gian. Thay vì vậy, có thể cho phép thích ứng nhất định để cho thứ tự quét được điều chỉnh thích ứng, ví dụ, dựa vào các hệ số đã được lập mã. Nói chung, việc thích ứng thứ tự quét có thể được thực hiện sao cho, theo thứ tự quét đã chọn, các hệ số bằng không và khác không có thể được tạo nhóm với nhau.

Trong một số thiết bị CODEC video, các thứ tự quét khả dụng ban đầu có thể ở dạng rất thông thường như quét ngang, quét dọc, quét chéo hoặc quét đích dắc thuần túy. Theo cách khác, thứ tự quét có thể được suy ra thông qua quy trình huấn luyện và do đó có thể được coi là có phần ngẫu nhiên. Quy trình huấn luyện có thể bao gồm áp dụng các thứ tự quét khác nhau cho khối hoặc chuỗi khối để xác định thứ tự quét tạo ra kết quả mong muốn, về việc bố trí hiệu quả các hệ số có giá trị khác không và bằng không chẳng

hạn, như nêu trên.

Nếu thứ tự quét được suy ra từ quy trình huấn luyện, hoặc nếu các kiểu thứ tự quét khác nhau có thể được chọn, thì có thể có lợi nếu lưu các thứ tự quét cụ thể ở cả hai phía bộ mã hóa và bộ giải mã. Lượng dữ liệu xác định các thứ tự quét này có thể lớn đáng kể. Ví dụ, đối với khối biến đổi 32×32 , một thứ tự quét có thể gồm 1024 vị trí hệ số biến đổi. Vì có thể có các khối có cỡ khác nhau và, với mỗi cỡ khối biến đổi, có thể có một số thứ tự quét khác nhau, nên tổng lượng dữ liệu cần được lưu không phải là nhỏ. Các thứ tự quét thông thường như thứ tự quét chéo, quét ngang, quét dọc hoặc quét đích đặc có thể không cần lưu trữ, hoặc có thể chỉ cần lưu trữ tối thiểu. Tuy nhiên, các thứ tự quét chéo, quét ngang, quét dọc hoặc quét đích đặc có thể không cung cấp được độ đa dạng đủ để có hiệu suất lập mã bằng với các thứ tự quét đã được huấn luyện.

Theo một ví dụ thông thường, đối với tiêu chuẩn H.264 và HEVC hiện đang được phát triển, khi bộ lập mã entropy CABAC được sử dụng, vị trí của các hệ số có nghĩa (tức là, các hệ số biến đổi khác không) trong khối biến đổi (tức là, đơn vị biến đổi theo tiêu chuẩn HEVC) được mã hóa trước mức của các hệ số. Quy trình lập mã các vị trí của các hệ số có nghĩa được gọi là lập mã ánh xạ có nghĩa. Phần có nghĩa của hệ số giống như bin 0 của mức hệ số. Như được thể hiện trên Fig.1, việc lập mã ánh xạ có nghĩa của các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa 11 tạo ra ánh xạ có nghĩa 13. Ánh xạ có nghĩa 13 là ánh xạ của các giá trị 1 và các giá trị 0, trong đó giá trị 1 chỉ báo vị trí của các hệ số có nghĩa. Ánh xạ có nghĩa thường cần tỷ lệ tốc độ bit video cao. Kỹ thuật theo sáng chế cũng có thể áp dụng để sử dụng với các bộ mã hóa entropy khác (ví dụ, PIPE).

Quy trình làm ví dụ để lập mã ánh xạ có nghĩa được mô tả trong tài liệu D. Marpe, H. Schwarz, và T. Wiegand "Context-Based Adaptive Binary Arithmetic Coding in the H.264/AVC Video Compression Standard," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, tập 13, số 7, tháng 7 năm 2003. Theo quy trình này, ánh xạ có nghĩa được lập mã nếu có ít nhất một hệ số có nghĩa trong khối, như được chỉ báo bằng cờ khối lập mã (CBF - Coded Block Flag) được định nghĩa như sau:

Cờ khối lập mã (CBF): coded_block_flag là ký hiệu một bit, chỉ báo việc có hay không các hệ số có nghĩa, tức là, các hệ số khác không trong một khối hệ số biến đổi, mà trong đó mẫu khối lập mã chỉ báo các mục nhập khác không. Nếu coded_block_flag bằng không, thì không còn thông tin được truyền cho khối liên quan.

Nếu có các hệ số có nghĩa trong khối, thì ánh xạ có nghĩa được mã hóa theo thứ tự quét của các hệ số biến đổi trong khối như sau:

Quét các hệ số biến đổi: các mảng hai chiều của các mức hệ số biến đổi của các khối con mà trong đó cờ coded_block_flag chỉ báo các mục nhập khác không được ánh xạ trước tiên vào danh mục một chiều bằng cách sử dụng mẫu quét đã cho. Nói cách khác, các khối con với các hệ số có nghĩa được quét theo mẫu quét.

Dựa trên mẫu quét, ánh xạ có nghĩa được quét như sau:

Ánh xạ có nghĩa: Nếu coded_block_flag chỉ báo rằng khối có các hệ số có nghĩa, thì ánh xạ có nghĩa dạng giá trị nhị phân được mã hóa. Đối với mỗi hệ số biến đổi theo thứ tự quét, ký hiệu một bit significant_coeff_flag được truyền. Nếu ký hiệu significant_coeff_flag là một, tức là, nếu có hệ số khác không ở vị trí quét này, thì ký hiệu một bit last_significant_coeff_flag khác được truyền. Ký hiệu này chỉ báo việc hệ số có nghĩa hiện thời là hệ số cuối cùng trong khối hay còn các hệ số có nghĩa khác tiếp theo. Nếu quét đến vị trí quét cuối cùng và quy trình mã hóa ánh xạ có nghĩa vẫn chưa được kết thúc bằng cờ last_significant_coeff_flag có giá trị một, thì rõ ràng là hệ số cuối cùng là hệ số có nghĩa.

Đề xuất gần đây của tiêu chuẩn HEVC đã loại bỏ cờ last_significant_coeff_flag. Theo các đề xuất này, trước khi truyền ánh xạ có nghĩa, thông tin chỉ báo về vị trí X và Y của vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng được truyền.

Hiện thời, theo tiêu chuẩn HEVC, dự tính rằng ba mẫu quét được sử dụng cho ánh xạ có nghĩa: quét chéo, quét dọc và quét ngang. Fig.2 thể hiện ví dụ về quét chéo 17, quét dọc 19, quét ngang 21, và quét chéo 15. Như được thể hiện trên Fig.2, mỗi mẫu quét này tiến hành theo chiều thuận, tức là, từ hệ số biến đổi tần số thấp ở góc trái trên của khối biến đổi đến hệ số biến đổi tần số cao ở góc phải dưới của khối biến đổi. Sau khi ánh xạ có nghĩa được lập mã, thông tin mức còn lại (các bin 1–N, trong đó N là tổng số bin) cho mỗi hệ số biến đổi có nghĩa (tức là, giá trị hệ số) được lập mã.

Trong quy trình CABAC được xác định trong tiêu chuẩn H.264, sau khi xử lý các khối con 4x4, mỗi mức hệ số biến đổi được nhị phân hóa, theo mã đơn phân chẳng hạn, để tạo ra chuỗi bin. Theo H.264, tập hợp mô hình ngữ cảnh CABAC cho mỗi khối con bao gồm hai lần năm mô hình ngữ cảnh với năm mô hình cho cả bin thứ nhất và tất cả các bin còn lại (tối đa tới và tính cả bin thứ 14) của phần tử cú pháp coeff_abs_level_minus_one, mã hóa giá trị tuyệt đối của hệ số biến đổi. Đặc biệt, theo một phiên bản HEVC được đề

xuất, các bin còn lại chỉ bao gồm bin 1 và bin 2. Phần còn lại của các mức hệ số được lập mã với kỹ thuật lập mã Golomb-Rice và các mã Golomb kiểu hàm mũ.

Theo HEVC, việc chọn các mô hình ngữ cảnh có thể được thực hiện như trong quy trình CABAC ban đầu được đề xuất cho tiêu chuẩn H.264. Tuy nhiên, các tập hợp mô hình ngữ cảnh khác nhau có thể được chọn cho các khối con khác nhau. Cụ thể, sự lựa chọn tập hợp mô hình ngữ cảnh cho khối con nhất định phụ thuộc vào một số thông tin thống kê của các khối con đã được lập mã trước đó.

Fig.3 thể hiện thứ tự quét theo một phiên bản quy trình HEVC được đề xuất để mã hóa mức của các hệ số biến đổi (giá trị tuyệt đối của mức và dấu của mức) trong đơn vị biến đổi 25. Lưu ý rằng có mẫu quét đích đặc thuận 27 để quét các khối con 4x4 của khối lớn hơn, và mẫu quét đích đặc ngược 23 để quét mức của các hệ số biến đổi trong mỗi khối con. Nói cách khác, chuỗi khối con 4x4 được quét theo mẫu quét đích đặc thuận sao cho các khối con được quét tuần tự. Tiếp đó, trong mỗi khối con, quy trình quét đích đặc ngược được thực hiện để quét các mức của các hệ số biến đổi trong khối con. Vì vậy, các hệ số biến đổi trong mảng hai chiều được tạo bởi đơn vị biến đổi sẽ được nối tiếp thành mảng một chiều sao cho các hệ số được quét ngược trong khối con đã cho được theo sau bởi các hệ số được quét ngược trong khối con kế tiếp.

Theo một ví dụ, quy trình mã hóa CABAC các hệ số được quét theo giải pháp quét khối con được thể hiện trên Fig.3 có thể sử dụng 60 ngữ cảnh, tức là, 6 tập hợp gồm 10 ngữ cảnh mỗi tập hợp, được phân bố như được mô tả dưới đây. Đối với khối 4x4, 10 mô hình ngữ cảnh có thể được sử dụng (5 mô hình dùng cho bin 1 và 5 mô hình dùng cho các bin từ 2 đến 14), như được thể hiện trên bảng 1:

Mô hình cho bin 1		Mô hình cho bin 2-14 (các bin còn lại)	
0	Hệ số được mã hóa lớn hơn 1	0	Hệ số đầu tiên hoặc 0 hệ số lớn hơn một
1	Hệ số đầu tiên –không có giá trị một tiếp theo trong khối con	1	1 hệ số lớn hơn một
2	1 giá trị một tiếp theo trong khối con	2	2 hệ số lớn hơn một
3	2 giá trị một tiếp theo trong khối con	3	3 hệ số lớn hơn một
4	3 hoặc nhiều giá trị một tiếp theo trong khối con	4	4 hoặc nhiều hệ số lớn hơn một

Bảng 1- Các ngữ cảnh dùng cho bin 1 và các bin từ 2 đến 14 của các mức hệ số

của khối con

Theo bảng 1, một trong số các mô hình ngữ cảnh 0-4 trong tập hợp ngữ cảnh được dùng cho bin 1 nếu, lần lượt, hệ số được mã hóa hiện thời đang được quét trong khối con được mã hóa sau khi hệ số lớn hơn 1 được mã hóa trong khối con, hệ số được mã hóa hiện thời là hệ số đầu tiên được quét trong khối con hoặc không có các giá trị một tiếp theo (không có hệ số được mã hóa trước đó) trong khối con, có một giá trị một tiếp theo trong khối con (tức là, một được mã hóa nhưng không có hệ số lớn hơn một được mã hóa), có hai giá trị một tiếp theo trong khối con, hoặc có ba hoặc nhiều hơn ba giá trị một tiếp theo trong khối con. Đối với mỗi bin 2-14 (mặc dù phiên bản HEVC được đề xuất hiện thời chỉ lập mã bin 2 bằng cách sử dụng CABAC, với các bin kế tiếp của mức hệ số đang được lập mã với mã Golomb hàm mũ), một trong số các mô hình ngữ cảnh 0-4 có thể được sử dụng, lần lượt, nếu hệ số là hệ số đầu tiên được quét trong khối con hoặc không có hệ số lớn hơn một được lập mã trước đó, có một hệ số lớn hơn một được lập mã trước đó, có hai hệ số lớn hơn một được lập mã trước đó, có ba hệ số lớn hơn một được lập mã trước đó, hoặc có bốn hệ số lớn hơn một được lập mã trước đó.

Có 6 tập hợp khác nhau của 10 mô hình này, tùy thuộc vào số lượng hệ số lớn hơn 1 trong khối con 4x4 được lập mã trước đó theo chiều quét thuận các khối con:

Tập hợp ngữ cảnh	
0	Chỉ với cỡ khối 4x4
1	0-3 hệ số lớn hơn 1 trong khối con trước đó
2	4-7 hệ số lớn hơn 1 trong khối con trước đó
3	8-11 hệ số lớn hơn 1 trong khối con trước đó
4	12-15 hệ số lớn hơn 1 trong khối con trước đó
5	Khối con 4x4 đầu tiên 16 hệ số lớn hơn 1 trong khối con trước

Bảng 2 – Các ngữ cảnh của bin 1 và các bin từ 2 đến 14

Theo bảng 2, các tập hợp mô hình ngữ cảnh 0-5 được sử dụng cho khối con đã cho nếu, lần lượt, cỡ khối con là 4x4, có từ 0 đến 3 hệ số lớn hơn 1 trong khối con đã lập mã trước đó, có từ 4 đến 7 hệ số lớn hơn 1 trong khối con đã lập mã trước đó, có từ 8 đến 11 hệ số lớn hơn 1 trong khối con đã lập mã trước đó, có từ 12 đến 15 hệ số lớn hơn 1 trong khối con đã lập mã trước đó, hoặc khối con đã cho là khối con 4x4 đầu tiên (khối con trái trên) hoặc có 16 hệ số lớn hơn 1 trong khối con đã lập mã trước đó.

Quy trình lập mã theo tiêu chuẩn H.264 nêu trên và hiện thời được đề xuất cho HEVC có một vài nhược điểm. Như được thể hiện trên Fig.3, một nhược điểm là việc quét mức hệ số tiến hành theo chiều thuận đối với việc quét khối con (tức là, bắt đầu với khối con trái trên) nhưng ngược với việc quét các mức hệ số trong mỗi khối con (tức là, bắt đầu với hệ số phải dưới trong mỗi khối con). Giải pháp này tiến hành quét qua lại trong khối, có thể làm cho việc thu nạp dữ liệu phức tạp hơn.

Nhược điểm khác đến từ thực tế là thứ tự quét mức hệ số khác với thứ tự quét ánh xạ có nghĩa. Trong HEVC, có ba thứ tự quét khác nhau được đề xuất cho ánh xạ có nghĩa: quét chéo thuận, quét ngang thuận và quét dọc thuận như được thể hiện trên Fig.2. Tất cả các thứ tự quét hệ số có nghĩa đều khác với thứ tự quét mức hệ số được đề xuất hiện thời trong tiêu chuẩn HEVC, vì việc quét mức tiến hành theo chiều ngược. Vì chiều và mẫu của quy trình quét mức hệ số không so khớp với chiều và mẫu của quy trình quét hệ số có nghĩa, nên cần kiểm tra nhiều mức hệ số hơn. Ví dụ, giả sử rằng thứ tự quét ngang được dùng cho ánh xạ có nghĩa, và hệ số có nghĩa cuối cùng được tìm thấy ở cuối hàng thứ nhất của các hệ số. Việc quét mức hệ số trong HEVC có thể cần phải quét chéo qua nhiều hàng để quét mức, khi chỉ có hàng thứ nhất thực sự chứa các mức hệ số khác 0. Quy trình quét như vậy có thể không hiệu quả không mong muốn.

Theo đề xuất hiện thời đối với HEVC, quy trình quét ánh xạ có nghĩa tiến hành theo chiều thuận trong khối, từ hệ số DC tìm thấy ở góc trái trên của khối đến hệ số tần số cao nhất thường tìm thấy ở góc phải dưới của khối, còn việc quét mức hệ số tiến hành theo chiều ngược trong mỗi khối con 4×4 . Điều này có thể làm cho việc tìm nạp dữ liệu phức tạp hơn và kém hiệu quả hơn.

Nhược điểm khác đối với đề xuất HEVC hiện thời là từ các tập hợp ngữ cảnh. Tập hợp ngữ cảnh (xem bảng 2 trên đây) của CABAC đối với cỡ khối 4×4 khác với các cỡ khối khác. Theo sáng chế, có thể mong muốn điều hòa các ngữ cảnh trong tất cả các cỡ khối để có thể dùng bộ nhớ nhỏ nhất để lưu trữ các tập hợp ngữ cảnh khác nhau.

Ngoài ra, như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây, các ngữ cảnh CABAC được đề xuất hiện thời cho ánh xạ có nghĩa theo tiêu chuẩn HEVC chỉ hợp lệ nếu thứ tự quét là thuận. Như vậy, điều này có thể không cho phép quét ánh xạ có nghĩa theo chiều ngược.

Hơn nữa, các ngữ cảnh để mã hóa mức của hệ số đã lượng tử hóa nêu trên cố gắng khai thác sự tương quan cục bộ của các mức hệ số. Các ngữ cảnh này phụ thuộc vào sự tương quan giữa các khối con 4×4 (xem tập hợp ngữ cảnh trong bảng 2), và sự tương quan

trong mỗi khối con (xem các mô hình ngữ cảnh trong bảng 1). Nhược điểm của các ngữ cảnh này là ở chỗ sự phụ thuộc có thể là quá xa (tức là, có sự phụ thuộc thấp giữa các hệ số cách nhau một vài hệ số khác, từ một khối con này đến khối con khác). Ngoài ra, trong mỗi khối con, sự phụ thuộc có thể là yếu.

Sáng chế đề xuất một vài dấu hiệu khác nhau có thể giảm hoặc loại bỏ một số nhược điểm nêu trên. Theo một số ví dụ, các dấu hiệu này có thể cung cấp thứ tự quét điều hòa và hiệu quả hơn cho các hệ số biến đổi khi lập mã video. Theo các ví dụ khác của sáng chế, các dấu hiệu này cung cấp tập hợp ngữ cảnh hiệu quả hơn để sử dụng cho việc lập mã entropy dựa vào CABAC các hệ số biến đổi phù hợp với thứ tự quét được đề xuất. Cần phải lưu ý rằng tất cả các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể được sử dụng độc lập hoặc có thể phối hợp với nhau theo tổ hợp bất kỳ.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và giải mã video 10 làm ví dụ có thể được tạo cấu hình để sử dụng các kỹ thuật lập mã hệ số biến đổi theo các ví dụ của sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.4, hệ thống 10 bao gồm thiết bị nguồn 12 để truyền dữ liệu video mã hóa đến thiết bị đích 14 qua kênh truyền thông 16. Dữ liệu video mã hóa cũng có thể được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ 34 hoặc máy chủ tệp 36 và thiết bị đích 14 có thể truy nhập khi cần. Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong số nhiều loại thiết bị khác nhau, bao gồm máy tính để bàn, máy tính notebook (tức là, máy tính xách tay), máy tính bảng, hộp giải mã truyền hình, thiết bị điện thoại cầm tay như thiết bị được gọi là máy điện thoại thông minh, máy truyền hình, camera, thiết bị hiển thị, thiết bị đọc đa phương tiện số, bàn điều khiển trò chơi video, hoặc tương tự. Trong nhiều trường hợp, các thiết bị này có thể được trang bị để truyền thông không dây. Vì vậy, kênh truyền thông 16 có thể bao gồm kênh không dây, kênh nối dây, hoặc tổ hợp của các kênh không dây và nối dây thích hợp để truyền dữ liệu video mã hóa. Tương tự, máy chủ tệp 36 có thể được truy nhập bởi thiết bị đích 14 thông qua kết nối dữ liệu tiêu chuẩn, bao gồm kết nối Internet. Kết nối này có thể bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối bằng dây (ví dụ, kết nối đường thuê bao số (DSL - Digital Subscriber Line), môđem cáp, v.v.), hoặc tổ hợp của chúng thích hợp để truy nhập dữ liệu video mã hóa lưu trữ trong máy chủ tệp.

Các kỹ thuật lập mã hệ số biến đổi, theo các ví dụ của sáng chế, có thể được áp dụng cho việc lập mã video khi hỗ trợ ứng dụng bất kỳ trong nhiều loại ứng dụng đa phương tiện khác nhau, như truyền hình vô tuyến, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh,

truyền video liên tục, qua Internet chẳng hạn, mã hóa video số để lưu trữ trong phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã video số lưu trữ trong phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc các ứng dụng khác. Theo một số ví dụ, hệ thống 10 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền video một chiều hoặc hai chiều để hỗ trợ các ứng dụng như truyền liên tục dữ liệu video, đọc dữ liệu video, phát rộng dữ liệu video, và/hoặc điện thoại truyền hình.

Trong ví dụ trên Fig.4, thiết bị nguồn 12 bao gồm nguồn video 18, bộ mã hóa video 20, bộ điều biến/bộ giải điều biến 22 và bộ truyền 24. Trong thiết bị nguồn 12, nguồn video 18 có thể bao gồm nguồn như thiết bị thu nạp video, như camera video, kho lưu trữ video chứa dữ liệu video đã được thu nạp trước đó, giao diện cung cấp video để thu dữ liệu video từ nhà cung cấp nội dung video, và/hoặc hệ thống đồ họa máy tính để tạo ra dữ liệu đồ họa máy tính dùng làm dữ liệu video nguồn, hoặc tổ hợp của các nguồn như vậy. Theo một ví dụ, nếu nguồn video 18 là camera video, thì thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể tạo thành thiết bị gọi là máy điện thoại camera hoặc máy điện thoại video. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể áp dụng cho việc lập mã video nói chung, và có thể được áp dụng cho các ứng dụng không dây và/hoặc nối dây.

Dữ liệu video đã thu nạp, thu nạp trước đó, hoặc được tạo ra bằng máy tính có thể được mã hóa bởi bộ mã hóa video 20. Thông tin video mã hóa có thể được điều biến bởi môđem 22 theo tiêu chuẩn truyền thông, như giao thức truyền thông không dây, và truyền đến thiết bị đích 14 thông qua bộ truyền 24. Môđem 22 có thể bao gồm nhiều bộ trộn, bộ lọc, bộ khuếch đại khác nhau hoặc các thành phần khác được thiết kế để điều biến tín hiệu. Bộ truyền 24 có thể bao gồm các mạch được thiết kế để truyền dữ liệu, bao gồm bộ khuếch đại, bộ lọc, và một hoặc nhiều anten.

Dữ liệu video đã thu nạp, thu nạp trước đó, hoặc được tạo ra bằng máy tính được mã hóa bởi bộ mã hóa video 20 còn có thể được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ 34 hoặc máy chủ tệp 36 để sử dụng sau đó. Phương tiện lưu trữ 34 có thể bao gồm đĩa công nghệ Blu-ray, đĩa đa năng số (DVD - Digital Versatile Disc), CD-ROM, bộ nhớ tốc độ nhanh, hoặc phương tiện lưu trữ số bất kỳ khác thích hợp để lưu trữ dữ liệu video mã hóa. Dữ liệu video mã hóa lưu trữ trong phương tiện lưu trữ 34 có thể được thiết bị đích 14 truy nhập để giải mã và đọc.

Máy chủ tệp 36 có thể là kiểu máy chủ bất kỳ có khả năng lưu trữ dữ liệu video mã hóa và truyền dữ liệu video mã hóa này đến thiết bị đích 14. Ví dụ, các máy chủ tệp bao gồm máy chủ mạng (dùng cho website chẳng hạn), máy chủ FTP, thiết bị lưu trữ nối kết

với mạng (NAS - Network Attached Storage), ổ đĩa cục bộ, hoặc kiểu thiết bị bất kỳ có khả năng lưu trữ và truyền dữ liệu video mã hóa đến thiết bị đích. Việc truyền dữ liệu video mã hóa từ máy chủ tệp 36 có thể là truyền liên tục, tải xuống, hoặc tổ hợp của chúng. Máy chủ tệp 36 có thể được truy nhập bởi thiết bị đích 14 thông qua kết nối dữ liệu tiêu chuẩn bất kỳ, bao gồm kết nối Internet. Kết nối này có thể bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối dây (ví dụ, kết nối đường thuê bao số (DSL), môđem cáp, Ethernet, USB, v.v.), hoặc tổ hợp của chúng thích hợp để truy nhập dữ liệu video mã hóa lưu trữ trong máy chủ tệp.

Thiết bị đích 14, trong ví dụ trên Fig.4, bao gồm bộ thu 26, môđem 28, bộ giải mã video 30, và thiết bị hiển thị 32. Bộ thu 26 của thiết bị đích 14 thu thông tin trên kênh 16, và môđem 28 giải điều biến thông tin này để tạo ra dòng bit đã giải điều biến cho bộ giải mã video 30. Thông tin truyền thông trên kênh 16 có thể bao gồm nhiều loại thông tin cú pháp được tạo ra bởi bộ mã hóa video 20 để bộ giải mã video 30 sử dụng cho việc giải mã dữ liệu video. Cú pháp này cũng có thể được gộp trong dữ liệu video mã hóa lưu trữ trong phương tiện lưu trữ 34 hoặc máy chủ tệp 36. Mỗi bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể tạo thành một phần của bộ mã hóa-giải mã (CODEC) tương ứng có khả năng mã hóa hoặc giải mã dữ liệu video.

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

Trong ví dụ trên Fig.4, kênh truyền thông 16 có thể bao gồm phương tiện truyền thông không dây hoặc nối dây bất kỳ, như phổ tần số vô tuyến (RF - Radio Frequency) hay một hoặc nhiều đường truyền vật lý, hoặc tổ hợp bất kỳ của các phương tiện không dây và nối dây. Kênh truyền thông 16 có thể tạo thành một phần của mạng truyền thông gói, như mạng cục bộ, mạng vùng rộng, hoặc mạng toàn cầu như Internet. Kênh truyền thông 16 thường biểu diễn phương tiện truyền thông thích hợp bất kỳ, hoặc nhóm các phương tiện truyền thông khác nhau, để truyền dữ liệu video từ thiết bị nguồn 12 đến thiết

bị đích 14, bao gồm tổ hợp thích hợp bất kỳ của các phương tiện nối dây hoặc không dây. Kênh truyền thông 16 có thể bao gồm bộ định tuyến, chuyển mạch, trạm cơ sở, hoặc thiết bị bất kỳ khác có thể hữu dụng để tạo điều kiện truyền thông từ thiết bị nguồn 12 đến thiết bị đích 14.

Bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể làm việc theo tiêu chuẩn nén video, như tiêu chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (HEVC) hiện đang được phát triển, và có thể tuân theo mô hình thử nghiệm HEVC (HM). Theo cách khác, bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể làm việc theo các tiêu chuẩn độc quyền hoặc công nghiệp khác, như tiêu chuẩn ITU-T H.264, còn được gọi là tiêu chuẩn MPEG-4, phần 10, mã hóa video nâng cao (AVC), hoặc các phiên bản mở rộng của các tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, kỹ thuật theo sáng chế không giới hạn ở tiêu chuẩn mã hóa cụ thể nào. Các ví dụ khác bao gồm tiêu chuẩn MPEG-2 và ITU-T H.263.

Mặc dù không được thể hiện trên Fig.4, nhưng theo một số khía cạnh, mỗi bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được tích hợp với bộ mã hóa và bộ giải mã âm thanh, và có thể bao gồm các bộ phận dồn kênh-phân kênh (MUX-DEMUX) thích hợp, hoặc phần cứng và phần mềm khác, để xử lý việc mã hóa cả âm thanh và video trong một dòng dữ liệu chung hoặc các dòng dữ liệu tách biệt. Nếu áp dụng được, theo một số ví dụ, các bộ phận MUX-DEMUX có thể tuân theo giao thức dồn kênh ITU H.223, hoặc các giao thức khác như giao thức bó dữ liệu người dùng (UDP - User Datagram Protocol).

Mỗi bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được thực hiện dưới dạng mạch mã hóa thích hợp bất kỳ, như một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (DSP - Digital Signal Processor), mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC - Application Specific Integrated Circuit), mảng cổng lập trình được bằng trường (FPGA - Field Programmable Gate Array), mạch logic rời rạc, phần mềm, phần cứng, phần sụn hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. 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 thi hành các lệnh trong phần cứng bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý để thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế. Mỗi bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được gộp trong một hoặc nhiều bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, chúng có thể được tích hợp thành một phần của bộ mã hóa/bộ giải mã kết hợp (CODEC) trong thiết bị tương ứng.

Bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện kỹ thuật bất kỳ hoặc tất cả các kỹ thuật theo sáng chế để cải thiện việc mã hóa hệ số biến đổi trong quy trình lập mã video. Tương tự,

bộ giải mã video 30 có thể thực hiện kỹ thuật bất kỳ hoặc tất cả các kỹ thuật này để cải thiện việc giải mã hệ số biến đổi trong quy trình lập mã video. Bộ lập mã video, như được thể hiện trong bản mô tả này, có thể được dùng để chỉ bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Tương tự, bộ phân lập mã video có thể được dùng để chỉ bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Tương tự, quy trình lập mã video có thể được dùng để chỉ quy trình mã hóa video hoặc giải mã video.

Theo một ví dụ của sáng chế, bộ lập mã video (như bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30) có thể được tạo cấu hình để lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Bộ lập mã video có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ báo các hệ số có nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét, và mã hóa thông tin chỉ báo các mức của các hệ số biến đổi theo thứ tự quét.

Theo ví dụ khác của sáng chế, bộ lập mã video (như bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30) có thể được tạo cấu hình để lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Bộ lập mã video có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ báo các hệ số biến đổi có nghĩa trong khối hệ số biến đổi với quy trình quét tiến hành theo chiều quét ngược từ các hệ số tần số cao hơn trong khối hệ số biến đổi đến các hệ số tần số thấp hơn trong khối hệ số biến đổi.

Theo ví dụ khác của sáng chế, bộ lập mã video (như bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30) có thể được tạo cấu hình để lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Bộ lập mã video có thể được tạo cấu hình để sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập hợp con hệ số biến đổi dựa vào thứ tự quét, lập mã phần thứ nhất của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con, trong đó phần thứ nhất của các mức bao gồm ít nhất phần có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con, và lập mã phần thứ hai của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con.

Theo ví dụ khác của sáng chế, bộ lập mã video (như bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30) có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ báo các hệ số có nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét, chia thông tin đã lập mã thành ít nhất là vùng thứ nhất và vùng thứ hai, lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ nhất theo tập hợp ngữ cảnh thứ nhất bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh, và lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ hai theo tập hợp ngữ cảnh thứ hai bằng cách sử dụng cùng một tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh giống như vùng thứ nhất.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ của bộ mã hóa video 20 có thể sử dụng kỹ

thuật lập mã hệ số biến đổi như được thể hiện trong bản mô tả này. Bộ mã hóa video 20 sẽ được mô tả trong ngữ cảnh lập mã HEVC để minh họa, nhưng không giới hạn sáng chế liên quan đến các tiêu chuẩn hoặc phương pháp mã hóa khác có thể yêu cầu quét các hệ số biến đổi. Bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện kỹ thuật lập mã nội cấu trúc và liên cấu trúc các CU trong các khung video. Kỹ thuật lập mã nội cấu trúc dựa trên dự báo không gian để giảm hoặc loại bỏ phần dư không gian trong video trong khung video đã cho. Kỹ thuật mã hóa liên cấu trúc dựa trên dự báo thời gian để giảm hoặc loại bỏ phần dư thời gian giữa khung hiện thời và các khung đã lập mã trước đó của chuỗi video. Chế độ nội cấu trúc (chế độ I) có thể được dùng để chỉ chế độ nén video dựa vào không gian bất kỳ trong số các chế độ nén video dựa vào không gian. Các chế độ liên cấu trúc như dự báo một chiều (chế độ P) hoặc dự báo hai chiều (chế độ B) có thể được dùng để chỉ chế độ nén video dựa vào thời gian bất kỳ trong số các chế độ nén video dựa vào thời gian.

Như được thể hiện trên Fig.5, bộ mã hóa video 20 thu khối video hiện thời trong khung video cần được mã hóa. Trong ví dụ trên Fig.5, bộ mã hóa video 20 bao gồm bộ phận bù chuyển động 44, bộ phận ước tính chuyển động 42, môđun dự báo nội cấu trúc 46, bộ nhớ đệm khung tham chiếu 64, bộ cộng 50, môđun biến đổi 52, bộ phận lượng tử hóa 54, và bộ phận mã hóa entropy 56. Môđun biến đổi 52 được minh họa trên Fig.5 là môđun áp dụng kỹ thuật biến đổi thực cho khối dữ liệu dư, và không được nhầm lẫn với khối hệ số biến đổi còn có thể được gọi là đơn vị biến đổi (TU) của CU. Để khôi phục khối video, bộ mã hóa video 20 còn bao gồm bộ phận lượng tử hóa ngược 58, môđun biến đổi ngược 60, và bộ cộng 62. Bộ lọc tách khối (không được thể hiện trên Fig.5) cũng có thể được đưa vào để lọc các đường biên khối nhằm loại bỏ các thành phần lạ dạng khối ra khỏi dữ liệu video đã được khôi phục. Nếu muốn, bộ lọc tách khối thường có thể lọc đầu ra của bộ cộng 62.

Trong quy trình mã hóa, bộ mã hóa video 20 thu khung hoặc lát video cần được mã hóa. Khung hoặc lát này có thể được chia thành nhiều khối video, các đơn vị mã hóa lớn nhất (LCU - Largest coding unit) chẳng hạn. Bộ phận ước tính chuyển động 42 và bộ phận bù chuyển động 44 thực hiện lập mã dự báo liên cấu trúc khối video thu được so với một hoặc nhiều khối trong một hoặc nhiều khung tham chiếu để nén thời gian. Môđun dự báo nội cấu trúc 46 có thể thực hiện lập mã dự báo nội cấu trúc khối video thu được so với một hoặc nhiều khối lân cận trong cùng một khung hoặc lát giống như khối cần được lập mã để nén không gian.

Bộ phận chọn chế độ 40 có thể chọn một trong số các chế độ lập mã, nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc, ví dụ, dựa vào các kết quả sai số (tức là, độ méo) cho mỗi chế độ, và cung cấp khối đã được lập mã nội cấu trúc hoặc lập mã liên cấu trúc nhận được cho bộ cộng 50 để tạo ra dữ liệu khối dư và cho bộ cộng 62 để khôi phục khối đã mã hóa để dùng trong khung tham chiếu. Một số khung video có thể được thiết kế dưới dạng khung I, trong đó tất cả các khối trong khung I được mã hóa ở chế độ dự báo nội cấu trúc. Trong một số trường hợp, mô đun dự báo nội cấu trúc 46 có thể thực hiện mã hóa dự báo nội cấu trúc đối với khối trong khung P hoặc B, ví dụ, khi quy trình tìm kiếm chuyển động được thực hiện bởi bộ phận ước tính chuyển động 42 không tạo ra đủ dự báo cho khối.

Bộ phận ước tính chuyển động 42 và bộ phận bù chuyển động 44 có thể được tích hợp mức cao, nhưng được minh họa tách biệt để minh họa rõ khái niệm. Ước tính chuyển động là quy trình tạo ra các vectơ chuyển động để ước tính chuyển động của các khối video. Vectơ chuyển động, ví dụ, có thể chỉ báo sự dịch chuyển của đơn vị dự báo trong khung hiện thời so với mẫu tham chiếu của khung tham chiếu. Mẫu tham chiếu có thể là khối được thể hiện là phù hợp nhất với một phần của CU chứa PU cần được lập mã về mặt vi sai điểm ảnh, có thể được xác định bằng tổng vi sai tuyệt đối (SAD - Sum of Absolute Difference), tổng vi sai bình phương (SSD - Sum of Square Difference), hoặc số đo vi sai khác. Quy trình bù chuyển động, được thực hiện bởi bộ phận bù chuyển động 44, có thể bao gồm tìm nạp hoặc tạo ra các giá trị cho đơn vị dự báo dựa vào vectơ chuyển động được xác định bởi quy trình ước tính chuyển động. Ngoài ra, bộ phận ước tính chuyển động 42 và bộ phận bù chuyển động 44 có thể được tích hợp chức năng, theo một số ví dụ.

Bộ phận ước tính chuyển động 42 tính vectơ chuyển động cho đơn vị dự báo của khung được lập mã liên cấu trúc bằng cách so sánh đơn vị dự báo với các mẫu tham chiếu của khung tham chiếu lưu trữ trong bộ nhớ đệm khung tham chiếu 64. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể tính giá trị của các vị trí điểm ảnh dưới số nguyên của các khung tham chiếu lưu trữ trong bộ nhớ đệm khung tham chiếu 64. Ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể tính 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 khung tham chiếu. Do đó, bộ phận ước tính chuyển động 42 có thể thực hiện thao tác tìm kiếm chuyển động so với các vị trí điểm ảnh toàn phần và các vị trí điểm ảnh phân số và xuất ra vectơ chuyển động với độ chính xác điểm ảnh phân số. Bộ phận ước tính chuyển động 42 truyền vectơ chuyển động đã tính được đến bộ phận mã hóa entropy 56 và bộ phận bù chuyển động 44. Một phần của khung tham

chiều được nhận dạng bởi vector chuyển động có thể được gọi là mẫu tham chiếu. Bộ phận bù chuyển động 44 có thể tính giá trị dự báo cho đơn vị dự báo của CU hiện thời, ví dụ, bằng cách truy tìm mẫu tham chiếu được nhận dạng bằng vector chuyển động cho PU.

Môđun dự báo nội cấu trúc 46 có thể mã hóa dự báo nội cấu trúc khối thu được, theo cách khác với dự báo liên cấu trúc được thực hiện bởi bộ phận ước tính chuyển động 42 và bộ phận bù chuyển động 44. Môđun dự báo nội cấu trúc 46 có thể mã hóa khối thu được so với các khối lân cận được lập mã trước đó, ví dụ, các khối bên trên, bên trên và ở bên phải, bên trên và ở bên trái, hoặc ở bên trái khối hiện thời, giả định thứ tự mã hóa các khối từ trái sang phải, từ trên xuống dưới. Môđun dự báo nội cấu trúc 46 có thể được tạo cấu hình với nhiều chế độ dự báo nội cấu trúc khác nhau. Ví dụ, môđun dự báo nội cấu trúc 46 có thể được tạo cấu hình với một số chế độ dự báo chiều, ví dụ, 33 chế độ dự báo chiều, dựa vào cỡ của CU đang được mã hóa.

Môđun dự báo nội cấu trúc 46 có thể chọn chế độ dự báo nội cấu trúc bằng cách, ví dụ, tính các giá trị sai số của các chế độ dự báo nội cấu trúc khác nhau và chọn chế độ tạo ra giá trị sai số thấp nhất. Các chế độ dự báo chiều có thể bao gồm các hàm để kết hợp các giá trị của các điểm ảnh lân cận không gian và áp dụng các giá trị kết hợp này cho một hoặc nhiều vị trí điểm ảnh trong PU. Khi tính được giá trị của tất cả các vị trí điểm ảnh trong PU, môđun dự báo nội cấu trúc 46 có thể tính giá trị sai số của chế độ dự báo dựa vào các giá trị vi sai điểm ảnh giữa PU và khối thu được cần được mã hóa. Môđun dự báo nội cấu trúc 46 có thể tiếp tục kiểm tra các chế độ dự báo nội cấu trúc cho đến khi tìm ra chế độ dự báo nội cấu trúc tạo ra giá trị sai số chấp nhận được. Môđun dự báo nội cấu trúc 46 có thể truyền PU đến bộ cộng 50.

Bộ mã hóa video 20 tạo ra khối dư bằng cách lấy khối video gốc đang được mã hóa trừ đi dữ liệu dự báo tính được bởi bộ phận bù chuyển động 44 hoặc môđun dự báo nội cấu trúc 46. Bộ cộng 50 biểu diễn thành phần hoặc các thành phần thực hiện phép toán trừ này. Khối dư có thể tương ứng với ma trận hai chiều của các giá trị vi sai điểm ảnh, trong đó số giá trị trong khối dư giống như số điểm ảnh trong PU tương ứng với khối dư này. Các giá trị trong khối dư có thể tương ứng với các giá trị vi sai, tức là, sai số, giữa các giá trị của các điểm ảnh cùng vị trí trong PU và trong khối gốc cần được mã hóa. Các giá trị vi sai có thể là vi sai màu hoặc vi sai độ chói tùy thuộc vào kiểu khối được mã hóa.

Môđun biến đổi 52 có thể tạo thành một hoặc nhiều đơn vị biến đổi (TU) từ khối dư. Môđun biến đổi 52 áp dụng kỹ thuật biến đổi, như biến đổi cosin rời rạc (DCT), biến

đổi chiều, hoặc kỹ thuật biến đổi tương tự khái niệm, cho TU, tạo ra khối video gồm các hệ số biến đổi. Mô đun biến đổi 52 có thể truyền các hệ số biến đổi nhận được đến bộ phận lượng tử hóa 54. Bộ phận lượng tử hóa 54 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi này. Bộ phận mã hóa entropy 56 có thể thực hiện quét các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa trong ma trận theo thứ tự quét đã định. Sáng chế mô tả bộ phận mã hóa entropy 56 dùng để thực hiện quy trình quét. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng, theo các ví dụ khác, các bộ phận xử lý khác, như bộ phận lượng tử hóa 54, có thể thực hiện quy trình quét này.

Như nêu trên, quy trình quét các hệ số biến đổi có thể bao gồm hai bước quét. Một bước quét nhận dạng hệ số nào trong số các hệ số là có nghĩa (tức là, khác không) để tạo ra ánh xạ có nghĩa và bước quét còn lại lập mã mức của các hệ số biến đổi. Theo một ví dụ, sáng chế đề xuất thứ tự quét dùng để lập mã mức hệ số trong khối giống như thứ tự quét dùng để lập mã hệ số có nghĩa trong ánh xạ có nghĩa cho khối. Theo tiêu chuẩn HEVC, khối có thể là đơn vị biến đổi. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ thứ tự quét có thể được dùng để chỉ chiều quét và/hoặc mẫu quét. Như vậy, quét ánh xạ có nghĩa và quét mức hệ số có thể có mẫu quét và/hoặc chiều quét như nhau. Tức là, theo một ví dụ, nếu thứ tự quét dùng để tạo ra ánh xạ có nghĩa là mẫu quét ngang theo chiều thuận, thì thứ tự quét mức hệ số cần phải là mẫu quét ngang theo chiều thuận. Tương tự, theo ví dụ khác, nếu thứ tự quét ánh xạ có nghĩa là mẫu quét dọc theo chiều ngược, thì thứ tự quét mức hệ số cần phải là mẫu quét dọc theo chiều ngược. Có thể áp dụng tương tự như vậy cho các mẫu quét chéo, quét đích đặc hoặc các mẫu quét khác.

Fig.6 thể hiện các ví dụ về thứ tự quét ngược dùng cho khối hệ số biến đổi, tức là, khối biến đổi. Khối biến đổi có thể được tạo ra bằng cách sử dụng kỹ thuật biến đổi, như kỹ thuật biến đổi cosin rời rạc (DCT) chẳng hạn. Lưu ý rằng mỗi mẫu quét chéo ngược 9, mẫu quét đích đặc ngược 29, mẫu quét dọc ngược 31, và mẫu quét ngang ngược 33 tiến hành từ các hệ số tần số cao hơn ở góc phải dưới của khối biến đổi đến các hệ số tần số thấp hơn ở góc trái trên của khối biến đổi. Vì vậy, theo một khía cạnh, sáng chế đề cập đến thứ tự quét thống nhất để lập mã ánh xạ có nghĩa và lập mã các mức hệ số. Kỹ thuật được đề xuất áp dụng thứ tự quét dùng để ánh xạ có nghĩa cho thứ tự quét dùng để lập mã mức hệ số. Nói chung, các mẫu quét ngang, quét dọc và quét chéo được thể hiện đều làm việc tốt, nhờ vậy giảm nhu cầu có các mẫu quét bổ sung. Tuy nhiên, các kỹ thuật theo sáng chế có thể áp dụng để sử dụng với mẫu quét bất kỳ.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thứ tự quét ánh xạ có nghĩa được thực hiện

dưới dạng quét ngược, từ hệ số có nghĩa cuối cùng trong đơn vị biến đổi đến hệ số đầu tiên (tức là, hệ số DC) trong đơn vị biến đổi. Ví dụ về các thứ tự quét ngược được thể hiện trên Fig.6. Cụ thể, thứ tự quét hệ số có nghĩa tiến hành từ hệ số có nghĩa cuối cùng ở vị trí tần số cao đến các hệ số có nghĩa ở vị trí tần số thấp hơn, và cuối cùng đến vị trí hệ số DC.

Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc quét ngược, kỹ thuật nhận dạng hệ số có nghĩa cuối cùng có thể được sử dụng. Quy trình nhận dạng hệ số có nghĩa cuối cùng được mô tả trong tài liệu J. Sole, R. Joshi, I.-S. Chong, M. Coban, M. Karczewicz, “Parallel Context Processing for significance map in high coding efficiency,” JCTVC-D262, 4th JCT-VC Meeting, Daegu, KR, tháng 01/2011, và đơn đăng ký sáng chế tạm thời của Mỹ số 61/419,740, nộp ngày 3/12/2010, của Joel Sole Rojals et al., có tên là “Encoding of the position of the last significant transform coefficient in video coding”. Ngay khi hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối được nhận dạng, thứ tự quét ngược có thể được áp dụng cho cả ảnh xạ có nghĩa và mức hệ số.

Sáng chế còn đề xuất quy trình quét ảnh xạ có nghĩa và quét mức hệ số lần lượt không theo chiều ngược và chiều thuận, nhưng có chiều quét giống nhau, và cụ thể hơn, chỉ có một chiều trong một khối. Cụ thể, dự tính rằng quy trình quét ảnh xạ có nghĩa và quét mức hệ số đều sử dụng thứ tự quét ngược từ hệ số có nghĩa cuối cùng trong đơn vị biến đổi đến hệ số đầu tiên. Do vậy, quy trình quét ảnh xạ có nghĩa được thực hiện ngược (quét ngược so với quy trình quét được đề xuất hiện thời cho HEVC) từ hệ số có nghĩa cuối cùng đến hệ số đầu tiên (hệ số DC). Khía cạnh này của sáng chế giới thiệu thứ tự quét một chiều thống nhất để lập mã ảnh xạ có nghĩa và lập mã mức hệ số. Cụ thể, thứ tự quét một chiều thống nhất có thể là thứ tự quét thống nhất. Các thứ tự quét ảnh xạ có nghĩa và quét mức hệ số theo mẫu quét ngược thống nhất có thể là quét chéo ngược, quét đích đặc ngược, quét ngang ngược hoặc quét dọc ngược như được thể hiện trên Fig.6. Tuy nhiên, mẫu quét bất kỳ có thể được sử dụng.

Thay vì xác định các tập hợp hệ số trong các khối con hai chiều như được thể hiện trên Fig.3 vì mục đích thông tin suy ra ngữ cảnh CABAC, sáng chế đề xuất xác định các tập hợp hệ số dưới dạng một vài hệ số được quét liên tiếp theo thứ tự quét. Cụ thể, mỗi tập hợp hệ số có thể bao gồm các hệ số liên tiếp theo thứ tự quét trong toàn bộ khối. Cỡ bất kỳ của tập hợp này có thể được cân nhắc, mặc dù cỡ 16 hệ số trong tập hợp quét đã thể hiện là làm việc tốt. Cỡ tập hợp có thể cố định hoặc có thể thích ứng. Việc xác định này cho phép các tập hợp sẽ là các khối 2-D (nếu phương pháp quét khối con được sử dụng),

hình chữ nhật (nếu quét ngang hoặc quét dọc được sử dụng), hoặc có dạng quét chéo (nếu quét đích đặc hoặc quét chéo được sử dụng). Các tập hợp hệ số có dạng quét chéo có thể là một phần của dạng quét chéo, dạng quét chéo liên tiếp, hoặc các đoạn của các dạng quét chéo liên tiếp.

Các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.9 thể hiện các ví dụ về các hệ số được sắp xếp thành 16 tập hợp con hệ số theo các thứ tự quét đã xác định khác với được sắp xếp thành các khối 4x4 cố định. Fig.7 mô tả 16 tập hợp con hệ số 51 gồm 16 hệ số đầu tiên theo thứ tự quét chéo ngược. Tập hợp con kế tiếp, trong ví dụ này, có thể chỉ bao gồm 16 hệ số liên tiếp kế tiếp theo thứ tự quét chéo ngược. Tương tự, Fig.8 mô tả tập hợp con 16 hệ số 53 cho 16 hệ số đầu tiên theo thứ tự quét ngang ngược. Fig.9 mô tả 16 tập hợp con hệ số 55 gồm 16 hệ số đầu tiên theo thứ tự quét dọc ngược.

Kỹ thuật này có thể tương thích với thứ tự quét mức hệ số giống như thứ tự quét ánh xạ có nghĩa. Trong trường hợp này, không cần có thứ tự quét khác (và đôi khi khó khăn) cho các mức hệ số, như thứ tự được thể hiện trên Fig.3. Quy trình quét mức hệ số có thể được tạo lập, tương tự quét ánh xạ có nghĩa được đề xuất hiện thời cho HEVC, dưới dạng quét thuận tiến hành từ vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng trong đơn vị biến đổi đến vị trí hệ số DC.

Như hiện thời được đề xuất trong tiêu chuẩn HEVC, để lập mã entropy bằng cách sử dụng kỹ thuật CABAC, các hệ số biến đổi được mã hóa theo cách sau. Trước tiên, có một bước quét (theo thứ tự quét ánh xạ có nghĩa) trên toàn bộ đơn vị biến đổi để mã hóa ánh xạ có nghĩa. Tiếp theo, có ba bước (theo thứ tự quét mức hệ số) để mã hóa bin 1 của mức (bước thứ nhất), phần còn lại của mức hệ số (bước thứ hai) và dấu của mức hệ số (bước thứ ba). Ba bước lập mã mức hệ số này không được thực hiện cho toàn bộ đơn vị biến đổi. Thay vì vậy, mỗi bước này được thực hiện trong các khối con 4x4, như được thể hiện trên Fig.3. Khi ba bước này hoàn tất trong một khối con, khối con kế tiếp được xử lý bằng cách thực hiện tuần tự ba bước mã hóa tương tự như vậy. Giải pháp này tạo điều kiện thuận lợi song song hóa quy trình mã hóa.

Như nêu trên, sáng chế đề xuất việc quét các hệ số biến đổi theo cách thức điều hòa hơn, sao cho thứ tự quét mức hệ số giống như thứ tự quét hệ số có nghĩa để tạo nên ánh xạ có nghĩa. Ngoài ra, dự tính rằng quy trình quét mức hệ số và quét hệ số có nghĩa được thực hiện theo chiều ngược tiến hành từ hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối đến hệ số đầu tiên (thành phần DC) trong khối. Thứ tự quét ngược này ngược với thứ tự quét dùng cho các

hệ số có nghĩa theo tiêu chuẩn HEVC, như được đề xuất hiện thời.

Như nêu trên dựa vào các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.9, sáng chế còn đề cập đến các ngữ cảnh dùng cho các mức hệ số (bao gồm ánh xạ có nghĩa) được chia thành các tập hợp con. Tức là, ngữ cảnh được xác định cho mỗi tập hợp con hệ số. Vì vậy, trong ví dụ này, không cần sử dụng cùng một ngữ cảnh cho toàn bộ quy trình quét hệ số. Thay vì vậy, các tập hợp con hệ số khác nhau trong khối biến đổi có thể có các ngữ cảnh khác nhau được xác định riêng cho mỗi tập hợp con. Mỗi tập hợp con có thể bao gồm mảng một chiều của các hệ số được quét liên tiếp theo thứ tự quét. Do đó, việc quét mức hệ số tiến hành từ hệ số có nghĩa cuối cùng đến hệ số đầu tiên (thành phần DC), trong đó quy trình quét được phân chia theo khái niệm trên các tập hợp con hệ số khác nhau được quét liên tiếp theo thứ tự quét. Ví dụ, mỗi tập hợp con có thể gồm n hệ số được quét liên tiếp, với một thứ tự quét cụ thể. Việc tạo nhóm các hệ số trong các tập hợp con theo thứ tự quét của chúng có thể cung cấp sự tương quan tốt hơn giữa các hệ số, và do vậy có thể lập mã entropy hiệu quả hơn.

Sáng chế còn đề cập đến việc gia tăng song song hóa quy trình lập mã entropy dựa vào CABAC đối với các hệ số biến đổi bằng cách mở rộng khái niệm của một vài bước quét mức hệ số để bao gồm bước quét bổ sung cho ánh xạ có nghĩa. Do vậy, ví dụ với bốn bước có thể bao gồm: (1) lập mã các giá trị cờ hệ số có nghĩa của các hệ số biến đổi, để tạo thành ánh xạ có nghĩa chẳng hạn, (2) lập mã bin 1 của các giá trị mức của các hệ số biến đổi, (3) lập mã các bin còn lại của các giá trị mức hệ số, và (4) lập mã dấu của các mức hệ số, tất cả đều theo cùng một thứ tự quét. Khi sử dụng các kỹ thuật được mô tả ở đây, quy trình lập mã bốn bước nêu trên có thể được tạo điều kiện thuận lợi. Tức là, quét hệ số có nghĩa và quét mức hệ số biến đổi theo cùng một thứ tự quét, trong đó thứ tự quét tiến hành theo chiều ngược từ hệ số tần số cao đến hệ số tần số thấp, giúp hỗ trợ cho hiệu suất của kỹ thuật lập mã một vài bước nêu trên.

Theo ví dụ khác, kỹ thuật quét năm bước có thể bao gồm: (1) lập mã các giá trị cờ hệ số có nghĩa của các hệ số biến đổi, để tạo thành ánh xạ có nghĩa chẳng hạn, (2) lập mã bin 1 của các giá trị mức của các hệ số biến đổi, (3) lập mã bin 2 của các giá trị mức của các hệ số biến đổi, (4) lập mã dấu của các mức hệ số (ví dụ, ở chế độ mạch rẽ), và (5) lập mã các bin còn lại của các giá trị mức hệ số (ví dụ, ở chế độ mạch rẽ), tất cả các bước này sử dụng cùng một thứ tự quét.

Ví dụ với số bước quét ít hơn cũng có thể được sử dụng. Ví dụ, quy trình quét hai

bước trong đó thông tin mức và dấu được xử lý song song có thể bao gồm: (1) lập mã các bin quét thông thường trong bước quét (ví dụ, hệ số có nghĩa, mức bin 1, và mức bin 2), và (2) lập mã các bin mạch rẽ trong bước quét khác (ví dụ, các mức còn lại và dấu), mỗi bước quét này sử dụng cùng một thứ tự quét. Các bin thông thường được mã hóa với kỹ thuật CABAC bằng cách sử dụng ngữ cảnh cập nhật được xác định theo tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh. Ví dụ, như sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây, tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh có thể bao gồm thông tin mức đã được lập mã của hệ số lân cận có tính nhân quả so với hệ số biến đổi hiện thời. Các bin mạch rẽ là các bin được mã hóa với kỹ thuật CABAC có ngữ cảnh cố định.

Theo các ví dụ, một vài bước quét nêu trên, có thể được tổng quát hóa dưới dạng bao gồm bước quét thứ nhất đối với phần thứ nhất của các mức hệ số, trong đó phần thứ nhất này bao gồm bước quét hệ số có nghĩa, và bước quét thứ hai đối với phần thứ hai của các mức hệ số.

Trong mỗi ví dụ nêu trên, các bước quét có thể được thực hiện tuần tự trong mỗi tập hợp con. Mặc dù việc sử dụng các tập hợp con một chiều gồm các hệ số được quét liên tiếp có thể là mong muốn, nhưng phương pháp một vài bước quét cũng có thể được áp dụng cho các khối con, như các khối con 4x4. Các quy trình hai bước quét và bốn bước quét làm ví dụ cho các tập hợp con được quét liên tiếp sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Trong quy trình hai bước quét được đơn giản hóa, với mỗi tập hợp con của đơn vị biến đổi, bước quét thứ nhất lập mã phần có nghĩa của các hệ số trong tập hợp con theo thứ tự quét, và bước quét thứ hai lập mã mức hệ số của các hệ số trong tập hợp con theo cùng một thứ tự quét. Thứ tự quét có thể được đặc trưng bởi chiều quét (chiều thuận hoặc chiều ngược) và mẫu quét (ví dụ, quét ngang, quét dọc, hoặc quét chéo). Thuật toán này có thể hoàn thiện hơn cho việc xử lý song song nếu cả hai bước quét trong mỗi tập hợp con theo cùng một thứ tự quét, như nêu trên.

Trong quy trình bốn bước quét kỹ hơn, với mỗi tập hợp con của đơn vị biến đổi, bước quét thứ nhất lập mã phần có nghĩa của các hệ số trong tập hợp con, bước quét thứ hai lập mã bin 1 của mức hệ số của các hệ số trong tập hợp con, bước quét thứ ba lập mã các bin còn lại của mức hệ số của các hệ số trong tập hợp con, và bước quét thứ tư lập mã dấu của mức hệ số của các hệ số trong tập hợp con. Ngoài ra, để hoàn thiện hơn cho việc xử lý song song, tất cả các bước quét trong mỗi tập hợp con cần phải có cùng một thứ tự quét. Như nêu trên, thứ tự quét với chiều ngược được thể hiện là làm việc tốt. Cần phải

lưu ý rằng bước quét thứ tư (tức là, lập mã dấu của các mức hệ số) có thể được thực hiện ngay sau bước quét thứ nhất (tức là, lập mã ánh xạ có nghĩa) hoặc ngay trước bước quét các giá trị còn lại của mức hệ số.

Đối với một số cỡ biến đổi, tập hợp con có thể là toàn bộ đơn vị biến đổi. Trong trường hợp này, có một tập hợp con duy nhất tương ứng với tất cả các hệ số có nghĩa trong toàn bộ đơn vị biến đổi, và quy trình quét hệ số có nghĩa và quét mức tiến hành theo cùng một thứ tự quét. Trong trường hợp này, thay cho một số hữu hạn n (ví dụ, $n=16$) hệ số trong tập hợp con, tập hợp con có thể là một tập hợp con duy nhất của đơn vị biến đổi, trong đó một tập hợp con duy nhất này chứa tất cả các hệ số có nghĩa.

Theo Fig.5, ngay khi các hệ số biến đổi được quét, bộ phận mã hóa entropy 56 có thể áp dụng quy trình lập mã entropy như CAVLC hoặc CABAC cho các hệ số này. Ngoài ra, bộ phận mã hóa entropy 56 có thể mã hóa thông tin vector chuyển động (MV - Motion Vector) và phần tử cú pháp bất kỳ trong số các phần tử cú pháp hữu dụng cho việc giải mã dữ liệu video ở bộ giải mã video 30. Các phần tử cú pháp có thể bao gồm ánh xạ có nghĩa với các cờ hệ số có nghĩa chỉ báo hệ số cụ thể có hệ số có nghĩa (ví dụ, khác không) hay không và cờ hệ số có nghĩa cuối cùng chỉ báo hệ số cụ thể có phải là hệ số có nghĩa cuối cùng hay không. Bộ giải mã video 30 có thể sử dụng các phần tử cú pháp này để khôi phục dữ liệu video mã hóa. Sau khi lập mã entropy bởi bộ phận mã hóa entropy 56, dữ liệu video mã hóa nhận được có thể được truyền đến thiết bị khác, như bộ giải mã video 30, hoặc được lưu trữ để truyền hoặc tìm kiếm sau đó.

Để mã hóa entropy các phần tử cú pháp, bộ phận mã hóa entropy 56 có thể thực hiện kỹ thuật CABAC và chọn các mô hình ngữ cảnh dựa vào, ví dụ, số hệ số có nghĩa trong N hệ số đã quét trước đó, trong đó N là giá trị nguyên có thể liên quan đến kích cỡ của khối đang được quét. Bộ phận mã hóa entropy 56 còn có thể chọn mô hình ngữ cảnh dựa vào chế độ dự báo dùng để tính toán dữ liệu dư đã được biến đổi thành khối hệ số biến đổi, và kiểu biến đổi được dùng để biến đổi dữ liệu dư thành khối hệ số biến đổi. Khi dữ liệu dự báo tương ứng được dự báo bằng cách sử dụng chế độ dự báo nội cấu trúc, bộ phận mã hóa entropy 56 còn có thể chọn mô hình ngữ cảnh dựa vào chiều của chế độ dự báo nội cấu trúc.

Ngoài ra, theo khía cạnh khác của sáng chế, dự tính rằng các ngữ cảnh dùng cho CABAC được chia thành các tập hợp con hệ số (ví dụ, các tập hợp con được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.9. Sáng chế đề xuất rằng mỗi tập hợp con gồm các hệ số liên

tiếp theo thứ tự quét trên toàn bộ khối. Cỡ tập hợp con bất kỳ có thể được cân nhắc, mặc dù cỡ 16 hệ số trong một tập hợp con đã thể hiện là làm việc tốt. Trong ví dụ này, tập hợp con có thể là 16 hệ số liên tiếp theo thứ tự quét, có thể theo mẫu quét bất kỳ, bao gồm các mẫu quét khối con, quét chéo, quét dích dắc, quét ngang, và quét dọc. Theo đề xuất này, quy trình quét mức hệ số tiến hành từ hệ số có nghĩa cuối cùng trong khối. Do đó, quy trình quét mức hệ số tiến hành từ hệ số có nghĩa cuối cùng đến hệ số đầu tiên (thành phần DC) trong khối, trong đó quy trình quét được phân chia theo khái niệm trong các tập hợp con hệ số khác nhau để suy ra các ngữ cảnh cần áp dụng. Ví dụ, quy trình quét được sắp xếp theo các tập hợp con gồm n hệ số liên tiếp theo thứ tự quét. Hệ số có nghĩa cuối cùng là hệ số có nghĩa đầu tiên theo thứ tự quét ngược từ hệ số tần số cao nhất của khối (thường thấy ở gần góc phải dưới của khối) đến hệ số DC của khối (góc trái trên của khối).

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất rằng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh CABAC được điều hòa cho tất cả các cỡ khối. Nói cách khác, thay vì có các thông tin suy ra ngữ cảnh khác nhau dựa trên cỡ khối như nêu trên, mọi cỡ khối sẽ dựa vào cùng một thông tin suy ra ngữ cảnh CABAC. Theo cách này, không cần phải tính đến cỡ khối cụ thể để suy ra ngữ cảnh CABAC dùng cho khối. Thông tin suy ra ngữ cảnh này là như nhau cho cả hai quy trình lập mã ánh xạ có nghĩa và lập mã mức hệ số.

Sáng chế cũng đề xuất rằng các tập hợp ngữ cảnh CABAC phụ thuộc vào việc tập hợp con là tập hợp con 0 (được định nghĩa là tập hợp con với các hệ số của các tần số thấp nhất, tức là, chứa hệ số DC và các hệ số tần số thấp liên kề) hoặc không phải như vậy (tức là, tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh). Xem các bảng 3a và 3b dưới đây.

Tập hợp ngữ cảnh		
0	Tần số thấp nhất	0 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
1	Tần số thấp nhất	1 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
2	Tần số thấp nhất	>1 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
3	Tần số cao hơn	0 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
4	Tần số cao hơn	1 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
5	Tần số cao hơn	>1 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước

Bảng 3a- Bảng tập hợp ngữ cảnh. Cần được so sánh với bảng 2. Ở đây có sự phụ thuộc vào tập hợp con, cho dù tập hợp con đó có là tập hợp con 0 (các tần số thấp nhất) hay không.

Theo bảng 3a trên đây, các tập hợp 0-2 của các mô hình ngữ cảnh được sử dụng

cho tập hợp con quét tần số thấp nhất (tức là, tập hợp gồm n hệ số liên tiếp) nếu, lần lượt, không có hệ số lớn hơn một trong tập hợp con đã được lập mã trước, có một hệ số lớn hơn một trong tập hợp con đã được lập mã trước, hoặc có nhiều hơn một hệ số lớn hơn một trong tập hợp con đã được lập mã trước. Các tập hợp 3-5 của các mô hình ngữ cảnh được dùng cho tất cả các tập hợp con cao hơn tập hợp con tần số thấp nhất nếu, lần lượt, không có hệ số lớn hơn một trong tập hợp con đã được lập mã trước, có một hệ số lớn hơn một trong tập hợp con đã được lập mã trước, hoặc có nhiều hơn một hệ số lớn hơn một trong tập hợp con đã được lập mã trước.

Tập hợp ngữ cảnh		
0	Tần số thấp nhất	0 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
1	Tần số thấp nhất	1-3 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
2	Tần số thấp nhất	>3 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
3	Tần số cao hơn	0 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
4	Tần số cao hơn	1-3 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
5	Tần số cao hơn	>3 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước

Bảng 3b – Bảng tập hợp ngữ cảnh.

Bảng 3b là bảng tập hợp ngữ cảnh cho thấy hiệu suất tốt bởi vì nó tính đến số đếm chính xác hơn về số hệ số lớn hơn một trong tập hợp con trước. Bảng 3b có thể được dùng làm bảng thay thế cho bảng 3a trên đây.

Bảng 3c là bảng tập hợp ngữ cảnh đơn giản hóa với tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh cũng có thể được sử dụng thay thế.

Tập hợp ngữ cảnh		
0	Tần số thấp nhất	0 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
1	Tần số thấp nhất	1 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
2	Tần số cao hơn	0 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước
3	Tần số cao hơn	1 hệ số lớn hơn 1 trong tập hợp con trước

Bảng 3c - Bảng tập hợp ngữ cảnh.

Ngoài ra, tập hợp con chứa hệ số có nghĩa cuối cùng trong đơn vị biến đổi có thể sử dụng một tập hợp ngữ cảnh riêng.

Sáng chế còn đề xuất ngữ cảnh dùng cho tập hợp con vẫn phụ thuộc vào số hệ số lớn hơn 1 trong các tập hợp con trước. Ví dụ, nếu số hệ số trong các tập hợp con trước là cửa sổ trượt, giả sử số này là `uiNumOne`. Khi giá trị này được kiểm tra để quyết định ngữ

cảnh cho tập hợp quét con hiện thời, thì giá trị này không được đặt bằng không. Thay vì vậy, giá trị này được chuẩn hóa (ví dụ, sử dụng $uiNumOne = uiNumOne/4$ tương đương với $uiNumOne \gg= 2$, hoặc $uiNumOne = uiNumOne/2$ tương đương với $uiNumOne \gg= 1$). Nhờ làm việc này, các giá trị của các tập hợp con đứng trước tập hợp con ngay trước đó vẫn có thể được cân nhắc, nhưng dựa vào trọng số nhỏ hơn trong quyết định ngữ cảnh CABAC cho tập hợp con được lập mã hiện thời. Cụ thể, quyết định ngữ cảnh CABAC cho tập hợp con đã cho tính đến không chỉ số hệ số lớn hơn một trong tập hợp con ngay trước đó, mà còn cả số hệ số đã được gán trọng số lớn hơn một trong các tập hợp con được lập mã trước đó.

Ngoài ra, tập hợp ngữ cảnh có thể phụ thuộc vào điều kiện sau: (1) số hệ số có nghĩa trong tập hợp con được quét hiện thời, (2) tập hợp con hiện thời có phải là tập hợp con cuối cùng với hệ số có nghĩa hay không (tức là, sử dụng thứ tự quét ngược, điều này được dùng để chỉ tập hợp con có phải là tập hợp con được quét đầu tiên cho các mức hệ số hay không). Ngoài ra, mô hình ngữ cảnh dùng cho mức hệ số có thể phụ thuộc vào việc hệ số hiện thời có phải là hệ số cuối cùng hay không.

Giải pháp chọn ngữ cảnh thích ứng mức cao đã được đề xuất trước đó để lập mã ánh xạ có nghĩa của các khối hệ số biến đổi 16×16 và 32×32 theo tiêu chuẩn HEVC. Cần phải lưu ý rằng, giải pháp chọn ngữ cảnh này có thể được mở rộng cho tất cả các cỡ khối. Như được thể hiện trên Fig.10, giải pháp này chia khối 16×16 thành bốn vùng, trong đó mỗi hệ số trong vùng tần số thấp 41 (bốn hệ số ở góc trái trên tại các vị trí tọa độ x, y $[0,0]$, $[0,1]$, $[1,0]$, $[1,1]$ trong ví dụ của khối 16×16 , trong đó tọa độ $[0,0]$ là góc trái trên, hệ số DC) có ngữ cảnh riêng của nó, các hệ số trong vùng trên cùng 37 (các hệ số trong hàng trên cùng từ các vị trí tọa độ x, y $[2,0]$ đến $[15,0]$ trong ví dụ của khối 16×16) dùng chung 3 ngữ cảnh, các hệ số trong vùng bên trái 35 (các hệ số trong cột bên trái từ các vị trí tọa độ x, y $[0,2]$ đến $[0,15]$ trong ví dụ của khối 16×16) dùng chung 3 ngữ cảnh khác, và các hệ số trong vùng còn lại 39 (các hệ số còn lại trong khối 16×16) dùng chung 5 ngữ cảnh. Việc chọn ngữ cảnh cho hệ số biến đổi X trong vùng 39, theo một ví dụ, là dựa vào tổng phần có nghĩa của tối đa 5 hệ số biến đổi B, E, F, H và I . Vì X không phụ thuộc vào các vị trí khác trên cùng một đường chéo X dọc theo chiều quét (trong ví dụ này là mẫu quét đích dắc hoặc mẫu quét chéo), nên ngữ cảnh của phần có nghĩa của các hệ số biến đổi dọc theo đường chéo theo thứ tự quét có thể được tính song song từ các đường chéo trước đó theo thứ tự quét.

Các ngữ cảnh được đề xuất cho ánh xạ có nghĩa, như được thể hiện trên Fig.10, chỉ hợp lệ nếu thứ tự quét là chiều thuận vì ngữ cảnh trở thành phi nhân quả ở bộ giải mã nếu chiều quét ngược được sử dụng. Tức là, bộ giải mã chưa giải mã các hệ số B, E, F, H và I như được thể hiện trên Fig.10 nếu chiều quét ngược được sử dụng. Do vậy, dòng bit không thể giải mã được.

Tuy nhiên, sáng chế đề xuất sử dụng chiều quét ngược. Như vậy, ánh xạ có nghĩa có sự tương quan thích hợp giữa các hệ số khi thứ tự quét là theo chiều ngược, như được thể hiện trên Fig.6. Do đó, khi sử dụng quy trình quét ngược cho ánh xạ có nghĩa, như nêu trên, sẽ cung cấp được hiệu suất lập mã mong muốn. Ngoài ra, sử dụng quét ngược cho ánh xạ có nghĩa có lợi cho việc điều hòa quy trình quét dùng để lập mã mức hệ số và ánh xạ có nghĩa. Để hỗ trợ quét ngược các hệ số có nghĩa, các ngữ cảnh cần được thay đổi để chúng có thể tương thích với việc quét ngược. Sáng chế đề xuất rằng việc lập mã các hệ số có nghĩa sử dụng các ngữ cảnh là ngữ cảnh có quan hệ nhân quả với quét ngược.

Sáng chế còn đề xuất, theo một ví dụ, kỹ thuật để lập mã ánh xạ có nghĩa sử dụng các ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.11. Mỗi hệ số trong vùng tần số thấp 43 (ba hệ số ở góc trái trên cùng tại các vị trí tọa độ x, y [0,0], [0,1], [1,0] trong ví dụ của khối 16x16, trong đó tọa độ [0,0] chỉ báo góc trái trên, hệ số DC) có thông tin suy ra ngữ cảnh riêng của nó. Các hệ số trong vùng trên cùng 45 (các hệ số ở hàng trên cùng từ các vị trí tọa độ x, y [2,0] đến [15,0] trong ví dụ của khối 16x16) có ngữ cảnh phụ thuộc vào phần có nghĩa của hai hệ số trước trong vùng trên cùng 45 (ví dụ, hai hệ số ở ngay bên phải hệ số cần được lập mã, trong đó các hệ số này là các hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả để giải mã dựa vào chiều quét ngược). Các hệ số trong vùng bên trái 47 (các hệ số trong cột bên trái từ các vị trí tọa độ x, y [0,2] đến [0,15] trong ví dụ của khối 16x16) có ngữ cảnh tùy thuộc vào phần có nghĩa của hai hệ số trước (ví dụ, hai hệ số ở ngay bên dưới hệ số cần được mã hóa, trong đó các hệ số này là các hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả để giải mã dựa vào chiều quét ngược). Lưu ý rằng các ngữ cảnh trong vùng trên cùng 45 và vùng bên trái 47 trên Fig.11 này là ngược với các ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.10 (ví dụ, trong đó các hệ số trong vùng trên cùng 37 có ngữ cảnh phụ thuộc vào các hệ số ở bên trái và các hệ số ở vùng bên trái 35 có ngữ cảnh phụ thuộc vào các hệ số bên trên). Theo Fig.11, ngữ cảnh của các hệ số trong vùng còn lại 49 (tức là, các hệ số còn lại nằm ngoài vùng tần số thấp 43, vùng trên cùng 45, và vùng bên trái 47) phụ thuộc vào tổng (hoặc hàm số bất kỳ khác) của phần có nghĩa của các hệ số ở các vị trí có ký hiệu là I, H,

F, E, và B.

Theo ví dụ khác, các hệ số trong vùng trên cùng 45 và vùng bên trái 47 có thể sử dụng chính xác cùng một thông tin suy ra ngữ cảnh như các hệ số trong vùng 49. Khi quét ngược, điều này có thể khả thi vì các vị trí lân cận có ký hiệu I, H, F, E, và B khả dụng cho các hệ số trong vùng trên cùng 45 và vùng bên trái 47. Ở cuối các hàng/cột, vị trí của các hệ số nhân quả I, H, F, E và B có thể nằm ngoài khối. Trong trường hợp này, giả sử rằng giá trị của các hệ số này bằng không (tức là, không có nghĩa).

Có nhiều tùy chọn để lựa chọn ngữ cảnh. Ý tưởng cơ bản là sử dụng phần có nghĩa của các hệ số đã được lập mã theo thứ tự quét. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.10, ngữ cảnh của hệ số ở vị trí X được suy ra dựa vào tổng phần có nghĩa của các hệ số ở các vị trí B, E, F, H và I. Các hệ số ngữ cảnh này có trước hệ số hiện thời theo thứ tự quét ngược dùng cho ánh xạ có nghĩa được đề xuất trong bản mô tả này. Các ngữ cảnh là nhân quả theo chiều quét thuận trở thành phi nhân quả (không khả dụng) theo thứ tự quét ngược. Một cách để giải quyết vấn đề này là đối xứng với các ngữ cảnh của trường hợp thông thường trên Fig.10 sang các ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.11 cho chiều quét ngược. Đối với quy trình quét hệ số có nghĩa tiến hành theo chiều ngược từ hệ số có nghĩa cuối cùng đến vị trí hệ số DC, miền lân cận ngữ cảnh của hệ số X bao gồm các hệ số B, E, F, H, I liên quan đến các vị trí tần số cao hơn, so với vị trí của hệ số X, và đã được xử lý trước bởi bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, theo chiều quét ngược, trước khi lập mã hệ số X.

Như nêu trên, các ngữ cảnh và các mô hình ngữ cảnh được minh họa trong các bảng 1 và 2 cố gắng khai thác sự tương quan cục bộ của các mức hệ số giữa các khối con 4x4. Tuy nhiên, sự phụ thuộc này có thể là quá xa. Tức là, có thể có sự phụ thuộc thấp giữa các hệ số nằm cách nhau một vài hệ số, ví dụ, từ một khối con đến khối con khác. Ngoài ra, trong mỗi khối con, sự phụ thuộc giữa các hệ số có thể là yếu. Sáng chế mô tả các kỹ thuật để giải quyết các vấn đề này bằng cách tạo lập tập hợp ngữ cảnh cho các mức hệ số sử dụng miền lân cận ngữ cảnh cục bộ hơn.

Sáng chế đề xuất việc sử dụng miền lân cận cục bộ để suy ra ngữ cảnh của các mức hệ số biến đổi, trong quy trình lập mã video theo tiêu chuẩn HEVC hoặc các tiêu chuẩn khác chẳng hạn. Miền lân cận này gồm các hệ số đã được mã hóa (hoặc đã được giải mã) có sự tương quan cao với mức của hệ số hiện thời. Các hệ số có thể ở gần về mặt không gian với hệ số cần được lập mã, và có thể bao gồm cả các hệ số liên quan đến hệ số cần được lập mã và các hệ số ở gần khác, như được thể hiện trên Fig.11 hoặc Fig.13. Đặc biệt,

các hệ số dùng để suy ra ngữ cảnh không bị ràng buộc với khối con hoặc khối con trước. Thay vì vậy, miền lân cận cục bộ có thể bao gồm các hệ số nằm gần theo không gian với hệ số cần được lập mã, nhưng không cần phải nằm trong cùng một khối con với hệ số cần được lập mã, hoặc trong cùng một khối con với hệ số khác, nếu các hệ số được sắp xếp trong các khối con. Thay vì dựa vào các hệ số nằm trong khối con cố định, sáng chế còn đề xuất sử dụng các hệ số lân cận khả dụng (tức là, đã được lập mã) dựa trên thứ tự quét cụ thể được sử dụng.

Các tập hợp ngữ cảnh CABAC khác nhau có thể được xác định cho các tập hợp con hệ số khác nhau, dựa vào các tập hợp con hệ số đã lập mã trước chẳng hạn. Trong một tập hợp con hệ số đã cho, các ngữ cảnh được suy ra dựa vào miền lân cận cục bộ của các hệ số, đôi khi được gọi là miền lân cận ngữ cảnh. Theo sáng chế, ví dụ về miền lân cận ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.12. Các hệ số trong miền lân cận ngữ cảnh có thể nằm gần theo không gian với hệ số cần được lập mã.

Như được thể hiện trên Fig.12, đối với quy trình quét thuận, ngữ cảnh của mức hệ số biến đổi X tùy thuộc vào giá trị của các hệ số B , E , F , H , và I . Trong quy trình quét thuận, các hệ số B , E , F , H , và I liên quan đến các vị trí tần số thấp hơn so với vị trí hệ số X , và chúng đã được xử lý bởi bộ mã hóa hoặc bộ giải mã trước khi lập mã hệ số X .

Để mã hóa bin 1 đối với CABAC, ngữ cảnh phụ thuộc vào tổng của số hệ số có nghĩa trong miền lân cận ngữ cảnh (tức là, các hệ số B , E , F , H và I , trong ví dụ này). Nếu hệ số trong miền lân cận ngữ cảnh nằm ngoài khối, tức là, do mất dữ liệu, có thể được coi là giá trị bằng 0 vì mục đích xác định ngữ cảnh của hệ số X . Để mã hóa phần còn lại của các bin đối với CABAC, ngữ cảnh phụ thuộc vào tổng số hệ số trong miền lân cận bằng 1 cũng như tổng số hệ số trong miền lân cận lớn hơn 1. Theo ví dụ khác, ngữ cảnh dùng cho bin 1 có thể phụ thuộc vào tổng của các giá trị bin 1 của các hệ số trong miền lân cận ngữ cảnh cục bộ. Theo ví dụ khác, ngữ cảnh dùng cho bin 1 có thể phụ thuộc vào tổ hợp của tổng số hệ số có nghĩa và các giá trị bin 1 trong miền lân cận ngữ cảnh này.

Có thể có nhiều khả năng để lựa chọn miền lân cận ngữ cảnh. Tuy nhiên, miền lân cận ngữ cảnh cần phải chứa các hệ số sao cho bộ mã hóa và bộ giải mã đều truy nhập cùng một thông tin. Cụ thể, các hệ số B , F , E , I , và H trong miền lân cận cần phải là các hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả theo nghĩa là chúng đã được mã hóa hoặc giải mã trước đó và khả dụng để tham chiếu khi xác định ngữ cảnh cho hệ số X .

Các ngữ cảnh đã được mô tả dựa vào Fig.12 là một trong số nhiều ngữ cảnh có thể

có. Các ngữ cảnh này có thể được áp dụng cho bất kỳ một trong số ba kiểu quét hiện thời được đề xuất sử dụng theo tiêu chuẩn HEVC: quét chéo, quét ngang và quét dọc. Sáng chế đề xuất miền lân cận ngữ cảnh dùng để suy ra ngữ cảnh cho mức hệ số có thể là giống như miền lân cận ngữ cảnh dùng để suy ra các ngữ cảnh cho ánh xạ có nghĩa. Ví dụ, miền lân cận ngữ cảnh dùng để suy ra ngữ cảnh cho mức hệ số có thể là miền lân cận cục bộ, như trường hợp lập mã ánh xạ có nghĩa.

Như được mô tả chi tiết hơn trên đây, sáng chế đề xuất việc sử dụng thứ tự quét ngược để quét các hệ số có nghĩa nhằm tạo ra ánh xạ có nghĩa. Thứ tự quét ngược có thể là mẫu quét đích đặc ngược, mẫu quét dọc hoặc mẫu quét ngang như được thể hiện trên Fig.6. Nếu thứ tự quét để quét mức hệ số cũng theo mẫu quét ngược, thì miền lân cận ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.12 có thể trở thành phi nhân quả. Sáng chế đề xuất đảo chiều vị trí của miền lân cận ngữ cảnh để chúng là có tính nhân quả dựa vào thứ tự quét ngược. Fig.13 thể hiện một ví dụ của miền lân cận ngữ cảnh đối với thứ tự quét ngược.

Như được thể hiện trên Fig.13, đối với quy trình quét mức tiến hành theo chiều ngược từ vị trí hệ số có nghĩa cuối cùng đến hệ số DC, miền lân cận ngữ cảnh của hệ số X bao gồm các hệ số B, E, F, H, và I, các hệ số này liên quan đến các vị trí tần số cao hơn so với vị trí của hệ số X. Dựa trên quy trình quét ngược, các hệ số B, E, F, H, và I đã được xử lý bởi bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, trước khi lập mã hệ số X, và do đó là các hệ số nhân quả theo nghĩa rằng chúng là khả dụng. Tương tự, miền lân cận ngữ cảnh này có thể được áp dụng cho các mức hệ số.

Sáng chế còn đề xuất, theo một ví dụ, kỹ thuật khác để lập mã ánh xạ có nghĩa bằng cách sử dụng các ngữ cảnh được chọn để hỗ trợ quét ngược. Như nêu trên, giải pháp chọn ngữ cảnh thích ứng mức cao được đề xuất cho tiêu chuẩn HEVC để lập mã ánh xạ có nghĩa các khối hệ số biến đổi 16x16 và 32x32. Ví dụ, như được mô tả dựa vào Fig.10 trên đây, giải pháp này chia khối 16x16 thành bốn vùng, trong đó mỗi vị trí trong vùng 41 có tập hợp ngữ cảnh riêng của nó, vùng 37 có các ngữ cảnh, vùng 35 có 3 ngữ cảnh khác, và vùng 39 có 5 ngữ cảnh. Việc lựa chọn ngữ cảnh cho hệ số biến đổi X, theo một ví dụ, dựa vào tổng hệ số có nghĩa của tối đa 5 vị trí B, E, F, H, I. Vì X không phụ thuộc vào các vị trí khác trên cùng một đường chéo X dọc theo chiều quét, nên ngữ cảnh của phần có nghĩa của các hệ số biến đổi dọc theo đường chéo theo thứ tự quét có thể được tính song song từ các đường chéo trước đó theo thứ tự quét.

Giải pháp HEVC hiện thời để suy ra các ngữ cảnh có một vài nhược điểm. Một

nhược điểm là số ngữ cảnh trên mỗi khối. Có nhiều ngữ cảnh hơn có nghĩa là nhiều bộ nhớ hơn và xử lý nhiều hơn mỗi lần các ngữ cảnh được làm mới. Do đó, có thể có lợi nếu có thuật toán có ít ngữ cảnh và cũng có ít cách để tạo ra các ngữ cảnh (ví dụ, nhỏ hơn bốn cách, tức là, bốn mẫu, trong ví dụ trước).

Một cách để giải quyết các nhược điểm này là lập mã ánh xạ có nghĩa theo thứ tự ngược, tức là, từ hệ số có nghĩa cuối cùng (tần số cao hơn) đến thành phần DC (tần số thấp nhất). Kết quả của quy trình theo thứ tự ngược này là ở chỗ các ngữ cảnh để quét thuận không còn hợp lệ. Các kỹ thuật nêu trên bao gồm phương pháp xác định các ngữ cảnh để mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (CABAC) thông tin chỉ báo hệ số có nghĩa hiện thời trong số các hệ số có nghĩa dựa vào các hệ số có nghĩa đã lập mã trước theo chiều quét ngược. Trong ví dụ quét đích đảo ngược, các hệ số có nghĩa đã lập mã trước nằm tại các vị trí ở bên phải dòng quét có chứa hệ số có nghĩa hiện thời trong số các hệ số có nghĩa.

Việc tạo ngữ cảnh có thể là khác nhau đối với các vị trí khác nhau của các khối biến đổi dựa vào, ít nhất, khoảng cách từ các đường biên và khoảng cách từ thành phần DC. Trong kỹ thuật làm ví dụ nêu trên, sáng chế đề xuất rằng việc lập mã ánh xạ có nghĩa sử dụng các tập hợp ngữ cảnh được minh họa trên Fig.11.

Sáng chế đề xuất tập hợp ngữ cảnh để quét ánh xạ có nghĩa chiều ngược sẽ có thể mang lại hiệu suất cao hơn nhờ giảm số ngữ cảnh trên mỗi khối. Quay trở lại Fig.11, việc giảm số ngữ cảnh trên mỗi khối có thể được thực hiện bằng cách cho phép vùng bên trái 47 và vùng trên cùng 45 sử dụng cùng một thông tin suy ra ngữ cảnh giống như vùng còn lại 49. Theo chiều quét ngược, việc này là khả thi vì các vị trí lân cận có ký hiệu I, H, F, E, và B khả dụng cho các hệ số ở các vùng 47 và 45.

Fig.14 thể hiện một ví dụ thông tin suy ra ngữ cảnh theo ví dụ này. Theo ví dụ này, chỉ có hai vùng ngữ cảnh: vùng tần số thấp 57 dành cho hệ số DC và vùng còn lại 59 dành cho tất cả các hệ số khác. Như vậy, ví dụ này chỉ đề xuất hai cách để suy ra ngữ cảnh. Trong vùng tần số thấp 57 (hệ số DC tại vị trí $x, y [0,0]$), ngữ cảnh được suy ra dựa vào vị trí, tức là, hệ số DC có ngữ cảnh riêng của nó. Trong vùng còn lại 57, ngữ cảnh được suy ra dựa vào phần có nghĩa của các hệ số lân cận trong vùng lân cận cục bộ của mỗi hệ số cần được lập mã. Trong ví dụ này, ngữ cảnh được suy ra tùy thuộc vào tổng phần có nghĩa của 5 hệ số lân cận có ký hiệu là I, H, F, E và B trên Fig.14.

Do đó, số cách để suy ra ngữ cảnh trong khối được giảm từ 4 xuống 2. Ngoài ra, số

ngữ cảnh được giảm đi 8 so với ví dụ trước đây trên Fig.11 (2 ngữ cảnh cho vùng tần số thấp 43 và 3 ngữ cảnh cho mỗi vùng trên cùng 45 và vùng bên trái 47). Theo ví dụ khác, hệ số DC có thể sử dụng cùng một phương pháp giống như phần còn lại của khối, để cho số cách suy ra ngữ cảnh trong một khối được giảm xuống 1.

Fig.15 thể hiện một ví dụ trong đó vị trí hiện thời của hệ số X khiến cho một số hệ số lân cận (trong trường hợp này là H và B) nằm ngoài khối hiện thời. Nếu hệ số lân cận bất kỳ trong số các hệ số lân cận của hệ số hiện thời nằm ngoài khối thì có thể giả định rằng các hệ số lân cận này có giá trị 0 (tức là, chúng có giá trị bằng không và do đó không có nghĩa). Theo cách khác, một hoặc nhiều ngữ cảnh đặc biệt có thể được xác định cho một hoặc nhiều hệ số ở góc phải dưới. Theo cách này, các hệ số tần số cao hơn có thể có các ngữ cảnh tùy thuộc vào vị trí, theo cách tương tự như hệ số DC. Tuy nhiên, giả định các hệ số lân cận bằng không có thể cung cấp kết quả thích đáng, cụ thể vì các hệ số góc phải dưới sẽ thường có xác suất có hệ số có nghĩa thấp, hoặc ít nhất các hệ số có nghĩa với các giá trị lớn.

Việc giảm số ngữ cảnh trong ví dụ trên Fig.14 rất tốt khi thực thi. Tuy nhiên, việc này có thể làm giảm hiệu suất một chút. Sáng chế đề xuất kỹ thuật khác để cải thiện hiệu suất mà vẫn giảm được số ngữ cảnh. Cụ thể, dự tính là có tập hợp ngữ cảnh thứ hai cũng dựa vào các hệ số lân cận. Thuật toán suy ra ngữ cảnh chính xác là như nhau, nhưng hai tập hợp ngữ cảnh với các mô hình xác suất khác nhau được sử dụng. Tập hợp ngữ cảnh được sử dụng phụ thuộc vào vị trí của hệ số cần được lập mã trong đơn vị biến đổi.

Cụ thể hơn, hiệu suất gia tăng đạt được khi sử dụng mô hình ngữ cảnh dành cho các hệ số tần số cao (ví dụ, các vị trí tọa độ x, y ở góc phải dưới của các hệ số) khác với mô hình ngữ cảnh dành cho các hệ số ở tần số thấp hơn (ví dụ, các vị trí tọa độ x, y ở góc trái trên của các hệ số). Một cách để tách các hệ số tần số thấp với các hệ số tần số cao, và do vậy tách mô hình ngữ cảnh dùng cho mỗi hệ số này, là tính giá trị $x+y$ cho một hệ số, trong đó x là vị trí ngang và y là vị trí chiều dọc của hệ số này. Nếu giá trị này nhỏ hơn ngưỡng nhất định (ví dụ, ngưỡng bằng 4 đã thể hiện là làm việc tốt), thì tập hợp ngữ cảnh 1 được sử dụng. Nếu giá trị này bằng hoặc lớn hơn ngưỡng, thì tập hợp ngữ cảnh 2 được sử dụng. Ngoài ra, các tập hợp ngữ cảnh 1 và 2 có các mô hình xác suất khác nhau.

Fig.16 thể hiện ví dụ về các vùng ngữ cảnh trong ví dụ này. Ngoài ra, hệ số DC ở vị trí (0,0) có vùng ngữ cảnh riêng của nó 61. Vùng ngữ cảnh tần số thấp hơn 63 gồm các hệ số biến đổi tại vị trí $x+y$ bằng hoặc nhỏ hơn ngưỡng 4 (không bao gồm hệ số DC). Vùng

ngữ cảnh tần số cao hơn 65 gồm các hệ số biến đổi tại vị trí $x+y$ lớn hơn ngưỡng 4. Ngưỡng 4 được sử dụng làm ví dụ và có thể được điều chỉnh bằng một số bất kỳ có thể cung cấp hiệu suất tốt hơn. Theo ví dụ khác, ngưỡng có thể phụ thuộc vào cỡ TU.

Thông tin suy ra ngữ cảnh cho vùng ngữ cảnh tần số thấp hơn 63 và vùng ngữ cảnh tần số cao hơn 65 hoàn toàn như nhau về cách thức các hệ số lân cận được sử dụng để chọn ngữ cảnh, nhưng các xác suất được dùng (tức là, các ngữ cảnh) khác nhau. Cụ thể, cùng một tiêu chuẩn để chọn ngữ cảnh dựa vào các hệ số lân cận có thể được sử dụng, nhưng áp dụng tiêu chuẩn này dẫn đến việc chọn ngữ cảnh khác nhau cho các vị trí hệ số khác nhau, vì các vị trí hệ số khác nhau có thể là liên quan đến các tập hợp ngữ cảnh khác nhau. Theo cách này, kiến thức về các hệ số tần số thấp và tần số cao có thông tin thống kê khác nhau được đưa vào thuật toán, để cho các tập hợp ngữ cảnh khác nhau cho hệ số khác nhau có thể được sử dụng.

Theo các ví dụ khác, hàm số $x+y$ có thể được thay đổi sang các hàm số khác tùy thuộc vào vị trí của hệ số. Ví dụ, một tùy chọn là cấp cùng một tập hợp ngữ cảnh cho tất cả các hệ số với điều kiện $x < T$ & $y < T$, T là ngưỡng. Fig.17 thể hiện ví dụ về khối hệ số biến đổi với các vùng ngữ cảnh này. Ngoài ra, hệ số DC tại vị trí (0,0) có thể có vùng ngữ cảnh riêng của nó 61. Vùng ngữ cảnh tần số thấp 73 bao gồm tất cả các hệ số biến đổi có vị trí X hoặc Y của chúng nhỏ hơn hoặc bằng ngưỡng 4 (không bao gồm hệ số DC). Vùng ngữ cảnh tần số cao bao gồm tất cả các hệ số biến đổi có vị trí X hoặc Y của chúng lớn hơn ngưỡng 4. Ngoài ra, ngưỡng bằng 4 được sử dụng làm ví dụ và có thể được điều chỉnh bao gồm một số bất kỳ để cung cấp hiệu suất tốt hơn. Theo một ví dụ, ngưỡng có thể phụ thuộc vào cỡ TU.

Các kỹ thuật nêu trên, được thể hiện trên Fig.16 và Fig.17, có hai tập hợp gồm 5 ngữ cảnh, vẫn có số ngữ cảnh ít hơn số ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.10, và có hiệu suất cao hơn. Có thể đạt được điều này bằng cách tách khối thành các vùng khác nhau, và xác định các tập hợp ngữ cảnh khác nhau cho các hệ số trong các vùng khác nhau, nhưng vẫn áp dụng cùng một tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh cho mỗi vùng.

Fig.18 thể hiện ví dụ khác của khối hệ số biến đổi với các vùng ngữ cảnh. Trong ví dụ này, hệ số DC trong vùng 81 và các hệ số tại các vị trí x, y (1, 0) và (0, 1), trong các vùng 83 và 85, mỗi vùng này có ngữ cảnh riêng của chúng. Vùng còn lại 87 có ngữ cảnh khác. Trong một phiên bản của ví dụ được thể hiện trên Fig.18, các vùng 83 và 85 dùng chung một ngữ cảnh.

Nói chung, các kỹ thuật nêu trên có thể bao gồm quét các hệ số có nghĩa trong khối hệ số biến đổi theo chiều ngược từ các hệ số tần số cao trong khối hệ số biến đổi đến các hệ số tần số thấp hơn trong khối hệ số biến đổi để tạo thành ánh xạ có nghĩa, và xác định các ngữ cảnh để mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (CABAC) các hệ số có nghĩa của ánh xạ có nghĩa dựa vào miền lân cận cục bộ gồm các hệ số đã được quét trước đó trong khối. Các ngữ cảnh có thể được xác định cho mỗi hệ số có nghĩa dựa vào các hệ số biến đổi đã quét trước đó trong miền lân cận cục bộ có tần số cao hơn hệ số biến đổi tương ứng. Theo một số ví dụ, các ngữ cảnh có thể được xác định dựa vào tổng số hệ số có nghĩa trong các hệ số đã quét trước đó của miền lân cận ngữ cảnh. Miền lân cận cục bộ của mỗi hệ số có nghĩa cần được lập mã có thể bao gồm các hệ số biến đổi nằm gần theo không gian với hệ số tương ứng trong khối.

Ngữ cảnh dùng cho hệ số có nghĩa ở vị trí DC (ví dụ, cực trái trên) của khối hệ số biến đổi có thể được xác định dựa vào ngữ cảnh riêng lẻ được xác định cho hệ số có nghĩa tại vị trí DC. Ngoài ra, ngữ cảnh có thể được xác định cho các hệ số ở mép trái và mép trên của khối bằng cách sử dụng tiêu chuẩn gần giống hoặc tương tự như tiêu chuẩn dùng để xác định ngữ cảnh cho các hệ số không nằm ở mép trái và mép trên của khối. Theo một số ví dụ, ngữ cảnh dùng cho hệ số ở vị trí cực phải dưới của khối có thể được xác định bằng cách sử dụng tiêu chuẩn giả định rằng các hệ số lân cận nằm ngoài khối là các hệ số có giá trị bằng không. Ngoài ra, theo một số ví dụ, việc xác định ngữ cảnh có thể bao gồm xác định ngữ cảnh cho các hệ số bằng cách sử dụng tiêu chuẩn gần giống hoặc tương tự như tiêu chuẩn để chọn ngữ cảnh trong tập hợp ngữ cảnh, nhưng các tập hợp ngữ cảnh khác nhau, dựa vào vị trí của các hệ số trong khối hệ số biến đổi.

Viện dẫn đến bên trên, bên dưới, bên phải, bên trái, và tương tự trong bản mô tả này thường được sử dụng để thuận tiện chỉ rõ các vị trí tương đối của các hệ số tần số cao hơn và các hệ số tần số thấp hơn trong khối hệ số biến đổi được sắp xếp, theo cách thức thông thường, để có các hệ số tần số thấp hơn về phía bên trái trên và các hệ số tần số cao hơn về phía bên phải dưới của khối, và không được hiểu là hạn chế ở những trường hợp trong đó các hệ số tần số cao hơn và tần số thấp hơn có thể được sắp xếp theo cách khác không theo thông lệ.

Quay trở lại Fig.5, theo một số ví dụ, mô đun biến đổi 52 có thể được tạo cấu hình để đặt bằng không một số hệ số biến đổi (tức là, các hệ số biến đổi ở các vị trí nhất định). Ví dụ, mô đun biến đổi 52 có thể được tạo cấu hình để đặt bằng không tất cả các hệ số biến

đổi nằm ngoài góc phân tư trái trên của TU sau khi biến đổi. Theo ví dụ khác, bộ phận mã hóa entropy 56 có thể được tạo cấu hình để đặt bằng không các hệ số biến đổi trong mảng sau một vị trí nhất định trong mảng này. Trong trường hợp bất kỳ, bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để đặt bằng không một phần nhất định của các hệ số biến đổi, trước khi hoặc sau khi quét chẳng hạn. Cụm từ “đặt bằng không” được dùng để chỉ việc đặt giá trị của hệ số bằng không, nhưng không cần bỏ qua hoặc loại bỏ hệ số này. Theo một số ví dụ, việc thiết lập các hệ số bằng không này có thể bổ sung cho việc đặt bằng không mà có thể là kết quả từ quy trình lượng tử hóa.

Bộ phận lượng tử hóa ngược 58 và môđun biến đổi ngược 60 lần lượt áp dụng quy trình lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược để khôi phục khối dư trong miền điểm ảnh, ví dụ, để sau đó dùng làm khối tham chiếu. Bộ phận bù chuyển động 44 có thể tính khối tham chiếu bằng cách cộng khối dư với khối dự báo của một trong số các khung của bộ nhớ đệm khung tham chiếu 64. Bộ phận bù chuyển động 44 còn có thể áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc nội suy cho khối dư đã khôi phục để tính các giá trị điểm ảnh dưới số nguyên để dùng cho quy trình ước tính chuyển động. Bộ cộng 62 cộng khối dư đã khôi phục với khối dự báo đã bù chuyển động được tạo bởi bộ phận bù chuyển động 44 để tạo ra khối video được khôi phục để lưu trữ trong bộ nhớ đệm khung tham chiếu 64. Khối video đã khôi phục có thể được bộ phận ước tính chuyển động 42 và bộ phận bù chuyển động 44 dùng làm khối tham chiếu để lập mã liên cấu trúc khối trong khung video tiếp theo.

Fig.19 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ của bộ phận mã hóa entropy 56 để dùng trong bộ mã hóa video trên Fig.5. Fig.19 minh họa các khía cạnh chức năng khác nhau của bộ phận mã hóa entropy 56 để chọn thứ tự quét và tập hợp ngữ cảnh tương ứng trong quy trình lập mã entropy CABAC. Bộ phận mã hóa entropy 56 có thể bao gồm bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90, bộ phận quét từ hai chiều sang một chiều 92, động cơ mã hóa entropy 94, và bộ nhớ thứ tự quét 96.

Bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90 chọn thứ tự quét để cho bộ phận quét từ 2D thành 1D 92 sử dụng để quét ánh xạ có nghĩa và quét mức hệ số. Như nêu trên, thứ tự quét bao gồm cả mẫu quét và chiều quét. Bộ nhớ thứ tự quét 96 có thể lưu trữ các lệnh và/hoặc dữ liệu để xác định thứ tự quét cần sử dụng cho các trường hợp cụ thể. Theo các ví dụ, chế độ dự báo khung hoặc lát, cỡ khối, kỹ thuật biến đổi, hoặc các đặc tính khác của dữ liệu video có thể được sử dụng để chọn thứ tự quét. Theo một đề xuất cho HEVC, mỗi chế độ dự báo nội cấu trúc được gán cho một thứ tự quét cụ thể (quét chéo, quét ngang

hoặc quét dọc khối con). Bộ giải mã phân tích cú pháp chế độ dự báo nội cấu trúc, và xác định thứ tự quét cần áp dụng bằng cách sử dụng bảng dò tìm. Các phương pháp thích ứng có thể được sử dụng để theo dõi thống kê của các hệ số có nghĩa thường xuyên nhất. Theo ví dụ khác, quy trình quét có thể dựa vào các hệ số được sử dụng thường xuyên nhất theo thứ tự quét. Theo ví dụ khác, bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90 có thể sử dụng thứ tự quét định trước cho tất cả các trường hợp. Như nêu trên, bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90 có thể chọn thứ tự quét cho cả hai quy trình quét ánh xạ có nghĩa và quét mức hệ số. Theo các kỹ thuật của sáng chế, hai quy trình quét có thể có cùng một thứ tự quét, và cụ thể, có thể đều theo chiều ngược.

Dựa vào thứ tự quét đã chọn, bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90 còn chọn các ngữ cảnh cần được sử dụng để mã hóa CABAC ở động cơ mã hóa entropy 94, như các ngữ cảnh được mô tả dựa vào Fig.11 và các hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.18.

Bộ phận quét từ 2D thành 1D 92 áp dụng các quy trình quét đã chọn cho mảng hai chiều của các hệ số biến đổi. Cụ thể, bộ phận quét từ 2D thành 1D 92 có thể quét các hệ số biến đổi trong các tập hợp con, như nêu trên dựa vào các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.9. Cụ thể, các hệ số biến đổi được quét trong tập hợp con gồm một số hệ số liên tiếp theo thứ tự quét. Các tập hợp con này có thể áp dụng cho cả quét ánh xạ có nghĩa cũng như quét mức hệ số. Ngoài ra, bộ phận quét từ 2D thành 1D 92 có thể thực hiện quét ánh xạ có nghĩa và quét mức hệ số dưới dạng các quy trình quét liên tiếp và theo cùng một thứ tự quét. Các quy trình quét liên tiếp có thể gồm một vài bước quét, như nêu trên. Theo một ví dụ, bước quét thứ nhất là quét ánh xạ có nghĩa, bước quét thứ hai là quét bin một của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con, bước quét thứ ba là quét các bin còn lại của các mức hệ số biến đổi, và bước quét thứ tư là quét dấu của các mức hệ số biến đổi.

Động cơ mã hóa entropy 94 áp dụng quy trình mã hóa entropy cho các hệ số đã quét bằng cách sử dụng ngữ cảnh được chọn từ bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90. Theo một số ví dụ, ngữ cảnh dùng cho CABAC có thể được xác định trước cho tất cả các trường hợp, và như vậy, có thể không cần đến quy trình hoặc bộ phận để chọn ngữ cảnh. Quy trình mã hóa entropy có thể được áp dụng cho các hệ số sau khi chúng được quét toàn bộ thành vector một chiều, hoặc khi mỗi hệ số này được bổ sung vào vector một chiều. Theo các ví dụ khác, các hệ số được xử lý trực tiếp trong mảng hai chiều bằng cách sử dụng thứ tự quét. Trong một số trường hợp, động cơ mã hóa entropy 94 có thể được tạo cấu hình để mã hóa song song các đoạn khác nhau của vector một chiều để hỗ trợ song song hóa quy

trình mã hóa entropy để gia tăng tốc độ và hiệu suất. Động cơ mã hóa entropy 94 tạo ra dòng bit mang dữ liệu video mã hóa. Dòng bit này có thể được truyền đến thiết bị khác hoặc được lưu trữ trong kho lưu trữ dữ liệu để tìm kiếm sau đó. Ngoài dữ liệu hệ số biến đổi dư, dòng bit còn có thể mang dữ liệu vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác nhau hữu dụng cho việc giải mã dữ liệu video mã hóa trong dòng bit.

Ngoài ra, bộ phận mã hóa entropy 56 có thể cung cấp báo hiệu trong dòng bit video mã hóa để chỉ báo thứ tự quét và/hoặc các ngữ cảnh được dùng trong quy trình CABAC. Thứ tự quét và/hoặc các ngữ cảnh có thể được báo hiệu, ví dụ, dưới dạng các phần tử cú pháp ở các mức khác nhau, như mức khung, lát, LCU, mức CU hoặc mức TU. Nếu thứ tự quét và/hoặc ngữ cảnh định trước được thiết lập, thì có thể không cần cung cấp báo hiệu trong dòng bit mã hóa. Ngoài ra, theo một số ví dụ, có thể để cho bộ giải mã video 30 suy ra một số giá trị tham số mà không cần đến báo hiệu. Để cho phép xác định các thứ tự quét khác nhau cho các TU khác nhau, có thể cần phải báo hiệu các phần tử cú pháp này ở mức TU, trong phần đầu cây tứ phân TU chẳng hạn. Mặc dù báo hiệu trong dòng bit mã hóa video được mô tả để minh họa, nhưng thông tin chỉ báo các giá trị tham số hoặc hàm số có thể được báo hiệu ngoài dải trong thông tin phụ.

Trong ngữ cảnh này, việc báo hiệu thứ tự quét và/hoặc các ngữ cảnh trong dòng bit mã hóa không cần phải truyền theo thời gian thực các phần tử này từ bộ mã hóa đến bộ giải mã, thay vì vậy các phần tử cú pháp này được mã hóa vào dòng bit và bộ giải mã có thể truy nhập được theo kiểu bất kỳ. Việc này có thể bao gồm truyền theo thời gian thực (ví dụ, trong hội thảo qua video) cũng như lưu trữ dòng bit mã hóa trên phương tiện đọc được bằng máy tính để cho bộ giải mã sử dụng (ví dụ, khi truyền liên tục, tải xuống, truy nhập đĩa, truy nhập thẻ, đĩa đa năng số (DVD), đĩa Blu-ray, v.v.).

Cần phải lưu ý rằng, mặc dù được thể hiện dưới dạng các khối chức năng tách biệt để dễ minh họa, nhưng cấu trúc và chức năng của bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90, bộ phận quét từ 2D thành 1D 92, động cơ mã hóa entropy 94, và bộ nhớ thứ tự quét 96 có thể được tích hợp mức cao với nhau.

Fig.20 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ của bộ giải mã video 30, để giải mã chuỗi video mã hóa. Trong ví dụ trên Fig.20, bộ giải mã video 30 bao gồm bộ phận giải mã entropy 70, bộ phận bù chuyển động 72, môđun dự báo nội cấu trúc 74, bộ phận lượng tử hóa ngược 76, bộ phận biến đổi ngược 78, bộ nhớ đệm khung tham chiếu 82 và bộ cộng 80. Bộ giải mã video 30 có thể, theo một số ví dụ, thực hiện quy trình giải mã thường

ngịch đảo với quy trình mã hóa đã được mô tả đối với bộ mã hóa video 20 (Fig.5).

Bộ phận giải mã entropy 70 giải mã entropy dữ liệu video mã hóa trong quy trình ngược với quy trình được sử dụng ở bộ phận mã hóa entropy 56 trên Fig.5. Bộ phận bù chuyển động 72 có thể tạo ra dữ liệu dự báo dựa vào các vector chuyển động thu được từ bộ phận giải mã entropy 70. Môđun dự báo nội cấu trúc 74 có thể tạo ra dữ liệu dự báo cho khối hiện thời của khung hiện thời dựa vào chế độ dự báo nội cấu trúc được báo hiệu và dữ liệu từ các khối đã được giải mã trước của khung hiện thời.

Theo một số ví dụ, bộ phận giải mã entropy 70 (hoặc bộ phận lượng tử hóa ngược 76) có thể quét các giá trị thu được bằng cách sử dụng thứ tự quét đối xứng với thứ tự quét dùng ở bộ phận mã hóa entropy 56 (hoặc bộ phận lượng tử hóa 54) của bộ mã hóa video 20. Mặc dù quy trình quét hệ số có thể được thực hiện ở bộ phận lượng tử hóa ngược 76, nhưng quy trình quét này được mô tả dưới dạng được thực hiện bởi bộ phận giải mã entropy 70. Ngoài ra, mặc dù được thể hiện dưới dạng các khối chức năng tách biệt để dễ minh họa, nhưng cấu trúc và chức năng của bộ phận giải mã entropy 70, bộ phận lượng tử hóa ngược 76, và các bộ phận khác của bộ giải mã video 30 có thể được tích hợp mức cao với nhau.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, bộ giải mã video 30 có thể quét cả ánh xạ có nghĩa của các hệ số biến đổi cũng như các mức của các hệ số biến đổi theo cùng một thứ tự quét. Tức là, thứ tự quét dùng cho ánh xạ có nghĩa và lập mã mức cần phải có mẫu và chiều như nhau. Ngoài ra, bộ mã hóa video 30 có thể sử dụng thứ tự quét cho ánh xạ có nghĩa theo chiều ngược. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa video 30 có thể sử dụng thứ tự quét ánh xạ có nghĩa, lập mã mức được điều hòa theo chiều ngược.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, bộ giải mã video 30 có thể quét các hệ số biến đổi trong các tập hợp con. Cụ thể, các hệ số biến đổi được quét trong tập hợp con gồm một số hệ số liên tiếp theo thứ tự quét. Các tập hợp con này có thể áp dụng cho cả quy trình quét ánh xạ có nghĩa cũng như quét mức hệ số. Ngoài ra, bộ giải mã video 30 có thể thực hiện quy trình quét ánh xạ có nghĩa và quét mức hệ số dưới dạng các quy trình quét liên tiếp theo cùng một thứ tự quét. Theo một khía cạnh, thứ tự quét là thứ tự quét ngược. Các quy trình quét liên tiếp có thể gồm một vài bước quét. Theo một ví dụ, bước quét thứ nhất là quét ánh xạ có nghĩa, bước quét thứ hai là quét bin một của các mức của các hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con, bước quét thứ ba là quét các bin còn lại của các mức của các hệ số biến đổi, và bước quét thứ tư là quét dấu của các mức hệ số biến đổi.

Bộ giải mã video 30 có thể thu, từ dòng bit mã hóa, báo hiệu xác định thứ tự quét và/hoặc các ngữ cảnh dùng cho quy trình CABAC bởi bộ mã hóa video 20. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, thứ tự quét và các ngữ cảnh có thể được bộ giải mã video 30 suy ra dựa vào các đặc tính của dữ liệu video mã hóa như chế độ dự báo, cỡ khối, hoặc các đặc tính khác. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể sử dụng các thứ tự quét và các ngữ cảnh định trước cho tất cả các trường hợp sử dụng, và như vậy không cần báo hiệu trong dòng bit mã hóa.

Bất kể thứ tự quét nào được xác định, bộ phận giải mã entropy 70 sử dụng thứ tự ngược với thứ tự quét này để quét vector một chiều thành mảng hai chiều. Mảng hai chiều của các hệ số biến đổi được tạo bởi bộ phận giải mã entropy 70 có thể được lượng tử hóa và thường có thể phù hợp với mảng hai chiều của các hệ số biến đổi được quét bởi bộ phận mã hóa entropy 56 của bộ mã hóa video 20 để tạo ra vector một chiều của các hệ số biến đổi.

Bộ phận lượng tử hóa ngược 76 lượng tử hóa ngược, tức là, khử lượng tử hóa các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa được cấp trong dòng bit và được giải mã bởi bộ phận giải mã entropy 70. Quy trình lượng tử hóa ngược có thể là quy trình thông thường, ví dụ, tương tự như các quy trình được đề xuất cho tiêu chuẩn HEVC hoặc được định nghĩa theo tiêu chuẩn giải mã H.264. Quy trình lượng tử hóa ngược có thể bao gồm sử dụng tham số lượng tử hóa QP được bộ mã hóa video 20 tính cho CU để xác định mức độ lượng tử hóa, và tương tự, mức độ lượng tử hóa ngược cần được áp dụng. Bộ phận lượng tử hóa ngược 76 có thể lượng tử hóa ngược các hệ số biến đổi trước hoặc sau khi các hệ số được chuyển đổi từ vector một chiều thành mảng hai chiều.

Môđun biến đổi ngược 78 áp dụng kỹ thuật biến đổi ngược, ví dụ, biến đổi cosin rời rạc (DCT) ngược, biến đổi số nguyên ngược, biến đổi KLT ngược, biến đổi quay ngược, biến đổi chiều ngược, hoặc kỹ thuật biến đổi ngược khác. Theo một số ví dụ, môđun biến đổi ngược 78 có thể xác định kỹ thuật biến đổi ngược dựa vào báo hiệu từ bộ mã hóa video 20, hoặc suy ra kỹ thuật biến đổi từ một hoặc nhiều đặc tính lập mã như cỡ khối, chế độ lập mã, hoặc tương tự. Theo một số ví dụ, môđun biến đổi ngược 78 có thể xác định kỹ thuật biến đổi cần áp dụng cho khối hiện thời dựa vào kỹ thuật biến đổi được báo hiệu ở nút gốc của cây tứ phân đối với LCU chứa khối hiện thời. Theo một số ví dụ, môđun biến đổi ngược 78 có thể áp dụng kỹ thuật biến đổi ngược nổi tăng.

Bộ phận bù chuyển động 72 tạo ra các khối đã được bù chuyển động, có thể thực

hiện phép nội suy dựa vào các bộ lọc nội suy. Ký hiệu nhận dạng của các bộ lọc nội suy cần dùng cho việc ước tính chuyển động với độ chính xác dưới điểm ảnh có thể được gộp trong các phần tử cú pháp. Bộ phận bù chuyển động 72 có thể sử dụng các bộ lọc nội suy như được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20 trong khi mã hóa khối video để tính các giá trị nội suy cho các điểm ảnh dưới số nguyên của khối tham chiếu. Bộ phận bù chuyển động 72 có thể xác định các bộ lọc nội suy được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20 theo thông tin cú pháp thu được và sử dụng các bộ lọc nội suy để tạo ra các khối dự báo.

Bộ phận bù chuyển động 72 và môđun dự báo nội cấu trúc 74, theo ví dụ HEVC, có thể sử dụng một số thông tin cú pháp (được cung cấp bởi cây tứ phân chẳng hạn) để xác định các cỡ của các LCU dùng để mã hóa (các) khung của chuỗi video mã hóa. Bộ phận bù chuyển động 72 và môđun dự báo nội cấu trúc 74 còn có thể sử dụng thông tin cú pháp để xác định thông tin phân chia, thông tin này mô tả cách thức mỗi CU của khung trong chuỗi video mã hóa được phân chia (và tương tự, cách thức CU con được phân chia). Thông tin cú pháp còn có thể bao gồm các chế độ chỉ báo cách thức mỗi đơn vị phân chia được mã hóa (ví dụ, dự báo nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc, và dùng cho chế độ mã hóa dự báo nội cấu trúc hay dự báo liên cấu trúc), một hoặc nhiều khung tham chiếu (và/hoặc các danh mục tham chiếu chứa ký hiệu nhận dạng của các khung tham chiếu) cho mỗi PU được mã hóa liên cấu trúc, và thông tin khác để giải mã chuỗi video mã hóa.

Bộ cộng 80 kết hợp các khối dư với các khối dự báo tương ứng được tạo bởi bộ phận bù chuyển động 72 hoặc môđun dự báo nội cấu trúc 74 để tạo ra các khối đã giải mã. Nếu cần, bộ lọc tách khối cũng có thể được áp dụng để lọc các khối đã giải mã này nhằm loại bỏ các thành phần lạ dạng khối. Các khối video đã giải mã được lưu trữ trong bộ nhớ đệm khung tham chiếu 82, bộ nhớ đệm này cung cấp các khối tham chiếu cho quy trình bù chuyển động sau đó và còn tạo ra dữ liệu video đã giải mã để trình diễn trên thiết bị hiển thị (như thiết bị hiển thị 32 trên Fig.4).

Như nêu trên, các kỹ thuật để quét các hệ số biến đổi được trình bày trong bản mô tả này có thể áp dụng cho cả bộ mã hóa và bộ giải mã. Bộ mã hóa video có thể áp dụng thứ tự quét để quét các hệ số biến đổi từ mảng hai chiều thành mảng một chiều, còn bộ giải mã video có thể áp dụng thứ tự quét, ví dụ, theo chiều ngược với bộ mã hóa, để quét các hệ số biến đổi từ mảng một chiều thành mảng hai chiều. Theo cách khác, bộ giải mã video có thể áp dụng thứ tự quét để quét các hệ số biến đổi từ mảng một chiều thành mảng hai chiều, và bộ mã hóa video có thể áp dụng thứ tự quét, theo chiều ngược với bộ giải mã,

để quét các hệ số biến đổi từ mảng hai chiều thành mảng một chiều. Vì vậy, quy trình quét bởi bộ lập mã có thể được dùng để chỉ quy trình quét từ hai chiều thành một chiều bởi bộ mã hóa hoặc quét từ một chiều thành hai chiều bởi bộ giải mã. Ngoài ra, quy trình quét theo thứ tự quét có thể được dùng để chỉ quy trình quét theo thứ tự quét để quét từ hai chiều thành một chiều, quy trình quét theo thứ tự quét để quét từ một chiều thành hai chiều, quét theo chiều ngược với thứ tự quét để quét từ một chiều thành hai chiều, hoặc quét theo chiều ngược với thứ tự quét để quét từ hai chiều thành một chiều. Vì vậy, thứ tự quét có thể được thiết lập để quét bởi bộ mã hóa hoặc quét bởi bộ giải mã.

Bộ giải mã video 30 có thể làm việc theo cách thức gần như đối xứng bộ mã hóa video 20. Ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể thu dữ liệu đã mã hóa entropy biểu diễn CU đã mã hóa, bao gồm dữ liệu PU và TU đã mã hóa. Bộ giải mã video 30 có thể mã hóa entropy ngược dữ liệu thu được, tạo thành các hệ số lượng tử hóa được mã hóa. Khi bộ mã hóa video 20 mã hóa entropy dữ liệu bằng cách sử dụng thuật toán mã hóa số học (ví dụ, CABAC), bộ giải mã video 30 có thể sử dụng mô hình ngữ cảnh để giải mã dữ liệu này, mô hình ngữ cảnh này tương ứng với mô hình ngữ cảnh được bộ mã hóa video 20 sử dụng để mã hóa dữ liệu.

Bộ giải mã video 30 còn có thể quét ngược các hệ số đã giải mã, bằng cách sử dụng quy trình quét ngược đối xứng với quy trình quét được sử dụng ở bộ mã hóa video 20. Để quét ngược các hệ số, bộ giải mã video 30 chọn cùng một thứ tự quét như được sử dụng ở bộ mã hóa video 20, thứ tự quét này có thể được lưu trữ ở bộ giải mã hoặc được báo hiệu bởi bộ mã hóa trong dòng bit mã hóa. Nhờ sử dụng thứ tự quét này, bộ giải mã video 30 tạo ra ma trận hai chiều từ vector một chiều của các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa nhận được từ quy trình giải mã entropy. Cụ thể, bộ giải mã video 30 quét ngược các hệ số từ mảng một chiều thành mảng hai chiều theo thứ tự quét được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20.

Tiếp theo, bộ giải mã video 30 có thể lượng tử hóa ngược các hệ số trong ma trận hai chiều được tạo bởi quy trình quét ngược thực hiện theo thứ tự quét. Bộ giải mã video 30 có thể áp dụng một hoặc nhiều kỹ thuật biến đổi ngược cho ma trận hai chiều. Các kỹ thuật biến đổi ngược này có thể tương ứng với các kỹ thuật biến đổi được áp dụng ở bộ mã hóa video 20. Bộ giải mã video 30 có thể xác định các kỹ thuật biến đổi ngược cần áp dụng dựa vào, ví dụ, thông tin được báo hiệu tại nút gốc của cây tứ phân tương ứng với CU đang được giải mã hiện thời, hoặc nhờ tham chiếu thông tin khác chỉ báo các kỹ thuật

biến đổi ngược thích hợp. Ngay khi áp dụng (các) kỹ thuật biến đổi ngược, bộ giải mã video 30 khôi phục dữ liệu video dư trong miền điểm ảnh và áp dụng quy trình giải mã dự báo nội cấu trúc hoặc dự báo liên cấu trúc, nếu áp dụng được, để khôi phục dữ liệu video ban đầu.

Fig.21 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ của bộ phận giải mã entropy 70 để dùng trong bộ giải mã video trên Fig.20. Fig.21 minh họa các khía cạnh chức năng khác nhau của bộ phận giải mã entropy 70 để chọn thứ tự quét và các ngữ cảnh dùng để giải mã CABAC trong quy trình giải mã video. Như được thể hiện trên Fig.21, bộ phận mã hóa entropy 70 có thể bao gồm bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100, bộ phận quét từ một chiều thành hai chiều 102, động cơ giải mã entropy 104, và bộ nhớ thứ tự quét 106.

Động cơ giải mã entropy 104 giải mã entropy dữ liệu video đã mã hóa được truyền đến bộ giải mã video 30 hoặc được bộ giải mã video 30 tìm kiếm từ thiết bị lưu trữ. Ví dụ, động cơ giải mã entropy 104 có thể áp dụng quy trình giải mã entropy, ví dụ, CAVLC, CABAC hoặc quy trình khác, cho dòng bit mang dữ liệu video mã hóa để khôi phục vector một chiều của các hệ số biến đổi. Ngoài dữ liệu hệ số biến đổi dư, động cơ giải mã entropy 104 có thể áp dụng quy trình giải mã entropy để tái tạo dữ liệu vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác nhau hữu dụng cho việc giải mã dữ liệu video mã hóa trong dòng bit. Động cơ giải mã entropy 104 có thể xác định quy trình giải mã entropy, ví dụ, CAVLC, CABAC hoặc quy trình khác, cần chọn dựa vào báo hiệu trong dòng bit mã hóa video hoặc suy ra quy trình thích hợp từ thông tin khác trong dòng bit.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, động cơ giải mã entropy 104 có thể giải mã entropy dữ liệu video đã mã hóa bằng cách sử dụng kỹ thuật CABAC theo hai vùng ngữ cảnh khác nhau. Bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100 có thể cung cấp thông tin suy ra ngữ cảnh cho động cơ giải mã entropy 104. Theo các ví dụ của sáng chế, thông tin suy ra ngữ cảnh của vùng ngữ cảnh thứ nhất phụ thuộc vào vị trí của các hệ số biến đổi, còn thông tin suy ra ngữ cảnh của vùng thứ hai phụ thuộc vào hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả của các hệ số biến đổi. Theo ví dụ khác, vùng ngữ cảnh thứ hai có thể sử dụng hai mô hình ngữ cảnh khác nhau tùy thuộc vào vị trí của các hệ số biến đổi.

Bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100 còn có thể xác định thứ tự quét, và/hoặc chỉ báo về thứ tự quét, dựa vào báo hiệu trong dòng bit video mã hóa. Ví dụ, bộ phận giải mã entropy 70 có thể thu các phần tử cú pháp báo hiệu rõ thứ tự quét. Ngoài ra, mặc dù việc báo hiệu trong dòng bit video mã hóa được mô tả nhằm mục đích minh họa, nhưng

thứ tự quét có thể được thu bởi bộ phận giải mã entropy 70 dưới dạng được truyền ngoài dải trong thông tin phụ. Ngoài ra, theo một số ví dụ, có thể để cho bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100 suy ra thứ tự quét không cần đến báo hiệu. Thứ tự quét có thể là dựa vào chế độ dự báo, cỡ khối, kỹ thuật biến đổi, hoặc các đặc tính khác của dữ liệu video mã hóa. Tương tự bộ nhớ 96 trên Fig.19, bộ nhớ 106 trên Fig.21 có thể lưu trữ lệnh và/hoặc dữ liệu xác định thứ tự quét.

Bộ phận quét từ một chiều thành hai chiều 102 thu thứ tự quét từ bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100 và áp dụng thứ tự quét, trực tiếp hoặc theo kiểu ngược lại, để điều khiển quy trình quét các hệ số. Theo các kỹ thuật của sáng chế, cùng một thứ tự quét có thể được sử dụng cho cả hai quy trình quét ánh xạ có nghĩa và quét mức hệ số. Theo khía cạnh khác của sáng chế, quy trình quét ánh xạ có nghĩa có thể theo chiều ngược. Theo khía cạnh khác của sáng chế, cả hai quy trình quét ánh xạ có nghĩa và quét mức hệ số đều có thể theo chiều ngược.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, bộ phận quét từ một chiều thành hai chiều 102 có thể quét mảng một chiều của các hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập hợp con hệ số biến đổi, lập mã phần có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con, và lập mã mức của các hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con. Theo khía cạnh khác của sáng chế, quy trình quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số được thực hiện trong các bước quét liên tiếp theo cùng một thứ tự quét. Theo một khía cạnh, thứ tự quét là thứ tự quét ngược. Các bước quét liên tiếp có thể gồm một vài bước quét, trong đó bước quét thứ nhất là quét ánh xạ có nghĩa, bước quét thứ hai là quét bin một của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con, bước quét thứ ba là quét các bin còn lại của các mức hệ số biến đổi, và bước quét thứ tư là quét dấu của các mức hệ số biến đổi.

Bên phía bộ mã hóa, quy trình lập mã các hệ số biến đổi có thể bao gồm mã hóa các hệ số biến đổi theo thứ tự quét để tạo thành mảng một chiều của các hệ số biến đổi. Bên phía bộ giải mã, quy trình lập mã hệ số biến đổi có thể bao gồm giải mã các hệ số biến đổi theo thứ tự quét để khôi phục mảng hai chiều của các hệ số biến đổi trong khối biến đổi.

Cần phải lưu ý rằng, mặc dù được thể hiện dưới dạng các khối chức năng tách biệt để dễ minh họa, nhưng cấu trúc và chức năng của bộ phận chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100, bộ phận quét từ một chiều thành hai chiều 102, động cơ giải mã entropy 104, và bộ nhớ thứ tự quét 106 có thể được tích hợp mức cao với nhau.

Fig.22 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số với thứ tự quét điều hòa. Phương pháp lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video được đề xuất. Phương pháp này có thể được thực hiện bằng bộ lập mã video, như bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30 trên Fig.4. Bộ lập mã video có thể được tạo cấu hình để chọn thứ tự quét (120). Thứ tự quét có thể được chọn dựa vào chế độ dự báo, cỡ khối, biến đổi, hoặc các đặc tính video khác. Ngoài ra, thứ tự quét có thể là thứ tự quét ngẫu nhiên. Thứ tự quét xác định cả mẫu quét và chiều quét. Theo một ví dụ, chiều quét là chiều quét ngược tiến hành từ các hệ số tần số cao hơn trong số các hệ số biến đổi đến các hệ số tần số thấp hơn trong số các hệ số biến đổi. Mẫu quét có thể bao gồm một trong số mẫu quét đích đặc, mẫu quét chéo, mẫu quét ngang hoặc mẫu quét dọc.

Bộ lập mã video còn có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ báo các hệ số có nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét (122) và xác định các ngữ cảnh để lập mã các mức hệ số có nghĩa trong nhóm các tập hợp con hệ số có nghĩa, trong đó mỗi tập hợp con trong nhóm tập hợp con bao gồm một hoặc nhiều hệ số có nghĩa được quét theo thứ tự quét (124). Bộ lập mã video còn lập mã thông tin chỉ báo các mức của các hệ số biến đổi theo thứ tự quét (126). Các tập hợp con có thể có các cỡ khác nhau. Cần phải hiểu rằng, các bước 122, 124 và 126 có thể được đan xen, vì việc xác định ngữ cảnh cho thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận đã lập mã trước đó.

Fig.23 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số và suy ra ngữ cảnh CABAC. Phương pháp trên Fig.23 hơi khác so với phương pháp được thể hiện trên Fig.22, vì các ngữ cảnh của các khối có cỡ khác nhau có thể sử dụng cùng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh. Theo một ví dụ, bộ lập mã video có thể suy ra ngữ cảnh thứ nhất cho khối hệ số biến đổi thứ nhất, khối thứ nhất có cỡ thứ nhất, theo tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh, và suy ra ngữ cảnh thứ hai cho khối hệ số biến đổi thứ hai, khối thứ hai có cỡ khối thứ hai khác, theo cùng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh giống như khối thứ nhất (123). Tương tự Fig.22, các bước 122, 123 và 126 có thể được đan xen, vì việc xác định các ngữ cảnh cho thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận đã lập mã trước đó.

Fig.24 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số và suy ra ngữ cảnh CABAC. Phương pháp trên Fig.24 hơi khác so với phương pháp được thể hiện trên Fig.22, vì các ngữ cảnh cho các tập hợp con được xác định dựa vào sự có mặt của hệ số DC trong các tập hợp con này. Theo một ví dụ, bộ lập mã video có thể

xác định các tập hợp ngữ cảnh khác nhau cho các tập hợp con hệ số khác nhau dựa vào việc tập hợp con tương ứng có chứa hệ số DC của các hệ số biến đổi hay không (125). Tương tự Fig.22, các bước 122, 125 và 126 có thể được đan xen, vì việc xác định các ngữ cảnh cho thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận đã lập mã trước đó.

Fig.25 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số và suy ra ngữ cảnh CABAC. Phương pháp trên Fig.25 hơi khác so với phương pháp được thể hiện trên Fig.22, vì các ngữ cảnh được xác định dựa vào số hệ số có nghĩa được gán trọng số trong các tập hợp con trước đó khác. Theo một ví dụ, bộ lập mã video có thể xác định các tập hợp ngữ cảnh khác nhau cho các tập hợp con hệ số khác nhau dựa vào số hệ số có nghĩa trong tập hợp con hệ số ngay trước đó và số hệ số có nghĩa được gán trọng số trong các tập hợp con hệ số trước khác (127). Tương tự Fig.22, các bước 122, 127 và 126 có thể được đan xen, vì việc xác định ngữ cảnh cho thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận đã lập mã trước đó.

Fig.26 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để lập mã ánh xạ có nghĩa bằng cách sử dụng chiều quét ngược. Phương pháp lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video được đề xuất. Phương pháp này có thể được thực hiện bởi bộ lập mã video, như bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30 trên Fig.4. Bộ mã hóa video có thể được tạo cấu hình để chọn thứ tự quét với chiều ngược (140) và xác định các ngữ cảnh để mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (CABAC) thông tin chỉ báo hệ số có nghĩa hiện thời trong số các hệ số có nghĩa dựa vào các hệ số có nghĩa đã được lập mã trước đó theo chiều quét ngược (142). Bộ lập mã video còn có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ báo các hệ số biến đổi có nghĩa dọc theo chiều quét ngược để tạo thành ánh xạ có nghĩa (146).

Theo một ví dụ, quy trình quét có mẫu quét chéo và các hệ số có nghĩa được lập mã trước đó nằm tại các vị trí ở bên phải dòng quét có chứa hệ số có nghĩa hiện thời trong số các hệ số có nghĩa. Theo ví dụ khác, quy trình quét có mẫu quét ngang và các hệ số có nghĩa đã lập mã trước đó nằm tại các vị trí ở bên dưới dòng quét có chứa hệ số có nghĩa hiện thời trong số các hệ số có nghĩa. Theo ví dụ khác, quy trình quét có mẫu quét dọc và các hệ số có nghĩa đã lập mã trước đó nằm tại các vị trí ở bên phải dòng quét có chứa hệ số có nghĩa hiện thời trong số các hệ số có nghĩa.

Bộ lập mã video còn có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ báo các mức của các hệ số biến đổi có nghĩa (148). Bước lập mã thông tin chỉ báo các mức của các hệ

số biến đổi có nghĩa có thể tiến hành theo chiều quét ngược từ các hệ số tần số cao hơn trong khối hệ số biến đổi đến các hệ số tần số thấp hơn trong khối hệ số biến đổi. Tương tự Fig.22, các bước 142, 146 và 148 có thể được đan xen, vì việc xác định các ngưỡng cảnh cho thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận đã lập mã trước đó.

Fig.27 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số theo các tập hợp con hệ số biến đổi. Phương pháp lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video được đề xuất. Phương pháp này có thể được thực hiện bởi bộ lập mã video, như bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30 trên Fig.4. Bộ lập mã video có thể được tạo cấu hình để sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập hợp con hệ số biến đổi (160), lập mã phần có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con (162), và lập mã mức của các hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con (164). Theo một ví dụ, việc sắp xếp khối hệ số biến đổi có thể bao gồm sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một tập hợp hệ số biến đổi duy nhất tương ứng với toàn bộ dơn vị biến đổi. Theo ví dụ khác, việc sắp xếp khối hệ số biến đổi có thể bao gồm sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập hợp con hệ số biến đổi dựa vào thứ tự quét.

Bộ lập mã video có thể được tạo cấu hình để lập mã phần có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập hợp con theo thứ tự quét, và lập mã mức của các hệ số biến đổi theo thứ tự quét. Việc lập mã ánh xạ có nghĩa (162) và các mức (164) có thể được thực hiện cùng với hai hoặc nhiều bước quét liên tiếp trên tập hợp con (165).

Fig.28 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số theo các tập hợp con hệ số biến đổi. Bộ mã hóa video có thể thực hiện các bước quét liên tiếp (165) bằng cách trước tiên lập mã phần có nghĩa của các hệ số biến đổi trong tập hợp con trong bước quét thứ nhất đối với các hệ số biến đổi trong tập hợp con tương ứng (170).

Quy trình lập mã các mức hệ số (164) trong mỗi tập hợp con bao gồm ít nhất bước quét thứ hai đối với các hệ số biến đổi trong tập hợp con tương ứng. Bước quét thứ hai này có thể bao gồm lập mã bin một của các mức của các hệ số biến đổi trong tập hợp con ở bước quét thứ hai đối với các hệ số biến đổi trong tập hợp con tương ứng (172), lập mã các bin còn lại trong số các mức của các hệ số biến đổi trong tập hợp con ở bước quét thứ ba đối với các hệ số biến đổi trong tập hợp con tương ứng (174), và lập mã dấu của các mức của các hệ số biến đổi trong tập hợp con ở bước quét thứ tư đối với các hệ số biến đổi trong tập hợp con tương ứng (176).

Fig.29 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác để quét ánh xạ có nghĩa và mức hệ số theo các tập hợp con hệ số biến đổi. Trong ví dụ này, bước lập mã đầu của các mức của các hệ số biến đổi (176) được thực hiện trước khi lập mã các mức (172, 174).

Fig.30 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để lập mã entropy bằng cách sử dụng nhiều vùng. Phương pháp lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video được đề xuất. Phương pháp này có thể được thực hiện bởi bộ lập mã video, như bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30 trên Fig.4. Bộ lập mã video có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ báo các hệ số có nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét (180), chia thông tin đã lập mã thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai (182), lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ nhất theo tập hợp ngữ cảnh thứ nhất bằng cách sử dụng kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (184), và lập mã entropy thông tin đã lập mã trong vùng thứ hai theo tập hợp ngữ cảnh thứ hai bằng cách sử dụng kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (186). Theo một ví dụ, thứ tự quét có chiều ngược và mẫu quét chéo. Phương pháp này còn có thể được áp dụng cho nhiều hơn hai vùng, trong đó mỗi vùng có một tập hợp ngữ cảnh.

Các vùng thứ nhất và thứ hai có thể được chia theo một vài cách. Theo một ví dụ, vùng thứ nhất chứa ít nhất một thành phần DC của các hệ số biến đổi, và vùng thứ hai chứa các hệ số biến đổi còn lại không nằm trong vùng thứ nhất.

Theo ví dụ khác, vùng thứ nhất chứa tất cả các hệ số biến đổi nằm trong vùng được xác định theo điều kiện $x+y < T$, trong đó x là vị trí ngang của hệ số biến đổi, y là vị trí dọc của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng. Vùng thứ nhất có thể chứa hệ số DC. Vùng thứ hai chứa các hệ số biến đổi còn lại không nằm trong vùng thứ nhất.

Theo ví dụ khác, vùng thứ nhất chứa tất cả các hệ số biến đổi nằm trong vùng được xác định theo điều kiện $x < T$ và $y < T$, trong đó x là vị trí ngang của hệ số biến đổi, y là vị trí dọc của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng. Vùng thứ hai chứa các hệ số biến đổi còn lại không nằm trong vùng thứ nhất.

Theo ví dụ khác, vùng thứ nhất chứa hệ số DC, vùng thứ hai chứa tất cả các hệ số biến đổi (loại trừ hệ số DC) trong vùng được xác định theo điều kiện $x < T$ và $y < T$, trong đó x là vị trí ngang của hệ số biến đổi, y là vị trí dọc của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng, và vùng thứ ba chứa các hệ số biến đổi còn lại không nằm trong vùng thứ nhất hoặc vùng thứ hai. Theo ví dụ khác, các vùng thứ hai và thứ ba nêu trên có thể sử dụng cùng một

phương pháp để suy ra các ngữ cảnh, nhưng các tập hợp ngữ cảnh khác nhau cho mỗi vùng được sử dụng.

Theo ví dụ khác, vùng thứ nhất bao gồm thành phần DC và các hệ số biến đổi tại các vị trí (1,0) và (0,1). Vùng thứ hai chứa các hệ số biến đổi còn lại không nằm trong vùng thứ nhất.

Theo ví dụ khác, vùng thứ nhất chỉ chứa thành phần DC của các hệ số biến đổi, và vùng thứ hai chứa các hệ số biến đổi còn lại.

Nói chung, ngữ cảnh thứ nhất dùng cho mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ nhất là dựa vào vị trí của mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ nhất, còn ngữ cảnh thứ hai dùng cho mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ hai là dựa vào thông tin đã lập mã của các hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả của mỗi hệ số biến đổi. Theo một số ví dụ, ngữ cảnh thứ hai còn dựa vào vị trí của mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ hai. Theo ví dụ khác, ngữ cảnh thứ hai dùng cho mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ hai là dựa vào thông tin đã lập mã của năm hệ số biến đổi lân cận có tính nhân quả của mỗi hệ số biến đổi.

Theo một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng được mô tả trong bản mô tả này có thể được thực hiện trong phần cứng, phần mềm, phần sụn, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Nếu được thực hiện trong phần mềm, các chức năng này có thể được thực hiện bằng bộ phận xử lý dựa trên phần cứng, như một hoặc nhiều bộ xử lý, để thi hành phần mềm dưới dạng các lệnh hoặc mã đọc được bằng máy tính. Các lệnh hoặc mã này có thể được lưu trữ hoặc được truyền qua phương tiện đọc được bằng máy tính và được thực thi bởi bộ phận xử lý dựa trên phần cứng. Phương tiện đọc được bằng máy tính có thể bao gồm phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính, tương ứng với phương tiện bất biến hữu hình như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông bao gồm phương tiện bất kỳ hỗ trợ truyền chương trình máy tính từ nơi này đến nơi khác, ví dụ, theo giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện đọc được bằng máy tính thường có thể tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính hữu hình 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 khả dụng bất kỳ có thể được truy nhập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để tìm kiếm lệnh, mã và/hoặc cấu trúc dữ liệu để thực thi các kỹ thuật được mô tả ở đây. Phương tiện đọc được bằng máy tính có thể là một sản phẩm chương trình máy tính.

Để làm ví dụ và không nhằm giới hạn phạm vi sáng chế, phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính có thể bao gồm bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM - Random Access

Memory), bộ nhớ chỉ đọc (ROM - Read Only Memory), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện (EEPROM - Electrically Erasable Programmable ROM), bộ nhớ tác động nhanh, đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (CD-ROM - Compact Disc-Read Only Memory) hoặc bộ nhớ mạch rắn khác, phương tiện lưu trữ dữ liệu quang học hoặc từ tính, như đĩa quang, đĩa từ hoặc thiết bị nhớ từ tính khác, hoặc phương tiện bất kỳ khác có thể được sử dụng để lưu trữ mã chương trình cần thiết dưới dạng lệnh hoặc cấu trúc dữ liệu và có thể truy nhập được bằng máy tính. Ngoài ra, kết nối bất kỳ cũng được gọi phù hợp là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu các lệnh được truyền từ website, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác bằng cách sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp dây xoắn, đường thuê bao số (DSL), hoặc công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và viba, thì cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp dây xoắn, DSL, hoặc công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và viba cũng nằm trong định nghĩa của phương tiện. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính hữu hình và phương tiện lưu trữ dữ liệu không bao gồm các kết nối, các sóng mang, hoặc phương tiện khả biến khác, mà là phương tiện lưu trữ bất biến hữu hình. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa compac (CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa đa năng số (DVD), đĩa mềm và đĩa định dạng Blu-ray, trong đó đĩa từ thường tái tạo dữ liệu bằng từ tính, còn đĩa quang tái tạo dữ liệu bằng quang với laze. Dạng kết hợp của các loại phương tiện nêu trên cũng có thể nằm trong phạm vi phương tiện đọc được bằng máy tính.

Các lệnh có thể được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu số (DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), mảng cổng lập trình được bằng trường (FPGA), hoặc mạch logic tích hợp hoặc rời rạc tương đương của chúng. Do vậy, thuật ngữ “bộ xử lý” như được sử dụng ở đây có thể được dùng để chỉ cấu trúc bất kỳ nêu trên hoặc cấu trúc bất kỳ khác thích hợp để thực thi các kỹ thuật được mô tả ở đây. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, các chức năng được mô tả ở đây có thể được cung cấp trong các mô đun phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được gộp trong CODEC kết hợp. Ngoài ra, các kỹ thuật này có thể được thực hiện toàn bộ trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic.

Các kỹ thuật theo sáng chế có thể được thực hiện bằng rất nhiều thiết bị khác nhau, bao gồm máy tính để bàn, máy tính notebook (tức là, máy tính xách tay), máy tính bảng, hộp giải mã truyền hình, thiết bị điện thoại cầm tay như máy điện thoại thông minh, máy thu hình, camera, thiết bị hiển thị, thiết bị đọc đa phương tiện số, bàn điều khiển trò chơi

video, hoặc tương tự. Trong nhiều trường hợp, các thiết bị này có thể được trang bị để truyền thông không dây. Ngoài ra, các kỹ thuật này có thể được thực hiện bằng mạch tích hợp (IC - Integrated Circuit) hoặc tập hợp IC (ví dụ, bộ chip). Thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị nêu trên, và trong một số trường hợp, có thể là bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video, hoặc bộ mã hóa-bộ giải mã video kết hợp, tức là, CODEC, có thể được tạo bởi tổ hợp phần cứng, phần mềm, và phần sụn.). Các thành phần, môđun hoặc bộ phận khác nhau được mô tả ở đây để làm rõ các khía cạnh chức năng của các thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật được đề xuất, nhưng không nhất thiết phải thực hiện bằng các bộ phận phần cứng khác nhau. Thay vì vậy, như nêu trên, các bộ phận khác nhau có thể được kết hợp trong bộ phận phần cứng codec hoặc được cung cấp bởi tập hợp các bộ phận phần cứng phối hợp, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như nêu trên, cùng với phần mềm và/hoặc phần sụn thích hợp.

Nhiều phương án làm ví dụ đã được mô tả trên đây. Các phương án này và các phương án khác đều nằm trong phạm vi của sáng chế được xác định bằng các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư của khối biến đổi trong quy trình lập mã video, phương pháp này bao gồm các bước:

lập mã cờ hệ số có nghĩa cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi theo thứ tự quét trong bước quét thứ nhất của các hệ số biến đổi, các hệ số biến đổi được sắp xếp trong mảng hai chiều, mỗi cờ hệ số có nghĩa chỉ báo liệu hệ số biến đổi tương ứng trong số các hệ số biến đổi có phải là hệ số có nghĩa có giá trị tuyệt đối lớn hơn 0 hay không, trong đó thứ tự quét bao gồm mẫu quét chéo và chiều quét ngược tiến hành từ các hệ số biến đổi tần số cao hơn trong số các hệ số biến đổi đến các hệ số biến đổi tần số thấp hơn trong số các hệ số biến đổi; và

lập mã thông tin chỉ báo các mức của các hệ số biến đổi theo thứ tự quét trong bước quét thứ hai của các hệ số biến đổi, các hệ số biến đổi được sắp xếp trong mảng hai chiều, và thứ tự quét bao gồm mẫu quét chéo và chiều quét ngược,

trong đó bước lập mã cờ hệ số có nghĩa cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi bao gồm:

sắp xếp các hệ số biến đổi vào ít nhất vùng thứ nhất của khối biến đổi và vùng thứ hai của khối biến đổi, vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa ít nhất thành phần DC của các hệ số biến đổi,

suy ra tập hợp ngữ cảnh thứ nhất cho vùng thứ nhất của khối biến đổi mà bao gồm một hoặc nhiều mô hình xác suất, tập hợp ngữ cảnh thứ nhất được suy ra bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh,

suy ra tập hợp ngữ cảnh thứ hai cho vùng thứ hai của khối biến đổi bao gồm một hoặc nhiều mô hình xác suất, tập hợp ngữ cảnh thứ hai được suy ra bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh,

lập mã entropy cờ hệ số có nghĩa tương ứng cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi trong vùng thứ nhất của khối biến đổi theo tập hợp ngữ cảnh thứ nhất, và

lập mã entropy cờ hệ số có nghĩa tương ứng cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi trong vùng thứ hai của khối biến đổi theo tập hợp ngữ cảnh thứ hai.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập mã entropy được thực hiện bằng cách sử dụng kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding - CABAC).
3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vùng thứ hai của khối biến đổi chứa các hệ số biến đổi còn lại không có trong vùng thứ nhất của khối biến đổi.
4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa tất cả các hệ số biến đổi trong vùng được xác định bởi $x+y < T$, trong đó x là vị trí ngang của hệ số biến đổi, y là vị trí dọc của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng.
5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó ngưỡng được dựa vào kích thước biến đổi.
6. Phương pháp theo điểm 3, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa tất cả các hệ số biến đổi trong vùng được xác định bởi $x < T$ và $y < T$, trong đó x là vị trí ngang của hệ số biến đổi, y là vị trí dọc của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng.
7. Phương pháp theo điểm 3, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi bao gồm thành phần DC và các hệ số biến đổi tại các vị trí (1,0) và (0,1).
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chỉ chứa thành phần DC của các hệ số biến đổi, và trong đó vùng thứ hai của khối biến đổi chứa các hệ số biến đổi còn lại.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập mã bao gồm mã hóa và trong đó bước lập mã entropy bao gồm mã hóa entropy, phương pháp này còn bao gồm các bước:
 - mã hóa khối dữ liệu video để tạo ra dữ liệu video dư; và
 - áp dụng phép biến đổi cho dữ liệu video dư để tạo ra các hệ số biến đổi.
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập mã bao gồm giải mã và trong đó bước lập mã entropy bao gồm giải mã entropy, phương pháp này còn bao gồm các bước:
 - tái tạo các hệ số biến đổi bằng cách sử dụng các cờ hệ số có nghĩa;

áp dụng phép biến đổi ngược cho các hệ số biến đổi để tạo ra dữ liệu video dư;
giải mã dữ liệu video dư để tạo ra dữ liệu video giải mã; và
hiển thị dữ liệu video giải mã.

11. Thiết bị được tạo cấu hình để lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư của khối biến đổi trong quy trình lập mã video, thiết bị này bao gồm:

bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ các hệ số biến đổi; và bộ xử lý lập mã video được tạo cấu hình để:

lập mã cờ hệ số có nghĩa cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi theo thứ tự quét trong bước quét thứ nhất của các hệ số biến đổi, các hệ số biến đổi được sắp xếp trong mảng hai chiều, mỗi cờ hệ số có nghĩa chỉ báo liệu hệ số biến đổi tương ứng trong số các hệ số biến đổi có phải là hệ số có nghĩa có giá trị tuyệt đối lớn hơn 0 hay không, trong đó thứ tự quét bao gồm mẫu quét chéo và chiều quét ngược tiến hành từ các hệ số biến đổi tần số cao hơn trong số các hệ số biến đổi đến các hệ số biến đổi tần số thấp hơn trong số các hệ số biến đổi; và

lập mã thông tin chỉ báo các mức của các hệ số biến đổi theo thứ tự quét trong bước quét thứ hai của các hệ số biến đổi, các hệ số biến đổi được sắp xếp trong mảng hai chiều, và thứ tự quét bao gồm mẫu quét chéo và chiều quét ngược,

trong đó, để lập mã cờ hệ số có nghĩa cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi, bộ xử lý lập mã video được tạo cấu hình để:

sắp xếp các hệ số biến đổi vào ít nhất vùng thứ nhất của khối biến đổi và vùng thứ hai của khối biến đổi, vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa ít nhất thành phần DC của các hệ số biến đổi,

suy ra tập hợp ngữ cảnh thứ nhất cho vùng thứ nhất của khối biến đổi mà bao gồm một hoặc nhiều mô hình xác suất, tập hợp ngữ cảnh thứ nhất được suy ra bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh, suy ra tập hợp ngữ cảnh thứ hai cho vùng thứ hai của khối biến đổi bao gồm một hoặc nhiều mô hình xác suất, tập hợp ngữ cảnh thứ hai được suy ra bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh,

lập mã entropy cờ hệ số có nghĩa tương ứng cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi trong vùng thứ nhất của khối biến đổi theo tập hợp ngữ cảnh thứ nhất, và

lập mã entropy cở hệ số có nghĩa tương ứng cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi trong vùng thứ hai của khối biến đổi theo tập hợp ngữ cảnh thứ hai.

12. Thiết bị theo điểm 11, trong đó bộ xử lý lập mã video được tạo cấu hình để thực hiện lập mã entropy bằng cách sử dụng kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding - CABAC).

13. Thiết bị theo điểm 11, trong đó vùng thứ hai của khối biến đổi chứa các hệ số biến đổi còn lại không có trong vùng thứ nhất của khối biến đổi.

14. Thiết bị theo điểm 13, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa tất cả các hệ số biến đổi trong vùng được xác định bởi $x+y < T$, trong đó x là vị trí ngang của hệ số biến đổi, y là vị trí dọc của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng.

15. Thiết bị theo điểm 14, trong đó ngưỡng được dựa vào kích thước biến đổi.

16. Thiết bị theo điểm 13, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa tất cả các hệ số biến đổi trong vùng được xác định bởi $x < T$ và $y < T$, trong đó x là vị trí ngang của hệ số biến đổi, y là vị trí dọc của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng.

17. Thiết bị theo điểm 13, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi bao gồm thành phần DC và các hệ số biến đổi tại các vị trí (1,0) và (0,1).

18. Thiết bị theo điểm 11, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chỉ chứa thành phần DC của các hệ số biến đổi, và trong đó vùng thứ hai của khối biến đổi chứa các hệ số biến đổi còn lại.

19. Thiết bị theo điểm 11, trong đó bộ xử lý lập mã video là bộ xử lý mã hóa video, và trong đó bộ xử lý mã hóa video còn được tạo cấu hình để:

mã hóa khối dữ liệu video để tạo ra dữ liệu video dư; và

áp dụng phép biến đổi cho dữ liệu video dư để tạo ra các hệ số biến đổi.

20. Thiết bị theo điểm 19, thiết bị này còn bao gồm:

camera được tạo cấu hình để ghi khối dữ liệu video.

21. Thiết bị theo điểm 11, trong đó bộ xử lý lập mã video là bộ xử lý giải mã video, và trong đó bộ xử lý giải mã video còn được tạo cấu hình để:

tái tạo các hệ số biến đổi bằng cách sử dụng các cờ hệ số có nghĩa;

áp dụng phép biến đổi ngược cho các hệ số biến đổi để tạo ra dữ liệu video dư;

giải mã dữ liệu video dư để tạo ra dữ liệu video giải mã; và

gửi dữ liệu video giải mã đến màn hình hiển thị.

22. Thiết bị theo điểm 21, thiết bị này còn bao gồm:

màn hình hiển thị được tạo cấu hình để hiển thị dữ liệu video giải mã.

23. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ trên đó các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị lập mã các hệ số biến đổi liên quan đến dữ liệu video dư của khối biến đổi trong quy trình lập mã video thực hiện:

lập mã cờ hệ số có nghĩa cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi theo thứ tự quét trong bước quét thứ nhất của các hệ số biến đổi, các hệ số biến đổi được sắp xếp trong mảng hai chiều, mỗi cờ hệ số có nghĩa chỉ báo liệu hệ số biến đổi tương ứng trong số các hệ số biến đổi có phải là hệ số có nghĩa có giá trị tuyệt đối lớn hơn 0 hay không,

trong đó thứ tự quét bao gồm mẫu quét chéo và chiều quét ngược tiến hành từ các hệ số biến đổi tần số cao hơn trong số các hệ số biến đổi đến các hệ số biến đổi tần số thấp hơn trong số các hệ số biến đổi; và

lập mã thông tin chỉ báo các mức của các hệ số biến đổi theo thứ tự quét trong bước quét thứ hai của các hệ số biến đổi, các hệ số biến đổi được sắp xếp trong mảng hai chiều, và thứ tự quét bao gồm mẫu quét chéo và chiều quét ngược,

trong đó, để lập mã cờ hệ số có nghĩa cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi, phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính còn lưu trữ trên đó các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị thực hiện:

sắp xếp các hệ số biến đổi vào ít nhất vùng thứ nhất của khối biến đổi và vùng thứ hai của khối biến đổi, vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa ít nhất thành phần DC của các hệ số biến đổi,

suy ra tập hợp ngữ cảnh thứ nhất cho vùng thứ nhất của khối biến đổi mà bao gồm một hoặc nhiều mô hình xác suất, tập hợp ngữ cảnh thứ nhất được suy ra bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh,

suy ra tập hợp ngữ cảnh thứ hai cho vùng thứ hai của khối biến đổi bao gồm một hoặc nhiều mô hình xác suất, tập hợp ngữ cảnh thứ hai được suy ra bằng cách sử dụng tiêu chuẩn suy ra ngữ cảnh,

lập mã entropy cho hệ số có nghĩa tương ứng cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi trong vùng thứ nhất của khối biến đổi theo tập hợp ngữ cảnh thứ nhất, và

lập mã entropy cho hệ số có nghĩa tương ứng cho mỗi hệ số biến đổi trong số các hệ số biến đổi trong vùng thứ hai của khối biến đổi theo tập hợp ngữ cảnh thứ hai.

24. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 23, trong đó các lệnh khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện lập mã entropy bằng cách sử dụng kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng theo ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding - CABAC).

25. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 23, trong đó vùng thứ hai của khối biến đổi chứa các hệ số biến đổi còn lại không có trong vùng thứ nhất của khối biến đổi.

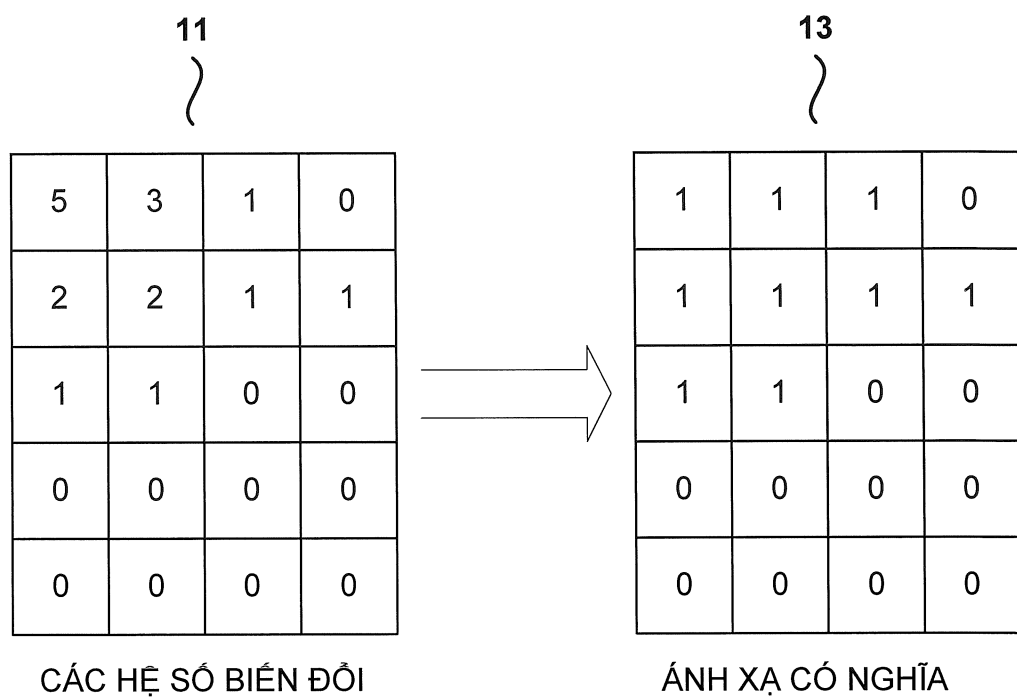
26. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 25, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa tất cả các hệ số biến đổi trong vùng được xác định bởi $x+y < T$, trong đó x là vị trí ngang của hệ số biến đổi, y là vị trí dọc của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng.

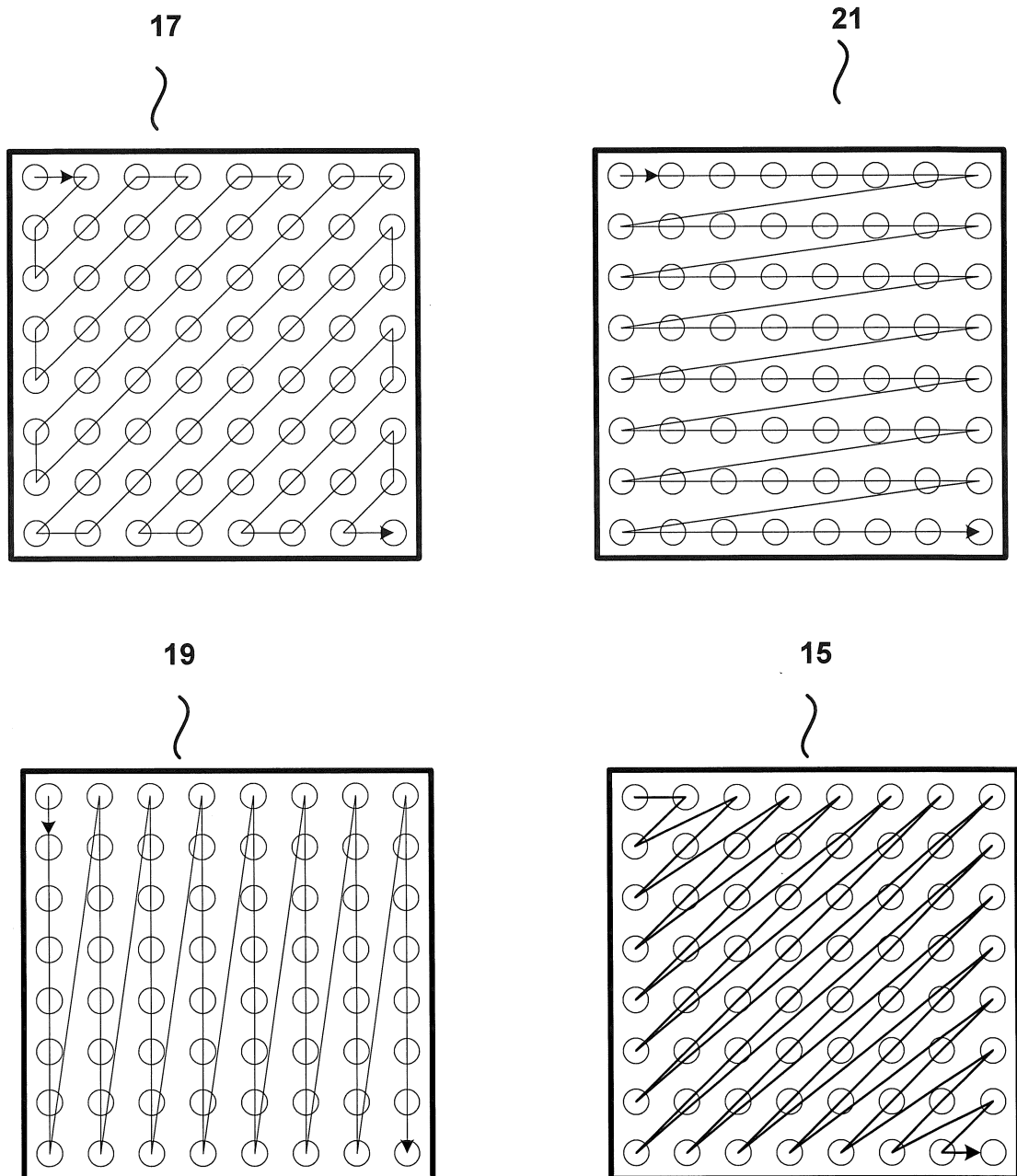
27. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 25, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa tất cả các hệ số biến đổi trong vùng được xác định bởi $x < T$ và

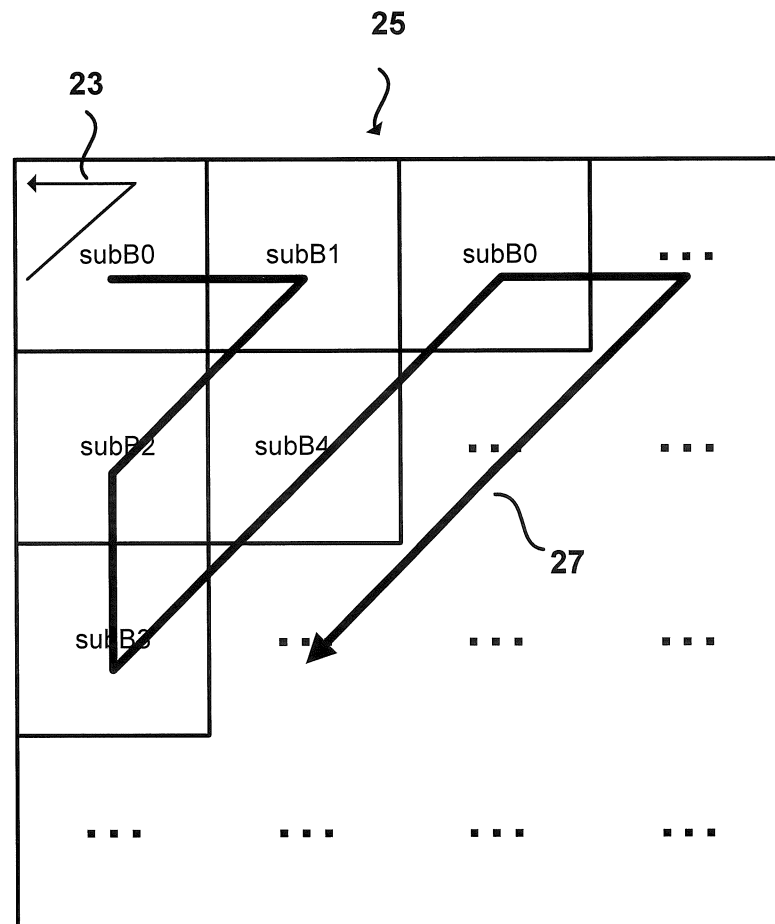
$y < T$, trong đó x là vị trí ngang của hệ số biến đổi, y là vị trí dọc của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng.

28. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 25, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chứa thành phần DC và các hệ số biến đổi tại các vị trí (1,0) và (0,1).

29. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 23, trong đó vùng thứ nhất của khối biến đổi chỉ chứa thành phần DC của các hệ số biến đổi, và trong đó vùng thứ hai của khối biến đổi chứa các hệ số biến đổi còn lại.

**Fig.1**

**Fig.2**

**Fig.3**

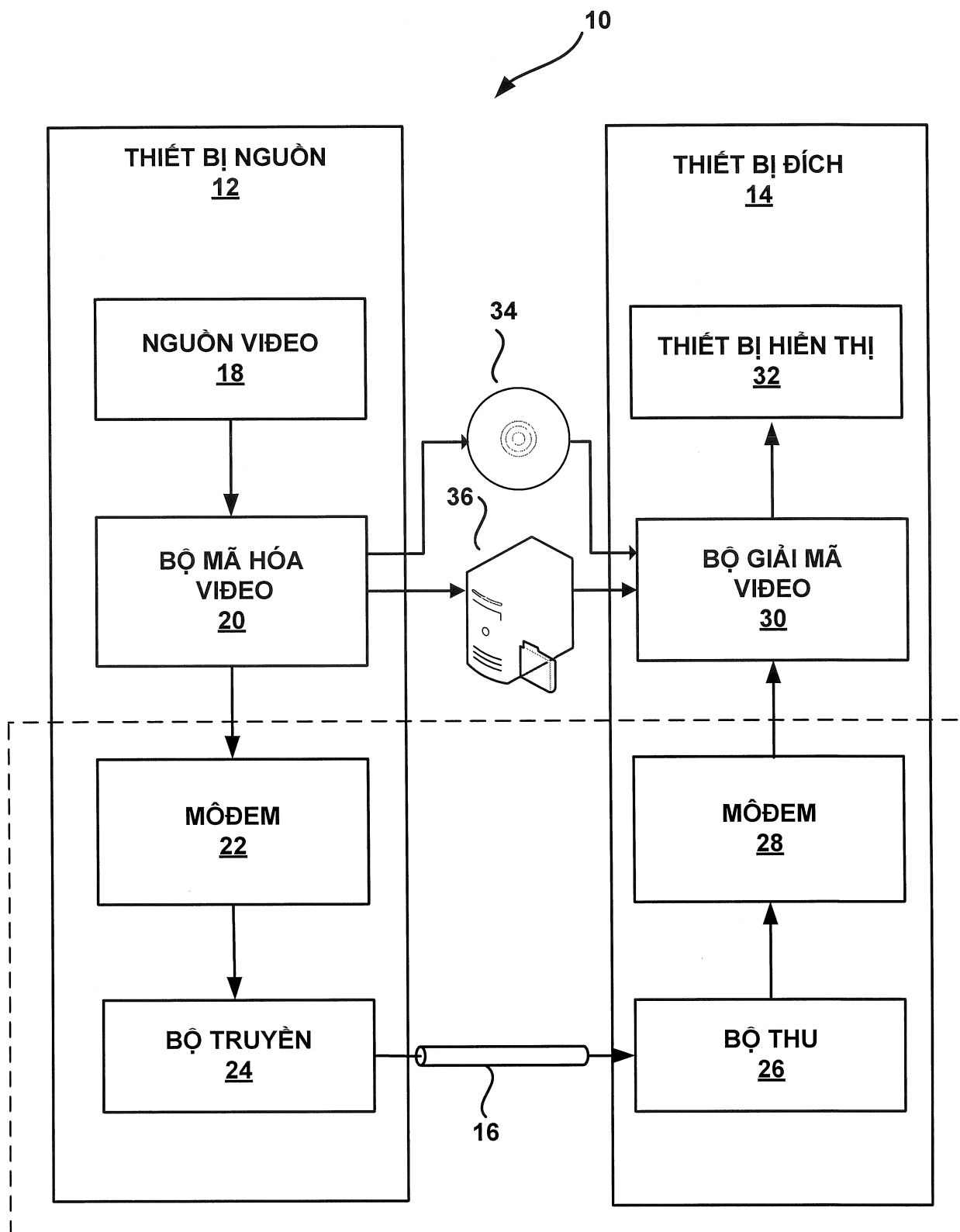


Fig.4

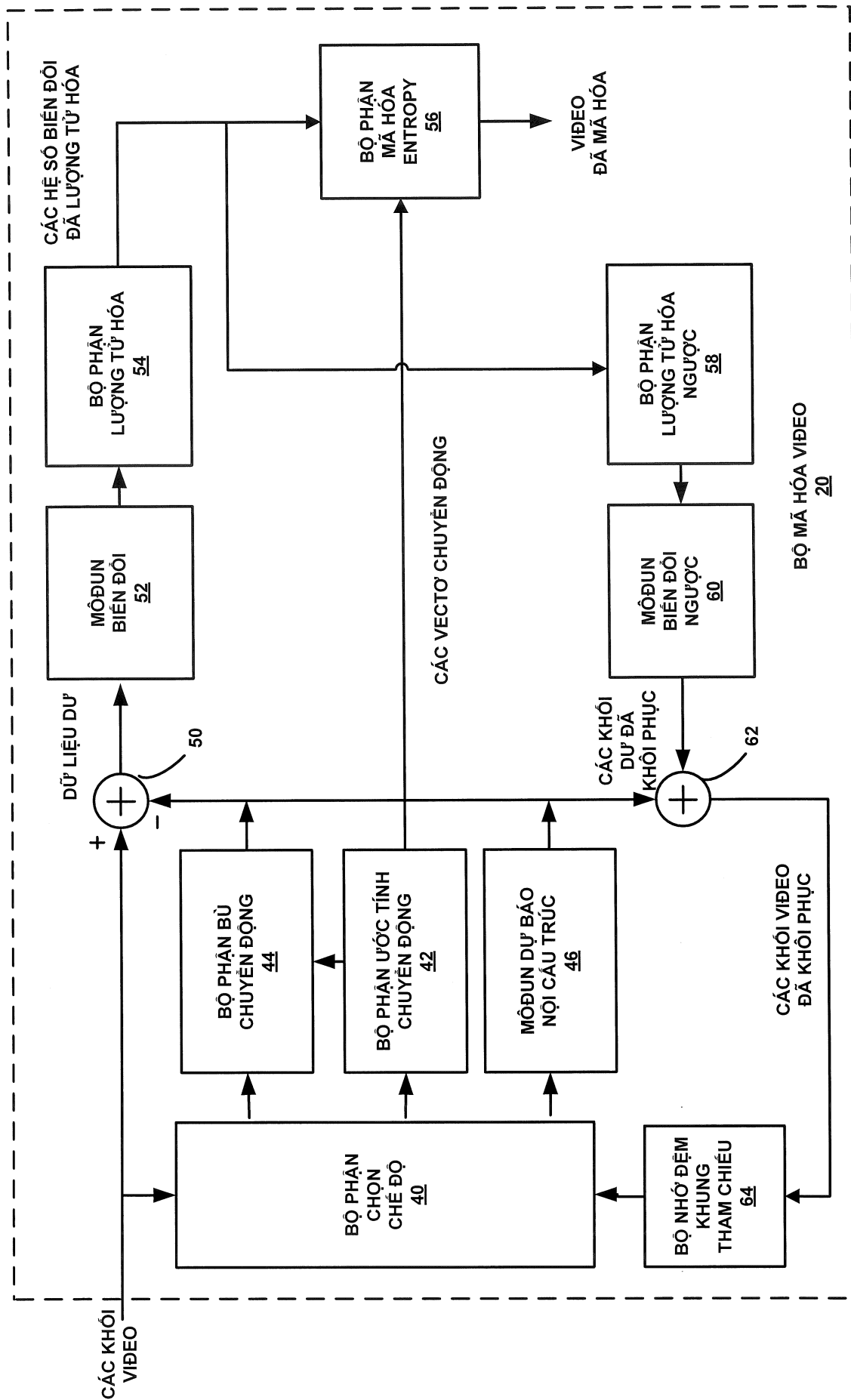
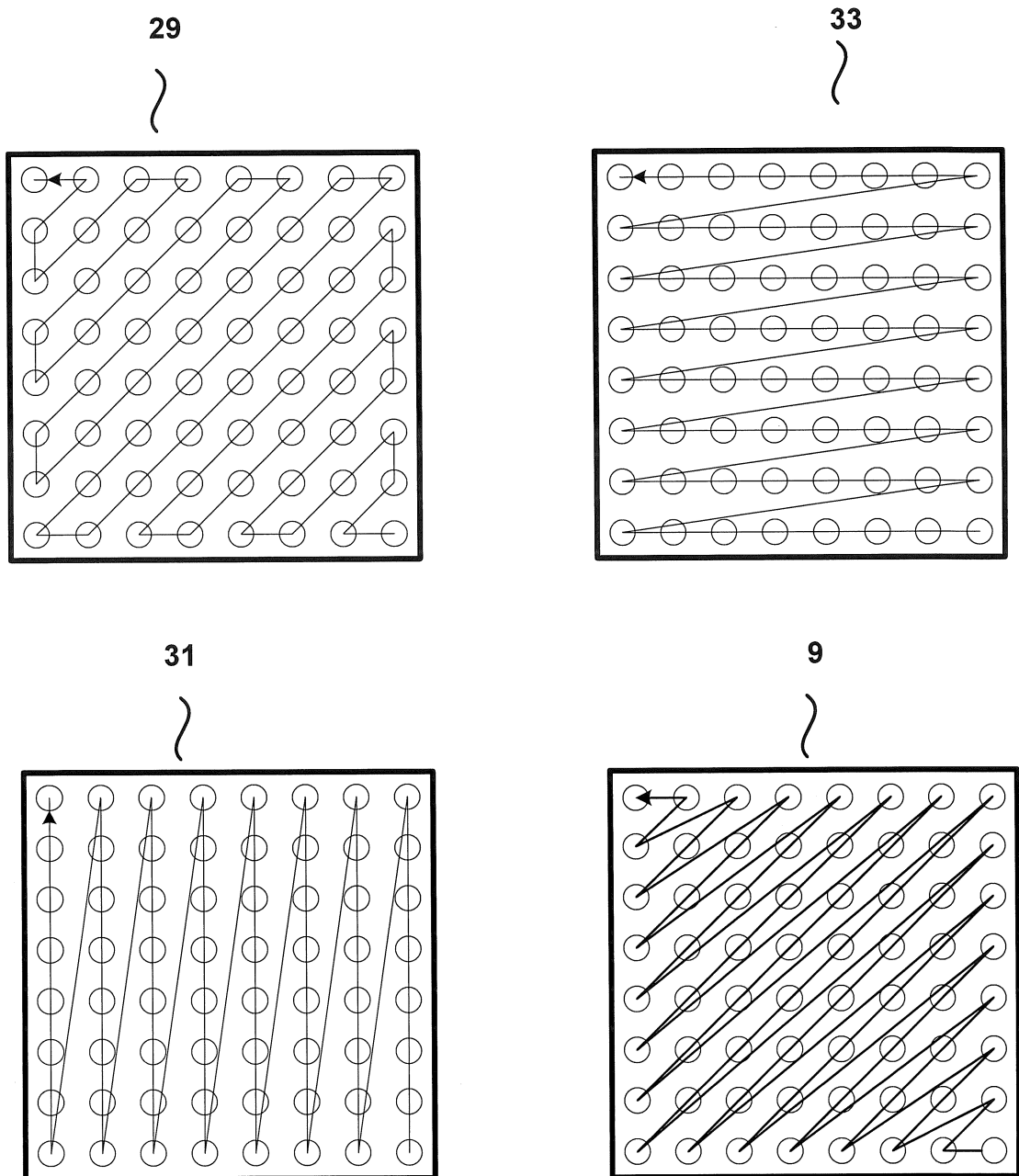
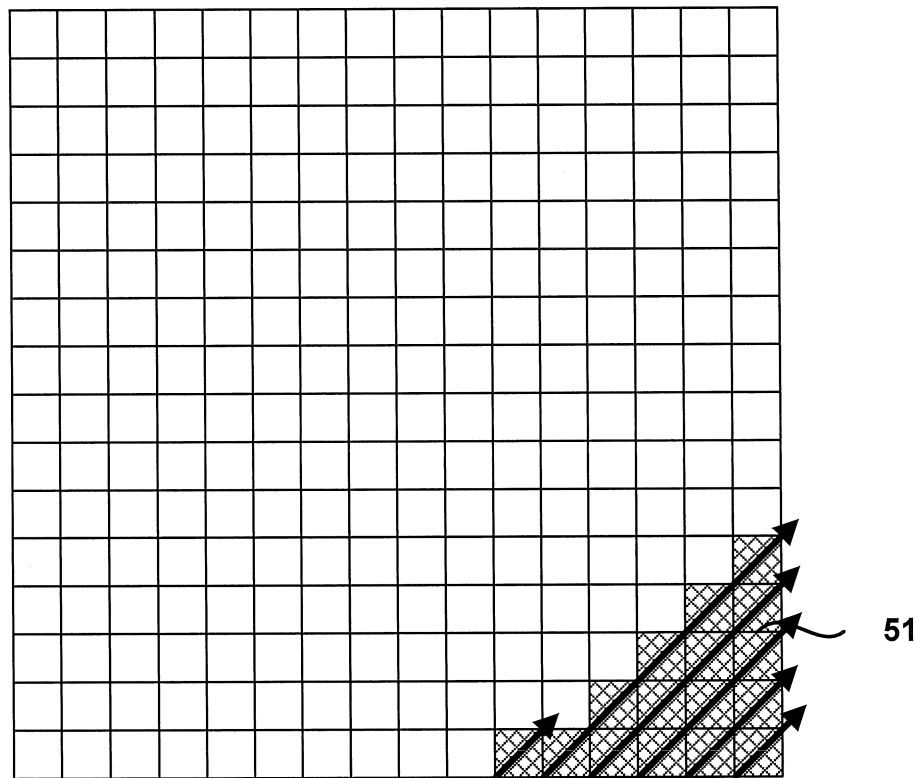
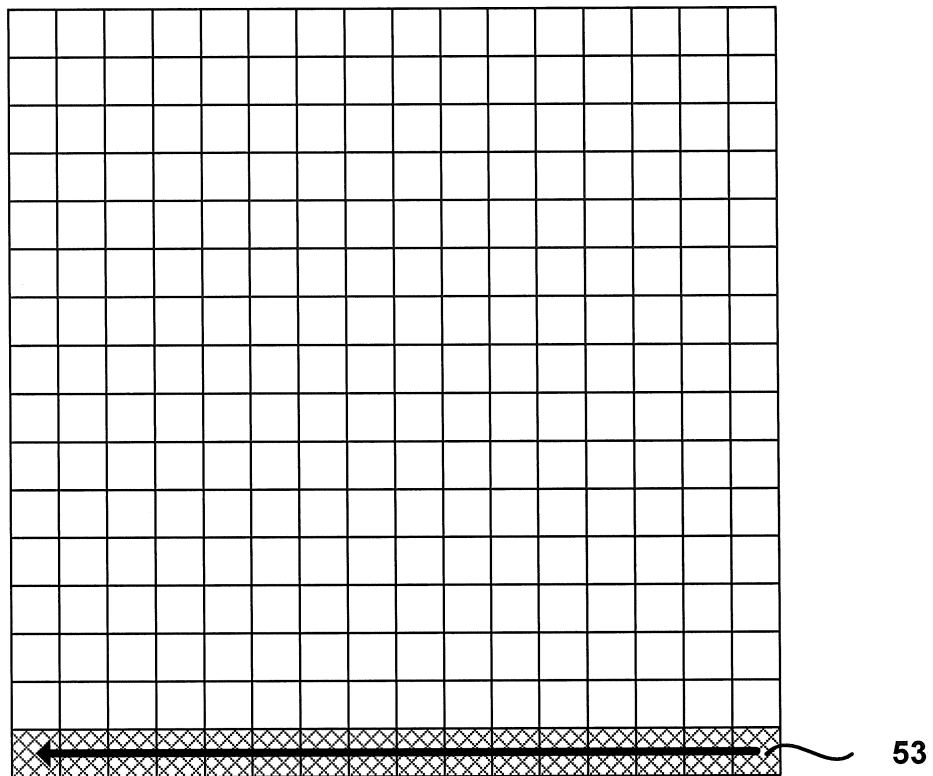
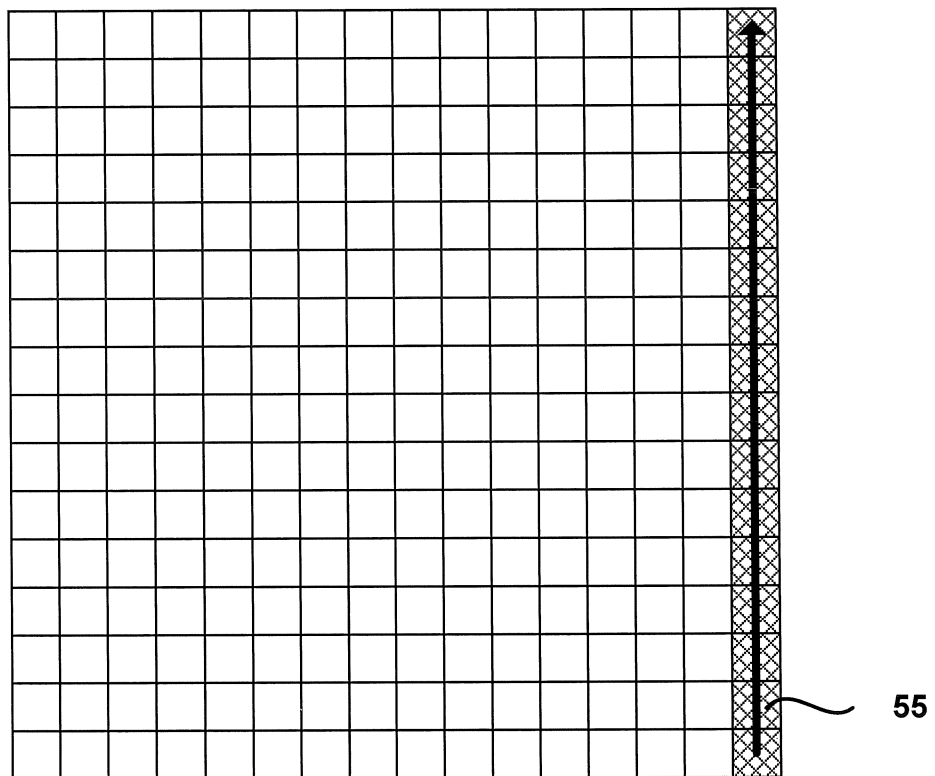


Fig.5

**Fig.6**

**Fig.7**

**Fig.8**

**Fig.9**

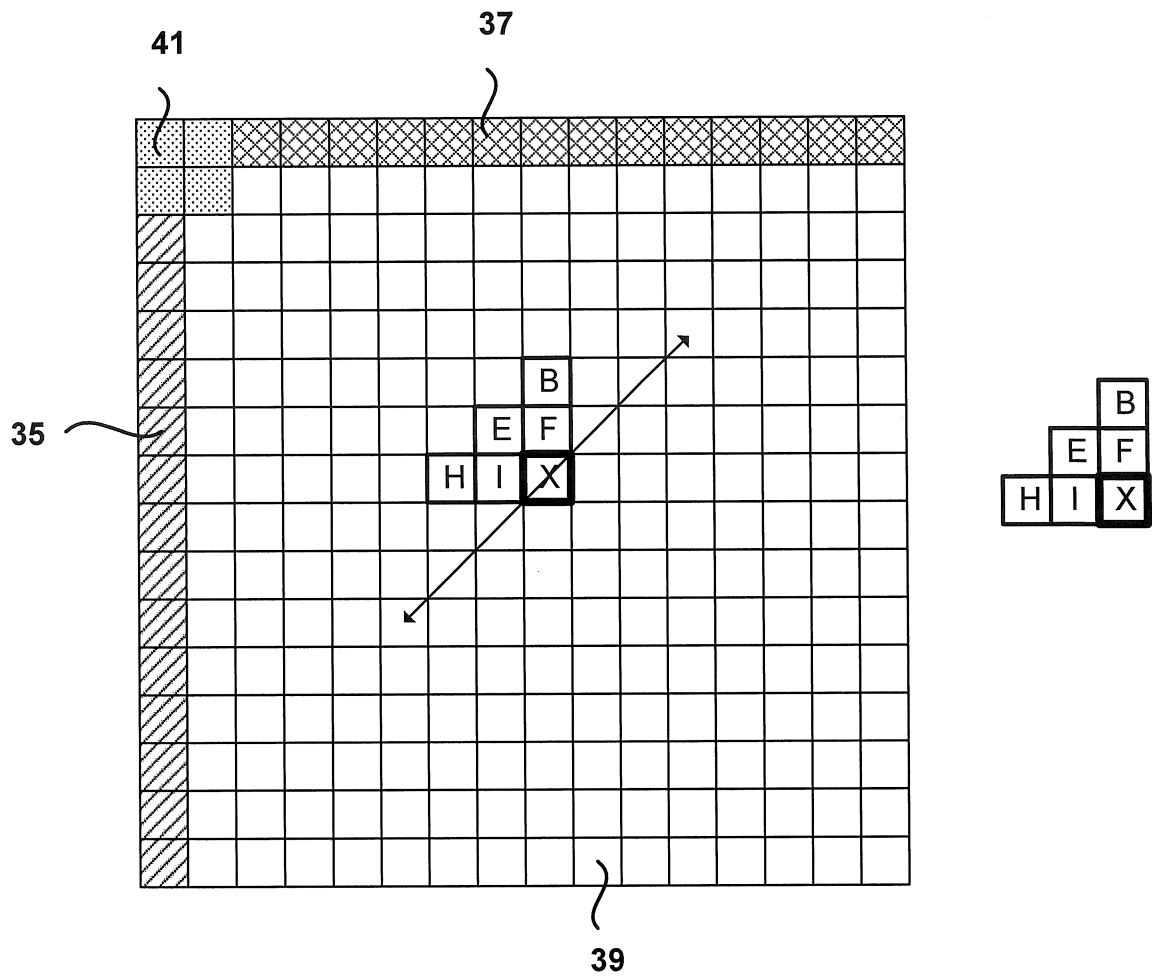


Fig.10

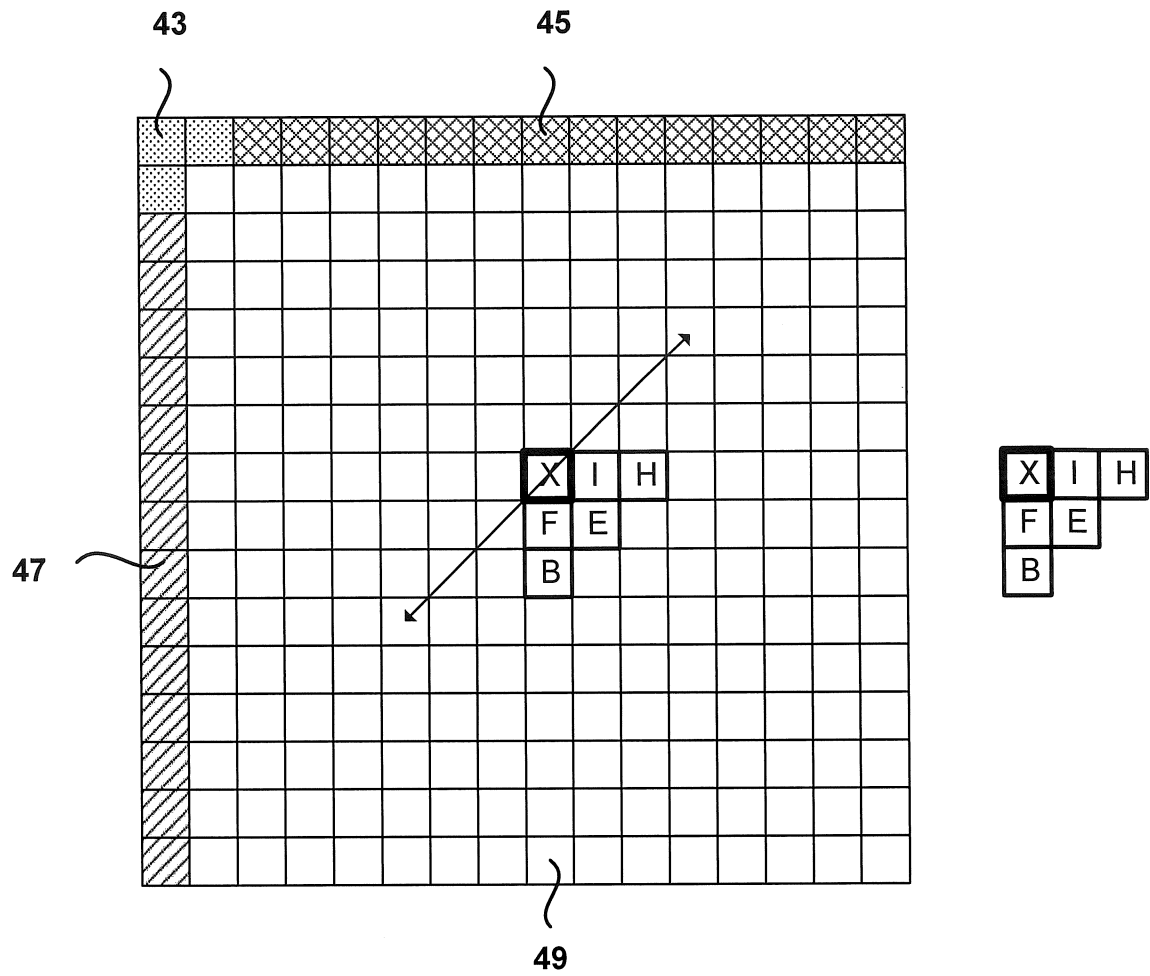
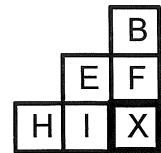
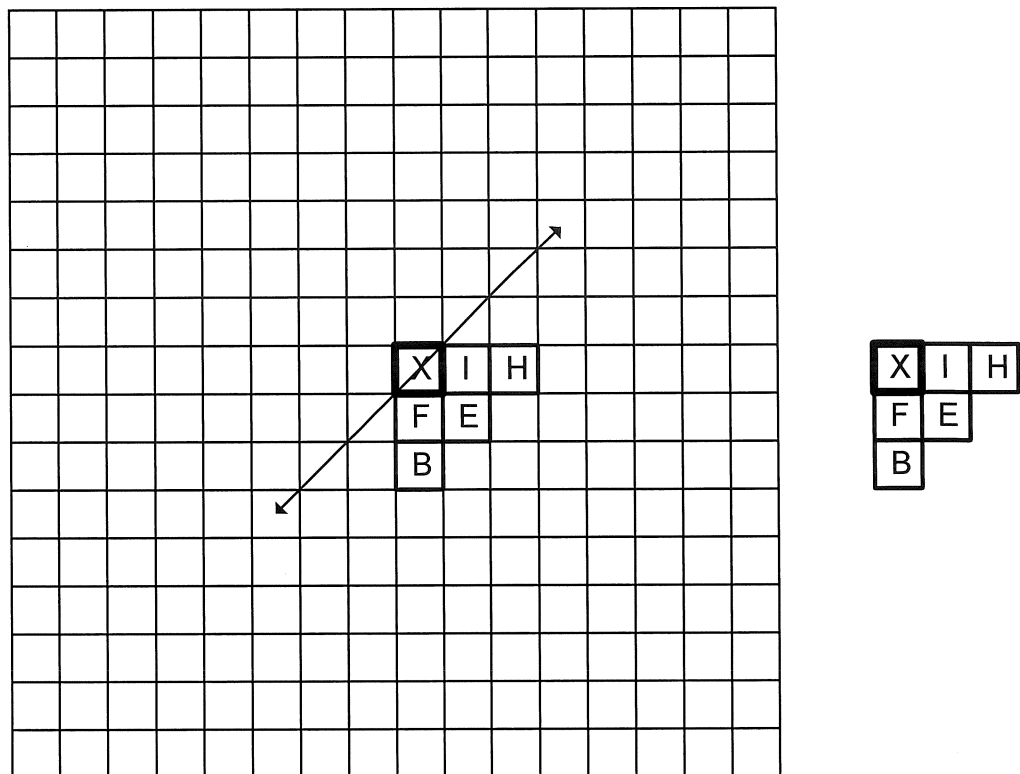


Fig.11



**Fig.13**

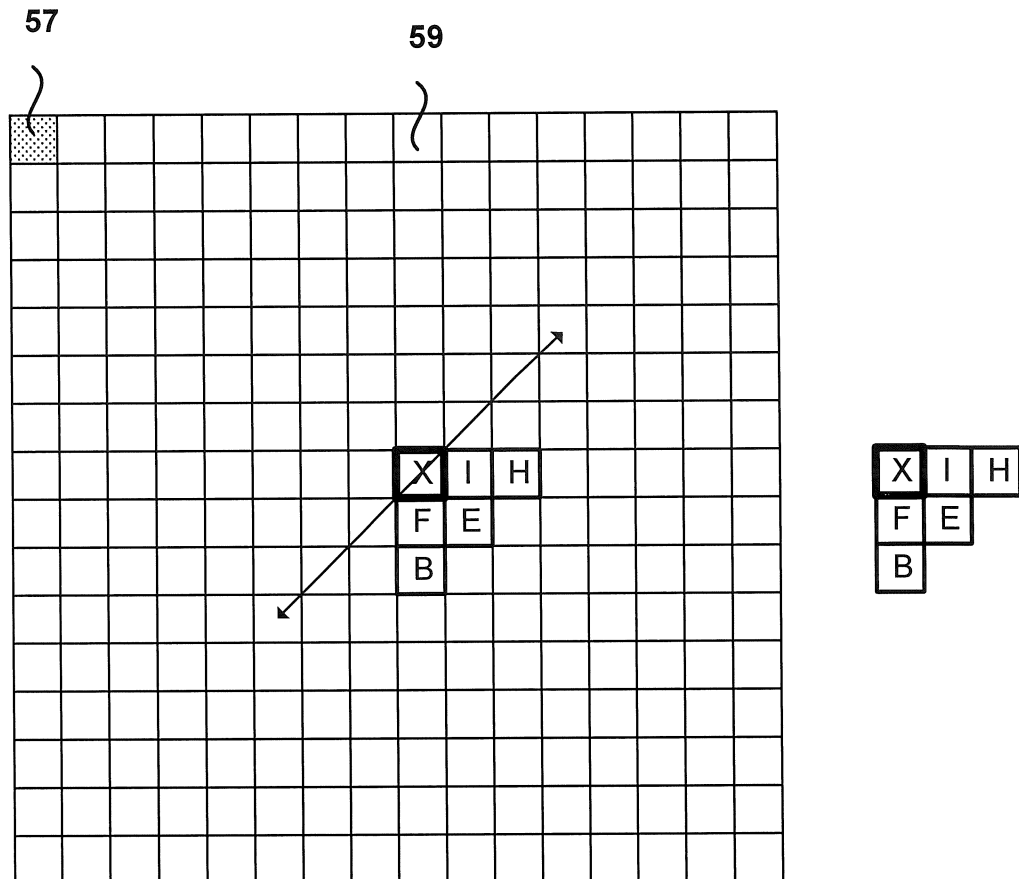
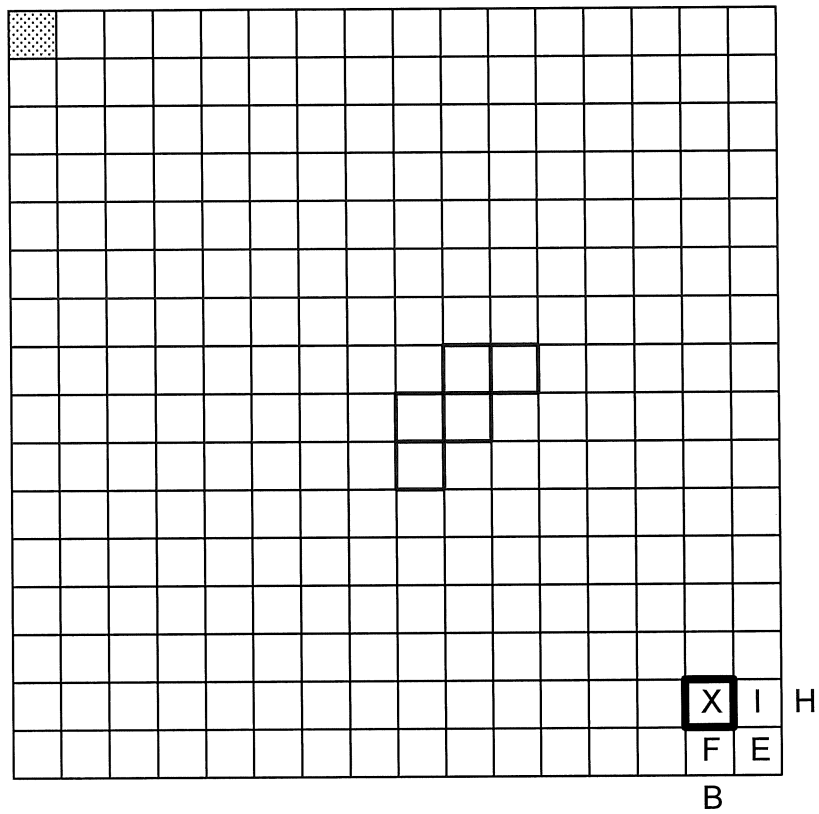


Fig.14

**Fig.15**

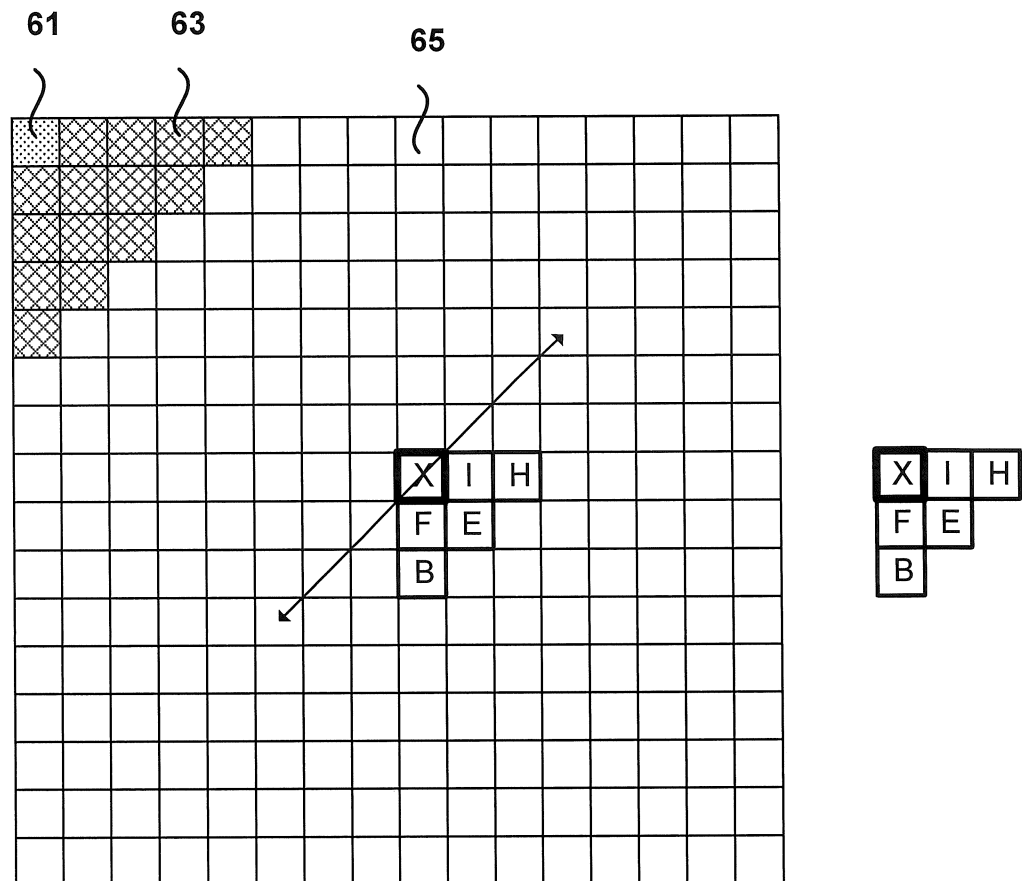


Fig.16

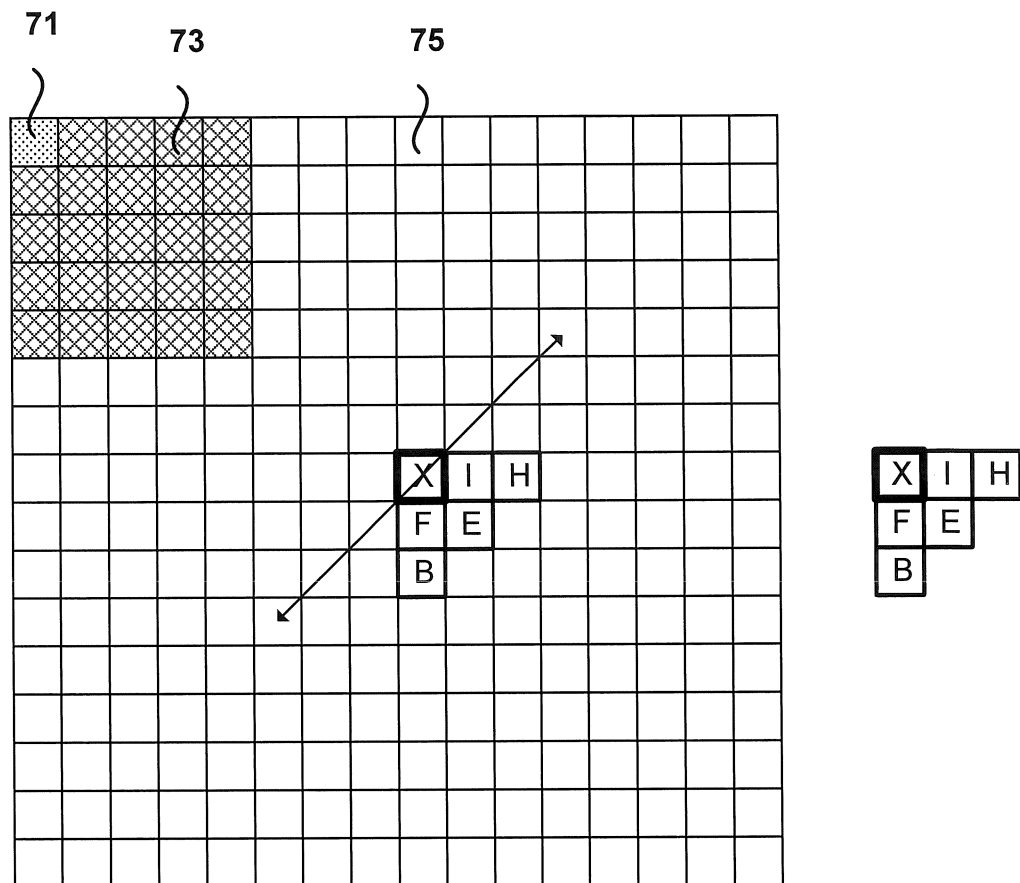
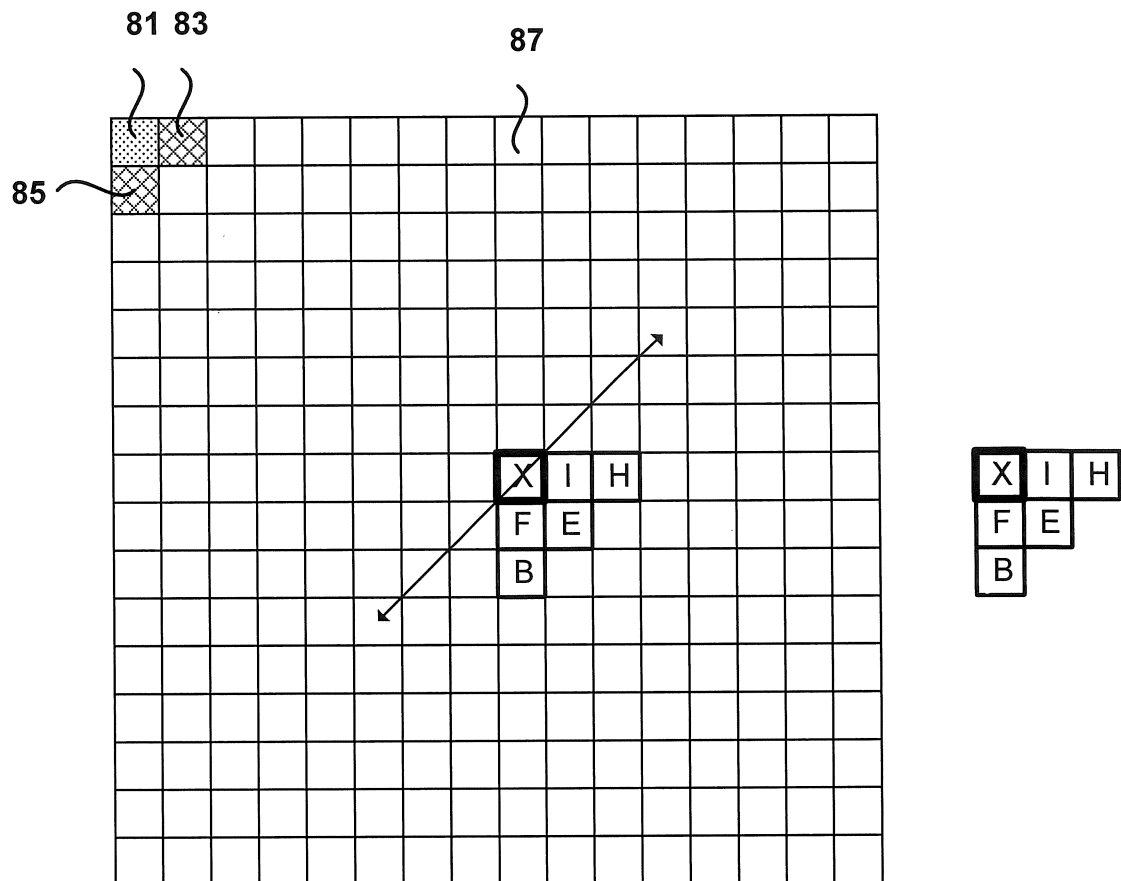


Fig.17

**Fig.18**

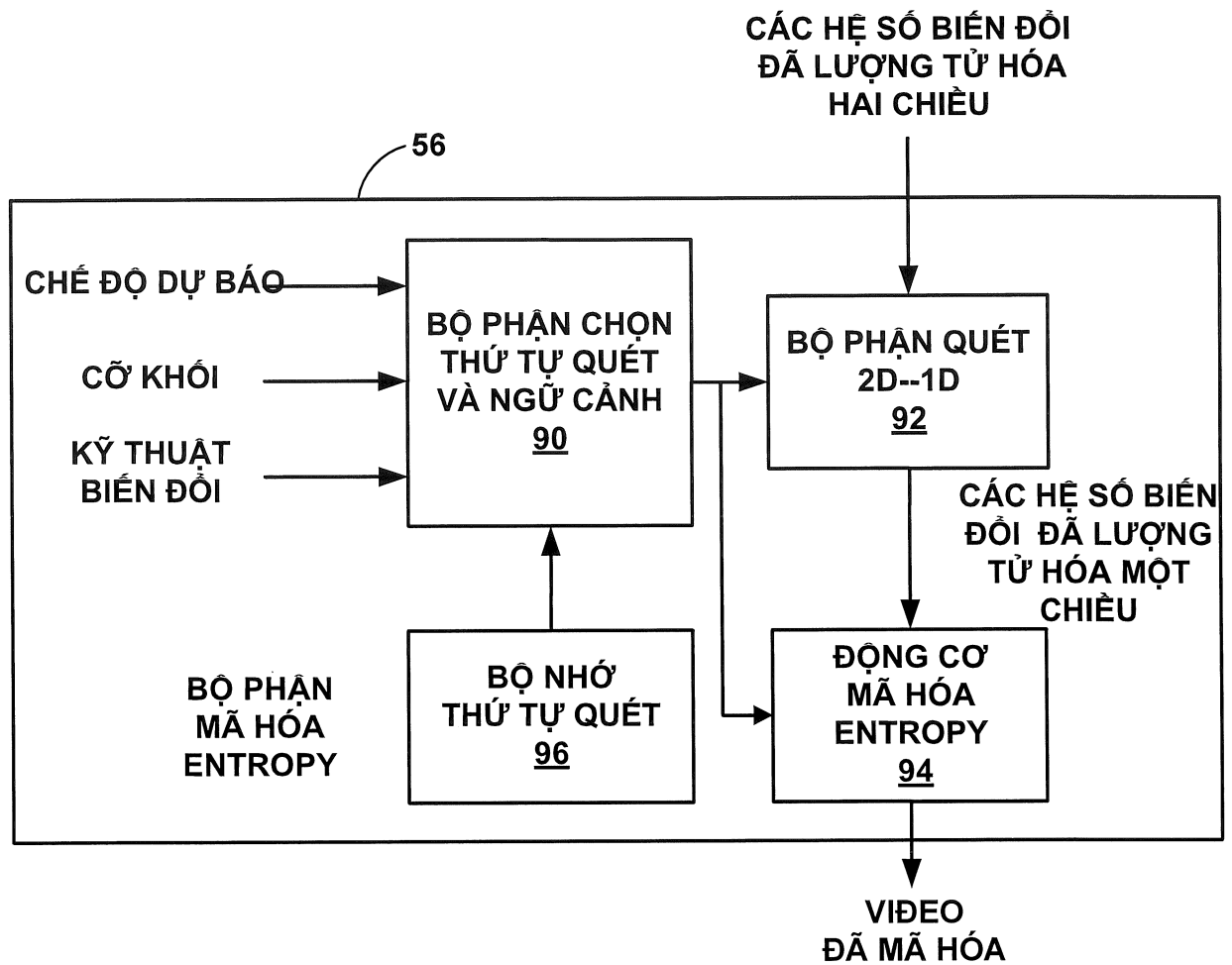


Fig.19

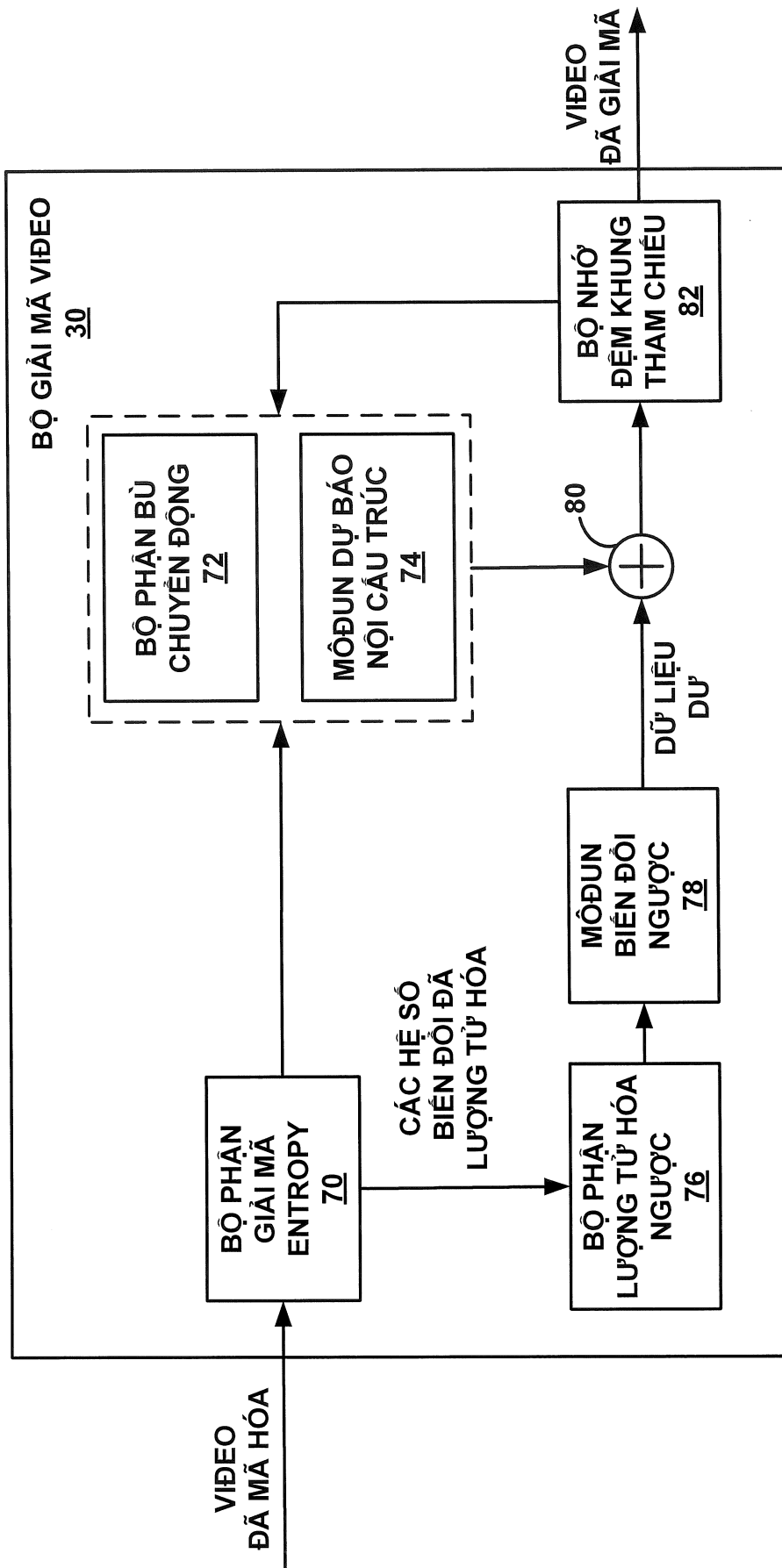


Fig.20

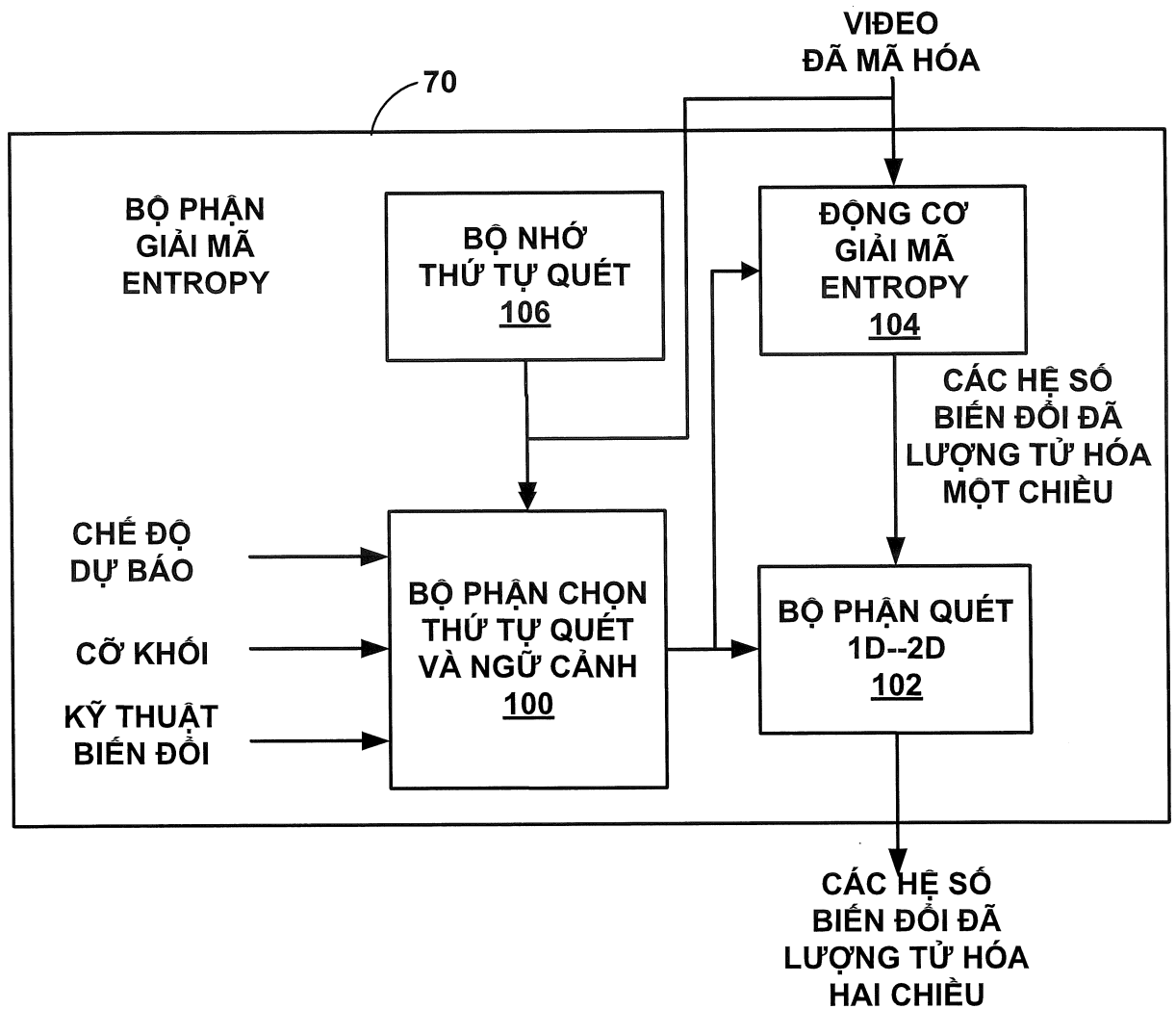
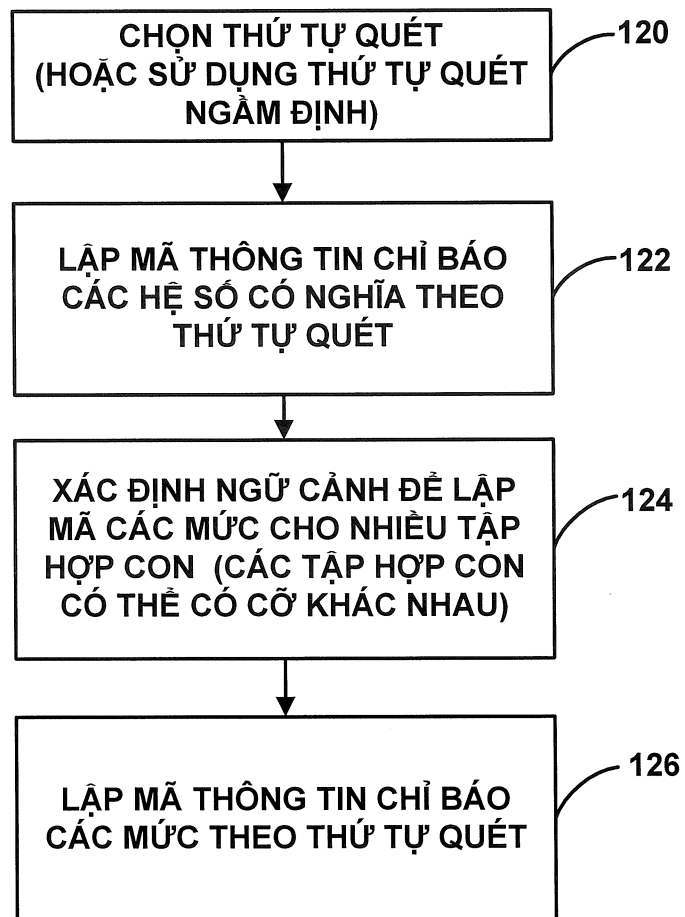


Fig.21

**Fig.22**

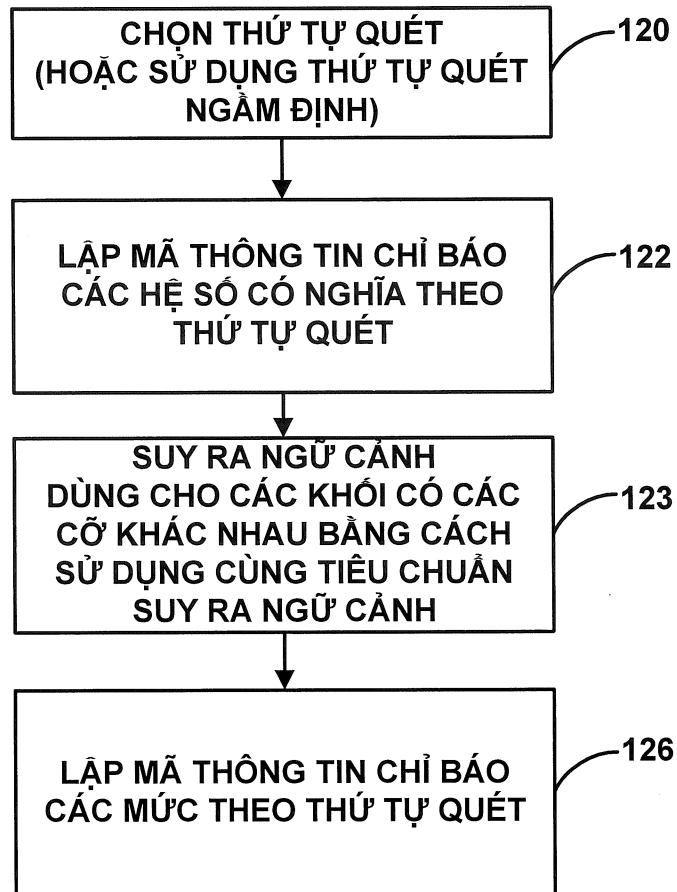


Fig.23

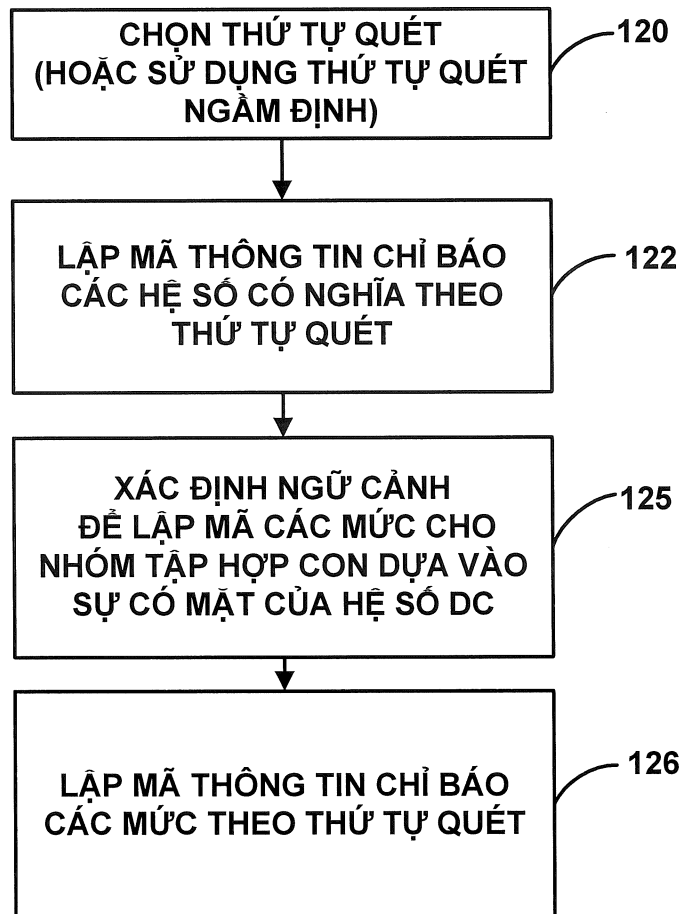


Fig.24

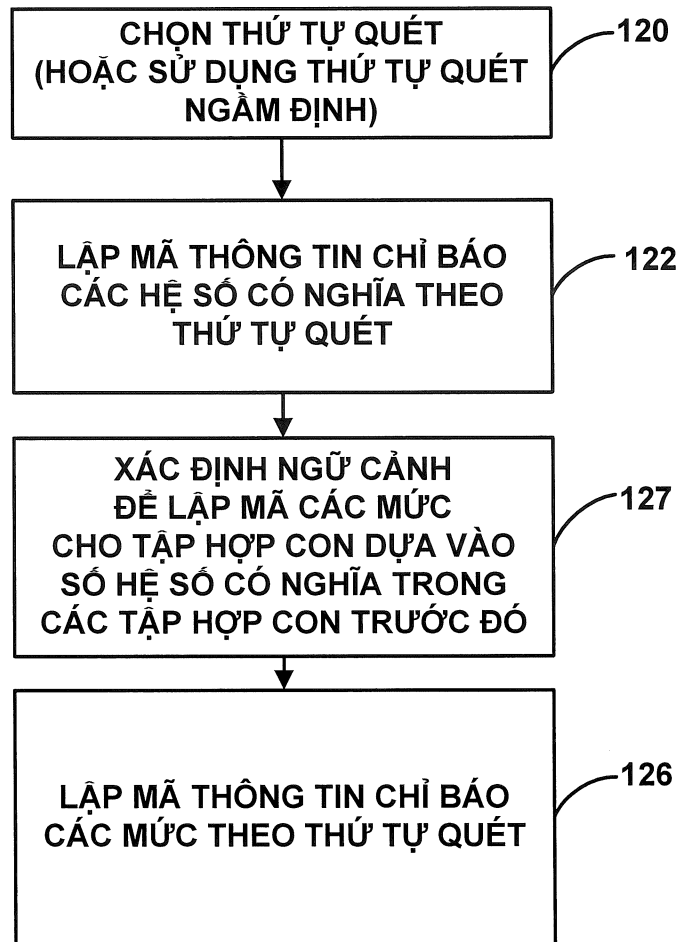


Fig.25

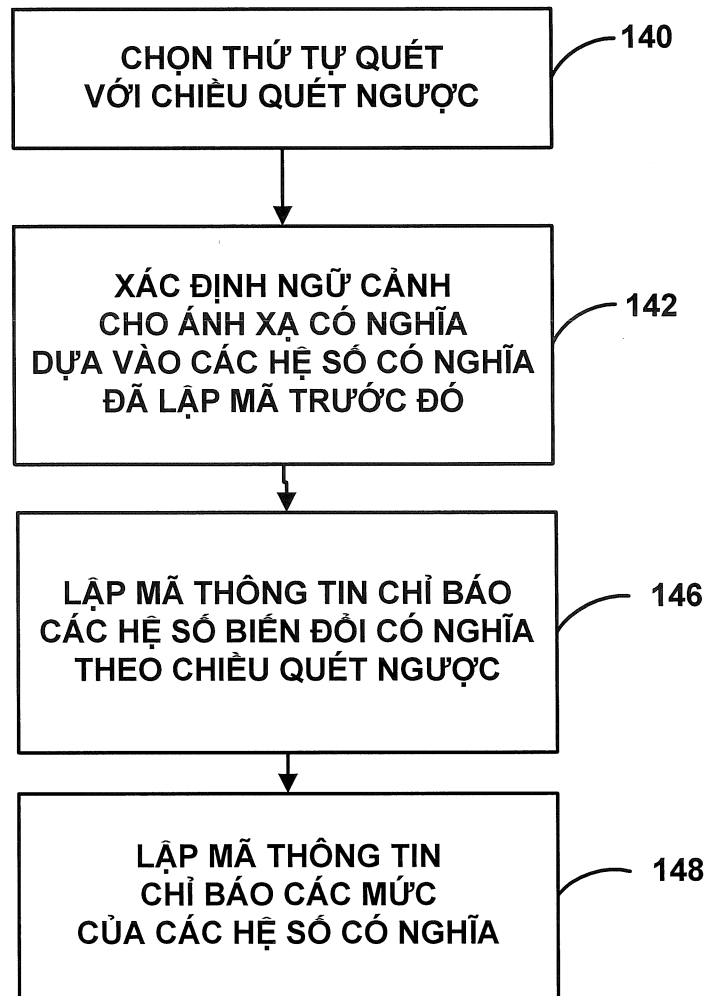
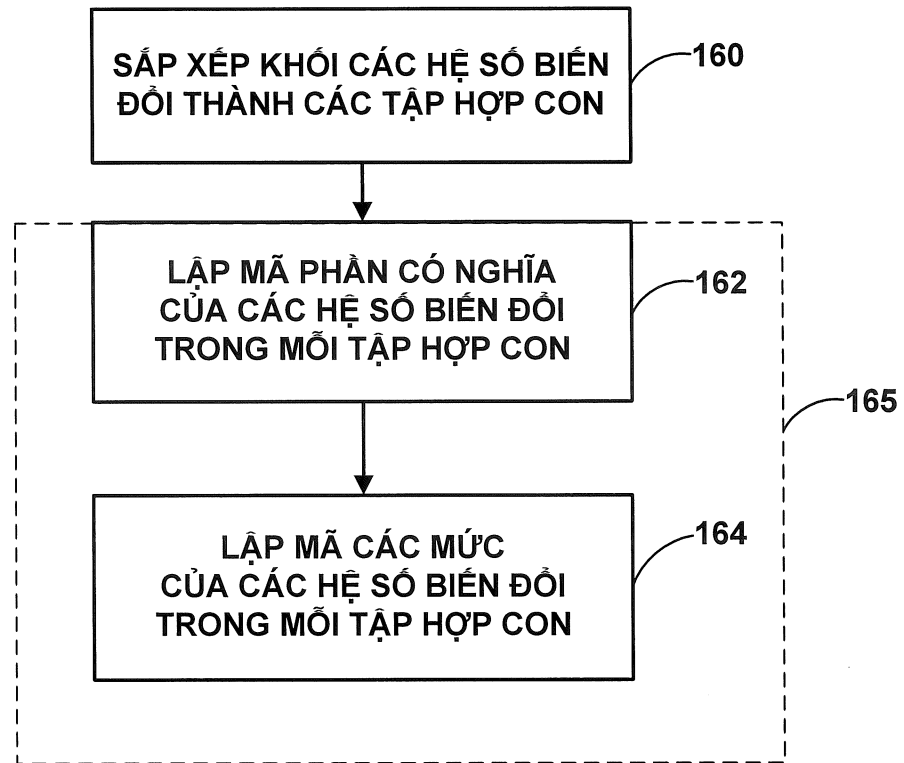


Fig.26

**Fig.27**

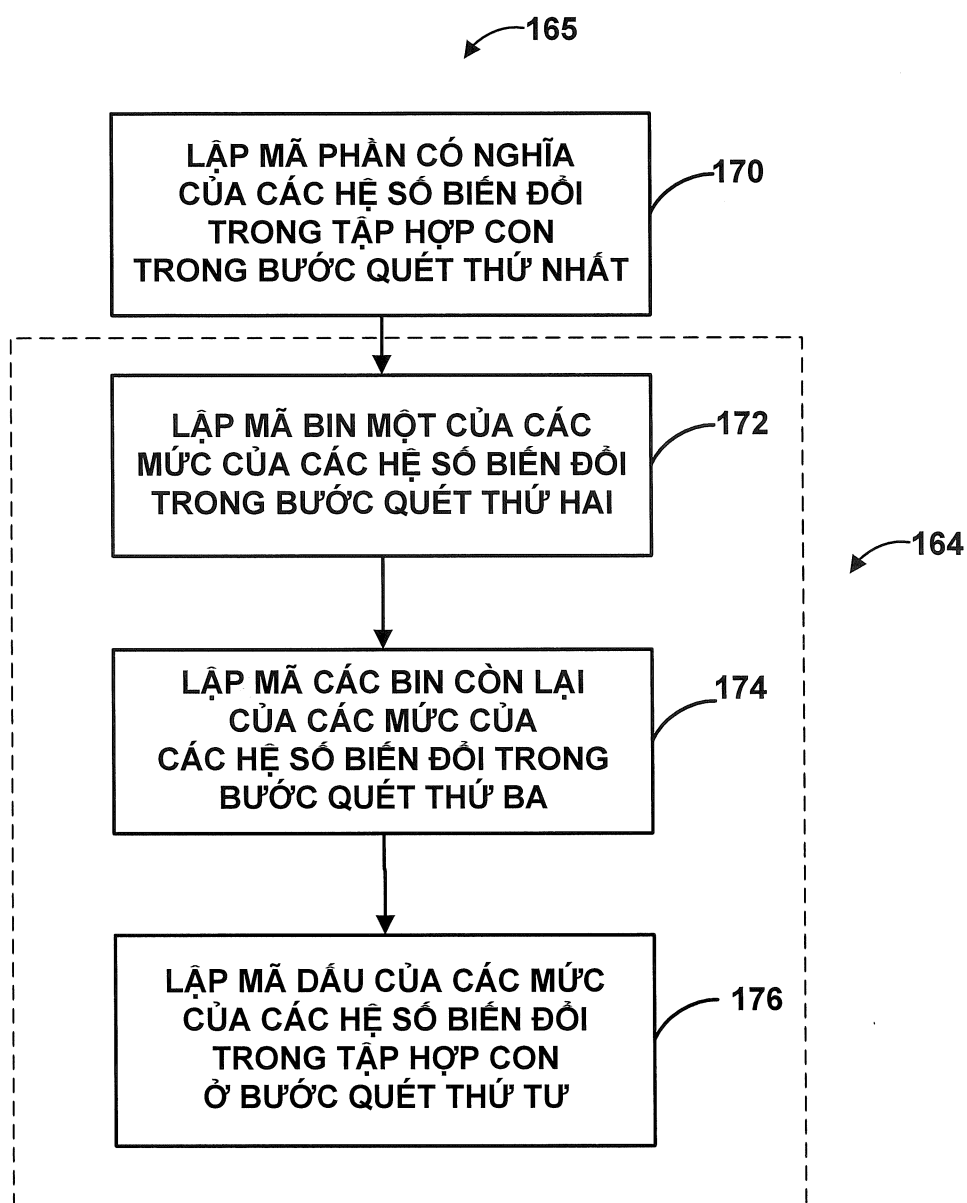


Fig.28

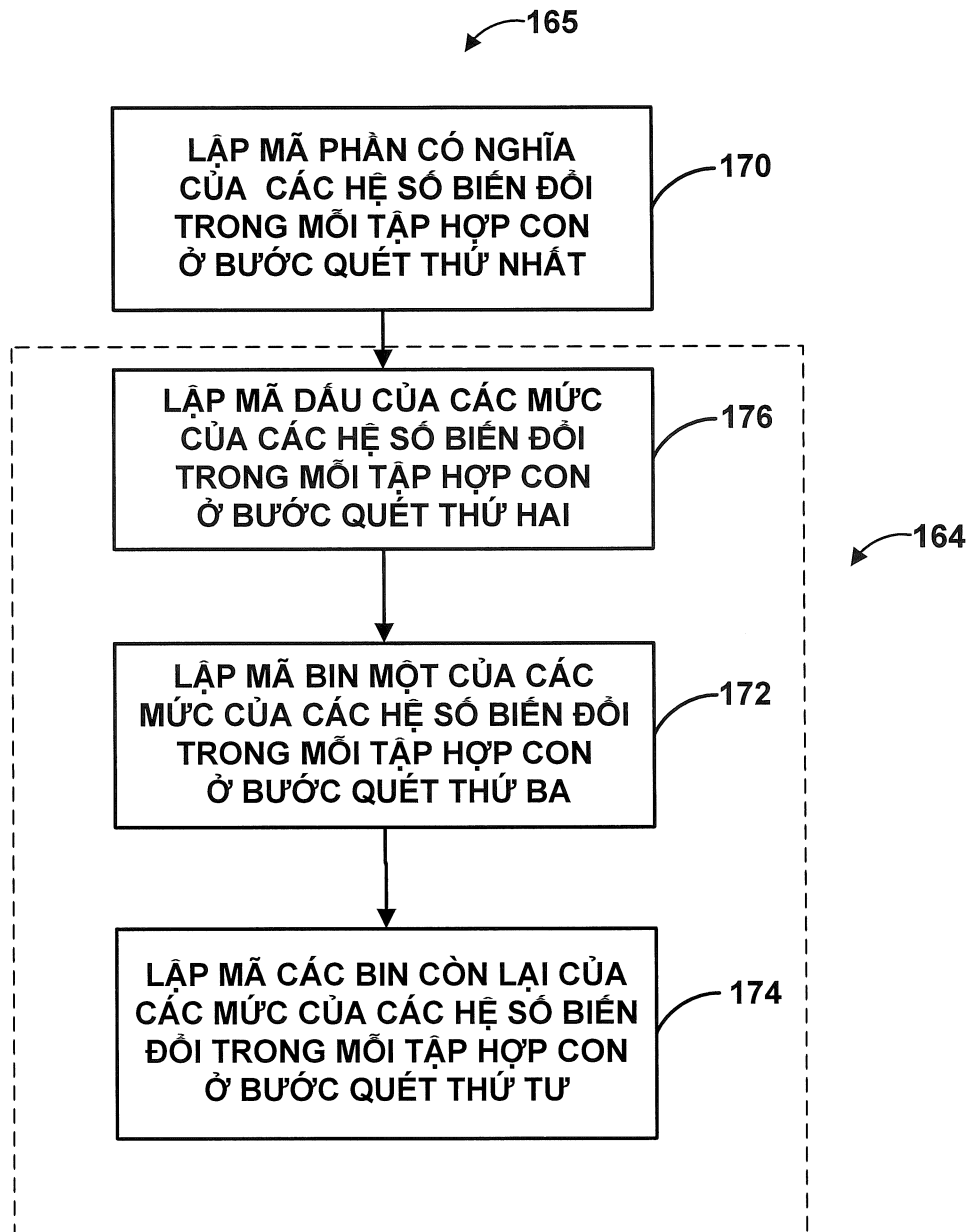


Fig.29

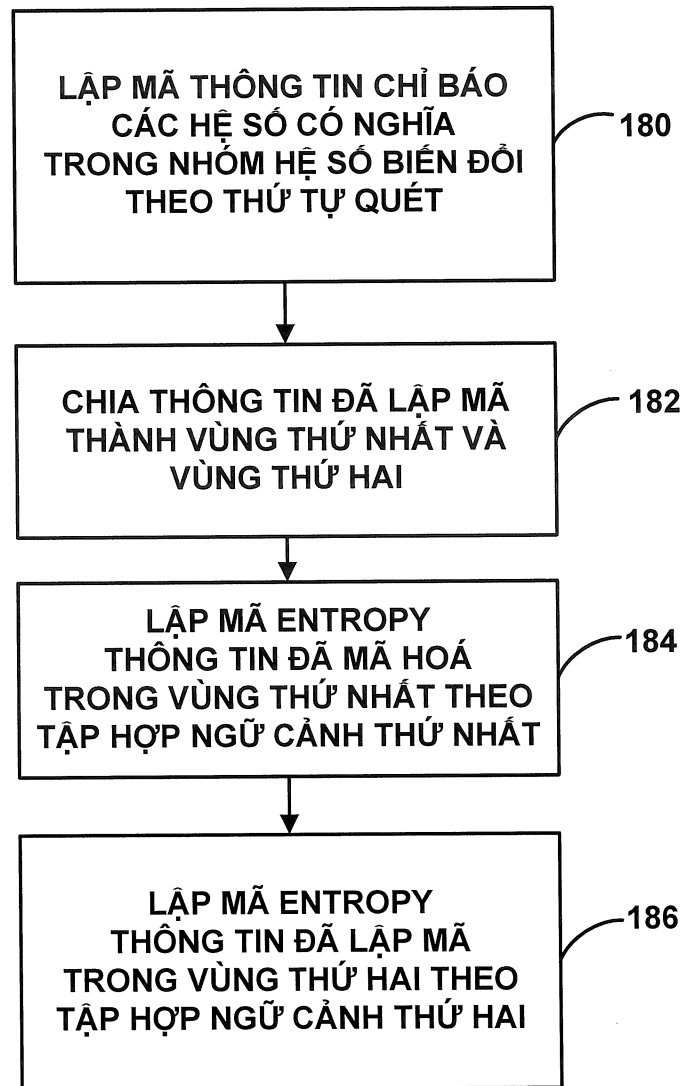


Fig.30