



(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)



1-0037951

(51)¹⁹ H04N 7/50; H04N 7/30

(13) B

(21) 1-2019-01499

(22) 07/03/2012

(62) 1-2013-03160

(86) PCT/US2012/028087 07/03/2012

(87) WO2012/122278 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;
13/413,497 06/03/2012 US

(45) 25/12/2023 429

(43) 25/07/2019 376A

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

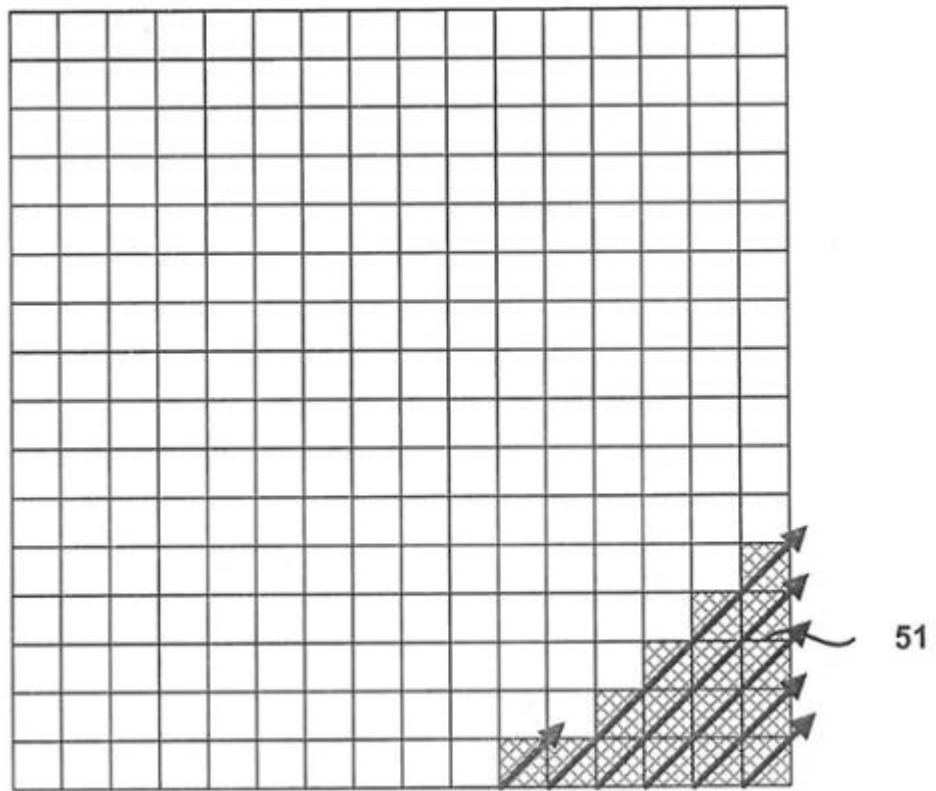
5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121, United States of America

(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 GẮN VỚI DỮ LIỆU VIDEO DƯ

(57) Sáng chế mô tả các kỹ thuật, cụ thể là phương pháp, thiết bị và phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính, để lập mã hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Các khía cạnh của sáng chế bao gồm bước lựa chọn thứ tự quét cho cả lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa và lập mã mức, cũng như lựa chọn ngữ cảnh để lập mã entropy phù hợp với thứ tự quét đã chọn. Sáng chế đề xuất sự điều hòa thứ tự quét để lập mã cả ánh xạ hệ số có ý nghĩa của các hệ số biến đổi cũng như để lập mã các mức hệ số biến đổi. Sáng chế còn đề xuất thứ tự quét cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa nên theo hướng ngược (tức là, từ tần số cao hơn đến tần số thấp hơn). Sáng chế còn đề xuất rằng các hệ số biến đổi được quét trong các tập con đối diện với các khối con cố định. Cụ thể, các hệ số biến đổi được quét trong tập con chứa các hệ số liên tiếp theo thứ tự quét.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

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

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khả năng video kỹ thuật số có thể được kết hợp vào rất nhiều thiết bị, bao gồm cả tivi kỹ thuật số, hệ thống phát quảng bá trực tiếp kỹ thuật số, hệ thống phát quảng bá không dây, thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (personal digital assistant - PDA), máy tính xách tay hoặc máy tính để bàn, máy ảnh kỹ thuật số, thiết bị ghi âm kỹ thuật số, trình phát phương tiện kỹ thuật số, thiết bị trò chơi có hình ảnh, bàn giao tiếp trò chơi có hình ảnh, điện thoại di động hoặc vô tuyến vệ tinh, thiết bị hội thảo từ xa có truyền hình và các thiết bị tương tự. Thiết bị video kỹ thuật số thực hiện kỹ thuật nén video như các kỹ thuật được mô tả trong các chuẩn được xác định bởi MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Phần 10, Mã hóa video nâng cao (Advanced Video Coding - AVC), chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC) đang được nghiên cứu phát triển, và các phần mở rộng của các chuẩn này.

Các kỹ thuật nén video bao gồm dự đoán không gian và/hoặc dự đoán thời gian để giảm bớt hoặc loại bỏ sự dư thừa vốn có trong chuỗi video. Với việc lập mã video dựa trên khối, khung hoặc lát video có thể được chia thành các khối. Mỗi khối có thể còn được chia tiếp. Khối trong khung hoặc lát được lập mã nội bộ (I) được mã hóa bằng cách sử dụng dự đoán không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng khung hoặc lát. Các khối trong khung hoặc lát P hoặc B được lập mã liên kết (P hoặc B) có thể sử dụng dự đoán không gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khối lân cận trong cùng khung hoặc lát hoặc dự đoán thời gian đối với các mẫu tham chiếu trong các khung tham chiếu khác. Việc dự đoán không gian hoặc thời gian tạo ra khối dự đoán cho khối cần được lập mã. Dữ liệu dư biểu diễn sự khác biệt điểm ảnh giữa khối gốc cần được lập mã và khối dự đoán.

Khối được lập mã liên kết được mã hóa theo vector chuyển động chỉ đến khối mẫu tham chiếu tạo thành khối dự đoán này, và dữ liệu dư chỉ rõ chênh lệch giữa khối được lập mã và khối dự đoán. Khối được lập mã nội bộ được mã hóa theo chế độ lập mã nội bộ và dữ liệu dư. Để nén thêm 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, các hệ số biến đổi này có thể được lượng tử hóa. Hệ số biến đổi lượng tử hóa, ban đầu được bố trí trong 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 xuất thiết bị và phương pháp lập mã hệ số biến đổi gắn với khối dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Các kỹ thuật, cấu trúc và phương pháp được mô tả trong sáng chế áp dụng được cho quy trình lập mã video có sử dụng kỹ thuật lập mã entropy, ví dụ, mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding - CABAC) để lập mã các hệ số biến đổi. Các khía cạnh của sáng chế bao gồm việc lựa chọn thứ tự quét cho cả lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa lẫn lập mã mức và dấu, cũng như việc lựa 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 được áp dụng để sử dụng trong bộ mã hóa video và bộ giải mã video.

Sáng chế đề xuất sự điều hòa thứ tự quét để lập mã cả ánh xạ hệ số có ý nghĩa của các hệ số biến đổi cũng như để lập mã mức của hệ số biến đổi. Tức là, trong một số ví dụ, thứ tự quét của lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa và lập mã mức nên có cùng một mẫu và hướng quét. Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thứ tự quét cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa nên được thực hiện theo hướng ngược (tức là, từ các hệ số cho tần số cao hơn đến các hệ số cho tần số thấp hơn). Theo khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất thứ tự quét cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa và việc lập mã mức cần được điều hòa để mỗi quy trình được thực hiện theo hướng ngược.

Theo một số ví dụ, sáng chế cũng đề xuất các hệ số biến đổi được quét theo các tập con. Cụ thể, các hệ số biến đổi được quét theo tập con bao gồm một số hệ số liên tiếp theo thứ tự quét. Các tập con này có thể được áp dụng cho cả việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa cũng như việc quét mức hệ số.

Ngoài ra, theo một số ví dụ, sáng chế đề xuất rằng việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số được thực hiện trong các lần quét liên tiếp và theo cùng một thứ tự quét. Theo một khía cạnh, thứ tự quét là thứ tự quét ngược. Việc quét liên tiếp có thể bao gồm một số lần chuyển quét. Mỗi lần chuyển quét có thể bao gồm các lần chuyển quét của phần tử cú pháp. Ví dụ, lần quét thứ nhất là quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa (còn gọi là bin 0 của mức hệ số biến đổi), lần máy quét thứ hai là bin một của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, lần quét thứ ba có thể là bin hai của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, lần quét thứ tư là các bin còn lại của mức hệ số biến đổi, và lần quét thứ năm là dấu của mức hệ số biến đổi. Việc chuyển dấu có thể là vào bất cứ lúc nào sau khi chuyển qua ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Ngoài ra, số lần chuyển quét có thể được giảm bằng cách lập mã nhiều hơn một phần tử cú pháp cho mỗi lần chuyển quét. Ví dụ, một lần chuyển quét cho các phần tử cú pháp sử dụng các bin lập mã và lần chuyển quét thứ hai cho phần tử cú pháp sử dụng bin phụ (ví dụ, mức còn lại và dấu). Trong ngữ cảnh này, bin là một phần của chuỗi bin được lập mã entropy. Phần tử cú pháp cho trước có giá trị không phải số nhị phân được ánh xạ thành một chuỗi nhị phân (được gọi là chuỗi bin).

Sáng chế cũng đề xuất rằng, trong 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. Nguồn gốc ngữ cảnh cho vùng ngữ cảnh thứ nhất phụ thuộc vào vị trí của các hệ số biến đổi trong khi nguồn gốc ngữ cảnh cho vùng thứ hai phụ thuộc vào hệ số lân cận nhân quả của các hệ số biến đổi. Trong một 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.

Theo một ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp lập mã hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Phương pháp này bao gồm bước sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập con hệ số biến đổi dựa trên thứ tự quét, lập mã phần thứ nhất của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, trong đó phần thứ nhất của mức này bao gồm ít nhất một giá trị có nghĩa của hệ số biến đổi trong mỗi tập con, và lập mã phần thứ hai của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề xuất hệ thống lập mã hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Hệ thống này bao gồm bộ lập mã video được tạo cấu hình để sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập con

hệ số biến đổi dựa trên thứ tự quét, lập mã phần thứ nhất của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, trong đó phần thứ nhất của mức này bao gồm ít nhất một giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi nhóm, và lập mã phần thứ hai của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề xuất hệ thống lập mã hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Hệ thống này bao gồm phương tiện để sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập con hệ số biến đổi dựa trên thứ tự quét, phương tiện để lập mã phần thứ nhất của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, trong đó phần thứ nhất của mức này bao gồm ít nhất một giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi nhóm, và phương tiện để lập mã phần thứ hai của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con này.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ trên đó các lệnh mà khi được thực thi sẽ khiến bộ xử lý của thiết bị thực hiện phương pháp lập mã hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập con hệ số biến đổi dựa trên thứ tự quét, lập mã phần thứ nhất của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, trong đó phần thứ nhất của mức này bao gồm ít nhất một giá trị có nghĩa của hệ số biến đổi trong mỗi tập con, và lập mã phần thứ hai của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con.

Một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết trong phần hình vẽ kèm theo và phần mô tả sau đây. Các dấu hiệu, đối tượng và ưu điểm khác sẽ trở nên rõ ràng từ phần mô tả, hình vẽ và 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 hệ số có ý nghĩa;

Fig.2 là sơ đồ khái niệm minh họa mẫu quét và hướng quét cho việc lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa;

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

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

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

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

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

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

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

Fig.10 là sơ đồ khái niệm minh họa các vùng ngữ cảnh cho việc lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa;

Fig.11 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về vùng ngữ cảnh cho việc lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược;

Fig.12 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về các hệ số lân cận nhân quả để lập mã entropy bằng cách sử dụng thứ tự quét xuôi;

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

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

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

Fig.16 là sơ đồ khái niệm minh họa một ví dụ khác về vùng ngữ cảnh để thực hiện kỹ thuật CABAC bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược;

Fig.17 là sơ đồ khái niệm minh họa một ví dụ khác về vùng ngữ cảnh để thực hiện kỹ thuật CABAC bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược;

Fig.18 là sơ đồ khái niệm minh họa một ví dụ khác về vùng ngữ cảnh để thực hiện kỹ thuật CABAC bằng cách sử dụng thứ tự quét ngược;

Fig.19 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về đơn vị lập mã entropy;

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

Fig.21 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về đơn vị giải mã entropy;

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

Fig.23 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số và việc tạo ra ngữ cảnh lập mã;

Fig.24 là lưu đồ minh họa ví dụ khác về quy trình quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số và việc tạo ra ngữ cảnh khi lập mã entropy;

Fig.25 là lưu đồ minh họa ví dụ khác về quy trình quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số và việc tạo ra ngữ cảnh lập mã entropy;

Fig.26 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa sử dụng hướng quét ngược;

Fig.27 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số theo tập con hệ số biến đổi;

Fig.28 là lưu đồ minh họa ví dụ khác về quy trình quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số theo tập con hệ số biến đổi;

Fig.29 là sơ đồ minh họa ví dụ khác về quy trình quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số theo tập con hệ số biến đổi;

Fig.30 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình lập mã entropy sử dụng nhiều vùng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nói chung, các thiết bị video kỹ thuật số thực hiện kỹ thuật nén video để truyền và nhận thông tin video kỹ thuật số hiệu quả hơn. Việc nén video có thể áp dụng các kỹ thuật dự đoán không gian (nội bộ khung) và/hoặc dự đoán thời gian (liên khung) để giảm hoặc loại bỏ sự dư thừa vốn có trong chuỗi video.

Đối với việc lập mã video theo tiêu chuẩn video mã hóa hiệu suất cao (HEVC) đang được phát triển bởi nhóm Joint Cooperative Team for Video Coding (JCT-VC), chẳng hạn, khung video có thể được chia thành các đơn vị lập mã. Đơn vị lập mã thường dùng để chỉ vùng hình ảnh phục vụ như một đơn vị cơ bản mà các công cụ lập mã khác nhau được áp dụng cho nó để nén video. Đơn vị lập mã thường là hình vuông (mặc dù không nhất thiết), và có thể được coi là tương tự như khối macro theo tiêu chuẩn mã hóa video khác chẳng hạn như ITU-T H.264. Việc lập mã theo một số khía cạnh mới được đề xuất của chuẩn HEVC đang phát triển sẽ được mô tả trong sáng chế để minh họa. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả sáng chế này có thể hữu ích cho quy trình lập mã video khác, chẳng hạn như quy trình theo chuẩn H.264 hoặc các quy trình lập mã video tiêu chuẩn hoặc riêng biệt khác.

Để đạt được hiệu quả lập mã mong muốn, đơn vị lập mã (coding unit - CU) có thể có kích thước thay đổi tùy thuộc vào nội dung video. Ngoài ra, đơn vị lập mã có thể được chia thành các khối nhỏ hơn để dự đoán hoặc biến đổi. Cụ thể, mỗi đơn vị lập mã có thể được chia tiếp thành các đơn vị dự đoán (prediction unit - PU) và các đơn vị biến đổi (transform unit - TU). Các đơn vị dự đoán có thể được coi là tương tự như các phần chia theo tiêu chuẩn mã hóa video khác, chẳng hạn như chuẩn H.264. Đơn vị biến đổi (TU) thường dùng để chỉ khối dữ liệu dư mà phép biến đổi được áp dụng lên đó để tạo ra các hệ số biến đổi.

Đơn vị lập mã thường có một thành phần độ sáng, ký hiệu là Y, và hai thành phần màu, ký hiệu là U và V. Tùy thuộc vào định dạng lấy mẫu video, kích thước của thành phần U và thành phần V, về số lượng mẫu, có thể giống hoặc khác với kích thước của thành phần Y.

Để lập mã khối (ví dụ, đơn vị dự đoán của dữ liệu video), đầu tiên phân tử dự đoán cho khối được tạo ra. Phân tử dự đoán này, còn được gọi là khối dự đoán, có thể được tạo ra thông qua dự đoán nội bộ (I) (tức là dự đoán không gian) hoặc dự đoán liên kết (P hoặc B) (tức là dự đoán thời gian). Do đó, một số đơn vị dự đoán có thể được lập mã nội bộ (I) bằng cách sử dụng dự đoán không gian cho các mẫu tham chiếu trong các khối tham chiếu lân cận trong cùng một khung (hay lát), và các đơn vị dự đoán khác có thể được lập mã liên kết đơn hướng (P) hoặc được lập mã liên kết hai hướng (B) đối với các khối mẫu tham chiếu trong khung (hoặc lát) được lập mã

trước đó. Trong mỗi trường hợp, các mẫu tham chiếu có thể được sử dụng để tạo thành khối dự đoán cho khối cần được lập mã.

Khi xác định khối dự đoán, sự khác biệt giữa các khối dữ liệu video gốc và khối dự đoán của nó được xác định. Sự khác biệt này có thể được gọi là dữ liệu dư đoán dư, và chỉ ra sự khác biệt điểm ảnh giữa các giá trị điểm ảnh trong khối với các giá trị điểm ảnh được lập mã trong khối dự đoán được lựa chọn để biểu diễn khối đã lập mã. Để đạt được hiệu quả nén tốt hơn, dữ liệu dư đoán dư có thể được biến đổi, ví dụ, sử dụng phép biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), biến đổi nguyên, biến đổi Karhunen-Loeve (KL), hoặc các phép biến đổi khác.

Dữ liệu dư trong khối biến đổi, chẳng hạn như TU, có thể được sắp xếp trong mảng hai chiều (two-dimensional - 2D) gồm các giá trị khác biệt điểm ảnh ở trong miền điểm ảnh theo không gian. Phép biến đổi biến các giá trị điểm ảnh dư thành mảng hai chiều gồm các hệ số biến đổi trong miền biến đổi, chẳng hạn như miền tần số. Để nén hơn nữa, các hệ số biến đổi có thể được lượng tử hóa trước khi được lập mã entropy. Sau đó, bộ lập mã entropy áp dụng quy trình lập mã entropy cho các hệ số biến đổi lượng tử hóa, các kỹ thuật lập mã entropy ví dụ là mã hóa có chiều dài thay đổi thích ứng ngữ cảnh (Context Adaptive Variable Length Coding - CAVLC), mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (CABAC), mã hóa entropy phân chia khoảng xác suất (Probability Interval Partitioning Entropy Coding - PIPE), hoặc các phương pháp tương tự.

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

Ví dụ, đối với DCT thường có xác suất cao hơn để các hệ số khác không hướng về góc trên bên trái (tức là, vùng tần số thấp) của đơn vị biến đổi 2D. Có thể mong muốn quét các hệ số theo cách mà làm tăng xác suất của việc nhóm các hệ số khác không cùng nhau ở một đầu của chuỗi hệ số được sắp xếp theo trình tự, cho phép các hệ số có giá trị bằng không được nhóm lại cùng nhau hướng về đầu còn lại của vector được sắp xếp theo trình tự và được lập mã hiệu quả hơn khi chuỗi chứa toàn số không. Vì lý do này, thứ tự quét có thể có tính chất quan trọng để việc lập mã entropy đạt hiệu quả.

Ví dụ, thứ tự quét theo đường chéo (hoặc mặt đầu sóng) đã được chọn để sử dụng trong khi quét các hệ số biến đổi lượng tử hóa theo chuẩn HEVC. Ngoài ra, thứ tự quét theo hình zig-zag (chữ chi), theo chiều ngang, dọc hoặc các thứ tự quét khác có thể được sử dụng. Thông qua phép biến đổi và lượng tử hóa, như đã đề cập ở trên, hệ số biến đổi khác không thường được bố trí ở vùng tần số thấp về phía vùng phía trên bên trái của khối trong đó phép biến đổi là DCT. Kết quả là, sau quy trình quét theo đường chéo, mà có thể đi qua vùng phía trên bên trái trước tiên, các hệ số biến đổi khác không thường có nhiều khả năng nằm ở phần phía trước của quy trình quét. Đối với quy trình quét theo đường chéo đi qua từ vùng dưới bên phải 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 bằng không thường sẽ được nhóm lại ở một đầu của quy trình quét, tùy thuộc vào hướng quét, do tần số cao hơn thì năng lượng giảm, và do ảnh hưởng của việc lượng tử hóa, mà có thể làm cho một số hệ số khác không trở thành hệ số bằng không khi giảm độ sâu bit. Các đặc điểm này của việc phân phối hệ số trong các mảng 1D được sắp xếp theo trình tự có thể được sử dụng trong thiết kế bộ lập mã entropy để nâng cao hiệu quả lập mã. Nói cách khác, nếu các hệ số khác không có thể được sắp xếp một cách hiệu quả trong một phần của mảng 1D thông qua thứ tự quét phù hợp, thì hiệu quả lập mã có thể tốt hơn nhờ vào thiết kế của bộ lập mã entropy.

Để đạt được mục tiêu đặt nhiều hệ số khác không ở một đầu của mảng 1D, các thứ tự quét khác nhau có thể được sử dụng trong bộ mã hóa/giải mã (codec) video để lập mã các hệ số biến đổi. Trong một số trường hợp, việc quét theo đường chéo có

thể có hiệu quả. Trong các trường hợp khác, các kiểu quét khác như zig-zag, quét theo chiều dọc hoặc ngang có thể có hiệu quả hơn.

Các thứ tự quét khác nhau có thể được tạo ra 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 lựa chọn từ một số thứ tự quét có sẵn. Sau đó, bộ mã hóa video có thể cung cấp thông tin chỉ báo cho bộ giải mã, cho mỗi khối, chỉ số theo thứ tự quét tốt nhất trong tập hợp gồm các thứ tự quét được thể hiện bởi các chỉ số tương ứng. Việc 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 trong việc bố trí các hệ số khác không gần nơi bắt đầu và kết thúc của vector 1D, qua đó nâng cao hiệu quả lập mã entropy.

Theo một ví dụ khác, thứ tự quét cho khối hiện hành có thể được xác định dựa vào các yếu tố khác nhau liên quan đến việc lập mã đơn vị dự đoán thích hợp, chẳng hạn như chế độ dự đoán (I, B, P), kích thước khối, phép biến đổi hoặc các yếu tố khác. Trong một số trường hợp, do cùng thông tin, ví dụ như chế độ dự đoán, có thể được suy diễn ở cả phía bộ mã hóa lẫn bộ giải mã, có thể không cần phải cung cấp thông tin chỉ báo về chỉ số thứ tự quét đến bộ giải mã. Thay vào đó, bộ giải mã video có thể lưu trữ dữ liệu cấu hình cho biết thứ tự quét phù hợp cho chế độ dự đoán cho khối, và một hoặc nhiều tiêu chí ánh xạ chế độ dự đoán thành thứ tự quét cụ thể.

Để tăng thêm nữa hiệu quả lập mã, thứ tự quét có sẵn có thể không phải lúc nào cũng bất biến. Thay vào đó, có thể cho phép một vài thay đổi để thứ tự quét được điều chỉnh cho phù hợp, ví dụ như, dựa trên hệ số đã được lập mã. Nói chung, việc điều chỉnh thứ tự quét có thể được thực hiện theo cách sao cho các hệ số bằng không và khác không có nhiều khả năng được nhóm lại với nhau theo thứ tự quét đã chọn.

Trong một số CODEC video, thứ tự quét ban đầu có sẵn có thể có dạng chuẩn, chẳng hạn như quét hoàn toàn theo chiều ngang, dọc, chéo hoặc zig-zag. Ngoài ra, các thứ tự quét có thể được tạo ra qua quy trình huấn luyện và do đó tính ngẫu nhiên có thể xuất hiện một chút. Quy trình huấn luyện có thể bao gồm việc áp dụng thứ tự quét khác nhau cho khối hay dãy khối để xác định thứ tự quét tạo ra kết quả mong muốn, ví dụ, về vị trí đem lại hiệu quả của các hệ số khác không và bằng không, như đã đề cập ở trên.

Nếu thứ tự quét được tạo ra từ quy trình huấn luyện, hoặc nếu có thể chọn nhiều thứ tự quét khác nhau, thì có thể có ích khi lưu các thứ tự quét cụ thể ở cả phía bộ mã hóa lẫn bộ giải mã. Lượng dữ liệu xác định thứ tự quét như vậy có thể là khá lớn. Ví dụ, với khối biến đổi 32×32 , một thứ tự quét có thể chứa 1024 vị trí hệ số biến đổi. Vì có thể có các khối kích thước khác nhau và với mỗi kích thước của khối biến đổi, có thể có một số thứ tự quét khác nhau, tổng lượng dữ liệu cần được lưu là không đáng kể. Thứ tự quét chuẩn, chẳng hạn như theo đường chéo, ngang, dọc hoặc zig-zag có thể không yêu cầu lưu trữ, hoặc có thể yêu cầu lưu trữ tối thiểu. Tuy nhiên, thứ tự chéo, ngang, dọc hoặc zig-zag có thể không đủ đa dạng để tạo ra hiệu suất lập mã phù hợp với thứ tự quét huấn luyện.

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

Ví dụ về quy trình lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa được mô tả trong 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 System for video technology, vol. 13, No. 7, tháng 7 năm 2003. Trong quy trình này, ánh xạ hệ số có ý nghĩa được lập mã nếu có ít nhất một hệ số có ý nghĩa trong khối, như được chỉ ra bởi cờ khối lập mã (Coded Block Flag - CBF), được định nghĩa là:

Cờ khối lập mã: coded_block_flag là ký hiệu một bit, chỉ rõ có hay không có hệ số có ý nghĩa, tức là, hệ số khác không bên trong khối hệ số biến đổi duy nhất, mà mẫu khối lập mã chỉ rõ các mục khác không. Nếu coded_block_flag bằng không, không có thêm thông tin nào được truyền cho khối có liên quan.

Nếu có các hệ số có ý nghĩa trong khối, ánh xạ hệ số có ý nghĩa được mã hóa bằng cách đi theo thứ tự quét các hệ số biến đổi trong khối như sau:

Quét các hệ số biến đổi: mảng hai chiều của mức hệ số biến đổi của các khối con mà coded_block_flag chỉ rõ các mục nhập khác không được ánh xạ đầu tiên thành danh sách một chiều sử dụng mẫu quét cho trước. Nói cách khác, các khối con với hệ số có ý nghĩa được quét theo mẫu quét này.

Cho trước mẫu quét, ánh xạ hệ số có ý nghĩa được quét như sau:

Ánh xạ hệ số có ý nghĩa: Nếu coded_block_flag chỉ ra rằng khối có các hệ số có ý nghĩa, ánh xạ hệ số có ý nghĩa có 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 significant_coeff_flag bằng một, nghĩa là, nếu một hệ số khác không tồn tại ở vị trí quét này, thì ký hiệu một bit last_significant_coeff_flag khác được gửi đi. Ký hiệu này cho biết liệu hệ số có ý nghĩa hiện hành có phải là hệ số cuối cùng trong khối hoặc có phải còn các hệ số có ý nghĩa khác theo sau. Nếu đạt đến vị trí quét cuối cùng và việc mã hóa ánh xạ hệ số có ý nghĩa không phải là đã chấm dứt bởi last_significant_coeff_flag với giá trị 1, thì rõ ràng là hệ số cuối cùng phải là hệ số có ý nghĩa.

Những đề xuất gần đây đối với chuẩn HEVC đã gỡ bỏ cờ last_significant_coeff. Trong các đề xuất này, trước khi gửi ánh xạ hệ số có ý nghĩa, chỉ báo vị trí X và Y của vị trí của hệ số có ý nghĩa cuối cùng được gửi đi.

Hiện nay, trong chuẩn HEVC, có đề xuất ba mẫu quét được sử dụng cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa là: theo đường chéo, theo chiều dọc và chiều ngang. Fig.2 thể hiện ví dụ về việc quét zig-zag 17, quét dọc 19, quét ngang 21, và quét chéo 15. Như được thể hiện trên Fig.2, mỗi thứ tự này quét theo hướng xuôi, tức là, từ các hệ số biến đổi có tần số thấp hơn ở góc trên bên trái của khối biến đổi đến các hệ số biến đổi có tần số cao hơn ở góc dưới bên phải của khối biến đổi. Sau khi ánh xạ hệ số có ý nghĩa được lập mã, thông tin mức còn lại (các bin từ 1 đến N, trong đó N là tổng số bin) cho mỗi hệ số biến đổi có ý nghĩa (tức là, giá trị hệ số) được lập mã.

Trong quy trình CABAC trước đây đã được mô tả trong chuẩn H.264, sau khi xử lý các khối con 4x4, từng mức hệ số biến đổi được nhị phân hóa, ví dụ như theo mã nguyên phân, để tạo ra dãy các bin. Trong H.264, mô hình ngữ cảnh CABAC thiết lập cho mỗi khối con bao gồm hai lần năm mô hình ngữ cảnh có năm mô hình cho cả bin thứ nhất và tất cả các bin còn lại (lên đến và bao gồm cả bin thứ 14) của phần tử cú pháp `coeff_abs_level_minus_one`, các mô hình này mã hóa giá trị tuyệt đối của các hệ số biến đổi. Đáng chú ý là, trong một phiên bản đề xuất của HEVC, các bin còn lại chỉ bao gồm bin 1 và bin 2. Phần còn lại của mức hệ số cần được lập mã bằng quy trình lập mã Golomb-Rice và quy trình lập mã Golomb lũy thừa.

Trong HEVC, việc lựa chọn 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 mô hình ngữ cảnh khác nhau có thể được lựa chọn cho các khối con khác nhau. Cụ thể, việc lựa chọn mô hình ngữ cảnh được thiết lập cho một khối con nhất định phụ thuộc vào số liệu thống kê nhất định của các khối con lập mã trước đó.

Fig.3 thể hiện thứ tự quét theo phiên bản đề xuất của quy trình HEVC để mã hóa mức 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 zig-zag xuôi 27 để quét các khối con 4x4 của khối lớn hơn, và mẫu zig-zag ngược 23 để quét mức hệ số biến đổi trong mỗi khối con. Nói cách khác, dãy các khối con 4x4 được quét theo mẫu zig-zag xuôi sao cho các khối con được quét nằm theo trình tự. Sau đó, trong mỗi khối con, mẫu quét zig-zag ngược được thực hiện để quét mức hệ số biến đổi trong khối con này. Do đó, các hệ số biến đổi trong mảng hai chiều được tạo thành bởi các đơn vị biến đổi được xếp tuần tự thành một mảng một chiều sao cho các hệ số mà được quét ngược trong một khối con nhất định được theo sau bởi các hệ số được quét ngược trong khối con tiếp theo.

Theo một ví dụ, lập mã CABAC các hệ số được quét theo phương thức quét khối con được thể hiện trên Fig.3 có thể sử dụng 60 ngữ cảnh, tức là, 6 tập 10 ngữ cảnh mỗi tập, được phân phối như được mô tả dưới đây. Cho khối 4x4, 10 mô hình ngữ cảnh có thể được sử dụng (5 mô hình cho bin 1 và 5 mô hình cho các bin từ 2 đến 14), như được thể hiện trong Bảng 1:

Mô hình bin 1		Mô hình bin từ 2 đến 14 (các bin còn lại)	
0	Hệ số mã hóa lớn hơn 1	0	Hệ số ban đầu hoặc hệ số 0 lớn hơn 1
1	Hệ số ban đầu - không có các số 1 nối đuôi trong khối con	1	1 hệ số lớn hơn 1
2	1 số 1 nối đuôi trong khối con	2	2 hệ số lớn hơn 1
3	2 số 1 nối đuôi trong khối con	3	3 hệ số lớn hơn 1
4	3 hoặc nhiều số 1 nối đuôi trong khối con	4	4 hoặc nhiều hệ số lớn hơn 1

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

Theo Bảng 1, một trong số các mô hình ngữ cảnh từ 0 đến 4 trong tập ngữ cảnh được sử dụng cho bin 1 nếu, lần lượt xảy ra các trường hợp sau, hệ số mã hóa hiện hành mà đang được quét trong khối con được mã hóa sau khi hệ số lớn hơn 1 đã được mã hóa trong khối con, hệ số mã hóa hiện hành là hệ số ban đầu được quét trong khối con hoặc không có các số 1 nối đuôi (không có hệ số nào đã được mã hóa trước đó) trong khối con, có một số 1 nối đuôi trong khối con (tức là, số 1 đã được mã hóa nhưng không có hệ số nào lớn hơn số 1 được mã hóa), có hai số 1 nối đuôi trong khối con, hoặc có ba hoặc nhiều số 1 nối đuôi trong khối con. Đối với mỗi bin từ 2 đến 14 (mặc dù phiên bản hiện đang được đề xuất của HEVC 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 lũy thừa), một trong các mô hình ngữ cảnh từ 0 đến 4 có thể được sử dụng, lần lượt xảy ra các trường hợp sau, nếu hệ số là hệ số ban đầu được quét trong khối con hoặc không có hệ số nào được lập mã trước đó lớn hơn một, có một hệ số đã được lập mã trước đó lớn hơn một, có hai hệ số đã được lập mã trước đó lớn hơn một, có ba hệ số đã được lập mã trước đó lớn hơn một, hoặc có bốn hệ số đã được lập mã trước đó lớn hơn một.

Có 6 tập khác nhau của 10 mô hình này, phụ thuộc vào số lượng hệ số lớn hơn 1 trong khối con 4x4 được lập mã trước đó trong quy trình quét xuôi của khối con này:

Tập ngữ cảnh

0	Chỉ dành cho khối có kích thước 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 thứ nhất 16 hệ số lớn hơn 1 trong khối con trước đó

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

Theo Bảng 2, các tập 0-5 mô hình ngữ cảnh được sử dụng cho khối con cho trước nêu, lần lượt xảy ra các trường hợp sau, kích thước khối con là 4x4, có 0 đến 3 hệ số lớn hơn 1 trong khối con được lập mã trước đó, có 4 đến 7 hệ số lớn hơn 1 trong khối con được lập mã trước đó, có 8 đến 11 hệ số lớn hơn 1 trong khối con được lập mã trước đó, có 12 đến 15 hệ số lớn hơn 1 trong khối con được lập mã trước đó, hoặc khối con cho trước là khối con 4x4 thứ nhất (khối con phía trên cùng bên trái) hoặc có 16 hệ số lớn hơn 1 trong khối con được lập mã trước đó.

Quy trình lập mã được mô tả trên đây cho H.264 và hiện đang được đề nghị cho HEVC có một số nhược điểm. Như được thể hiện trên Fig.3, một nhược điểm đó là việc quét mức hệ số tiến xuôi để quét khối con (tức là bắt đầu từ khối con phía trên bên trái) nhưng sau đó trở về để quét mức hệ số trong mỗi khối con (tức là bắt đầu với hệ số dưới bên phải trong mỗi khối con). Phương thức này có nghĩa là quét qua quét lại trong khối, điều này có thể làm cho việc truy xuất dữ liệu phức tạp hơn.

Một nhược điểm nữa xuất phát từ thực tế là thứ tự quét mức hệ số khác với thứ tự quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Trong HEVC, có ba thứ tự quét khác nhau được đề xuất để quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa: xuôi theo đường chéo, xuôi theo chiều ngang và xuôi theo chiều dọc như được thể hiện trên Fig.2. Tất cả các quy trình quét hệ số có ý nghĩa khác với quy trình quét mức hệ số hiện đang được đề nghị cho HEVC, vì quét mức hệ số tiến hành theo hướng ngược. Vì hướng và kiểu quét mức hệ số không đi theo hướng và kiểu quét hệ số có ý nghĩa, cần phải kiểm tra nhiều mức hệ số hơn. Ví dụ, giả sử kiểu quét ngang được sử dụng cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa, và hệ số có

ý nghĩa cuối cùng được tìm thấy ở cuối hàng hệ số đầu tiên. Quy trình quét mức hệ số trong HEVC sẽ yêu cầu quét theo đường chéo trên nhiều hàng để quét mức hệ số, khi chỉ có hàng thứ nhất thực sự chứa mức hệ số khác 0. Quy trình quét này có thể không đem lại hiệu quả.

Trong đề xuất hiện hành cho HEVC, quy trình quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa tiến theo hướng xuôi trong khối, từ hệ số DC tìm thấy ở góc trên bên trái của khối đến hệ số tần số cao nhất thường được tìm thấy ở góc dưới bên phải của khối, trong khi quét cho mức hệ số được thực hiện ngược lại trong mỗi khối con 4×4 . Điều này cũng có thể khiến việc truy xuất dữ liệu trở nên phức tạp hơn và kém hiệu quả hơn.

Một nhược điểm khác của các đề xuất HEVC hiện hành xuất phát từ các tập ngữ cảnh. Tập ngữ cảnh (xem Bảng 2 ở trên) cho CABAC đối với kích thước khối 4×4 khác với kích thước khối khác. Theo sáng chế, mong muốn là có thể làm hài hòa các ngữ cảnh trên tất cả các kích thước khối để tồn ít bộ nhớ dành riêng cho việc lưu trữ các tập ngữ cảnh khác nhau.

Ngoài ra, như sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, các ngữ cảnh CABAC hiện đang được đề xuất cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa cho HEVC chỉ có giá trị nếu thứ tự quét là xuôi. Như vậy, điều này sẽ không cho phép quét ngược ánh xạ hệ số có ý nghĩa.

Hơn nữa, các ngữ cảnh được mô tả ở trên để mã hóa mức hệ số lượng tử hóa cố gắng khai thác mối 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 ngữ cảnh trong Bảng 2), và sự tương quan trong mỗi khối con (xem mô hình ngữ cảnh trong Bảng 1). Hạn chế của tập ngữ cảnh này có thể là mối quan hệ phụ thuộc này quá xa nhau (tức là có mức phụ thuộc thấp giữa các hệ số phân cách với nhau bởi một số hệ số khác, từ khối con này sang khối con khác). Ngoài ra, trong mỗi khối con, mối quan hệ phụ thuộc có thể yếu.

Sáng chế đề xuất một số tính năng khác nhau mà có thể làm giảm hoặc loại bỏ các nhược điểm kể trên. Trong một số ví dụ, các tính năng này có thể cung cấp thứ tự quét hiệu quả hơn và hài hòa hơn cho các hệ số biến đổi trong quy trình lập mã video. Trong ví dụ khác, các tính năng này cung cấp tập ngữ cảnh hiệu quả hơn được sử

dụng trong quy trình lập mã entropy dựa trên CABAC cho các hệ số biến đổi phù hợp với thứ tự quét được đề xuất. Cần lưu ý rằng tất cả các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể được sử dụng độc lập hoặc có thể được cùng sử dụng theo cách kết hợp bất kỳ.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về hệ thống mã hóa và giải mã video 10 có thể được tạo cấu hình để sử dụng 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 truyền video được mã hóa đến thiết bị đích 14 thông qua kênh truyền thông 16. Video được mã hóa cũng có thể được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ 34 hoặc máy chủ tập tin 36 và có thể được truy cập bởi thiết bị đích 14 khi muốn. Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị bao gồm máy tính để bàn, máy tính sổ tay (tức là, máy tính xách tay), máy tính bảng, đầu thu tín hiệu, điện thoại cầm tay, chẳng hạn như điện thoại thông minh, tivi, máy ảnh, thiết bị hiển thị, trình phát phương tiện kỹ thuật số, bàn giao tiếp trò chơi có hình ảnh hoặc các thiết bị tương tự. Trong nhiều trường hợp, các thiết bị này có thể được trang bị khả năng truyền thông không dây. Do đó, kênh truyền thông 16 có thể bao gồm kênh không dây, kênh có dây, hoặc sự kết hợp của các kênh không dây và có dây phù hợp để truyền dữ liệu video được mã hóa. Tương tự, máy chủ tập tin 36 có thể được truy cập bởi thiết bị đích 14 thông qua bất kỳ kết nối dữ liệu tiêu chuẩn nào, trong đó có kết nối Internet. Đây có thể bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối có dây (ví dụ, DSL, modem cáp, v.v.), hoặc kết hợp cả hai mà phù hợp để truy cập dữ liệu video được mã hóa được lưu trữ trên máy chủ tập tin.

Các kỹ thuật lập mã hệ số biến đổi, theo các ví dụ của sáng chế, có thể được áp dụng để lập mã video hỗ trợ ứng dụng đa phương tiện bất kỳ, chẳng hạn như, truyền hình phát qua không trung, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh, truyền video, ví dụ, qua Internet, mã hóa video kỹ thuật số để lưu trữ trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã video kỹ thuật số được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc các ứng dụng khác. Trong một số ví dụ, hệ thống 10 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền video một chiều hoặc hai chiều để hỗ trợ các ứng dụng như ứng dụng tạo luồng video (streaming), xem video, phát quảng bá video và/hoặc điện thoại video.

Trong ví dụ trên Fig.4, thiết bị nguồn 12 bao gồm nguồn video 18, bộ mã hóa video 20, bộ điều chế/giải điều chế (modem) 22 và bộ phát 24. Trong thiết bị nguồn

12, nguồn video 18 có thể bao gồm nguồn như thiết bị quay video, chẳng hạn như, máy quay phim, kho lưu trữ video có chứa video đã thu trước đây, giao diện nguồn cấp dữ liệu video để nhận 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 như là nguồn video, hoặc sự kết hợp của các nguồn đó. Theo một ví dụ, nếu nguồn video 18 là máy quay phim, thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể tạo thành cái được gọi là điện thoại máy ảnh hoặc điện thoại video. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể được áp dụng để lập mã video nói chung, và có thể được áp dụng cho các ứng dụng không dây và/hoặc có dây.

Video quay được, được quay trước, hoặc video được tạo bởi máy tính có thể được mã hóa bởi bộ mã hóa video 20. Thông tin video được mã hóa có thể được điều chế bởi modem 22 theo một tiêu chuẩn truyền thông chẳng hạn như giao thức truyền thông không dây, và được truyền tới thiết bị đích 14 qua bộ phát 24. Modem 22 có thể bao gồm các bộ trộn, bộ lọc, bộ khuếch đại khác nhau hoặc các thành phần khác được thiết kế để điều chế tín hiệu. Bộ phát 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.

Video quay được, được quay trước, hoặc video được tạo bởi máy tính được mã hóa bởi bộ mã hóa video 20 cũng có thể được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ 34 hoặc máy chủ tập tin 36 để sử dụng sau. Phương tiện lưu trữ 34 có thể bao gồm đĩa Blu-ray, DVD, CD-ROM, bộ nhớ tốc độ nhanh, hoặc bất kỳ phương tiện lưu trữ kỹ thuật số phù hợp khác để lưu trữ video mã hóa. Thiết bị đích 14 có thể truy cập video mã hóa được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ 34 để giải mã và phát lại video này.

Máy chủ tập tin 36 có thể là bất kỳ loại máy chủ nào có khả năng lưu trữ video mã hóa và truyền video mã hóa đó đến thiết bị đích 14. Ví dụ, máy chủ tập tin có thể là máy chủ web (ví dụ, một trang web), máy chủ FTP, thiết bị lưu trữ gắn mạng (network attached storage - NAS), ổ đĩa cục bộ, hoặc bất kỳ loại thiết bị nào có khả năng lưu trữ dữ liệu video mã hóa và truyền nó đến thiết bị đích. Việc truyền dữ liệu video mã hóa từ máy chủ tập tin 36 có thể là quá trình truyền trực tuyến, truyền tải xuống, hoặc kết hợp cả hai. Thiết bị đích 14 có thể truy cập máy chủ tập tin 36 thông qua kết nối dữ liệu tiêu chuẩn bất kỳ, trong đó có kết nối Internet. Kết nối này có thể

bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối có dây (ví dụ, DSL, modem cáp, Ethernet, USB, v.v), hoặc sự kết hợp của cả hai loại hình này, phù hợp để truy cập dữ liệu video mã hóa được lưu trữ trên máy chủ tập tin.

Thiết bị đích 14, trong ví dụ trên Fig.4, gồm bộ thu 26, modem 28, bộ giải mã video 30, và thiết bị hiển thị 32. Bộ thu 26 của thiết bị đích 14 nhận thông tin trên kênh 16, và modem 28 giải điều chế thông tin này để tạo ra dòng bit giải điều chế cho bộ giải mã video 30. Thông tin truyền trên kênh truyền thông 16 có thể bao gồm nhiều thông tin cú pháp được tạo ra bởi bộ mã hóa video 20 để sử dụng cho bộ giải mã video 30 khi giải mã dữ liệu video. Cú pháp này cũng có thể được bao gồm cùng với dữ liệu video mã hóa được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ 34 hoặc máy chủ tập tin 36. Mỗi trong số 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 vào trong hoặc ở bên ngoài thiết bị đích 14. Trong một số ví dụ, thiết bị đích 14 có thể bao gồm thiết bị hiển thị tích hợp và cũng có thể được tạo cấu hình để giao tiếp với thiết bị hiển thị bên ngoài. Theo ví dụ khác, thiết bị đích 14 có thể là thiết bị hiển thị. Nhìn chung, thiết bị hiển thị 32 hiển thị dữ liệu video đã được giải mã cho người sử dụng xem, và có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị hiển thị như màn hình hiển thị tinh thể lỏng (liquid crystal display - LCD), màn hình plasma, màn hình điốt phát sáng hữu cơ (organic light emitting diode - OLED), hoặc loại thiết bị hiển thị khác.

Trong ví dụ trên Fig.4, kênh truyền thông 16 có thể bao gồm phương tiện truyền thông không dây hoặc có dây bất kỳ, chẳng hạn như phổ tần số vô tuyến (radio frequency - RF) hoặc một hoặc nhiều đường dây truyền vật lý, hoặc sự kết hợp bất kỳ của các phương tiện không dây và có dây. Kênh truyền thông 16 có thể tạo thành một phần của mạng dựa trên gói, chẳng hạn như, mạng cục bộ, mạng diện rộng, hoặc mạng toàn cầu như Internet. Nói chung, kênh truyền thông 16 biểu diễn phương tiện truyền thông thích hợp bất kỳ, hoặc tập hợp các phương tiện truyền thông khác nhau, để truyền dữ liệu video từ thiết bị nguồn 12 đến thiết bị đích 14, bao gồm sự kết hợp phù hợp bất kỳ giữa các phương tiện truyền thông có dây hoặc không dây. Kênh truyền thông 16 có thể bao gồm các thiết bị định tuyến, chuyển

mạch, trạm cơ sở, hoặc bất kỳ thiết bị nào khác có thể hữu ích để tạo điều kiện thuận lợi cho việc 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 hoạt động theo tiêu chuẩn nén video, chẳng hạn như tiêu chuẩn HEVC hiện đang được phát triển, và có thể tuân theo các mô hình thử nghiệm HEVC (HM). Ngoài ra, bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể hoạt động theo các tiêu chuẩn riêng biệt hay tiêu chuẩn công nghiệp khác, chẳng hạn như chuẩn ITU-T H.264, cách gọi khác là MPEG - 4, Phần 10, AVC, hoặc phần mở rộng của tiêu chuẩn đó. Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở bất kỳ tiêu chuẩn mã hóa cụ thể nào. Các ví dụ khác bao gồm MPEG-2 và ITU-T H.263.

Mặc dù không được thể hiện trên Fig.4, theo một số khía cạnh, 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 đơn vị MUX-DEMUX thích hợp, hoặc phần cứng và phần mềm khác, để xử lý việc mã hóa cả âm thanh và video trong dòng dữ liệu thông thường hoặc dòng dữ liệu riêng biệt. Nếu có thể, trong một số ví dụ, đơn vị MUX-DEMUX có thể theo giao thức đa bộ dồn kênh ITU H.223, hoặc giao thức khác như giao thức gói dữ liệu người sử dụng (User Datagram Protocol – UDP).

Bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được triển khai trong mạch mã hóa phù hợp bất kỳ, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mảng cổng lập trình trường (field programmable gate array - FPGA), logic rời rạc, phần mềm, phần cứng, phần sụn hoặc sự kết 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 dành cho phần mềm trong phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính phù hợp và thực hiện các lệnh này trong phần cứng bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ vi xử lý để thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế. Mỗi trong số bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được bao gồm trong một hoặc nhiều bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, mà cả hai bộ phận này có thể được tích hợp như một phần của bộ mã hóa/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 của 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 để cải thiện việc giải mã hệ số biến đổi trong quy trình lập mã video. Như được mô tả ở đây, bộ lập mã video có thể là bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Tương tự, đơn vị lập mã video có thể là bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Tương tự, việc lập mã video có thể là mã hóa video hoặc giải mã video.

Theo một ví dụ, bộ lập mã video (chẳng hạn 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 gắn với 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 rõ hệ số có ý nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét, và lập mã thông tin chỉ rõ mức của các hệ số biến đổi theo thứ tự quét.

Theo một ví dụ khác, bộ lập mã video (chẳng hạn 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 gắn với 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 rõ các hệ số biến đổi có ý nghĩa trong khối hệ số biến đổi khi quét theo hướng quét ngược từ hệ số tần số cao hơn trong khối các hệ số biến đổi đến các hệ số tần số thấp hơn trong khối hệ số biến đổi.

Theo một ví dụ khác, bộ lập mã video (chẳng hạn 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 gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Bộ lập mã video có thể được tạo cấu hình để bố trí khối hệ số biến đổi trong một hoặc nhiều tập con hệ số biến đổi dựa trên thứ tự quét, lập mã phần thứ nhất của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, trong đó phần thứ nhất của mức bao gồm ít nhất một giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con, và lập mã phần thứ hai của mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con.

Theo một ví dụ khác, bộ lập mã video (chẳng hạn như bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30) có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin cho thấy các hệ số có ý nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét, chia thông tin được lập mã này thành ít nhất vùng thứ nhất và vùng thứ hai, lập mã entropy thông tin được lập

mã trong vùng thứ nhất theo tập ngữ cảnh thứ nhất sử dụng các tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh, và lập mã entropy thông tin được lập mã trong vùng thứ hai theo tập ngữ cảnh thứ hai sử dụng các tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh tương tự như của vùng thứ nhất.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ mã hóa video 20 có thể sử dụng kỹ thuật lập mã hệ số biến đổi như được mô tả theo sáng chế. Bộ mã hóa video 20 sẽ được mô tả trong ngữ cảnh mã hóa HEVC nhằm mục đích minh họa, nhưng không giới hạn sáng chế ở đó do các tiêu chuẩn mã hóa khác hoặc các phương pháp mà có thể yêu cầu việc quét hệ số biến đổi. Bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện lập mã nội bộ và lập mã liên kết các CU trong khung video. Lập mã nội bộ dựa trên dự đoán không gian để làm giảm hoặc loại bỏ sự dư thừa không gian trong video trong khung video cho trước. Lập mã liên kết dựa trên dự đoán thời gian để làm giảm hoặc loại bỏ sự dư thừa thời gian giữa khung hiện hành và khung được lập mã trước đó của chuỗi video. Chế độ nội bộ (I-mode) có thể là chế độ nén video bất kỳ dựa trên không gian. Chế độ liên kết, chẳng hạn như, chế độ dự đoán đơn hướng (P-mode) hoặc chế độ dự đoán hai chiều (B-mode) có thể là chế độ nén video bất kỳ dựa trên thời gian.

Như được thể hiện trên Fig.5, bộ mã hóa video 20 nhận khối video hiện hành trong khung video sẽ được mã hóa. Trong ví dụ trên Fig.5, bộ mã hóa video 20 bao gồm đơn vị bù chuyển động 44, đơn vị ước lượng chuyển động 42, modul dự đoán nội bộ 46, bộ đệm khung tham chiếu 64, bộ cộng 50, modul biến đổi 52, đơn vị lượng tử hóa 54 và đơn vị mã hóa entropy 56. Modul biến đổi 52 như được minh họa trên Fig.5 là modul áp dụng phép biến đổi thực vào khối dữ liệu dư, và không nên nhầm lẫn với khối hệ số biến đổi, còn có thể gọi là đơn vị biến đổi (transform unit - TU) của CU. Để tái tạo khối video, bộ mã hóa video 20 còn bao gồm đơn vị lượng tử hóa ngược 58, modul biến đổi ngược 60 và bộ cộng 62. Bộ lọc giải khối (không được minh họa trên Fig.5) cũng có thể được đưa vào để lọc biên khối nhằm loại bỏ đồ tạo tác khối khỏi khối video tái tạo. Nếu muốn, bộ lọc giải khối thường sẽ lọc đầu ra của bộ cộng 62.

Trong quy trình mã hóa, bộ mã hóa video 20 nhận khung video hoặc lát video cần được lập mã. Khung hoặc lát có thể được chia thành nhiều khối video, ví dụ, đơn vị lập mã lớn nhất (largest coding units - LCU). Đơn vị ước lượng chuyển động 42 và

đơn vị bù chuyển động 44 thực hiện lập mã dự đoán liên kết các khối video nhận được liên quan đến một hoặc nhiều khối trong một hoặc nhiều khung tham chiếu để cung cấp khả năng nén thời gian. Bộ dự đoán nội bộ 46 cũng có thể thực hiện lập mã dự đoán nội bộ khối video nhận được liên quan đến một hoặc nhiều khối lân cận trong cùng khung hoặc lát với khối sẽ được lập mã để cung cấp khả năng nén không gian.

Đơn vị lựa chọn chế độ 40 có thể chọn một trong số các chế độ lập mã, nội bộ hoặc liên kết, ví dụ, dựa trên kết quả sai số (tức là độ không chính xác) đối với mỗi chế độ, và cung cấp khối lập mã được nội bộ hoặc liên kết kết quả cho bộ cộng 50 để tạo ra các khối dữ liệu dư và đến bộ cộng 62 để tái tạo khối mã hóa để sử dụng trong khung tham chiếu. Một số khung video có thể được biểu thị là khung I, trong đó tất cả các khối trong khung I được mã hóa trong chế độ dự đoán nội bộ. Trong một số trường hợp, modul dự đoán nội bộ 46 có thể thực hiện mã hóa dự đoán nội bộ đối với khối trong khung P hoặc khung B, ví dụ, khi việc tìm kiếm chuyển động được thực hiện bởi đơn vị ước lượng chuyển động 42 không dẫn đến dự đoán đầy đủ cho khối.

Đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44 có thể được tích hợp ở mức cao, nhưng được minh họa riêng biệt để phân biệt các khái niệm. Việc ước lượng chuyển động là quy trình tạo ra các vector chuyển động, chúng ước lượng chuyển động cho các khối video. Vector chuyển động, ví dụ, có thể cho thấy sự dịch chuyển của khối dự đoán trong khung hiện hành so với mẫu tham chiếu của khung tham chiếu. Mẫu tham chiếu có thể là khối được tìm thấy phù hợp nhất với một phần của CU bao gồm PU đang được lập mã về mặt khác biệt điểm ảnh, có thể được xác định bằng tổng của các giá trị tuyệt đối của hiệu số (sum of absolute difference - SAD), tổng các bình phương hiệu số (sum of square difference - SSD), hoặc các số đo hiệu số khác. Việc bù chuyển động, được thực hiện bằng đơn vị bù chuyển động 44, có thể liên quan đến việc lấy hoặc tạo ra các giá trị cho khối dự đoán dựa trên vector chuyển động được xác định bằng việc dự đoán chuyển động. Ngoài ra, đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44 có thể được tích hợp chức năng, trong một số ví dụ.

Đơn vị ước lượng chuyển động 42 tính toán vector chuyển động cho đơn vị dự đoán của khung lập mã liên kết bằng cách so sánh đơn vị dự đoán với các mẫu tham chiếu của khung tham chiếu được lưu trữ trong bộ đệm khung tham chiếu 64. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể tính toán các giá trị cho các vị trí điểm ảnh dưới số nguyên của khung tham chiếu được lưu trữ trong bộ đệm khung tham chiếu 64. Ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể tính toán giá trị của vị trí một phần tư điểm ảnh, vị trí một phần tám điểm ảnh, hoặc các vị trí điểm ảnh phân số khác của khung tham chiếu. Vì vậy, đơn vị ước lượng chuyển động 42 có thể thực hiện tìm kiếm chuyển động tương đối so với vị trí điểm ảnh đầy đủ và vị trí điểm ảnh phân số và xuất ra vector chuyển động với độ chính xác điểm ảnh phân số. Đơn vị ước lượng chuyển động 42 gửi vector chuyển động tính toán được đến đơn vị mã hóa entropy 56 và đơn vị bù chuyển động 44. Phần của khung tham chiếu được xác định bởi vector chuyển động có thể được gọi là mẫu tham chiếu. Đơn vị bù chuyển động 44 có thể tính toán giá trị dự đoán cho đơn vị dự đoán của CU hiện hành, ví dụ, bằng cách lấy mẫu tham chiếu được xác định bởi vector chuyển động cho PU này.

Modun dự đoán nội bộ 46 có thể mã hóa dự đoán nội bộ khối nhận được, như một quy trình thay thế cho việc dự đoán liên kết được thực hiện bởi đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44. Modun dự đoán nội bộ 46 có thể mã hóa khối nhận được so với các khối lân cận đã được lập mã trước đó, ví dụ, khối ở bên trên, ở phía trên bên phải, phía trên bên trái, hoặc bên trái của khối hiện hành, giả sử là quy trình mã hóa thực hiện theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới cho các khối. Modun dự đoán nội bộ 46 có thể được tạo cấu hình với nhiều chế độ dự đoán nội bộ khác nhau. Ví dụ, modun trong dự đoán nội bộ 46 có thể được tạo cấu hình với một số lượng chế độ dự đoán có hướng nhất định, ví dụ, 33 chế độ dự đoán có hướng, dựa trên kích thước của CU được mã hóa.

Modun dự đoán nội bộ 46 có thể chọn một chế độ dự đoán nội bộ, ví dụ, tính toán giá trị sai số cho các chế độ dự đoán nội bộ khác nhau và lựa chọn chế độ có giá trị sai số thấp nhất. Chế độ dự đoán có hướng có thể bao gồm các hàm để kết hợp các giá trị của các điểm ảnh lân cận về mặt không gian và áp dụng các giá trị kết hợp này cho một hoặc nhiều vị trí điểm ảnh trong một PU. Một khi giá trị của tất cả các vị trí điểm ảnh trong PU đã được tính toán, modun dự đoán nội bộ 46 có thể tính toán giá

trị sai số cho chế độ dự đoán này dựa trên sự khác biệt điểm ảnh giữa PU và khối nhận được sẽ được mã hóa. Modun dự đoán nội bộ 46 có thể còn tiếp tục thử nghiệm các chế độ dự đoán nội bộ cho đến khi tìm ra chế độ dự đoán nội bộ mà tạo ra giá trị sai số có thể chấp nhận được. Sau đó, modun dự đoán nội bộ 46 có thể gửi PU này đến bộ cộng 50.

Bộ mã hóa video 20 tạo ra khối dư bằng cách trừ đi dữ liệu dự đoán được tính bởi đơn vị bù chuyển động 44 hoặc modun dự đoán nội bộ 46 khỏi khối video gốc được lập mã. Bộ cộng 50 biểu diễn một bộ phận hoặc các bộ phận thực hiện phép trừ này. Khối dư có thể tương ứng với mảng hai chiều gồm các giá trị khác biệt điểm ảnh, trong đó số lượng các giá trị trong khối dư cũng giống như số lượng điểm ảnh trong PU tương ứng với khối dư. Các giá trị trong khối dư có thể tương ứng với sự khác biệt, nghĩa là, sai số, giữa các giá trị điểm ảnh cùng vị trí trong PU và trong khối ban đầu cần được lập mã. Sự khác biệt có thể là sự khác biệt độ sáng hoặc màu tùy thuộc vào loại khối được lập mã.

Modun biến đổi 52 có thể tạo ra một hoặc nhiều đơn vị biến đổi (TU) từ khối dư. Modun biến đổi 52 áp dụng phép biến đổi cho TU, chẳng hạn như phép biến đổi cosin rời rạc (DCT), biến đổi hướng, hoặc biến đổi tương tự về khái niệm đối, tạo ra khối video bao gồm các hệ số biến đổi. Modun biến đổi 52 có thể gửi các hệ số biến đổi được tạo ra đến đơn vị lượng tử hóa 54. Sau đó, đơn vị lượng tử hóa 54 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi này. Sau đó, đơn vị mã hóa entropy 56 có thể thực hiện quét các hệ số biến đổi lượng tử hóa trong ma trận theo thứ tự quét nhất định. Sáng chế đề xuất rằng đơn vị mã hóa entropy 56 thực hiện quy trình quét. Tuy nhiên, cần hiểu rằng, trong ví dụ khác, các đơn vị xử lý khác, chẳng hạn như đơn vị lượng tử hóa 54, có thể thực hiện việc quét.

Như đã đề cập ở trên, việc quét các hệ số biến đổi có thể bao gồm hai lần quét. Một lần quét xác định các hệ số có ý nghĩa (ví dụ, khác không) để tạo ra ánh xạ hệ số có ý nghĩa và lần quét còn lại lập mã mức của hệ số biến đổi. Theo một ví dụ, sáng chế đề xuất rằng thứ tự quét được sử dụng để lập mã mức hệ số trong khối giống với thứ tự quét được sử dụng để lập mã hệ số có ý nghĩa trong ánh xạ hệ số có ý nghĩa cho khối. Trong HEVC, khối có thể là đơn vị biến đổi. Như được sử dụng ở đây, thứ tự quét có thể chỉ một trong hướng quét và/hoặc mẫu quét. Như vậy, việc quét ánh xạ

hệ số có ý nghĩa và mức hệ số có thể giống nhau về mẫu quét và/hoặc hướng quét. Có nghĩa là, trong một ví dụ, nếu thứ tự quét được sử dụng để tạo ra ánh xạ hệ số có ý nghĩa là mẫu quét ngang hướng xuôi, thì thứ tự quét cho mức hệ số cũng phải là mẫu quét ngang hướng xuôi. Tương tự, trong một ví dụ khác, nếu thứ tự quét cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa là mẫu quét dọc theo hướng ngược, thì thứ tự quét mức hệ số cũng là mẫu quét dọc theo hướng ngược. Điều này cũng có thể áp dụng cho mẫu quét theo đường chéo, theo đường zig-zag hoặc các mẫu quét khác.

Fig.6 thể hiện ví dụ về thứ tự quét ngược cho khối hệ số biến đổi, tức là, khối biến đổi. Khối biến đổi có thể được tạo ra bằng cách sử dụng phép biến đổi, chẳng hạn như, biến đổi cosin rời rạc (DCT). Chú ý rằng mỗi mẫu quét trong số các mẫu quét theo đường chéo ngược 9, mẫu zig-zag ngược 29, mẫu dọc ngược 31, và mẫu ngang ngược 33 xuất phát từ các hệ số tần số cao hơn ở góc dưới bên phải của khối hệ số biến đổi đến các hệ số tần số thấp hơn ở góc trên bên trái của khối biến đổi. Do đó, một khía cạnh của sáng chế đề xuất thứ tự quét thống nhất để lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa và lập mã mức hệ số. Kỹ thuật được đề xuất áp dụng thứ tự quét được sử dụng cho việc ánh xạ hệ số có ý nghĩa thành thứ tự quét được sử dụng cho việc lập mã mức hệ số. Nói chung, mẫu quét ngang, dọc và theo đường chéo đã được chứng minh là hoạt động tốt, do đó làm giảm nhu cầu có thêm mẫu quét khác. Tuy nhiên, các kỹ thuật của sáng chế được áp dụng để sử dụng với mẫu quét bất kỳ.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất rằng việc quét hệ số có ý nghĩa được thực hiện là quy trình quét ngược, từ hệ số có ý 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 thứ tự quét ngược được minh họa trên Fig.6. Cụ thể, việc quét hệ số có ý nghĩa được thực hiện từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng ở vị trí tần số cao hơn đến các hệ số có ý nghĩa ở vị trí tần số thấp hơn, và cuối cùng đến vị trí hệ số DC.

Để thuận lợi cho việc quét ngược, các kỹ thuật xác định hệ số có ý nghĩa cuối cùng có thể được sử dụng. Quy trình xác định hệ số có ý nghĩa cuối cùng được mô tả trong tài liệu của J. Sole, R. Joshi, I.-S. Chong, M. Coban, M. Karczewicz, "Parallel Context processing for the significance map in high coding efficiency", JCTVC-D262, 4th JCT-VC, Daejeon, KR, tháng 1 năm 2011, và trong đơn sáng chế tạm thời nộp tại Mỹ số 61/419,740, nộp ngày 03 tháng 12 năm 2010, Joel Sole Rojals et al., có

tên "Mã hóa vị trí của các hệ số biến đổi có ý nghĩa cuối cùng trong lập mã video". Một khi hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong khối được xác định, thì thứ tự quét ngược có thể được áp dụng cho cả ánh xạ hệ số có ý nghĩa và mức hệ số.

Sáng chế cũng đề xuất rằng quy trình quét hệ số có ý nghĩa và mức hệ số không phải là quy trình lần lượt theo hướng ngược và hướng xuôi, mà thay vào đó có cùng hướng quét, và cụ thể hơn là chỉ một hướng trong khối. Cụ thể, sáng chế đề xuất rằng cả quy trình quét hệ số có ý nghĩa và mức hệ số đều sử dụng thứ tự quét ngược từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong đơn vị biến đổi đến hệ số đầu tiên. Do đó, việc quét hệ số có ý nghĩa được thực hiện theo hướng lùi (quét ngược so với quy trình quét hiện đang được đề nghị cho HEVC) từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng đến hệ số đầu tiên (hệ số DC). Khía cạnh này của sáng chế đề xuất thứ tự quét một hướng thống nhất để lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa và lập mã mức hệ số. Cụ thể, thứ tự quét một hướng thống nhất có thể là thứ tự quét ngược thống nhất. Các thứ tự quét cho hệ số có ý nghĩa và mức hệ số theo mẫu quét ngược thống nhất có thể là quy trình quét ngược theo đường chéo, quét ngược theo hình zig-zag, quét ngược theo chiều ngang hoặc quét ngược theo chiều dọc như được thể hiện trên Fig.6. Tuy nhiên, mẫu quét bất kỳ có thể được sử dụng.

Thay vì xác định tập hệ số trong khối con hai chiều như được thể hiện trên Fig.3 vì mục tiêu của việc tạo ra ngữ cảnh CABAC, sáng chế đề xuất việc xác định tập hệ số là một số hệ số được quét liên tiếp theo thứ tự quét. Cụ thể, mỗi tập hệ số có thể bao gồm các hệ số liên tiếp theo thứ tự quét trên toàn bộ khối. Kích thước bất kỳ của tập có thể được xem xét, mặc dù xét thấy kích thước 16 hệ số trong tập quét có hoạt động tốt. Kích thước thiết lập có thể cố định hoặc có thể thay đổi. Việc xác định này cho phép các tập là khối 2D (nếu phương pháp quét khối con được sử dụng), chữ nhật (nếu phương pháp quét ngang hoặc dọc được sử dụng), hoặc theo đường chéo hình (nếu phương pháp quét zig-zag hoặc quét theo đường chéo được sử dụng). Tập theo đường chéo của các hệ số có thể là một phần của hình chéo, hình chéo liên tục, hoặc các phần của hình chéo liên tục.

Các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.9 thể hiện các ví dụ về các hệ số được sắp xếp thành 16 tập con hệ số theo thứ tự quét cụ thể khác với thứ tự được sắp xếp trong các khối 4x4 cố định. Fig.7 mô tả tập con 16 hệ số 51 bao gồm 16 hệ số đầu tiên theo thứ

tự quét ngược theo đường chéo. Tập con tiếp theo, trong ví dụ này, chỉ đơn giản là bao gồm 16 hệ số liên tiếp tiếp theo thứ tự quét ngược theo đường chéo. Tương tự, Fig.8 mô tả tập con 16 hệ số 53 cho 16 hệ số đầu tiên theo thứ tự quét ngược theo chiều ngang. Fig.9 mô tả tập con 16 hệ số 55 cho 16 hệ số đầu tiên theo thứ tự quét ngược theo chiều dọc.

Kỹ thuật này tương thích với thứ tự quét cho mức hệ số giống như thứ tự quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Trong trường hợp này, không cần thứ tự quét khác nhau (và đôi khi ruòm rà) cho mức hệ số, chẳng hạn như được thể hiện trên Fig.3. Việc quét mức hệ số có thể được tạo dưới dạng quét xuôi từ vị trí của hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong đơn vị biến đổi đến vị trí hệ số DC, giống như việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa hiện được đề nghị cho HEVC.

Như hiện được đề xuất trong HEVC, để lập mã entropy sử dụng CABAC, hệ số biến đổi được mã hóa theo cách sau. Đầu tiên, có một lần chuyển quét (theo thứ tự quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa) trên đơn vị biến đổi đầy đủ để mã hóa ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Sau đó, có ba lần chuyển quét (theo thứ tự quét mức hệ số) để mã hóa bin 1 của mức (lần chuyển quét thứ nhất), phần còn lại của mức hệ số (lần chuyển quét thứ hai) và dấu của mức hệ số (lần chuyển quét thứ ba). Ba lần chuyển quét cho việc lập mã mức hệ số không được thực hiện cho đơn vị biến đổi đầy đủ. Thay vào đó, mỗi lần chuyển quét được thực hiện trong các khối con 4x4, như được thể hiện trên Fig.3. Khi ba lần chuyển quét đã được hoàn tất trong một khối con, khối con tiếp theo được xử lý bằng cách liên tục thực hiện ba lần chuyển quét mã hóa. Phương thức này tạo điều kiện để việc mã hóa được tiến hành song song.

Như đã mô tả ở trên, sáng chế đề xuất quét hệ số biến đổi theo cách hài hòa hơn, sao cho thứ tự quét cho mức hệ số là giống như thứ tự quét các hệ số có ý nghĩa để tạo thành ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Ngoài ra, sáng chế đề xuất rằng việc quét mức hệ số và hệ số có ý nghĩa được thực hiện theo hướng ngược xuất phát từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong khối đến hệ số đầu tiên (thành phần DC) trong khối. Việc quét ngược này ngược lại quy trình quét được sử dụng cho hệ số có ý nghĩa theo chuẩn HEVC hiện đang đề xuất.

Như đã mô tả trên đây dựa trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.9, sáng chế còn đề xuất rằng các ngữ cảnh dành cho mức hệ số (bao gồm cả ánh xạ hệ số có ý nghĩa) được chia thành các tập con. Tức là, một ngữ cảnh được xác định cho từng tập con hệ số. Do đó, trong ví dụ này, cùng một ngữ cảnh không nhất thiết phải sử dụng cho toàn bộ lần quét hệ số. Thay vào đó, tập con hệ số khác nhau trong khối biến đổi có thể có các ngữ cảnh khác nhau được xác định riêng cho từng tập con. Mỗi tập con có thể bao gồm một mảng một chiều của các hệ số được quét liên tiếp theo thứ tự quét. Vì vậy, việc quét mức hệ số đi từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng đến hệ số đầu tiên (thành phần DC), trong đó việc quét được chia theo khái niệm thành các tập con khác nhau chứa các hệ số được quét liên tiếp theo thứ tự quét. Ví dụ, mỗi tập con có thể bao gồm n hệ số được quét liên tiếp, theo thứ tự quét cụ thể. Nhóm các hệ số trong các tập con theo thứ tự quét của chúng có thể khiến cho mối tương quan giữa các hệ số trở nên tốt hơn, và do đó quy trình lập mã entropy cũng có hiệu quả hơn.

Sáng chế còn đề xuất tăng tính song song của quy trình lập mã entropy dựa trên CABAC cho các hệ số biến đổi bằng cách mở rộng khái niệm lần chuyển quét của mức hệ số để bao gồm một lần chuyển quét bổ sung cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Như vậy, một ví dụ với bốn lần chuyển quét có thể bao gồm các bước: (1) lập mã các giá trị cờ hệ số có ý nghĩa cho các hệ số biến đổi, ví dụ, để tạo thành ánh xạ hệ số có ý nghĩa, (2) lập mã bin 1 của các giá trị mức cho 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 mức hệ số, tất cả đều theo cùng thứ tự quét. Sử dụng các kỹ thuật được mô tả ở đây, việc lập mã bốn lần chuyển quét nêu trên có thể được tạo điều kiện thuận lợi. Có nghĩa là, việc quét hệ số có ý nghĩa và mức hệ số cho các hệ số biến đổi theo cùng thứ tự quét, trong đó thứ tự quét theo hướng ngược từ hệ số tần số cao đến hệ số tần số thấp, hỗ trợ việc thực hiện các kỹ thuật lập mã các lần chuyển quét được mô tả ở trên.

Theo một ví dụ khác, kỹ thuật lập mã năm lần chuyển quét có thể bao gồm các bước: (1) lập mã các giá trị cờ hệ số có ý nghĩa cho các hệ số biến đổi, ví dụ, để tạo thành ánh xạ hệ số có ý nghĩa, (2) lập mã bin 1 của các giá trị mức cho các hệ số biến đổi, (3) lập mã bin 2 của các giá trị mức cho hệ số biến đổi, (4) lập mã dấu của mức hệ số (ví dụ, trong chế độ bỏ qua), và (5) lập mã các bin còn lại của các giá trị mức

hệ số (ví dụ, trong chế độ bỏ qua), tất cả các lần chuyển quét sử dụng cùng thứ tự quét.

Một ví dụ với số lần chuyển quét ít hơn cũng có thể được sử dụng. Ví dụ, quy trình quét hai lần chuyển quét trong đó thông tin mức và dấu được xử lý song song có thể bao gồm các bước: (1) lập mã bin chuyển quét chuẩn trong một lần chuyển quét (ví dụ, hệ số có ý nghĩa, mức bin, và mức bin 2), và (2) lập mã các bin bỏ qua trong lần chuyển quét khác (ví dụ, mức còn lại và mức dấu), mỗi lần chuyển quét sử dụng cùng thứ tự quét. Bin chuẩn thường là bin được mã hóa với CABAC sử dụng ngữ cảnh cập nhật được xác định bởi các tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh. Ví dụ, như sẽ được giải thích chi tiết dưới đây, các tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh có thể bao gồm thông tin mức được lập mã của các hệ số nhân quả lân cận liên quan đến hệ số biến đổi hiện hành. Bin bỏ qua là bin được mã hóa với CABAC có ngữ cảnh cố định.

Các ví dụ về một số lần chuyển quét được mô tả ở trên có thể được khái quát là bao gồm lần chuyển quét thứ nhất của phần thứ nhất của mức hệ số, trong đó phần thứ nhất bao gồm lần chuyển quét hệ số có ý nghĩa, và lần chuyển quét thứ hai của phần thứ hai của mức hệ số.

Trong mỗi ví dụ ở trên, các lần chuyển quét có thể được thực hiện tuần tự trong từng tập con. Mặc dù có thể mong muốn sử dụng tập con một chiều bao gồm các hệ số được quét liên tiếp, nhưng phương pháp chuyển quét nhiều lần cũng có thể được áp dụng cho nhiều khối con, chẳng hạn như khối con 4x4. Ví dụ hai lần chuyển quét và bốn lần chuyển quét cho các tập con được quét liên tiếp sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Trong quy trình hai lần chuyển quét đơn giản hóa, với từng tập con đơn vị biến đổi, lần chuyển quét thứ nhất lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số trong tập con theo thứ tự quét, và lần chuyển quét thứ hai lập mã mức hệ số của các hệ số trong tập con này theo cùng thứ tự quét. Thứ tự quét có thể được đặc trưng bởi hướng quét (xuôi hoặc ngược) và mẫu quét (ví dụ, ngang, dọc, hoặc theo đường chéo). Các thuật toán có thể thuận lợi hơn khi xử lý song song nếu cả hai lần chuyển quét trong mỗi tập con theo cùng thứ tự quét, như đã được mô tả ở trên.

Trong quy trình bốn lần chuyển quét tinh chỉnh hơn, cho từng tập con đơn vị biến đổi, lần chuyển quét thứ nhất lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số trong tập con, lần chuyển quét thứ hai lập mã bin 1 của mức hệ số của các hệ số trong tập con, lần chuyển quét thứ ba lập mã các bin còn lại của mức hệ số của các hệ số trong tập con, và lần chuyển quét thứ tư lập mã dấu của mức hệ số của các hệ số trong tập con. Ngoài ra, để thuận lợi hơn cho việc xử lý song song, tất cả các lần chuyển quét trong mỗi tập con cần phải có cùng thứ tự quét. Như đã được mô tả ở trên, thứ tự quét với hướng ngược đã được chứng minh là hoạt động tốt. Cần lưu ý rằng lần chuyển quét thứ tư (tức là lập mã dấu của mức hệ số) có thể được thực hiện ngay sau lần chuyển quét thứ nhất (tức là lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa) hoặc ngay trước các giá trị còn lại của lần chuyển quét mức hệ số.

Đối với một số kích thước biến đổi, tập con có thể là toàn bộ đơn vị biến đổi. Trong trường hợp này, có một tập con duy nhất tương ứng với tất cả các hệ số có ý nghĩa cho toàn bộ đơn vị biến đổi, và việc quét hệ số có ý nghĩa và quét mức được thực hiện theo cùng thứ tự quét. Trong trường hợp này, thay vì số lượng các hệ số được hạn chế là n (ví dụ, $n = 16$) trong tập con, tập con có thể là tập con cho đơn vị biến đổi, trong đó tập con duy nhất này bao gồm tất cả các hệ số có ý nghĩa.

Trở về Fig.5, một khi các hệ số biến đổi được quét, đơn vị mã hóa entropy 56 có thể áp dụng quy trình mã hóa entropy, chẳng hạn như, CAVLC hoặc CABAC, cho các hệ số. Ngoài ra, đơn vị mã hóa entropy 56 có thể mã hóa thông tin vector chuyển động (MV) và phần tử bất kỳ trong số các phần tử cú pháp hữu ích trong việc giải mã dữ liệu video ở bộ giải mã video 30. Phần tử cú pháp có thể bao gồm ánh xạ hệ số có ý nghĩa với cờ hệ số có ý nghĩa chỉ ra liệu hệ số cụ thể có ý nghĩa (ví dụ, khác không) hay không và cờ hệ số có ý nghĩa cuối cùng chỉ rõ liệu hệ số cụ thể có là hệ số có ý nghĩa cuối cùng hay không. Bộ giải mã video 30 có thể sử dụng phần tử cú pháp này để tái tạo dữ liệu video mã hóa. Sau quy trình mã hóa entropy được thực hiện bởi đơn vị mã hóa entropy 56, video được mã hóa kết quả có thể được truyền đến thiết bị khác, chẳng hạn như, bộ giải mã video 30, hoặc được lưu trữ để truyền sau hoặc để lấy đi.

Để mã hóa entropy phần tử cú pháp, đơn vị mã hóa entropy 56 có thể thực hiện CABAC và chọn dựa trên mô hình ngữ cảnh, ví dụ, số lượng hệ số có ý nghĩa

trong N hệ số quét trước đó, trong đó N là số nguyên có thể được gán với kích thước của khối được quét. Đơn vị mã hóa entropy 56 cũng có thể lựa chọn mô hình ngữ cảnh dựa trên chế độ dự đoán được sử dụng để tính toán dữ liệu dư mà đã được biến đổi thành khối hệ số biến đổi, và loại biến được sử dụng để biến đổi dữ liệu dư thành khối hệ số biến đổi. Khi dữ liệu dự đoán tương ứng đã được dự đoán sử dụng chế độ dự đoán nội bộ, đơn vị mã hóa entropy 56 còn có thể lựa chọn mô hình ngữ cảnh dựa trên hướng của chế độ trong dự đoán nội bộ.

Hơn nữa, theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất là các ngữ cảnh cho CABAC được chia thành các tập con hệ số (ví dụ, các tập con được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.9). Sáng chế đề xuất rằng mỗi tập con bao gồm các hệ số liên tiếp theo thứ tự quét trên toàn bộ khối. Kích thước bất kỳ của tập con có thể được xem xét, mặc dù kích thước 16 hệ số trong tập con quét đã được thấy hoạt động tốt. Trong ví dụ này, tập con có thể là 16 hệ số liên tiếp theo thứ tự quét, mà có thể theo mẫu quét bất kỳ, bao gồm khối con, mẫu quét theo đường chéo, theo đường zig-zag, ngang, và các mẫu quét dọc. Theo đề xuất này, việc quét mức hệ số đi từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong khối. Vì vậy, việc quét mức quét hệ số đi từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng đến hệ số đầu tiên (thành phần DC) trong khối, trong đó việc quét được chia theo khái niệm thành các tập con hệ số khác nhau để tạo ra ngữ cảnh để áp dụng. Ví dụ, quy trình quét được bố trí trong các tập con chứa n hệ số liên tiếp theo thứ tự quét. Hệ số có ý nghĩa cuối cùng là hệ số có ý nghĩa đầu tiên gặp phải trong quy trình quét ngược từ hệ số tần số cao nhất của khối (thường được tìm thấy ở góc dưới bên phải của khối) về phía hệ số DC của khối (góc trên bên trái của khối).

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất là các tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh CABAC được làm hài hòa cho tất cả các kích thước khối. Nói cách khác, thay vì có nguồn gốc ngữ cảnh khác nhau dựa trên kích thước khối như đã mô tả ở trên, mọi kích thước khối sẽ chỉ dựa vào cùng nguồn gốc của các ngữ cảnh CABAC. Bằng cách này, không cần phải tính đến kích thước khối cụ thể để tạo ra ngữ cảnh CABAC cho khối. Nguồn gốc ngữ cảnh cũng giống nhau cho cả việc lập mã giá trị có nghĩa và lập mã mức hệ số.

Sáng chế cũng đề xuất rằng tập ngữ cảnh CABAC phụ thuộc vào việc tập con có phải là tập con 0 (được định nghĩa là tập con với các hệ số cho các tần số thấp

nhất, tức là có chứa hệ số DC và hệ số tần số thấp liên kề) hay không (tức là, các tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh). Xem bảng 3a và bảng 3b dưới đây.

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

Bảng 3a - Bảng tập ngữ cảnh. Được so sánh với bảng 2. Có sự phụ thuộc vào tập con, cho dù có là tập con 0 (tần số thấp nhất) hay không.

Theo Bảng 3a ở trên, các tập 0-2 của mô hình ngữ cảnh được sử dụng cho tập con quét tần số thấp nhất (tức là, tập n hệ số liên tiếp) nếu, tương ứng, không có hệ số lớn hơn một trong tập con được lập mã trước đó, có một hệ số lớn hơn một trong tập con được lập mã trước đó, hoặc có nhiều hơn một hệ số lớn hơn một trong tập con được lập mã trước đó. Các tập 3-5 của các mô hình ngữ cảnh được sử dụng tất cả các tập con có tần số cao hơn so với tập con tần số thấp nhất nếu, tương ứng, không có hệ số lớn hơn một trong tập con được lập mã trước đó, có một hệ số lớn hơn một trong tập con được lập mã trước đó, hoặc có nhiều hơn một hệ số lớn hơn một trong tập con được lập mã trước đó.

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

Bảng 3b – Bảng tập ngữ cảnh.

Bảng 3b thể hiện bảng tập ngữ cảnh mà thể hiện hoạt động tốt vì có số đếm chính xác hơn về số lượng hệ số lớn hơn 1 trong tập con trước đó. Bảng 3b có thể được sử dụng như là một bảng thay thế cho bảng 3a ở trên.

Bảng 3c thể hiện bảng tập ngữ cảnh đơn giản hóa với tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh mà cũng có thể được sử dụng theo cách khác.

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

Bảng 3c – Tập ngữ cảnh.

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

Sáng chế cũng đề xuất rằng ngữ cảnh cho một tập con vẫn phụ thuộc vào số lượng hệ số lớn hơn 1 trong tập con trước đó. Ví dụ, nếu số lượng các hệ số trong tập con trước đó là một cửa sổ trượt, đặt số này là `uiNumOne`. Khi giá trị này được kiểm tra để quyết định ngữ cảnh cho tập con quét hiện hành, thì giá trị này không được thiết lập là không. Thay vào đó, 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 $uiNumOne \gg = 1$). Bằng cách này, giá trị của các tập con ở trước tập con ngay trước đó vẫn có thể được xem xét, nhưng với trọng số nhỏ hơn cho trước trong các quyết định ngữ cảnh CABAC cho tập con hiện được lập mã. Cụ thể, quyết định ngữ cảnh CABAC cho một tập con cho trước tính đến không chỉ số lượng hệ số lớn hơn một trong các tập con ngay trước đó mà còn cả số lượng có trọng số của hệ số lớn hơn 1 trong tập con được lập mã trước đó.

Ngoài ra, tập ngữ cảnh có thể phụ thuộc vào các yếu tố: (1) số lượng hệ số có ý nghĩa trong tập con hiện được quét, và (2) tập con hiện hành có phải là tập con cuối cùng có hệ số có ý nghĩa (tức là, sử dụng thứ tự quét ngược, điều này đề cập đến việc tập con có phải là tập con được quét đầu tiên cho mức hệ số hay không). Ngoài ra, mô hình ngữ cảnh cho mức hệ số có thể phụ thuộc vào việc hệ số hiện hành có phải là hệ số cuối cùng hay không.

Phương thức lựa chọn ngữ cảnh thích nghi cao trước đây đã được đề xuất cho việc lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa cho các khối hệ số biến đổi 16x16 và 32x32 trong HEVC. Cần lưu ý rằng phương thức lựa chọn ngữ cảnh này có thể được mở rộng cho tất cả các kích thước khối. Như được thể hiện trên Fig.10, phương thức này chia khối 16x16 thành bốn vùng, trong đó mỗi hệ số trong vùng tần số thấp hơn 41

(bốn hệ số ở góc trên bên trái ở tọa độ x, y $[0,0]$, $[0,1]$, $[1, 0]$, $[1,1]$ trong ví dụ của khối 16×16 , trong đó $[0,0]$ là góc trên bên trái, hệ số DC) có ngữ cảnh riêng, các hệ số trong vùng trên 37 (hệ số ở hàng đầu từ tọa độ x, y là $[2,0]$ đến $[15,0]$ trong ví dụ của khối 16×16) dùng chung 3 ngữ cảnh, các hệ số trong vùng bên trái 35 (hệ số ở cột bên trái từ tọa độ x, y bằng $[0,2]$ đến $[0,15]$ trong ví dụ của khối 16×16) dùng chung thêm 3 ngữ cảnh, và các hệ số trong các vùng còn lại 39 (hệ số còn lại trong khối 16×16) dùng chung 5 ngữ cảnh. Việc lựa chọn ngữ cảnh cho hệ số biến đổi X trong vùng 39, ví dụ, dựa trên tổng giá trị có nghĩa của tối đa là 5 hệ số biến đổi B, E, F, H, I . Vì X độc lập với các vị trí khác trên cùng một đường chéo của X theo hướng quét (trong ví dụ này là mẫu quét zig-zag hoặc mẫu quét theo đường chéo), ngữ cảnh về giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi dọc theo đường chéo trong thứ tự quét để có thể được tính toán song song từ các hàng theo đường chéo trước trong theo thứ tự quét.

Ngữ cảnh đề xuất cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa, như được thể hiện trên Fig.10, chỉ có giá trị nếu thứ tự quét là quét xuôi bởi vì ngữ cảnh trở nên không nhân quả ở bộ giải mã nếu việc quét ngược được sử dụng. Có nghĩa là, bộ giải mã vẫn chưa giải mã các hệ số B, E, F, H và I như được thể hiện trên Fig.10 nếu việc quét ngược được sử dụng. Kết quả là, dòng bit không được giải mã.

Tuy nhiên, sáng chế đề xuất việc sử dụng hướng quét ngược. Như vậy, ánh xạ hệ số có ý nghĩa có mối tương quan thích hợp giữa các hệ số khi thứ tự quét là theo hướng ngược, như được thể hiện trên Fig.6. Do đó, việc sử dụng quy trình quét ngược cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa, như đã mô tả ở trên, cung cấp hiệu suất lập mã mong muốn. Ngoài ra, việc sử dụng quy trình quét ngược cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa phục vụ để làm hài hòa việc quét được sử dụng để lập mã mức hệ số và lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Để hỗ trợ việc quét ngược hệ số có ý nghĩa, các ngữ cảnh cần phải được thay đổi để chúng tương thích với việc quét ngược. Đề xuất là việc lập mã hệ số có ý nghĩa sử dụng ngữ cảnh nhân quả gắn với việc quét ngược.

Sáng chế còn đề xuất, theo một ví dụ, kỹ thuật lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa mà sử dụng các ngữ cảnh được mô tả trên Fig.11. Mỗi hệ số trong vùng tần số thấp hơn 43 (ba hệ số ở góc trên bên trái ở tọa độ x, y là $[0,0]$, $[0,1]$, $[1,0]$ trong ví dụ của khối 16×16 , trong đó $[0,0]$ là tọa độ góc trên bên trái, hệ số DC) có nguồn gốc ngữ

cảnh riêng. Các hệ số trong vùng trên cùng 45 (hệ số trên hàng thứ nhất từ tọa độ $[2,0]$ đến $[15,0]$ trong ví dụ của khối 16×16) có ngữ cảnh phụ thuộc vào giá trị có nghĩa của hai hệ số trước trong vùng trên cùng 45 (ví dụ, hai hệ số ngay ở bên phải của các hệ số cần được lập mã, trong đó các hệ số này là các hệ số nhân quả lân cận cho các mục đích giải mã với việc quét ngược cho trước). Các hệ số trong vùng bên trái 47 (các hệ số ở cột bên trái từ tọa độ $[0,2]$ đến $[0,15]$ trong ví dụ của khối 16×16) có ngữ cảnh phụ thuộc vào giá trị có nghĩa của hai hệ số trước (ví dụ, hai hệ số ngay bên dưới hệ số cần được lập mã, trong đó các hệ số này là các hệ số nhân quả lân cận để giải mã hướng quét ngược cho trước). Lưu ý rằng các ngữ cảnh trong vùng trên cùng 45 và vùng bên trái 47 trên Fig.11 là ngược của 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 hệ số bên trái và các hệ số trong vùng bên trái 35 có ngữ cảnh phụ thuộc vào hệ số bên trên). Trở lại Fig.11, các ngữ cảnh cho các hệ số trong các vùng còn lại 49 (ví dụ, các hệ số còn lại bên ngoài vùng thấp hơn tần số 43, vùng trên cùng 45, và vùng bên trái 47) phụ thuộc vào tổng số (hoặc hàm bất kỳ khác) giá trị có nghĩa của các hệ số ở các vị trí được đánh dấu I, H, F, E và B.

Theo một ví dụ khác, các hệ số trong vùng trên cùng 45 và vùng bên trái 47 có thể sử dụng chính xác cùng nguồn gốc ngữ cảnh như các hệ số trong vùng 49. Trong quy trình quét ngược, điều này là có thể bởi vì các vị trí lân cận được đánh dấu I, H, F, E và B có sẵn cho các hệ số trong vùng trên cùng 45 và vùng bên trái 47. Ở cuối các dòng/cột, vị trí cho các hệ số nhân quả I, H, F, E và B có thể ở bên ngoài khối. Trong trường hợp đó, có thể cho rằng giá trị của hệ số này là không (tức là không có ý nghĩa).

Có rất nhiều lựa chọn trong việc lựa chọn ngữ cảnh. Ý tưởng cơ bản là sử dụng giá trị có nghĩa của hệ số mà 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 có nguồn gốc dựa trên tổng các giá trị có nghĩa của các hệ số tại các vị trí B, E, F, H và I. Các hệ số ngữ cảnh này đến trước khi hệ số hiện hành theo thứ tự quét ngược được đề xuất trong sáng chế cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Ngữ cảnh mà là quan hệ nhân quả theo thứ tự quét xuôi trở nên không có quan hệ nhân quả (không có sẵn) theo thứ tự quét ngược. Một cách để giải quyết vấn đề này là đối xứng gương các ngữ cảnh của trường hợp thông thường

trên Fig.10 bằng các thể hiện trên Fig.11 cho quy trình quét ngược. Đối với việc quét hệ số có ý nghĩa theo hướng ngược từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng đến vị trí hệ số DC, vùng lân cận ngữ cảnh cho hệ số X bao gồm các hệ số B, E, F, H, I, mà được gắn với vị trí tần số cao hơn, so với vị trí của hệ số X, và đã được xử lý bởi bộ mã hóa hoặc bộ giải mã, trong quy trình quét ngược, trước khi lập mã hệ số X.

Như đã được mô tả ở trên, ngữ cảnh và mô hình ngữ cảnh được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2 cố gắng khai thác mối tương quan cục bộ của mức hệ số trong các khối con 4x4. Tuy nhiên, sự phụ thuộc có thể là quá xa. Tức là, có thể có sự phụ thuộc thấp giữa các hệ số được tách riêng với nhau bởi một số hệ số khác, ví dụ, từ một khối con này tới khối con khác. Ngoài ra, trong mỗi khối con, sự phụ thuộc giữa các hệ số có thể là yếu. Sáng chế đề xuất kỹ thuật để giải quyết những vấn đề này bằng việc tạo ra tập ngữ cảnh cho mức hệ số khai thác vùng lân cận ngữ cảnh cục bộ hơn.

Sáng chế đề xuất sử dụng vùng lân cận ngữ cảnh cục bộ cho nguồn gốc của ngữ cảnh ở mức hệ số biến đổi, ví dụ như, trong lập mã video theo HEVC hoặc các tiêu chuẩn khác. Vùng lân cận ngữ cảnh cục bộ này bao gồm các hệ số đã được mã hóa (hoặc giải mã) có mối tương quan cao với mức hệ số hiện hành. Các hệ số này có thể lân cận không gian với hệ số cần được lập mã, và có thể bao gồm cả các hệ số ràng buộc hệ số cần được lập mã và các hệ số khác gần đó, chẳng hạn như, các hệ số được thể hiện trên Fig.11 hoặc Fig.13. Đáng chú ý là, các hệ số được sử dụng cho nguồn gốc ngữ cảnh không bị hạn chế ở khối con hoặc khối con trước đó. Thay vào đó, vùng lân cận ngữ cảnh cục bộ có thể bao gồm các hệ số nằm gần về không gian với hệ số cần được lập mã, nhưng không nhất thiết phải nằm trong cùng một khối con với hệ số cần được lập mã, hoặc trong cùng một khối con với nhau, nếu các hệ số được sắp xếp theo khối con. Thay vì dựa vào hệ số nằm trong khối con cố định, sáng chế đề xuất việc sử dụng hệ số lân cận có sẵn (tức là, đã được lập mã) khi thứ tự quét cụ thể cho trước được sử dụng.

Các tập ngữ cảnh CABAC khác nhau có thể được chỉ rõ cho các tập con hệ số khác nhau, ví dụ, dựa trên các tập con hệ số cần được lập mã trước đó. Trong một tập con hệ số cho trước, ngữ cảnh có nguồn gốc dựa trên vùng lân cận ngữ cảnh cục bộ của các hệ số, đôi khi được gọi là vùng lân cận ngữ cảnh. Theo sáng chế, ví dụ về

vùng lân cận ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.12. Các hệ số lân cận ngữ cảnh có thể nằm gần về không gian với hệ số cần được lập mã.

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

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

Có nhiều khả năng để lựa chọn lân cận ngữ cảnh. Tuy nhiên, vùng lân cận ngữ cảnh cần bao gồm các hệ số để bộ mã hóa và bộ giải mã cả hai đều có quyền truy cập vào cùng thông tin. Cụ thể, các hệ số B, F, E, I, H lân cận nên là các hệ số nhân quả lân cận theo nghĩa là chúng đã được mã hóa hay được giải mã trước đó và có sẵn để tham chiếu trong việc xác định ngữ cảnh cho hệ số X.

Ngữ cảnh được mô tả ở trên dựa trên Fig.12 là một trong nhiều khả năng. Ngữ cảnh này có thể được áp dụng cho quy trình quét bất kỳ trong số ba quy trình quét hiện đang được đề xuất để sử dụng trong HEVC: theo đường chéo, ngang và dọc. Sáng chế đề xuất rằng vùng lân cận ngữ cảnh được sử dụng để tạo ra ngữ cảnh cho mức hệ số có thể giống như vùng lân cận ngữ cảnh được sử dụng để tạo ra các ngữ cảnh cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Ví dụ, vùng lân cận ngữ cảnh được sử dụng để tạo ra ngữ cảnh cho mức hệ số có thể là vùng lân cận cục bộ, như là trong trường hợp để lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa.

Như đã được mô tả chi tiết ở trên, sáng chế đề xuất việc sử dụng thứ tự quét ngược để quét các hệ số có ý nghĩa để tạo thành ánh xạ hệ số có ý nghĩa. Thứ tự quét

ngược có thể là mẫu zig-zag ngược, mẫu dọc hoặc ngang như được thể hiện trên Fig.6. Nếu thứ tự quét cho việc quét mức hệ số cũng là mẫu quét ngược, thì vùng lân cận ngữ cảnh thể hiện trên Fig.12 sẽ trở thành không có quan hệ nhân quả. Sáng chế đề xuất đảo ngược vị trí của vùng lân cận ngữ cảnh để chúng có quan hệ nhân quả với tham chiếu đến thứ tự quét ngược. Fig.13 thể hiện ví dụ về vùng lân cận ngữ cảnh cho thứ tự quét ngược.

Như được thể hiện trên Fig.13, cho việc quét mức mà được thực hiện theo hướng ngược từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng đến vị trí hệ số DC, vùng lân cận ngữ cảnh cho hệ số X bao gồm các hệ số B, E, F, H, và I, chúng gần với các vị trí tần số cao hơn so với vị trí của hệ số X. Với việc 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 có quan hệ nhân quả theo nghĩa là chúng có sẵn. Tương tự, vùng lân cận ngữ cảnh này có thể được áp dụng cho mức hệ số.

Theo một ví dụ, sáng chế đề xuất kỹ thuật khác để lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa sử dụng các ngữ cảnh được lựa chọn để hỗ trợ việc quét ngược. Như đã mô tả ở trên, phương thức lựa chọn ngữ cảnh thích nghi cao đã được đề xuất cho HEVC để lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa cho các khối hệ số biến đổi 16×16 và 32×32 . Ví dụ, như đã được mô tả dựa trên Fig.10, phương pháp này chia khối 16×16 thành bốn vùng, trong đó mỗi vị trí trong vùng 41 có tập ngữ cảnh riêng, vùng 37 có nhiều ngữ cảnh, vùng 35 có thêm 3 ngữ cảnh, và vùng 39 có 5 ngữ cảnh. Việc lựa chọn ngữ cảnh cho hệ số biến đổi X, ví dụ, dựa trên tổng giá trị có nghĩa của tối đa 5 vị trí B, E, F, H, I. Vì X độc lập với các vị trí khác trên cùng đường chéo của X dọc theo hướng quét, ngữ cảnh của các hệ số có giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi dọc theo đường chéo theo thứ tự quét có thể được tính toán song song với các đường chéo trước đó theo thứ tự quét.

Phương thức HEVC hiện hành cho nguồn gốc ngữ cảnh có một số nhược điểm. Một vấn đề là số lượng ngữ cảnh cho mỗi khối. Có nhiều ngữ cảnh hơn có nghĩa là cần bộ nhớ lớn hơn và xử lý nhiều hơn mỗi khi ngữ cảnh được làm mới. Do đó, sẽ có lợi nếu có một thuật toán mà có ít ngữ cảnh và cũng có ít cách để tạo ra các ngữ cảnh này (ví dụ, ít hơn bốn cách, ví dụ, bốn mẫu, trong ví dụ trên).

Một cách để giải quyết vấn đề hạn chế này là lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa theo thứ tự ngược, có nghĩa là, từ hệ số có ý nghĩa cuối cùng (tần số cao hơn) đến thành phần DC (tần số thấp nhất). Hệ quả của quy trình theo thứ tự ngược lại này là ngữ cảnh để quét xuôi không còn giá trị. Các kỹ thuật được mô tả ở trên bao gồm phương pháp để xác định ngữ cảnh cho CABAC của thông tin chỉ rõ hệ số hiện hành trong số các hệ số có ý nghĩa dựa trên các hệ số có ý nghĩa được lập mã trước đó theo hướng quét ngược. Trong ví dụ về quy trình quét zig-zag ngược, các hệ số có ý nghĩa được lập mã trước đó nằm tại các vị trí bên phải của dòng quét mà trên đó có hệ số có ý nghĩa hiện hành.

Việc tạo ra ngữ cảnh có thể khác nhau cho các vị trí khác nhau của các khối biến đổi dựa trên, ít nhất là, khoảng cách từ các biên và khoảng cách từ thành phần DC. Trong kỹ thuật ví dụ được mô tả ở trên, đề xuất rằng việc lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa sử dụng các tập ngữ cảnh được mô tả trên Fig.11.

Sáng chế đề xuất tập ngữ cảnh cho việc quét ngược ánh xạ hệ số có ý nghĩa mà có thể dẫn đến hiệu suất cao hơn thông qua việc giảm số lượng ngữ cảnh cho mỗi khối. Trở lại Fig.11, việc giảm số lượng ngữ cảnh cho mỗi khối có thể được thực hiện bằng cách cho phép vùng bên trái 47 và vùng trên cùng 45 sử dụng cùng nguồn gốc ngữ cảnh như của vùng còn lại 49. Trong quy trình quét ngược mà có thể là bởi vì các vị trí lân cận được đánh dấu I, H, F, E và B có sẵn cho các hệ số tại các vùng 47 và 45.

Fig.14 thể hiện ví dụ về nguồn gốc ngữ cảnh theo ví dụ này. Trong ví dụ này chỉ có hai vùng ngữ cảnh: một vùng tần số thấp 57 cho hệ số DC và vùng còn lại 59 cho tất cả các hệ số khác. Như vậy, ví dụ này chỉ đề xuất hai cách để tạo ra ngữ cảnh. Trong vùng tần số thấp 57 (hệ số DC tại vị trí $[0,0]$), ngữ cảnh được tạo ra dựa trên vị trí, nghĩa là hệ số DC có ngữ cảnh riêng. Trong vùng còn lại 57, ngữ cảnh được tạo ra dựa trên giá trị có nghĩa của các hệ số lân cận cho mỗi hệ số cần được lập mã. Trong ví dụ này, nó được tạo ra phụ thuộc vào tổng giá trị có nghĩa của 5 hệ số lân cận I, H, F, E và B trên Fig.14.

Do đó, số cách để tạo ra ngữ cảnh trong khối được giảm từ 4 xuống còn 2. Ngoài ra, số lượng ngữ cảnh được giảm đi 8 so với ví dụ trước trên Fig.11 (hai vùng

tần số thấp hơn 43 và 3 cho mỗi vùng trên cùng 45 và vùng bên trái 47). Theo một ví dụ khác, hệ số DC có thể sử dụng cùng phương pháp như phần còn lại của khối, do đó số cách để tạo ra ngữ cảnh trong khối được giảm xuống còn 1.

Fig.15 thể hiện ví dụ trong đó vị trí hiện hành của hệ số X làm cho một số hệ số lân cận (trong trường hợp này H và B) ở bên ngoài khối hiện hành. Nếu hệ số bất kỳ trong số các hệ số lân cận của hệ số hiện hành đang ở bên ngoài khối, thì có thể giả định rằng các hệ số lân cận này có ý nghĩa 0 (tức là, chúng không có giá trị và do đó không có ý nghĩa). Ngoài ra, một hoặc nhiều ngữ cảnh đặc biệt có thể được chỉ định cho một hoặc nhiều hệ số ở phía dưới bên phải. Bằng cách này, hệ số tần số cao hơn có thể có ngữ cảnh tùy thuộc vào vị trí, theo cách tương tự như hệ số DC. Tuy nhiên, giả sử rằng các hệ số lân cận là không có thể cung cấp đầy đủ kết quả, cụ thể là bởi vì các hệ số phía dưới bên phải bình thường có xác suất có hệ số có ý nghĩa thấp, hoặc ít nhất là các hệ số có ý nghĩa với giá trị lớn.

Việc giảm số lượng ngữ cảnh trong ví dụ trên Fig.14 rất tốt để thực hiện. Tuy nhiên, có thể dẫn đến giảm hiệu quả hoạt động. Sáng chế đề xuất kỹ thuật để cải thiện thêm nữa hiệu suất trong khi vẫn giảm được số lượng ngữ cảnh. Cụ thể, sáng chế đề xuất có tập ngữ cảnh thứ hai mà cũng dựa trên các hệ số lân cận. Thuật toán tạo ra ngữ cảnh là giống hệt nhau, nhưng hai tập ngữ cảnh với các mô hình xác suất khác nhau được sử dụng. Tập ngữ cảnh được sử dụng phụ thuộc vào vị trí của các hệ số cần được lập mã trong đơn vị biến đổi.

Cụ thể hơn, hiệu suất tăng lên đã được chứng minh khi sử dụng mô hình ngữ cảnh cho các hệ số tần số cao hơn (ví dụ, các vị trí tọa độ x, y phía dưới bên phải của các hệ số) khác với mô hình ngữ cảnh cho hệ số ở tần số thấp hơn (ví dụ, các vị trí tọa độ x, y phía trên bên trái của các hệ số). Một cách để tách các hệ số tần số thấp khỏi các hệ số tần số cao hơn, và do đó là mô hình ngữ cảnh được sử dụng cho từng ngữ cảnh, là tính giá trị $x + y$ cho một hệ số, trong đó x là vị trí nằm ngang và y là vị trí thẳng đứng của hệ số. Nếu giá trị này nhỏ hơn so với ngưỡng nào đó (ví dụ, 4 đã được chứng minh là hoạt động tốt), thì tập ngữ cảnh 1 được sử dụng. Nếu giá trị này bằng hoặc lớn hơn ngưỡng thì tập ngữ cảnh 2 được chọn. Ngoài ra, tập ngữ cảnh 1 và 2 có các mô hình xác suất khác nhau.

Fig.16 thể hiện ví dụ về các vùng ngữ cảnh cho ví dụ này. Ngoài ra, hệ số DC tại vị trí (0,0) có vùng ngữ cảnh riêng 61. Vùng ngữ cảnh tần số thấp hơn 63 bao 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 bao gồm các hệ số biến đổi tại vị trí $x + y$ lớn hơn ngưỡng 4. Ngưỡng 4 được sử dụng là một ví dụ và có thể được điều chỉnh theo kỳ số lượng bất kỳ mà cung cấp hiệu suất tốt hơn. Theo một ví dụ khác, ngưỡng có thể phụ thuộc vào kích thước TU.

Việc tạo ra ngữ cảnh cho vùng ngữ cảnh tần số thấp hơn 63 và vùng ngữ cảnh tần số cao hơn 65 là giống hệt nhau về cách thức mà các hệ số lân cận được sử dụng để chọn ngữ cảnh, nhưng xác suất được sử dụng (ví dụ, ngữ cảnh) là khác nhau. Cụ thể, cùng một tiêu chí lựa chọn ngữ cảnh dựa trên các hệ số lân cận có thể được sử dụng, nhưng việc áp dụng các tiêu chí này dẫn đến việc lựa chọn một ngữ cảnh khác nhau cho các vị trí hệ số khác nhau, bởi vì vị trí hệ số khác nhau có thể gắn với tập ngữ cảnh khác nhau. Bằng cách này, hiểu biết rằng các hệ số tần số thấp và tần số cao có số liệu thống kê khác nhau được kết hợp trong các thuật toán, do đó các tập ngữ cảnh khác nhau cho hệ số khác nhau có thể được sử dụng.

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

Kỹ thuật được mô tả ở trên được thể hiện trên Fig.16 và Fig.17 có hai tập năm ngữ cảnh, đây vẫn là số ngữ cảnh ít hơn so với số lượng ngữ cảnh được thể hiện trên Fig.10, và có hiệu suất cao hơn. Điều này đạt được bằng cách tách khối thành các vùng khác nhau, và xác định các tập ngữ cảnh khác nhau cho các hệ số trong các

vùng khác nhau, nhưng vẫn áp dụng cùng tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh với từng vùng.

Fig.18 thể hiện ví dụ về 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 vị trí (1, 0) và (0, 1), trong vùng 83 và 85, mỗi hệ số đều có ngữ cảnh riêng. Vùng còn lại 87 có một ngữ cảnh khác. Trong một biến thể của ví dụ được thể hiện trên Fig.18, vùng 83 và 85 chia sẻ một ngữ cảnh.

Nhìn chung, các kỹ thuật được mô tả ở trên có thể bao gồm việc quét hệ số có ý nghĩa trong khối hệ số biến đổi theo hướng ngược từ 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 để tạo thành ánh xạ hệ số có ý nghĩa, và việc xác định ngữ cảnh cho CABAC của các hệ số có giá trị có nghĩa của ánh xạ hệ số có ý nghĩa dựa trên vùng lân cận ngữ cảnh cục bộ của các hệ số quét trước đó trong khối. Ngữ cảnh có thể được xác định cho từng hệ số có ý nghĩa dựa trên các hệ số biến đổi được quét trước đó trong vùng lân cận cục bộ có tần số cao hơn so với hệ số biến đổi tương ứng. Trong một số ví dụ, ngữ cảnh có thể được xác định dựa trên tổng các số hệ số có ý nghĩa trong các hệ số có ý nghĩa được quét trước đó của vùng lân cận ngữ cảnh. Vùng lân cận cục bộ cho mỗi hệ số có ý nghĩa cần được lập mã có thể bao gồm các hệ số biến đổi lân cận về không gian với hệ số tương ứng trong khối.

Ngữ cảnh cho hệ số có ý nghĩa ở vị trí DC (tức là, phía trên cùng bên trái) của khối của hệ số biến đổi có thể được xác định dựa trên một ngữ cảnh riêng biệt quy định cho hệ số có ý nghĩa ở vị trí DC này. Ngoài ra, ngữ cảnh có thể được xác định cho các hệ số ở cạnh trái và cạnh trên của khối sử dụng các tiêu chí gần như tương tự hoặc giống với các tiêu chí được sử dụng để xác định ngữ cảnh cho hệ số mà không ở cạnh trái và cạnh trên của khối. Trong một số ví dụ, ngữ cảnh cho hệ số ở vị trí bên phải nhất phía dưới của khối có thể được xác định theo các tiêu chí mà giả định rằng hệ số lân cận bên ngoài của khối là các hệ số có giá trị 0. Ngoài ra, trong một số ví dụ, việc xác định một ngữ cảnh có thể bao gồm việc xác định ngữ cảnh cho các hệ số sử dụng các tiêu chí gần như tương tự hoặc giống nhau để lựa chọn ngữ cảnh trong tập ngữ cảnh, nhưng là các tập ngữ cảnh khác nhau, dựa trên vị trí của các hệ số trong khối các hệ số biến đổi.

Việc tham chiếu đến vị trí bên trên, dưới, phải, trái, và tương tự trong bản mô tả này được sử dụng chung để thuận tiện để chỉ vị trí tương đối của các hệ số tần số cao hơn và hệ số tần số thấp hơn trong khối hệ số biến đổi được sắp xếp, theo cách thông thường, để có hệ số tần số thấp hơn về phía trên bên trái và hệ số tần số cao hơn về phía dưới bên phải của khối, và không nên được coi là hạn chế các trường hợp trong đó các hệ số tần số cao hơn và tần số thấp hơn có thể được sắp xếp theo cách khác nhau và không thông thường.

Trở lại Fig.5, trong một số ví dụ, modul biến đổi 52 có thể được tạo cấu hình để làm cho các hệ số biến đổi nhất định bằng 0 (có nghĩa là, hệ số biến đổi tại các vị trí nhất định). Ví dụ, modul biến đổi 52 có thể được tạo cấu hình để làm cho tất cả các hệ số biến đổi bên ngoài của góc phần tư phía trên bên trái của TU sau khi biến đổi bằng 0. Theo ví dụ khác, đơn vị mã hóa entropy 56 có thể được tạo cấu hình để làm cho các hệ số biến đổi trong ma trận sau vị trí nhất định trong ma trận bằng 0. Trong mọi trường hợp, bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để làm cho phần nhất định của các hệ số biến đổi bằng 0, ví dụ như, trước khi hoặc sau khi quét. Cụm từ "làm cho bằng 0" được sử dụng có nghĩa là thiết lập giá trị của các hệ số bằng không, nhưng không nhất thiết phải bỏ qua hoặc loại bỏ các hệ số này. Trong một số ví dụ, việc thiết lập các hệ số bằng 0 có thể bổ sung cho việc làm cho bằng 0 mà có thể là kết quả của việc lượng tử hóa.

Đơn vị lượng tử hóa ngược 58 và modul biến đổi ngược 60 áp dụng quy trình lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược, tương ứng, để tái tạo các khối dư trong miền điểm ảnh, ví dụ, để sử dụng sau này làm khối tham chiếu. Đơn vị bù chuyển động 44 có thể tính toán khối tham chiếu bằng cách cộng các khối dư vào khối dự đoán của một trong số các khung của bộ đệm khung tham chiếu 64. Đơn vị bù chuyển động 44 cũng có thể áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc nội suy cho các khối dư được tái tạo để tính toán giá trị điểm ảnh dưới số nguyên để sử dụng trong ước lượng chuyển động. Bộ cộng 62 cộng các khối dư được tái tạo vào khối dự đoán bù chuyển động được tạo ra bởi đơn vị bù chuyển động 44 để tạo ra khối video tái tạo để lưu trữ trong bộ đệm khung tham chiếu 64. Khối video tái tạo này có thể được sử dụng bởi đơn vị ước lượng chuyển động 42 và đơn vị bù chuyển động 44 như là khối tham chiếu để lập mã liên kết khối trong khung tiếp theo.

Fig.19 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về đơn vị mã hóa entropy 56 để sử dụng trong bộ mã hóa video được trên Fig.5. Fig.19 minh họa các khía cạnh chức năng khác nhau của đơn vị mã hóa entropy 56 để lựa chọn thứ tự quét và tập ngữ cảnh tương ứng được sử dụng trong quy trình lập mã entropy CABAC. Đơn vị mã hóa entropy 56 có thể bao gồm đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90, đơn vị quét 2D thành 1D 92, công cụ mã hóa entropy 94, và bộ nhớ thứ tự quét 96.

Đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90 lựa chọn thứ tự quét được sử dụng bởi đơn vị quét 2D thành 1D 92 để quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa quét mức hệ số. Như đã đề cập ở trên, thứ tự quét bao gồm cả mẫu quét và hướng quét. Bộ nhớ thứ tự quét 96 có thể lưu trữ lệnh và/hoặc dữ liệu xác định thứ tự quét để sử dụng cho các tình huống cụ thể. Ví dụ, chế độ dự đoán của khung hoặc lát, kích thước khối, phép biến đổi, hoặc các đặc tính khác của dữ liệu video đã sử dụng có thể được sử dụng để chọn thứ tự quét. Trong một đề xuất cho HEVC, mỗi chế độ dự đoán nội bộ được gán cho một thứ tự quét cụ thể (khối con theo đường chéo, ngang hoặc dọc). Bộ giải mã phân tích chế độ dự đoán nội bộ, và xác định thứ tự quét để áp dụng sử dụng bảng tra cứu. Phương pháp thích ứng có thể được sử dụng để theo dõi các số liệu thống kê của các hệ số có ý nghĩa thường xuyên nhất. Theo một ví dụ khác, việc quét có thể dựa trên các hệ số được sử dụng thường xuyên nhất đầu tiên trong thứ tự quét. Theo ví dụ khác, đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90 có thể sử dụng thứ tự quét định trước cho tất cả các tình huống. Như đã mô tả ở trên, đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90 có thể chọn thứ tự quét cho cả việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa lẫn việc quét mức hệ số. Theo các kỹ thuật của sáng chế, hai quy trình quét này có thể có cùng thứ tự quét, và cụ thể, cả hai quy trình quét này có thể là theo hướng ngược.

Dựa trên thứ tự quét đã chọn, đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90 cũng chọn ngữ cảnh để sử dụng cho CABAC trong công cụ mã hóa entropy 94, chẳng hạn như các ngữ cảnh được mô tả ở trên dựa trên Fig.11 và các hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.18.

Đơn vị quét 2D thành 1D 92 áp dụng quy trình quét được cho mảng hai chiều các hệ số biến đổi. Cụ thể, đơn vị quét 2D thành 1D 92 có thể quét các hệ số biến đổi trong các tập con, như đã được mô tả ở trên dựa trên Fig.7- Fig.9. Cụ thể, các hệ số biến đổi được quét trong tập con bao gồm một số hệ số liên tiếp theo thứ tự quét. Các

tập con này được áp dụng cho cả việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa lẫn việc quét mức hệ số. Ngoài ra, đơn vị quét 2D thành 1D 92 có thể thực hiện việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số như là quy trình quét liên tiếp và theo cùng thứ tự quét. Việc quét liên tiếp có thể bao gồm một số lần quét, như đã mô tả ở trên. Theo một ví dụ, lần quét thứ nhất là quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa, lần quét thứ hai là quét bin của một trong các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, lần quét thứ ba là quét các bin còn lại của mức hệ số biến đổi, và lần quét thứ tư là lần quét dấu của mức hệ số biến đổi.

Công cụ mã hóa entropy 94 áp dụng quy trình mã hóa entropy cho các hệ số được quét bằng cách sử dụng ngữ cảnh được lựa chọn từ thứ tự quét và sử dụng đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90. Trong một số ví dụ, ngữ cảnh sử dụng cho CABAC có thể được xác định trước cho tất cả các trường hợp, và do đó, có thể không cần quy trình hoặc đơn vị chọn ngữ cảnh. Quy trình mã hóa entropy có thể được áp dụng cho các hệ số sau khi chúng được quét hết vào vector 1D, hoặc khi mỗi hệ số được thêm vào vector 1D. Trong các ví dụ khác, các hệ số được xử lý trực tiếp trong mảng 2D sử dụng thứ tự quét này. Trong một số trường hợp, công cụ mã hóa entropy 94 có thể được tạo cấu hình để mã hóa các phần khác nhau của vector 1D song song để thúc đẩy tính song song của quy trình mã hóa entropy để tăng tốc độ và hiệu quả mã hóa. Công cụ mã hóa entropy 94 tạo ra dòng bit mang video được mã hóa. Dòng bit này có thể được truyền đến thiết bị khác hoặc được lưu trữ trong bộ phận lưu trữ dữ liệu để sử dụng sau. Ngoài dữ liệu hệ số biến đổi còn lại, dòng bit có thể mang dữ liệu vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác rất hữu ích trong việc giải mã video mã hóa trong dòng bit.

Ngoài ra, đơn vị mã hóa entropy 56 có thể cung cấp tín hiệu trong dòng bit video được mã hóa để chỉ ra thứ tự quét và/hoặc ngữ cảnh được sử dụng trong quy trình CABAC. Thứ tự quét và/hoặc ngữ cảnh có thể được báo hiệu, ví dụ như, là các phần tử cú pháp ở các mức khác nhau, chẳng hạn như khung, lát, LCU, mức CU hoặc mức TU. Nếu thứ tự quét định trước và/hoặc ngữ cảnh được thiết lập, có thể không cần cung cấp tín hiệu báo hiệu trong dòng bit mã hóa. Ngoài ra, trong một số ví dụ, có thể để bộ giải mã video 30 suy ra một số trong số các giá trị tham số mà không cần báo hiệu. Để cho phép xác định các thứ tự quét khác nhau cho các TU khác nhau,

có thể mong muốn báo hiệu phần tử cú pháp này ở mức TU, ví dụ, trong phần tiêu đề cây tứ phân của TU. Mặc dù việc báo hiệu trong dòng bit video được mã hóa được mô tả để minh họa, thông tin chỉ rõ các giá trị tham số hoặc hàm có thể được báo hiệu từ bên ngoài bằng thông tin phụ.

Trong ngữ cảnh này, việc báo hiệu thứ tự quét và/hoặc ngữ cảnh trong dòng bit mã hóa không yêu cầu việc truyền các phần tử này theo thời gian thực từ bộ mã hóa đến bộ giải mã, mà chỉ có nghĩa là phần tử cú pháp này được mã hóa trong dòng bit và truy cập được bởi bộ giải mã theo cách bất kỳ. Điều này có thể bao gồm cuộc truyền thời gian thực (ví dụ, trong hội nghị truyền hình) cũng như lưu trữ các dòng bit mã hóa trên phương tiện đọc được bằng máy tính để sử dụng trong tương lai bởi bộ giải mã (ví dụ, trong việc truyền liên tục, tải về, truy cập đĩa, truy cập thẻ, DVD, Blu-ray, v.v).

Cần lưu ý rằng, mặc dù được thể hiện là các đơn vị chức năng riêng biệt để làm cho việc mô tả dễ dàng, cấu trúc và chức năng của đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 90, đơn vị quét 2D thành 1D 92, công cụ mã hóa entropy 94, và bộ nhớ thứ tự quét 96 có thể được tích hợp cao với nhau.

Fig.20 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về bộ giải mã video 30, bộ phận này giải mã chuỗi video được mã hóa. Trong ví dụ được trên Fig.20, bộ giải mã video 30 bao gồm đơn vị giải mã entropy 70, đơn vị bù chuyển động 72, modul dự đoán nội bộ 74, đơn vị lượng tử hóa ngược 76, đơn vị biến đổi ngược 78, bộ đệm khung tham chiếu 82 và bộ cộng 80. Bộ giải mã video 30 có thể, trong một số ví dụ, thực bước giải mã nói chung là nghịch đảo với bước mã hóa của bộ mã hóa mã hóa video 20 (Fig.5).

Đơn vị giải mã entropy 70 giải mã video được mã hóa trong quy trình ngược của quy trình được sử dụng bởi đơn vị mã hóa entropy 56 trên Fig.5. Đơn vị bù chuyển động 72 có thể tạo ra dữ liệu dự đoán dựa trên vector chuyển động nhận được từ đơn vị giải mã entropy 70. Modul dự đoán nội bộ 74 có thể tạo ra dữ liệu dự đoán cho khối hiện hành của khung hiện hành dựa trên chế độ dự đoán nội bộ và dữ liệu từ khối giải mã trước đó của khung hiện hành.

Trong một số ví dụ, đơn vị giải mã entropy 70 (hoặc đơn vị lượng tử hóa ngược 76) có thể quét các giá trị nhận được bằng cách sử dụng việc đối xứng gương quét thứ tự quét được sử dụng bởi đơn vị mã hóa entropy 56 (hoặc đơn vị lượng tử hóa 54) của bộ mã hóa video 20. Mặc dù việc quét hệ số có thể được thực hiện trong đơn vị lượng tử hóa ngược 76, để minh họa việc quét sẽ được mô tả là được thực hiện bởi đơn vị giải mã entropy 70. Ngoài ra, mặc dù được thể hiện là các bộ phận chức năng riêng biệt để dễ minh họa, các cấu trúc và chức năng của đơn vị giải mã entropy 70, đơn vị lượng tử hóa ngược 76, và đơn vị khác của bộ giải mã video 30 có thể được tích hợp với nhau.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, bộ giải mã video 30 có thể quét cả ánh xạ hệ số có giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi cũng như mức hệ số biến đổi theo cùng thứ tự quét. Tức là, thứ tự quét cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa và việc lập mã mức nên có cùng một mẫu và hướng. Ngoài ra, bộ giải mã video 30 có thể sử dụng thứ tự quét cho ánh xạ hệ số có ý nghĩa theo hướng ngược. Theo ví dụ khác, bộ giải mã video 30 có thể sử dụng thứ tự quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và cho việc lập mã mức hài hòa với nhau theo hướng ngược.

Theo một khía cạnh khác, bộ giải mã video 30 có thể quét các hệ số biến đổi trong các tập con. Cụ thể, các hệ số biến đổi được quét trong tập con bao gồm một số hệ số liên tiếp theo thứ tự quét. Các tập con này được áp dụng cho cả việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa cũng như việc quét mức hệ số. Ngoài ra, bộ giải mã video 30 có thể thực hiện việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số là quy trình quét liên tục theo cùng thứ tự quét. Theo một khía cạnh, thứ tự quét là thứ tự quét ngược. Các lần quét liên tiếp có thể bao gồm một số lần quét. Theo một ví dụ, lần quét thứ nhất là quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa, lần quét thứ hai là quét bin 1 của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, lần quét thứ ba là quét các bin còn lại của mức hệ số biến đổi, và lần quét thứ tư là lần quét đầu của mức hệ số biến đổi.

Bộ giải mã video 30 có thể nhận, từ dòng bit mã hóa, tín hiệu nhận dạng thứ tự quét và/hoặc ngữ cảnh được sử dụng cho CABAC bởi bộ mã hóa video 20. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, thứ tự quét và ngữ cảnh có thể được suy ra bởi bộ giải mã video 30 dựa trên đặc điểm của video được lập mã, chẳng hạn như, chế độ dự đoán, kích thước 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 thứ tự quét và ngữ cảnh định trước cho tất cả các trường hợp sử dụng, và như vậy, không có việc báo hiệu trong dòng bit mã hóa nào cần đến.

Dù bằng cách nào thứ tự quét được xác định, đơn vị giải mã entropy 70 sử dụng ngược của thứ tự quét để quét vector 1D thành mảng 2D. Mảng 2D gồm các hệ số biến đổi được tạo ra bởi đơn vị giải mã entropy 70 có thể được lượng tử hóa và thường có thể phù hợp với mảng 2D gồm hệ số biến đổi được quét bởi đơn vị mã hóa entropy 56 của bộ mã hóa video 20 để tạo ra các vector 1D gồm các hệ số biến đổi.

Đơn vị lượng tử hóa ngược 76 lượng tử hóa ngược, tức là, giải lượng tử hóa các hệ số biến đổi lượng tử hóa được cung cấp trong dòng bit và được giải mã bởi đơn vị giải mã entropy 70. Quy trình lượng tử hóa ngược có thể bao gồm các quy trình thông thường, ví dụ như, tương tự như các quy trình được đề xuất cho HEVC hoặc được quy định bởi tiêu chuẩn giải mã H.264. Quy trình lượng tử hóa ngược có thể bao gồm việc sử dụng một tham số lượng tử hóa QP được tính toán bởi bộ mã hóa video 20 cho CU để xác định mức lượng tử hóa, và tương tự, mức lượng tử hóa ngược cần được áp dụng. Đơn vị lượng tử hóa ngược 76 có thể lượng tử hóa ngược các hệ số biến đổi trước hoặc sau khi các hệ số được biến đổi từ vector 1D sang mảng 2D.

Modun biến đổi ngược 78 áp dụng phép biến đổi ngược, ví dụ như, DCT ngược, biến đổi nguyên ngược, KLT ngược, biến đổi quay ngược, biến đổi hướng ngược, hoặc phép biến đổi ngược khác. Trong một số ví dụ, modun biến đổi ngược 78 có thể xác định phép biến đổi ngược dựa trên tín hiệu từ bộ mã hóa video 20, hoặc bằng cách suy ra phép biến đổi từ một hoặc nhiều đặc điểm lập mã, chẳng hạn như kích thước khối, chế độ lập mã, hoặc các đặc điểm tương tự. Trong một số ví dụ, modun biến đổi ngược 78 có thể xác định phép biến đổi để áp dụng cho khối hiện hành dựa trên phép biến đổi được báo hiệu tại nút gốc của cây tứ phân cho LCU bao gồm khối hiện hành. Trong một số ví dụ, modun biến đổi ngược 78 có thể áp dụng phép biến đổi ngược theo thứ bậc.

Đơn vị bù chuyển động 72 tạo ra khối bù chuyển động, có thể thực hiện nội suy dựa trên bộ lọc nội suy. Định danh cho bộ lọc nội suy được sử dụng để ước

lượng chuyển động với độ chính xác điểm ảnh con có thể được bao gồm trong các phần tử cú pháp. Đơn vị bù chuyển động 72 có thể sử dụng bộ lọc nội suy như được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20 trong khi mã hóa khối video để tính toán các giá trị nội suy cho các điểm ảnh dưới số nguyên của khối tham chiếu. Đơn vị bù chuyển động 72 có thể xác định bộ lọc nội suy được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20 theo thông tin cú pháp nhận được và sử dụng bộ lọc nội suy để tạo ra khối dự đoán.

Đơn vị bù chuyển động 72 và modul dự đoán nội bộ 74, theo ví dụ HEVC, có thể sử dụng một số thông tin cú pháp (ví dụ, được cung cấp bởi cây tứ phân) để xác định kích thước của các LCU được sử dụng để mã hóa các khung của chuỗi video được mã hóa. Đơn vị bù chuyển động 72 và modul dự đoán nội bộ 74 cũng có thể sử dụng thông tin cú pháp này để xác định thông tin chia mô tả cách mỗi CU của một khung của chuỗi video được mã hóa được chia (và tương tự, cách các CU con được chia). Thông tin cú pháp cũng có thể bao gồm các chế độ cho thấy cách phân chia được mã hóa (ví dụ, mã hóa dự đoán nội bộ hoặc mã hóa dự đoán liên kết một hoặc nhiều khung tham chiếu (và/hoặc danh sách tham chiếu có chứa các định danh cho các khung tham chiếu) cho mỗi PU được mã hóa liên kết, và các thông tin khác để giải mã chuỗi video được mã hóa.

Bộ cộng 80 kết hợp các khối dư với các khối dự đoán tương ứng được tạo ra bởi đơn vị bù chuyển động 72 hoặc modul dự đoán nội bộ 74 để tạo thành khối giải mã. Nếu muốn, bộ lọc giải khối cũng có thể được áp dụng để lọc các khối giải mã để loại bỏ thành phần lã dạng khối. Sau đó, các khối video được giải mã được lưu trữ trong bộ đệm khung tham chiếu 82, bộ đệm này cung cấp khối tham chiếu cho việc bù chuyển động tiếp theo và cũng tạo ra video được giải mã để trình bày trên thiết bị hiển thị (ví dụ như thiết bị hiển thị 32 trên Fig.4).

Như đã đề cập ở trên, các kỹ thuật quét hệ số biến đổi được trình bày theo sáng chế được áp dụng cho cả bộ mã hóa lẫn 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, trong khi đó bộ giải mã video có thể áp dụng thứ tự quét, ví dụ như, theo cách ngược với bộ mã hóa, để quét các hệ số biến đổi từ mảng một chiều thành mảng hai chiều. Ngoài ra, 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, ngược với bộ giải mã, để quét các hệ số biến đổi từ mảng hai chiều thành mảng một chiều. Do đó, việc quét của bộ lập mã có thể là quét 2D thành 1D được thực hiện bởi bộ mã hóa hoặc quét 1D thành 2D được thực hiện bởi bộ giải mã. Ngoài ra, việc quét theo thứ tự quét có thể là quét theo thứ tự quét từ 2D sang 1D, quét theo thứ tự quét từ 1D sang 2D, hoặc quét theo thứ tự quét 1D sang 2D, hoặc quét theo thứ tự quét ngược từ 2D sang 1D. Do đó, thứ tự quét có thể được thiết lập để việc quét được thực hiện bởi bộ mã hóa hoặc bởi bộ giải mã.

Bộ giải mã video 30 có thể hoạt động cơ bản là đối xứng với bộ mã hóa video 20. Ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể nhận dữ liệu mã hóa entropy biểu diễn CU mã hóa, bao gồm dữ liệu PU và TU mã hóa. Bộ giải mã video 30 có thể mã hóa entropy ngược dữ liệu nhận 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 lập mã số học (ví dụ, CABAC), bộ giải mã video 30 có thể sử dụng mô hình ngữ cảnh để giải mã dữ liệu, tương ứng với cùng mô hình ngữ cảnh được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20 để mã hóa dữ liệu.

Bộ giải mã video 30 cũng có thể quét ngược các hệ số được giải mã, sử dụng quy trình quét ngược mà đối xứng gương quy trình quét được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20. Để quét ngược các hệ số, bộ giải mã video 30 lựa chọn cùng thứ tự quét được sử dụng bởi bộ mã hóa video 20, mà có thể được lưu trữ ở bộ giải mã hoặc được báo hiệu bởi bộ mã hóa trong dòng bit mã hóa. Sử dụng thứ tự quét này, bộ giải mã video 30 tạo ra mảng hai chiều từ vector một chiều gồm các hệ số biến đổi lượng tử hóa 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 ra bởi quy trình quét ngược thực hiện theo thứ tự quét. Sau đó, bộ giải mã video 30 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi ngược cho ma trận hai chiều này. Phép biến đổi ngược có thể tương ứng với biến đổi được áp dụng bởi bộ mã hóa video 20. Bộ giải mã video 30 có thể xác định biến đổi ngược để áp dụng dựa trên, ví dụ, thông tin được báo hiệu ở gốc của cây tứ phân tương ứng với CU hiện đang được giải mã, hoặc bằng cách tham chiếu đến thông tin khác chỉ rõ

phép biến đổi ngược thích hợp. Sau khi áp dụng phép biến đổi ngược, bộ giải mã video 30 phục hồi dữ liệu video dư trong miền điểm ảnh và áp dụng quy trình giải mã dự đoán nội bộ hoặc giải mã dự đoán liên kết, nếu có thể, để tái tạo dữ liệu video gốc.

Fig.21 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về đơn vị giải mã entropy 70 để sử dụng trong bộ giải mã video trên Fig.20. Fig.21 thể hiện các khía cạnh chức năng khác nhau của đơn vị giải mã entropy 70 để chọn thứ tự quét và các ngữ cảnh được sử dụng cho việc giải mã CABAC trong quy trình giải mã video. Như được thể hiện trên Fig.21, đơn vị giải mã entropy 70 có thể bao gồm đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100, đơn vị quét 1D thành 2D 102, công cụ giải mã entropy 104 và bộ nhớ thứ tự quét 106.

Công cụ giải mã entropy 104 giải mã video được mã hóa được truyền cho bộ giải mã video 30 hoặc được lấy ra bởi bộ giải mã video 30 từ thiết bị lưu trữ. Ví dụ, công cụ giải mã entropy 104 có thể áp dụng quy trình giải mã entropy, ví dụ như, CAVLC, CABAC hoặc các quy trình khác, cho dòng bit mang video được mã hóa để phục hồi vector 1D gồm các hệ số biến đổi. Ngoài dữ liệu hệ số biến đổi còn lại, công cụ giải mã entropy 104 có thể áp dụng giải mã entropy để tái tạo dữ liệu vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác nhau hữu ích trong quy trình giải mã video mã hóa trong dòng bit. Công cụ giải mã entropy 104 có thể xác định quy trình giải mã entropy nào, ví dụ như, CAVLC, CABAC hoặc các quy trình khác, để lựa chọn dựa trên tín hiệu trong dòng bit video mã hóa hoặc bằng cách suy luận quy trình thích hợp từ thông tin khác trong dòng bit.

Theo các kỹ thuật của sáng chế, công cụ giải mã entropy 104 có thể giải mã entropy video mã hóa sử dụng CABAC theo hai vùng ngữ cảnh khác nhau. Đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100 có thể cung cấp nguồn gốc ngữ cảnh cho công cụ giải mã entropy 104. Theo các ví dụ của sáng chế, nguồn gốc ngữ cảnh cho vùng ngữ cảnh thứ nhất phụ thuộc vào vị trí của các hệ số biến đổi trong khi nguồn gốc ngữ cảnh cho vùng thứ hai phụ thuộc vào các hệ số nhân quả lân cận của các hệ số biến đổi. Theo một 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.

Đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100 cũng có thể xác định thứ tự quét và/hoặc chỉ báo của thứ tự quét, dựa trên tín hiệu trong dòng bit video được mã hóa. Ví dụ, đơn vị giải mã entropy 70 có thể nhận các phần tử cú pháp báo hiệu rõ ràng thứ tự quét. Ngoài ra, mặc dù tín hiệu trong dòng bit video được mã hóa được mô tả để minh họa, thứ tự quét có thể nhận được nhận bởi đơn vị giải mã entropy 70 là dữ liệu ngoài băng trong thông tin phụ. Ngoài ra, trong một số ví dụ, có thể để đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100 suy ra thứ tự quét mà không cần báo hiệu. Thứ tự quét có thể dựa trên chế độ dự đoán, kích thước khối, phép biến đổi, hoặc các đặc điểm khác của video được mã hóa. Giống như 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.

Đơn vị quét 1D thành 2D 102 nhận thứ tự quét từ đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100 và áp dụng thứ tự quét này, hoặc trực tiếp hoặc theo cách ngược lại, để điều khiển việc quét các hệ số. Theo các kỹ thuật của sáng chế, cùng thứ tự quét có thể được sử dụng cho cả việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và việc quét mức hệ số. Theo một khía cạnh khác, việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa có thể theo hướng ngược. Theo một khía cạnh khác, việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và việc quét mức hệ số có thể theo hướng ngược.

Theo một khía cạnh khác, đơn vị quét 1D thành 2D 102 có thể quét ma trận một chiều gồm các hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập con hệ số biến đổi, lập mã giá trị có nghĩa của hệ số biến đổi trong mỗi tập con, và lập mã mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con. Theo một khía cạnh khác, việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số được thực hiện trong các lần quét liên tiếp theo cùng thứ tự quét. Theo một khía cạnh, thứ tự quét là thứ tự quét ngược. Việc quét liên tiếp có thể bao gồm một số lần quét mà lần quét thứ nhất là quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa, lần quét thứ hai là quét bin 1 của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, lần quét thứ ba là quét các bin còn lại của mức hệ số biến đổi, và lần quét thứ tư là quét dấu của mức hệ số biến đổi.

Về phía bộ mã hóa, việc 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 ma trận một chiều gồm các hệ số biến đổi. Về phía bộ giải mã, việc lập mã các hệ số biến đổi có thể bao gồm việc giải mã

các hệ số biến đổi theo thứ tự quét để tái tạo mảng hai chiều các hệ số biến đổi trong khối biến đổi.

Cần lưu ý rằng, mặc dù được thể hiện là các đơn vị chức năng riêng biệt để dễ minh họa, các cấu trúc và chức năng của đơn vị lựa chọn thứ tự quét và ngữ cảnh 100, đơn vị quét 1D thành 2D 102, công cụ giải mã entropy 104 và bộ nhớ thứ tự quét 106 có thể được tích hợp cao với nhau.

Fig.22 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số với thứ tự quét hài hòa. Ở đây, đề xuất phương pháp lập mã các hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Phương pháp này có thể được thực hiện bởi bộ lập mã video, chẳng hạn 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 (bước 120). Thứ tự quét có thể được lựa chọn dựa trên chế độ dự đoán, kích thước khối, phép biến đổi, hoặc đặc điểm video khác. Ngoài ra, thứ tự quét có thể là thứ tự quét mặc định. Thứ tự quét xác định cả mẫu quét lẫn hướng quét. Theo một ví dụ, hướng quét là hướng quét ngược xuất phát từ hệ số tần số cao hơn trong các hệ số biến đổi đến hệ số tần số thấp hơn trong các hệ số biến đổi. Mẫu quét có thể bao gồm một trong số các mẫu zig-zag, mẫu theo đường chéo, mẫu theo chiều ngang hoặc mẫu theo chiều dọc.

Bộ lập mã video có thể còn được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ rõ các hệ số có ý nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét (bước 122) và xác định ngữ cảnh cho việc lập mã mức của hệ số có ý nghĩa cho các tập con chứa các hệ số có ý nghĩa, trong đó mỗi trong số các tập con bao gồm một hoặc nhiều hệ số có ý nghĩa được quét theo thứ tự quét (bước 124). Bộ lập mã video cũng lập mã thông tin chỉ rõ mức của các hệ số biến đổi theo thứ tự quét (bước 126). Tập con có thể có kích thước khác nhau. Cần lưu ý rằng các bước 122, 124 và 126 có thể được xen kẽ, do việc xác định ngữ cảnh cho thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận được lập mã trước đó.

Fig.23 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác cho việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số và nguồn gốc ngữ cảnh CABAC. Phương pháp trên Fig.23 hơi khác với những gì được thể hiện trên Fig.22, do ngữ cảnh của các khối có

kích thước khác nhau có thể sử dụng cùng tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh. Theo một ví dụ, bộ lập mã video có thể tạo ra ngữ cảnh thứ nhất cho khối thứ nhất chứa các hệ số biến đổi, khối thứ nhất này có kích thước thứ nhất, theo tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh, và tạo ra ngữ cảnh thứ hai cho khối thứ hai chứa các hệ số biến đổi, khối thứ hai có kích thước thứ hai khác, theo cùng tiêu chí nguồn gốc ngữ cảnh như khối thứ nhất (bước 123). Giống như Fig.22, các bước 122, 123 và 126 có thể được xen kẽ, do việc xác định ngữ cảnh cho thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận được lập mã trước đó.

Fig.24 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác cho việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số và nguồn gốc ngữ cảnh CABAC. Phương pháp trên Fig.24 hơi khác với những gì thể hiện trên Fig.22, do ngữ cảnh cho các tập con được xác định dựa trên sự hiện diện của hệ số DC trong các tập con này. Theo một ví dụ, bộ lập mã video có thể xác định các tập ngữ cảnh khác nhau của các tập con hệ số dựa vào việc các tập con tương ứng có chứa hệ số DC của các hệ số biến đổi hay không (bước 125). Giống như Fig.22, các bước 122, 125 và 126 có thể được xen kẽ, do việc xác định ngữ cảnh của thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận được lập mã trước đó.

Fig.25 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ khác cho việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số và nguồn gốc ngữ cảnh CABAC. Phương pháp trên Fig.25 hơi khác với những gì thể hiện trên Fig.22, do ngữ cảnh được xác định dựa trên số có trọng số của các hệ số có ý nghĩa trong các tập con khác trước đó. Theo một ví dụ, bộ lập mã video có thể xác định các tập ngữ cảnh khác nhau cho các tập con chứa các hệ số dựa trên một số hệ số có ý nghĩa trong tập con ngay trước đó chứa các hệ số và một số có trọng số của các hệ số có ý nghĩa trong tập con trước đó khác của các hệ số (bước 127). Giống như Fig.22, các bước 122, 127 và 126 có thể được xen kẽ, do việc xác định ngữ cảnh của thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận được lập mã trước đó.

Fig.26 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ cho việc lập mã ánh xạ hệ số có ý nghĩa sử dụng hướng quét ngược. Sáng chế đề xuất phương pháp lập mã hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Phương pháp này có thể được thực hiện bởi bộ lập mã video, chẳng hạn 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 với hướng ngược (bước 140) và để xác định ngữ cảnh cho việc lập mã CABAC của thông tin chỉ rõ một trong số các hệ số có ý nghĩa hiện hành dựa trên hệ số có ý nghĩa được lập mã trước đó trong hướng quét ngược (142). Bộ lập mã video còn có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ rõ các hệ số biến đổi có ý nghĩa theo hướng quét ngược để tạo thành ánh xạ hệ số có ý nghĩa (bước 146).

Theo một ví dụ, quét có mẫu theo đường chéo và các hệ số có ý nghĩa được lập mã trước đó nằm tại các vị trí bên phải của dòng quét trên đó có một hệ số có ý nghĩa hiện hành. Theo một ví dụ khác, quy trình quét có mẫu theo chiều ngang và các hệ số có ý nghĩa được lập mã trước đó nằm tại các vị trí bên dưới dòng quét mà trên đó có một trong số các hệ số có ý nghĩa hiện hành. Theo một ví dụ khác, quy trình quét có mẫu theo chiều dọc và các hệ số có ý nghĩa được lập mã trước đó nằm tại vị trí bên phải của dòng quét mà trên đó có một trong số các hệ số có ý nghĩa hiện hành.

Bộ lập mã video còn có thể được tạo cấu hình để lập mã thông tin chỉ ra mức của các hệ số biến đổi có ý nghĩa (bước 148). Bước lập mã thông tin chỉ rõ mức của các hệ số biến đổi có ý nghĩa có thể được tiến hành theo hướng quét ngược từ hệ số tần số cao hơn trong khối hệ số biến đổi đến hệ số tần số thấp hơn trong khối chứa các hệ số biến đổi. Giống như Fig.22, các bước 142, 146 và 148 có thể được xen kẽ, do việc xác định ngữ cảnh của thông tin mức phụ thuộc vào các hệ số lân cận được lập mã trước đó.

Fig.27 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ cho việc quét ánh xạ hệ số có ý nghĩa và quét mức hệ số theo các tập con hệ số biến đổi. Sáng chế đề xuất phương pháp lập mã hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Phương pháp này có thể được thực hiện bởi bộ lập mã video, chẳng hạn 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 các hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập con hệ số biến đổi (bước 160), lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con (bước 162), và lập mã mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con (bước 164). Theo một ví dụ, việc sắp xếp khối các hệ số biến đổi có thể bao gồm việc sắp xếp khối các hệ số biến đổi thành tập các hệ số biến đổi tương ứng với toàn bộ một đơn vị biến đổi. Theo một ví dụ khác, việc sắp xếp khối các hệ số biến đổi có thể bao gồm việc sắp

xếp khối các hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập con hệ số biến đổi dựa trên thứ tự quét.

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

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

Việc lập mã mức hệ số (bước 164) trong mỗi tập con bao gồm ít nhất lần quét thứ hai trên các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng. Lần quét thứ hai có thể bao gồm việc lập mã bin 1 của các mức hệ số biến đổi trong tập con trong lần quét thứ hai trên các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng (bước 172), lập mã các bin còn lại của các mức hệ số biến đổi theo tập con trong lần quét thứ ba trên các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng (174), và lập mã dấu mức hệ số biến đổi trong tập con trong lần quét thứ tư trên các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng (176).

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

Fig.30 là lưu đồ minh họa một ví dụ cho quy trình lập mã entropy sử dụng nhiều vùng. Sáng chế đề xuất phương pháp lập mã hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã video. Phương pháp này có thể được thực hiện bởi bộ lập mã video, chẳng hạn 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 rõ các hệ số có ý nghĩa cho các hệ số biến đổi theo thứ tự quét (bước 180), chia thông tin được lập mã thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai (182), lập mã entropy thông tin lập mã trong

vùng thứ nhất theo tập thứ nhất các ngữ cảnh sử dụng CABAC (bước 184), và lập mã entropy thông tin lập mã trong vùng thứ hai theo tập ngữ cảnh thứ hai sử dụng CABAC (bước 186). Theo một ví dụ, thứ tự quét có hướng ngược và mẫu quét theo đường chéo. Phương pháp này cũng có thể được áp dụng cho hơn hai vùng, trong đó mỗi vùng có một tập ngữ cảnh.

Vùng thứ nhất và vùng thứ hai có thể được chia theo nhiều cách. Theo một ví dụ, vùng thứ nhất có chứa ít nhất là thành phần DC của các các hệ số biến đổi, và vùng thứ hai chứa các hệ số biến đổi còn lại không thuộc vùng thứ nhất.

Theo một ví dụ khác, vùng thứ nhất có 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 thẳng đứng 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 ở trong vùng thứ nhất.

Theo một ví dụ khác, vùng thứ nhất có 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 thẳng đứng của các hệ số biến đổi, và T là ngưỡng. Vùng thứ hai chứa các hệ số biến đổi còn lại không có trong vùng thứ nhất.

Theo một ví dụ khác, vùng thứ nhất chứa hệ số DC, vùng thứ hai chứa tất cả các hệ số biến đổi (không bao gồm hệ số DC) 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 thẳng đứng của hệ số biến đổi, và T là ngưỡng, và vùng thứ ba chứa các hệ số biến đổi còn lại không có trong vùng thứ nhất hoặc vùng thứ hai. Theo một ví dụ khác, vùng thứ hai và vùng thứ ba mô tả ở trên có thể sử dụng cùng một phương pháp để tạo ra ngữ cảnh, nhưng các tập ngữ cảnh khác nhau cho từng vùng được sử dụng.

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

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

Nhìn chung, ngữ cảnh thứ nhất cho mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ nhất dựa trên vị trí của mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ nhất thứ, trong khi ngữ cảnh thứ hai cho mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ hai dựa trên thông tin lập mã của các hệ số nhân quả lân cận của mỗi hệ số biến đổi. Trong một số ví dụ, ngữ cảnh thứ hai còn dựa trên vị trí của mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ hai. Theo một ví dụ khác, ngữ cảnh thứ hai cho mỗi hệ số biến đổi trong vùng thứ hai dựa trên thông tin lập mã của năm hệ số nhân quả lân cận của mỗi hệ số biến đổi.

Theo một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng được mô tả 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 đơn vị xử lý dựa trên phần cứng, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý mà thực thi 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 bằng đơn vị xử lý dựa trên phần cứng. Phương tiện đọc được bằng máy tính có thể là các phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính, tương ứng với phương tiện lưu trữ bất biến, hữu hình như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông có phương tiện bất kỳ để tạo điều kiện truyền chương trình máy tính từ nơi này đến nơi khác, ví dụ, theo giao thức truyền thông. Theo cách này, phương tiện đọc được bằng máy tính thông thường có thể tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ hữu hình đọc được bằng máy tính thuộc loại không khả biến hoặc (2) phương tiện truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là mọi phương tiện có sẵn có thể truy nhập được bằng một hoặc nhiều máy tính hay một hoặc nhiều bộ xử lý để tìm kiếm các lệnh, mã và/hoặc cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật nêu trong sáng chế. Sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính.

Ví dụ, và không giới hạn, các phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính như vậy có thể bao gồm RAM, ROM, EEPROM, bộ nhớ Flash, CD-ROM hoặc các phương tiện lưu trữ dữ liệu dạng rắn, dạng quang hoặc dạng từ bất kỳ, bao gồm các ổ đĩa quang, ổ đĩa từ hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, hoặc bất kỳ phương tiện khác mà có thể được sử dụng để lưu trữ mã chương trình mong muốn ở dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và có thể được truy cập bằng máy tính. Ngoài ra, mọi

dạng kết nối được gọi theo cách thích hợp là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu các lệnh được truyền từ website, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp xoắn đôi, đường thuê bao số (Digital Subscriber Line - DSL), hoặc sử dụng công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba, thì cáp đồng trục, cáp quang sợi, cáp xoắn đôi, DSL, hoặc công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và vi ba đó cũng nằm trong định nghĩa về phương tiện. Tuy nhiên, cần hiểu rằng phương tiện lưu trữ hữu hình đọc được bằng máy tính và các phương tiện lưu trữ dữ liệu không bao gồm các kết nối, các sóng mang, các tín hiệu, hoặc các phương tiện chuyển tiếp khác, mà thay vào đó là hướng đến các phương tiện lưu trữ hữu hình, không chuyển tiếp. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa nén (Compact Disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa kỹ thuật số đa năng (Digital Versatile Disc - DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó các đĩa từ thường sao chép dữ liệu theo cách từ tính, trong khi đó đĩa quang sao chép dữ liệu theo cách quang học bằng các tia laze. Kết hợp của cả hai loại này cũng được bao gồm trong phạm vi của phương tiện đọc được bằng máy tính.

Các lệnh có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (digital signal processor - DSP), các bộ vi xử lý đa năng, các mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuits - ASIC), các mảng logic lập trình trường (field programmable logic array - FPGA), hoặc mạch logic rời rạc hoặc tích hợp tương đương khác. Do đó, thuật ngữ “bộ xử lý”, như được sử dụng trong sáng chế, có thể dùng để chỉ mọi cấu trúc nêu trên hoặc mọi cấu trúc khác phù hợp để thực hiện các kỹ thuật nêu trong sáng chế. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, chức năng nêu trong sáng chế có thể được thực hiện bằng modul phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được kết hợp thành một bộ mã hóa-giải mã kết hợp. Đồng thời, các kỹ thuật có thể được thực hiện hoàn toàn trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic.

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện bằng nhiều thiết bị hoặc máy đa dạng khác nhau, bao gồm máy tính để bàn, máy tính xách tay (tức là, laptop), máy tính bảng, thiết bị giải mã tín hiệu truyền hình, thiết bị điện thoại như điện thoại di động thông minh, máy vô tuyến, máy ảnh, các thiết bị hiển thị, thiết bị phát phương

tiện kỹ thuật số, bàn điều khiển trò chơi điện tử, 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 (integrated circuit - IC) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Thiết bị được tạo cấu hình thực hiện các kỹ thuật của sáng chế có thể bao gồm thiết bị bất kỳ trong số các thiết bị được đề cập trên đây và, trong một số trường hợp, có thể là bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video, hoặc bộ mã hóa-giải mã video kết hợp, tức là, bộ CODEC video, thiết bị này có thể được tạo ra bằng sự kết hợp giữa phần cứng, phần mềm và phần sụn. Các thành phần, modul hoặc đơn vị khác nhau có thể được mô tả trong sáng chế để nhấn mạnh các khía cạnh chức năng của các thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật đã bộc lộ, chứ không nhất thiết phải được thực hiện bằng các đơn vị phần cứng khác nhau. Thực ra, như đã nêu trên, các đơn vị khác nhau có thể được kết hợp lại thành một đơn vị phần cứng lập mã-giải mã hoặc được thực hiện bởi một tập hợp gồm các đơn vị phần cứng tương tác với nhau, có một hoặc nhiều bộ xử lý như đã nêu trên, kết hợp với phần mềm và/hoặc phần sụn phù hợp.

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

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp lập mã các hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dư trong quy trình lập mã khối video dự đoán, phương pháp này bao gồm các bước:

sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập con hệ số biến đổi;

lập mã vị trí của hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong mỗi tập con;

lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con theo thứ tự quét, trong đó thứ tự quét bao gồm cả mẫu quét và hướng quét, trong đó hướng quét là hướng quét ngược; và trong đó thứ tự quét bắt đầu tại vị trí của hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong mỗi tập con; và

lập mã các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con theo thứ tự quét với hướng quét ngược.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó quy trình lập mã khối video dự đoán là quy trình giải mã video, trong đó bước lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con bao gồm giải mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con, trong đó bước lập mã các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con bao gồm giải mã các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, và trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

biến đổi ngược khối hệ số biến đổi để tạo ra khối dữ liệu video dư;

thực hiện quy trình dự đoán để tạo ra dữ liệu video dự đoán; và

giải mã khối video dự đoán dựa vào dữ liệu video dự đoán và khối dữ liệu dư.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó quy trình lập mã khối video dự đoán là quy trình mã hóa video, trong đó bước lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con bao gồm mã hóa giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con, trong đó bước lập mã các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con bao gồm mã hóa các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con, và trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

thực hiện quy trình dự đoán đối với khối video dự đoán để tạo ra dữ liệu video dự đoán.

tạo ra khối dữ liệu video dư dựa vào dữ liệu video dự đoán; và

biến đổi khối dữ liệu video dư để tạo ra khối hệ số biến đổi.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước sắp xếp khối hệ số biến đổi bao gồm sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một tập hệ số biến đổi tương ứng với toàn bộ đơn vị biến đổi.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi và lập mã các mức hệ số biến đổi sử dụng kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (context adaptive binary arithmetic coding - CABAC).

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi bao gồm lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ nhất của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng, và trong đó bước lập mã các mức hệ số biến đổi bao gồm lập mã các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở ít nhất là lần quét thứ hai của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi bao gồm lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ nhất của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng, và trong đó bước lập mã các mức hệ số biến đổi bao gồm:

lập mã bin một của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ hai của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

lập mã ít nhất một số bin còn lại của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ ba của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng; và

lập mã dấu của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ tư của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước lập mã dấu của các mức hệ số biến đổi trước khi lập mã các bin còn lại của các mức hệ số biến đổi.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi bao gồm lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ nhất của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng, và trong đó bước lập mã các mức hệ số biến đổi bao gồm:

lập mã bin một của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ hai của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

lập mã bin hai của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ ba của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

lập mã dấu của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ tư của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng; và

lập mã ít nhất một số bin còn lại của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ năm của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng.

10. Thiết bị lập mã các hệ số biến đổi gắn với dữ liệu video dự của khối video dự đoán, thiết bị này bao gồm:

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

bộ lập mã dữ liệu video truyền thông với bộ nhớ và được tạo cấu hình để:

sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập hệ số biến đổi con;

lập mã vị trí của hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong mỗi tập con,

lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con theo thứ tự quét, trong đó thứ tự quét bao gồm cả mẫu quét và hướng quét, trong đó hướng quét là hướng quét ngược; và trong đó thứ tự quét bắt đầu tại vị trí của hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong mỗi tập con; và

lập mã các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con theo thứ tự quét với hướng quét ngược.

11. Thiết bị theo điểm 10, trong đó bộ lập mã video được tạo cấu hình để giải mã khối video dự đoán, và trong đó bộ lập mã video còn được tạo cấu hình để:

biến đổi ngược khối hệ số biến đổi để tạo ra khối dữ liệu video dự;

thực hiện quy trình dự đoán để tạo ra dữ liệu video dự đoán; và

giải mã khối video dự đoán dựa vào dữ liệu video dự đoán và khối dữ liệu dự.

12. Thiết bị theo điểm 10, trong đó bộ lập mã video được tạo cấu hình để mã hóa khối video dự đoán, và trong đó bộ lập mã video còn được tạo cấu hình để:

thực hiện quy trình dự đoán đối với khối video dự đoán để tạo ra dữ liệu video dự đoán.

tạo ra khối dữ liệu video dự dựa vào dữ liệu video dự đoán; và

biến đổi khối dữ liệu video dự để tạo ra khối hệ số biến đổi.

13. Thiết bị theo điểm 10, trong đó bộ lập mã video được tạo cấu hình để sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một tập hệ số biến đổi tương ứng với toàn bộ đơn vị biến đổi.

14. Thiết bị theo điểm 10, trong đó bộ lập mã video được tạo cấu hình để lập mã giá trị có nghĩa và các mức hệ số biến đổi bằng cách sử dụng kỹ thuật mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (CABAC).

15. Thiết bị theo điểm 10, trong đó bộ lập mã video được tạo cấu hình để lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ nhất của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng, và trong đó bộ lập mã video được tạo cấu hình để lập mã các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở ít nhất là lần quét thứ hai của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng.

16. Thiết bị theo điểm 10, trong đó bộ lập mã video được tạo cấu hình để:

lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ nhất của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

lập mã bin một của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ hai của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

lập mã ít nhất một số bin còn lại của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ ba của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng; và

lập mã dấu của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ tư của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng.

17. Thiết bị theo điểm 16, trong đó bộ lập mã video được tạo cấu hình để lập mã đầu của các mức hệ số biến đổi trước khi lập mã các bin còn lại của các mức hệ số biến đổi.

18. Thiết bị theo điểm 10, trong đó bộ lập mã video còn được tạo cấu hình để:

lập mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ nhất của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

lập mã bin một của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ hai của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

lập mã bin hai của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ ba của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

lập mã đầu của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ tư của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng; và

lập mã ít nhất một số bin còn lại của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ năm của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng.

19. 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 gắn với dữ liệu video dư trong quy trình giải mã video thực hiện:

sắp xếp khối hệ số biến đổi thành một hoặc nhiều tập con hệ số biến đổi;

giải mã vị trí của hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong mỗi tập con;

giải mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con theo thứ tự quét, trong đó thứ tự quét bao gồm cả mẫu quét và hướng quét, trong đó hướng quét là hướng quét ngược; và trong đó thứ tự quét bắt đầu tại vị trí của hệ số có ý nghĩa cuối cùng trong mỗi tập con;

giải mã các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con theo thứ tự quét với hướng quét ngược;

biến đổi ngược khối hệ số biến đổi để tạo dữ liệu video dư;

thực hiện quy trình dự đoán để tạo ra dữ liệu video dự đoán; và

giải mã khối dữ liệu dựa vào dữ liệu video dự đoán và dữ liệu video dư.

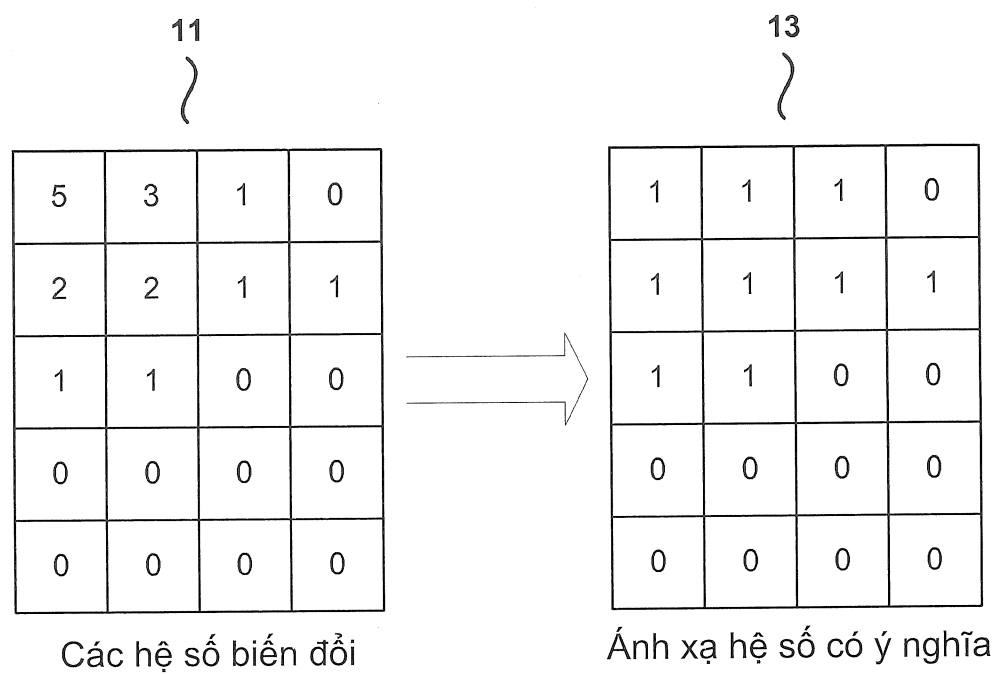
20. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 19, phương tiện này còn bao gồm các lệnh để khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý:

giải mã giá trị có nghĩa của các hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ nhất của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

giải mã bin một của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ hai của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng;

giải mã ít nhất một số bin còn lại của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ ba của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng; và

giải mã ký hiệu của các mức hệ số biến đổi trong mỗi tập con ở lần quét thứ tư của các hệ số biến đổi trong tập con tương ứng.

**FIG. 1**

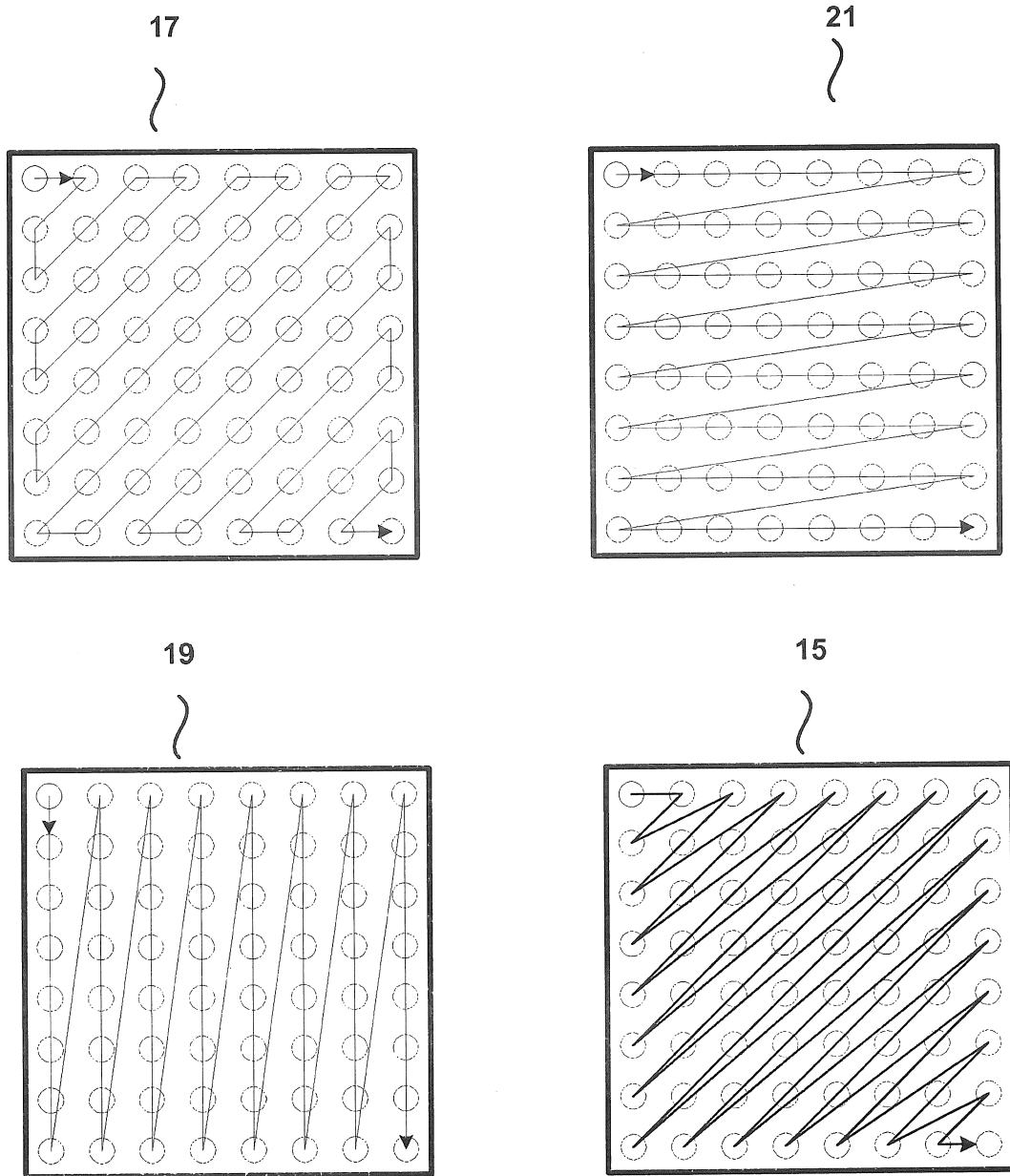


FIG. 2

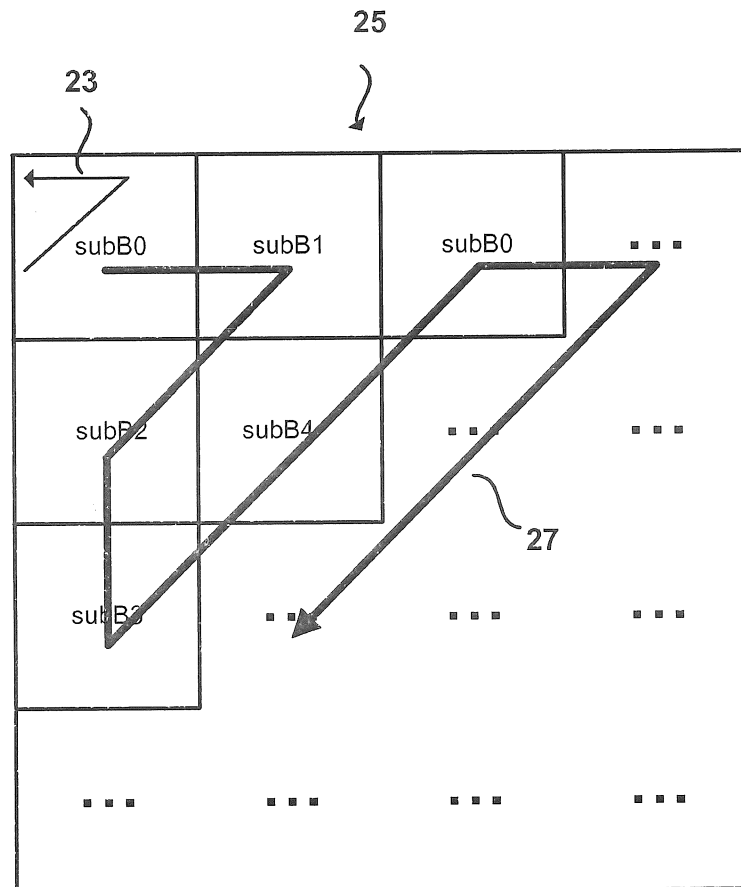


FIG. 3

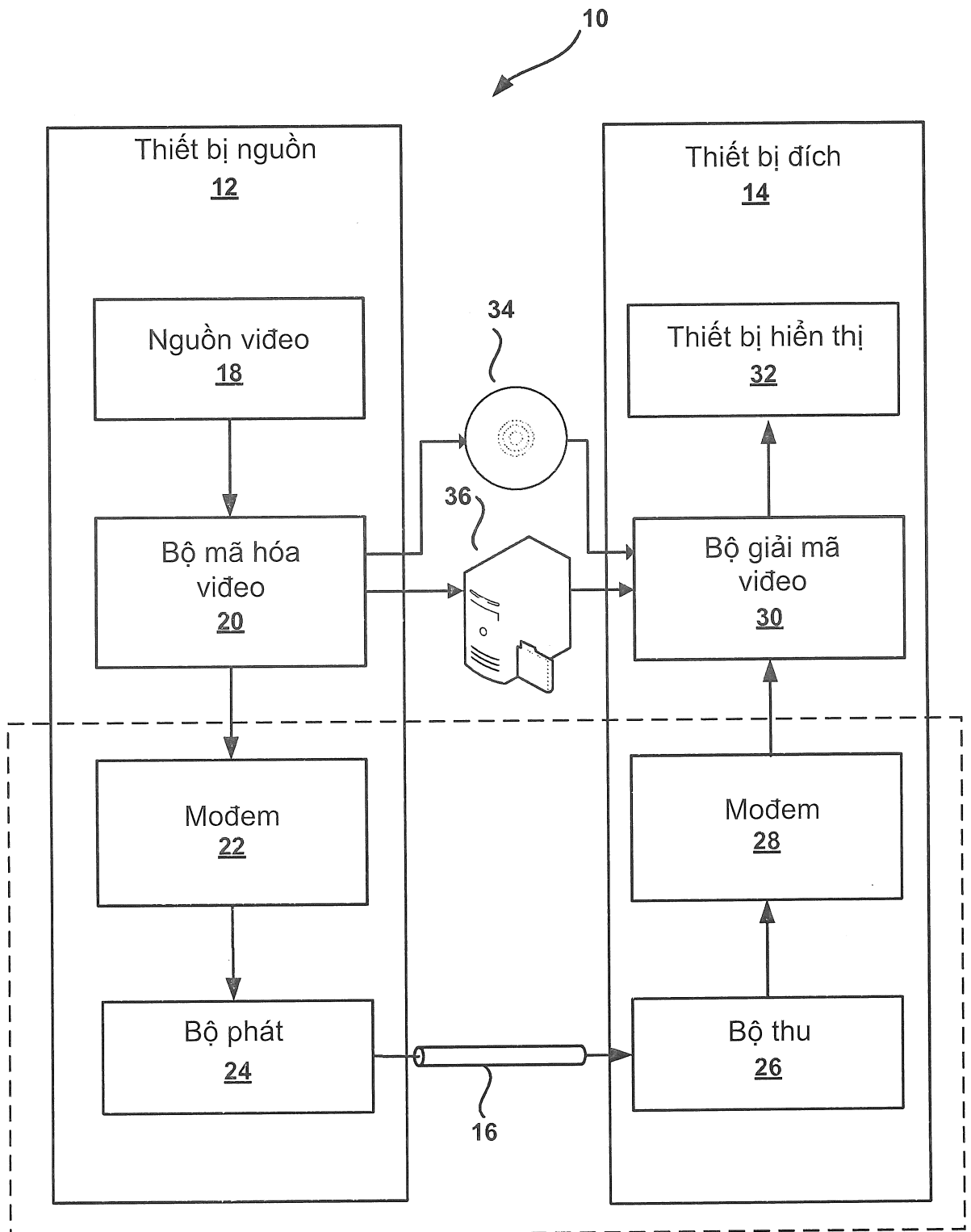


FIG. 4

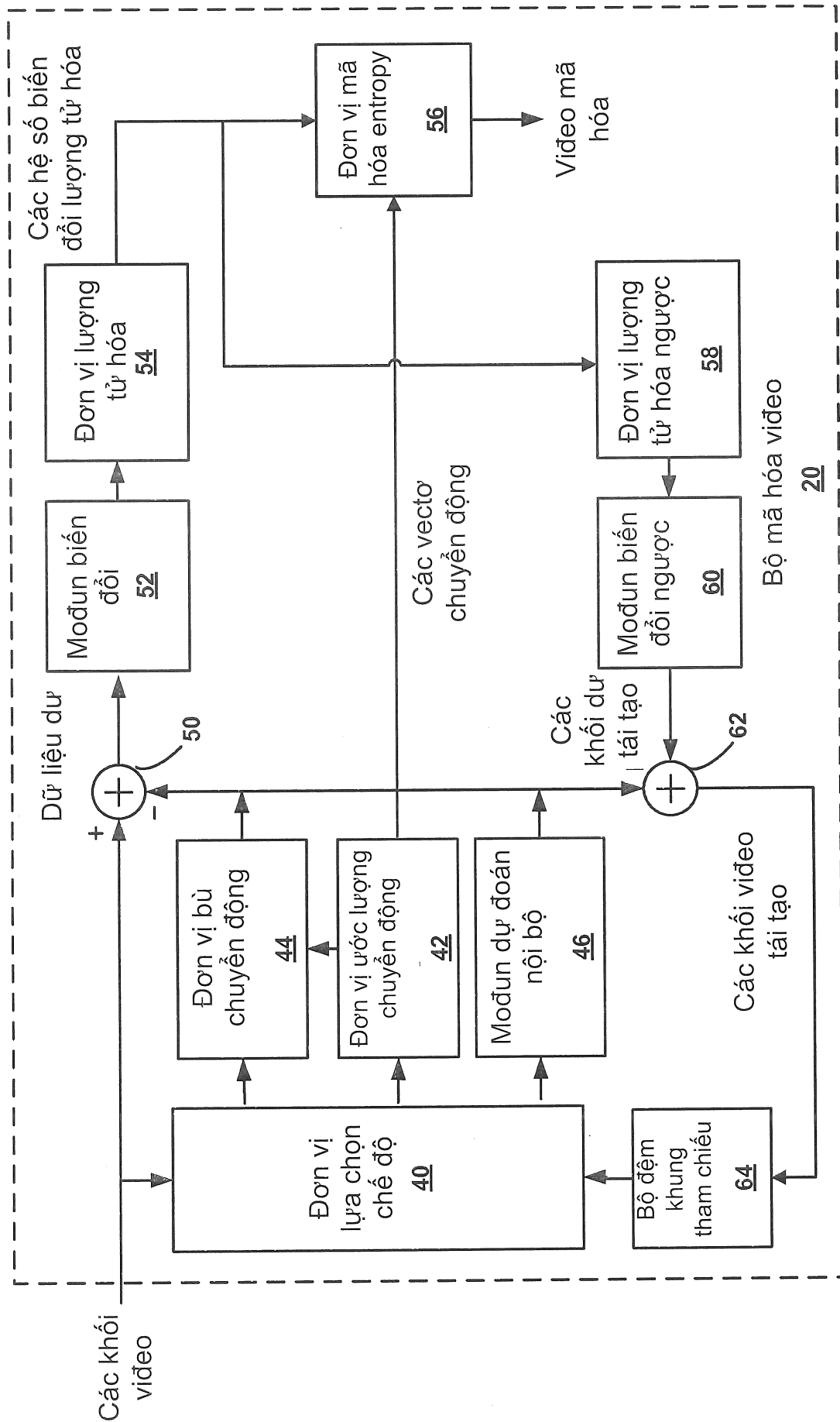


FIG. 5

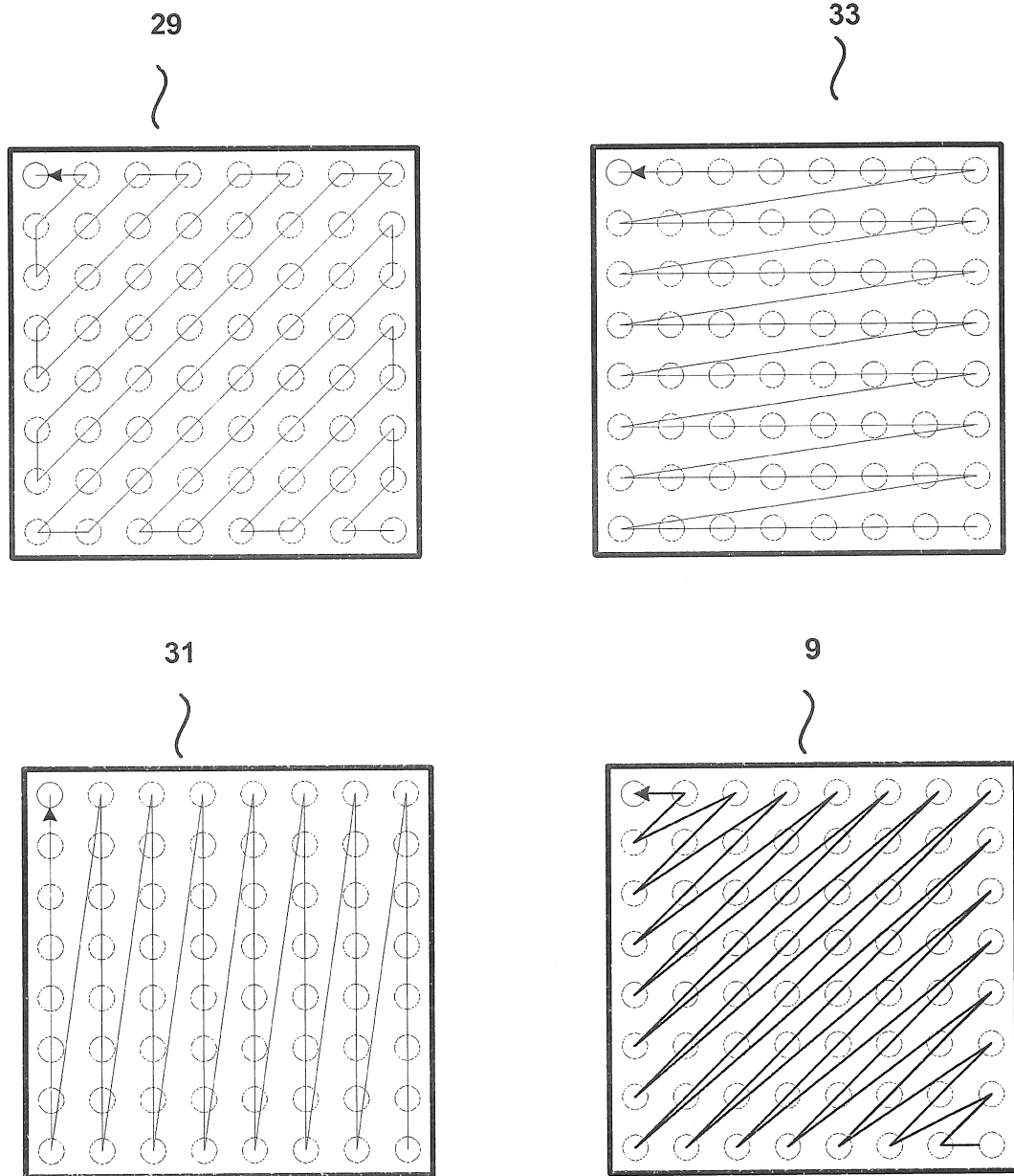


FIG. 6

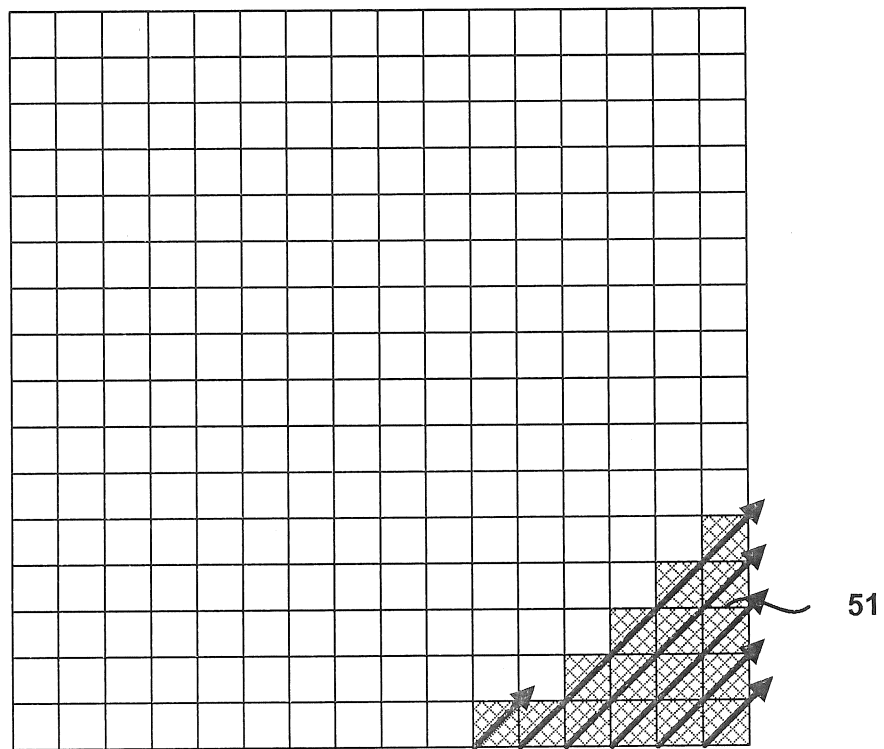


FIG. 7

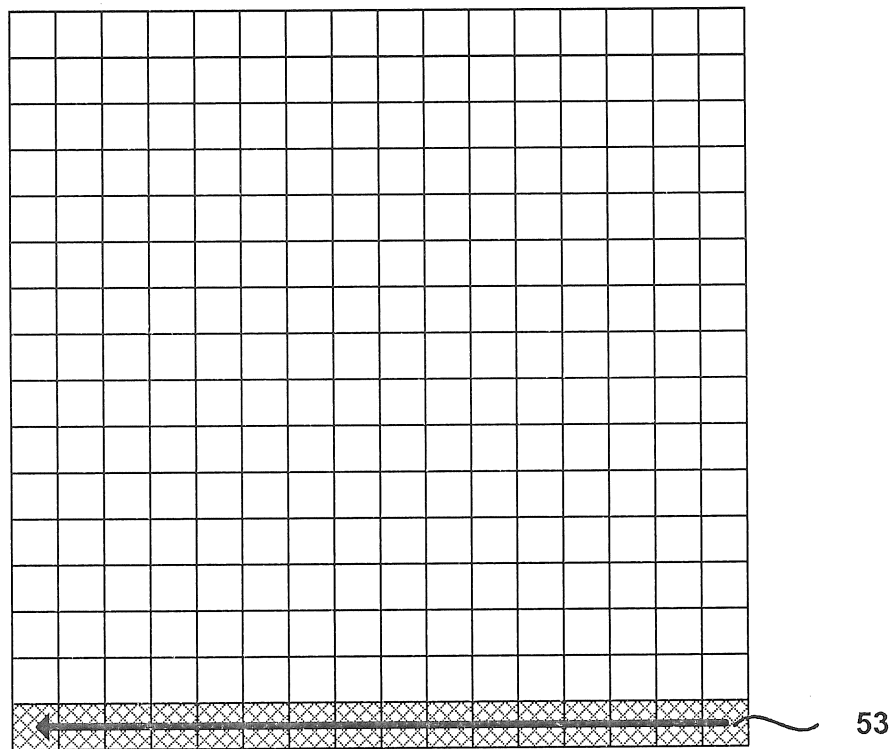


FIG. 8

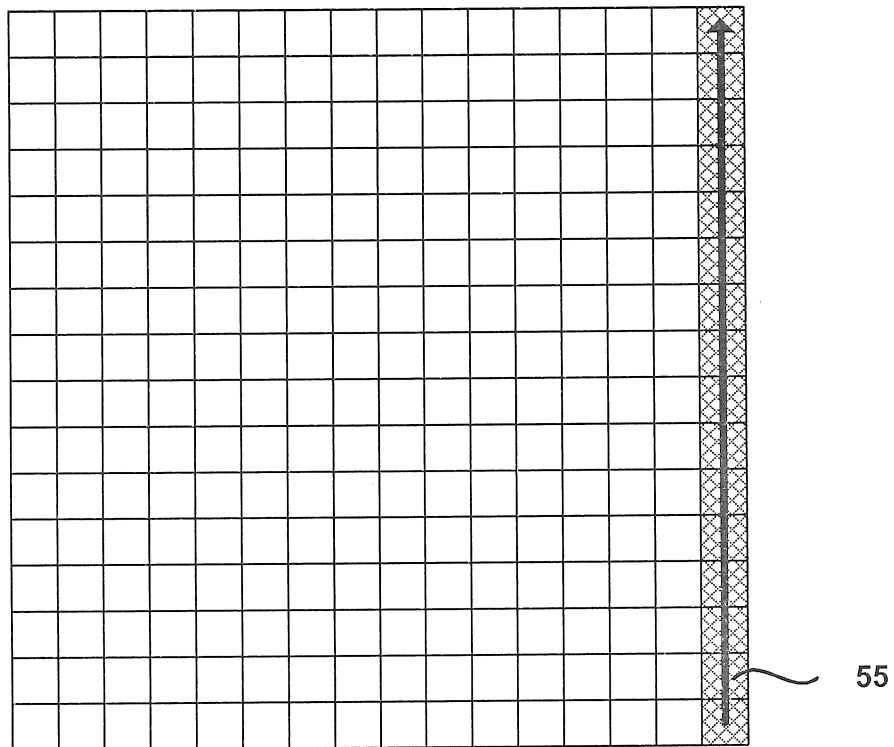


FIG. 9

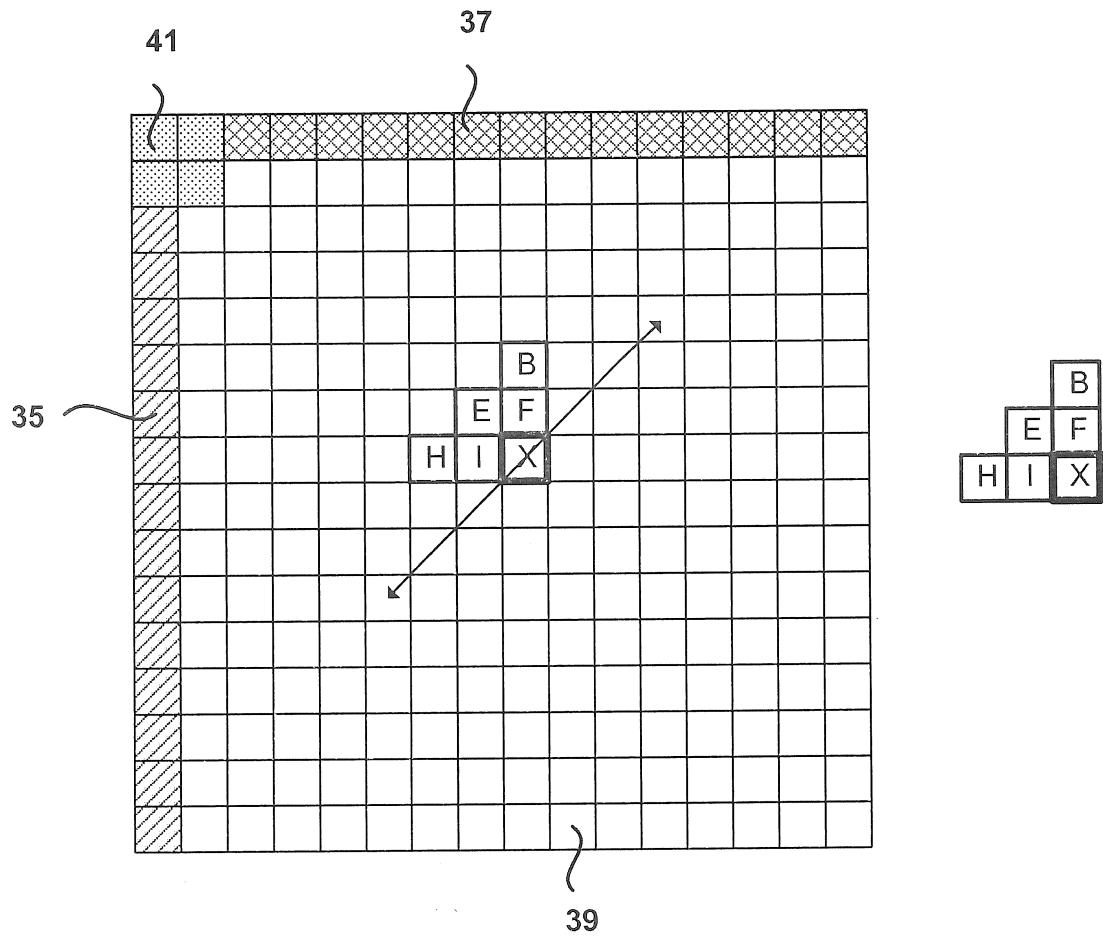


FIG. 10

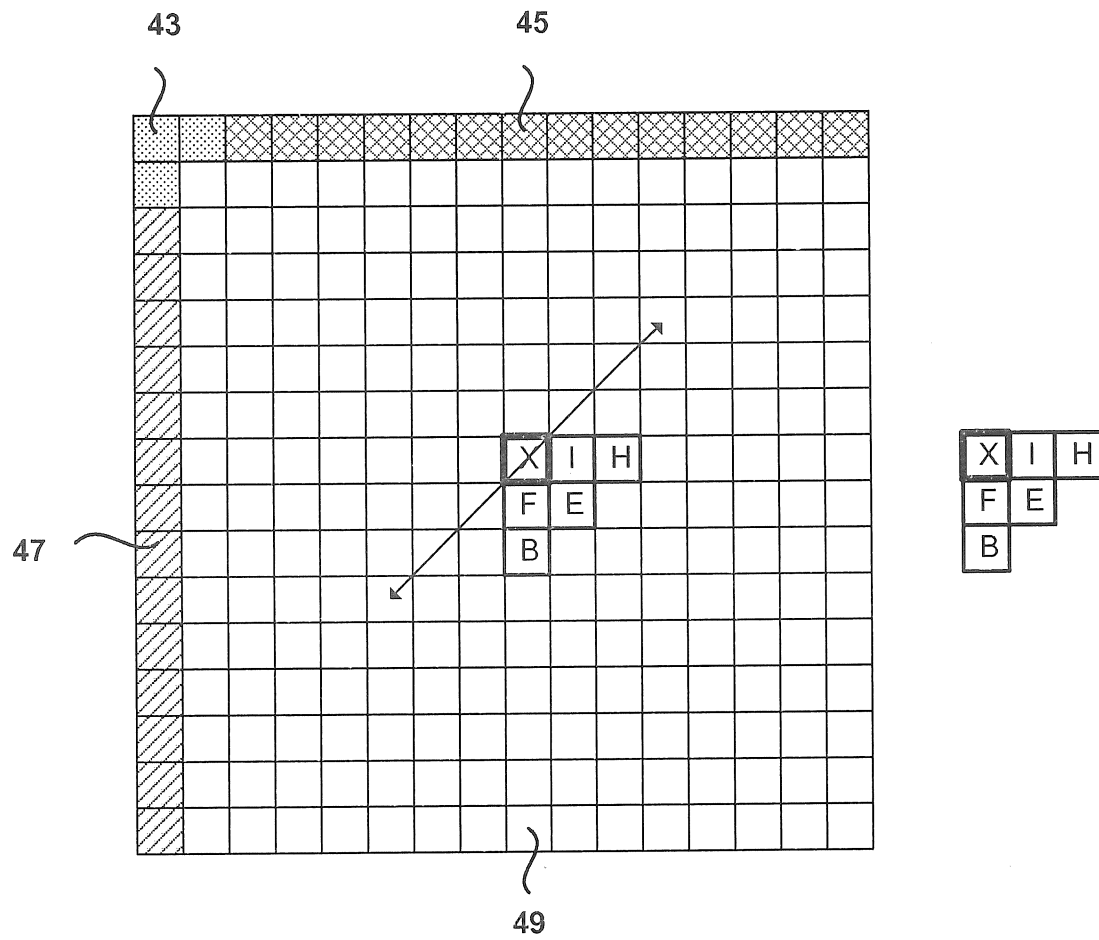


FIG. 11

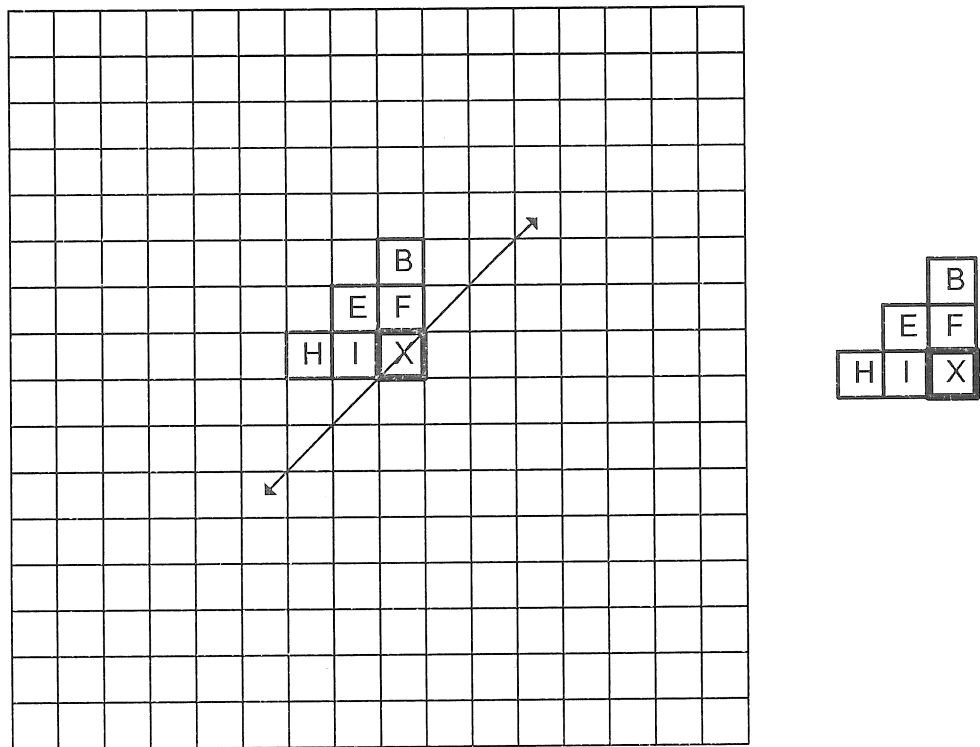


FIG. 12

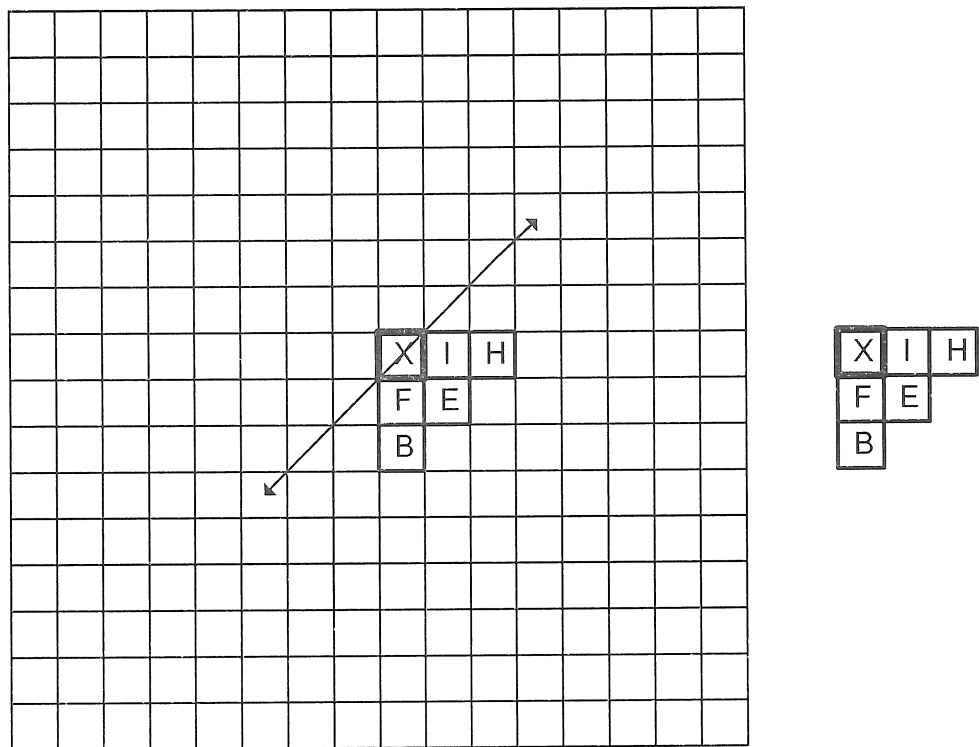


FIG. 13

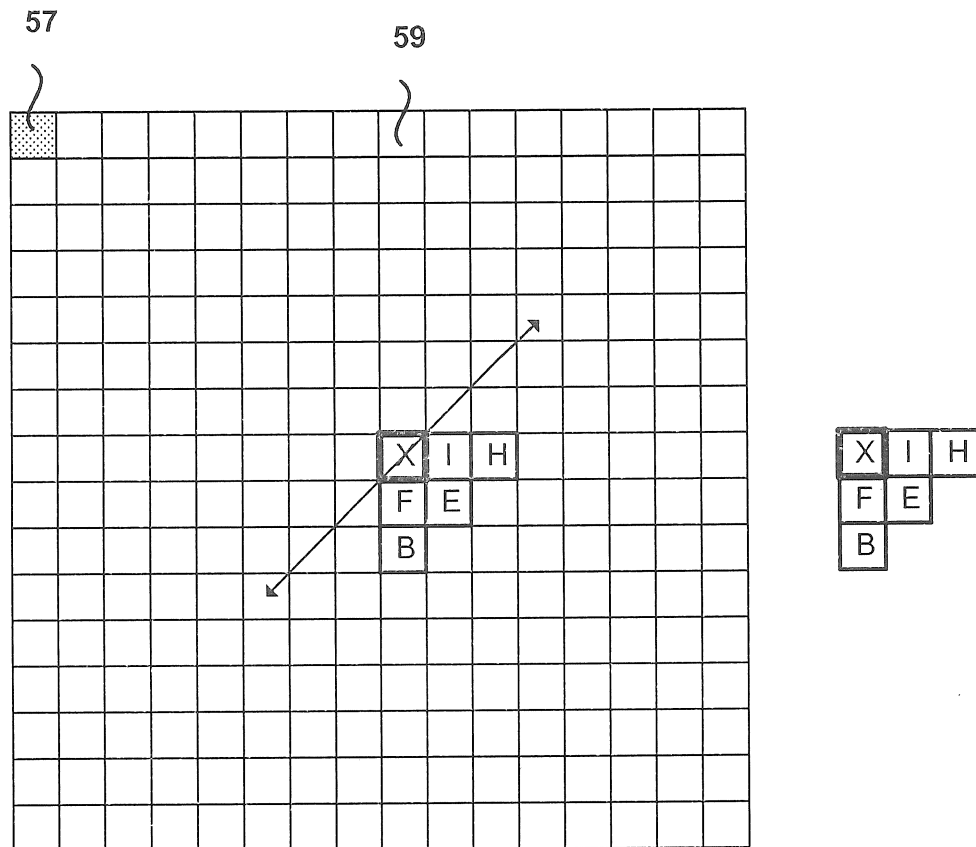


FIG. 14

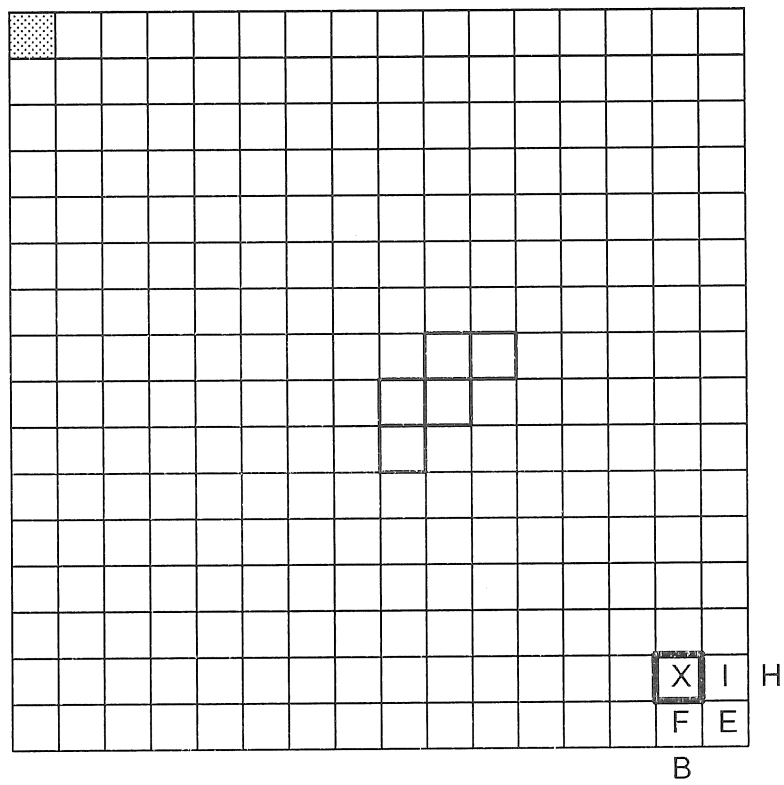


FIG. 15

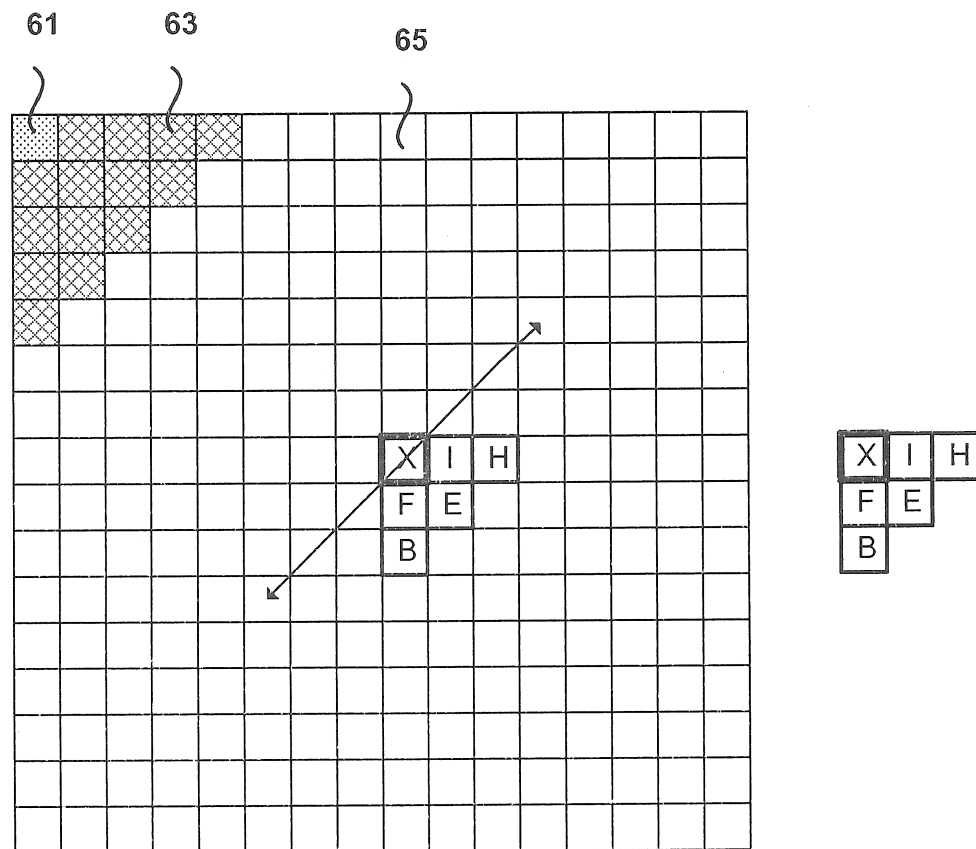


FIG. 16

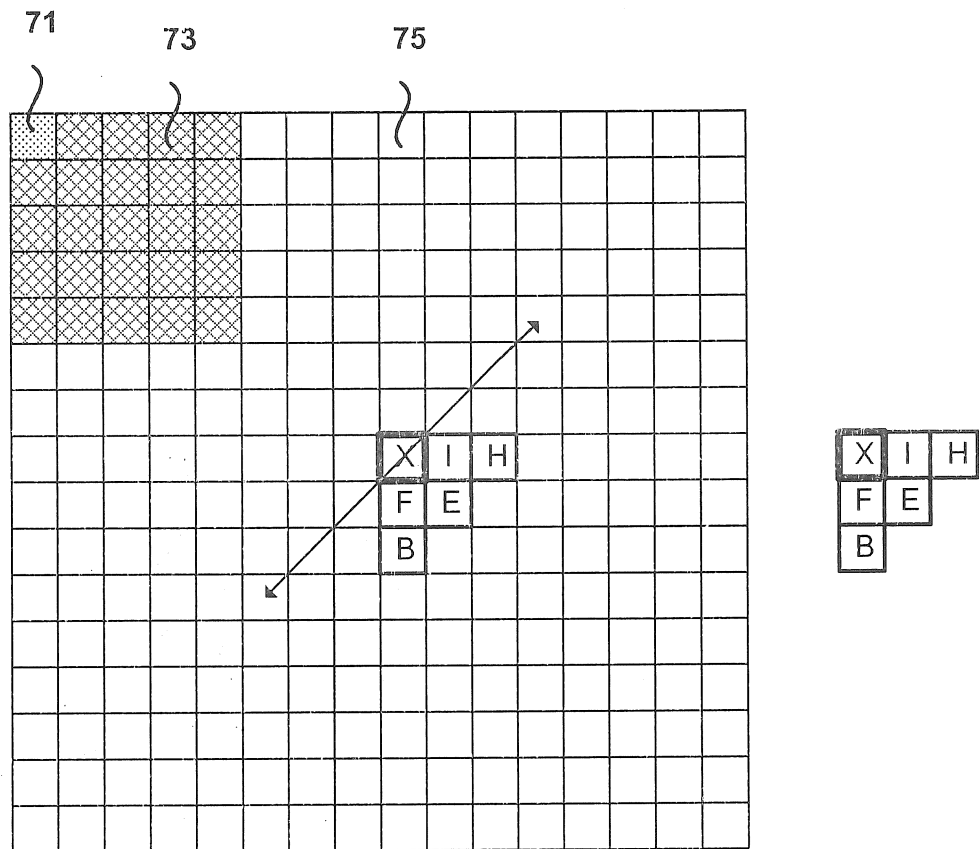


FIG. 17

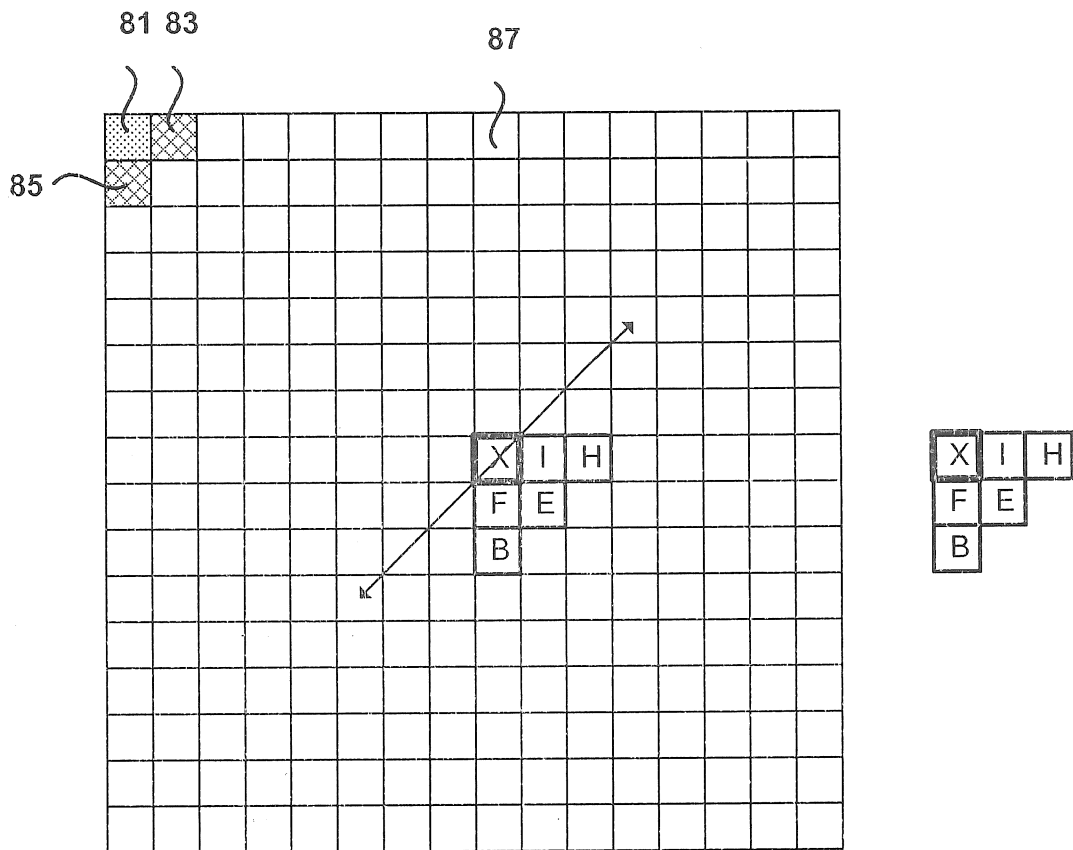


FIG. 18

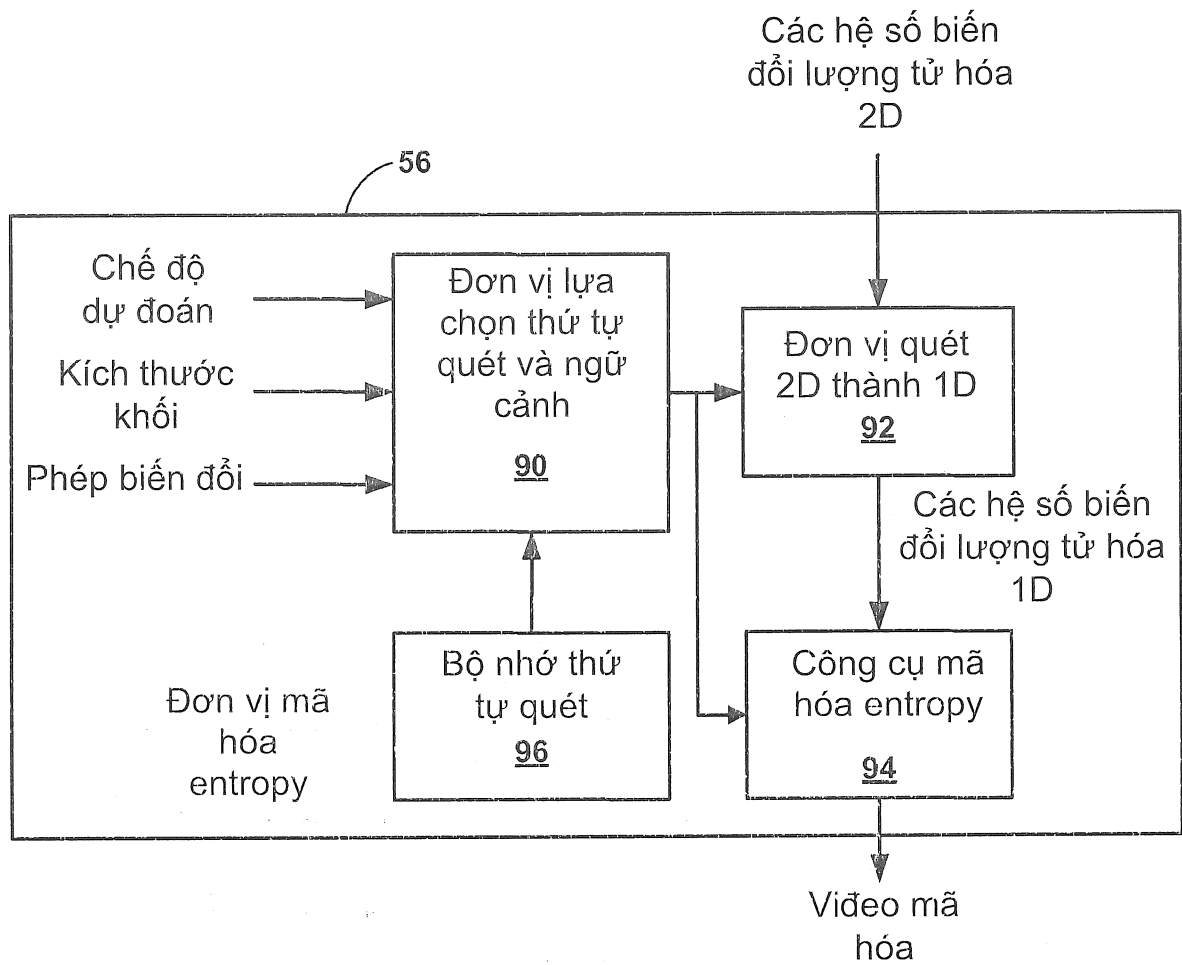


FIG. 19

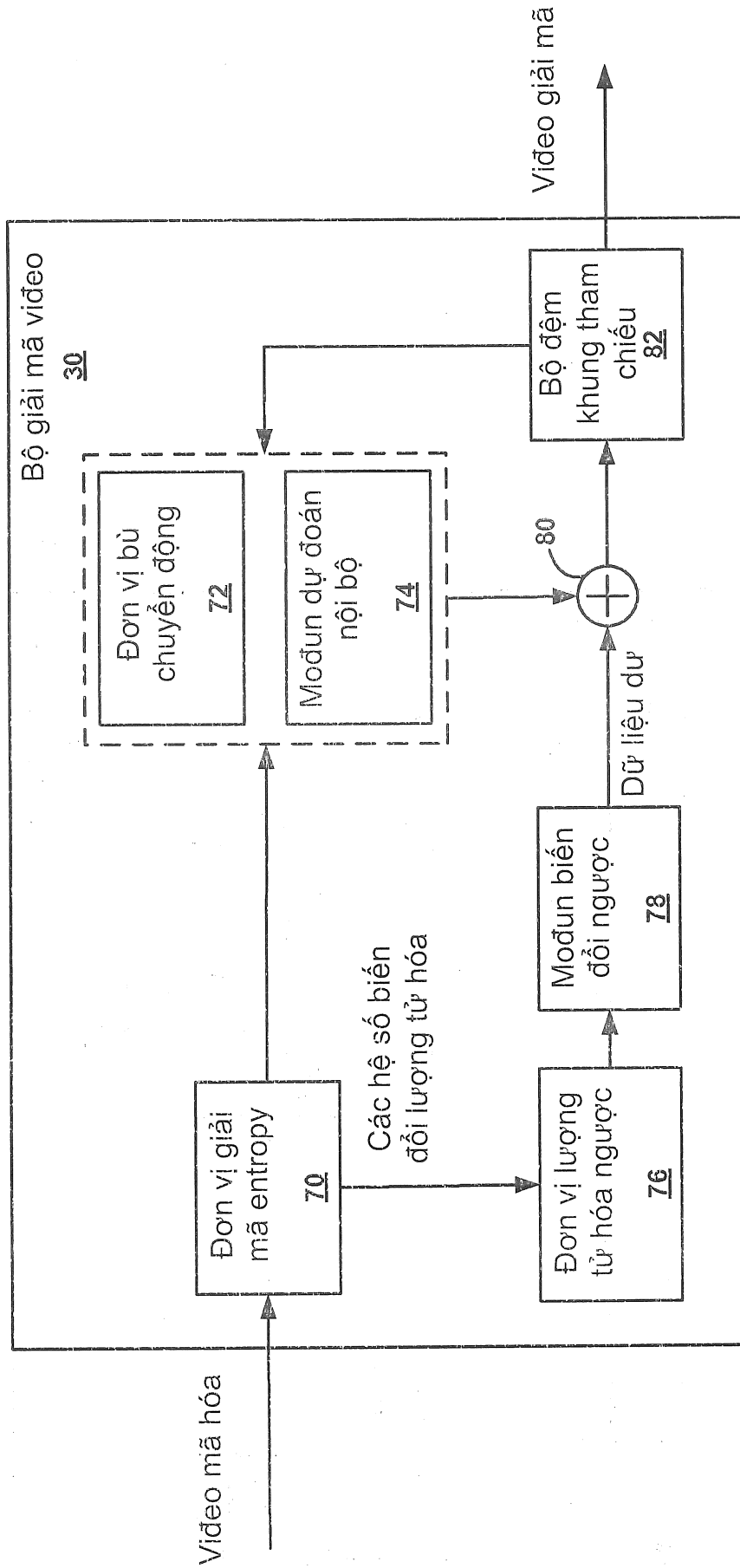


FIG. 20

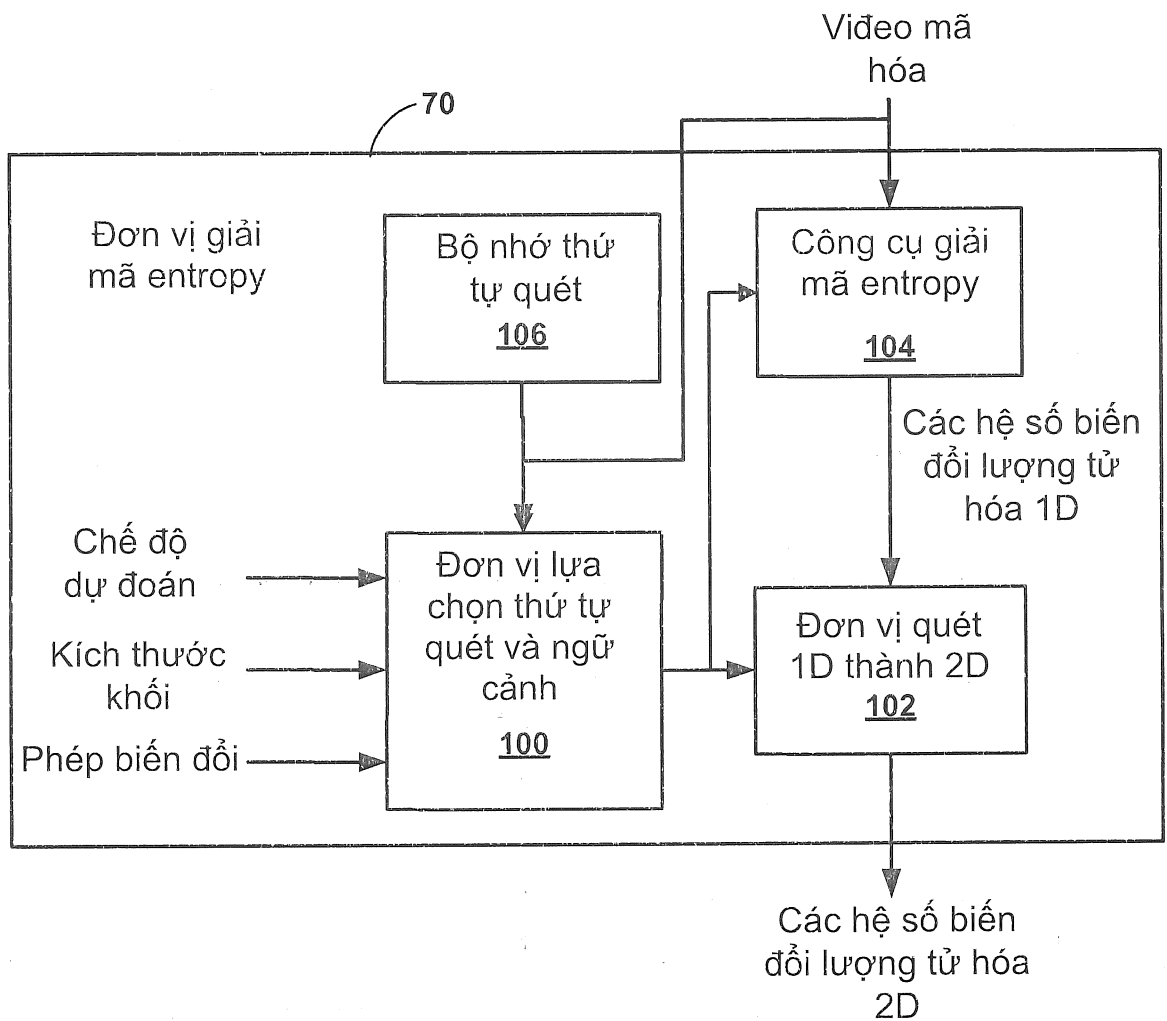


FIG. 21

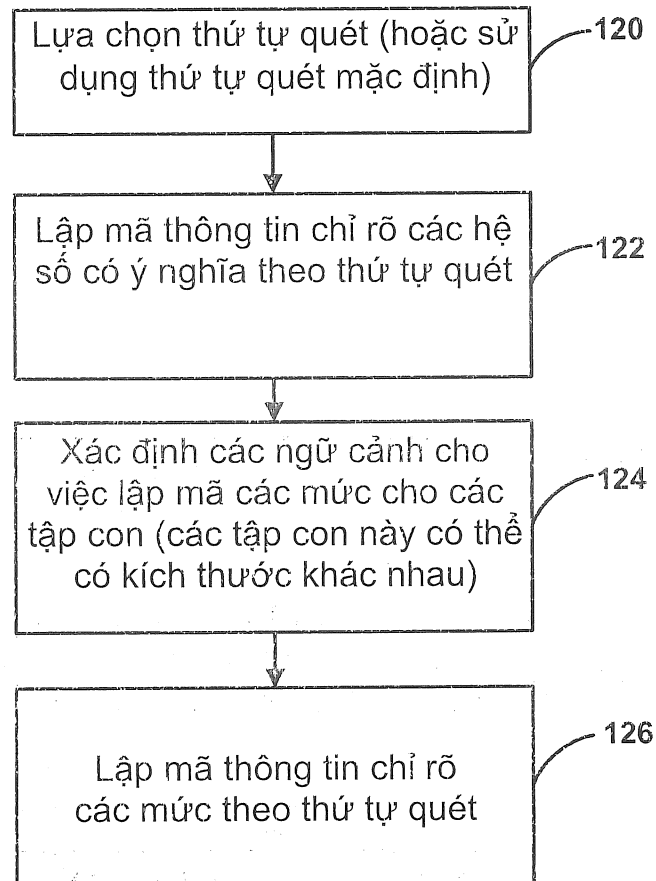


FIG. 22

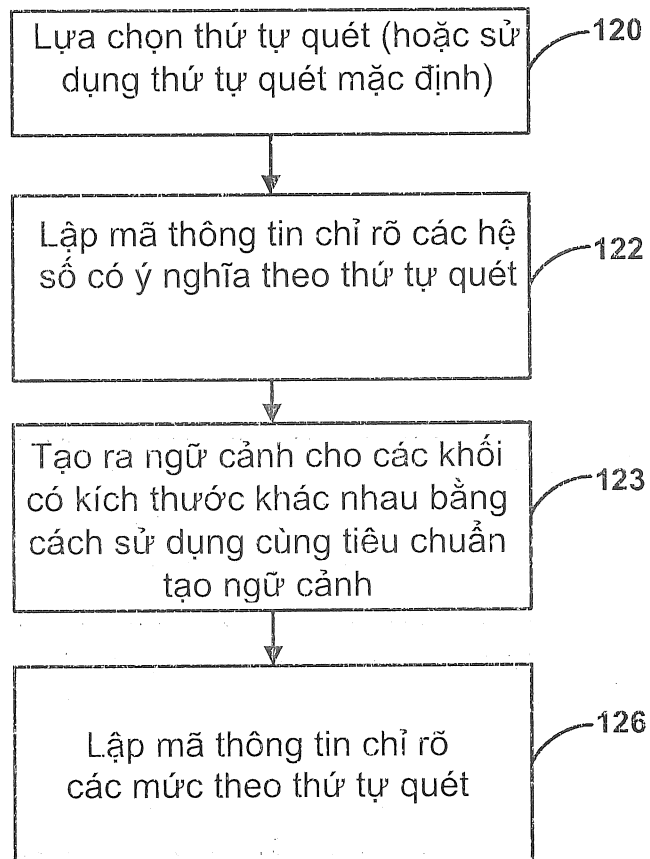


FIG. 23

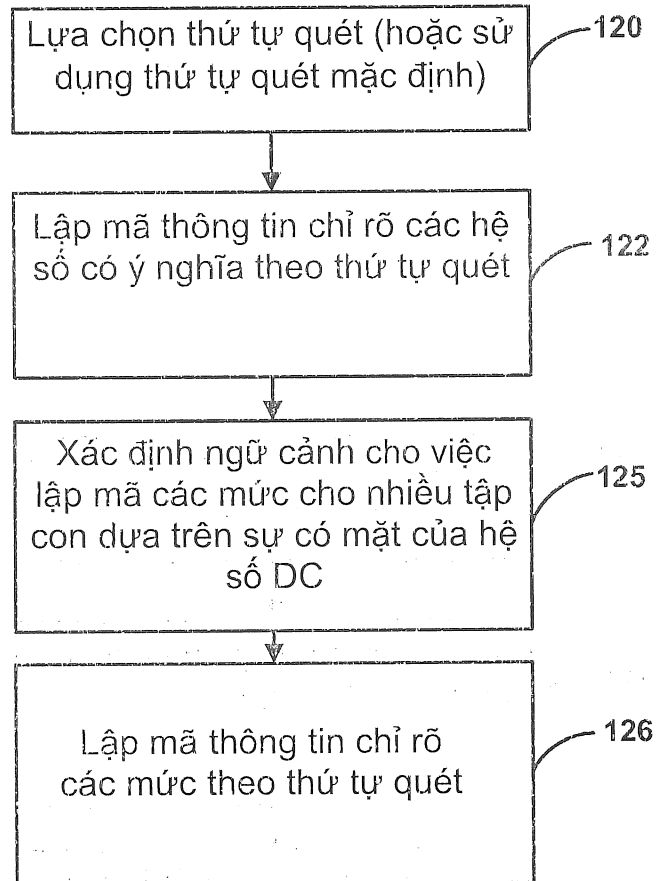


FIG. 24

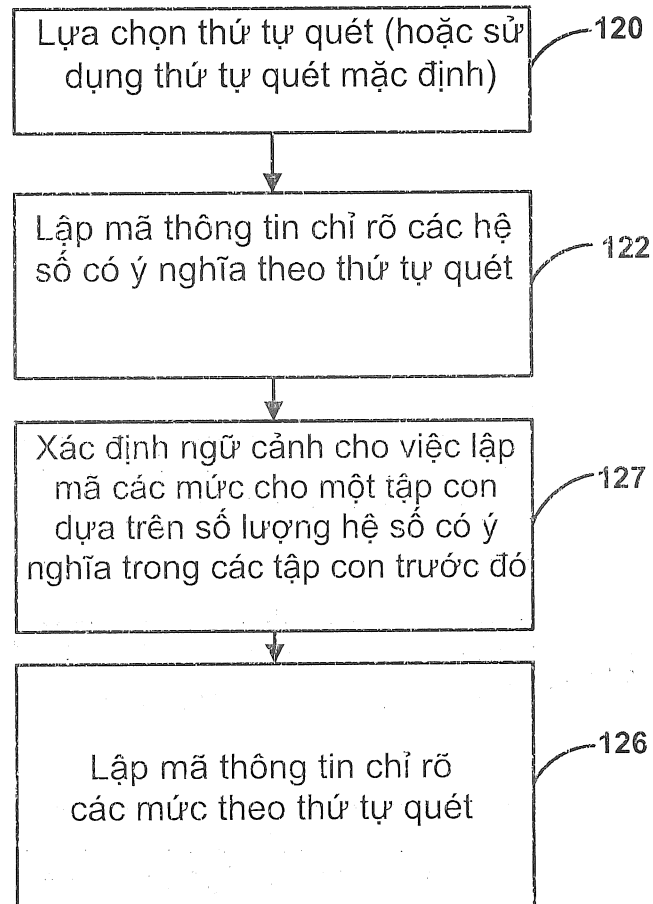


FIG. 25

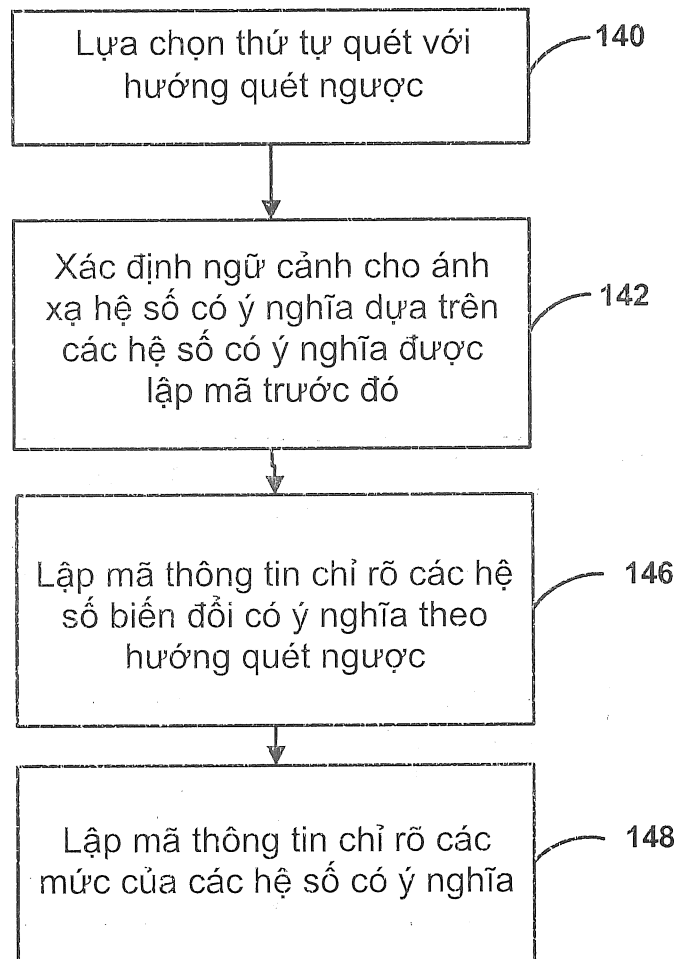


FIG. 26

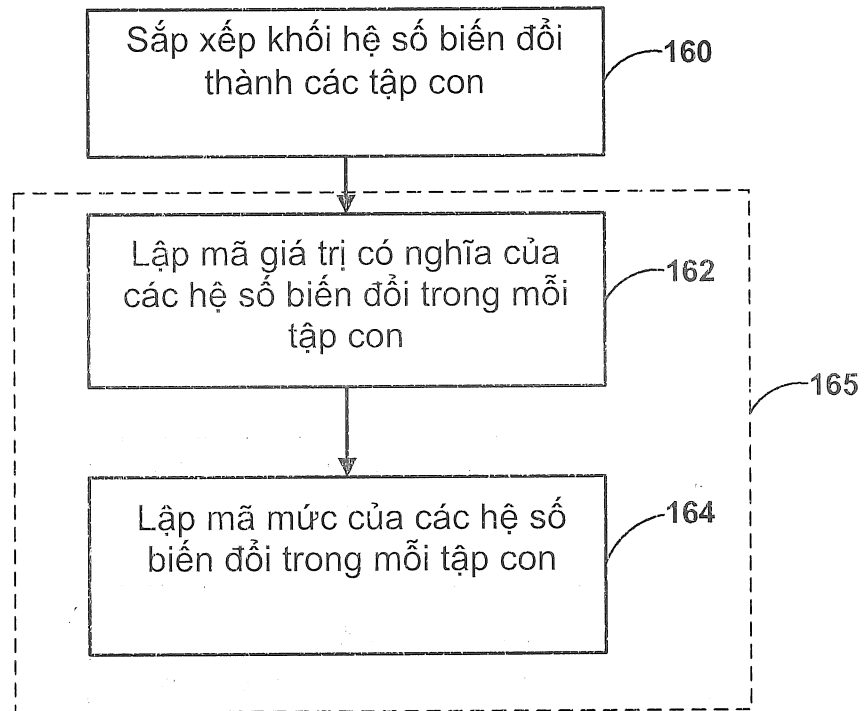


FIG. 27

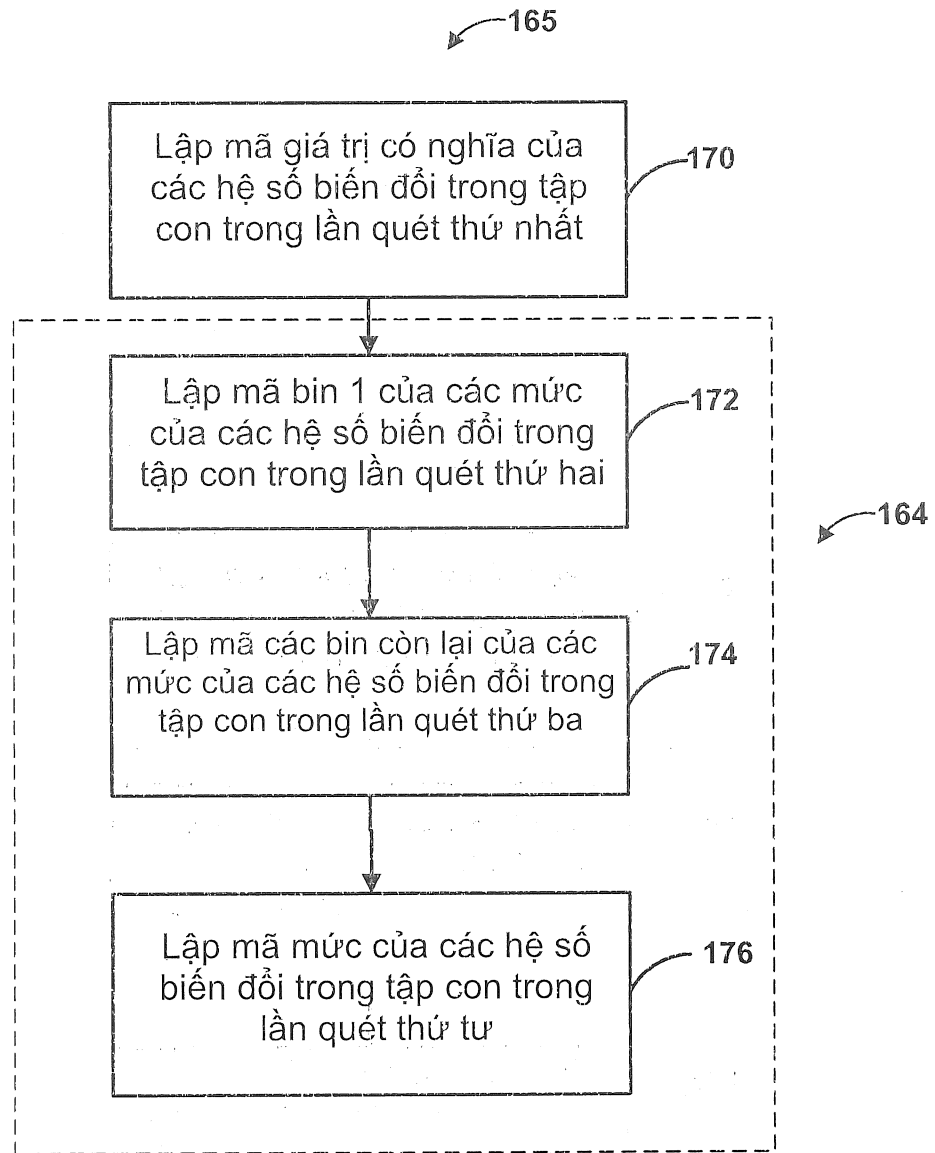


FIG. 28

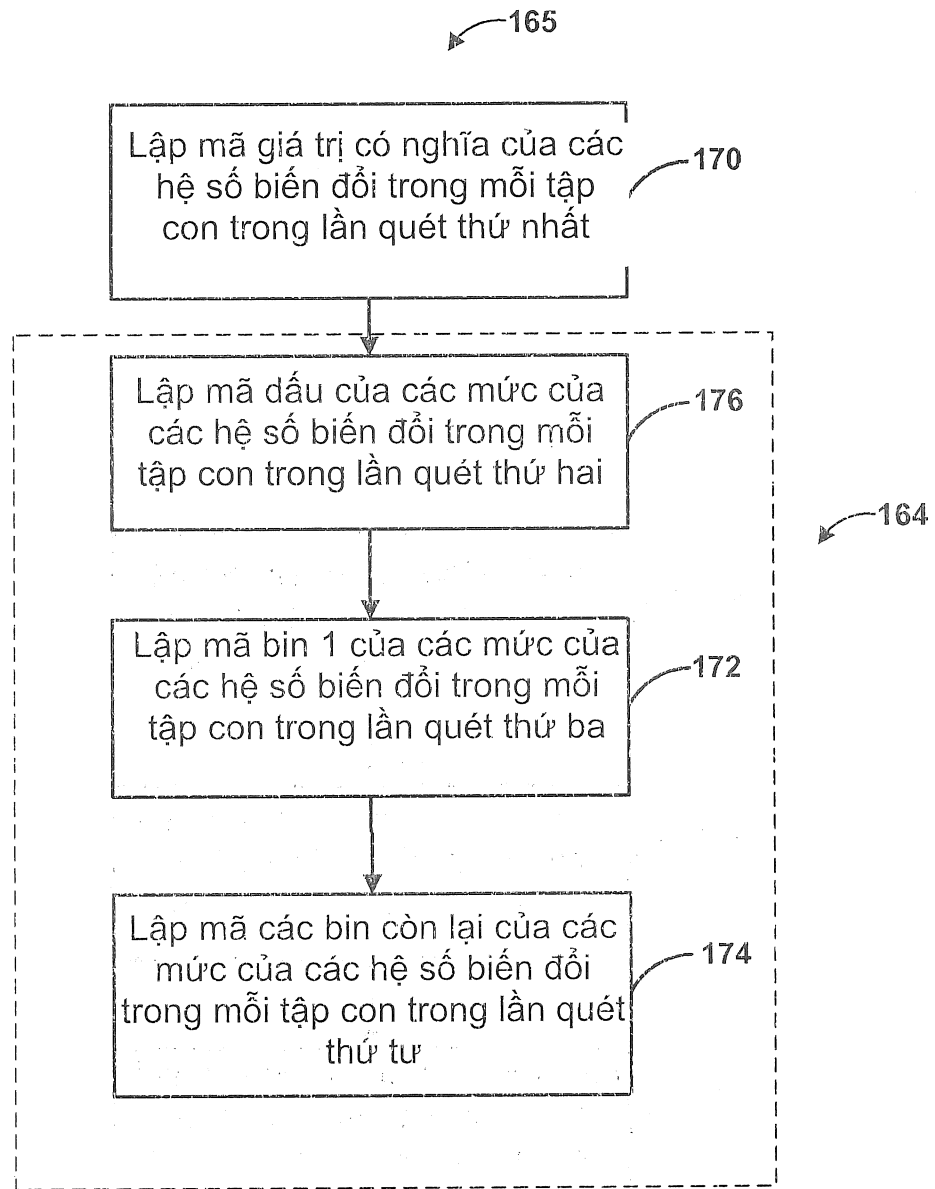


FIG. 29

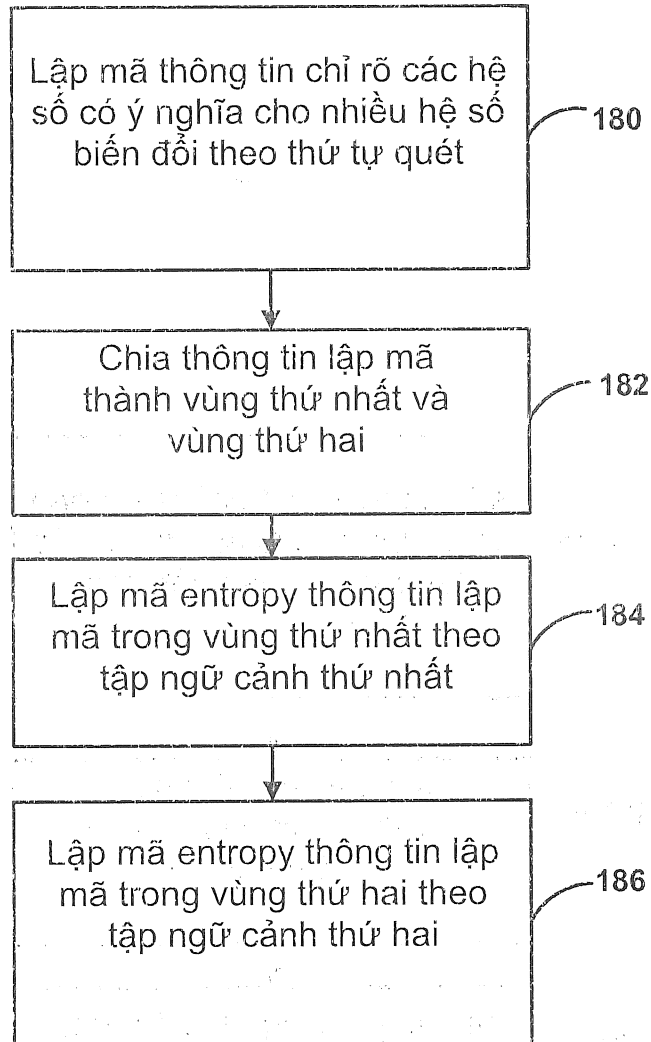


FIG. 30