



(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)



1-0023763

(51)⁷ H04N 7/26

(13) B

(21) 1-2014-01871

(22) 07/11/2012

(86) PCT/US2012/063943 07/11/2012

(87) WO2013/070766 16/05/2013

(30) 61/556,785 07/11/2011 US; 61/594,885 03/02/2012 US; 61/597,107

09/02/2012 US; 61/605,654 01/03/2012 US; 13/670,011 06/11/2012 US

(45) 25/05/2020 386

(43) 25/09/2014 318A

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

Attn: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California
92121, United States of America

(72) JOSHI, Rajan Laxman (US); KARCZEWICZ, Marta (US)

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

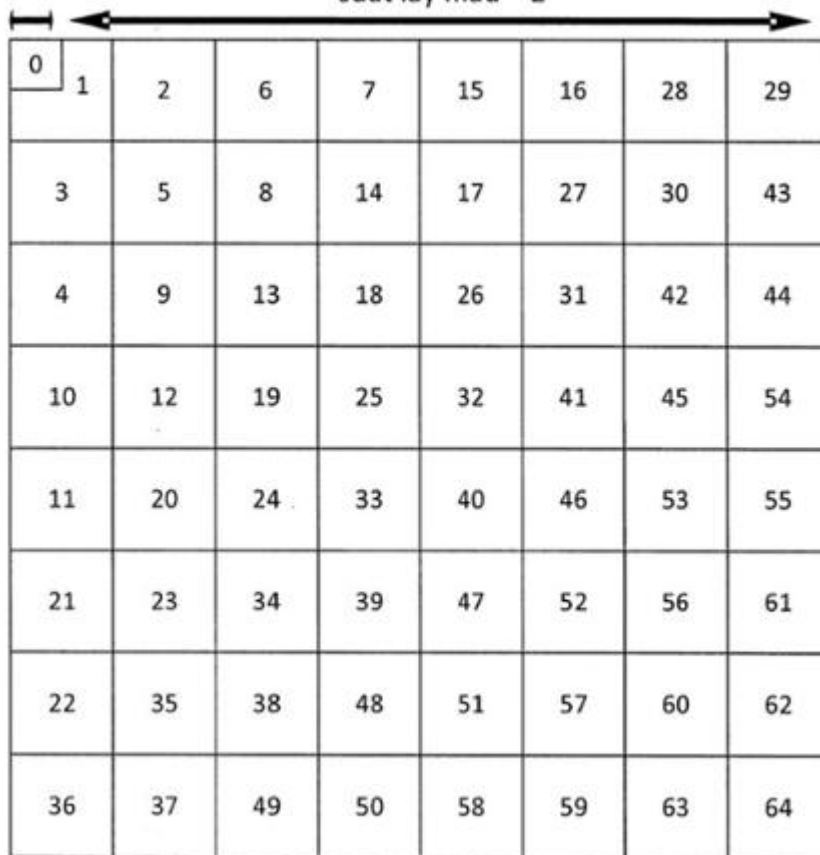
(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ MÃ HÓA VÀ GIẢI MÃ DỮ LIỆU VIDEO

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị mã hóa và giải mã dữ liệu video. Cụ thể, sáng chế đề cập đến các kỹ thuật báo hiệu các giá trị của ma trận lượng tử hóa. Theo một số ví dụ, các giá trị hệ số trong ma trận lượng tử hóa có thể được giảm tần suất lấy mẫu với các hệ số khác nhau dựa vào vị trí của các giá trị hệ số này trong ma trận lượng tử hóa.

Hệ số giảm tần
suất lấy mẫu = 1

Hệ số giảm tần
suất lấy mẫu = 2

Khối 2x2



The diagram shows a 16x16 grid of cells. Above the grid, there are two horizontal arrows. The first arrow, labeled 'Hệ số giảm tần suất lấy mẫu = 1', spans the first two columns. The second arrow, labeled 'Hệ số giảm tần suất lấy mẫu = 2', spans the next eight columns (columns 3 through 10). To the right of the grid, a label 'Khối 2x2' has an arrow pointing to a 2x2 subgrid in the top right corner (rows 1-2, columns 15-16). The grid cells contain numbers in a specific pattern: the first column has values 0, 3, 4, 10, 11, 21, 22, 36; the second column has 1, 5, 9, 12, 20, 23, 35, 37; the third column has 2, 8, 13, 19, 24, 34, 38, 49; the fourth column has 6, 14, 18, 25, 33, 39, 48, 50; the fifth column has 7, 17, 26, 32, 40, 47, 51, 58; the sixth column has 15, 27, 31, 41, 46, 52, 57, 59; the seventh column has 16, 30, 42, 45, 53, 56, 60, 63; the eighth column has 28, 43, 44, 54, 55, 61, 62, 64.

0	1	2	6	7	15	16	28	29
3	5	8	14	17	27	30	43	
4	9	13	18	26	31	42	44	
10	12	19	25	32	41	45	54	
11	20	24	33	40	46	53	55	
21	23	34	39	47	52	56	61	
22	35	38	48	51	57	60	62	
36	37	49	50	58	59	63	64	

Lấy mẫu không đều đối với ma trận lượng tử hóa 16x16

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực mã hóa dữ liệu, và cụ thể sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị mã hóa và giải mã dữ liệu video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

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

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

Khối mã hóa liên cấu trúc được mã hóa theo vector chuyển động trở đến khối gồm các mẫu tham chiếu tạo thành khối dự báo, và dữ liệu dư chỉ báo vi sai giữa khối

mã hóa và khôi phục. Khối mã hóa nội cấu trúc được mã hóa theo chế độ mã hóa nội cấu trúc và dữ liệu dư. Để nén hơn nữa, dữ liệu dư có thể được chuyển đổi từ miền điểm ảnh sang miền biến đổi, tạo ra các hệ số biến đổi dư sau đó có thể được lượng tử hóa. Các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa, trước tiên được sắp xếp theo mảng hai chiều, có thể được quét theo thứ tự cụ thể để tạo ra vector một chiều của các hệ số biến đổi dùng để mã hóa entropy.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, sáng chế đề cập đến kỹ thuật báo hiệu các giá trị của ma trận lượng tử hóa. Ví dụ, bộ mã hóa video có thể chia các giá trị của ma trận lượng tử hóa thành ít nhất tập hợp con giá trị thứ nhất và tập hợp con giá trị thứ hai. Bộ mã hóa video có thể mã hóa và báo hiệu các giá trị của tập hợp con thứ nhất dưới dạng các phần tử cú pháp. Bộ giải mã video có thể thu các phần tử cú pháp cho các giá trị của tập hợp con thứ nhất và giải mã các phần tử cú pháp này để tạo ra các giá trị của tập hợp con thứ nhất. Không cần thu các giá trị của tập hợp con thứ hai, bộ giải mã video có thể dự báo các giá trị của tập hợp con thứ hai từ các giá trị của tập hợp con thứ nhất.

Theo một ví dụ, sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa dữ liệu video, bao gồm bước tạo lập ma trận lượng tử hóa gồm nhiều giá trị, giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất, giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai, và tạo ra dòng bit mã hóa chứa tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai.

Theo ví dụ khác, sáng chế đề cập đến phương pháp giải mã dữ liệu video, bao gồm bước thu ma trận lượng tử hóa được mã hóa với các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong dòng bit mã hóa, tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị thứ nhất, tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị thứ hai, và lượng tử hóa ngược khối các hệ số biến đổi với các tập hợp giá trị thứ nhất và thứ hai.

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

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và giải mã video làm ví dụ có thể sử dụng các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa video làm ví dụ có thể thực thi các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã video làm ví dụ có thể thực thi các kỹ thuật theo sáng chế.

Fig.4 là sơ đồ khái niệm minh họa ma trận lượng tử hóa làm ví dụ.

Fig.5 là sơ đồ khái niệm minh họa ma trận lượng tử hóa với các giá trị làm ví dụ.

Fig.6 là sơ đồ khái niệm minh họa ma trận lượng tử hóa được khôi phục bằng cách sử dụng một hoặc nhiều kỹ thuật làm ví dụ của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ khái niệm minh họa các hệ số giảm tần suất lấy mẫu đối với các phần khác nhau theo một ví dụ của ma trận lượng tử hóa.

Fig.8 là sơ đồ khái niệm minh họa các hệ số giảm tần suất lấy mẫu đối với các phần khác nhau theo ví dụ khác của ma trận lượng tử hóa.

Fig.9 là sơ đồ khái niệm minh họa các hệ số giảm tần suất lấy mẫu đối với các phần khác nhau theo ví dụ khác của ma trận lượng tử hóa.

Fig.10 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa video theo các kỹ thuật của sáng chế.

Fig.11 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video theo các kỹ thuật của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến các kỹ thuật báo hiệu các giá trị của ma trận lượng tử hóa khi mã hóa video. Ma trận lượng tử hóa có thể là ma trận hai chiều bao gồm nhiều giá trị. Như ví dụ minh họa, ma trận lượng tử hóa có thể được dùng để định tỷ lệ cỡ bước lượng tử hóa dùng cho việc lượng tử hóa các hệ số biến đổi dư gắn với đơn vị biến đổi

để mã hóa video. Tham số lượng tử hóa (QP – Quantization Parameter) có thể được gán cho khối hệ số biến đổi, như đơn vị biến đổi, để định rõ cỡ bước lượng tử hóa. Mỗi giá trị trong ma trận lượng tử hóa tương ứng với một hệ số trong khối cần được lượng tử hóa, và được sử dụng để xác định mức độ lượng tử hóa cần được áp dụng cho hệ số, dựa vào giá trị QP.

Cụ thể, sáng chế đề cập đến các kỹ thuật giảm tần suất lấy mẫu ma trận lượng tử hóa sao cho ít giá trị lượng tử hóa hơn cần được truyền và/hoặc lưu trữ trong dòng bit video mã hóa. Việc truyền hoặc lưu trữ toàn bộ các ma trận lượng tử hóa gắn với các khối dữ liệu video có thể đòi hỏi số bit lớn hơn, do vậy làm giảm hiệu suất dải thông của dòng bit video mã hóa. Ngoài ra, bộ giải mã video có thể lưu trữ toàn bộ ma trận lượng tử hóa trong bộ nhớ cho quy trình lượng tử hóa ngược. Bằng cách giảm tần suất lấy mẫu ma trận lượng tử hóa với các kỹ thuật của sáng chế, các bit có thể được tiết kiệm mà gần như không làm giảm chất lượng của video mã hóa.

Trong bản mô tả này, kỹ thuật mã hóa video sẽ được mô tả để minh họa. Các kỹ thuật mã hóa được mô tả ở đây cũng có thể áp dụng cho các kiểu mã hóa dữ liệu khác nhau. Các thiết bị video số thực thi các kỹ thuật nén video để mã hóa và giải mã thông tin video số hiệu quả hơn. Quy trình nén video có thể áp dụng kỹ thuật dự báo không gian (nội khung) và/hoặc dự báo thời gian (liên khung) để giảm hoặc loại bỏ phần dư vốn có trong các chuỗi video.

Cần phải hiểu rằng thuật ngữ “khung” có thể được dùng thay thế cho thuật ngữ “hình”. Nói cách khác, thuật ngữ “khung” và “hình” được dùng để chỉ một phần của video, và việc hiển thị tuần tự khung hoặc hình làm cho việc phát lại trơn tru. Do đó, trong trường hợp sử dụng thuật ngữ “khung”, các kỹ thuật theo sáng chế không được hiểu là chỉ giới hạn ở các kỹ thuật hoặc các tiêu chuẩn mã hóa video sử dụng thuật ngữ “khung”, và các kỹ thuật này có thể mở rộng cho các tiêu chuẩn khác, như các tiêu chuẩn đã phát triển, các tiêu chuẩn đang phát triển, hoặc các tiêu chuẩn tương lai, hoặc các kỹ thuật mã hóa video khác sử dụng thuật ngữ “hình”.

Bộ mã hóa video thông thường phân chia mỗi khung của chuỗi video gốc thành các vùng hình chữ nhật kề nhau gọi là “các khối” hoặc “các đơn vị mã hóa”. Các khối này được mã hóa ở “chế độ nội cấu trúc” (chế độ I), hoặc ở “chế độ liên cấu trúc” (chế độ P hoặc chế độ B).

Đối với chế độ P hoặc B, trước tiên bộ mã hóa tìm kiếm khối tương tự như khối

đang được mã hóa trong “khung tham chiếu”, ký hiệu là F_{ref} . Các bước tìm kiếm thường hạn chế ở không nhiều hơn sự dịch chuyển không gian nhất định tính từ khối cần được mã hóa. Khi nhận dạng được khối phù hợp nhất, tức là, khối dự báo hoặc “dự báo”, nó được biểu diễn dưới dạng vector chuyển động hai chiều (2D) $(\Delta x, \Delta y)$, trong đó Δx là sự dịch chuyển theo chiều ngang và Δy là sự dịch chuyển theo chiều dọc của vị trí của các điểm ảnh trong khối dự báo trong khung tham chiếu so với vị trí của các điểm ảnh trong khối cần được mã hóa.

Các vector chuyển động cùng với khung tham chiếu được sử dụng để tạo dựng khối dự báo F_{pred} như sau:

$$F_{pred}(x,y) = F_{ref}(x+\Delta x, y+\Delta y)$$

Vị trí của điểm ảnh trong khung được biểu thị bằng (x, y) .

Đối với các khối được mã hóa ở chế độ I, khối dự báo được tạo ra bằng cách sử dụng kỹ thuật dự báo không gian từ các khối lân cận đã được mã hóa trước trong cùng một khung. Đối với cả hai chế độ I và chế độ P hoặc B, sai số dự báo, tức là, vi sai dư giữa các giá trị điểm ảnh trong khối đang được mã hóa và khối được dự báo, được biểu diễn dưới dạng tập hợp các hàm cơ sở có trọng số của một số kỹ thuật biến đổi rời rạc, như biến đổi cosin rời rạc (DCT - Discrete Cosine Transform). Các kỹ thuật biến đổi có thể được thực hiện dựa vào các cỡ khối khác nhau, như 4x4, 8x8 hoặc 16x16 và lớn hơn. Hình dạng của khối biến đổi không phải luôn là hình vuông. Các khối biến đổi hình chữ nhật cũng có thể được sử dụng, ví dụ với cỡ khối biến đổi là 16x4, 32x8, v.v..

Các trọng số (tức là, các hệ số biến đổi) được lượng tử hóa sau đó. Việc lượng tử hóa làm mất thông tin, và như vậy, các hệ số được lượng tử hóa có độ chính xác thấp hơn các hệ số biến đổi gốc. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa và các vector chuyển động là ví dụ của “các phần tử cú pháp”. Các phần tử cú pháp này, cộng với một số thông tin điều khiển, tạo thành dạng biểu diễn mã hóa của chuỗi video. Các phần tử cú pháp còn có thể được mã hóa entropy, nhờ đó giảm hơn nữa số bit cần thiết để biểu diễn chúng. Mã hóa entropy là quy trình không tổn hao nhằm giảm thiểu số bit cần thiết để biểu diễn các ký hiệu được truyền hoặc lưu trữ (các phần tử cú pháp trong trường hợp này) bằng cách sử dụng các đặc tính phân bố của chúng (một số ký hiệu xuất hiện thường xuyên hơn các ký hiệu khác).

Tỷ lệ nén, tức là, tỷ lệ giữa số bit dùng để biểu diễn chuỗi gốc và chuỗi nén, có thể được kiểm soát bằng cách điều chỉnh một hoặc cả hai giá trị của tham số lượng tử

hóa (QP) và các giá trị trong ma trận lượng tử hóa, chúng đều có thể được dùng để lượng tử hóa các giá trị hệ số biến đổi. Tỷ lệ nén có thể tùy thuộc vào phương pháp mã hóa entropy được sử dụng. Các ma trận lượng tử hóa thường được thiết kế sao cho các giá trị lượng tử hóa trong ma trận thường, nhưng không nhất thiết không có ngoại lệ, gia tăng ở cả hai chiều theo hàng (từ trái sang phải) và cột (từ trên xuống dưới). Ví dụ, vì khối hệ số biến đổi mở rộng từ vị trí DC ở góc trái trên (0, 0) đến các hệ số tần số cao hơn ở gần góc phải dưới (n, n) của khối hệ số biến đổi, nên các giá trị tương ứng trong ma trận lượng tử hóa thường gia tăng. Lý do để thiết kế như vậy là vì chức năng nhạy tương phản (CSF - Contrast Sensitivity Function) của hệ thống thị giác con người (HVS - Human Visual System) giảm với tần số gia tăng, ở cả hai chiều ngang và dọc.

Trong bộ giải mã, khối trong khung hiện thời thu nhận được bằng cách trước tiên tạo dựng khung dự báo của nó theo cách tương tự như ở bộ mã hóa, và sau đó bổ sung vào dự báo này sai số dự báo nén. Sai số dự báo nén được tìm thấy bằng cách gán trọng số các hàm cơ sở biến đổi nhờ sử dụng các hệ số đã được lượng tử hóa. Vì sai giữa khung đã được khôi phục và khung gốc được gọi là sai số khôi phục.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống mã hóa và giải mã video làm ví dụ 10 có thể sử dụng các kỹ thuật được mô tả ở đây. Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống 10 bao gồm thiết bị nguồn 12 để truyền video mã hóa đến thiết bị đích 14 qua kênh truyền thông 16. Dữ liệu video mã hóa còn có thể được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ 34 hoặc máy chủ tệp tin 36 và có thể được truy nhập bởi thiết bị đích 14 khi cần. Khi được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ hoặc máy chủ tệp tin, bộ mã hóa video 20 có thể cung cấp dữ liệu video mã hóa cho thiết bị khác, như giao diện mạng, thiết bị ghi hoặc thiết bị dập đĩa compac (CD), đĩa định dạng Blu-ray hoặc đĩa video số (DVD - Digital Video Disc), hoặc các thiết bị khác, để lưu trữ dữ liệu video mã hóa vào phương tiện lưu trữ. Tương tự, thiết bị tách biệt với bộ giải mã video 30, như giao diện mạng, thiết bị đọc CD hoặc DVD, hoặc thiết bị tương tự, có thể tìm kiếm dữ liệu video mã hóa từ phương tiện lưu trữ và cấp dữ liệu đã tìm kiếm được cho bộ giải mã video 30.

Thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể là thiết bị bất kỳ trong nhiều loại thiết bị khác nhau, bao gồm máy tính để bàn, máy tính sổ tay (tức là, máy tính xách tay), máy tính bảng, hộp giải mã truyền hình, thiết bị điện thoại cầm tay như thiết bị gọi là máy điện thoại thông minh, máy thu hình, camera, thiết bị hiển thị, thiết bị đọc

đa phương tiện số, bàn điều khiển trò chơi điện tử hoặc thiết bị tương tự. Trong nhiều trường hợp, các thiết bị này có thể được trang bị để truyền thông không dây. Vì vậy, kênh truyền thông 16 có thể bao gồm kênh không dây, kênh nối dây, hoặc tổ hợp của các kênh không dây và nối dây thích hợp để truyền dữ liệu video mã hóa. Tương tự, máy chủ tệp tin 36 có thể được truy nhập bởi thiết bị đích 14 thông qua kết nối dữ liệu tiêu chuẩn bất kỳ, bao gồm kết nối Internet. Kết nối này có thể bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối dây (ví dụ, đường thuê bao số (DSL - Digital Subscriber Line), môđem cáp, v.v.), hoặc kết hợp cả hai loại này thích hợp để truy nhập dữ liệu video mã hóa lưu trữ trong máy chủ tệp tin.

Các kỹ thuật bảo hiệu các ma trận lượng tử hóa, theo ví dụ của sáng chế, có thể được áp dụng cho mã hóa video để hỗ trợ cho ứng dụng đa phương tiện bất kỳ trong nhiều loại ứng dụng đa phương tiện, như truyền hình vô tuyến, truyền hình cáp, truyền hình vệ tinh, truyền video liên tục, qua Internet chẳng hạn, mã hóa video số để lưu trữ trong phương tiện lưu trữ dữ liệu, giải mã video số được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc các ứng dụng khác. Theo một số ví dụ, hệ thống 10 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền video một chiều hoặc hai chiều nhằm hỗ trợ cho các ứng dụng như truyền video liên tục, phát lại video, phát rộng video và/hoặc điện thoại truyền hình.

Theo ví dụ trên Fig.1, thiết bị nguồn 12 bao gồm nguồn video 18, bộ mã hóa video 20, bộ điều biến/bộ giải điều biến 22 và bộ truyền 24. Trong thiết bị nguồn 12, nguồn video 18 có thể bao gồm nguồn như thiết bị thu nạp video, như camera video, kho chứa video chứa dữ liệu video đã thu nạp trước đó, giao diện cấp video để nhận dữ liệu video từ nhà cung cấp nội dung video, và/hoặc hệ thống đồ họa máy tính để tạo lập dữ liệu đồ họa máy tính dùng làm video nguồn, hoặc tổ hợp của các nguồn này. Theo một ví dụ, nếu nguồn video 18 là camera video, thì thiết bị nguồn 12 và thiết bị đích 14 có thể tạo thành máy điện thoại gọi là điện thoại camera hoặc điện thoại truyền hình. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể áp dụng cho mã hóa video nói chung, và có thể được áp dụng cho các ứng dụng không dây và/hoặc nối dây, hoặc ứng dụng trong đó dữ liệu video mã hóa được lưu trữ trong đĩa cục bộ.

Dữ liệu video được thu nạp, thu nạp trước đó, hoặc được tạo bằng máy tính có thể được mã hóa bởi bộ mã hóa video 20. Thông tin video mã hóa có thể được điều biến bởi môđem 22 theo tiêu chuẩn truyền thông, như giao thức truyền thông không

dây, và được truyền đến thiết bị đích 14 qua bộ truyền 24. Môđem 22 có thể bao gồm các bộ trộn, các bộ lọc, các bộ khuếch đại hoặc các thành phần khác được thiết kế để điều biến tín hiệu. Bộ truyền 24 có thể bao gồm các mạch được thiết kế để truyền dữ liệu, bao gồm các bộ khuếch đại, các bộ lọc, và một hoặc nhiều anten.

Dữ liệu video được thu nạp, thu nạp trước đó, hoặc được tạo bằng máy tính được mã hóa bởi bộ mã hóa video 20 còn có thể được lưu trữ vào phương tiện lưu trữ 34 hoặc máy chủ tệp tin 36 để sử dụng sau đó. Phương tiện lưu trữ 34 có thể bao gồm đĩa Blu-ray, DVD, CD-ROM, bộ nhớ tốc độ nhanh, hoặc phương tiện lưu trữ số bất kỳ khác thích hợp để lưu trữ dữ liệu video mã hóa. Dữ liệu video mã hóa được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ 34 sau đó có thể được thiết bị đích 14 truy nhập để giải mã và phát lại. Mặc dù không được thể hiện trên Fig.1, nhưng theo một số ví dụ, phương tiện lưu trữ 34 và/hoặc máy chủ tệp tin 36 có thể lưu trữ đầu ra của bộ truyền 24.

Máy chủ tệp tin 36 có thể là kiểu máy chủ bất kỳ có khả năng lưu trữ dữ liệu video mã hóa và truyền dữ liệu video mã hóa đến thiết bị đích 14. Các máy chủ tệp tin làm ví dụ bao gồm máy chủ mạng (đối với website chẳng hạn), máy chủ giao thức truyền tệp tin (FTP - File Transfer Protocol), thiết bị lưu trữ kết nối mạng (NAS - Network Attached Storage), ổ đĩa cục bộ, hoặc kiểu thiết bị bất kỳ khác 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 tệp tin 36 có thể là truyền liên tục, tải xuống, hoặc kết hợp cả hai loại này. Máy chủ tệp tin 36 có thể được truy nhập bởi thiết bị đích 14 thông qua kết nối dữ liệu tiêu chuẩn bất kỳ, bao gồm kết nối Internet. Kết nối này có thể bao gồm kênh không dây (ví dụ, kết nối Wi-Fi), kết nối dây (ví dụ, DSL, môđem cáp, Ethernet, USB, v.v.), hoặc tổ hợp của chúng thích hợp để truy nhập dữ liệu video mã hóa lưu trữ trong máy chủ tệp tin.

Thiết bị đích 14, theo ví dụ trên Fig.1, bao gồm bộ thu 26, môđem 28, bộ giải mã video 30 và thiết bị hiển thị 32. Bộ thu 26 của thiết bị đích 14 thu thông tin trên kênh 16, và môđem 28 giải điều biến thông tin này để đưa ra dòng bit đã giải điều biến cấp cho bộ giải mã video 30. Thông tin truyền thông trên kênh 16 có thể gồm nhiều loại thông tin cú pháp được tạo bởi bộ mã hóa video 20 để bộ giải mã video 30 dùng cho việc giải mã dữ liệu video. Cú pháp như vậy còn có thể được gộp với dữ liệu video mã hóa lưu trữ trong phương tiện lưu trữ 34 hoặc máy chủ tệp tin 36. Mỗi bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể là một phần của bộ mã hóa-bộ giải mã

(CODEC) tương ứng có khả năng mã hóa hoặc giải mã dữ liệu video.

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

Theo ví dụ trên Fig.1, kênh truyền thông 16 có thể bao gồm phương tiện truyền thông không dây hoặc nối dây bất kỳ, như phổ tần số vô tuyến (RF - Radio Frequency) hay một hoặc nhiều đường truyền vật lý, hoặc tổ hợp bất kỳ của các phương tiện không dây và nối dây. Kênh truyền thông 16 có thể tạo thành một phần của mạng dựa vào truyền thông gói, như mạng cục bộ, mạng diện rộng, hoặc mạng toàn cầu như Internet. Kênh truyền thông 16 thường 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 tổ hợp thích hợp bất kỳ của các phương tiện nối dây hoặc không dây. Kênh truyền thông 16 có thể bao gồm các bộ định tuyến, chuyển mạch, trạm cơ sở, hoặc phương tiện bất kỳ khác có thể dùng để hỗ trợ 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, như tiêu chuẩn mã hóa video hiệu suất cao (HEVC) hiện đang được phát triển, và có thể tuân theo mô hình thử nghiệm HEVC (HM - HEVC Test Model). Theo cách khác, bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể hoạt động theo các tiêu chuẩn độc quyền hoặc công nghiệp khác, như tiêu chuẩn ITU-T H.264, còn được gọi là tiêu chuẩn MPEG-4, Phần 10, mã hóa video cải tiến (AVC), hoặc các phiên bản mở rộng của các tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, các kỹ thuật theo sáng chế không giới hạn ở tiêu chuẩn mã hóa cụ thể nào. Ví dụ khác về các tiêu chuẩn nén video bao gồm MPEG-2 và ITU-T H.263.

Mặc dù không được thể hiện trên Fig.1, nhưng theo một số khía cạnh, mỗi bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được tích hợp với bộ mã hóa và bộ giải mã âm thanh, và có thể bao gồm các bộ phận dồn kênh – phân kênh (MUX-DEMUX)

thích hợp, hoặc phần cứng và phần mềm khác, để xử lý mã hóa cả âm thanh và video trong dòng dữ liệu chung hoặc các dòng dữ liệu tách biệt. Nếu áp dụng được, theo một số ví dụ, các bộ phận MUX-DEMUX có thể tuân theo giao thức dồn kênh ITU H.223, hoặc các giao thức khác như giao thức gói dữ liệu người dùng (UDP - User Datagram Protocol).

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

Đề mã hóa video theo tiêu chuẩn HEVC nổi bật hiện đang được phát triển bởi nhóm cộng tác chung về mã hóa video (JCT-VC - Joint Collaborative Team for Video Coding), theo một ví dụ, khung video có thể được phân chia thành các đơn vị mã hóa. Đơn vị mã hóa (CU - Coding Unit) thường được dùng để chỉ vùng hình ảnh dùng làm đơn vị cơ sở mà các công cụ mã hóa khác nhau được áp dụng để nén video. CU thường có thành phần độ chói, ký hiệu là Y, và hai thành phần màu, ký hiệu là U và V. Tùy thuộc vào định dạng lấy mẫu video, cỡ của các thành phần U và V, tính theo số mẫu, có thể là giống hoặc khác với cỡ của thành phần Y. CU thường có dạng hình vuông, và có thể được coi là tương tự như đơn vị gọi là khối macrô, theo các tiêu chuẩn mã hóa video khác như ITU-T H.264 chẳng hạn. Kỹ thuật mã hóa theo một số khía cạnh được đề xuất hiện thời của tiêu chuẩn HEVC đang phát triển này sẽ được mô tả ở đây nhằm mục đích giải thích. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể sử dụng cho các quy trình mã hóa video khác, như các quy trình được định nghĩa theo tiêu chuẩn H.264 hoặc các quy trình mã hóa video tiêu chuẩn hoặc độc quyền khác.

Các nỗ lực chuẩn hóa HEVC dựa vào mô hình của thiết bị mã hóa video được

gọi là mô hình thử nghiệm HEVC (HM). HM giả định một vài khả năng của các thiết bị mã hóa video so với các thiết bị, theo ITU-T H.264/AVC chẳng hạn. Ví dụ, trong khi H.264 cung cấp chín chế độ mã hóa dự báo nội cấu trúc, HM cung cấp tới ba mươi lăm chế độ mã hóa dự báo nội cấu trúc. Dự thảo làm việc (WD - Working Draft) mới nhất của HEVC, dưới đây gọi là HEVC WD7, có thể xem tại http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/9_Geneva/wg11/JCTVC-I1003-v6.zip từ ngày 30.10.2012.

Nói chung, mô hình làm việc HM mô tả rằng khung hoặc hình video có thể được chia thành chuỗi các khối cây hoặc các đơn vị mã hóa lớn nhất (LCU – Largest CU) bao gồm các mẫu cả độ chói và màu. Khối cây có mục đích tương tự như khối macro của tiêu chuẩn H.264. Lát bao gồm một số khối cây liên tiếp theo thứ tự mã hóa. Khung hoặc hình video có thể được phân chia thành một hoặc nhiều lát. Mỗi khối cây có thể được chia tách thành các đơn vị mã hóa (CU) theo cây tứ phân. Ví dụ, khối cây, như nút gốc của cây tứ phân, có thể được chia tách thành bốn nút con, và mỗi nút con này có thể trở thành nút cha và được chia tách thành bốn nút con khác. Nút con không chia tách cuối cùng, như nút lá của cây tứ phân, bao gồm nút mã hóa, tức là, khối video mã hóa. Dữ liệu cú pháp gắn với dòng bit mã hóa có thể xác định số lần tối đa mà khối cây có thể được chia tách, và còn có thể xác định cỡ tối thiểu của các nút mã hóa.

CU bao gồm nút mã hóa và các đơn vị dự báo (PU – Prediction Unit) và các đơn vị biến đổi (TU – Transform Unit) gắn với nút mã hóa. Cỡ của CU tương ứng với cỡ của nút mã hóa và phải có dạng hình vuông. Cỡ của CU có thể nằm trong khoảng từ 8x8 điểm ảnh đến cỡ của khối cây với tối đa 64x64 điểm ảnh hoặc lớn hơn. Mỗi CU có thể chứa một hoặc nhiều PU và một hoặc nhiều TU. Dữ liệu cú pháp gắn với CU có thể mô tả, ví dụ, việc phân chia CU thành một hoặc nhiều PU. Các chế độ phân chia có thể khác nhau giữa việc CU được mã hóa ở chế độ bỏ qua hay chế độ trực tiếp, mã hóa ở chế độ dự báo nội cấu trúc, hay mã hóa ở chế độ dự báo liên cấu trúc. PU có thể được phân chia để có dạng không phải hình vuông. Dữ liệu cú pháp gắn với CU còn có thể mô tả, ví dụ, việc phân chia CU thành một hoặc nhiều TU theo cây tứ phân. TU có thể có dạng hình vuông hoặc không phải hình vuông.

Tiêu chuẩn HEVC cho phép biến đổi theo các TU, mà có thể khác nhau đối với các CU khác nhau. Các TU thường được định cỡ dựa vào cỡ của các PU trong CU cho

trước được xác định cho LCU phân chia, mặc dù không nhất thiết luôn đúng như vậy. Các TU thường có cỡ bằng hoặc nhỏ hơn các PU. Theo một số ví dụ, các mẫu dư tương ứng với CU có thể được chia nhỏ thành các đơn vị nhỏ hơn bằng cách sử dụng cấu trúc cây tứ phân gọi là “cây tứ phân dư” (RQT - Residual Quad Tree). Các nút lá của RQT có thể được gọi là các đơn vị biến đổi (TU). Các giá trị vi sai điểm ảnh gắn với các TU có thể được biến đổi để tạo ra các hệ số biến đổi mà có thể được lượng tử hóa.

Nói chung, PU chứa dữ liệu liên quan đến quy trình dự báo. Ví dụ, khi PU được mã hóa ở chế độ nội cấu trúc, PU có thể chứa dữ liệu mô tả chế độ dự báo nội cấu trúc dùng cho PU. Theo ví dụ khác, khi PU được mã hóa ở chế độ liên cấu trúc, PU có thể chứa dữ liệu xác định vector chuyển động dùng cho PU. Dữ liệu xác định vector chuyển động dùng cho PU có thể mô tả, ví dụ, thành phần ngang của vector chuyển động, thành phần dọc của vector chuyển động, độ phân giải của vector chuyển động (ví dụ, độ chính xác một phần tư điểm ảnh hoặc độ chính xác một phần tám điểm ảnh), hình tham chiếu mà vector chuyển động trỏ đến, và/hoặc danh mục hình tham chiếu (ví dụ, danh mục 0, danh mục 1, hoặc danh mục C) đối với vector chuyển động.

Nói chung, TU được sử dụng cho các quy trình biến đổi và lượng tử hóa. CU đã cho có một hoặc nhiều PU còn có thể bao gồm một hoặc nhiều đơn vị biến đổi (TU). Sau khi dự báo, bộ mã hóa video 20 có thể tính các giá trị dư tương ứng với PU. Các giá trị dư bao gồm các giá trị vi sai điểm ảnh có thể được biến đổi thành các hệ số biến đổi, được lượng tử hóa và quét bằng cách sử dụng các TU để tạo ra các hệ số biến đổi nối tiếp dùng để mã hóa entropy. Sáng chế thường sử dụng thuật ngữ “khối video” để chỉ nút mã hóa của CU. Trong một số trường hợp cụ thể, sáng chế còn có thể sử dụng thuật ngữ “khối video” để chỉ khối cây, tức là, LCU hoặc CU, bao gồm nút mã hóa và các PU và các TU.

Chuỗi video thường bao gồm dãy các khung hoặc các hình video. Nhóm hình (GOP - Group Of Pictures) thường là dãy gồm một hoặc nhiều hình video. GOP có thể chứa dữ liệu cú pháp trong phần đầu của GOP, phần đầu của một hoặc nhiều hình, hoặc vị trí khác, để mô tả số hình có trong GOP. Mỗi lát của hình có thể chứa dữ liệu cú pháp lát để mô tả chế độ mã hóa dùng cho lát tương ứng. Bộ mã hóa video 20 thường hoạt động trên các khối video trong các lát video riêng lẻ để mã hóa dữ liệu video. Khối video có thể tương ứng với nút mã hóa trong CU. Các khối video có thể

có cỡ cố định hoặc thay đổi, và có thể khác nhau về kích cỡ theo tiêu chuẩn mã hóa quy định.

Theo một ví dụ, HM hỗ trợ dự báo ở nhiều cỡ PU khác nhau. Giả sử rằng cỡ của CU cụ thể là $2N \times 2N$, HM hỗ trợ dự báo nội cấu trúc ở các cỡ PU $2N \times 2N$ hoặc $N \times N$, và dự báo liên cấu trúc ở các cỡ PU đối xứng $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ hoặc $N \times N$. HM còn hỗ trợ phân chia không đối xứng để dự báo liên cấu trúc ở các cỡ PU $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$ và $nR \times 2N$. Với phân chia không đối xứng, một chiều của CU không được phân chia, trong khi chiều còn lại được phân chia thành 25% và 75%. Phần CU tương ứng với phân chia 25% được chỉ báo là “n” và sau đó là chỉ báo “lên”, “xuống”, “trái” hoặc “phải”. Do vậy, ví dụ, “ $2N \times nU$ ” được dùng để chỉ CU $2N \times 2N$ được phân chia theo chiều ngang với PU $2N \times 0,5N$ ở trên và PU $2N \times 1,5N$ ở dưới.

Trong bản mô tả này, “ $N \times N$ ” và “N nhân N” có thể được dùng thay thế nhau để chỉ kích cỡ điểm ảnh của khối video theo chiều dọc và chiều ngang, ví dụ, 16×16 điểm ảnh hoặc 16 nhân 16 điểm ảnh. Nói chung, khối 16×16 sẽ có 16 điểm ảnh theo chiều dọc ($y = 16$) và 16 điểm ảnh theo chiều ngang ($x = 16$). Tương tự, khối $N \times N$ thường có N điểm ảnh theo chiều dọc và N điểm ảnh theo chiều ngang, trong đó N là số nguyên không âm. Các điểm ảnh trong khối có thể được sắp xếp theo hàng và cột. Ngoài ra, các khối không cần phải có số điểm ảnh theo chiều ngang và theo chiều dọc giống nhau. Ví dụ, khối có thể có $N \times M$ điểm ảnh, trong đó M không nhất thiết phải bằng N.

Sau khi mã hóa dự báo nội cấu trúc hoặc dự báo liên cấu trúc bằng cách sử dụng các PU của CU, bộ mã hóa video 20 có thể tính dữ liệu dư cho các TU của CU. Các PU có thể chứa dữ liệu điểm ảnh trong miền không gian (còn được gọi là miền điểm ảnh) và các TU có thể chứa các hệ số trong miền biến đổi sau khi áp dụng kỹ thuật biến đổi, ví dụ, biến đổi cosin rời rạc (DCT), biến đổi số nguyên, biến đổi sóng con, hoặc kỹ thuật biến đổi tương tự khái niệm cho dữ liệu video dư. Dữ liệu dư có thể tương ứng với các vi sai điểm ảnh giữa các điểm ảnh của hình không mã hóa và các giá trị dự báo tương ứng với các PU. Bộ mã hóa video 20 có thể tạo ra các TU chứa dữ liệu dư cho CU, và sau đó biến đổi các TU này để tạo ra các hệ số biến đổi cho CU.

Sau kỹ thuật biến đổi bất kỳ để tạo ra các hệ số biến đổi, bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện lượng tử hóa các hệ số biến đổi này. Lượng tử hóa thường được dùng để chỉ quy trình trong đó các hệ số biến đổi được lượng tử hóa để có thể giảm lượng dữ liệu dùng để biểu diễn các hệ số, cho phép nén hơn nữa. Quy trình lượng tử hóa có thể

giảm độ sâu bit gắn với một số hoặc tất cả các hệ số. Ví dụ, giá trị n -bit có thể được làm tròn xuống giá trị m -bit trong quá trình lượng tử hóa, trong đó n lớn hơn m .

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể sử dụng thứ tự quét định trước để quét các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa nhằm tạo ra vector nối tiếp hóa có thể được mã hóa entropy. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện quy trình quét thích ứng. Sau khi quét các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa để tạo thành vector một chiều, bộ mã hóa video 20 có thể mã hóa entropy vector một chiều này, ví dụ, theo phương pháp mã hóa độ dài thay đổi thích ứng ngữ cảnh (CAVLC - Context Adaptive Variable Length Coding), mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (CABAC - Context Adaptive Binary Arithmetic Coding), mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh dựa trên cú pháp (SBAC - Syntax-Based Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding), mã hóa entropy phân chia khoảng xác suất (PIPE - Probability Interval Partitioning Adaptive Coding) hoặc phương pháp mã hóa entropy khác. Bộ mã hóa video 20 còn có thể mã hóa entropy các phần tử cú pháp gắn với dữ liệu video mã hóa để bộ giải mã video 30 dùng cho việc giải mã dữ liệu video.

Để thực hiện CABAC, bộ mã hóa video 20 có thể gán ngữ cảnh trong mô hình ngữ cảnh cho ký hiệu cần được truyền. Ngữ cảnh có thể liên quan đến việc, ví dụ, các giá trị lân cận của ký hiệu có khác không hay không. Để thực hiện CAVLC, bộ mã hóa video 20 có thể chọn mã độ dài thay đổi cho ký hiệu cần được truyền. Các từ mã trong VLC có thể được tạo dựng sao cho mã tương đối ngắn tương ứng với ký hiệu xác suất cao, còn mã dài hơn tương ứng với ký hiệu xác suất thấp hơn. Theo cách này, sử dụng VLC có thể tiết kiệm bit hơn so với, ví dụ, sử dụng các từ mã độ dài bằng nhau cho mỗi ký hiệu cần được truyền. Việc xác định xác suất có thể dựa vào ngữ cảnh được gán cho ký hiệu.

Bộ mã hóa video 20 có thể thực thi kỹ thuật bất kỳ hoặc tất cả các kỹ thuật theo sáng chế để giảm tần suất lấy mẫu và báo hiệu các ma trận lượng tử hóa trong quy trình mã hóa video. Tương tự, bộ giải mã video 30 có thể thực thi kỹ thuật bất kỳ hoặc tất cả các kỹ thuật này để tăng tần suất lấy mẫu các ma trận lượng tử hóa trong quy trình mã hóa video. Bộ mã hóa video, như được mô tả ở đây, có thể dùng để chỉ bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Tương tự, bộ phận mã hóa video có thể dùng để chỉ bộ mã hóa video hoặc bộ giải mã video. Tương tự, mã hóa video có thể dùng để chỉ mã hóa video hoặc giải mã video.

Theo một ví dụ của sáng chế, bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để tạo lập ma trận lượng tử hóa gồm nhiều giá trị, giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất, giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai, và tạo ra dòng bit mã hóa chứa tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai. Theo một số ví dụ, hệ số giảm tần suất lấy mẫu có thể là một, trong trường hợp này, các giá trị được mã hóa trực tiếp mà không giảm tần suất lấy mẫu.

Theo ví dụ khác của sáng chế, bộ giải mã video 30 có thể được tạo cấu hình để thu ma trận lượng tử hóa được mã hóa với các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong dòng bit mã hóa, tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị thứ nhất, tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị thứ hai, và lượng tử hóa ngược khối hệ số biến đổi với các tập hợp giá trị thứ nhất và thứ hai. Theo một số ví dụ, hệ số tăng tần suất lấy mẫu có thể là một, trong trường hợp này, các giá trị được mã hóa trực tiếp mà không tăng tần suất lấy mẫu.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa bộ mã hóa video làm ví dụ 20 có thể thực thi các kỹ thuật được mô tả ở đây. Bộ mã hóa video 20 có thể thực hiện mã hóa nội cấu trúc và mã hóa liên cấu trúc đối với các khối video trong các lát video. Mã hóa nội cấu trúc dựa vào dự báo không gian để giảm hoặc loại bỏ phần dư không gian ở video trong khung hoặc hình video đã cho. Mã hóa liên cấu trúc dựa vào dự báo thời gian để giảm hoặc loại bỏ phần dư thời gian ở video trong các khung hoặc các hình liên kế của chuỗi video. Chế độ nội cấu trúc (chế độ I) có thể được dùng để chỉ chế độ bất kỳ trong một vài chế độ nén dựa vào không gian. Chế độ liên cấu trúc, như chế độ dự báo một chiều (chế độ P) hoặc hai chiều (chế độ B), có thể được dùng để chỉ chế độ bất kỳ trong một vài chế độ nén dựa vào thời gian.

Theo ví dụ trên Fig.2, bộ mã hóa video 20 bao gồm bộ phận phân chia 35, bộ phận xử lý dự báo 41, bộ nhớ hình tham chiếu 64, bộ cộng 50, bộ phận xử lý biến đổi

52, bộ phận lượng tử hóa 54, và bộ phận mã hóa entropy 56. Bộ phận xử lý dự báo 41 bao gồm bộ phận ước tính chuyển động 42, bộ phận bù chuyển động 44, và bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 46. Để khôi phục khối video, bộ mã hóa video 20 còn bao gồm bộ phận lượng tử hóa ngược 58, bộ phận xử lý biến đổi ngược 60, và bộ cộng 62. Bộ lọc tách khối (không được thể hiện trên Fig.2) cũng có thể được đưa vào để lọc các đường biên khối nhằm loại bỏ các thành phần lạ dạng khối ra khỏi khối video đã được khôi phục. Nếu cần, bộ lọc tách khối thường có thể lọc đầu ra của bộ cộng 62. Các bộ lọc vòng khác (trong vòng lặp hoặc sau vòng lặp) cũng có thể được sử dụng bổ sung cho bộ lọc tách khối.

Như được thể hiện trên Fig.2, bộ mã hóa video 20 thu dữ liệu video, và bộ phận phân chia 35 phân chia dữ liệu này thành các khối video. Việc phân chia này còn có thể bao gồm phân chia thành các lát, các ô, hoặc các đơn vị lớn hơn khác, cũng như phân chia khối video, ví dụ, theo cấu trúc cây tứ phân của các LCU và các CU. Bộ mã hóa video 20 thường minh họa các thành phần để mã hóa các khối video trong lát video cần được mã hóa. Lát có thể được chia thành nhiều khối video (và có thể thành các tập hợp khối video được gọi là các ô). Bộ phận xử lý dự báo 41 có thể chọn một trong số các chế độ mã hóa khả thi, như một trong số các chế độ mã hóa nội cấu trúc hoặc một trong số các chế độ mã hóa liên cấu trúc, cho khối video hiện thời dựa trên kết quả sai số (ví dụ, tốc độ mã hóa và mức độ méo). Bộ phận xử lý dự báo 41 có thể cung cấp khối mã hóa nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc kết quả cho bộ cộng 50 để tạo ra dữ liệu khối dư và cho bộ cộng 62 để khôi phục khối mã hóa để dùng làm hình tham chiếu.

Bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 46 trong bộ phận xử lý dự báo 41 có thể thực hiện mã hóa dự báo nội cấu trúc đối với khối video hiện thời liên quan đến một hoặc nhiều khối lân cận trong cùng một khung hoặc lát giống như khối hiện thời cần được mã hóa để nén không gian. Bộ phận ước tính chuyển động 42 và bộ phận bù chuyển động 44 trong bộ phận xử lý dự báo 41 thực hiện mã hóa dự báo liên cấu trúc đối với khối video hiện thời liên quan đến một hoặc nhiều khối dự báo trong một hoặc nhiều hình tham chiếu để nén thời gian.

Bộ phận ước tính chuyển động 42 có thể được tạo cấu hình để xác định chế độ dự báo liên cấu trúc dùng cho lát video theo mẫu định trước cho chuỗi video. Mẫu định trước có thể chỉ định các lát video trong chuỗi là lát P, lát B hoặc lát GPB. Bộ

phận ước tính chuyển động 42 và bộ phận bù chuyển động 44 có thể được tích hợp mức cao, nhưng được minh họa tách riêng để làm rõ khái niệm. Ước tính chuyển động, được thực hiện bởi bộ phận ước tính chuyển động 42, là quy trình tạo lập các vector chuyển động để ước tính chuyển động của các khối video. Vector chuyển động, ví dụ, có thể chỉ báo sự dịch chuyển của PU của khối video trong khung hoặc hình video hiện thời so với khối dự báo trong hình tham chiếu.

Khối dự báo là khối được thấy là phù hợp nhất với PU của khối video cần được mã hóa về mặt vi sai điểm ảnh, vi sai này có thể được xác định bằng tổng vi sai tuyệt đối (SAD - Sum of Absolute Difference), tổng vi sai bình phương (SSD - Sum of Square Difference), hoặc các số đo vi sai khác. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể tính giá trị của các vị trí điểm ảnh dưới số nguyên của các hình tham chiếu được lưu trữ trong bộ nhớ hình tham chiếu 64. Ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể nội suy giá trị của các vị trí điểm ảnh một phần tư, các vị trí điểm ảnh một phần tám, hoặc các vị trí điểm ảnh phân số khác của hình tham chiếu. Do đó, bộ phận ước tính chuyển động 42 có thể thực hiện tìm kiếm chuyển động liên quan đến vị trí điểm ảnh toàn phần và vị trí điểm ảnh phân số và xuất ra vector chuyển động với độ chính xác điểm ảnh phân số.

Bộ phận ước tính chuyển động 42 tính vector chuyển động cho PU của khối video trong lát mã hóa liên cấu trúc bằng cách so sánh vị trí của PU với vị trí của khối dự báo của hình tham chiếu. Hình tham chiếu có thể được chọn từ danh mục hình tham chiếu thứ nhất (danh mục 0) hoặc danh mục hình tham chiếu thứ hai (danh mục 1), mỗi danh mục này nhận dạng một hoặc nhiều hình tham chiếu lưu trữ trong bộ nhớ hình tham chiếu 64. Bộ phận ước tính chuyển động 42 truyền vector chuyển động đã tính được đến bộ phận mã hóa entropy 56 và bộ phận bù chuyển động 44.

Quy trình bù chuyển động, được thực hiện bởi bộ phận bù chuyển động 44, có thể bao gồm tìm nạp hoặc tạo lập khối dự báo dựa vào vector chuyển động được xác định bởi quy trình ước tính chuyển động, có thể thực hiện các phép nội suy với độ chính xác dưới điểm ảnh. Ngay khi thu được vector chuyển động dùng cho PU của khối video hiện thời, bộ phận bù chuyển động 44 có thể định vị khối dự báo mà vector chuyển động trỏ đến ở một trong số các danh mục hình tham chiếu. Bộ mã hóa video 20 tạo ra khối video dư bằng cách lấy các giá trị điểm ảnh của khối video hiện thời đang được mã hóa trừ đi các giá trị điểm ảnh của khối dự báo, tạo ra các giá trị vi sai

điểm ảnh. Các giá trị vi sai điểm ảnh tạo thành dữ liệu dư của khối, và có thể bao gồm các thành phần vi sai cả độ chói và màu. Bộ cộng 50 biểu diễn thành phần hoặc các thành phần thực hiện thao tác trừ này. Bộ phận bù chuyển động 44 còn có thể tạo lập các phần tử cú pháp gắn với các khối video và lát video để bộ giải mã video 30 dùng cho việc giải mã các khối video của lát video.

Bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 46 có thể dự báo nội cấu trúc khối hiện thời, thay cho việc dự báo liên cấu trúc được thực hiện bởi bộ phận ước tính chuyển động 42 và bộ phận bù chuyển động 44, như nêu trên. Cụ thể, bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 46 có thể xác định chế độ dự báo nội cấu trúc cần dùng để mã hóa khối hiện thời. Theo một số ví dụ, bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 46 có thể mã hóa khối hiện thời bằng cách sử dụng các chế độ dự báo nội cấu trúc khác nhau, trong các bước mã hóa tách biệt chẳng hạn, và bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 46 (hoặc bộ phận chọn chế độ 40, theo một số ví dụ) có thể chọn chế độ dự báo nội cấu trúc thích hợp cần dùng từ các chế độ đã được thử nghiệm. Ví dụ, bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 46 có thể tính các giá trị tốc độ- méo bằng cách sử dụng phép phân tích tốc độ- méo cho các chế độ dự báo nội cấu trúc được thử nghiệm khác nhau, và chọn chế độ dự báo nội cấu trúc có đặc tính tốc độ- méo tốt nhất trong số các chế độ được thử nghiệm. Phân tích tốc độ- méo thường xác định lượng méo (hoặc sai số) giữa khối mã hóa và khối gốc không mã hóa đã được mã hóa để tạo ra khối mã hóa, cũng như tốc độ bit (tức là, số bit) dùng để tạo ra khối mã hóa. Bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 46 có thể tính tỷ lệ giữa các độ méo và các tốc độ cho các khối mã hóa khác nhau để xác định chế độ dự báo nội cấu trúc nào đưa ra giá trị tốc độ- méo tốt nhất cho khối.

Trong trường hợp bất kỳ, sau khi chọn chế độ dự báo nội cấu trúc cho khối, bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 46 có thể cung cấp thông tin chỉ báo chế độ dự báo nội cấu trúc đã chọn cho khối đến bộ phận mã hóa entropy 56. Bộ phận mã hóa entropy 56 có thể mã hóa thông tin chỉ báo chế độ dự báo nội cấu trúc đã chọn theo các kỹ thuật của sáng chế. Bộ mã hóa video 20 có thể đưa dữ liệu cấu hình vào trong dòng bit được truyền, dữ liệu này có thể bao gồm các bảng chỉ số chế độ dự báo nội cấu trúc và các bảng chỉ số chế độ dự báo nội cấu trúc sửa đổi (còn được gọi là các bảng ánh xạ từ mã), định nghĩa về các ngữ cảnh mã hóa dùng cho các khối khác nhau, và các chỉ báo của chế độ dự báo nội cấu trúc xác suất cao nhất, bảng chỉ số chế độ dự báo nội cấu trúc, và bảng chỉ số chế độ dự báo nội cấu trúc sửa đổi để sử dụng cho mỗi ngữ cảnh.

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

Bộ phận xử lý biến đổi 52 có thể truyền các hệ số biến đổi kết quả đến bộ phận lượng tử hóa 54. Bộ phận lượng tử hóa 54 lượng tử hóa các hệ số biến đổi để giảm hơn nữa tốc độ bit. Quy trình lượng tử hóa có thể làm giảm độ sâu bit gắn với một số hoặc tất cả các hệ số. Mức độ lượng tử hóa có thể được sửa đổi bằng cách điều chỉnh tham số lượng tử hóa hoặc bằng cách sửa đổi các giá trị trong ma trận lượng tử hóa. Theo một số ví dụ, bộ phận lượng tử hóa 54 có thể thực hiện việc quét ma trận gồm các hệ số biến đổi đã lượng tử hóa. Theo cách khác, bộ phận mã hóa entropy 56 có thể thực hiện việc quét.

Trong một số trường hợp, bộ phận lượng tử hóa 54 có thể thực hiện quy trình định tỷ lệ sau biến đổi bổ sung cho quy trình lượng tử hóa. Quy trình định tỷ lệ sau biến đổi có thể được sử dụng phối hợp với quy trình biến đổi lỗi được thực hiện bởi đơn vị biến đổi 52 để thực hiện hiệu quả quy trình biến đổi không gian sang tần số đầy đủ hoặc dạng gần đúng của nó đối với khối dữ liệu dư. Theo một số ví dụ, quy trình định tỷ lệ sau biến đổi có thể được tích hợp với quy trình lượng tử hóa sao cho quy trình sau biến đổi và quy trình lượng tử hóa được thực hiện như là một phần trong một loạt các quy trình giống nhau đối với một hoặc nhiều hệ số biến đổi cần được lượng tử hóa.

Theo một số ví dụ, bộ phận lượng tử hóa 54 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi dựa vào ma trận lượng tử hóa. Ma trận lượng tử hóa có thể gồm nhiều giá trị, mỗi giá trị này tương ứng với một trong số các hệ số biến đổi của khối hệ số biến đổi cần được lượng tử hóa. Các giá trị trong ma trận lượng tử hóa có thể được dùng để xác định mức lượng tử hóa cần được bộ phận lượng tử hóa 54 áp dụng cho các hệ số biến đổi tương ứng trong khối hệ số biến đổi. Ví dụ, đối với mỗi hệ số biến đổi cần được lượng tử hóa, bộ phận lượng tử hóa 54 có thể lượng tử hóa hệ số biến đổi tương ứng

theo mức lượng tử hóa được xác định ít nhất một phần bởi giá trị tương ứng trong số các giá trị của ma trận lượng tử hóa tương ứng với hệ số biến đổi cần được lượng tử hóa.

Theo ví dụ khác, bộ phận lượng tử hóa 54 có thể lượng tử hóa các hệ số biến đổi dựa vào tham số lượng tử hóa và ma trận lượng tử hóa. Tham số lượng tử hóa có thể là tham số mức khối (tức là, tham số được gán cho toàn bộ khối hệ số biến đổi) có thể được dùng để xác định mức lượng tử hóa cần được áp dụng cho khối hệ số biến đổi. Theo ví dụ này, các giá trị trong ma trận lượng tử hóa và tham số lượng tử hóa có thể cùng được sử dụng để xác định mức lượng tử hóa cần được áp dụng cho các hệ số biến đổi tương ứng trong khối hệ số biến đổi. Nói cách khác, ma trận lượng tử hóa có thể định rõ các giá trị, với tham số lượng tử hóa, có thể được dùng để xác định mức lượng tử hóa cần được áp dụng cho các hệ số biến đổi tương ứng. Ví dụ, đối với mỗi hệ số biến đổi cần được lượng tử hóa trong khối hệ số biến đổi, bộ phận lượng tử hóa 54 có thể lượng tử hóa hệ số biến đổi tương ứng theo mức lượng tử hóa được xác định ít nhất một phần bởi tham số lượng tử hóa (QP) mức khối của khối hệ số biến đổi và giá trị tương ứng trong số các giá trị riêng của hệ số trong ma trận lượng tử hóa tương ứng với hệ số biến đổi cần được lượng tử hóa. Vì vậy, ma trận lượng tử hóa cung cấp giá trị tương ứng cho mỗi hệ số biến đổi, và áp dụng giá trị này cho QP để xác định mức lượng tử hóa dùng cho giá trị hệ số biến đổi.

Theo một số ví dụ, quy trình lượng tử hóa có thể bao gồm quy trình tương tự như một hoặc nhiều quy trình được đề xuất cho HEVC và/hoặc được định nghĩa theo tiêu chuẩn giải mã H.264. Ví dụ, để lượng tử hóa giá trị (tức là, mức) của hệ số biến đổi, bộ phận lượng tử hóa 54 có thể định tỷ lệ hệ số biến đổi theo giá trị tương ứng trong ma trận lượng tử hóa và theo giá trị định tỷ lệ sau biến đổi. Bộ phận lượng tử hóa 54 có thể dịch chuyển hệ số biến đổi đã được định tỷ lệ với lượng dịch chuyển dựa vào tham số lượng tử hóa. Trong một số trường hợp, giá trị định tỷ lệ sau biến đổi có thể được chọn dựa vào tham số lượng tử hóa. Các kỹ thuật lượng tử hóa khác cũng có thể được sử dụng.

Bộ phận lượng tử hóa 54 có thể, theo một số ví dụ, làm cho dữ liệu chỉ báo ma trận lượng tử hóa được bộ phận lượng tử hóa 54 sử dụng để lượng tử hóa các hệ số biến đổi sẽ được đưa vào dòng bit mã hóa. Ví dụ, bộ phận lượng tử hóa 54 có thể cung cấp dữ liệu chỉ báo ma trận lượng tử hóa cho bộ phận mã hóa entropy 56 để mã hóa

entropy dữ liệu và sau đó bố trí trong dòng bit mã hóa.

Dữ liệu ma trận lượng tử hóa có trong dòng bit mã hóa có thể được bộ giải mã video 30 sử dụng để giải mã dòng bit (để thực hiện quy trình lượng tử hóa ngược chẳng hạn). Theo một số ví dụ, dữ liệu có thể là giá trị chỉ số để nhận dạng ma trận lượng tử hóa định trước từ tập hợp các ma trận lượng tử hóa, hoặc có thể nhận dạng hàm để tạo lập ma trận lượng tử hóa. Theo ví dụ khác, dữ liệu có thể bao gồm các giá trị thực có trong ma trận lượng tử hóa. Theo ví dụ khác nữa, dữ liệu có thể bao gồm phiên bản mã hóa của các giá trị thực có trong ma trận lượng tử hóa. Ví dụ, phiên bản mã hóa của ma trận lượng tử hóa có thể bao gồm các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu đối với một số vị trí trong ma trận lượng tử hóa. Theo ví dụ khác, phiên bản mã hóa có thể được tạo lập dựa vào biến dự báo như được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Theo một số ví dụ, dữ liệu này có thể có dạng một hoặc nhiều phần tử cú pháp định rõ ma trận lượng tử hóa được sử dụng bởi bộ phận lượng tử hóa 54 để lượng tử hóa khối hệ số biến đổi tương ứng với khối video cần được mã hóa, và bộ phận lượng tử hóa 54 có thể đưa một hoặc nhiều phần tử cú pháp này vào phần đầu của khối video mã hóa.

Theo các tiêu chuẩn trước như MPEG-2 và AVC/H.264, các ma trận lượng tử hóa, như nêu trên, được sử dụng để cải thiện chất lượng chủ quan (subjective quality). Các ma trận lượng tử hóa cũng thuộc tiêu chuẩn HEVC.

Theo HM5.1, các cỡ biến đổi 4×4 , 8×8 , 16×16 và 32×32 có thể được sử dụng. Cỡ biến đổi 32×32 có thể được dùng cho độ chói, và có thể chỉ dùng cho độ chói (tức là, có thể không dùng cho các thành phần màu). Có thể là thích hợp nếu cho phép tổng cộng 20 ma trận lượng tử hóa (tức là, ma trận lượng tử hóa tách biệt cho các khối được dự báo nội cấu trúc và liên cấu trúc 4×4 , 8×8 , 16×16 đối với các thành phần Y, U và V, cũng như 32×32 cho các khối được dự báo nội cấu trúc và liên cấu trúc đối với thành phần Y). Do vậy, có thể là bộ mã hóa sẽ báo hiệu 4064 giá trị ma trận lượng tử hóa để báo hiệu tất cả các hoán vị khả thi. Theo một số ví dụ, việc quét đích đặc các mục nhập ma trận lượng tử hóa, tiếp đó mã hóa dự báo bậc nhất (ví dụ, mã hóa vi sai) và mã hóa Golomb hàm mũ (với tham số=0) có thể được sử dụng để nén không tổn hao các ma trận lượng tử hóa. Tuy nhiên, có thể muốn có các phương pháp nén tốt hơn với tiêu chuẩn HEVC do số lượng lớn các hệ số ma trận lượng tử hóa.

Các ma trận lượng tử hóa thường được thiết kế để tận dụng hệ thống thị giác con người (HVS). Hệ thống thị giác con người thường ít nhạy hơn với các sai số lượng

tử hóa ở các tần số cao hơn. Một lý do cho điều này là vì chức năng nhảy tương phản (CSF) của hệ thống thị giác con người giảm khi tần số tăng, theo cả hai chiều ngang và dọc. Vì vậy, đối với các ma trận lượng tử hóa được thiết kế tốt, các mức nhập ma trận gia tăng theo cả hai chiều hàng (từ trái sang phải) và cột (từ trên xuống dưới). Cụ thể, vì khối hệ số biến đổi mở rộng từ vị trí DC ở góc trái trên (0, 0) đến các hệ số tần số cao hơn ở gần góc phải dưới (n, n), nên các giá trị tương ứng trong ma trận lượng tử hóa thường gia tăng, hoặc ít nhất là không giảm.

Theo các kỹ thuật đã biết để báo hiệu ma trận lượng tử hóa, tất cả các giá trị (tức là, các hệ số) trong toàn bộ ma trận lượng tử hóa được báo hiệu. Tuy nhiên, việc báo hiệu toàn bộ ma trận lượng tử hóa có thể là không cần thiết vì một số hệ số, như các hệ số ở gần góc phải dưới của ma trận lượng tử hóa, có thể góp phần không đáng kể vào chất lượng video.

Theo một ví dụ, cỡ khối lớn hơn, như 32x32, thường được sử dụng khi khối dư trơn, trong đó khối dư là vi sai giữa khối dữ liệu video thực và khối dữ liệu video dự báo. Khối dư trơn có lệch một chút ở các giá trị trong khối dư. Trong trường hợp này, sau khi lượng tử hóa, có thể không có nhiều hệ số khác không ở các tần số cao (tức là, ở gần góc phải dưới) của khối biến đổi.

Thông kê của các chuỗi video mã hóa hỗ trợ cho giả thuyết này. Ví dụ, việc sử dụng kỹ thuật biến đổi tần số riêng phần (ví dụ, mã hóa 16x16 hệ số nhỏ nhất từ khối 32x32) cho thấy có rất ít tổn hao trong hiệu suất mã hóa. Điều này có thể được coi là tương đương với việc lựa chọn giá trị rất cao cho các mức nhập ma trận lượng tử hóa đối với các tần số nằm ngoài vùng 16x16 (ví dụ, các giá trị cao cho các hệ số của ma trận lượng tử hóa đối với các tần số nằm ngoài vùng 16x16). Theo ví dụ này, vì có thể có rất ít tổn hao trong hiệu suất mã hóa, nên có thể không cần phải báo hiệu tất cả 32x32 giá trị của ma trận lượng tử hóa, là 1024 giá trị, trong dòng bit video mã hóa.

Phần dưới đây mô tả các ví dụ báo hiệu và mã hóa đối với các ma trận lượng tử hóa. Ví dụ, để báo hiệu, bộ mã hóa video 20 có thể báo hiệu cờ một bit để chỉ báo rằng toàn bộ ma trận lượng tử hóa hay chỉ một tập hợp con của ma trận lượng tử hóa được mã hóa. Nếu cờ chỉ báo rằng toàn bộ ma trận lượng tử hóa được mã hóa, thì phương pháp mã hóa bất kỳ có thể được sử dụng, như kỹ thuật theo tiêu chuẩn HM5.1, AVC/H.264, JCTVC-F085, JCTVC-E073, hoặc các kỹ thuật được mô tả trong đơn đăng ký sáng chế tạm thời Mỹ số 61/547647, mà được đưa vào đây bằng cách viện dẫn

toàn bộ, và được thảo luận chi tiết hơn dưới đây.

Nếu cờ chỉ báo rằng chỉ có một tập hợp con của ma trận lượng tử hóa được mã hóa (ví dụ, tập hợp con thứ nhất), thì cờ của tập hợp con có thể được mã hóa dưới dạng cặp giá trị (`last_row`, `last_col`). Theo ví dụ này, giả sử rằng tập hợp con có dạng hình chữ nhật và gồm các mục nhập ma trận lượng tử hóa từ vị trí (0,0) đến vị trí (`last_row`, `last_col`). Tuy nhiên, có thể sử dụng các hình dạng khác. Cũng có thể hạn chế ở dạng hình vuông trong trường hợp có thể chỉ cần mã hóa một giá trị cuối duy nhất vì các giá trị cuối `last_row` và `last_col` sẽ giống nhau. Các giá trị cuối (`last_row`, `last_col`) có thể được mã hóa với số bit cố định, số bit này có thể tùy thuộc vào cờ của ma trận lượng tử hóa. Ví dụ, với ma trận lượng tử hóa 32×32 , các giá trị cuối có thể được mã hóa bằng cách sử dụng $5+5=10$ bit. Các mã độ dài thay đổi, như mã Golomb hàm mũ hoặc mã Golomb, có thể được sử dụng để mã hóa các giá trị cuối.

Sau khi mã hóa các giá trị cuối (`last_row`, `last_col`), các mục nhập ma trận lượng tử hóa thuộc tập hợp con có thể được mã hóa (ví dụ, các giá trị của tập hợp con thứ nhất). Phương pháp HM5.1 hoặc phương pháp bất kỳ khác (như AVC/H.264, JCTVC-F085, JCTVC-E073 hoặc các kỹ thuật được mô tả trong đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 13/649836 (WO2013056097), nộp ngày 11.10.2012) có thể được dùng để mã hóa các mục nhập ma trận lượng tử hóa thuộc tập hợp con. Kỹ thuật mã hóa này có thể là tổn hao hoặc không tổn hao.

Theo các kỹ thuật của đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 13/649836, bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể thực hiện việc quét mảnh và kỹ thuật dự báo không tuyến tính để mã hóa các sai số dự báo đối với các giá trị thuộc tập hợp con thứ nhất của ma trận lượng tử hóa. Theo một kỹ thuật làm ví dụ, biến dự báo là giá trị lớn nhất trong số giá trị ở bên trái và giá trị ở bên trên trong tập hợp con thứ nhất của ma trận lượng tử hóa liên quan đến vị trí quét hiện thời trong ma trận lượng tử hóa. Nói cách khác, vì ma trận lượng tử hóa được quét theo thứ tự quét mảnh, nên giá trị hiện thời trong ma trận lượng tử hóa được dự báo dựa vào giá trị lớn nhất trong số giá trị ở bên trái giá trị hiện thời và giá trị ở bên trên giá trị hiện thời. Thứ tự quét mảnh thường có thể được dùng để chỉ thứ tự trong đó các giá trị trong ma trận lượng tử hóa được quét theo các hàng từ trên xuống dưới và trong mỗi hàng từ trái sang phải. Nói chung, các giá trị trong ma trận lượng tử hóa sẽ tương ứng với các hệ số biến đổi tương ứng trong khối hệ số biến đổi, trong đó các hệ số ở gần góc trái trên là tần số thấp và các hệ

số ở gần góc phải dưới gia tăng theo tần số.

Sau khi hoàn tất việc mã hóa các mục nhập ma trận lượng tử hóa thuộc tập hợp con, phần còn lại của các mục nhập ma trận lượng tử hóa (ví dụ, các giá trị hệ số của tập hợp con thứ hai) có thể được dự báo từ các mục nhập ma trận lượng tử hóa thuộc tập hợp con. Quy trình này có thể được thực hiện ở cả bộ mã hóa và bộ giải mã. Ví dụ, nếu các mục nhập ma trận lượng tử hóa thuộc tập hợp con được mã hóa theo kiểu có tổn hao, thì chúng được khôi phục. Tiếp đó, các mục nhập ma trận lượng tử hóa nằm ngoài tập hợp con (ví dụ, các giá trị hệ số của tập hợp con thứ hai) được quét theo thứ tự quét mảnh, theo một ví dụ, để dự báo các giá trị hệ số của tập hợp con thứ hai.

Theo ví dụ của sáng chế, bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để báo hiệu các giá trị ma trận lượng tử hóa cho một tập hợp con của ma trận lượng tử hóa. Ví dụ, bộ mã hóa video có thể chia ma trận lượng tử hóa thành ít nhất tập hợp con thứ nhất và tập hợp con thứ hai của các giá trị ma trận lượng tử hóa. Bộ mã hóa video có thể mã hóa các giá trị hệ số của tập hợp con thứ nhất, và báo hiệu các giá trị mã hóa này đến bộ giải mã video dưới dạng các phần tử cú pháp. Bộ giải mã video có thể giải mã các giá trị hệ số của tập hợp con thứ nhất từ các phần tử cú pháp thu được.

Theo một số ví dụ của sáng chế, bộ giải mã video 30 có thể dự báo các giá trị của tập hợp con thứ hai. Ví dụ, theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể không cần phải báo hiệu các phần tử cú pháp dùng để suy ra các giá trị ma trận lượng tử hóa hệ số của tập hợp con thứ hai để cho bộ giải mã video có thể dự báo các giá trị của tập hợp con thứ hai. Thay vì vậy, bộ giải mã video 30 có thể sử dụng các kỹ thuật của sáng chế để dự báo các giá trị của tập hợp con thứ hai mà không sử dụng các phần tử cú pháp như vậy. Theo cách này, lượng dữ liệu cần được báo hiệu cho ma trận lượng tử hóa có thể được giảm bớt.

Theo một ví dụ, bộ giải mã video 20 có thể dự báo các giá trị hệ số trong tập hợp con giá trị ma trận lượng tử hóa thứ hai dựa vào các giá trị hệ số đã được giải mã của tập hợp con giá trị ma trận lượng tử hóa thứ nhất, như được bàn luận chi tiết hơn dưới đây. Theo ví dụ khác, để dự báo các giá trị của tập hợp con giá trị ma trận lượng tử hóa thứ hai, bộ giải mã video 30 có thể gán cho mỗi hệ số trong tập hợp con thứ hai này một giá trị không đổi, trong đó giá trị không đổi này có thể là giá trị ma trận lượng tử hóa tối đa cho phép, theo một ví dụ không giới hạn phạm vi. Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể báo hiệu giá trị không đổi này cho bộ giải mã video, hoặc theo

cách khác, bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể được lập trình trước với giá trị không đổi này.

Fig.4 là sơ đồ minh họa ma trận lượng tử hóa làm ví dụ. Fig.4 minh họa ma trận lượng tử hóa 94 là ma trận lượng tử hóa 32×32 dùng để lượng tử hóa khối hệ số biến đổi dư 32×32 . Mặc dù các kỹ thuật trên Fig.4 được mô tả trong ngữ cảnh của ma trận lượng tử hóa 32×32 , nhưng các khía cạnh của sáng chế không chỉ giới hạn như vậy và có thể được mở rộng cho các ma trận lượng tử hóa có cỡ khác, bao gồm các ma trận lượng tử hóa không phải hình vuông. Ma trận lượng tử hóa 94 bao gồm tập hợp con thứ nhất 96 là tập hợp con các giá trị của các mục nhập trong ma trận lượng tử hóa 94. Theo ví dụ này, tập hợp con thứ nhất 96 là ma trận 8×8 (bao gồm các giá trị ma trận lượng tử hóa A001 ở góc trái trên và A232 ở góc phải dưới), nhưng các cỡ khác cũng có thể sử dụng, kể cả các cỡ không phải hình vuông. Theo ví dụ này, các giá trị hệ số trong các mục nhập của tập hợp con thứ nhất 96 có thể được mã hóa và được báo hiệu bởi bộ mã hóa video 20. Cỡ của tập hợp con thứ nhất 96 cũng có thể được mã hóa và được báo hiệu. Cỡ có thể là hàng cuối và cột cuối của tập hợp con thứ nhất 96, là (7, 7), giả sử rằng biến A001 nằm ở vị trí (0, 0) trong ma trận lượng tử hóa 94. Vì tập hợp con này là hình vuông, nên chỉ có một biến có thể cần được báo hiệu (ví dụ, 7). Đối với các tập hợp con không phải hình vuông, các giá trị của hàng cuối và cột cuối có thể được mã hóa và báo hiệu.

Theo một số ví dụ, các giá trị của các mục nhập của tập hợp con thứ hai 98 có thể không được dùng để dự báo các giá trị của các mục nhập của tập hợp con thứ hai 98. Tập hợp con thứ hai bao gồm các giá trị ma trận lượng tử hóa A009, A257 và A1024, ngoài các giá trị khác, và được giới hạn bằng đường chấm chấm. Các hình elip biểu diễn các giá trị ma trận lượng tử hóa bổ sung và được sử dụng để giảm kích cỡ hình vẽ. Nói cách khác, các giá trị của các mục nhập của tập hợp con thứ hai 98 có thể được dự báo mà không sử dụng các phần tử cú pháp tính được từ các giá trị hệ số của các mục nhập của tập hợp con thứ hai. Theo một số ví dụ khác, các giá trị của các mục nhập của tập hợp con thứ hai 98 có thể được xác định từ các giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu của tập hợp con thứ hai thu được từ bộ mã hóa video, như sẽ được bàn luận chi tiết hơn dưới đây.

Theo một số ví dụ, các giá trị của các mục nhập của tập hợp con thứ hai 98 có thể là giá trị lớn nhất của giá trị ma trận lượng tử hóa ở bên trên một giá trị cụ thể hoặc

giá trị lớn nhất của giá trị ma trận lượng tử hóa ở bên trái giá trị cụ thể này. Nếu không có giá trị bên trái hoặc bên trên, thì giá trị bên trái hoặc bên trên được coi là bằng không. Ví dụ, để dự báo các giá trị hệ số của tập hợp con thứ hai của ma trận lượng tử hóa, bộ mã hóa video 20 hoặc bộ giải mã video 30 có thể thiết lập giá trị hệ số cho mục nhập hiện thời của tập hợp con thứ hai tại vị trí tọa độ $[x, y]$ lớn hơn giá trị hệ số của mục nhập trong ma trận lượng tử hóa nằm ở bên trái tại vị trí tọa độ $[x-1, y]$ và giá trị hệ số của mục nhập trong ma trận lượng tử hóa nằm ở bên trên tại vị trí tọa độ $[x, y-1]$, (giả định góc trái trên là $[0, 0]$ và góc phải dưới là $[n, n]$ trong ma trận lượng tử hóa $n \times n$).

Theo một số ví dụ, các giá trị của các mục nhập của tập hợp con thứ nhất 96 có thể được dự báo theo thứ tự quét mảnh; tuy nhiên, thứ tự quét khác có thể được sử dụng. Theo ví dụ này, thay vì báo hiệu chính giá trị của ma trận lượng tử hóa, vi sai giữa giá trị ma trận lượng tử hóa hiện thời và giá trị ma trận lượng tử hóa trước đó theo thứ tự quét mảnh được báo hiệu. Vì các giá trị ma trận lượng tử hóa thường tăng theo ngang và chiều dọc, nên các sai số dự báo (tức là, vi sai giữa giá trị ma trận lượng tử hóa hiện thời và giá trị ma trận lượng tử hóa trước đó theo thứ tự quét) của biến dự báo được đề xuất (tức là, các giá trị ma trận lượng tử hóa bên trên và bên trái) gần như luôn luôn không âm. Cần lưu ý rằng sơ đồ dự báo được đề xuất này hoạt động tốt khi các ma trận lượng tử hóa không đối xứng được sử dụng, trong khi thứ tự quét đích đặc có thể là không hiệu quả.

Theo một số ví dụ, sai số dự báo được mã hóa bằng cách sử dụng các mã Golomb. Tham số mã hóa Golomb có thể được bộ mã hóa đưa vào dòng bit video mã hóa (bằng cách sử dụng mã độ dài cố định hoặc thay đổi) hoặc có thể đã được biết ở cả bộ mã hóa và bộ giải mã. Có thể sử dụng các phương pháp khác, như phương pháp mã hóa Golomb hàm mũ, để mã hóa sai số dự báo. Do bản chất trải rộng một chút của sai số dự báo, nên mã hóa Golomb có thể là cần thiết. Để có thể mã hóa các giá trị âm không thường xuyên, phương pháp ánh xạ lại có thể được sử dụng.

Theo một số ví dụ, một hoặc nhiều giá trị hệ số dự báo của tập hợp con thứ hai có thể được dự báo từ các giá trị hệ số dự báo khác của tập hợp con thứ hai. Ví dụ, giá trị hệ số của một mục nhập trong ma trận lượng tử hóa cũng là một phần của tập hợp con thứ hai có thể nằm bên trên mục nhập hiện thời trong tập hợp con thứ hai, và giá trị hệ số của một mục nhập trong ma trận lượng tử hóa cũng là một phần của tập hợp

con thứ hai có thể nằm bên trái mục nhập hiện thời trong tập hợp con thứ hai. Theo ví dụ này, các giá trị hệ số của các mục nhập có thể dùng để dự báo giá trị hệ số của mục nhập hiện thời có thể chính là các giá trị dự báo vì các mục nhập này cũng là một phần của tập hợp con thứ hai, và tất cả các giá trị hệ số của các mục nhập trong tập hợp con thứ hai đều có thể được dự báo. Bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 có thể sử dụng quy trình này để suy ra tất cả các mục nhập lượng tử hóa nằm ngoài tập hợp con (trong tập hợp con thứ hai chẳng hạn). Các sơ đồ minh họa ma trận lượng tử hóa và ma trận lượng tử hóa đã khôi phục được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6, và được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Quay trở lại Fig.4, theo một ví dụ, giá trị của hệ số A009 của tập hợp con thứ hai 98 được dự báo là bằng hệ số A008 của tập hợp con thứ nhất 96 vì không có giá trị nào ở bên trên hệ số A009. Giá trị của hệ số A257 của tập hợp con thứ hai 98 được dự báo là bằng hệ số A225 của tập hợp con thứ nhất 96 vì không có giá trị nào ở bên trái hệ số A257. Giá trị của hệ số A042 của tập hợp con thứ hai 98 được dự báo là lớn hơn giá trị của hệ số A010 và hệ số A041, đều thuộc tập hợp con thứ hai 98. Theo ví dụ này, giá trị của các hệ số A010 và A041 là các giá trị được dự báo bởi vì cả hai hệ số này đều thuộc tập hợp con thứ hai 98.

Fig.5 là đồ thị minh họa ma trận lượng tử hóa với các giá trị làm ví dụ có thể được báo hiệu bằng cách sử dụng quy trình dự báo theo các kỹ thuật nêu trên. Fig.6 là đồ thị minh họa ma trận lượng tử hóa được khôi phục bằng cách sử dụng một hoặc nhiều kỹ thuật làm ví dụ của sáng chế. Ví dụ, với mục đích minh họa, Fig.5 thể hiện ma trận lượng tử hóa 100 là ma trận 8x8. Theo ví dụ này, bộ mã hóa video 20 có thể báo hiệu các giá trị của 5x5 mục nhập đầu tiên trong ma trận lượng tử hóa 100 (được thể hiện bằng các đường nét đậm). Theo ví dụ này, tập hợp con thứ nhất 101 của ma trận lượng tử hóa 100 là 5x5 giá trị đầu tiên, có nghĩa là, theo ví dụ này, giá trị của mỗi `last_row` và `last_col` là 4, giả định các chỉ số lấy gốc từ không. Vì tập hợp con thứ nhất 101 là hình vuông, nên bộ mã hóa video 20 có thể chỉ báo hiệu giá trị 5 (vì các giá trị `last_row` và `last_col` giống nhau chẳng hạn). Các giá trị còn lại trong ma trận lượng tử hóa 100 (tức là, các giá trị nằm ngoài tập hợp con thứ nhất 101) được coi là thuộc tập hợp con thứ hai.

Fig.6 minh họa ma trận lượng tử hóa đã được khôi phục 102. Theo ví dụ này, bộ giải mã video 30 (hoặc bộ mã hóa video 20 trong vòng khôi phục), có thể sử dụng

một trong số các kỹ thuật làm ví dụ để tạo lập ma trận lượng tử hóa được khôi phục 102. Ví dụ, bộ giải mã video 30 và bộ mã hóa video 20 có thể sử dụng kỹ thuật xác định các giá trị của tập hợp con giá trị ma trận lượng tử hóa thứ hai bằng cách sử dụng giá trị lớn nhất giữa hệ số bên trái và hệ số bên trên so với hệ số hiện thời.

Ma trận lượng tử hóa được khôi phục 102 minh họa kết quả của kỹ thuật này. Ví dụ, 5x5 mục nhập đầu tiên trong tập hợp con thứ nhất 103 giống như 5x5 mục nhập đầu tiên trong tập hợp con thứ nhất 101 trong ma trận lượng tử hóa 100, vì các giá trị này đã được báo hiệu rõ ràng. Các giá trị còn lại (ví dụ, các giá trị của tập hợp con thứ hai nằm ngoài tập hợp con thứ nhất 103) được suy ra từ quy trình xác định giá trị lớn nhất trong số các hệ số bên trên và bên trái so với hệ số hiện thời.

Theo một số ví dụ, thay vì dự báo và quét mạnh như nêu trên, các kiểu quét và/hoặc dự báo khác có thể được dùng. Theo cách khác, các mục nhập ma trận lượng tử hóa nằm ngoài tập hợp con (ví dụ, các giá trị hệ số của tập hợp con thứ hai) có thể được thiết lập bằng một giá trị không đổi như giá trị ma trận lượng tử hóa tối đa cho phép. Giá trị không đổi này có thể được báo hiệu trong dòng bit từ bộ mã hóa video đến bộ giải mã video, hoặc bộ mã hóa video và bộ giải mã video có thể được lập trình trước với giá trị không đổi này.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể dự báo các giá trị trong tập hợp con thứ hai tương tự như được thực hiện bởi bộ giải mã video 30. Ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể dự báo các giá trị của tập hợp con thứ hai, và thay thế các giá trị trong tập hợp con thứ hai bằng các giá trị đã được dự báo của tập hợp con thứ hai. Theo cách này, ma trận lượng tử hóa dùng ở phía bộ mã hóa video và phía bộ giải mã video có thể là giống nhau.

Theo một số ví dụ mã hóa video, có thể không đủ nếu sử dụng giá trị không đổi cho các giá trị ma trận lượng tử hóa hoặc dự báo từ tập hợp con thứ nhất để xác định các mục nhập ma trận lượng tử hóa không được báo hiệu rõ ràng, (tức là, các mục nhập nằm ngoài hình chữ nhật (0, 0) đến (last_row, last_col), các giá trị của tập hợp con thứ hai). Phần dưới đây mô tả các ví dụ khác để báo hiệu các giá trị ma trận lượng tử hóa, như sử dụng các giá trị của ma trận khác và sử dụng các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu để xác định các giá trị của tập hợp con thứ hai.

Theo một ví dụ, các mục nhập không được báo hiệu rõ ràng (ví dụ, các giá trị của tập hợp con thứ hai) được suy ra từ một ma trận khác (ví dụ, ma trận lượng tử hóa

có cỡ nhỏ hơn). Ma trận lượng tử hóa cỡ nhỏ hơn này có thể đã được mã hóa trong dòng bit mà bộ mã hóa video báo hiệu, theo một ví dụ. Theo một số ví dụ, ma trận khác có thể là ma trận lượng tử hóa. Bộ mã hóa video 20 có thể đã báo hiệu trước đó ma trận khác này.

Ví dụ, bộ mã hóa video có thể báo hiệu các giá trị của các ma trận lượng tử hóa khác nhau, như các ma trận lượng tử hóa có cỡ 4x4, 8x8, 16x16 hoặc 32x32. Theo ví dụ này, bộ giải mã video 30 có thể sử dụng các giá trị hệ số từ ma trận bất kỳ trong số các ma trận lượng tử hóa đã được mã hóa trước đó trong dòng bit để khôi phục ma trận lượng tử hóa hiện thời. Ví dụ, giả sử rằng ma trận lượng tử hóa cần được khôi phục là ma trận lượng tử hóa 32x32. Theo ví dụ này, bộ mã hóa video 20 có thể báo hiệu các giá trị hệ số trong tập hợp con thứ nhất của ma trận lượng tử hóa 32x32. Giả sử rằng bộ giải mã video đã thu được các ma trận lượng tử hóa cỡ 4x4, 8x8 hoặc 16x16, bộ giải mã video có thể sử dụng ma trận lượng tử hóa 4x4, 8x8 hoặc 16x16 này để xác định các giá trị của tập hợp con thứ hai để khôi phục ma trận lượng tử hóa 32x32.

Theo một số ví dụ, có thể sử dụng ma trận bất kỳ trong số các ma trận lượng tử hóa 4x4, 8x8 hoặc 16x16 để khôi phục ma trận lượng tử hóa 32x32. Ví dụ, để khôi phục ma trận lượng tử hóa 32x32, bộ giải mã video 30 có thể sử dụng ma trận lượng tử hóa 8x8, và ma trận lượng tử hóa 8x8 có thể là ma trận lượng tử hóa được khôi phục bằng cách sử dụng ma trận lượng tử hóa 4x4 để khôi phục. Tuy nhiên, việc khôi phục phân tầng như vậy đối với các ma trận lượng tử hóa có thể không cần thiết trong mỗi ví dụ. Ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể báo hiệu toàn bộ ma trận lượng tử hóa 8x8 để bộ giải mã video 30 dùng cho việc khôi phục ma trận lượng tử hóa 32x32. Một số giá trị của ma trận lượng tử hóa 32x32 có thể được báo hiệu, còn các giá trị khác có thể được khôi phục từ một hoặc nhiều ma trận nhỏ hơn.

Ngoài ra, theo một số ví dụ, bộ mã hóa video có thể báo hiệu cỡ của ma trận nhỏ hơn (ví dụ, tập hợp con thứ nhất). Theo ví dụ khác, bộ giải mã video 30 và bộ mã hóa video 20 có thể được lập trình trước với cỡ của ma trận nhỏ hơn (ví dụ, cỡ của ma trận nhỏ hơn có thể được biết trước ở bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30).

Theo một ví dụ cụ thể, giả sử rằng ma trận lượng tử hóa là 32x32, và `last_row = 14` và `last_col = 14`. Theo ví dụ này, bộ mã hóa video 20 báo hiệu các giá trị của 15x15 mục nhập thấp nhất trong ma trận lượng tử hóa 32x32. Giả sử rằng bộ giải mã video 30 đang suy ra giá trị của mục nhập ma trận có chỉ số (r, c), trong đó $r \geq 15$ hoặc c

≥ 15 . Theo ví dụ này, để suy ra các giá trị ma trận lượng tử hóa, bộ giải mã video có thể sử dụng các giá trị từ ma trận khác (ví dụ, ma trận 8×8) mà có thể là ma trận lượng tử hóa cỡ nhỏ hơn.

Bộ giải mã video 30 có thể dùng các cách khác để sử dụng ma trận lượng tử hóa có cỡ thấp hơn để xác định các giá trị của tập hợp con thứ hai. Ví dụ, bộ giải mã video có thể xác định tỷ lệ giữa cỡ của ma trận lượng tử hóa và cỡ của ma trận có cỡ nhỏ hơn khác. Bộ giải mã video 30 có thể chia tọa độ vị trí của mục nhập trong ma trận lượng tử hóa mà giá trị của nó đang được xác định (ví dụ, giá trị của mục nhập trong tập hợp con thứ hai) với tỷ lệ này, và sử dụng hàm trần và hàm sàn để xác định các vị trí tương ứng trong ma trận cỡ nhỏ hơn khác. Bộ giải mã video 30 có thể sử dụng các giá trị trong ma trận cỡ nhỏ hơn khác tương ứng với các vị trí đã được nhận dạng trong ma trận cỡ nhỏ hơn khác để xác định các giá trị của tập hợp con thứ hai trong ma trận lượng tử hóa đang được khôi phục.

Ví dụ, giả sử $\hat{Q}_{N \times N}(r, c)$ biểu thị giá trị của ma trận lượng tử hóa được khôi phục có cỡ $N \times N$ tại vị trí (r, c) , trong đó r là chỉ số hàng và c là chỉ số cột. Giả sử $r_L = \text{floor}(r/4)$, $r_H = \text{ceil}(r/4)$, $c_L = \text{floor}(c/4)$, và $c_H = \text{ceil}(c/4)$, trong đó hệ số 4 được suy ra dưới dạng $(32/8)$. Ở đây, hàm sàn $\text{floor}(x)$ chỉ ra số nguyên lớn nhất nhỏ hơn hoặc bằng x . Tương tự, hàm trần $\text{ceil}(x)$ chỉ ra số nguyên nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng x . Do đó $\hat{Q}_{32 \times 32}(r, c)$ có thể được đặt bằng $\hat{Q}_{8 \times 8}(r_L, c_L)$ hoặc có thể được đặt bằng giá trị trung bình của $\hat{Q}_{8 \times 8}(r_L, c_L)$, $\hat{Q}_{8 \times 8}(r_L, c_H)$, $\hat{Q}_{8 \times 8}(r_H, c_L)$ và $\hat{Q}_{8 \times 8}(r_H, c_H)$. Nếu toàn bộ ma trận lượng tử hóa 8×8 được truyền đến bộ giải mã, thì ma trận 8×8 được khôi phục giống như ma trận lượng tử hóa 8×8 gốc. Kỹ thuật nội suy song tuyến tính hoặc các kỹ thuật nội suy phức tạp hơn khác và/hoặc các bộ lọc nội suy dài hơn có thể được sử dụng. Cỡ của ma trận mà từ đó các giá trị thiếu sẽ được suy ra, có thể được báo hiệu trong dòng bit hoặc đã được biết trước ở bộ mã hóa video và bộ giải mã video. Các giá trị của ma trận nhỏ hơn (ví dụ, tập hợp con thứ nhất) cũng có thể được đưa vào dòng bit.

Theo AVC/H.264, kỹ thuật quét đích đặc và điều biến mã xung vi sai (DPCM - Differential Pulse Code Modulation, tức là, dự báo từ giá trị cuối theo thứ tự quét) được sử dụng. Tiếp đó, nếu giá trị ma trận lượng tử hóa được mã hóa sẽ bằng không, thì điều này chỉ báo rằng không còn giá trị ma trận lượng tử hóa nào được mã hóa và giá trị ma trận lượng tử hóa dương đã mã hóa cuối cùng được lặp lại. Trong trường

hợp này, thay vì lặp lại giá trị ma trận lượng tử hóa được mã hóa cuối cùng, các giá trị ma trận lượng tử hóa còn lại có thể được suy ra từ ma trận lượng tử hóa có cỡ nhỏ hơn, như nêu trên.

Như nêu trên, theo một số ví dụ, bộ giải mã video 30 có thể xác định các giá trị của tập hợp con thứ hai mà không cần phải thu phần tử cú pháp nào dựa vào các giá trị của tập hợp con thứ hai. Tuy nhiên, việc tránh báo hiệu các giá trị ma trận lượng tử hóa trong tập hợp con thứ hai có thể không có lợi trong mỗi ví dụ. Tức là, việc báo hiệu ít nhất một số giá trị ma trận lượng tử hóa cho các thành phần tần số cao của ma trận lượng tử hóa (ví dụ, các giá trị trong tập hợp con giá trị thứ hai) có thể cho phép dung hòa tốt hơn giữa hiệu suất mã hóa và các sai số trong ma trận lượng tử hóa được khôi phục.

Theo ví dụ khác của sáng chế, như được mô tả chi tiết hơn dưới đây, bộ mã hóa video 20 có thể giảm tần suất lấy mẫu các giá trị của tập hợp con các giá trị ma trận lượng tử hóa, và báo hiệu các giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu. Bộ giải mã video có thể tăng tần suất lấy mẫu các giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu để xác định các giá trị cần thiết để khôi phục ma trận lượng tử hóa ở phía bộ giải mã video. Có thể có lượng dữ liệu ít hơn trong các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu, so với các giá trị gốc, và bằng cách báo hiệu các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu, lượng dữ liệu được báo hiệu cho ma trận lượng tử hóa có thể được giảm bớt.

Theo một ví dụ về giảm tần suất lấy mẫu, các giá trị nằm ngoài tập hợp con của ma trận lượng tử hóa (ví dụ, từ (0, 0) đến (last_row, last_col), tức là, các giá trị trong tập hợp con thứ hai) có thể được giảm tần suất lấy mẫu theo hệ số nhất định (bằng 2 chẳng hạn) và các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu có thể được mã hóa trong dòng bit theo kiểu không tổn hao. Phương pháp mã hóa bất kỳ như phương pháp được mô tả trong AVC/H.264, JCTVC-F085, JCTVC-E073 hoặc các kỹ thuật được mô tả trong đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 13/649836 có thể được sử dụng để mã hóa các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu. Quy trình giảm tần suất lấy mẫu có thể được thực hiện bằng cách lấy trung bình đơn giản (ví dụ, lấy trung bình các giá trị ma trận lượng tử hóa trong vùng NxN) hoặc sử dụng các bộ lọc và/hoặc các biểu thức phức tạp hơn. Cả hai bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30 đều có thể sử dụng kỹ thuật tăng tần suất lấy mẫu đối với các giá trị mã hóa để tạo ra các giá trị ở ngoài tập hợp con thứ nhất (ví dụ, các giá trị của tập hợp con thứ hai). Các kỹ thuật tăng tần suất lấy mẫu có

thể sử dụng kỹ thuật sao chép điểm ảnh đơn giản (tức là, sử dụng giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu cho tất cả các tọa độ trong các vùng được giảm tần suất lấy mẫu hoặc các kỹ thuật phức tạp hơn. Ví dụ, các giá trị ma trận lượng tử hóa được giảm tần suất lấy mẫu có thể được xử lý tương tự như hình được giảm tần suất lấy mẫu. Tiếp đó, các kỹ thuật đã biết trong lĩnh vực này để thực hiện tăng tần suất lấy mẫu hình ảnh, như nội suy song tuyến tính, nội suy song lập phương, v.v., có thể được sử dụng để tăng tần suất lấy mẫu ma trận lượng tử hóa đã được giảm tần suất lấy mẫu.

Như nêu trên, bộ mã hóa video 20 có thể báo hiệu rõ ràng các giá trị hệ số của tập hợp con thứ nhất, và xác định các giá trị hệ số của tập hợp con thứ hai bằng cách sử dụng một số dạng dự báo. Theo ví dụ sau, thay vì báo hiệu các giá trị hệ số của tập hợp con thứ nhất và xác định các giá trị của tập hợp con thứ hai với kỹ thuật dự báo, các kỹ thuật sau có thể cho phép bộ mã hóa video tạo lập dòng bit mã hóa để báo hiệu các giá trị hệ số của ma trận lượng tử hóa với các mức độ thô khác nhau. Ví dụ, các giá trị hệ số tương ứng với thành phần tần số thấp của ma trận lượng tử hóa có thể được báo hiệu không tổn hao (tức là, rõ ràng) và các giá trị hệ số khác (ví dụ, trong tập hợp con thứ hai, tập hợp con thứ ba, v.v.) có thể được báo hiệu theo cách ngày càng thô hơn (ví dụ, bằng cách sử dụng các hệ số giảm tần suất lấy mẫu khác nhau). Các giá trị hệ số tương ứng với các vị trí tần số thấp thường nằm ở gần gốc của ma trận lượng tử hóa (ví dụ, các chỉ số hàng và cột của giá trị hệ số ở gần vị trí (0, 0)). Nói chung, các kỹ thuật sau cho phép bộ mã hóa video áp dụng các lượng giảm tần suất lấy mẫu không đều cho các giá trị ma trận lượng tử hóa dựa vào vị trí của giá trị ma trận lượng tử hóa trong ma trận lượng tử hóa.

Các kỹ thuật theo ví dụ này có thể cung cấp sơ đồ mà nhờ đó các giá trị hệ số nằm cách xa gốc của ma trận lượng tử hóa được tính gần đúng theo cách thô hơn so với các giá trị hệ số nằm ở gần gốc của ma trận lượng tử hóa. Theo ví dụ này, các giá trị ma trận lượng tử hóa đã được tính gần đúng (ví dụ, trong tập hợp con thứ hai và/hoặc thứ ba hoặc lớn hơn) có thể được mã hóa trong dòng bit và được báo hiệu.

Tuy nhiên, trong một số ví dụ khác, có thể sử dụng kỹ thuật sau đối với các giá trị hệ số của tập hợp con thứ nhất, trong đó tập hợp con thứ nhất này tương tự như nêu trên. Theo ví dụ thay thế này, có thể xác định các giá trị hệ số của tập hợp con thứ hai bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ trong số các kỹ thuật làm ví dụ trên đây.

Ví dụ, đối với các giá trị ma trận lượng tử hóa nằm trong vùng ở gần gốc của

ma trận lượng tử hóa (ví dụ, trong tập hợp con thứ nhất ở gần $(0, 0)$), bộ mã hóa video 20 có thể áp dụng kỹ thuật không giảm tần suất lấy mẫu (tức là, áp dụng hệ số giảm tần suất lấy mẫu bằng 1). Trong vùng này, tất cả các giá trị ma trận lượng tử hóa được báo hiệu. Nếu vị trí của giá trị hệ số trong ma trận lượng tử hóa cách xa điểm gốc của ma trận lượng tử hóa (ví dụ, trong tập hợp con thứ hai ngoài tập hợp con thứ nhất), bộ mã hóa video 20 có thể áp dụng mức giảm tần suất lấy mẫu cao hơn (ví dụ, áp dụng hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 2, 3, 4, v.v.). Hệ số giảm tần suất lấy mẫu lớn hơn 1 có thể chỉ báo số giá trị hệ số được biểu diễn bằng giá trị một. Theo một ví dụ, hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 2 có thể có nghĩa là 2^2 (tức là, 4) giá trị hệ số của ma trận lượng tử hóa có thể được biểu diễn bằng mỗi giá trị mã hóa khi kỹ thuật lặp điểm ảnh được sử dụng để khôi phục. Tương tự, hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 4 có thể có nghĩa là 2^4 (tức là, 16) giá trị hệ số của ma trận lượng tử hóa có thể được biểu diễn bằng mỗi giá trị mã hóa khi kỹ thuật lặp điểm ảnh được sử dụng cho việc khôi phục.

Như nêu trên, giá trị tính được theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu có thể là giá trị trung bình đơn giản. Ví dụ, bên phía bộ mã hóa, với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 2, bốn giá trị ma trận lượng tử hóa trong hình vuông 2×2 được lấy trung bình, và giá trị trung bình của bốn giá trị ma trận lượng tử hóa này được báo hiệu. Tương tự, nếu hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 4, thì mười sáu giá trị ma trận lượng tử hóa là hình vuông 4×4 được lấy trung bình, và giá trị trung bình của mười sáu giá trị ma trận lượng tử hóa này được báo hiệu. Các biểu thức hoặc các kỹ thuật lọc phức tạp hơn khác cũng có thể được dùng để tính các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu.

Theo một số ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể thiết lập điểm chuyển tiếp giảm tần suất lấy mẫu (ví dụ, các đường biên) trong ma trận lượng tử hóa. Các giá trị hệ số nằm trong ma trận lượng tử hóa giữa điểm chuyển tiếp thứ nhất và điểm gốc của ma trận lượng tử hóa được giảm tần suất lấy mẫu theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất (có thể là thấp như bằng một, tức là không giảm tần suất lấy mẫu), các giá trị hệ số nằm trong ma trận lượng tử hóa giữa điểm chuyển tiếp thứ nhất và điểm chuyển tiếp thứ hai có thể được giảm tần suất lấy mẫu theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai, các giá trị hệ số nằm trong ma trận lượng tử hóa giữa điểm chuyển tiếp thứ hai và điểm chuyển tiếp thứ ba có thể được giảm tần suất lấy mẫu theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ ba, v.v.. Theo một số ví dụ, lượng mà hệ số giảm tần suất lấy mẫu thay đổi trên mỗi điểm chuyển tiếp có thể là không đều; mặc dù, các khía cạnh của sáng chế không

giới hạn như vậy.

Ví dụ, theo một số ví dụ, phần tử cú pháp chỉ báo vị trí của các tập hợp con giá trị ma trận lượng tử hóa có thể không được đưa vào dòng bit. Thay vì vậy, vị trí của các vùng đã được biết trước ở cả bộ mã hóa video và bộ giải mã. Việc sử dụng hệ số giảm tần suất lấy mẫu bằng 1 có thể là tương đương với việc truyền tất cả các giá trị, như được thực hiện đối với các giá trị tập hợp con tần số thấp trong các ví dụ trước (ví dụ, các giá trị tập hợp con tần số thấp được dùng để chỉ các giá trị nằm ở gần điểm gốc của ma trận lượng tử hóa). Ngoài ra, đối với các vùng khác sử dụng hệ số giảm tần suất lấy mẫu lớn hơn 1, các giá trị ma trận lượng tử hóa bổ sung có thể được đưa vào dòng bit. Một ví dụ của điều này được thể hiện trên Fig.7 đối với khối 16×16 .

Theo ví dụ trên Fig.7, nếu cả hai chỉ số hàng và cột nằm trong khoảng $0 \leq$ chỉ số ≤ 3 , thì hệ số giảm tần suất lấy mẫu bằng một được sử dụng cho mỗi chiều (tức là, không giảm tần suất lấy mẫu). Nếu cả hai chỉ số hàng và cột nằm trong khoảng $0 \leq$ chỉ số ≤ 7 , nhưng cả hai đều không nằm trong khoảng $0 \leq$ chỉ số ≤ 3 , thì hệ số giảm tần suất lấy mẫu bằng 2 được sử dụng cho mỗi chiều (hàng/cột). Đối với tất cả các giá trị còn lại, hệ số giảm tần suất lấy mẫu bằng 4 được sử dụng theo mỗi chiều. Theo Fig.7, một giá trị ma trận lượng tử hóa được mã hóa cho mỗi hình vuông trong số các hình vuông có đánh số. Giá trị này có thể được suy ra bằng cách lấy trung bình đơn giản tất cả các giá trị ma trận lượng tử hóa từ ma trận lượng tử hóa 16×16 gốc thuộc hình vuông tương ứng. Mặc dù kỹ thuật lấy trung bình đơn giản được sử dụng theo ví dụ này, nhưng cũng có thể sử dụng các bộ lọc giảm tần suất lấy mẫu phức tạp hơn. Các hình vuông 0-15 tương ứng trực tiếp với một giá trị ma trận lượng tử hóa, vì hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 1 trong vùng này. Các hình vuông 17-27 tương ứng với các khối giá trị ma trận lượng tử hóa 2×2 (tức là, 4 giá trị ma trận lượng tử hóa), vì hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 2 trong vùng này. Các hình vuông 29-39 tương ứng với các khối giá trị ma trận lượng tử hóa 4×4 (tức là, 16 giá trị ma trận lượng tử hóa), vì hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 4 trong vùng này. Các số bên trong các hình vuông biểu thị thứ tự quét đích đặc mà theo đó các giá trị được mã hóa trong dòng bit.

Một giá trị ma trận lượng tử hóa tương ứng với mỗi hình vuông có thể được đưa vào dòng bit. Việc này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng quy trình quét đích đặc riêng biệt trong một vùng cụ thể cho mỗi hệ số giảm tần suất lấy mẫu. Ví dụ, các hình vuông đầu tiên 0-15, tương ứng với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 1, được quét

theo thứ tự đích dắc. Tiếp theo là quy trình quét đích dắc các hình vuông 17-27, tương ứng với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 2. Sau đó là quy trình quét đích dắc các hình vuông 28-39, tương ứng với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 4. Nếu quy trình quét đích dắc đối với hệ số giảm tần suất lấy mẫu cao hơn tiến hành trong vùng được bao phủ bởi quy trình quét đích dắc khác cho hệ số giảm tần suất lấy mẫu thấp hơn, thì không giá trị nào được mã hóa (ví dụ, khi đi từ hình vuông 16 đến hình vuông 17). Tuy nhiên, nếu DPCM được dùng để mã hóa các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu, thì biến dự báo đối với giá trị kế tiếp theo thứ tự quét đích dắc có thể suy ra được từ các giá trị ma trận lượng tử hóa tương ứng đối với hệ số giảm tần suất lấy mẫu thấp hơn mà đã được mã hóa trong dòng bit.

Ví dụ, theo Fig.7, xem xét quy trình quét đích dắc tương ứng với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 2. Quy trình đích dắc này quét qua các hình vuông có các chỉ số 16 và 17. Nằm giữa hai hình vuông này có một vùng được bao phủ bởi quy trình quét đích dắc tương ứng với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 1 (các hình vuông 11-15). Như vậy, không giá trị nào của vùng này được mã hóa vào dòng bit, vì vùng này đã được mã hóa. Tuy nhiên, khi giá trị ma trận lượng tử hóa đối với hình vuông có chỉ số 17 được mã hóa bằng cách sử dụng DPCM, giá trị dự báo suy ra được từ các giá trị đã được mã hóa đối với các hình vuông có các chỉ số 11, 13, 14 và 15. Giá trị ma trận lượng tử hóa này có thể là giá trị trung bình đơn giản của các giá trị mã hóa được làm tròn xuống số nguyên gần nhất.

Ngay khi thu được ma trận lượng tử hóa đã được giảm tần suất lấy mẫu, bộ giải mã video 30 có thể giải mã các giá trị ma trận lượng tử hóa cho các giá trị hệ số theo thứ tự giống như khi chúng được đưa vào dòng bit. Bộ giải mã video 30 có thể sử dụng kỹ thuật sao chép đơn giản để thực hiện tăng tần suất lấy mẫu các giá trị ma trận lượng tử hóa. Tức là, tất cả các vị trí trong hình vuông sử dụng cùng một giá trị ma trận lượng tử hóa. Giá trị này thường là giá trị mã hóa tương ứng với hình vuông này. Các bộ lọc tăng tần suất lấy mẫu phức tạp hơn cũng có thể được sử dụng.

Như nêu trên đối với các kỹ thuật khác, các giá trị ma trận lượng tử hóa đã được giảm tần suất lấy mẫu có thể được mã hóa bằng cách sử dụng DPCM (dự báo từ giá trị trước theo thứ tự quét), tiếp đó mã hóa Golomb hàm mũ có dấu. Khi một số giá trị không được mã hóa vì miền đó đã được bao phủ bởi quy trình quét đích dắc tương ứng với hệ số giảm tần suất lấy mẫu thấp, dự báo đối với giá trị mã hóa kế tiếp được sửa

đôi như nêu trên. Phương pháp dự báo và mã hóa bất kỳ khác cũng có thể được sử dụng. Thay vì 3 hệ số giảm tần suất lấy mẫu, như được thể hiện trên Fig.7, có thể sử dụng số hệ số giảm tần suất lấy mẫu và số vùng ít hơn hoặc nhiều hơn. Fig.8 thể hiện một ví dụ với 2 hệ số giảm tần suất lấy mẫu đối với khối 8×8 , trong đó các khối 0-15 có hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 1 và các khối 17-27 có hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 2.

Cần lưu ý rằng, các kiểu quét khác như quét chéo hướng lên trên có thể được sử dụng. Ngoài ra, có thể quét theo thứ tự ngược lại. Ví dụ, các giá trị đầu tiên tương ứng với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 3 có thể được mã hóa. Tiếp đó có thể là các giá trị tương ứng với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 2, v.v..

Theo một ví dụ cụ thể của sáng chế, hệ số DC của ma trận lượng tử hóa (tức là, giá trị ma trận lượng tử hóa tại vị trí (0,0), là giá trị duy nhất trong tập hợp con thứ nhất và được giảm tần suất lấy mẫu với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 1 (tức là, được báo hiệu rõ ràng). Tất cả các giá trị ma trận lượng tử hóa khác trong ma trận lượng tử hóa được coi là thuộc tập hợp con thứ hai và được giảm tần suất lấy mẫu với hệ số là 2 hoặc lớn hơn. Fig.9 thể hiện ma trận lượng tử hóa 16×16 được mã hóa theo ví dụ này. Như được thể hiện trên Fig.9, hệ số DC trong hình vuông 0 được mã hóa rõ ràng (tức là, với hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 1), và tất cả các giá trị ma trận lượng tử hóa khác trong ma trận lượng tử hóa được giảm tần suất lấy mẫu với hệ số là 2. Lưu ý rằng hình vuông 1, được giảm tần suất lấy mẫu với hệ số 2, chứa hệ số DC theo lý thuyết. Giá trị dùng cho khối 2×2 cụ thể này có thể được xác định bằng giá trị trung bình của ba giá trị ma trận lượng tử hóa còn lại (tức là, các giá trị khác hệ số DC), bằng giá trị trung bình của tất cả bốn giá trị ma trận lượng tử hóa trong vùng (tức là, giá trị trung bình kể cả hệ số DC), hoặc sử dụng một số kỹ thuật lọc khối khác.

Theo ví dụ khác của sáng chế, đối với khối 32×32 , các điểm chuyển tiếp giảm tần suất lấy mẫu sau có thể được sử dụng. Nếu cả hai chỉ số hàng và cột đều nằm trong khoảng $0 \leq \text{chỉ số} \leq 3$, thì hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 1 được sử dụng theo mỗi chiều (tức là, không giảm tần suất lấy mẫu). Nếu cả hai chỉ số hàng và cột đều nằm trong khoảng $0 \leq \text{chỉ số} \leq 15$, nhưng cả hai không nằm trong khoảng $0 \leq \text{chỉ số} \leq 3$, thì hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 2 có thể được sử dụng theo mỗi chiều (hàng/cột). Đối với tất cả các giá trị còn lại, hệ số giảm tần suất lấy mẫu là 4 có thể được sử dụng theo mỗi chiều. Các điểm chuyển tiếp tại đó hệ số giảm tần suất lấy mẫu thay đổi giá

trị (ví dụ, từ 1 đến 2 hoặc từ 2 đến 4) và các hệ số giảm tần suất lấy mẫu thực có thể được đưa vào dòng bit hoặc chúng có thể đã được biết trước ở cả bộ mã hóa video 20 và bộ giải mã video 30.

Theo một ví dụ của sáng chế, nếu quy trình lấy mẫu đều được sử dụng, thì chỉ cần mã hóa ma trận 8×8 . Với quy trình lấy mẫu không đều, nhiều giá trị ma trận lượng tử hóa hơn được mã hóa, vì thu được phép tính gần đúng chính xác hơn với ma trận lượng tử hóa toàn phần (32×32 hoặc 16×16).

Với ví dụ lấy mẫu đều, thay vì mã hóa ma trận lượng tử hóa 16×16 hoặc 32×32 , ma trận lượng tử hóa có cỡ thấp hơn (ví dụ, 8×8) được mã hóa trong dòng bit. Tiếp đó, khi giá trị của mục nhập ma trận lượng tử hóa trong ma trận lớn hơn cần được tạo lập, kỹ thuật nội suy có thể được sử dụng. Nếu mục nhập ma trận lượng tử hóa thể hiện tần số trong tập hợp con tần số thấp, như 8×8 tần số thấp nhất, thì kỹ thuật nội suy song tuyến tính được sử dụng để tính giá trị của mục nhập ma trận lượng tử hóa cho ma trận lượng tử hóa lớn hơn. Đối với phần còn lại của vùng này, kỹ thuật sao chép các giá trị tương ứng từ ma trận lượng tử hóa cỡ thấp hơn được sử dụng. Thay vì sử dụng 8×8 tần số thấp nhất, tập hợp con bất kỳ khác có thể được sử dụng. Ngoài ra, thay vì nội suy song tuyến tính và sao chép điểm ảnh, hai phương pháp nội suy bất kỳ có thể được sử dụng. Kỹ thuật này còn có thể được tổng quát hóa cho nhiều hơn hai vùng và nhiều hơn hai phương pháp.

Đối với Fig.7, Fig.8 và Fig.9, và ví dụ nêu trên trong đó các giá trị hệ số được giảm tần suất lấy mẫu, các hệ số giảm tần suất lấy mẫu khác nhau được sử dụng trong các miền khác nhau (tức là, biểu diễn các tập hợp con khác nhau của các giá trị ma trận lượng tử hóa). Với mỗi tập hợp con, một giá trị ma trận lượng tử hóa có thể được báo hiệu cho mỗi khối (ví dụ, các hình vuông có đánh số trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.9), trong đó số giá trị ma trận lượng tử hóa được biểu diễn bằng mỗi khối này được xác định bởi hệ số giảm tần suất lấy mẫu dùng cho tập hợp con cụ thể. Vị trí tại đó tiến hành chuyển đổi giữa các hệ số giảm tần suất lấy mẫu có thể được biết trước ở bộ mã hóa video và bộ giải mã video hoặc được báo hiệu rõ ràng.

Nói cách khác, các kỹ thuật giảm tần suất lấy mẫu nêu trên có thể cho phép bộ mã hóa video 20 báo hiệu các giá trị ma trận lượng tử hóa tần số thấp theo kiểu không tổn hao (theo một ví dụ đối với hệ số DC) và tính gần đúng các giá trị ma trận lượng tử hóa khác theo cách ngày càng thô hơn. Điều này có thể tránh không cần phải có toàn

bộ ma trận lượng tử hóa trong bộ nhớ, có thể có lợi đối với các cỡ khối 16X16 và 32X32 (mặc dù các lợi ích này cũng có thể áp dụng được cho các khối có cỡ khác).

Theo các kỹ thuật nêu trên, bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để xác định ma trận lượng tử hóa gồm nhiều giá trị, giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất, giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai, và tạo ra dòng bit mã hóa chứa tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai.

Quay trở lại Fig.2, sau khi lượng tử hóa, bộ phận mã hóa entropy 56 mã hóa entropy các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa. Ví dụ, bộ phận mã hóa entropy 56 có thể thực hiện phương pháp mã hóa độ dài thay đổi thích ứng ngữ cảnh (CAVLC), mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh (CABAC), mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh dựa trên cú pháp (SBAC), mã hóa entropy phân chia khoảng xác suất (PIPE) hoặc phương pháp hoặc kỹ thuật mã hóa entropy khác. Sau khi mã hóa entropy bởi bộ phận mã hóa entropy 56, dòng bit mã hóa có thể được truyền đến bộ giải mã video 30, hoặc lưu trữ để sau đó truyền hoặc tìm kiếm bởi bộ giải mã video 30. Bộ phận mã hóa entropy 56 còn có thể mã hóa entropy các vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác cho lát video hiện thời đang được mã hóa.

Theo một số ví dụ, bộ phận mã hóa entropy 56 có thể thao tác để thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế. Tuy nhiên, các khía cạnh của sáng chế không chỉ giới hạn như vậy. Theo ví dụ khác, một số bộ phận khác của bộ mã hóa video 20, như bộ xử lý, hoặc bộ phận bất kỳ khác của bộ mã hóa video 20 có thể làm nhiệm vụ thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế. Theo một ví dụ, bộ phận mã hóa entropy 56 có thể thao tác để mã hóa cỡ của tập hợp con thứ nhất của ma trận lượng tử hóa, mã hóa các giá trị hệ số của tập hợp con thứ nhất, và dự báo các giá trị hệ số của tập hợp con thứ hai của ma trận lượng tử hóa. Ngoài ra, theo một số ví dụ, các kỹ thuật theo sáng chế có thể được phân chia giữa một hoặc nhiều bộ phận của bộ mã hóa video 20.

Bộ phận lượng tử hóa ngược 58 và bộ phận xử lý biến đổi ngược 60 lần lượt áp dụng quy trình lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược để khôi phục khối dư trong miền điểm ảnh sẽ dùng làm khối tham chiếu của hình tham chiếu. Bộ phận bù chuyển động

44 có thể tính khối tham chiếu bằng cách cộng khối dư với khối dự báo của một trong số các hình tham chiếu ở một trong số các danh mục hình tham chiếu. Bộ phận bù chuyển động 44 còn có thể áp dụng một hoặc nhiều bộ lọc nội suy cho khối dư đã được khôi phục để tính các giá trị điểm ảnh dưới số nguyên dùng cho việc ước tính chuyển động. Bộ cộng 62 cộng khối dư đã được khôi phục với khối dự báo đã được bù chuyển động được tạo bởi bộ phận bù chuyển động 44 để đưa ra khối tham chiếu sẽ lưu trữ trong bộ nhớ hình tham chiếu 64. Khối tham chiếu có thể được bộ phận ước tính chuyển động 42 và bộ phận bù chuyển động 44 dùng làm khối tham chiếu để dự báo liên cấu trúc khối trong khung hoặc hình video tiếp theo.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa bộ giải mã video làm ví dụ 30 có thể thực thi các kỹ thuật được mô tả ở đây. Theo ví dụ trên Fig.3, bộ giải mã video 30 bao gồm bộ phận giải mã entropy 80, bộ phận xử lý dự báo 81, bộ phận lượng tử hóa ngược 86, bộ phận biến đổi ngược 88, bộ cộng 90 và bộ nhớ hình tham chiếu 92. Bộ phận xử lý dự báo 81 bao gồm bộ phận bù chuyển động 82 và bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 84. Bộ giải mã video 30 có thể, theo một số ví dụ, thực hiện quy trình giải mã thường nghịch đảo với quy trình mã hóa được thực hiện ở bộ mã hóa video 20 trên Fig.2.

Trong quy trình giải mã, bộ giải mã video 30 thu dòng bit video mã hóa biểu diễn các khối video của lát mã hóa video và các phần tử cú pháp đi kèm từ bộ mã hóa video 20. Bộ phận giải mã entropy 80 của bộ giải mã video 30 giải mã entropy dòng bit để tạo ra các hệ số được lượng tử hóa, các vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác. Bộ phận giải mã entropy 80 chuyển tiếp các vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác đến bộ phận xử lý dự báo 81. Bộ giải mã video 30 có thể thu các phần tử cú pháp ở mức lát video và/hoặc mức khối video.

Theo một số ví dụ, bộ phận giải mã entropy 80 có thể thao tác để thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế. Tuy nhiên, các khía cạnh của sáng chế không chỉ giới hạn như vậy. Theo ví dụ khác, một số bộ phận khác của bộ giải mã video 30, như bộ xử lý, hoặc bộ phận bất kỳ khác của bộ giải mã video 30 có thể làm nhiệm vụ thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế. Theo một ví dụ, bộ phận giải mã entropy 80 có thể thao tác để giải mã cỡ của tập hợp con thứ nhất của ma trận lượng tử hóa, giải mã các giá trị hệ số của tập hợp con thứ nhất, và dự báo các giá trị hệ số của tập hợp con thứ hai của ma trận lượng tử hóa. Ngoài ra, theo một số ví dụ, các kỹ thuật theo sáng chế có thể được phân chia giữa một hoặc nhiều bộ phận của bộ giải mã video 30.

Khi lát video được mã hóa dưới dạng lát mã hóa nội cấu trúc (I), bộ phận xử lý dự báo nội cấu trúc 84 của bộ phận xử lý dự báo 81 có thể tạo lập dữ liệu dự báo cho khối video của lát video hiện thời dựa vào chế độ dự báo nội cấu trúc đã được báo hiệu và dữ liệu từ các khối đã được giải mã trước của khung hoặc hình hiện thời. Khi khung video được mã hóa dưới dạng lát mã hóa liên cấu trúc (tức là, B, P hoặc GPB), bộ phận bù chuyển động 82 của bộ phận xử lý dự báo 81 tạo ra các khối dự báo cho khối video của lát video hiện thời dựa vào các vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác thu được từ bộ phận giải mã entropy 80. Các khối dự báo có thể được tạo ra từ một trong số các hình tham chiếu ở một trong số các danh mục hình tham chiếu. Bộ giải mã video 30 có thể tạo dựng các danh mục khung tham chiếu, danh mục 0 và danh mục 1, bằng cách sử dụng các kỹ thuật tạo dựng ngầm định dựa vào các hình tham chiếu lưu trữ trong bộ nhớ hình tham chiếu 92.

Bộ phận bù chuyển động 82 xác định thông tin dự báo cho khối video của lát video hiện thời bằng cách phân tích cú pháp các vector chuyển động và các phần tử cú pháp khác, và sử dụng thông tin dự báo này để tạo lập các khối dự báo cho khối video hiện thời đang được giải mã. Ví dụ, bộ phận bù chuyển động 82 sử dụng một số phần tử cú pháp thu được để xác định chế độ dự báo (ví dụ, dự báo nội cấu trúc hoặc liên cấu trúc) dùng để mã hóa các khối video của lát video, kiểu lát dự báo liên cấu trúc (ví dụ, lát B, lát P hoặc lát GPB), thông tin tạo dựng một hoặc nhiều danh mục hình tham chiếu dùng cho lát, các vector chuyển động dùng cho mỗi khối video mã hóa liên cấu trúc của lát, trạng thái dự báo liên cấu trúc của mỗi khối video mã hóa liên cấu trúc của lát, và thông tin khác để giải mã các khối video trong lát video hiện thời.

Bộ phận bù chuyển động 82 còn có thể thực hiện kỹ thuật nội suy dựa vào các bộ lọc nội suy. Bộ phận bù chuyển động 82 có thể sử dụng các bộ lọc nội suy như được sử dụng ở bộ mã hóa video 20 trong quy trình mã hóa các khối video để tính các giá trị nội suy cho các điểm ảnh dưới số nguyên của các khối tham chiếu. Trong trường hợp này, bộ phận bù chuyển động 82 có thể xác định các bộ lọc nội suy được dùng ở bộ mã hóa video 20 từ các phần tử cú pháp thu được và sử dụng các bộ lọc nội suy này để tạo lập các khối dự báo.

Bộ phận lượng tử hóa ngược 86 lượng tử hóa ngược, tức là, khử lượng tử hóa, các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa trong dòng bit và được giải mã bởi bộ phận giải mã entropy 80. Quy trình lượng tử hóa ngược có thể sử dụng tham số lượng tử hóa

và/hoặc ma trận lượng tử hóa được tính và báo hiệu bởi bộ mã hóa video 20 cho mỗi khối video trong lát video để xác định mức độ lượng tử hóa, và tương tự là mức độ lượng tử hóa ngược cần được áp dụng. Cụ thể, bộ phận lượng tử hóa ngược 86 có thể được tạo cấu hình để giải mã ma trận lượng tử hóa thu được, ma trận này đã được mã hóa theo các kỹ thuật nêu trên. Cụ thể, bộ giải mã video 30 có thể được tạo cấu hình để tăng tần suất lấy mẫu ma trận lượng tử hóa thu được, ma trận này đã được giảm tần suất lấy mẫu theo các kỹ thuật của sáng chế.

Theo một ví dụ của sáng chế, bộ giải mã video 30 có thể được tạo cấu hình để thu ma trận lượng tử hóa được mã hóa với các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong dòng bit mã hóa, tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị thứ nhất, tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị thứ hai, và lượng tử hóa ngược khối hệ số biến đổi với các tập hợp giá trị thứ nhất và thứ hai.

Bộ phận xử lý biến đổi ngược 88 áp dụng quy trình biến đổi ngược, ví dụ, DCT ngược, biến đổi số nguyên ngược, hoặc quy trình biến đổi ngược tương tự khái niệm, cho các hệ số biến đổi để tạo ra các khối dư trong miền điểm ảnh.

Sau khi bộ phận bù chuyển động 82 tạo lập khối dự báo cho khối video hiện thời dựa vào các vectơ chuyển động và các phần tử cú pháp khác, bộ giải mã video 30 tạo ra khối video đã được giải mã bằng cách cộng các khối dư từ bộ phận xử lý biến đổi ngược 88 với các khối dự báo tương ứng được tạo bởi bộ phận bù chuyển động 82. Bộ cộng 90 biểu diễn thành phần hoặc các thành phần thực hiện thao tác cộng này. Nếu cần, bộ lọc tách khối cũng có thể được áp dụng để lọc các khối đã được giải mã nhằm loại bỏ các thành phần lạ dạng khối. Các bộ lọc vòng khác (trong vòng lặp mã hóa hoặc sau vòng lặp mã hóa) cũng có thể được sử dụng để làm trơn các điểm chuyển tiếp điểm ảnh, hoặc cải thiện chất lượng video. Các khối video đã được giải mã trong khung hoặc hình đã cho sẽ được lưu trữ trong bộ nhớ hình tham chiếu 92, bộ nhớ này lưu trữ các hình tham chiếu dùng cho quy trình bù chuyển động sau đó. Bộ nhớ hình tham chiếu 92 còn lưu trữ dữ liệu video đã được giải mã để sau đó hiển thị trên thiết bị hiển thị, như thiết bị hiển thị 32 trên Fig.1.

Fig.10 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa video theo các kỹ thuật của

sáng chế. Phương pháp trên Fig.10 có thể được thực hiện bởi bộ mã hóa video 20. Bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để xác định ma trận lượng tử hóa bao gồm nhiều giá trị (920), giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất (922), và giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai (924).

Theo một ví dụ của sáng chế, bộ mã hóa video 20 có thể xác định hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất dựa vào vị trí của tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa, và xác định hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai dựa vào vị trí của tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa. Theo một ví dụ cụ thể, tập hợp giá trị thứ nhất chỉ có một giá trị ở vị trí (0,0) của ma trận lượng tử hóa, trong đó hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất được xác định là 1, và trong đó hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai được xác định là một trong số 2 và 4.

Bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để xác định các điểm chuyển tiếp trong ma trận lượng tử hóa để xác định cách thức các giá trị ma trận lượng tử hóa được giảm tần suất lấy mẫu. Theo một ví dụ, bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để xác định điểm chuyển tiếp thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa, trong đó các giá trị nằm giữa điểm chuyển tiếp thứ nhất và điểm gốc của ma trận lượng tử hóa không được giảm tần suất lấy mẫu, xác định điểm chuyển tiếp thứ hai trong ma trận lượng tử hóa, trong đó tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa nằm giữa điểm chuyển tiếp thứ nhất và điểm chuyển tiếp thứ hai, và xác định điểm chuyển tiếp thứ ba trong ma trận lượng tử hóa, trong đó tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa nằm giữa điểm chuyển tiếp thứ hai và điểm chuyển tiếp thứ ba. Bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để báo hiệu các điểm chuyển tiếp thứ nhất, thứ hai và thứ ba, và các hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và thứ hai trong dòng bit mã hóa.

Theo một ví dụ của sáng chế, bộ mã hóa video 20 có thể được tạo cấu hình để báo hiệu các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu bằng cách dự báo một trong số các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu theo thứ tự quét trong các tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và thứ hai từ giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu trước theo thứ tự quét trong các tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và thứ hai, trong đó các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong tập hợp thứ nhất có thể được

dùng để dự báo các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong tập hợp thứ hai.

Theo ví dụ khác của sáng chế, việc giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa bao gồm lấy trung bình nhóm giá trị ma trận lượng tử hóa thứ nhất trong tập hợp giá trị thứ nhất để tạo ra các giá trị trong tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất, trong đó nhóm thứ nhất được xác định từ hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất, và trong đó bước giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa bao gồm lấy trung bình nhóm giá trị ma trận lượng tử hóa thứ hai trong tập hợp giá trị thứ hai để tạo ra các giá trị trong tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai, trong đó nhóm thứ hai được xác định từ hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai.

Bộ mã hóa video 20 còn có thể được tạo cấu hình để lượng tử hóa các giá trị của hệ số biến đổi trong khối hệ số biến đổi theo ma trận lượng tử hóa để đưa ra các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa (926). Bộ mã hóa video 20 còn có thể được tạo cấu hình để tạo ra dòng bit mã hóa chứa tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai (928).

Fig.11 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video theo các kỹ thuật của sáng chế. Phương pháp trên Fig.11 có thể được thực hiện bởi bộ giải mã video 30. Bộ giải mã video 30 có thể được tạo cấu hình để thu ma trận lượng tử hóa được mã hóa với các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong dòng bit mã hóa (1020), tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị thứ nhất (1022), tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị thứ hai (1024), và lượng tử hóa ngược khối hệ số biến đổi với các tập hợp giá trị thứ nhất và thứ hai (1026).

Theo một ví dụ của sáng chế, bộ giải mã video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất dựa vào vị trí của tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa, và xác định hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai dựa vào vị trí của tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai trong ma trận lượng tử hóa. Theo một ví dụ cụ thể, tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất chỉ có một giá trị ở vị trí (0,0) của ma trận lượng tử hóa, trong đó hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất được xác định là 1, và hệ số tăng tần suất lấy

mẫu thứ hai được xác định là một trong số 2 và 4.

Theo ví dụ khác của sáng chế, bộ giải mã video 30 có thể được tạo cấu hình để xác định điểm chuyển tiếp thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa, trong đó các giá trị của ma trận lượng tử hóa nằm giữa điểm chuyển tiếp thứ nhất và điểm gốc của ma trận lượng tử hóa không được giảm tần suất lấy mẫu, xác định điểm chuyển tiếp thứ hai trong ma trận lượng tử hóa, trong đó tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa nằm giữa điểm chuyển tiếp thứ nhất và điểm chuyển tiếp thứ hai, và xác định điểm chuyển tiếp thứ ba trong ma trận lượng tử hóa, trong đó tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai trong ma trận lượng tử hóa nằm giữa điểm chuyển tiếp thứ hai và điểm chuyển tiếp thứ ba. Theo ví dụ này, các điểm chuyển tiếp thứ nhất, thứ hai và thứ ba, và các hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và thứ hai, thu được trong dòng bit mã hóa.

Theo ví dụ khác của sáng chế, bộ giải mã video 30 được tạo cấu hình để dự báo mỗi giá trị liên tiếp trong số các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu theo thứ tự quét trong các tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và thứ hai từ giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu trước theo thứ tự quét trong các tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và thứ hai, trong đó các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong tập hợp thứ nhất có thể được dùng để dự báo các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong tập hợp thứ hai.

Theo ví dụ khác của sáng chế, quy trình tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa bao gồm sao chép giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất cho nhóm thứ nhất của tập hợp giá trị thứ nhất, trong đó nhóm thứ nhất được xác định từ hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất, và tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa bao gồm sao chép giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai cho nhóm thứ hai của tập hợp giá trị thứ hai, trong đó nhóm thứ hai được xác định từ hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai.

Theo một ví dụ của sáng chế, các kỹ thuật tăng tần suất lấy mẫu khác được sử dụng để tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị đã được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và thứ hai. Theo một ví dụ cụ thể, ít nhất một trong số các tập hợp giá trị thứ nhất và thứ hai được tăng tần suất lấy mẫu bằng cách sử dụng kỹ thuật nội suy song tuyến tính.

Bộ giải mã video 30 còn có thể được tạo cấu hình để biến đổi ngược khỏi hệ số

biến đổi đã được lượng tử hóa ngược để tạo ra khối dư của dữ liệu video, và thực hiện quy trình dự báo đối với khối dữ liệu video dư này để đưa ra khối dữ liệu video đã được giải mã.

Theo một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng được mô tả ở đây có thể được thực hiện bằng phần cứng, phần mềm, phần sụn, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Nếu được thực hiện bằng phần mềm, các chức năng này có thể được lưu trữ hoặc được truyền, dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã, trong vật ghi đọc được bằng máy tính và thực thi bằng bộ phận xử lý nền phần cứng. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính, mà tương ứng với vật ghi hữu hình như phương tiện lưu trữ dữ liệu, hoặc phương tiện truyền thông bao gồm phương tiện bất kỳ tạo điều kiện thuận lợi chuyển giao chương trình máy tính từ nơi này đến nơi khác, theo giao thức truyền thông chẳng hạn. Theo cách này, vật ghi đọc được bằng máy tính thường có thể tương ứng với (1) phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính hữu hình bất biến hoặc (2) phương tiện truyền thông như tín hiệu hoặc sóng mang. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện khả dụng bất kỳ có thể được truy nhập bởi một hoặc nhiều máy tính hay một hoặc nhiều bộ xử lý để tìm kiếm các lệnh, mã và/hoặc các cấu trúc dữ liệu để thực thi các kỹ thuật được mô tả ở đây. Vật ghi đọc được bằng máy tính có thể thuộc sản phẩm chương trình máy tính.

Ví dụ, và không giới hạn phạm vi của sáng chế, phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính như vậy có thể bao gồm bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM - Random Access Memory), bộ nhớ chỉ đọc (ROM - Read Only Memory), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện (EEPROM - Electrically Erasable Programmable ROM), CD-ROM hoặc bộ nhớ đĩa quang, bộ nhớ đĩa từ, hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ tác động nhanh, hoặc phương tiện bất kỳ khác có thể được dùng để lưu trữ mã chương trình cần thiết dưới dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và có thể truy nhập được bằng máy tính. Ngoài ra, kết nối bất kỳ cũng được gọi phù hợp là vật ghi đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu các lệnh được truyền từ website, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác bằng cách sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp dây xoắn, đường thuê bao số (DSL), hoặc công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và viba, thì cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp dây xoắn, DSL, hoặc công nghệ không dây như hồng ngoại, vô tuyến và viba cũng nằm trong định nghĩa của phương tiện. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính và phương tiện

lưu trữ dữ liệu không bao gồm kết nối, sóng mang, tín hiệu hoặc phương tiện nhất thời khác, mà là phương tiện lưu trữ bất biến hữu hình. Đĩa từ và đĩa quang, như được sử dụng ở đây, bao gồm đĩa compac (đĩa CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa đa năng số (DVD), đĩa mềm và đĩa định dạng Blu-ray, trong đó đĩa từ thường tái tạo dữ liệu bằng từ tính, còn đĩa quang tái tạo dữ liệu bằng quang với laze. Các tổ hợp nêu trên cũng có thể nằm trong phạm vi vật ghi đọc được bằng máy tính.

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

Các kỹ thuật theo sáng chế có thể được thực hiện trong rất nhiều cơ cấu hoặc thiết bị khác nhau, bao gồm thiết bị cầm tay không dây, mạch tích hợp (IC) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Các thành phần, các môđun hoặc các bộ phận khác nhau được mô tả ở đây để làm rõ các khía cạnh chức năng của các thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật được đề xuất, nhưng không nhất thiết phải thực hiện bằng các bộ phận phần cứng khác nhau. Thay vì vậy, như nêu trên, các bộ phận khác nhau có thể được kết hợp trong bộ phận phần cứng codec hoặc được cung cấp bằng tập hợp các bộ phận phần cứng phối hợp, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như nêu trên, cùng với phần mềm và/hoặc phần sụn thích hợp.

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

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

xác định ma trận lượng tử hóa bao gồm nhiều giá trị, nhiều giá trị này bao gồm tập hợp giá trị thứ nhất và tập hợp giá trị thứ hai, trong đó tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa gồm các mục nhập ma trận lượng tử hóa trong hình chữ nhật từ vị trí (0,0) đến vị trí (last_row, last_col), và trong đó tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa gồm các mục nhập ma trận lượng tử hóa còn lại nằm ngoài hình chữ nhật từ vị trí (0,0) đến vị trí (last_row, last_col), và trong đó giá trị last_row bằng giá trị last_col;

giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất, trong đó hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất bằng 1;

giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai; và

tạo ra dòng bit mã hóa chứa tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai,

khác biệt ở chỗ,

hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai cao hơn hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai bằng 2.

3. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó ma trận lượng tử hóa có cỡ 16x16 hoặc 32x32.

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

dự báo các giá trị hệ số của tập hợp giá trị thứ hai dựa vào các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu của tập hợp con thứ hai.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước giảm tần suất lấy mẫu bao gồm lấy trung bình một số giá trị ma trận lượng tử hóa.

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

thực hiện quy trình dự báo đối với khối dữ liệu video để tạo ra khối dữ liệu video dự;

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

lượng tử hóa giá trị của các hệ số biến đổi trong khối hệ số biến đổi theo ma trận lượng tử hóa để tạo ra các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa; và

mã hóa entropy các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa trong dòng bit mã hóa.

7. Phương pháp giải mã dữ liệu video bao gồm các bước:

thu ma trận lượng tử hóa được mã hóa với các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong dòng bit mã hóa;

tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị thứ nhất, trong đó hệ số tăng tần suất lấy mẫu bằng 1, trong đó tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa gồm các mục nhập ma trận lượng tử hóa trong hình chữ nhật từ vị trí (0,0) đến vị trí (last_row, last_col), và trong đó giá trị last_row bằng giá trị last_col;

tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị thứ hai và trong đó tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa gồm các mục nhập ma trận lượng tử hóa còn lại nằm ngoài hình chữ nhật từ vị trí (0,0) đến vị trí (last_row, last_col); và

lượng tử hóa ngược khối hệ số biến đổi với các tập hợp giá trị thứ nhất và thứ hai,

khác biệt ở chỗ,

hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai cao hơn hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai bằng 2.

9. Phương pháp theo điểm 7,

trong đó ma trận lượng tử hóa có cỡ 16x16 hoặc 32x32.

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

biến đổi ngược khối hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa ngược để tạo ra khối dữ liệu video dư; và

thực hiện quy trình dự báo đối với khối dữ liệu video dư để tạo ra khối dữ liệu video đã được giải mã.

11. Thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video bao gồm:

phương tiện xác định ma trận lượng tử hóa bao gồm nhiều giá trị, nhiều giá trị này bao gồm tập hợp giá trị thứ nhất và tập hợp giá trị thứ hai, trong đó tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa gồm các mục nhập ma trận lượng tử hóa trong hình chữ nhật từ vị trí (0,0) đến vị trí (last_row, last_col), và trong đó tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa gồm các mục nhập ma trận lượng tử hóa còn lại nằm ngoài hình chữ nhật từ vị trí (0,0) đến vị trí (last_row, last_col), và trong đó giá trị last_row bằng giá trị last_col;

phương tiện giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất, trong đó hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất bằng 1;

phương tiện giảm tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai; và

phương tiện tạo ra dòng bit mã hóa chứa tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất và tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai,

khác biệt ở chỗ,

hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ hai cao hơn hệ số giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất.

12. Thiết bị được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu video bao gồm:

phương tiện thu ma trận lượng tử hóa được mã hóa với các giá trị được giảm tần suất lấy mẫu trong dòng bit mã hóa;

phương tiện tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất để tạo ra tập hợp giá trị thứ nhất, trong đó hệ số tăng tần suất lấy mẫu bằng 1, trong đó tập hợp giá trị thứ nhất trong ma trận lượng tử hóa gồm các mục nhập ma trận lượng tử hóa trong hình chữ nhật từ vị trí (0,0) đến vị trí (last_row, last_col), và trong đó giá trị last_row bằng giá trị last_col;

phương tiện tăng tần suất lấy mẫu tập hợp giá trị được giảm tần suất lấy mẫu thứ hai trong ma trận lượng tử hóa theo hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai để tạo ra tập hợp giá trị thứ hai và trong đó tập hợp giá trị thứ hai trong ma trận lượng tử hóa gồm các mục nhập ma trận lượng tử hóa còn lại nằm ngoài hình chữ nhật từ vị trí (0,0) đến vị trí (last_row, last_col); và

phương tiện lượng tử hóa ngược khối hệ số biến đổi với các tập hợp giá trị thứ nhất và thứ hai,

khác biệt ở chỗ,

hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ hai cao hơn hệ số tăng tần suất lấy mẫu thứ nhất.

13. Vật ghi đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, sẽ khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video theo phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

14. Vật ghi đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, sẽ khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu video theo phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 10.

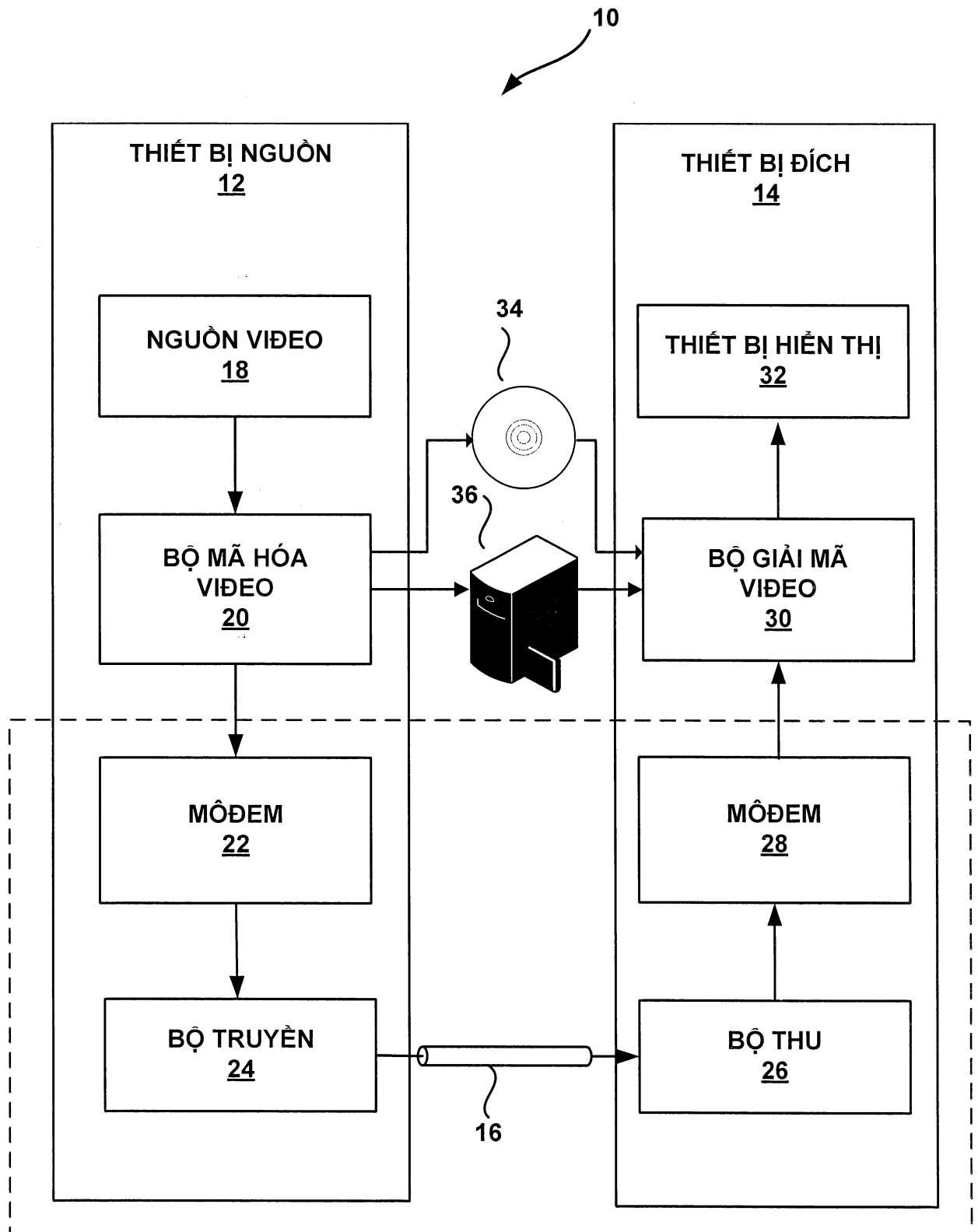


FIG. 1

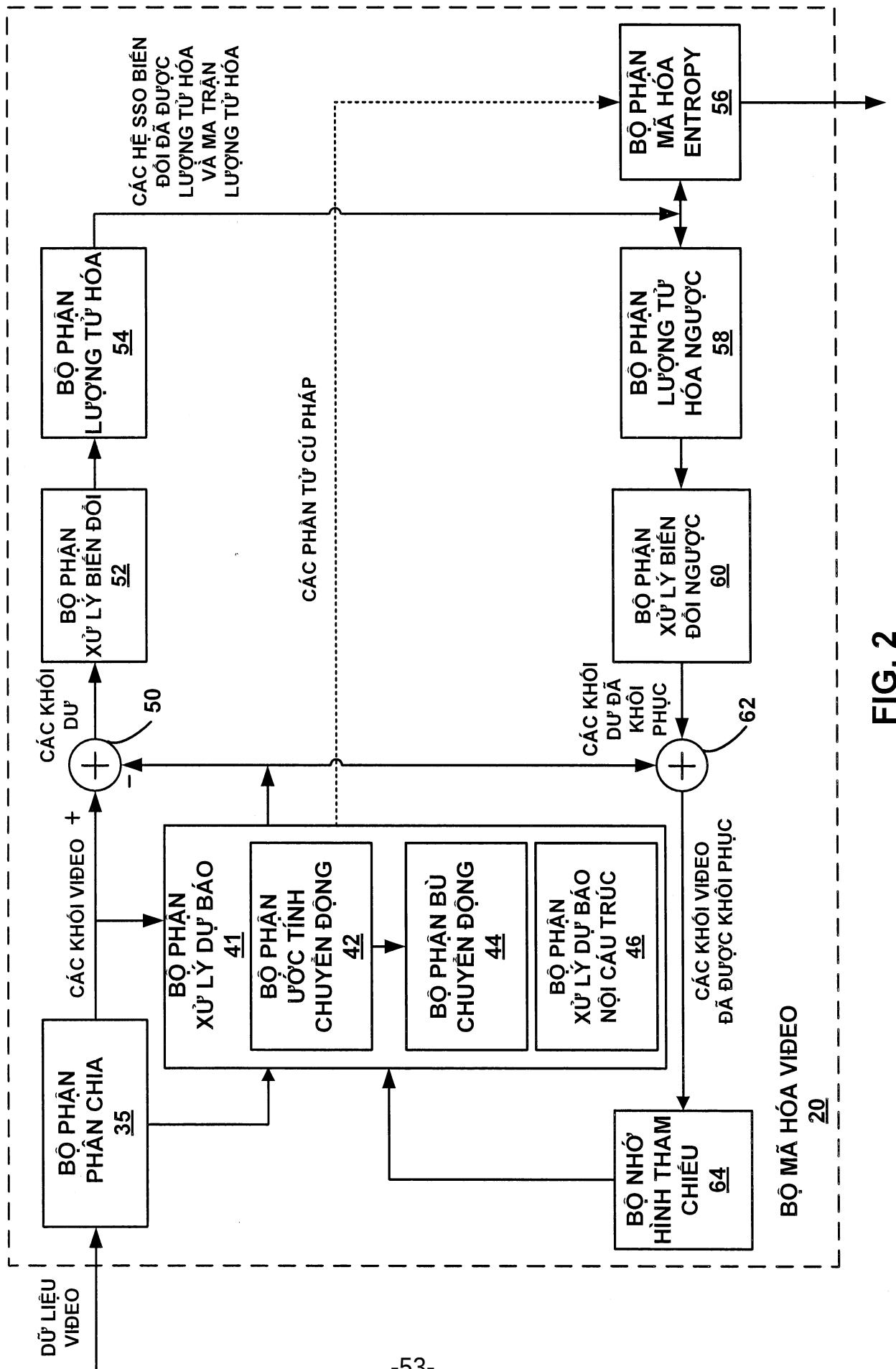


FIG. 2

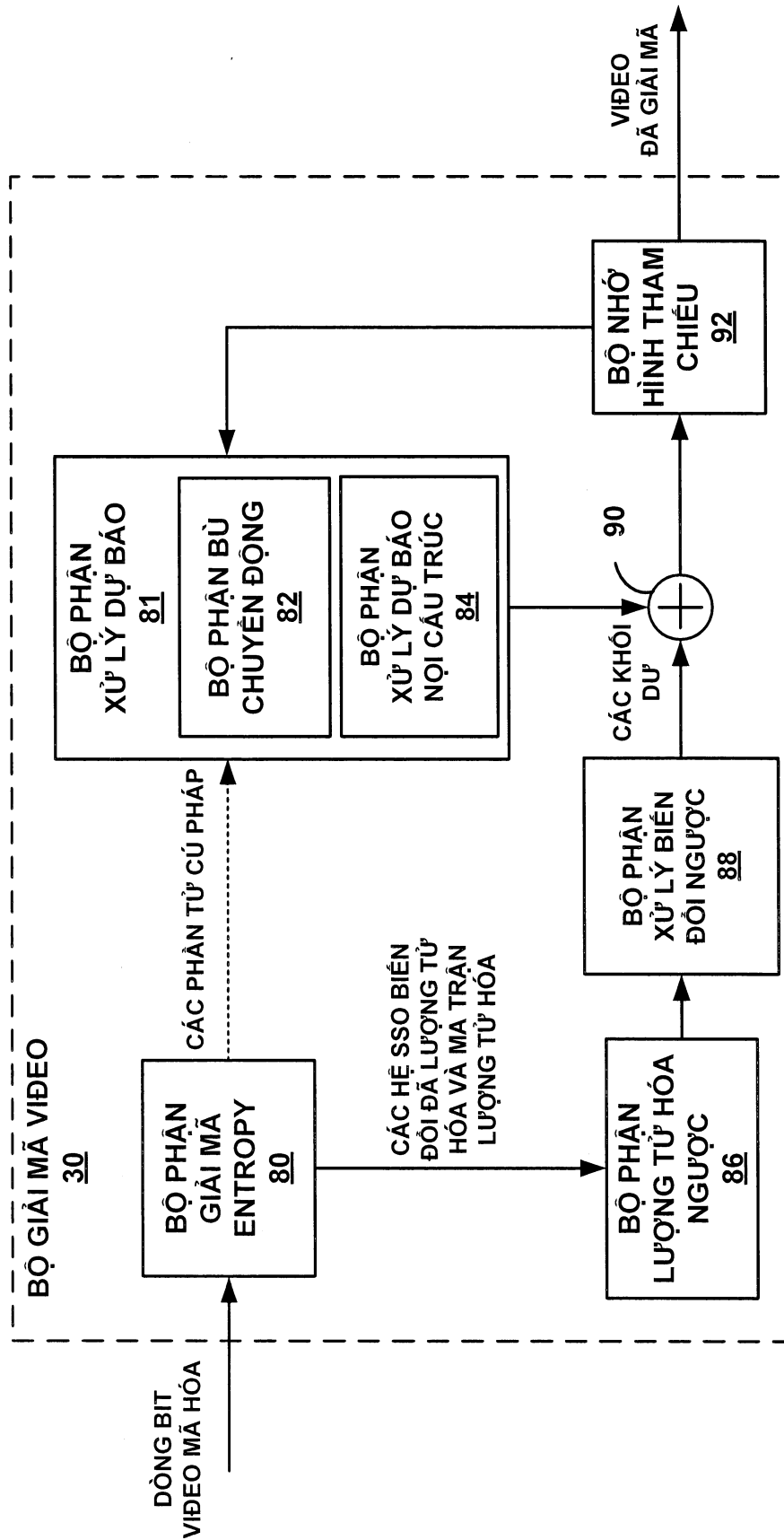


FIG. 3

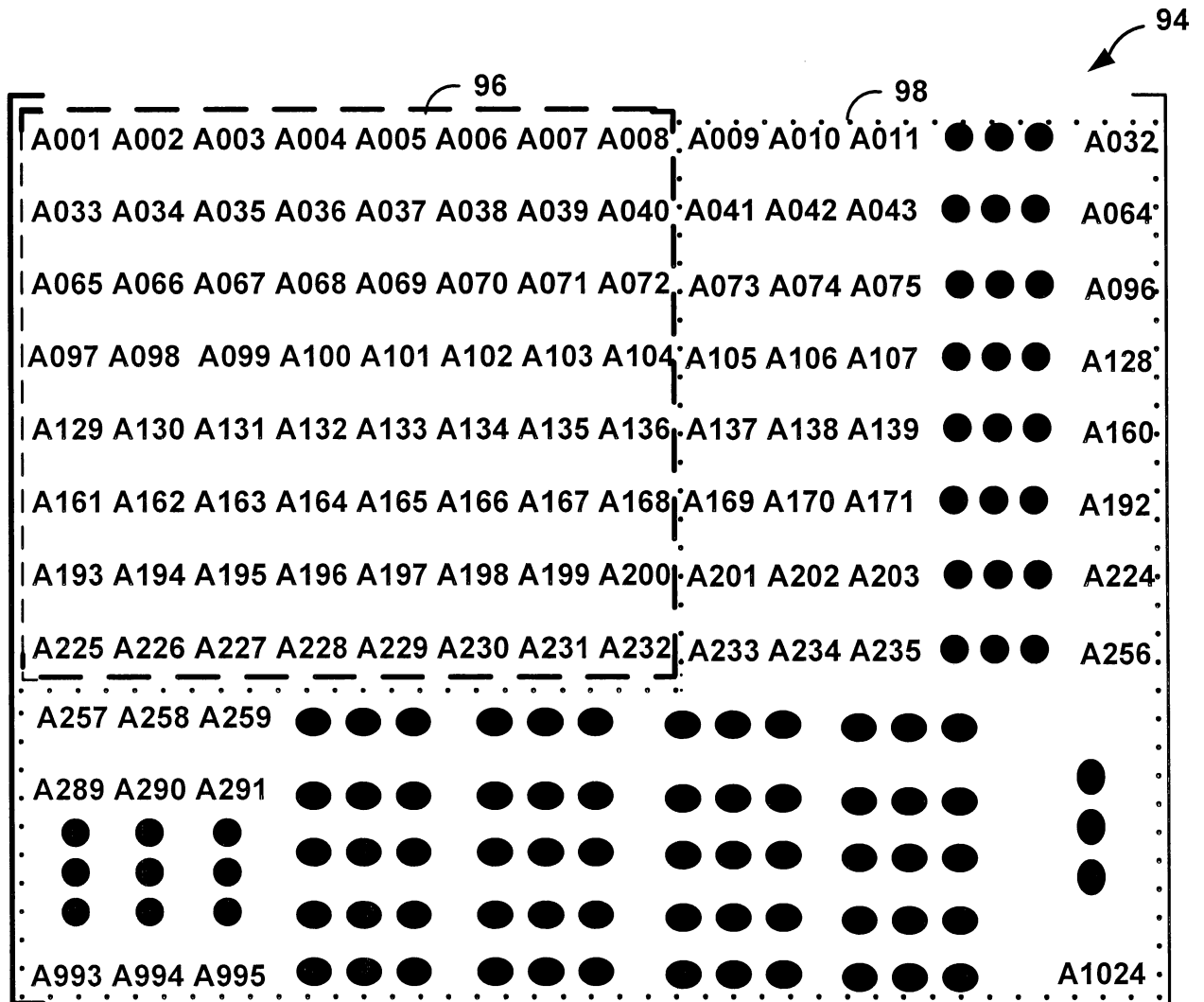


FIG. 4

101

100

6	9	13	18	25	35	36	37
9	10	15	21	32	35	37	41
13	15	18	23	35	55	58	59
18	21	23	26	65	58	64	66
25	32	35	65	66	66	67	70
35	35	55	58	66	68	70	73
36	37	58	64	67	70	76	80
37	49	51	66	70	73	80	85

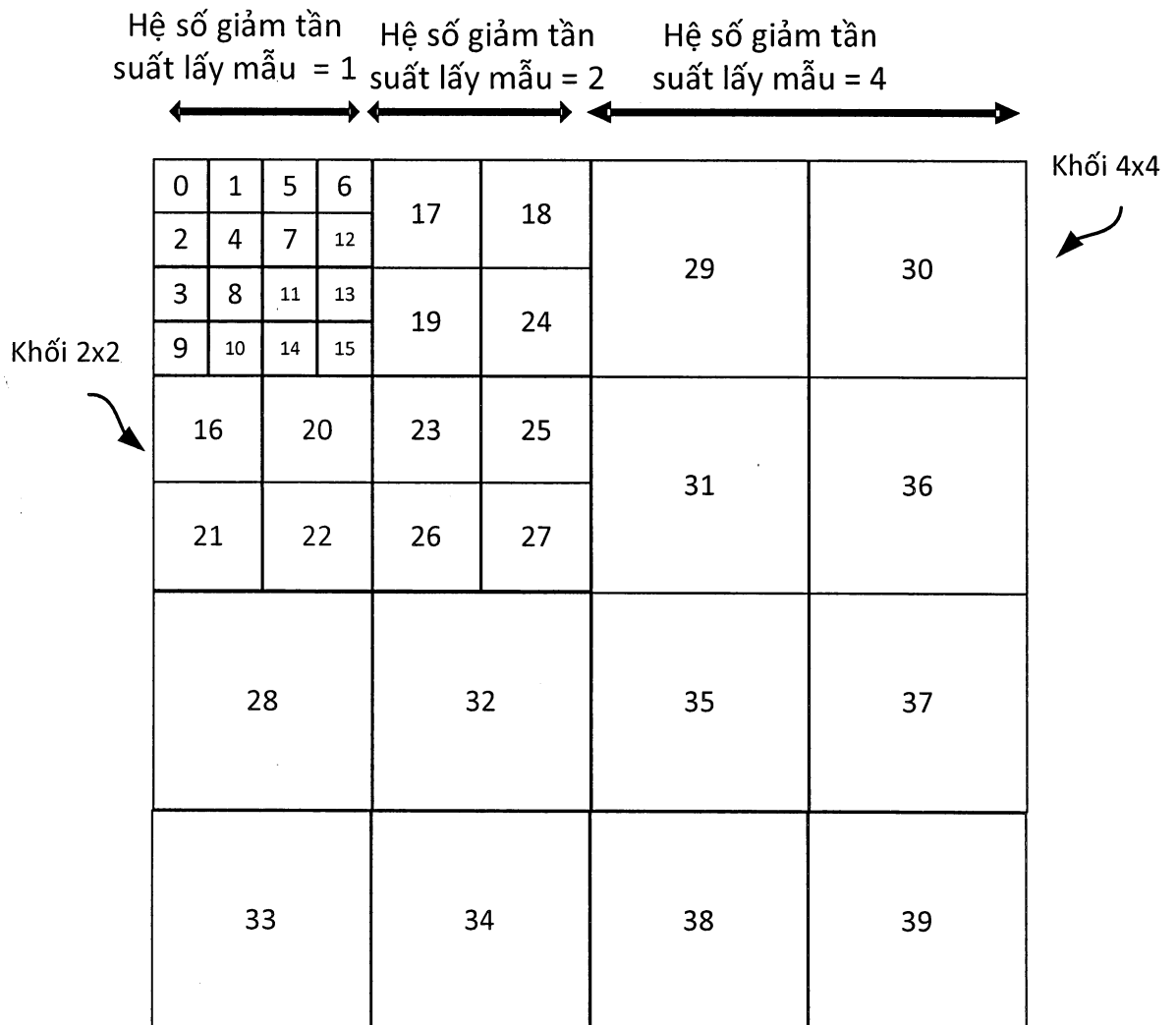
FIG. 5

103

102

6	9	13	18	25	25	25	25
9	10	15	21	32	32	32	32
13	15	18	23	35	35	35	35
18	21	23	26	65	65	65	65
25	32	35	65	66	66	66	66
25	32	35	65	66	66	66	66
25	32	35	65	66	66	66	66
25	32	35	65	66	66	66	66

FIG. 6



Lấy mẫu không đều đối với ma trận lượng tử hóa 16x16

FIG. 7

Hệ số giảm tần
suất lấy mẫu = 1
 Hệ số giảm tần
suất lấy mẫu = 2

0	1	5	6	17	18
2	4	7	12		
3	8	11	13	19	24
9	10	14	15		
16		20		23	25
21		22		26	27

Khối 2x2

Lấy mẫu không đều đối với ma trận lượng tử hóa 8x8

FIG. 8

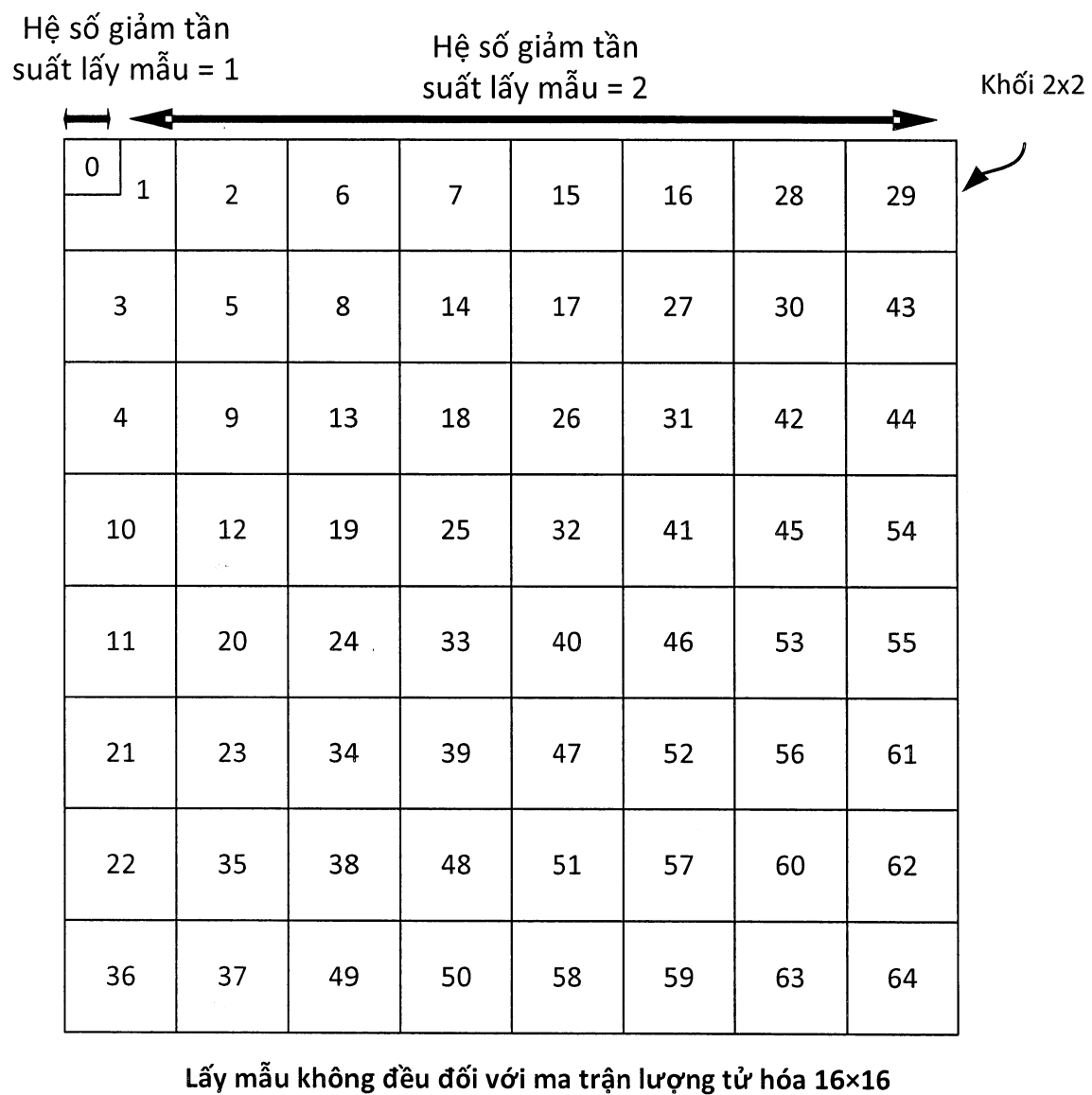


FIG. 9

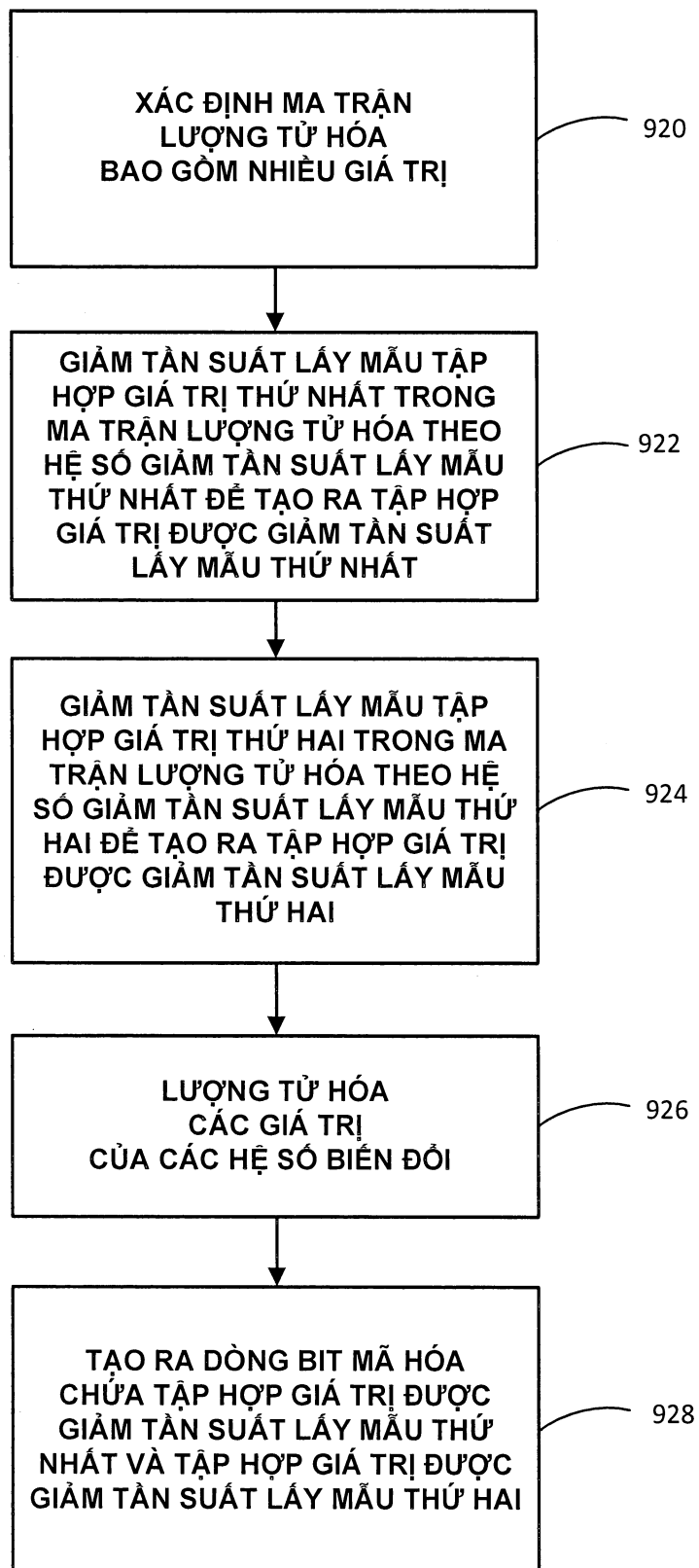


FIG. 10

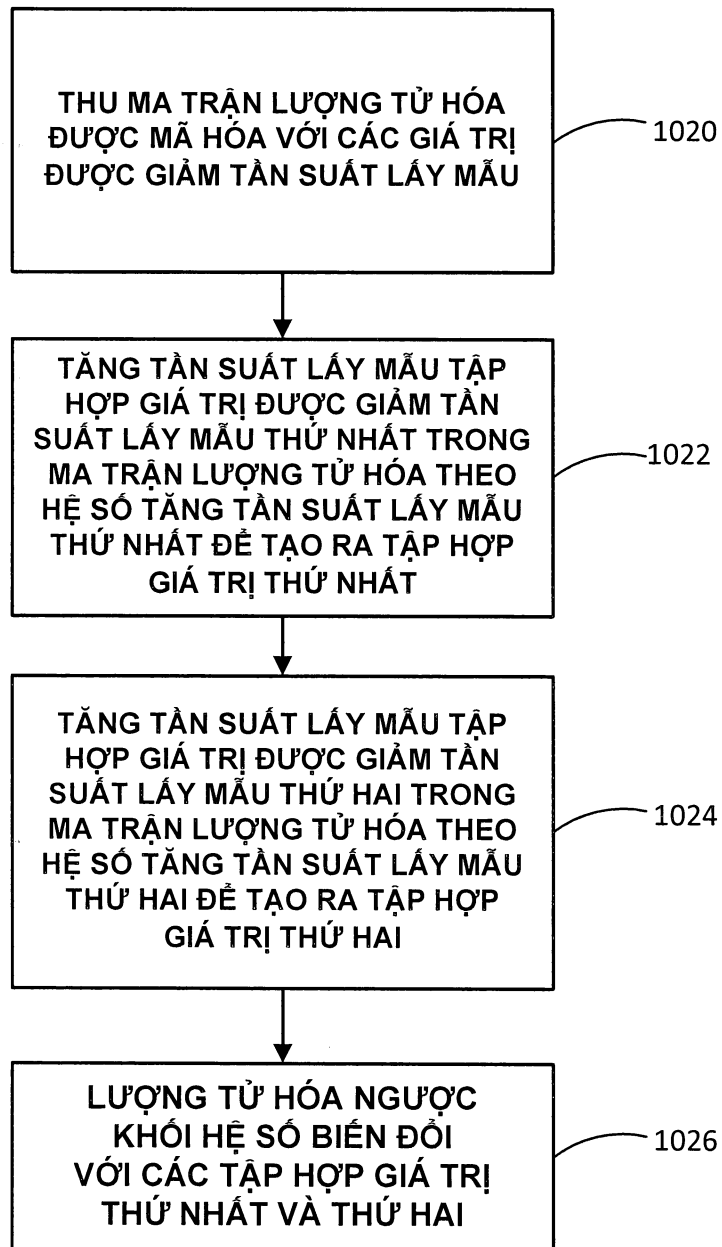


FIG. 11