



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

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

(11) 
1-0022978

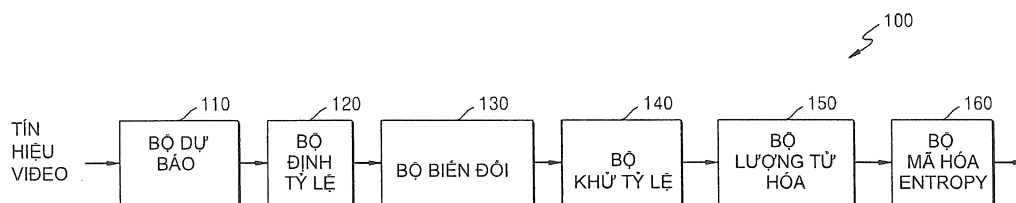
(51)⁷ H04N 7/26, 7/24

(13) B

(21) 1-2012-03745 (22) 16.05.2011
(86) PCT/KR2011/003607 16.05.2011 (87) WO2011/142645 17.11.2011
(30) 61/334,632 14.05.2010 US
10-2011-0006485 21.01.2011 KR
(45) 25.02.2020 383 (43) 25.04.2013 301
(73) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (KR)
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-742, Republic of Korea
(72) ALSHINA, Elena (RU), HONG, Yoon-Mi (KR), HAN, Woo-Jin (KR)
(74) Công ty TNHH Tâm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ VIDEO

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp giải mã video. Phương pháp này bao gồm các bước: xác định độ sâu bit của các mẫu trong chuỗi video; thu các hệ số biến đổi được lượng tử hóa của khối biến đổi trong chuỗi video này từ dòng bit; tạo ra các hệ số biến đổi được định tỷ lệ của khối biến đổi bằng cách thực hiện lượng tử hóa ngược và định tỷ lệ trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa này; tạo ra các trị số mẫu trung gian của khối biến đổi bằng cách thực hiện biến đổi ngược theo chiều dọc trên các hệ số biến đổi được định tỷ lệ này; tạo ra các trị số dư của khối biến đổi bằng cách thực hiện biến đổi ngược theo chiều ngang trên các trị số mẫu trung gian của khối biến đổi này; tạo ra khối dự báo bằng cách thực hiện dự báo trong ảnh hoặc dự báo liên kết; và phục hồi các trị số mẫu bằng cách sử dụng các trị số dư của khối biến đổi và khối dự báo.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các thiết bị và phương pháp mã hóa và giải mã tín hiệu video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cùng với sự phát triển và phổ biến của phần cứng có khả năng tái tạo và lưu trữ nội dung video độ phân giải cao hoặc độ nét cao (HD - high-definition), các nhu cầu về bộ mã hóa-giải mã để có thể mã hóa hoặc giải mã hiệu quả nội dung video có độ phân giải cao hoặc HD cũng tăng lên. Liên quan đến bộ mã hóa-giải mã video, tín hiệu video được mã hóa theo phương pháp mã hóa giới hạn dựa trên khối macrô có kích thước định trước.

Chất lượng ảnh cần được hiển thị có thể bị ảnh hưởng bởi số lượng bit để biểu diễn trị số dữ liệu ảnh. Cụ thể, khi độ sâu bit chỉ báo độ chính xác của dữ liệu ảnh, có nghĩa là số lượng bit biểu diễn trị số dữ liệu ảnh, tăng lên thì dữ liệu có thể được biểu diễn ở nhiều mức khác nhau. Tuy nhiên, khi độ sâu bit tăng quá mức để làm tăng độ chính xác của dữ liệu ảnh, thì việc tràn dữ liệu có thể xảy ra trong quá trình xử lý dữ liệu ảnh hoặc lỗi do làm tròn có thể xảy ra do quá trình xử lý điểm cố định.

Khi độ sâu bit tăng quá mức để làm tăng độ chính xác của dữ liệu ảnh, thì việc tràn dữ liệu có thể xảy ra trong quá trình xử lý dữ liệu ảnh hoặc lỗi do làm tròn có thể xảy ra do quá trình xử lý điểm cố định.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị mã hóa tín hiệu video và phương pháp và thiết bị giải mã tín hiệu video, mà có thể làm tăng độ sâu bit của tín hiệu video trong quá trình biến đổi và biến đổi ngược của tín hiệu video để nâng cao độ chính xác tính toán và có thể xử lý tín hiệu video để ngăn ngừa việc xuất hiện việc tràn dữ liệu vượt quá độ sâu bit cho phép trong quá trình tính toán mặc dù có việc tăng độ sâu bit.

Theo các phương án làm ví dụ, độ chính xác tính toán có thể được cải thiện trong quá trình xử lý tín hiệu video mà không gây tràn dữ liệu trong một khoảng khi không vượt quá độ sâu bit có thể cho phép trong bộ mã hóa-giải mã.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp mã hóa tín hiệu video, phương pháp này bao gồm các bước: xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi tín

hiệu video và độ chính xác bit lớn nhất của tín hiệu video; định tỷ lệ tín hiệu video theo trị số dịch nội tại tương ứng với mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video; và biến đổi tín hiệu video được định tỷ lệ.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp giải mã tín hiệu video, phương pháp này bao gồm các bước: phân giải dòng bit thu được để trích xuất dữ liệu mã hóa của tín hiệu video; giải mã entropy dữ liệu mã hóa đã trích xuất để phục hồi dữ liệu đã giải mã entropy; xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu của dữ liệu đã giải mã entropy có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi ngược của dữ liệu đã giải mã entropy và độ chính xác bit lớn nhất của dữ liệu đã giải mã entropy; định tỷ lệ dữ liệu đã giải mã entropy theo trị số dịch nội tại tương ứng với mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và độ sâu bit ban đầu của dữ liệu đã giải mã entropy; và lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược dữ liệu đã giải mã entropy được định tỷ lệ này.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp giải mã tín hiệu video, phương pháp này bao gồm các bước: thu tín hiệu video được định tỷ lệ và được mã hóa theo trị số dịch nội tại tương ứng với mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu được xác định có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi của tín hiệu video, và độ chính xác bit lớn nhất của tín hiệu video, và độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video; giải mã entropy, lượng tử hóa ngược, và biến đổi ngược tín hiệu video thu được để tạo ra tín hiệu video được giải mã; xác định trị số dịch nội tại được sử dụng để khử tỷ lệ tín hiệu video được giải mã; và khử tỷ lệ tín hiệu video được giải mã theo trị số dịch nội tại được xác định.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị mã hóa tín hiệu video, thiết bị này bao gồm: bộ định tỷ lệ được tạo cấu hình để xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu của tín hiệu video có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi của tín hiệu video và độ chính xác bit lớn nhất của tín hiệu video và định tỷ lệ tín hiệu video theo trị số dịch nội tại tương ứng với mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video; và bộ biến đổi được tạo cấu hình để biến đổi tín hiệu video được định tỷ lệ.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị giải mã tín hiệu video, thiết bị này bao gồm: bộ phân giải được tạo cấu hình để phân giải dòng bit thu được và trích xuất dữ liệu mã hóa của tín hiệu video; bộ giải mã entropy được tạo cấu

hình để giải mã entropy dữ liệu mã hóa đã trích xuất và phục hồi dữ liệu đã giải mã entropy; bộ định tỷ lệ được tạo cấu hình để xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu của dữ liệu đã giải mã entropy có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi ngược của dữ liệu đã giải mã entropy và độ chính xác bit lớn nhất của dữ liệu đã giải mã entropy và để định tỷ lệ dữ liệu đã giải mã entropy theo trị số dịch nội tại tương ứng với mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và độ sâu bit ban đầu của dữ liệu đã giải mã entropy; và bộ biến đổi ngược được tạo cấu hình để biến đổi ngược dữ liệu đã giải mã entropy được định tỷ lệ.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị giải mã tín hiệu video, thiết bị này bao gồm: bộ giải mã được tạo cấu hình để giải mã entropy, lượng tử hóa ngược, và biến đổi ngược tín hiệu video được định tỷ lệ và được mã hóa theo trị số dịch nội tại tương ứng với mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu được xác định có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi của tín hiệu video và độ chính xác bit lớn nhất của tín hiệu video và độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video và tạo tín hiệu video được giải mã; và bộ khử tỷ lệ được tạo cấu hình để xác định trị số dịch nội tại cần thiết cho việc khử tỷ lệ tín hiệu video được giải mã và để khử tỷ lệ tín hiệu video được giải mã theo trị số dịch nội tại được xác định.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình chi tiết của bộ biến đổi trên Fig.1;

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình thiết bị mã hóa theo phương án làm ví dụ thứ hai;

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình thiết bị mã hóa theo phương án làm ví dụ thứ ba;

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình thiết bị mã hóa theo phương án làm ví dụ thứ tư;

Fig.6 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình thiết bị mã hóa theo phương án làm ví dụ thứ năm;

Fig.7 là sơ đồ tham khảo về quá trình biến đổi tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ;

Fig.8 là sơ đồ tham khảo về thao tác định tỷ lệ theo phương án làm ví dụ khác;

Fig.9 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ;

Fig.10 là lưu đồ của thiết bị giải mã tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ;

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình thiết bị giải mã tín hiệu video theo phương án làm ví dụ khác;

Fig.12 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ; và

Fig.13 là lưu đồ về phương pháp giải mã tín hiệu video theo phương án làm ví dụ khác.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, được hiểu là các cụm từ như "ít nhất một trong số" khi đứng trước một danh sách các phần tử, sẽ thay đổi toàn bộ danh sách các phần tử đó và không thay đổi các phần tử đơn lẻ trong danh sách.

Fig.1 là sơ đồ khối của thiết bị 100 để mã hóa tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ.

Thiết bị mã hóa tín hiệu video 100 theo một phương án làm ví dụ có thể bao gồm bộ dự báo 110, bộ định tỷ lệ 120, bộ biến đổi 130, bộ khử tỷ lệ 140, bộ lượng tử hóa 150, và bộ mã hóa entropy 160.

Bộ dự báo 110 có thể phân chia tín hiệu video đầu vào thành các khối có kích thước định trước và thực hiện dự báo liên kết hoặc dự báo trong ảnh trên mỗi khối để tạo ra các khối dự báo. Cụ thể, bộ dự báo 110 có thể thực hiện dự báo liên kết đối với việc tạo ra vector động chỉ báo một khu vực tương tự với khối hiện thời trong phạm vi tìm kiếm định trước của hình ảnh tham chiếu được phục hồi sau khi hình ảnh tham chiếu được mã hóa và dự báo trong ảnh đối với việc tạo ra khối dự báo bằng cách sử dụng dữ liệu về các khối ngoại biên liền kề với khối hiện thời và có thể tạo ra và kết xuất tín hiệu dư tương ứng với sự sai khác giữa khối dự báo và khối đầu vào ban đầu.

Bộ định tỷ lệ 120 có thể thực hiện thao tác định tỷ lệ để thay đổi độ sâu bit của tín hiệu dư. Bộ biến đổi 130 có thể thực hiện thao tác biến đổi tần số để biến đổi tín hiệu dư có độ sâu bit thay đổi thành dải tần số. Bộ khử tỷ lệ 140 có thể thực hiện thao tác khử tỷ lệ để phục hồi độ sâu bit thay đổi của tín hiệu dư được biến đổi thành dải tần số. Bộ lượng tử hóa 150 có thể lượng tử hóa tín hiệu biến đổi được khử tỷ lệ. Mặc dù không được mô tả, thiết bị mã hóa tín hiệu video 100 theo một phương án làm ví dụ có thể bao gồm bộ lượng tử hóa ngược và bộ biến đổi ngược được tạo cấu hình để lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược tín hiệu lượng tử hóa sẽ được dùng làm dữ liệu tham chiếu bởi bộ dự báo 110. Bộ mã hóa

entropy 160 có thể thực hiện mã hóa chiều dài khả biến của tín hiệu biến đổi được lượng tử hóa và tạo ra dòng bit.

Ở đây, các bước định tỷ lệ và khử tỷ lệ tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ sẽ được mô tả chi tiết.

Thiết bị 100 dùng để mã hóa tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ có thể phân chia tín hiệu video đầu vào thành các khối có hai kích thước, và bộ biến đổi 130 có thể thực hiện phép biến đổi tuyến tính được dùng cho phân tích không gian-tần số để biến đổi các khối được phân chia thành các dải tần số. Các ví dụ về phép biến đổi tuyến tính có thể bao gồm phép biến đổi Karhuhen-Loeve (KLT - Karhuhen-Loeve transform), phép phân tích giá trị đơn (SVD - singular value decomposition), phép biến đổi cosin rời rạc (DCT - discrete cosine transform), và phép biến đổi dạng sóng con rời rạc (DWT - discrete wavelet transform). Phép biến đổi tuyến tính này có thể được biểu diễn bởi phép nhân ma trận của khối đầu vào với ma trận biến đổi có chứa các hệ số định trước. Mặc dù các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả bằng cách sử dụng phép DCT dưới dạng ví dụ thông thường của phép biến đổi tuyến tính, cần hiểu rằng một hoặc nhiều phương án làm ví dụ khác có thể được áp dụng cho các phép biến đổi tuyến tính khác thay vì phép DCT này.

Fig.7 là sơ đồ tham khảo về quá trình xử lý biến đổi hình ảnh theo một phương án làm ví dụ.

Như mô tả ở trên, bộ biến đổi 130 theo một phương án làm ví dụ có thể biến đổi tín hiệu video thành dải tần số. Ví dụ, bộ biến đổi 130 có thể thực hiện biến đổi theo cột và biến đổi theo hàng trên $N \times N$ khối đầu vào (trong đó N là số nguyên) và tạo ra $N \times N$ khối hệ số biến đổi. Giả sử là "Input" biểu thị $N \times N$ khối đầu vào, "Transform_hor" biểu thị ma trận biến đổi DCT theo hàng, "transform_ver" biểu thị ma trận biến đổi DCT theo cột, và "Output" biểu thị trị số đầu tra của kết quả biến đổi, như được minh họa trên Fig.7, quy trình biến đổi có thể được biểu diễn bởi phép nhân ma trận, chẳng hạn như biểu thức: $\text{Output} = \text{Transform_hor} \times \text{Input} \times \text{Transform_ver}$. Ở đây, phép nhân ma trận thứ nhất, $\text{Transform_hor} \times \text{Input}$, có thể tương ứng với phép DCT một kích thước được thực hiện trên mỗi hàng của $N \times N$ khối đầu vào Input, và phép nhân của $\text{Transform_hor} \times \text{Input}$ với Transform_ver có thể tương ứng với quá trình DCT một kích thước được thực hiện trên mỗi cột của nó. Ma trận biến đổi DCT theo hàng Transform_hor có thể có tương quan ma trận chuyển vị với ma trận biến đổi DCT theo cột Transform_ver.

Hệ số nằm trong vị trí điểm ảnh (i,k) (trong đó i và k là các số nguyên) của ma trận biến đổi theo hàng Transform_hor có thể được xác định là H_{ik} , trị số đặt ở vị trí (i,k) của khối đầu vào Input có thể được xác định là I_{ik} , và hệ số đặt tại vị trí điểm ảnh (i,k) của ma trận biến đổi theo cột Transform_ver có thể được xác định là V_{ik} . Phần tử thứ (i,k) H_{ik} của ma trận biến đổi DCT theo hàng Transform_hor có thể được xác định bởi biểu thức 1:

Biểu thức 1

$$H_{ik} = \alpha_i \cos \frac{\pi(2k+1)i}{2N}$$

trong đó mỗi i và $k=0, \dots, N-1$,

$$\alpha_0 = \sqrt{\frac{1}{N}}, \quad \alpha_i = \sqrt{\frac{2}{N}}$$

Phần tử thứ (i,k) V_{ik} của ma trận biến đổi DCT theo cột Transform_ver có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng trị số sử dụng hàm cosin giống như phần tử H_{ik} của ma trận biến đổi DCT theo hàng, mà nó là ma trận chuyển vị. Nói chung, hệ số của ma trận biến đổi có thể không được dùng trong quá trình biến đổi, nhưng trị số thu được bởi phép nhân hệ số với hệ số định tỷ lệ định trước có thể được sử dụng để thực hiện quá trình biến đổi bằng cách sử dụng phép cộng và phép dịch. Mặc dù biểu thức 1 minh họa phép DCT sử dụng các số lượng điểm di động, phép DCT này có thể sử dụng biến đổi điểm cố định bên cạnh biến đổi điểm di động. Các phương án làm ví dụ có thể được áp dụng cho tất cả các ma trận biến đổi và không giới hạn bởi loại biến đổi.

Khi thao tác DCT một kích thước theo hàng được thực hiện trên khối đầu vào 730, có nghĩa là, khi phép nhân ma trận thứ nhất Transform_hor x Input được tính toán, thì mỗi phần tử của ma trận trị số trung gian thu được bằng cách tính toán phép nhân ma trận thứ nhất Transform_hor x Input có thể thu được bằng cách cộng các trị số tích số, chẳng hạn $H_{ab} \times I_{cd}$ (mỗi a, b, c, và d là một số nguyên bất kỳ từ 1 đến 4). Theo một ví dụ, phần tử thứ (1, 1) của ma trận trung bình trị số thu được từ các kết quả của phép tính của phép nhân ma trận thứ nhất Transform_hor x Input có thể là $H_{11} \times I_{11} + H_{12} \times I_{21} + H_{13} \times I_{31} + H_{14} \times I_{41}$. Giả sử là độ sâu bit của trị số đầu vào của khối đầu vào được biến đổi hiện thời là m (trong đó m là số nguyên), thì trị số tuyệt đối của trị số đầu vào có thể nhỏ hơn hoặc bằng 2^m (nghĩa là, $I_{cd} \leq 2^m$). Ngoài ra, giả sử là trị số tuyệt đối của mỗi phần tử H_{ab} của khối biến đổi nhỏ hơn hoặc bằng 2^p (trong đó p là số nguyên), thì mỗi ma trận thu được từ các kết quả tính toán của phép nhân Transform_hor x Input biến đổi một kích thước theo hàng có thể nhỏ hơn

hoặc bằng $4 \times 2^m \times 2^p$ (hoặc 2^{m+p+2}). Theo khía cạnh khác, bằng cách thực hiện DCT một kích thước theo hàng, có thể hiểu rằng độ sâu bit đầu vào m có thể tăng một lượng bằng với $p+2$. Có nghĩa là, trong quá trình biến đổi, độ sâu bit có thể tăng theo cách giống như khi trị số đầu vào được nhân với trị số định trước bằng cách sử dụng phép nhân và phép cộng. Tương tự, khi DCT một kích thước theo cột được thực hiện, thì trị số trung gian của quá trình tính toán có thể lớn hơn trị số đầu vào nhờ phép nhân và cộng, nhờ đó làm tăng độ sâu bit.

Do đó, trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi có thể có trị số nhỏ hơn hoặc bằng độ chính xác bit lớn nhất có thể sử dụng được trong các thiết bị mã hóa và giải mã. Theo đó, các phương án làm ví dụ đề xuất phương pháp định tỷ lệ, mà nó ngăn ngừa việc tràn dữ liệu trong quá trình xử lý, và làm tăng độ sâu bit của tín hiệu video có xem xét đến việc tăng độ sâu bit trong quá trình biến đổi để cải thiện độ chính xác tính toán.

Giả sử là mức tăng độ sâu bit được gây ra trong quá trình biến đổi một kích thước là TransformBitInceasement, thì độ sâu bit của tín hiệu video đầu vào được đưa vào bộ biến đổi 110 là m , mức giảm độ sâu bit gây ra bởi bộ khử tỷ lệ 140 là $de_scaling_bits$, và độ sâu bit tăng một lượng bằng với TransformBitInceasement thông qua một trong số hai quá trình biến đổi một kích thước (các quá trình biến đổi một kích thước theo hàng và theo cột) được minh họa trên Fig.7, trị số lớn nhất của độ sâu bit của tín hiệu được kết xuất bởi bộ khử tỷ lệ 140 có thể là $m+2 \times TransformBitInceasement - de_scaling_bits$. Có nghĩa là, trị số tuyệt đối của tín hiệu được kết xuất bởi bộ khử tỷ lệ 140 có thể nhỏ hơn hoặc bằng $2^{(m+2 \times TransformBitInceasement - de_scaling_bits)}$. Do đó, để ngăn ngừa việc tràn dữ liệu, thì trị số lớn nhất khả dĩ $2^{(m+2 \times TransformBitInceasement - de_scaling_bits)}$ của trị số trung gian thu được trong quá trình tính toán có thể nhỏ hơn hoặc bằng trị số lớn nhất có thể sử dụng được bởi thiết bị mã hóa tín hiệu video 100. Có nghĩa là, số lượng bit lớn nhất $m+2 \times TransformBitInceasement - de_scaling_bits$ của trị số trung gian của độ sâu bit có thể nhỏ hơn hoặc bằng độ chính xác bit lớn nhất có thể được sử dụng được bởi thiết bị mã hóa tín hiệu video 100.

Do vậy, bộ định tỷ lệ 120 có thể xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu của tín hiệu dư được kết xuất bởi bộ dự báo 110 có xem xét đến trị số lớn nhất của trị số trung gian. Cụ thể, giả sử là độ sâu bit của tín hiệu dư được thay đổi bởi bộ định tỷ lệ 120 và được đưa vào bộ biến đổi 130 là độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu m_{opt} , do trị số trung gian được biến đổi và được khử tỷ lệ bởi bộ biến đổi 130 và bộ khử tỷ lệ 140 là $2^{(m_{opt} + 2 \times TransformBitInceasement - de_scaling_bits)}$, nên trị số trung gian của độ sâu bit có thể là

$m_{opt} + 2 \times \text{TransformBitIncrease} - de_scaling_bits$. Khi độ chính xác bit lớn nhất có thể sử dụng được bởi thiết bị mã hóa tín hiệu video 100 được xác định bởi $Maxbit$, thì điều kiện của biểu thức 2 được thỏa mãn để ngăn ngừa tràn dữ liệu:

Biểu thức 2

$$m_{opt} + 2 \times \text{TransformBitIncrease} - de_scaling_bits \leq Maxbit$$

Bộ định tỷ lệ 120 có thể xác định trị số lớn nhất m_{opt} , thỏa mãn biểu thức 2, và xác định trị số lớn nhất m_{opt} là độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu m_{opt} . Bộ định tỷ lệ 120 có thể so sánh độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được m_{opt} với độ sâu bit m của tín hiệu dư được đưa vào bởi bộ dự báo 110, và xác định trị số dịch nội tại $local_shift$, mà nó là sai khác giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu m_{opt} và độ sâu bit m của tín hiệu dư, như được biểu diễn trong biểu thức 3:

Biểu thức 3

$$local_shift = m_{opt} - m$$

Khi trị số dịch nội tại $local_shift$ lớn hơn 0, có nghĩa là, khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được m_{opt} lớn hơn độ sâu bit m của tín hiệu dư, thì bộ định tỷ lệ 120 có thể dịch tín hiệu dư sang trái ('<<') một lượng bằng với trị số dịch nội tại $local_shift$ để làm tăng độ sâu bit m của tín hiệu dư, do đó làm tăng độ chính xác bit của tín hiệu dư. Nghĩa là, giả sử là tín hiệu dư ban đầu là "Input" và tín hiệu dư với độ sâu bit thay đổi là "Adjusted_Input", thì bộ định tỷ lệ 120 có thể thay đổi độ sâu bit của tín hiệu dư theo biểu thức 4:

Biểu thức 4

$$Adjusted_Input = Input \ll local_shift$$

Ví dụ, khi độ sâu bit của tín hiệu dư bằng 5 và độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu m_{opt} bằng 8, thì tín hiệu dư có thể được dịch sang trái một lượng bằng 3 bit sao cho độ sâu bit của tín hiệu dư có thể tăng lên thành 8.

Bên cạnh đó, khi trị số dịch nội tại $local_shift$ nhỏ hơn 0, nghĩa là, khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được m_{opt} nhỏ hơn độ sâu bit m của tín hiệu dư, thì bộ định tỷ lệ 120 có thể dịch tín hiệu dư sang phải ('>>') một lượng bằng với trị số tuyệt đối của trị số dịch nội tại $local_shift$ để làm giảm độ sâu bit của tín hiệu dư. Có nghĩa là, bộ định tỷ lệ 120 có thể thay đổi độ sâu bit của tín hiệu dư như được thể hiện trong biểu thức 5:

Biểu thức 5

$$\begin{aligned} Adjusted_Input &= (Input + Offset) \gg |local_shift| \quad (when, Input \geq 0) \\ Adjusted_Input &= -((-Input + Offset) \gg |local_shift|) \quad (when Input < 0) \end{aligned}$$

Trong biểu thức 5,

$$Offset = (1 \ll (|local_shift| - 1))$$

Khi trị số dịch nội tại `local_shift` nhỏ hơn 0, thì bộ định tỷ lệ 120 có thể thực hiện phép dịch trái có xem xét đến việc làm tròn và thông tin ký hiệu như được thể hiện trong biểu thức 5 để làm giảm độ sâu bit. Khi trị số dịch nội tại `local_shift` bằng 0, thì bộ định tỷ lệ 120 có thể bỏ qua thao tác định tỷ lệ.

Bộ khử tỷ lệ 140 có thể thực hiện bước khử tỷ lệ để phục hồi độ sâu bit thay đổi bởi bộ định tỷ lệ 120 về độ sâu bit ban đầu. Cụ thể, khi trị số dịch nội tại `local_shift` lớn hơn 0, có nghĩa là, khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được mọt lớn hơn độ sâu bit `m` của tín hiệu dư, thì bộ khử tỷ lệ 140 có thể dịch trị số thu được bằng cách cộng độ lệch định trước cho tín hiệu video biến đổi sang phải để làm giảm độ chính xác bit của tín hiệu video biến đổi. Khi trị số dịch nội tại `local_shift` nhỏ hơn 0, có nghĩa là, khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu quy định mọt nhỏ hơn độ sâu bit `m` của tín hiệu dư, thì bộ khử tỷ lệ 140 có thể dịch tín hiệu video biến đổi sang trái để làm tăng độ chính xác bit của tín hiệu video biến đổi. Giả sử là tín hiệu đã được biến đổi, được định tỷ lệ được kết xuất bởi bộ biến đổi 130 là "adjusted_Output" và tín hiệu video được phục hồi về tỷ lệ ban đầu bởi bộ khử tỷ lệ 140 là "Output", thuật toán khử tỷ lệ có thể như sau:

```
{
  If (local_shift > 0)
  { If (Adjusted_output ≥ 0)
    Output = (Adjusted_output + Offset) >> local_shift
    else
    Output = -((-Adjusted_output + Offset) >> local_shift)
  }
  else
  Output = Adjusted_output << local_shift
}
```

Trong thuật toán khử tỷ lệ này, `off_set = (1 << (local_shift - 1))`.

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình chi tiết của bộ biến đổi 130 trên Fig.1.

Nói chung, bộ biến đổi 240 có thể bao gồm a bộ biến đổi giai đoạn từ 241 đến 243 (trong đó a là số nguyên). Như mô tả ở trên có liên quan đến Fig.7, thao tác DCT có thể bao gồm thao tác biến đổi hai bước bao gồm biến đổi một kích thước theo hàng và biến đổi một kích thước theo cột. Giả sử độ sâu bit tăng theo mỗi trong số a bộ biến đổi giai đoạn từ 241 đến 243 là $TransformBitIncrease_{mk}$ (trong đó k là số nguyên trong khoảng từ 1 đến a), gia lượng độ sâu bit tăng lên bởi bộ biến đổi 240 trên Fig.2 có thể là:

$$\sum_{k=1}^a TransformBitIncrease_{mk}$$

Do đó, khi bộ biến đổi 130 theo Fig.1 bao gồm a bộ biến đổi giai đoạn từ 241 đến 243, như minh họa trên Fig.2, thì bộ định tỷ lệ 120 có thể xác định trị số lớn nhất m_{opt} , mà nó có thể thỏa mãn:

$$m_{opt} + \sum_{k=1}^a TransformBitIncrease_{mk} - de_scaling_bits \leq Maxbit$$

và xác định trị số lớn nhất m_{opt} là độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu như trong biểu thức 4. Tương tự, giả sử là bộ khử tỷ lệ 140 bao gồm b bộ khử tỷ lệ giai đoạn (trong đó b là số nguyên) và độ sâu bit được giảm bởi mỗi bước khử tỷ lệ là $de_scaling_bits_k$ (trong đó k là số nguyên trong khoảng từ 1 đến b), thì bộ định tỷ lệ 120 có thể xác định trị số lớn nhất m_{opt} , mà nó thỏa mãn biểu thức 6, và xác định trị số lớn nhất m_{opt} là độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu:

Biểu thức 6

$$m_{opt} + \sum_{k=1}^a TransformBitIncrease_{mk} - \sum_{k=1}^b de_scaling_bits_k \leq Maxbit$$

Nói chung, khi các bước biến đổi được thực hiện, thì có thể thực hiện a-1 bước khử tỷ lệ hoạt ít hơn. Theo đó, b có thể bằng a-1.

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình thiết bị mã hóa 300 theo phương án làm ví dụ thứ hai.

Như được thể hiện trên Fig.3, thiết bị mã hóa 300 theo phương án làm ví dụ thứ hai có thể bao gồm bộ dự báo 310, bộ định tỷ lệ 320, bộ biến đổi 330, bộ lượng tử hóa 340, và bộ mã hóa entropy 350. Khi so sánh với thiết bị mã hóa tín hiệu video 100 theo Fig.1, thì trong thiết bị mã hóa 300 theo phương án làm ví dụ thứ hai, bộ biến đổi 330 có thể bao gồm a bộ biến đổi giai đoạn 331, 332, và 333 (trong đó a là số nguyên), mà theo sau bất kỳ bộ phận nào trong số chúng có thể là bộ khử tỷ lệ 334. Mặc dù Fig.3 minh họa rằng bộ khử tỷ lệ 334 nằm bên cạnh bộ biến đổi thứ nhất 331, cần hiểu là phương án làm ví dụ khác không bị giới

hạn ở đó và bộ khử tỷ lệ 334 có thể được bố trí ở vị trí bất kỳ giữa các bộ biến đổi này. Bộ định tỷ lệ 320 có thể xác định trị số lớn nhất mopt, mà nó thỏa mãn điều kiện của biểu thức 6 có xem xét đến mức tăng độ sâu bit được tạo ra bởi mỗi bộ biến đổi 331, 332, và 333 nằm trong bộ biến đổi 330, và xác định trị số lớn nhất mopt này là độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu mopt. Do các phần tử còn lại thiết bị mã hóa 300 theo phương án làm ví dụ thứ hai giống với phương án làm ví dụ thứ nhất được mô tả ở trên có liên quan đến Fig.1, nên mô tả chi tiết về chúng có thể được bỏ qua.

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình thiết bị mã hóa 400 theo phương án làm ví dụ thứ ba.

Như được thể hiện trên Fig.4, thiết bị mã hóa 400 theo phương án thứ ba có thể bao gồm bộ dự báo 410, a bộ xử lý biến đổi 420, 430, và 440 (trong đó a là số nguyên), bộ lượng tử hóa 450, và bộ mã hóa entropy 460. Như minh họa trên Fig.4, a bộ xử lý biến đổi 420, 430, và 440 có thể lần lượt bao gồm các bộ định tỷ lệ 421, 431, và 441, các bộ biến đổi 422, 432, và 442, và các bộ khử tỷ lệ 423, 433, và 443. Như trong phương án làm ví dụ thứ nhất, mỗi trong số bộ xử lý biến đổi 420, 430, và 440 của thiết bị mã hóa 400 theo phương án làm ví dụ thứ ba có thể xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu có xem xét đến số lượng bit lớn nhất và độ chính xác bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong mỗi thao tác biến đổi của tín hiệu dư và thực hiện thao tác định tỷ lệ dựa trên trị số dịch nội tại, mà nó là sự sai khác giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và độ sâu bit ban đầu của tín hiệu dư. Ngoài ra, mỗi trong số a bộ xử lý biến đổi 420, 430, và 440 của thiết bị mã hóa 400 có thể thực hiện thao tác biến đổi trên tín hiệu được định tỷ lệ và phục hồi tín hiệu được biến đổi thành độ sâu bit ban đầu. Ví dụ, giả sử là độ sâu bit tăng bởi bộ biến đổi 422 là TransformBitInceasement, độ sâu bit được giảm bởi bộ khử tỷ lệ 422 là de_scaling_bits, và độ sâu bit của tín hiệu được kết xuất bởi bộ định tỷ lệ 421 là mopt, thì bộ định tỷ lệ 421 có thể xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu mopt, mà nó thỏa mãn $mopt + \text{TransformBitInceasement} - \text{de_scaling_bits} \leq \text{Maxbits}$, và tính toán trị số dịch nội tại local_shift, mà nó là sự sai khác giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu mopt và độ sâu bit m của tín hiệu dư, như thể hiện trong biểu thức 3.

Khi trị số dịch nội tại local_shift lớn hơn 0, thì bộ định tỷ lệ 421 có thể dịch tín hiệu dư một lượng bằng với trị số dịch nội tại local_shift sang trái ('<<') để làm tăng độ sâu bit của tín hiệu dư. Khi trị số dịch nội tại local_shift nhỏ hơn 0, thì bộ định tỷ lệ 421 có thể dịch tín hiệu dư sang phải để làm giảm độ sâu bit của tín hiệu dư. Tín hiệu có độ sâu bit thay đổi bởi bộ định tỷ lệ 421 có thể được kết xuất đến bộ biến đổi 422, và tín hiệu được biến đổi thành

dải tần số bởi bộ biến đổi 422 có thể được phục hồi thành độ sâu bit ban đầu bởi bộ khử tỷ lệ 423. Mỗi trong số các bộ xử lý biến đổi thứ hai và thứ ba 430 và 440 có thể thực hiện các thao tác định tỷ lệ, biến đổi, và khử tỷ lệ giống như bộ xử lý biến đổi thứ nhất 420 ngoại trừ là tín hiệu được kết xuất bởi quá trình biến đổi trước đó được sử dụng làm tín hiệu đầu vào.

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình thiết bị mã hóa 500 theo phương án làm ví dụ thứ tư.

Như được thể hiện trên Fig.5, thiết bị mã hóa 500 theo phương án làm ví dụ thứ tư có thể bao gồm bộ dự báo 510, bộ định tỷ lệ 520, bộ biến đổi 530, bộ lượng tử hóa 540, bộ khử tỷ lệ 550, và bộ mã hóa entropy 560. Hoạt động của thiết bị mã hóa 500 theo phương án làm ví dụ thứ tư có thể giống như của thiết bị mã hóa tín hiệu video 100 theo phương án làm ví dụ thứ nhất ngoại trừ là thao tác khử tỷ lệ của bộ khử tỷ lệ 550 được thực hiện sau quá trình lượng tử hóa bộ lượng tử hóa 540, và theo đó mô tả chi tiết có thể được bỏ qua.

Fig.6 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình thiết bị mã hóa 600 theo phương án làm ví dụ thứ năm.

Như được thể hiện trên Fig.6, thiết bị mã hóa 600 theo phương án làm ví dụ thứ năm có thể bao gồm bộ dự báo 610, bộ định tỷ lệ 620, bộ biến đổi 630, bộ lượng tử hóa 640, và bộ mã hóa entropy 650. Thiết bị mã hóa 600 theo phương án làm ví dụ thứ năm có thể thực hiện các bước hoạt động tương tự như thiết bị mã hóa tín hiệu video 100 theo phương án làm ví dụ thứ nhất ngoại trừ là không bố trí bộ khử tỷ lệ. Mặc dù thiết bị mã hóa 600 theo phương án làm ví dụ thứ năm không thực hiện thao tác khử tỷ lệ, thiết bị giải mã 1100 theo phương án làm ví dụ khác được mô tả dưới đây với tham chiếu đến Fig.11 có thể thực hiện thao tác khử tỷ lệ sao cho tín hiệu được phục hồi ở phía giải mã có thể có cùng độ sâu bit như tín hiệu video ban đầu được mã hóa. Do thiết bị mã hóa 600 theo phương án làm ví dụ thứ năm không bao gồm bộ khử tỷ lệ, nên bộ định tỷ lệ 620 có thể tính toán trị số lớn nhất của trị số trung gian Temp thu được trong quá trình biến đổi bằng cách sử dụng bộ biến đổi 630, như được thể hiện trong biểu thức 7:

Biểu thức 7

$$Temp = 2^{m + \sum_{k=1}^a TransformBitInceasement_k}$$

trong đó trị số trung gian Temp có thể thu được với giả thiết là bộ biến đổi 630 bao gồm a bộ biến đổi giai đoạn và độ sâu bit được tăng bởi a bộ biến đổi giai đoạn là TransformBitInceasement_k (trong đó k là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến a).

Bộ định tỷ lệ 620 có thể xác định trị số lớn nhất mopt, mà nó thỏa mãn biểu thức 8, và xác định trị số lớn nhất mopt là độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu mopt.

Biểu thức 8

$$m_{opt} + \sum_{k=1}^a TransformBitIncrease_{mopt} \leq Maxbit$$

Bộ định tỷ lệ 620 có thể so sánh độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được mopt với độ sâu bit m của tín hiệu dư được đưa vào bởi bộ dự báo 610, xác định trị số dịch nội tại local_shift, là sự sai khác giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu mopt và độ sâu bit m của tín hiệu dư, thực hiện thao tác dịch trên tín hiệu dư tùy thuộc vào việc trị số dịch nội tại được xác định local_shift lớn hơn hay nhỏ hơn 0, và thay đổi độ sâu bit của tín hiệu dư. Như mô tả ở trên, tín hiệu dư có độ sâu bit thay đổi có thể trải qua quá trình biến đổi, lượng tử hóa, và mã hóa entropy để tạo ra dòng bit.

Để thiết bị giải mã 1100 trên Fig.11 tương ứng với thiết bị mã hóa 600 theo phương án làm ví dụ thứ năm để thực hiện thao tác khử tỷ lệ, trị số dịch nội tại local_shift mà nhờ đó thiết bị mã hóa 600 thực hiện thao tác định tỷ lệ được truyền tín hiệu. Trị số dịch nội tại local_shift được xác định bởi bộ định tỷ lệ 620 có thể có trị số định trước có xem xét đến ít nhất một trong số kích thước của khối biến đổi được sử dụng trong quá trình biến đổi, độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video, và tham số lượng tử hóa. Khi trị số dịch nội tại local_shift được xác định bằng cách sử dụng ít nhất một trong số kích thước của khối biến đổi, độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video, và tham số lượng tử hóa, do thiết bị giải mã 1100 có thể xác định trị số dịch nội tại local_shift bằng cách sử dụng các tham số được mô tả ở trên, quá trình mã hóa bổ sung trị số dịch nội tại local_shift có thể được bỏ qua.

Khi bộ định tỷ lệ 620 xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu như được biểu diễn trong biểu thức 8 và xác định trị số dịch nội tại local_shift, thì trị số dịch nội tại local_shift được dùng cho thao tác định tỷ lệ được truyền tín hiệu trong các đơn vị khối. Trong trường hợp này, chỉ sự sai khác giữa trị số dịch nội tại local_shift của khối hiện thời và trị số dịch nội tại local_shift của khối ngoại vi có thể nằm trong dòng bit trong các đơn vị khối thay vì truyền tín hiệu trị số dịch nội tại thực tế local_shift theo đó trị số dịch nội tại local_shift có thể được truyền đến thiết bị đầu cuối giải mã. Giống như phương án làm ví dụ thứ năm mô tả ở trên, và cũng như trong các thiết bị mã hóa được mô tả ở trên theo các phương án làm ví dụ từ thứ nhất đến thứ tư, bộ định tỷ lệ 620 có thể tính toán độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu và xác định trị số dịch nội tại local_shift, chỉ sự sai khác giữa trị số dịch nội tại local_shift của khối hiện thời và trị số dịch nội tại local_shift của khối ngoại biên có thể nằm trong dòng bit theo

đó thông tin về trị số dịch nội tại `local_shift` có thể được truyền đến thiết bị đầu cuối giải mã.

Fig.8 là sơ đồ tham khảo của phép định tỷ lệ theo phương án làm ví dụ khác.

Nói chung, định dạng video của thiết bị xử lý video số có thể sử dụng độ sâu bit cố định. Định dạng video của lĩnh vực kỹ thuật có liên quan có thể bao gồm 8 bit được phân bổ cho mỗi điểm ảnh trong mỗi màu. Trong định dạng video có độ sâu bit N bit, do trị số điểm ảnh được phân bổ ở đoạn $[0, 2N-1]$ (nghĩa là đoạn giữa 0 và $2N-1$), nên trị số điểm ảnh của chuỗi video có độ sâu bit 8-bit có thể được phân bổ ở đoạn $[0, 28-1]$. Trị số điểm ảnh của chuỗi video có thể được phân bổ với xác suất cao hơn gần tâm của đoạn trị số điểm ảnh và được phân bổ với xác suất nhỏ hơn gần với phần bên ngoài. Có nghĩa là, sự phân bổ của trị số điểm ảnh của chuỗi video ban đầu có thể được tính theo biểu thức 9:

Biểu thức 9

$$0 \leq \text{Min} \leq \text{Org} \leq \text{Max} \leq 2^N - 1$$

Do mỗi trị số điểm ảnh ban đầu `Org` và các trị số lớn nhất `Max` và nhỏ nhất `Min` của trị số điểm ảnh ban đầu `Org` lớn hơn hoặc bằng 0 và nhỏ hơn hoặc bằng $2N-1$, nên trị số điểm ảnh ban đầu `Org` có thể được phân phối trong đoạn trị số điểm ảnh với khoảng nhỏ hơn khoảng lớn nhất có thể $2N-1$.

Như được thể hiện trên Fig.8, trị số điểm ảnh có độ sâu bit 8-bit có thể được phân bổ trong đoạn 810 $[0, 255]$, trong khi trị số điểm ảnh ban đầu thực tế có thể được phân bổ trong đoạn 820 $[\text{Min}, \text{Max}]$. Khi trị số điểm ảnh ban đầu chỉ được phân bổ trong một phần đoạn mà không trong một khoảng từ giới hạn lớn nhất đến giới hạn nhỏ nhất, mà nó có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng độ sâu bit ban đầu, thì trị số điểm ảnh có thể được biểu diễn tại nhiều mức khác nhau bằng cách mở rộng khoảng động của trị số điểm ảnh ban đầu đến khoảng từ giới hạn lớn nhất đến giới hạn nhỏ nhất, mà chúng có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng độ sâu bit ban đầu. Theo đó, tác dụng của bước xử lý ảnh có thể được cải thiện. Do đó, trong bộ định tỷ lệ theo phương án làm ví dụ khác, khi các trị số nhỏ nhất và lớn nhất của trị số điểm ảnh ban đầu là đã biết, thì khoảng động của trị số điểm ảnh ban đầu có thể thay đổi một lượng bằng với độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và thao tác định tỷ lệ tín hiệu video có thể được thực hiện dựa trên khoảng động đã thay đổi này của trị số điểm ảnh ban đầu.

Cụ thể, giả sử là trị số nhỏ nhất của trị số điểm ảnh của tín hiệu video là Min (821), thì trị số lớn nhất của trị số điểm ảnh của tín hiệu video là Max (822), và trị số bất kỳ trong đoạn 820 [Min,Max] là In (823), khi đoạn 820 [Min,Max] kéo dài đến đoạn $[0, 2^{m_{opt}}-1]$ mà có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được m_{opt} , trị số In (823) có thể thay đổi thành trị số Adjusted_In như nêu trong biểu thức 10:

Biểu thức 10

$$Adjusted_In = \frac{(In - Min)}{Max - Min} * (2^{m_{opt}} - 1)$$

Bộ định tỷ lệ có thể dịch tín hiệu video được thay đổi bởi biểu thức 10 sang trái hoặc sang phải theo trị số dịch nội tại local_shift như mô tả ở trên và thực hiện thao tác định tỷ lệ.

Khi khoảng động của tín hiệu video thay đổi như mô tả trong biểu thức 10, thì bộ khử tỷ lệ có thể lưu trữ tín hiệu video được biến đổi vào khoảng ban đầu bằng cách sử dụng các trị số nhỏ nhất Min và lớn nhất Max của tín hiệu video và thực hiện thao tác khử tỷ lệ trên tín hiệu video với khoảng được phục hồi.

Cụ thể, giả sử rằng tín hiệu video có khoảng động được thay đổi và được biến đổi bởi bộ biến đổi và được kết xuất là "adjusted_Output", thì bộ khử tỷ lệ có thể phục hồi trị số Adjusted_Output vào khoảng ban đầu của tín hiệu video như thể hiện trong biểu thức 11, khử tỷ lệ tín hiệu video có khoảng được phục hồi này về độ sâu bit ban đầu, và tạo trị số đầu ra Output có khoảng phục hồi và độ sâu bit ban đầu:

Biểu thức 11

$$Output = (Adjusted_output) * (Max - Min) / (2^{m_{opt}} - 1) + Min$$

Fig.9 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ.

Như được thể hiện trên Fig.9 trong bước 910, độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu của tín hiệu video có thể được xác định có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong thao tác biến đổi tín hiệu video và độ chính xác bit lớn nhất của tín hiệu video. Như mô tả ở trên, số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian có thể là trị số thu được bằng cách trừ tỷ lệ bit khử tỷ lệ được làm giảm bởi thao tác khử tỷ lệ để làm giảm độ sâu bit mở rộng, điều này tương ứng với thao tác định tỷ lệ để mở rộng độ sâu bit của tín hiệu video, từ trị số thu được bằng cách cộng thêm gia lượng bit biến đổi, mà nó là gia lượng bit thu được trong thao tác biến đổi tín hiệu video, thành độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video. Khi quá

trình biến đổi của tín hiệu video bao gồm a bước biến đổi và b bước khử tỷ lệ (trong đó a và b là các số nguyên), thì bộ khử tỷ lệ có thể xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu sao cho trị số thu được bằng cách trừ trị số thu được bằng cách thêm các tỷ lệ bit khử tỷ lệ thu được bởi b bước khử tỷ lệ tương ứng từ trị số thu được bằng cách cộng các gia lượng bit biến đổi thu được bởi a bước biến đổi tương ứng vào độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu, như được thể hiện trên biểu thức 6.

Trong bước 920, tín hiệu video có thể được định tỷ lệ theo trị số dịch nội tại tương ứng với mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video. Cụ thể, khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được lớn hơn độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video, thì tín hiệu video có thể được dịch trái một lượng bằng với độ dịch nội tại, mà là sự sai khác giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video, để tăng thêm độ chính xác bit của tín hiệu video. Khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được nhỏ hơn độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video, thì tín hiệu video có thể được dịch phải một lượng bằng mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video để làm giảm độ chính xác bit của tín hiệu video.

Trong bước 930, tín hiệu video được định tỷ lệ có thể được biến đổi. Phương pháp mã hóa tín hiệu video theo phương án làm ví dụ này có thể còn bao gồm bước khử tỷ lệ tín hiệu video biến đổi để phục hồi tín hiệu video được biến đổi được định tỷ lệ về độ sâu bit ban đầu. Thao tác khử tỷ lệ này có thể là thao tác ngược với quá trình định tỷ lệ. Khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu lớn hơn độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video, thì trị số thu được bằng cách cộng độ lệch định trước vào tín hiệu video biến đổi có thể được dịch phải để làm giảm độ chính xác của tín hiệu video biến đổi. Khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu nhỏ hơn độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video, thì tín hiệu video biến đổi có thể được dịch trái để làm tăng độ chính xác bit của tín hiệu video biến đổi.

Fig.10 là sơ đồ khối của thiết bị 1000 để giải mã tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ.

Như được thể hiện trên Fig.10, thiết bị 1000 để giải mã tín hiệu video theo phương án làm ví dụ này có thể bao gồm bộ phân giải 1010, bộ giải mã entropy 1020, bộ lượng tử hóa ngược 1030, bộ định tỷ lệ 1040, bộ biến đổi ngược 1050, bộ khử tỷ lệ 1060, bộ dự báo 1070, và bộ phục hồi ảnh 1080.

Bộ phân giải 1010 có thể phân giải dòng bit thu được và trích xuất dữ liệu mã hóa của tín hiệu video. Bộ giải mã entropy 1020 có thể thực hiện thao tác giải mã entropy dữ liệu mã hóa đã trích xuất và phục hồi dữ liệu đã giải mã entropy. Bộ lượng tử hóa ngược 1030 có thể lượng tử hóa ngược dữ liệu đã giải mã entropy. Bộ định tỷ lệ 1040 có thể xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu của dữ liệu đã giải mã entropy có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi ngược dữ liệu đã giải mã entropy và độ chính xác bit lớn nhất của dữ liệu đã giải mã entropy và định tỷ lệ dữ liệu đã giải mã entropy theo trị số dịch nội tại, là mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu xác định được và độ sâu bit ban đầu của dữ liệu đã giải mã entropy. Thao tác cụ thể của bộ định tỷ lệ 1040 có thể tương tự như của bộ định tỷ lệ 120 của thiết bị mã hóa tín hiệu video 100 theo phương án làm ví dụ được mô tả ở trên có liên quan đến Fig.1, ngoại trừ là dữ liệu đã giải mã entropy được sử dụng làm trị số đầu vào và số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được nhờ bộ biến đổi ngược 1050 được xem xét để xác định độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu.

Bộ biến đổi ngược 1050 có thể biến đổi ngược dữ liệu đã giải mã entropy được định tỷ lệ, trong khi bộ khử tỷ lệ 1060 có thể thực hiện thao tác khử tỷ lệ để phục hồi độ sâu bit của dữ liệu biến đổi ngược về độ sâu bit ban đầu. Trị số đầu ra của bộ khử tỷ lệ 1060 có thể là tín hiệu dư có độ sâu bit ban đầu được đưa đến bộ định tỷ lệ trong quá trình mã hóa. Bộ dự báo 1070 có thể thực hiện dự báo liên kết hoặc dự báo trong ảnh để tạo ra tín hiệu dự báo, và bộ phục hồi ảnh 1080 có thể bổ sung tín hiệu dự báo và tín hiệu dư có độ sâu bit ban đầu để phục hồi tín hiệu video.

Fig.11 là sơ đồ khối của thiết bị 1100 để giải mã tín hiệu video theo phương án làm ví dụ khác.

Như được thể hiện trên Fig.11, thiết bị 1100 để giải mã tín hiệu video theo phương án làm ví dụ khác có thể bao gồm bộ phân giải 1110, bộ giải mã entropy 1120, bộ lượng tử hóa ngược 1130, bộ biến đổi ngược 1140, bộ khử tỷ lệ 1150, bộ dự báo 1160, và bộ phục hồi ảnh 1170. Thiết bị giải mã 1100 theo phương án làm ví dụ hiện thời có thể thực hiện thao tác khử tỷ lệ, mà nó được bỏ qua bởi thiết bị mã hóa 600 trên Fig.6, theo phương án làm ví dụ thứ năm. Bộ khử tỷ lệ 1150 có thể xác định trị số dịch nội tại được sử dụng để khử tỷ lệ tín hiệu video được giải mã và khử tỷ lệ tín hiệu video được giải mã theo trị số dịch nội tại được xác định. Khi trị số dịch nội tại có giá trị định trước được xác định có xem xét đến ít nhất một trong số kích thước của khối biến đổi, độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video, và tham số lượng tử hóa, thì bộ khử tỷ lệ 1150 có thể xác định cùng một trị số dịch nội tại được sử dụng trong quá trình mã hóa bằng cách sử dụng ít nhất một trong số các tham số đã nêu

trên và thực hiện thao tác khử tỷ lệ. Khi trị số dịch nội tại được truyền tín hiệu bằng cách sử dụng mức chênh lệch giữa trị số dịch nội tại của khối hiện thời và trị số dịch nội tại của khối ngoại biên trong các đơn vị của các khối định trước tạo thành tín hiệu video, thì bộ khử tỷ lệ 1150 có thể thêm trị số dịch nội tại của khối ngoại biên được giải mã trước đó và chênh lệch độ dịch nội tại được phục hồi từ dòng bit để phục hồi trị số dịch nội tại của khối hiện thời và thực hiện thao tác khử tỷ lệ bằng cách sử dụng trị số dịch nội tại được phục hồi này. Do các phần tử khác nhau của thiết bị giải mã 1100 thực hiện các bước tương tự như thiết bị giải mã 1000 theo phương án làm ví dụ được mô tả ở trên có liên quan đến Fig.10, nên mô tả chi tiết của chúng có thể được bỏ qua.

Fig.12 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã tín hiệu video theo một phương án làm ví dụ.

Như được thể hiện trên Fig.12, trong bước 1210, dòng bit thu được có thể được phân giải để trích xuất dữ liệu mã hóa của tín hiệu video. Trong bước 1220, dữ liệu mã hóa đã trích xuất có thể được giải mã entropy để phục hồi dữ liệu đã giải mã entropy.

Trong bước 1230, độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu của dữ liệu đã giải mã entropy có thể được xác định có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi ngược của dữ liệu đã giải mã entropy và độ chính xác bit lớn nhất của dữ liệu đã giải mã entropy. Ở đây, số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian có thể là trị số thu được bằng cách trừ tỷ lệ bit khử tỷ lệ được làm giảm bởi thao tác khử tỷ lệ để làm giảm độ sâu bit mở rộng, mà nó tương ứng với bước định tỷ lệ để mở rộng độ sâu bit của dữ liệu đã giải mã entropy từ trị số thu được bằng cách cộng gia lượng bit biến đổi ngược, là gia lượng bit thu được trong quá trình biến đổi ngược của dữ liệu đã giải mã entropy vào độ sâu bit ban đầu của dữ liệu đã giải mã entropy. Khi quá trình giải mã bao gồm c bước biến đổi ngược (trong đó c là số nguyên) và d bước khử tỷ lệ để làm giảm độ sâu bit mở rộng (trong đó d là số nguyên), mà nó tương ứng với quá trình định tỷ lệ để mở rộng độ sâu bit của dữ liệu đã giải mã entropy, thì độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu có thể được xác định sao cho trị số thu được bằng cách trừ trị số thu được bằng cách cộng các tỷ lệ bit khử tỷ lệ thu được bởi d bước khử tỷ lệ tương ứng từ trị số thu được bằng cách cộng các gia lượng bit biến đổi ngược thu được bởi c bước biến đổi ngược tương ứng vào độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu nhỏ hơn độ chính xác bit lớn nhất.

Trong bước 1240, dữ liệu đã giải mã entropy có thể được định tỷ lệ theo trị số dịch nội tại, là mức chênh lệch giữa độ sâu bit tối ưu được xác định và độ sâu bit ban đầu của dữ liệu

đã giải mã entropy. Cụ thể, khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu lớn hơn độ sâu bit ban đầu của dữ liệu đã giải mã entropy, dữ liệu đã giải mã entropy có thể được dịch trái một lượng bằng mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu và độ sâu bit ban đầu của dữ liệu đã giải mã entropy để làm tăng độ chính xác bit của dữ liệu đã giải mã entropy. Khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu nhỏ hơn độ sâu bit ban đầu của dữ liệu đã giải mã entropy, thì dữ liệu đã giải mã entropy có thể được dịch phải một lượng bằng mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu và độ sâu bit ban đầu của dữ liệu được giải mã để làm giảm độ chính xác bit của dữ liệu đã giải mã entropy.

Trong bước 1250, dữ liệu đã giải mã entropy được định tỷ lệ có thể được biến đổi ngược.

Phương pháp giải mã tín hiệu video theo phương án làm ví dụ hiện thời còn có thể bao gồm bước khử tỷ lệ dữ liệu biến đổi ngược. Quá trình khử tỷ lệ có thể là quá trình ngược của quá trình định tỷ lệ. Khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu lớn hơn độ sâu bit ban đầu của dữ liệu đã giải mã entropy, thì trị số thu được bằng cách cộng độ lệch định trước vào dữ liệu biến đổi ngược có thể được dịch phải để làm giảm độ chính xác bit của dữ liệu biến đổi ngược. Khi độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu nhỏ hơn độ sâu bit ban đầu của dữ liệu đã giải mã entropy, thì dữ liệu biến đổi ngược có thể được dịch trái để làm tăng độ chính xác bit của dữ liệu biến đổi ngược.

Fig.13 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã tín hiệu video theo phương án làm ví dụ khác. Phương pháp theo phương án làm ví dụ này có thể tương ứng với quá trình giải mã tín hiệu video có độ sâu bit ban đầu bằng cách thực hiện thao tác khử tỷ lệ được bỏ qua bởi phía giải mã theo cách tương tự với thiết bị giải mã 1100 trên Fig.11.

Như được thể hiện trên Fig.13, trong bước 1310, tín hiệu video được mã hóa, được định tỷ lệ có thể được thu theo trị số dịch nội tại, là mức chênh lệch giữa độ sâu bit định tỷ lệ tối ưu được xác định có xem xét đến số lượng bit lớn nhất của trị số trung gian thu được trong quá trình biến đổi tín hiệu video và độ chính xác bit lớn nhất của tín hiệu video và độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video.

Trong bước 1320, tín hiệu video thu được có thể được giải mã entropy, được lượng tử hóa, và biến đổi ngược để tạo tín hiệu video được giải mã.

Trong bước 1330, trị số dịch nội tại được sử dụng để khử tỷ lệ tín hiệu video được giải mã có thể được xác định. Như mô tả ở trên, trị số dịch nội tại có thể được xác định có xem xét đến độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video và tham số lượng tử hóa hoặc được xác định

bằng cách cộng trị số dịch nội tại của khối ngoại biên được giải mã trước đó với mức chênh lệch trị số dịch nội tại được phục hồi từ dòng bit.

Trong bước 1340, tín hiệu video được giải mã có thể được khử tỷ lệ theo trị số dịch nội tại được xác định để thay đổi độ sâu bit của tín hiệu video được giải mã đến độ sâu bit ban đầu của tín hiệu video được sử dụng trong quá trình mã hóa.

Theo các phương án làm ví dụ, độ sâu bit của tín hiệu video có thể tăng lên trong quá trình biến đổi và biến đổi ngược của tín hiệu video để cải thiện độ chính xác tính toán. Ngoài ra, ngay cả khi độ sâu bit của tín hiệu video tăng lên, tín hiệu video có thể được xác định trong khi ngăn ngừa sự xuất hiện tràn dữ liệu vượt quá độ sâu bit cho phép trong quá trình tính toán.

Các phương án làm ví dụ có thể được viết dưới dạng các chương trình máy tính và có thể được thực hiện trong các máy tính kỹ thuật số đa dụng để thực hiện các chương trình bằng cách sử dụng vật ghi đọc được bằng máy tính. Các ví dụ về vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm phương tiện lưu trữ, chẳng hạn như phương tiện lưu trữ từ tính (như ROM, ổ đĩa mềm, ổ đĩa cứng v.v...) và phương tiện lưu trữ quang học (chẳng hạn như các CD-ROM hoặc DVD). Ngoài ra, một hay nhiều bộ phận của các thiết bị giải mã và giải mã nêu trên có thể bao gồm bộ xử lý hoặc vi xử lý để thực hiện chương trình máy tính được lưu trong vật ghi đọc được bằng máy tính.

Theo các phương án làm ví dụ, độ chính xác tính toán có thể được cải thiện trong quá trình xử lý của tín hiệu video mà không gây tràn dữ liệu trong phạm vi không vượt quá độ sâu bit cho phép trong bộ mã hóa-giải mã.

Mặc dù các phương án làm ví dụ đã được bộc lộ cụ thể ở trên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng có thể thực hiện nhiều thay đổi về hình thức và chi tiết mà không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế được xác định theo yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

xác định độ sâu bit của các mẫu trong chuỗi video;

thu các hệ số biến đổi được lượng tử hóa của khối biến đổi trong chuỗi video này từ dòng bit;

tạo ra các hệ số biến đổi được định tỷ lệ của khối biến đổi bằng cách thực hiện lượng tử hóa ngược và định tỷ lệ trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa này;

tạo ra các trị số mẫu trung gian của khối biến đổi bằng cách thực hiện biến đổi ngược theo chiều dọc trên các hệ số biến đổi được định tỷ lệ này; và

tạo ra các trị số dư của khối biến đổi bằng cách thực hiện biến đổi ngược theo chiều ngang trên các trị số mẫu trung gian của khối biến đổi này;

tạo ra khối dự báo bằng cách thực hiện dự báo trong ảnh hoặc dự báo liên kết; và, phục hồi các trị số mẫu bằng cách sử dụng các trị số dư của khối biến đổi và khối dự báo,

trong đó bước định tỷ lệ trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa bao gồm các bước:

xác định trị số độ lệch dựa trên biến số định tỷ lệ, cộng các hệ số biến đổi được lượng tử hóa ngược này vào trị số độ lệch và dịch bit trên các hệ số biến đổi được cộng thêm này một khoảng bằng biến số định tỷ lệ này, và

trong đó biến số định tỷ lệ này được tạo ra bằng cách sử dụng kích thước của khối biến đổi và độ sâu bit của các mẫu.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi phép biến đổi trong số phép biến đổi ngược theo chiều dọc và phép biến đổi ngược theo chiều ngang bao gồm phép biến đổi tuyến tính mà nó là phép biến đổi cosin rời rạc (DCT - discrete cosine transform) hoặc phép biến đổi dạng sóng con rời rạc (DWT - discrete wavelet transform).

Fig.1

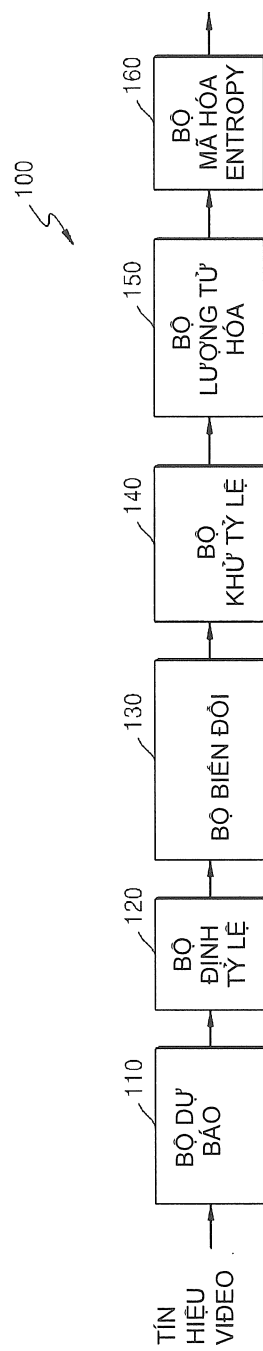


Fig.2

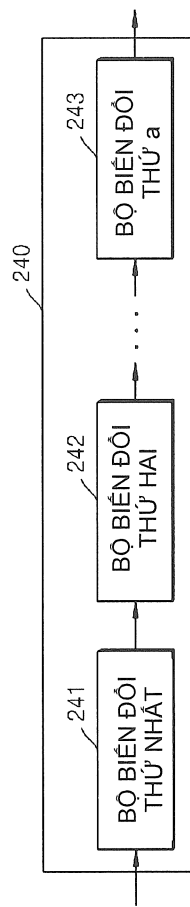


Fig.3

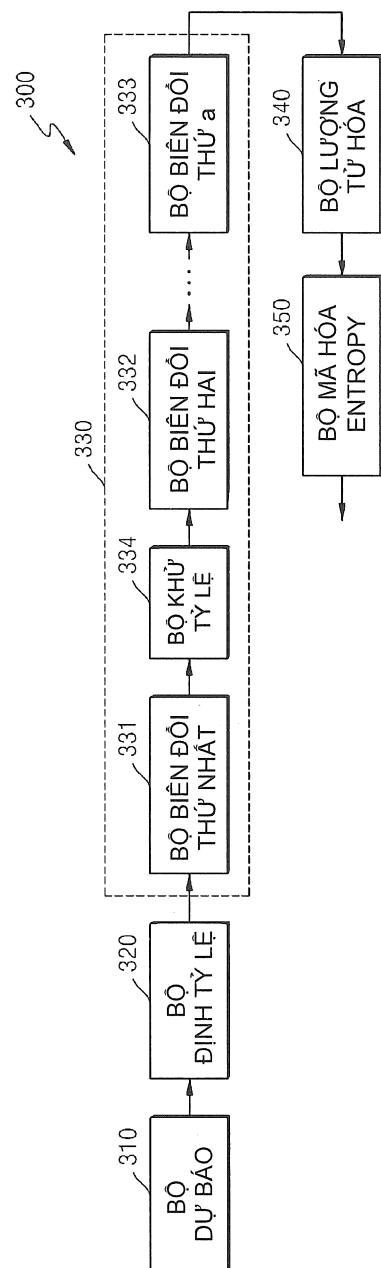


Fig.4

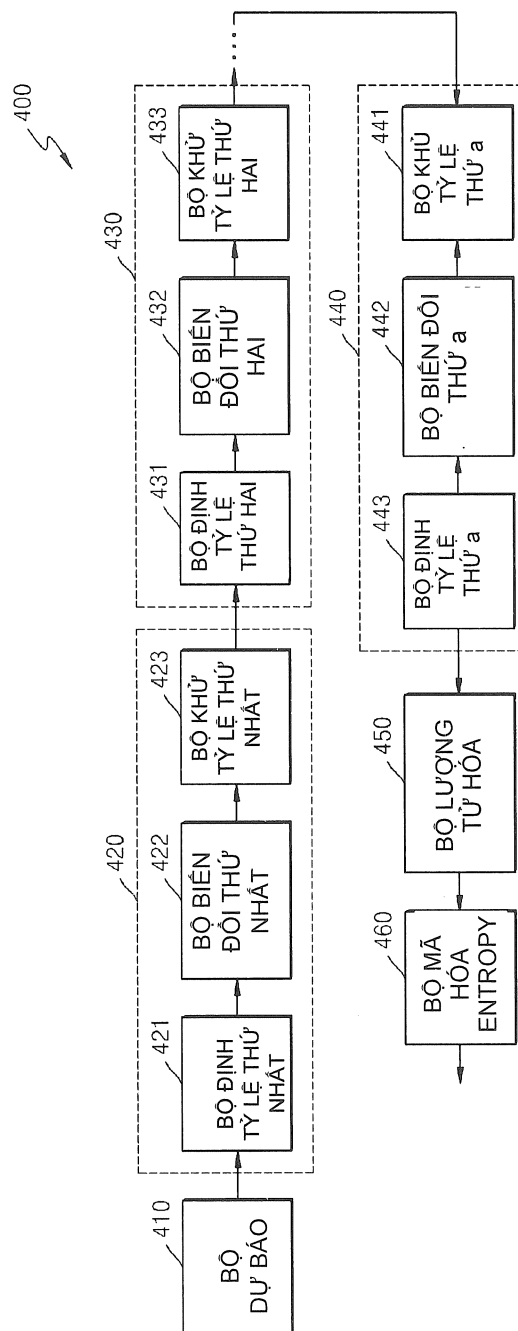


Fig.5

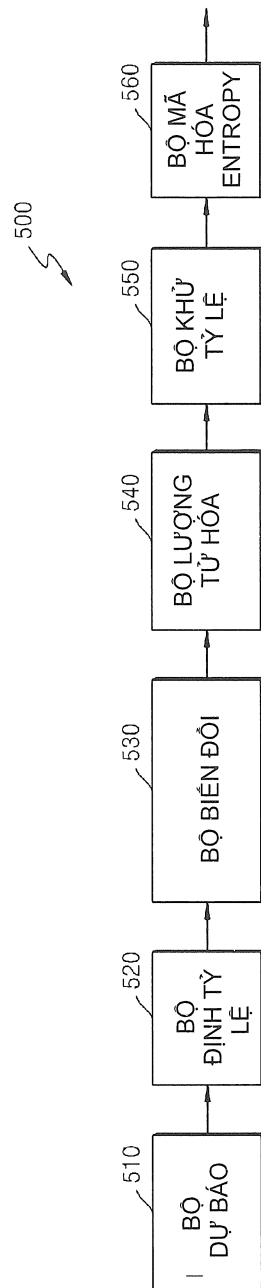


Fig.6

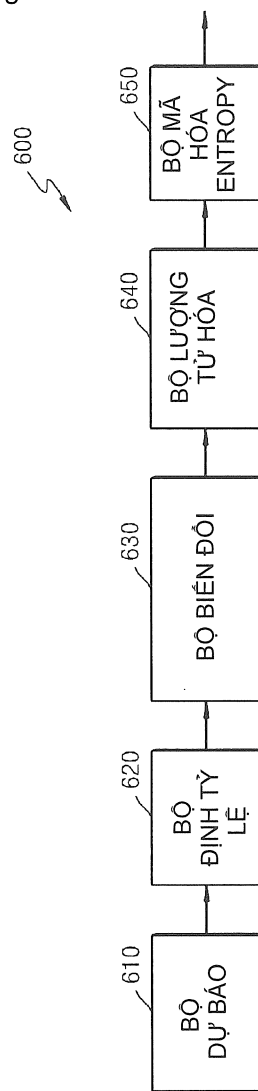


Fig.8

Output = Transform_hor X Input X Transform_ver

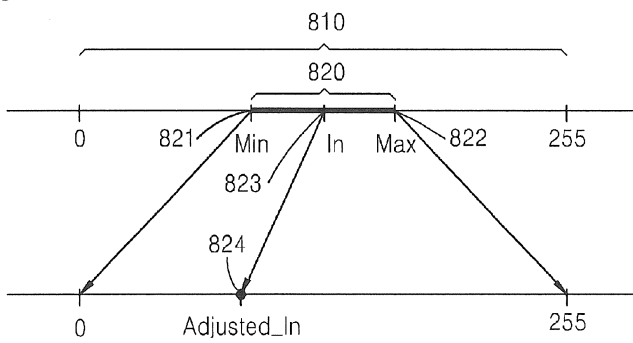


Fig.9

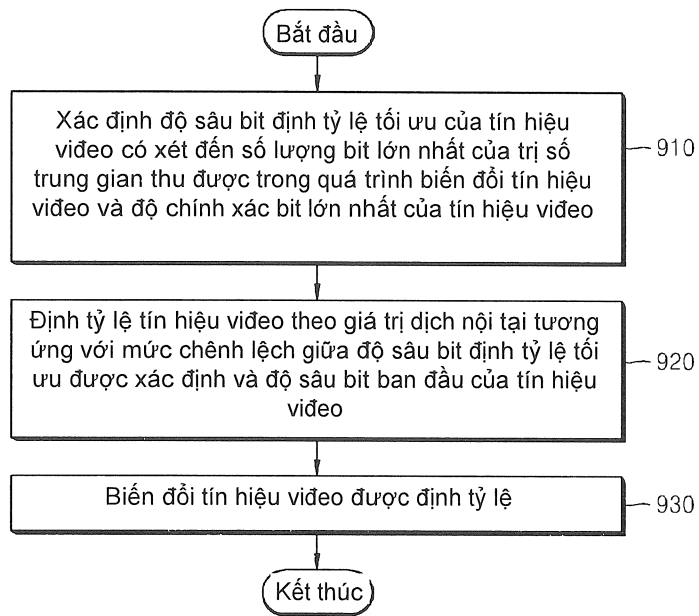


Fig.10

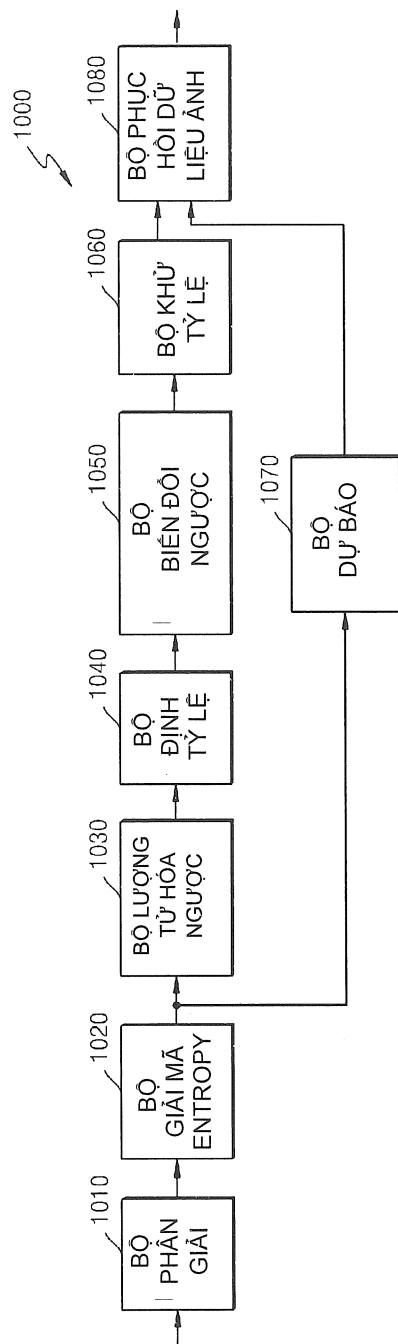


Fig.11

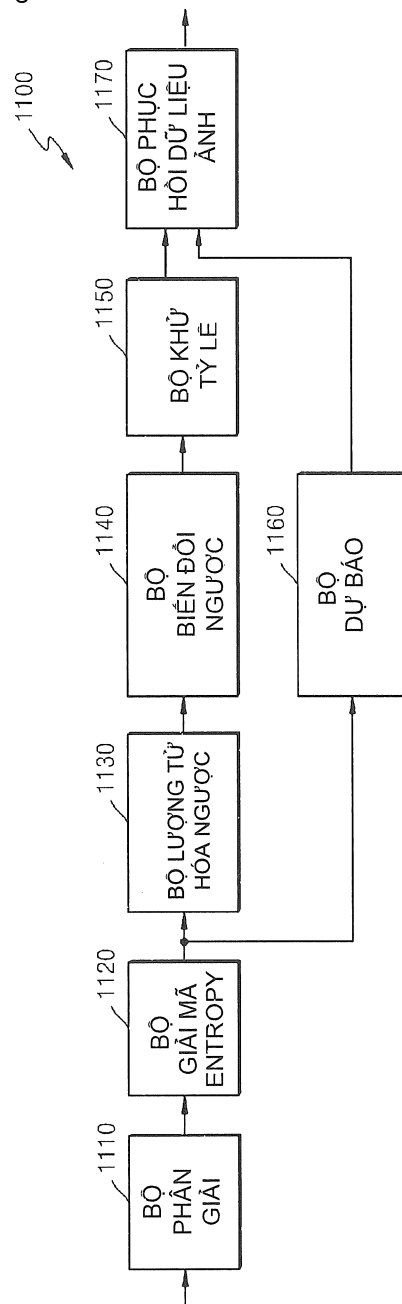


Fig.12

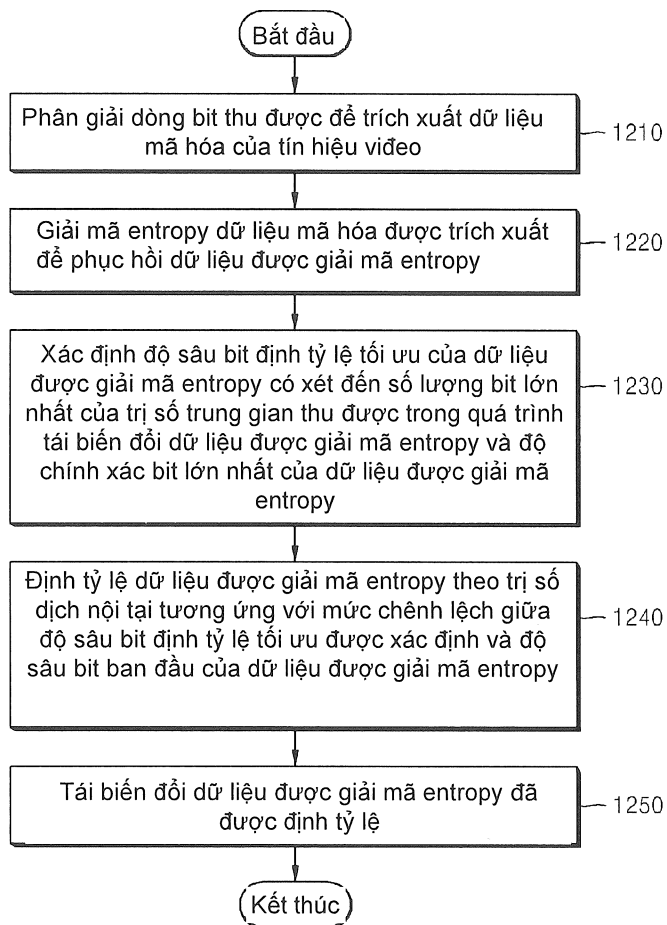


Fig.13

