



(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)



1-0030347

(51)⁸ H04N 7/26; H04N 7/32

(13) B

(21) 1-2018-00018

(22) 28/06/2012

(62) 1-2014-00143

(86) PCT/KR2012/005135 28/06/2012

(87) WO/2013/002579 03/01/2013

(30) 61/502,056 28/06/2011 US

(45) 25/12/2021 405

(43) 26/03/2018 360A

(73) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (KR)

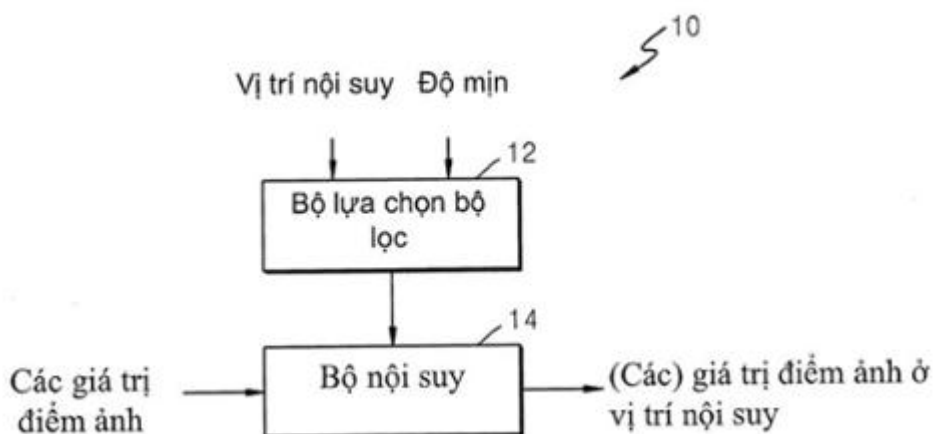
129, Samsung-ro Yeongtong-gu, Suwon-si Gyeonggi-do 443-742, Korea

(72) ALSHINA, Elena (RU); ALSHIN, Alexander (RU).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP BÙ CHUYỂN ĐỘNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp bù chuyển động, phương pháp này bao gồm các bước: xác định, trong ảnh tham chiếu độ chói, khối tham chiếu độ chói dùng để dự đoán khối hiện thời, bằng cách sử dụng vectơ chuyển động độ chói của khối hiện thời; tạo ra mẫu độ chói của vị trí 1/4 điểm ảnh hoặc vị trí 3/4 điểm ảnh có trong khối tham chiếu độ chói bằng cách áp dụng bộ lọc 7-tap vào các mẫu độ chói của vị trí điểm ảnh nguyên của ảnh tham chiếu độ chói; xác định, trong ảnh tham chiếu sắc độ, khối tham chiếu sắc độ dùng để dự đoán khối hiện thời, bằng cách sử dụng vectơ chuyển động sắc độ của khối hiện thời; và tạo ra mẫu sắc độ của vị trí 1/8 điểm ảnh hoặc vị trí 4/8 điểm ảnh có trong khối tham chiếu sắc độ bằng cách áp dụng bộ lọc 4-tap vào các mẫu sắc độ của vị trí điểm ảnh nguyên của ảnh tham chiếu sắc độ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực mã hóa dự đoán bằng cách sử dụng phép bù chuyển động.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Theo phương pháp mã hóa hình ảnh và phương pháp giải mã hình ảnh điển hình, để mã hóa hình ảnh, một ảnh được phân chia thành các khối macrô. Sau đó, bước mã hóa dự đoán được thực hiện đối với mỗi khối macrô bằng cách sử dụng phép dự đoán liên ảnh hoặc dự đoán nội ảnh.

Phép dự đoán liên ảnh đề cập đến phương pháp nén hình ảnh bằng cách loại bỏ phần dư theo thời gian giữa các ảnh và ví dụ thể hiện phần dư này là phép mã hóa đánh giá chuyển động. Theo phép mã hóa đánh giá chuyển động, mỗi khối của ảnh hiện thời được dự đoán bằng cách sử dụng ít nhất một ảnh tham chiếu. Khối tham chiếu giống nhất với khối hiện thời được tìm thấy nằm trong khoảng tìm kiếm định trước bằng cách sử dụng hàm đánh giá định trước.

Khối hiện thời được dự đoán dựa vào khối tham chiếu, và khối dư thu được bằng cách trừ khối dự đoán từ khối hiện thời, khối dự đoán này được tạo ra dưới dạng kết quả dự đoán được mã hóa. Trong trường hợp này, để thực hiện bước dự đoán một cách chính xác hơn, phép nội suy được thực hiện ở khoảng tìm kiếm ảnh tham chiếu, các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ nhỏ hơn các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên được tạo ra, và phép dự đoán liên ảnh được thực hiện đối với các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ đã tạo ra này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị để xác định các hệ số lọc của bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng để tạo ra điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên.

Giải pháp cho vấn đề

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp nội suy hình ảnh bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy dựa trên phép biến đổi, phương pháp này bao gồm các bước:

theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ ở vùng được hỗ trợ bởi các bộ lọc nội suy để tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ giữa các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên, chọn theo cách riêng biệt bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng đối với vị trí nội suy trong số các bộ lọc nội suy; và tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy đã chọn.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp nội suy hình ảnh bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy dựa trên phép biến đổi, phương pháp này bao gồm các bước: theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ ở vùng được hỗ trợ bởi các bộ lọc nội suy để tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ nằm giữa các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên, chọn theo cách riêng biệt bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng đối với vị trí nội suy trong số các bộ lọc nội suy; và tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy đã chọn.

Bộ lọc nội suy đối xứng có thể bao gồm cùng các số lượng hệ số lọc ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy đối xứng, và bộ lọc nội suy bất đối xứng có thể bao gồm các số lượng hệ số lọc khác nhau ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy bất đối xứng.

Bước tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ có thể bao gồm bước: nếu bộ lọc nội suy bất đối xứng được chọn, thì thực hiện bước lọc bằng cách sử dụng các hệ số lọc của bộ lọc nội suy bất đối xứng để hỗ trợ các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên bất đối xứng nằm ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy bất đối xứng, và, nếu bộ lọc nội suy đối xứng được chọn, thì thực hiện bước lọc bằng cách sử dụng các hệ số lọc của bộ lọc nội suy đối xứng để hỗ trợ các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên đối xứng nằm ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy đối xứng.

Bước tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ có thể bao gồm bước: nếu bộ lọc nội suy có số lượng tap (tap) lẻ bất đối xứng bao gồm số lượng hệ số lọc lẻ được chọn trong số các bộ lọc nội suy, thì thực hiện bước lọc bằng cách sử dụng số lượng hệ số lọc lẻ của bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ bất đối xứng để hỗ trợ số lượng điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên lẻ nằm ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ bất đối xứng này, và, nếu bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn đối xứng bao gồm số lượng hệ số lọc chẵn được chọn

trong số các bộ lọc nội suy, thì thực hiện bước lọc bằng cách sử dụng số lượng hệ số lọc chặn của bộ lọc nội suy có số lượng tap chặn đối xứng để hỗ trợ số lượng điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên chặn nằm ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy có số lượng tap chặn đối xứng này.

Mỗi trong số các bộ lọc nội suy có thể bao gồm bước: để nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên ở miền không gian, thì các hệ số lọc thu được bằng cách kết hợp bộ lọc sử dụng các hàm cơ sở để biến đổi và biến đổi ngược, và bộ lọc cửa sổ bất đối xứng hoặc đối xứng.

Bước chọn bộ lọc nội suy có thể bao gồm bước chọn, trong số các bộ lọc nội suy, bộ lọc nội suy được chính quy hóa để giảm thiểu lỗi đáp ứng tần số được tạo ra dưới dạng kết quả nội suy bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy đã chọn, và bộ lọc nội suy được chính quy hóa này có thể bao gồm i) bộ lọc nội suy của đơn vị $1/4$ điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 7-tap $\{-1, 4, -10, 58, 17, -5, 1\}$ và có kích thước cửa sổ bằng 8,7, và ii) bộ lọc nội suy của đơn vị $1/2$ điểm ảnh có hệ số lọc 8-tap $\{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1\}$ và có kích thước cửa sổ bằng 9,5.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị nội suy hình ảnh bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy dựa trên phép biến đổi, thiết bị này bao gồm bộ lựa chọn bộ lọc để, theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy để tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ nằm giữa các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên, chọn theo cách riêng biệt bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng đối với vị trí nội suy trong số các bộ lọc nội suy, và bộ nội suy để tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy đã chọn.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị mã hóa video bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy hình ảnh, thiết bị này bao gồm bộ mã hóa để, theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy để tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ nằm giữa các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên, chọn theo cách riêng biệt cho mỗi khối của ảnh đầu vào, bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng đối với vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy đã chọn trong số các bộ lọc nội suy, tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy đã chọn, thực hiện bước mã hóa dự đoán, và thực hiện bước biến đổi và lượng tử hóa đối với kết quả dự đoán theo bước mã hóa dự đoán; bộ phận kết

xuất để kết xuất dòng bit được tạo ra bằng cách thực hiện bước mã hóa entropy đối với các hệ số biến đổi được lượng tử hóa và thông tin mã hóa; và bộ phận lưu trữ để lưu trữ các hệ số lọc của các bộ lọc nội suy.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị giải mã video bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy hình ảnh, thiết bị này bao gồm: bộ thu và bộ trích xuất để nhận dòng bit được mã hóa của video, thực hiện các bước giải mã entropy và phân tích cú pháp và trích xuất thông tin mã hóa và dữ liệu được mã hóa của ảnh của video; bộ giải mã để thực hiện bước lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược đối với các hệ số biến đổi được lượng tử hóa của dữ liệu được mã hóa của khối hiện thời của ảnh, theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ ở vùng được hỗ trợ bởi các bộ lọc nội suy để tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ giữa các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên, chọn theo cách riêng biệt bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng đối với vị trí nội suy trong số các bộ lọc nội suy, tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy đã chọn, và thực hiện bước giải mã dự đoán để khôi phục ảnh; và bộ phận lưu trữ để lưu trữ các hệ số lọc của các bộ lọc nội suy.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính có chương trình được ghi trên đó để thực thi phương pháp nêu trên.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Để thực hiện phép nội suy hình ảnh một cách hiệu quả, trong số các bộ lọc nội suy để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, thì bộ lọc nội suy được chọn theo cách khác nhau dựa vào vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ. Bộ lọc nội suy này có thể là bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ hoặc chẵn dùng để nội suy đơn vị điểm ảnh phụ. Bộ lọc nội suy có thể được chọn dưới dạng bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng theo vị trí nội suy.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị nội suy hình ảnh theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị điểm ảnh nguyên và đơn vị điểm ảnh phụ;

Fig.3 là sơ đồ minh họa các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liên kề cần được tham chiếu đến để xác định giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, theo một phương án của sáng chế;

Fig.4A đến Fig.4C là các sơ đồ minh họa các ví dụ về các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên cần được tham chiếu đến để xác định giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, theo một phương án của sáng chế;

Fig.5A là sơ đồ mô tả phương pháp lọc nội suy bằng cách sử dụng các điểm ảnh tham chiếu nằm bất đối xứng so với vị trí nội suy để xác định giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, theo một phương án của sáng chế;

Fig.5B là sơ đồ mô tả phương pháp nội suy bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy bao gồm số lượng hệ số lọc lẻ để xác định giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, theo một phương án của sáng chế;

Fig.6 là đồ thị của hệ số làm mịn dựa vào tham số làm mịn của bộ lọc nội suy được làm mịn, theo một phương án của sáng chế;

Fig.7 là đồ thị đáp ứng tần số biên độ của các bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế;

Fig.8 là lưu đồ của phương pháp nội suy hình ảnh theo một phương án của sáng chế;

Fig.9A đến Fig.9D lần lượt thể hiện các hệ số lọc của các bộ lọc nội suy từ 3-tap đến 6-tap được xác định dựa vào vị trí nội suy và kích thước của bộ lọc cửa sổ, theo các phương án của sáng chế;

Fig.10A đến Fig.10C lần lượt thể hiện các hệ số lọc của các bộ lọc nội suy 7-tap được xác định dựa vào vị trí nội suy và kích thước của bộ lọc cửa sổ, theo các phương án của sáng chế;

Fig.11A đến Fig.11C lần lượt thể hiện các hệ số lọc của các bộ lọc nội suy 8-tap được xác định dựa vào vị trí nội suy và kích thước của bộ lọc cửa sổ, theo các phương án của sáng chế;

Fig.12A và Fig.12B lần lượt thể hiện các hệ số lọc của bộ lọc nội suy độ chói được chính quy hóa và bộ lọc nội suy sắc độ được chính quy hóa, theo các phương án của sáng chế;

Fig.13A là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa video sử dụng bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế;

Fig.13B là sơ đồ khối của thiết bị giải mã video sử dụng bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế;

Fig.14A là lưu đồ của phương pháp mã hóa hình ảnh sử dụng bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế.

Fig.14B là lưu đồ của phương pháp giải mã hình ảnh sử dụng bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế.

Fig.15 là sơ đồ mô tả khái niệm về các đơn vị mã hóa theo một phương án của sáng chế;

Fig.16 là sơ đồ khối của bộ mã hóa hình ảnh dựa vào các đơn vị mã hóa, theo một phương án của sáng chế;

Fig.17 là sơ đồ khối của bộ giải mã hình ảnh dựa vào các đơn vị mã hóa, theo một phương án của sáng chế;

Fig.18 là sơ đồ minh họa các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu và các phân vùng, theo một phương án của sáng chế;

Fig.19 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi, theo một phương án của sáng chế;

Fig.20 là sơ đồ mô tả thông tin mã hóa của các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa, theo một phương án của sáng chế;

Fig.21 là sơ đồ của các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, theo một phương án của sáng chế;

Fig.22 đến Fig.24 là các sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa các đơn vị mã hóa, các đơn vị dự đoán và các đơn vị biến đổi, theo một phương án của sáng chế;

Fig.25 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị mã hóa, đơn vị dự đoán hoặc phân vùng và đơn vị biến đổi, theo thông tin chế độ mã hóa trên bảng 1;

Fig.26 là lưu đồ của phương pháp mã hóa video bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây theo một phương án của sáng chế; và

Fig.27 là lưu đồ của phương pháp giải mã video sử dụng bộ lọc nội suy dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả sau, “hình ảnh” hoàn toàn có thể đề cập đến hình ảnh động chẳng hạn như video, cũng như hình ảnh tĩnh.

Phép nội suy sử dụng bộ lọc nội suy bất đối xứng và bộ lọc nội suy đối xứng khi xem xét đến việc làm mịn, theo một phương án của sáng chế, được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.12B. Ngoài ra, bước mã hóa và giải mã video sử dụng bộ lọc nội suy bất đối xứng và bộ lọc nội suy đối xứng, theo một phương án của sáng chế, được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.13A đến Fig.27. Cụ thể, bước mã hóa và giải mã video sử dụng bộ lọc nội suy bất đối xứng và bộ lọc nội suy đối xứng dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, theo một phương án của sáng chế, được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.15 đến Fig.25.

Phép nội suy sử dụng bộ lọc nội suy bất đối xứng và bộ lọc nội suy đối xứng khi xem xét đến việc làm mịn, theo một phương án của sáng chế, hiện sẽ được mô tả một cách chi tiết dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.12B.

Fig.1 là sơ đồ khối của thiết bị nội suy hình ảnh 10 theo một phương án của sáng chế.

Thiết bị nội suy hình ảnh 10 sử dụng các bộ lọc nội suy đối xứng và bất đối xứng bao gồm bộ lựa chọn bộ lọc 12 và bộ nội suy 14. Các hoạt động của bộ lựa chọn bộ lọc 12 và bộ nội suy 14 của thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể được điều khiển theo cách phối hợp bởi bộ xử lý mã hóa video, bộ xử lý trung tâm (central processing unit, CPU) và bộ xử lý đồ họa.

Thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể nhận hình ảnh đầu vào và có thể tạo ra các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên. Hình ảnh đầu vào có thể là trình tự ảnh, ảnh, khung hoặc các khối video.

Bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn bộ lọc nội suy theo cách khác nhau để tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ nằm giữa các đơn vị điểm ảnh nguyên, dựa vào vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ.

Bộ nội suy 14 có thể nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ liền kề với vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được chọn bởi bộ lựa chọn bộ lọc 12, nhờ đó tạo ra các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ. Bước lọc nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên để tạo ra các giá trị điểm

ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ có thể bao gồm bước lọc nội suy các giá trị điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bao gồm các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liền kề với vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy.

Bộ lọc nội suy có thể bao gồm các hệ số lọc để biến đổi các điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên dựa vào các hàm cơ sở, và để biến đổi ngược các hệ số được tạo ra dưới dạng kết quả biến đổi.

Bộ lọc nội suy có thể là bộ lọc một chiều hoặc bộ lọc hai chiều. Nếu bộ lọc nội suy được chọn là bộ lọc một chiều, thì bộ nội suy 14 có thể liên tục thực hiện bước lọc bằng cách sử dụng các bộ lọc nội suy một chiều theo hai hoặc nhiều hơn hai hướng, nhờ đó tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ hiện thời.

Bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn theo cách riêng biệt bộ lọc nội suy theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ. Bộ lọc nội suy này có thể bao gồm bộ lọc nội suy đối xứng bao gồm cùng các số lượng hệ số lọc ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy đối xứng, và bộ lọc nội suy bất đối xứng bao gồm các số lượng hệ số lọc khác nhau ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy đối xứng. Bộ lựa chọn bộ lọc 12 này có thể có thể chọn theo cách riêng biệt bộ lọc nội suy đối xứng và bộ lọc nội suy bất đối xứng theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ.

Ví dụ, bộ lọc nội suy 7-tap có thể bao gồm ba hệ số lọc và bốn hệ số lọc ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy 7-tap. Trong trường hợp này, bộ lọc nội suy 7-tap có thể được coi là bộ lọc nội suy bất đối xứng.

Ví dụ, bộ lọc nội suy 8-tap có thể bao gồm bốn hệ số lọc và bốn hệ số lọc ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy 8-tap. Trong trường hợp này, bộ lọc nội suy 8-tap có thể được coi là bộ lọc nội suy đối xứng.

Nếu bộ lựa chọn bộ lọc 12 chọn bộ lọc nội suy bất đối xứng, thì bộ nội suy 14 có thể thực hiện bước lọc đối với các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm bất đối xứng so với vị trí nội suy. Ngược lại, nếu bộ lọc nội suy đối xứng được chọn, thì bộ nội suy 14 có thể thực hiện bước lọc đối với các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm đối xứng so với vị trí nội suy.

Bộ lọc nội suy có thể bao gồm bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ bất đối xứng bao gồm số lượng hệ số lọc lẻ, và bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn đối xứng bao

gồm số lượng hệ số lọc chắn. Bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn theo cách riêng biệt bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ bất đối xứng và bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn đối xứng theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ. Ví dụ, bộ lọc nội suy của đơn vị $1/2$ điểm ảnh và bộ lọc nội suy của đơn vị $1/4$ điểm ảnh có thể được chọn theo cách riêng biệt và khác nhau. Do đó, bộ lọc nội suy 8-tap, nghĩa là, bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn đối xứng, có thể được chọn làm bộ lọc nội suy $1/2$ điểm ảnh, và bộ lọc nội suy 7-tap, nghĩa là, bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ bất đối xứng, có thể được chọn làm bộ lọc nội suy của đơn vị $1/4$ điểm ảnh.

Để nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên ở miền không gian, mỗi bộ lọc nội suy có thể thu được bằng cách kết hợp các hệ số lọc để thực hiện bước biến đổi và biến đổi ngược bằng cách sử dụng các hàm cơ sở, và các hệ số lọc của sổ để thực hiện bước lọc thông thấp.

Bộ lọc nội suy có thể được tạo ra dựa vào bộ lọc của sổ mà bất đối xứng so với vị trí nội suy hoặc bộ lọc của sổ mà đối xứng so với vị trí với nội suy.

Bộ lọc nội suy bất đối xứng có thể còn được tạo ra bằng cách kết hợp bộ lọc để thực hiện bước biến đổi và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở, và bộ lọc của sổ bất đối xứng.

Nếu bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ được chọn, thì bộ nội suy 14 có thể thực hiện bước lọc đối với số lượng điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên lẻ được đặt so với vị trí nội suy, bằng cách sử dụng số lượng hệ số lọc lẻ của bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ.

Nếu bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn được chọn, thì bộ nội suy 14 có thể thực hiện bước lọc đối với số lượng điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên chẵn được đặt so với vị trí nội suy, bằng cách sử dụng số lượng hệ số lọc chẵn của bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn.

Bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ có thể bao gồm số lượng hệ số lọc khác nhau ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng hỗ trợ tương ứng và do đó có thể là bộ lọc nội suy bất đối xứng. Bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn có thể là bộ lọc nội suy đối xứng bao gồm cùng các số lượng hệ số lọc ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng hỗ trợ tương ứng.

Bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn bộ lọc nội suy được chính quy hóa để giảm thiểu lỗi đáp ứng tần số được tạo ra dưới dạng kết quả nội suy bằng cách sử dụng bộ

lọc nội suy. Ví dụ, bộ lọc được chính quy hóa có thể bao gồm i) bộ lọc nội suy của đơn vị $1/4$ điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 7-tap $\{-1, 4, -10, 58, 17, -5, 1\}$ và có kích thước cửa sổ bằng 8,7, và ii) bộ lọc nội suy của đơn vị $1/2$ điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 8-tap $\{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1\}$ và có kích thước cửa sổ bằng 9,5.

Ngoài ra, bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn theo cách riêng biệt và khác nhau bộ lọc nội suy theo các thành phần màu sắc. Ví dụ, bộ lọc nội suy được chính quy hóa cho các điểm ảnh độ chói có thể được xác định dưới dạng bộ lọc nội suy 7-tap của đơn vị $1/4$ điểm ảnh và bộ lọc nội suy 8-tap của đơn vị $1/2$ điểm ảnh. Bộ lọc nội suy được chính quy hóa cho các điểm ảnh sắc độ có thể được xác định dưới dạng các bộ lọc nội suy 4-tap của đơn vị $1/8$ điểm ảnh, của đơn vị $1/4$ điểm ảnh và của đơn vị $1/2$ điểm ảnh.

Bộ lọc nội suy được chính quy hóa được xác định đối với các điểm ảnh sắc độ có thể bao gồm i) bộ lọc nội suy của đơn vị $1/8$ điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 4-tap $\{-2, 58, 10, -2\}$ đối với vị trí nội suy $1/8$ và có độ mịn bằng 0,012, ii) bộ lọc nội suy của đơn vị $1/4$ điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 4-tap $\{-4, 54, 16, -2\}$ đối với vị trí nội suy $1/4$ và có độ mịn bằng 0,016, iii) bộ lọc nội suy của đơn vị $1/8$ điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 4-tap $\{-6, 46, 28, -4\}$ đối với vị trí nội suy $3/8$ và có độ mịn bằng 0,018 và iv) bộ lọc nội suy của đơn vị $1/2$ điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 4-tap $\{-4, 36, 36, -4\}$ đối với vị trí nội suy $1/2$ và có độ mịn bằng 0,020.

Bộ lọc nội suy có thể là bộ lọc đối xứng phản xạ qua gương trong đó hệ số lọc (α) của vị trí nội suy α và hệ số lọc $f_i(1-\alpha)$ của vị trí nội suy $(1-\alpha)$ có thể giống nhau.

Bộ lọc nội suy của đơn vị $1/4$ điểm ảnh đối với các điểm ảnh độ chói có thể là bộ lọc đối xứng phản xạ qua gương. Theo đó, bộ lọc nội suy đối với vị trí nội suy $1/4$ và bộ lọc nội suy đối với vị trí nội suy $3/4$ có thể bao gồm cùng các hệ số đối xứng nhau. Nếu bộ lọc nội suy độ chói 7-tap của đơn vị $1/4$ điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc $\{-1, 4, -10, 58, 17, -5, 1\}$ của vị trí nội suy $1/4$, thì bộ lọc nội suy này có thể có các hệ số lọc $\{1, -5, 17, 58, -10, 4, -1\}$ của một suy vị trí $3/4$.

Bộ lọc nội suy của đơn vị $1/8$ điểm ảnh đối với điểm ảnh sắc độ có thể là bộ lọc đối xứng phản xạ qua gương. Theo đó, bộ lọc nội suy đối với vị trí nội suy $1/8$ và bộ lọc nội suy đối với vị trí nội suy $7/8$ có thể bao gồm cùng các hệ số đối xứng. Tương tự, bộ lọc nội suy đối với vị trí nội suy $3/8$ và bộ lọc nội suy đối với vị trí nội suy $5/8$ có thể bao gồm cùng các hệ số đối xứng. Bộ lọc nội suy này có thể được xác định dựa

vào bộ lọc nội suy dựa trên phép biến đổi bao gồm các hệ số lọc được xác định bằng cách sử dụng các hàm cơ sở. Ngoài ra, bộ lọc nội suy được làm mịn được biến đổi từ bộ lọc nội suy dựa trên phép biến đổi có thể được sử dụng để thực hiện bước lọc bằng cách thay đổi độ mịn của bộ lọc này theo khoảng cách giữa vị trí nội suy và các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên.

Độ mịn của bộ lọc nội suy được làm mịn có thể được xác định dựa vào khoảng cách giữa vị trí nội suy và các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên. Bộ lọc nội suy này có thể bao gồm các hệ số lọc khác nhau theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ và độ mịn của bộ lọc này.

Độ mịn của bộ lọc nội suy được làm mịn có thể còn được xác định dựa vào khoảng cách giữa vị trí nội suy và các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liên kề với vị trí nội suy này.

Ngoài ra, bộ lọc nội suy có thể bao gồm các hệ số lọc để cho phép các điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên, ở cách xa vị trí nội suy, cần được làm mịn.

Bộ lọc nội suy được làm mịn thu được bằng cách kết hợp các hệ số lọc để thực hiện bước biến đổi và biến đổi ngược và các hệ số lọc cửa sổ để thực hiện bước lọc thông thấp có thể bao gồm các hệ số lọc để đưa ra trọng số lớn cho điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên gần với vị trí nội suy và đưa ra trọng số nhỏ cho điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên cách xa vị trí nội suy.

Bộ lọc nội suy được làm mịn có thể bao gồm các hệ số lọc để làm mịn các điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên, biến đổi các điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên được làm mịn bằng cách sử dụng các hàm cơ sở, và biến đổi ngược các hệ số được tạo ra dưới dạng kết quả biến đổi.

Bộ lọc nội suy được làm mịn có thể bao gồm các hệ số lọc khác nhau theo chiều dài của bộ lọc này cũng như vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ và độ mịn của bộ lọc này.

Ngoài ra, bộ lọc nội suy được làm mịn có thể bao gồm các hệ số lọc khác nhau theo tỷ lệ thay đổi tỷ lệ làm kết quả nội suy, cũng như vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ, độ mịn và chiều dài của bộ lọc này. Bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn bộ lọc nội suy được làm mịn có các hệ số lọc được tăng lên thành các số nguyên. Bộ nội suy 14 chính quy hóa các giá trị điểm ảnh được tạo ra bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được làm mịn được chọn bởi bộ lựa chọn bộ lọc 12.

Ngoài ra, bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn bộ lọc nội suy theo cách khác nhau theo các đặc điểm của điểm ảnh. Bộ nội suy 14 có thể tạo ra các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được chọn theo cách khác nhau theo các đặc điểm của điểm ảnh.

Bộ lọc nội suy chọn được bởi bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể bao gồm bộ lọc nội suy được làm mịn và bộ lọc nội suy chung mà không xét đến việc làm mịn. Do đó, theo các đặc điểm của hình ảnh, bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn bộ lọc nội suy chung mà không xét đến việc làm mịn.

Ví dụ, theo một phương án khác, thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể thực hiện phép nội suy hình ảnh bằng cách sử dụng các bộ lọc nội suy khác nhau theo các thành phần màu.

Theo một phương án khác, bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn bộ lọc nội suy theo cách khác nhau dựa vào vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ và thành phần màu của điểm ảnh hiện thời. Theo một phương án khác, bộ nội suy 14 có thể nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy đã chọn, nhờ đó tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ.

Ví dụ, bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể xác định bộ lọc nội suy theo cách khác nhau cho thành phần độ chói và bộ lọc nội suy cho thành phần sắc độ.

Để nội suy điểm ảnh sắc độ, bộ lựa chọn bộ lọc 12 có thể chọn bộ lọc nội suy được làm mịn có độ mịn lớn hơn so với độ mịn của bộ lọc nội suy dùng cho điểm ảnh độ chói.

Ngoài ra, để nội suy điểm ảnh sắc độ, bộ lọc nội suy bao gồm các hệ số lọc được xác định dựa vào tham số làm mịn có độ mịn lớn hơn so với độ mịn của bộ lọc nội suy dùng cho điểm ảnh độ chói, hoặc bộ lọc nội suy bao gồm hệ số lọc được kết hợp với bộ lọc cửa sổ để loại bỏ các thành phần tần số nhiều hơn so với bộ lọc nội suy dùng cho điểm ảnh độ chói có thể được chọn.

Để thu kết quả nội suy làm mịn của thành phần sắc độ, bộ lọc nội suy được làm mịn thu được bằng cách kết hợp các hệ số lọc để thực hiện bước biến đổi và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở, và hệ số lọc cửa sổ để thực hiện bước lọc thông thấp có thể được chọn.

Thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể bao gồm CPU (không được thể hiện trên hình vẽ) để điều khiển toàn bộ bộ lựa chọn bộ lọc 12 và bộ nội suy 14. Theo cách

khác, bộ lựa chọn bộ lọc 12 và bộ nội suy 14 có thể được điều khiển bởi các bộ xử lý riêng (không được thể hiện trên hình vẽ) và các bộ xử lý này có thể hoạt động phối hợp với nhau, nhờ đó vận hành toàn bộ thiết bị nội suy hình ảnh 10. Theo cách khác, bộ xử lý (không được thể hiện trên hình vẽ) nằm bên ngoài thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể điều khiển bộ lựa chọn bộ lọc 12 và bộ nội suy 14.

Thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ phận lưu trữ dữ liệu (không được thể hiện trên hình vẽ) để lưu trữ dữ liệu đầu vào/đầu ra (input/output, I/O) của bộ lựa chọn bộ lọc 12 và bộ nội suy 14. Thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể còn bao gồm bộ điều khiển bộ nhớ (không được thể hiện trên hình vẽ) để điều khiển dữ liệu I/O của các bộ phận lưu trữ dữ liệu (không được thể hiện trên hình vẽ).

Thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể bao gồm bộ xử lý bổ sung bao gồm mạch dùng để thực hiện phép nội suy hình ảnh. Theo cách khác, thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể bao gồm vật ghi lưu trữ mà môđun nội suy hình ảnh được ghi trên đó, và CPU có thể gọi và điều khiển môđun nội suy hình ảnh để thực hiện phép nội suy hình ảnh.

Phép nội suy hình ảnh được sử dụng để biến đổi hình ảnh chất lượng thấp thành hình ảnh chất lượng cao, để biến đổi hình ảnh đan xen thành hình ảnh lũy tiến, hoặc để lấy mẫu lên hình ảnh chất lượng thấp thành hình ảnh chất lượng cao. Ngoài ra, khi thiết bị mã hóa video mã hóa hình ảnh, thì bộ đánh giá và bộ bù chuyển động có thể thực hiện bước dự đoán liên ảnh bằng cách sử dụng khung tham chiếu được nội suy. Độ chính xác của phép dự đoán liên ảnh có thể được tăng lên bằng cách nội suy khung tham chiếu để tạo ra ảnh chất lượng cao, và thực hiện bước đánh giá và bù chuyển động dựa vào ảnh chất lượng cao này. Tương tự, khi thiết bị giải mã hình ảnh giải mã hình ảnh, thì bộ bù chuyển động có thể thực hiện bước bù chuyển động bằng cách sử dụng khung tham chiếu được nội suy, nhờ đó tăng độ chính xác của phép dự đoán liên ảnh.

Ngoài ra, bộ lọc nội suy được làm mịn được sử dụng bởi thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể thu kết quả nội suy làm mịn bằng cách giảm các thành phần tần số cao trong kết quả nội suy bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy. Vì các thành phần tần số cao làm giảm hiệu quả nén hình ảnh, nên hiệu quả mã hóa và giải mã hình ảnh cũng có thể được cải thiện bằng cách thực hiện phép nội suy hình ảnh điều chỉnh được độ mịn.

Ngoài ra, bộ lọc nội suy đối xứng trong đó các hệ số lọc nằm đối xứng so với vị trí nội suy hoặc bộ lọc nội suy bất đối xứng trong đó các hệ số lọc nằm bất đối xứng so

với vị trí nội suy có thể được sử dụng theo cách chọn lọc. Ngoài ra, do bộ lọc nội suy, nên bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ hoặc bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn có thể được sử dụng theo cách chọn lọc theo vị trí nội suy. Theo đó, thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể thực hiện bước lọc nội suy hình ảnh đối với các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm bất đối xứng so với vị trí nội suy cũng như các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm đối xứng so với vị trí nội suy.

Phép nội suy sử dụng bộ lọc nội suy thu được bằng cách kết hợp các hệ số lọc để thực hiện bước biến đổi và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở, và các hệ số lọc của số, theo các phương án của sáng chế, hiện sẽ được mô tả một cách chi tiết dựa vào các hình vẽ từ Fig.2 đến Fig.7B.

Fig.2 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị điểm ảnh nguyên và đơn vị điểm ảnh phụ.

Dựa vào Fig.2, thiết bị nội suy hình ảnh 10 tạo ra các giá trị điểm ảnh của các vị trí 'X' bằng cách nội suy các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên của các vị trí 'O' của khối định trước 20 ở miền không gian. Các giá trị điểm ảnh của các vị trí 'X' là các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ của các vị trí nội suy được xác định bằng α_x và α_y . Mặc dù Fig.2 minh họa rằng khối định trước 20 là khối 4×4 , nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu được rằng kích thước khối không bị giới hạn ở 4×4 và có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn 4×4 .

Trong quá trình xử lý video, vectơ chuyển động được sử dụng để thực hiện bước bù chuyển động và dự đoán đối với hình ảnh hiện thời. Theo phép dự đoán mã hóa, hình ảnh được giải mã trước đó được tham chiếu đến để dự đoán hình ảnh hiện thời, và vectơ chuyển động biểu thị điểm định trước của hình ảnh tham chiếu. Do đó, vectơ chuyển động biểu thị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên của hình ảnh tham chiếu.

Tuy nhiên, điểm ảnh cần được tham chiếu đến bởi hình ảnh hiện thời có thể nằm giữa các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên của hình ảnh tham chiếu. Vị trí này được gọi là vị trí của đơn vị điểm ảnh phụ. Vì điểm ảnh không tồn tại ở vị trí của đơn vị điểm ảnh phụ, nên các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ được dự đoán bằng cách sử dụng các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên. Nói cách khác, giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ được đánh giá bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên.

Phương pháp nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên hiện sẽ được mô tả một cách chi tiết dựa vào Fig.3, và các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4C.

Fig.3 là sơ đồ minh họa các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liền kề cần được tham chiếu đến để xác định giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.3, thiết bị nội suy hình ảnh 10 tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ 35 của vị trí nội suy bằng cách nội suy các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên 31 và 33 ở miền không gian. Vị trí nội suy này được xác định bởi α .

Các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4C là các sơ đồ minh họa các ví dụ về các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên được tham chiếu đến để xác định các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.4A, để tạo ra các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ 35 bằng cách nội suy hai giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên 31 và 33, các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liền kề 37 và 39 bao gồm các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên 31 và 33 được sử dụng. Nói cách khác, các điểm ảnh thứ 0 và thứ 1 có thể được nội suy bằng cách thực hiện bước lọc nội suy một chiều đối với 2M giá trị điểm ảnh từ điểm ảnh thứ $-(M-1)$ đến điểm ảnh thứ M.

Ngoài ra, mặc dù Fig.4A minh họa rằng các giá trị điểm ảnh theo hướng nằm ngang được nội suy, nhưng bước lọc nội suy một chiều có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các giá trị điểm ảnh theo hướng thẳng đứng hoặc đường chéo.

Dựa vào Fig.4B, giá trị điểm ảnh $P_{(\alpha)}$ của vị trí nội suy α có thể được tạo ra bằng cách nội suy các điểm ảnh P_0 41 và P_1 43 mà liền kề với nhau theo hướng thẳng đứng. Khi so sánh Fig.4A và Fig.4B, các phương pháp lọc nội suy của các hình vẽ này tương tự nhau và chỉ khác biệt ở chỗ các giá trị điểm ảnh 47 và 49 được căn chỉnh theo hướng thẳng đứng được nội suy trên Fig.4B trong khi các giá trị điểm ảnh 37 và 39 được căn chỉnh theo hướng nằm ngang được nội suy trên Fig.4A.

Tương tự, dựa vào Fig.4C, giá trị điểm ảnh 44 của vị trí nội suy α được tạo ra bằng cách nội suy hai giá trị điểm ảnh liền kề 40 và 42. Chỉ khác biệt với Fig.4A ở chỗ các giá trị điểm ảnh 46 và 48 được căn chỉnh theo hướng đường chéo được sử dụng thay vì các giá trị điểm ảnh 37 và 39 được căn chỉnh theo hướng nằm ngang.

Ngoài các hướng được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4C, bước lọc nội suy một chiều có thể được thực hiện theo các hướng khác nhau.

Bước lọc nội suy có thể được thực hiện để nội suy điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ. Bước lọc nội suy này có thể được thể hiện bằng phương trình sau.

$$p(\alpha) = f(\alpha) \times p = \sum_{m=-M+1}^M f_m \cdot p_m$$

Giá trị điểm ảnh $p(x)$ được tạo ra bằng cách thực hiện bước nội suy theo tích chập của véc tơ p của $2M$ điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên $\{p_m\} = \{p_{-M+1}, p_{-M+2}, \dots, p_0, p_1, \dots, p_M\}$ và véc tơ $f(x)$ của các hệ số lọc $\{f_m\} = \{f_{-M+1}, f_{-M+2}, \dots, f_0, f_1, \dots, f_M\}$. Vì hệ số lọc $f(\alpha)$ thay đổi tùy theo vị trí nội suy α và giá trị điểm ảnh $p(\alpha)$ thu được bằng cách thực hiện bước nội suy được xác định theo hệ số lọc $f(\alpha)$, nên bộ lọc nội suy đã chọn, nghĩa là, hệ số lọc $f(x)$ đã xác định, có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất của bước lọc nội suy này.

Phép nội suy hình ảnh sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở, và phương pháp xác định bộ lọc nội suy hiện sẽ được mô tả một cách chi tiết.

Bộ lọc nội suy sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược ban đầu biến đổi các giá trị điểm ảnh bằng cách sử dụng các hàm cơ sở có các thành phần tần số khác nhau. Phép biến đổi có thể bao gồm tất cả các kiểu phép biến đổi từ các giá trị điểm ảnh ở miền không gian thành các hệ số ở miền biến đổi, và có thể là phép biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transformation, DCT). Các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên được biến đổi bằng cách sử dụng các hàm cơ sở. Giá trị điểm ảnh có thể là giá trị điểm ảnh độ chói hoặc giá trị điểm ảnh sắc độ. Các hàm cơ sở không bị giới hạn ở các hàm cơ sở cụ thể và có thể bao gồm tất cả các hàm cơ sở để biến đổi các giá trị điểm ảnh ở miền không gian thành các giá trị điểm ảnh ở miền biến đổi. Ví dụ, hàm cơ sở có thể là hàm cosin hoặc sin để thực hiện phép DCT và DCT ngược (inverse DCT, IDCT). Theo cách khác, các hàm cơ sở khác nhau chẳng hạn như hàm spline và hàm cơ sở đa thức có thể được sử dụng. Ngoài ra, phép DCT có thể là phép DCT được cải biến (modified DCT, MDCT) hoặc MDCT có cửa sổ.

Bộ lọc nội suy sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược dịch các pha của các hàm cơ sở được sử dụng để thực hiện phép biến đổi và biến đổi ngược các giá trị của các hệ số được tạo ra bằng cách sử dụng các hàm cơ sở được dịch pha, nghĩa là, các giá trị ở miền biến đổi. Là kết quả biến đổi ngược, các giá trị điểm ảnh ở miền không

gian được kết xuất và các giá trị đã kết xuất này có thể là các giá trị điểm ảnh của vị trí nội suy.

<Các hệ số lọc sử dụng phép biến đổi trực giao và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở trực giao >

Trường hợp khi bộ nội suy 14 thực hiện bước lọc nội suy bằng cách sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược dựa vào hàm cơ sở trực giao hiện sẽ được mô tả một cách chi tiết. Cụ thể, phép DCT được mô tả làm một ví dụ về phép biến đổi.

Ví dụ, dựa vào Fig.4A, để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ 35 bằng cách nội suy hai giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên 31 và 33, bằng cách sử dụng các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liền kề 37 và 39 bao gồm các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên 31 và 33, các điểm ảnh thứ 0 và thứ 1 có thể được nội suy bằng cách thực hiện phép DCT một chiều đối với 2M giá trị điểm ảnh từ giá trị điểm ảnh thứ -(M-1) đến giá trị điểm ảnh thứ M, và thực hiện phép IDCT một chiều dựa vào các hàm cơ sở được dịch pha.

Bộ nội suy 14 ban đầu thực hiện phép DCT một chiều đối với các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên. Phép DCT một chiều có thể được thực hiện như được thể hiện ở phương trình 38.

Phương trình 38:

$$C_k = \frac{1}{M} \sum_{l=-M+1}^M p(l) \cos\left(\frac{(2l-1+2M)k\pi}{4M}\right),$$

$$0 \leq k \leq 2M-1$$

$p(l)$ thể hiện các giá trị điểm ảnh 37 và 39 từ giá trị điểm ảnh thứ -(M-1) đến giá trị điểm ảnh thứ M, và C_k thể hiện các hệ số ở miền tần số, được tạo ra bằng cách thực hiện phép DCT một chiều đối với các giá trị điểm ảnh 37 và 39. Trong trường hợp này, k là số nguyên dương thỏa mãn điều kiện nêu trên trong phương trình 38.

Sau khi phép DCT một chiều được thực hiện đối với các giá trị điểm ảnh 37 và 39 bằng cách sử dụng phương trình 38, bộ nội suy 14 thực hiện phép biến đổi ngược đối với các hệ số như được thể hiện ở phương trình 39.

Phương trình 39:

$$P(\alpha) = \frac{C_0}{2} + \sum_{k=1}^{2M-1} C_k \cos\left(\frac{(2\alpha-1+2M)k\pi}{4M}\right)$$

α thể hiện vị trí nội suy giữa hai giá trị điểm ảnh như được minh họa trên Fig.13, và có thể có các giá trị phân số khác nhau chẳng hạn như 1/2, 1/4, 3/4, 1/8, 3/8, 5/8, 7/8, 1/16, v.v. Giá trị phân số này không bị giới hạn ở các giá trị cụ thể, và α có thể có giá trị thực thay vì là giá trị phân số. $P(\alpha)$ thể hiện giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ 35 của vị trí nội suy α , được tạo ra dưới dạng kết quả của phép IDCT một chiều.

Khi so sánh phương trình 39 với phương trình 38, pha của hàm cosin là hàm cơ sở được sử dụng để thực hiện phép IDCT được xác định theo phân số α thay vì được xác định theo số nguyên 1, và do đó khác với pha của hàm cơ sở được sử dụng để thực hiện phép DCT một chiều. Nói cách khác, pha của mỗi hàm cơ sở được sử dụng để thực hiện phép biến đổi ngược, nghĩa là, hàm cosin, được dịch theo 2α . Nếu bộ nội suy 14 thực hiện phép IDCT dựa vào hàm cosin được dịch pha theo phương trình 39, thì giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ 35 của vị trí nội suy α , nghĩa là, $P(\alpha)$, được tạo ra.

DCT theo phương trình 38 được biểu diễn bởi định thức được thể hiện ở phương trình 40.

Phương trình 40:

$$C = D \times REF$$

Ở đây, C là ma trận $2M \times 1$ của các hệ số $2M$ mô tả ở trên liên quan đến phương trình 38, và REF là ma trận $2M \times 1$ của các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên, nghĩa là, các giá trị điểm ảnh $P_{-(M-1)}, \dots, P_M$, được mô tả ở trên liên quan đến phương trình 38. Số lượng giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên được sử dụng để thực hiện phép nội suy, nghĩa là, $2M$, đề cập đến số lượng tap của bộ lọc nội suy một chiều. D là ma trận hình vuông để thực hiện phép DCT một chiều và có thể được xác định như được thể hiện ở phương trình 4.

Phương trình 4:

$$D_{kl} = \frac{1}{M} \cos\left(\frac{(2l-1+2M)k\pi}{4M}\right),$$

$$0 \leq k \leq 2M-1,$$

$$-(M-1) \leq l \leq M$$

k và l là các số nguyên thỏa mãn các điều kiện nêu trên, và D_{kl} đề cập đến hàng k và cột l của ma trận hình vuông D để thực hiện phép DCT ở phương trình 40. M giống với M của phương trình 40.

Phép IDCT sử dụng các hàm cơ sở được dịch pha theo phương trình 39 được biểu diễn bởi định thức được thể hiện ở phương trình 5.

Phương trình 5:

$$P(\alpha) = W(\alpha) \times C$$

Ở đây, $P(\alpha)$ giống với $P(\alpha)$ ở phương trình 39 và $W(\alpha)$ là ma trận $1 \times 2M$ để thực hiện phép IDCT một chiều bằng cách sử dụng các hàm cơ sở được dịch pha và có thể được xác định như được thể hiện ở phương trình 6.

Phương trình 6:

$$W_0(\alpha) = \frac{1}{2},$$

$$W_k(\alpha) = \cos\left(\frac{(2\alpha - 1 + 2M)k\pi}{4M}\right),$$

$$1 \leq k \leq 2M - 1$$

k là số nguyên thỏa mãn điều kiện nêu trên, và $W_k(\alpha)$ đề cập đến cột k của ma trận $W(\alpha)$ được mô tả ở trên liên quan đến phương trình 5. Bộ lọc $F(\alpha)$ để thực hiện phép DCT một chiều và IDCT một chiều bằng cách sử dụng các hàm cơ sở được dịch pha dựa vào phương trình 3 và phương trình 5 được xác định như được thể hiện ở phương trình 7.

Phương trình 7:

$$P(\alpha) = F(\alpha) \times REF,$$

$$F_l(\alpha) = \sum_{k=0}^{2M-1} W_k(\alpha) D_{kl},$$

$$0 \leq k \leq 2M - 1,$$

$$-(M - 1) \leq l \leq M$$

k và l là các số nguyên thỏa mãn các điều kiện nêu trên, $F_l(\alpha)$ đề cập đến cột l của $F(\alpha)$, và $W(\alpha)$ và D giống với $W(\alpha)$ và D ở phương trình 40.

<Các hệ số lọc nội suy dùng để nội suy thay đổi tỷ lệ>

Các phương pháp tạo ra bộ lọc nội suy khác nhau theo một phương án của sáng chế dựa vào biểu thức số học để tạo ra số lượng dấu phẩy động thay vì tạo ra số nguyên, và các giá trị tuyệt đối của các hệ số lọc thường không lớn hơn 1. Cụ thể, kết quả tính toán của số thực thay vì số nguyên có thể được tạo ra bởi vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ α .

Hiệu quả tính toán dựa trên số nguyên lớn hơn hiệu quả tính toán dựa trên dấu phẩy động. Như vậy, thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể cải thiện hiệu quả tính toán của bước lọc nội suy bằng cách thay đổi tỷ lệ các hệ số lọc thành các số nguyên bằng cách sử dụng tỷ lệ thay đổi tỷ lệ. Ngoài ra, vì độ sâu bit của các giá trị điểm ảnh được tăng lên, nên độ chính xác của bước lọc nội suy cũng có thể được cải thiện.

Thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể nhân các hệ số lọc $f_m(\alpha)$ với giá trị định trước, và có thể thực hiện phép nội suy hình ảnh bằng cách sử dụng các hệ số lọc lớn $F_m(\alpha)$. Ví dụ, các hệ số lọc $F_m(\alpha)$ có thể được thay đổi tỷ lệ từ hệ số lọc $f_m(\alpha)$ như được thể hiện ở phương trình 8.

Phương trình 8:

$$F_m(\alpha) = \text{int}(f_m(\alpha) \cdot 2^n)$$

Đối với hiệu quả tính toán, tỷ lệ thay đổi tỷ lệ có thể ở dạng 2^n . n có thể bằng 0 hoặc số nguyên dương. Kết quả lọc nội suy sử dụng các hệ số lọc được thay đổi tỷ lệ bằng 2^n có thể có độ sâu bit được thay đổi tỷ lệ bởi n bit so với kết quả thu được bằng cách sử dụng các hệ số lọc ban đầu.

Bước lọc nội suy tính toán số nguyên sử dụng các hệ số lọc $F_m(\alpha)$ được thay đổi tỷ lệ có thể thỏa mãn phương trình 9. Nói cách khác, sau khi bước lọc nội suy được thực hiện bằng cách sử dụng các hệ số lọc $F_m(\alpha)$ được thay đổi tỷ lệ, độ sâu bit được thay đổi tỷ lệ phải được khôi phục đến độ sâu bit ban đầu.

Phương trình 9:

$$p(\alpha) = \left(\sum_{-M+1}^M F_m(\alpha) \cdot p_m + \text{offset} \right) \gg n$$

Trong trường hợp này, độ lệch có thể là 2^{n-1} .

Nói cách khác, vì kết quả lọc được thay đổi tỷ lệ sử dụng bộ lọc nội suy được thay đổi tỷ lệ phải được giảm bớt bởi tỷ lệ thay đổi tỷ lệ, nghĩa là, 2^n để được khôi

phục thành các bit ban đầu, độ sâu bit của kết quả lọc được thay đổi tỷ lệ có thể được giảm bớt n bit.

Nếu bước lọc nội suy hai bước được thực hiện bằng cách thực hiện bước lọc nội suy một chiều theo hướng nằm ngang và thực hiện bước lọc nội suy một chiều theo hướng thẳng đứng, thì sự giảm bớt có thể được thực hiện bằng tổng $2n$ bit. Theo đó, nếu bộ lọc nội suy một chiều thứ nhất được thay đổi tỷ lệ bởi n_1 bit và bộ lọc nội suy một chiều thứ hai được thay đổi tỷ lệ bởi n_2 bit, thì sau khi bước lọc nội suy hai bước được thực hiện bằng cách sử dụng các bộ lọc nội suy một chiều thứ nhất và thứ hai, sự giảm bớt có thể được thực hiện bằng tổng của n_1 và n_2 , nghĩa là, $2n$ bit. Bộ lọc nội suy một chiều thứ nhất có thể là bộ lọc nội suy mà không được thay đổi tỷ lệ.

Vì tổng các hệ số lọc $f_m(\alpha)$ là 1.

Phương trình 10:

$$\sum_{-M+1}^M f_m(\alpha) = 1$$

điều kiện để chính quy hóa hệ số lọc $F_m(\alpha)$ của bộ lọc nội suy được thay đổi tỷ lệ cần thỏa mãn phương trình 11.

Phương trình 11:

$$\sum_{-M+1}^M F_m(\alpha) = 2^n$$

Tuy nhiên, điều kiện chính quy hóa theo phương trình 11 có thể gây ra sai số làm tròn. Thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể làm tròn các hệ số lọc $F_m(\alpha)$ được thay đổi tỷ lệ dựa vào điều kiện chính quy hóa theo phương trình 11. Để chính quy hóa, một số hệ số lọc $F_m(\alpha)$ được thay đổi tỷ lệ có thể được điều chỉnh nằm trong khoảng giá trị ban đầu định trước. Ví dụ, một số hệ số lọc $F_m(\alpha)$ được thay đổi tỷ lệ có thể được điều chỉnh nằm trong khoảng ± 1 để hiệu chỉnh sai số làm tròn.

Đối với bộ lọc nội suy có số lượng điểm ảnh tham chiếu lẻ hoặc bộ lọc nội suy bất đối xứng so với vị trí nội suy, bộ nội suy 14 có thể thay đổi bộ lọc nội suy bằng cách sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở.

Phép nội suy hình ảnh sử dụng bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ bao gồm số lượng hệ số lọc lẻ, làm bộ lọc nội suy sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở, sẽ được mô tả dưới đây.

<Bộ lọc nội suy bất đối xứng>

Fig.5A là sơ đồ mô tả phương pháp lọc nội suy điểm ảnh sử dụng các điểm ảnh tham chiếu nằm bất đối xứng so với vị trí với nội suy để xác định giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, theo một phương án của sáng chế.

Giả sử rằng, để tính toán điểm ảnh $p(\alpha)$ 50 của vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ α , các điểm ảnh tham chiếu bên trái 52 và các điểm ảnh tham chiếu bên phải 54 so với vị trí nội suy α được sử dụng để thực hiện bước lọc nội suy. Số lượng điểm ảnh tham chiếu bên trái 52 là ba và số lượng điểm ảnh tham chiếu bên phải 54 là năm. Vì số lượng điểm ảnh lẻ được hỗ trợ bởi bước lọc nội suy, nên các điểm ảnh tham chiếu bên trái 52 và bên phải 54 nằm bất đối xứng so với vị trí nội suy α .

Như được mô tả ở đây liên quan đến các phương trình từ 38 đến 40 và từ 4 đến 7, bước lọc nội suy được thực hiện bằng cách sử dụng 2M điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên $p_{-M+1}, p_{-M+2}, \dots, p_0, p_1, \dots, p_M$ phân phối đối xứng so với vị trí nội suy α . Nghĩa là, nếu các điểm ảnh tham chiếu được biểu diễn dưới dạng p_l , thì khoảng số nguyên l được biểu diễn dưới dạng $-M+1 \leq l \leq M$.

Nếu vị trí nội suy α của phương trình từ 38 đến 40 và từ 4 đến 7 được dịch chuyển song song sang $\alpha-h$, thì các hệ số lọc của bộ lọc nội suy sử dụng các điểm ảnh tham chiếu nằm bất đối xứng so với vị trí nội suy α như được minh họa trên Fig.5A có thể được tạo ra bằng cách sử dụng các phương trình từ 38 đến 40 và từ 4 đến 7.

Nói cách khác, nếu các điểm ảnh tham chiếu bất đối xứng bên trái 52 và bên phải 54 được biểu diễn dưới dạng p_l , thì khoảng số nguyên l là $-M+1+h \leq l \leq M+h$. Trong trường hợp này, M là 4 và h là 1. Số lượng điểm ảnh tham chiếu bên trái 52 ít hơn số lượng điểm ảnh tham chiếu bên phải trong trường hợp khi 2M điểm ảnh tham chiếu được phân phối đối xứng so với vị trí nội suy α .

Bộ lọc nội suy theo các phương trình từ 38 đến 40 và từ 4 đến 7 là bộ lọc một chiều. Để thực hiện bước lọc hai chiều, bằng cách sử dụng bộ lọc một chiều, bước lọc nội suy được thực hiện theo hướng thẳng đứng và theo hướng nằm ngang. Nói cách khác, bước lọc nội suy một chiều được thực hiện hai lần. Trong số hai lần thực hiện bước lọc nội suy một chiều, để thực hiện bước bù chuyển động, bước lọc nội suy một chiều thứ hai sử dụng bộ lọc mà số lượng tap lọc được tăng lên một nửa và bước lọc nội suy một chiều thứ nhất được thực hiện đối với khối mở rộng.

Khi bước lọc nội suy được thực hiện đối với biên bên trái của khối, thì khối này phải được mở rộng về phía bên trái từ biên bên trái. Nếu bộ lọc nội suy đối xứng sử dụng $2M$ điểm ảnh tham chiếu nằm đối xứng so với vị trí nội suy α được sử dụng, để thực hiện bước lọc nội suy, thì khối này phải được mở rộng về phía bên trái M điểm ảnh.

Tuy nhiên, nếu bộ lọc nội suy bất đối xứng sử dụng các điểm ảnh tham chiếu bất đối xứng so với vị trí nội suy α được sử dụng, để thực hiện bước lọc nội suy, thì vùng lọc phải được mở rộng về phía bên trái của khối $M-h$ điểm ảnh. Tương tự, nếu h là hướng chiều âm, khi bước lọc nội suy được thực hiện đối với biên bên phải của khối, thì vùng lọc phải được mở rộng về bên phải của khối đi $M + h$ điểm ảnh. Nói cách khác, nếu bước lọc nội suy được thực hiện đối với biên bên trái của khối, khi so sánh với trường hợp khi bộ lọc nội suy đối xứng được sử dụng, khi bộ lọc nội suy bất đối xứng được sử dụng, thì vùng của khối được mở rộng có thể được giảm bớt. Như vậy, không gian lưu trữ để lưu trữ các giá trị điểm ảnh của vùng mở rộng có thể được giảm bớt và lượng tính toán để mở rộng khối cũng có thể được giảm bớt.

<Bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ >

Fig.5B là sơ đồ mô tả phương pháp nội suy sử dụng bộ lọc nội suy bao gồm số lượng hệ số lọc lẻ để xác định giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, theo một phương án của sáng chế.

Giả sử rằng, để tính toán điểm ảnh $p(\alpha)$ của vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ α , bộ lọc nội suy điểm ảnh sử dụng các điểm ảnh tham chiếu $\{p_{-2}, p_{-1}, p_0, p_1, p_2\}$. Số lượng điểm ảnh tham chiếu là năm, nghĩa là, số lẻ, và ba điểm ảnh tham chiếu trái 51 và hai điểm ảnh tham chiếu phải 53 so với vị trí nội suy α có thể được tham chiếu đến để thực hiện bước lọc nội suy.

Vì các điểm ảnh tham chiếu bên trái 51 và bên phải 53, nằm bất đối xứng so với vị trí nội suy α và số lượng điểm ảnh tham chiếu phải 53 ít hơn so với số lượng điểm ảnh tham chiếu bên trái 51, nên bộ lọc nội suy được minh họa trên Fig.5B có thể có thực hiện hiệu quả bước lọc nội suy ở biên bên phải của khối.

Ban đầu, theo các phương trình từ 12 đến 15, các hệ số lọc $\{p(\alpha)\}$ của bộ lọc nội suy sử dụng các điểm ảnh tham chiếu tham chiếu $\{p_i\}$ trong đó khoảng số nguyên 1 là $-M+1 \leq i \leq M-1$, và có kích thước bộ lọc Size (nghĩa là, số lượng tap lọc) bằng $2M-1$ được xác định.

Phương trình 12:

$$D_{lk} = \frac{2}{Size} \cos \left(\frac{\pi k(l + Size/2)}{Size} \right)$$

$$-M + 1 \leq l \leq M - 1;$$

$$0 \leq k \leq Size - 1$$

Phương trình 13:

$$W_k = \cos \left(\frac{\pi k(\alpha + Size/2)}{Size} \right);$$

$$0 \leq k \leq Size - 1$$

Phương trình 14:

$$Filter_l(\alpha) = \sum_{k=0}^{Size-1} W_k D_{lk}$$

Phương trình 15:

$$p(\alpha) = \sum_{l=-M+1}^{M-1} Filter_l(\alpha) p_l$$

Nếu M là 3, thì các hệ số lọc nội suy trên Fig.5B có thể được xác định theo phương trình 15.

Theo cách khác, theo các phương trình từ 16 đến 19, các hệ số lọc $\{p(\alpha)\}$ của bộ lọc nội suy sử dụng các điểm ảnh tham chiếu $\{p_l\}$ trong đó khoảng số nguyên 1 là $-M + 2 \leq l \leq M$, và có kích thước bộ lọc Size (nghĩa là, số lượng tap) bằng $2M-1$ có thể được xác định.

Phương trình 16:

$$D_{lk} = \frac{2}{Size} \cos \left(\frac{\pi k(l + Size/2)}{Size} \right);$$

$$-M + 2 \leq l \leq M;$$

$$0 \leq k \leq Size - 1$$

Phương trình 17:

$$W_k = \cos \left(\frac{\pi k(\alpha + Size/2)}{Size} \right)$$

Phương trình 18:

$$Filter_l(\alpha) = \sum_{k=0}^{Size-1} W_k D_{lk}$$

Phương trình 19:

$$p(\alpha) = \sum_{l=-M+2}^M Filter(\alpha)_l p_l$$

Bước lọc nội suy sử dụng các hệ số lọc được xác định theo phương trình 19 có thể được thực hiện đối với các điểm ảnh được chuyển dịch song song bằng 1 về bên phải từ các điểm ảnh tham chiếu trên Fig.5B.

Trong các phương trình từ 12 đến 19, α không bị giới hạn ở giá trị bằng hoặc lớn hơn 0 và bằng hoặc nhỏ hơn 1. Nói cách khác, α có thể có giá trị nhỏ hơn 0 hoặc lớn hơn 1. Theo đó, dựa vào các phương trình từ 12 đến 19, bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ có số lượng tap lọc lẻ có thể thu được. Vì số lượng tap lọc là số lẻ, nên bước lọc nội suy sử dụng bộ lọc nội suy có thể được thực hiện đối với số lượng điểm ảnh tham chiếu lẻ.

Bộ lọc nội suy có thể còn thu được bằng cách kết hợp bộ lọc nội suy sử dụng các điểm ảnh tham chiếu nằm bất đối xứng so với vị trí với nội suy, và bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ. Nghĩa là, bộ lọc nội suy để thực hiện bước lọc nội suy đối với số lượng điểm ảnh lẻ nằm đối xứng so với vị trí nội suy cũng khả dụng.

Nếu trung tâm của các điểm ảnh tham chiếu trong các phương trình từ 12 đến 15 được tổng quát hóa, thì các hệ số lọc của bộ lọc nội suy có thể được suy ra theo các phương trình 20 và 21.

Phương trình 20:

$$C_k = \sum_{l=M_{\min}}^{M_{\max}} D_{lk} \cdot p_l$$

Phương trình 21:

$$D_{lk} = \frac{2}{Size} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot k \cdot (2 \cdot l - 2 \cdot Center + Size)}{2 \cdot Size}\right)$$

Ở đây, $M_{\max}$ và $M_{\min}$ lần lượt thể hiện các giá trị chỉ số nhỏ nhất và lớn nhất trong số các điểm ảnh tham chiếu và có thể thể hiện khoảng của các điểm ảnh tham chiếu. Theo đó, kích thước của bộ lọc Size có thể được xác định dưới dạng $M_{\max} - M_{\min} + 1$. Ví dụ, trong bộ lọc nội suy 7-tap, nếu $M_{\max} = 3$ và $M_{\min} = -3$, thì chỉ số trung

tâm Center của các điểm ảnh tham chiếu có thể bằng 0. Nói cách khác, Center có giá trị trung bình $M_{\max}$ và $M_{\min}$.

Ngoài ra, nếu hàm cơ sở dùng cho bộ lọc nội suy theo các phương trình 20 và 21 được biểu diễn dưới dạng hàm cơ sở W_k của hàm biến đổi cosin, thì phương trình 22 và 23 được suy ra.

Phương trình 22:

$$p_{\alpha} = \sum_{k=0}^{Size-1} W_k \cdot C_k$$

Phương trình 23:

$$W_0 = \frac{1}{2};$$

$$W_k = \cos\left(\frac{\pi \cdot k \cdot (2 \cdot \alpha - 2 \cdot Center + Size)}{2 \cdot Size}\right);$$

$$1 \leq k \leq Size - 1$$

Theo đó, bộ lọc nội suy có thể là bộ lọc nội suy bất đối xứng sử dụng các điểm ảnh tham chiếu nằm bất đối xứng so với vị trí với nội suy, và có thể bao gồm bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ mà số lượng hệ số lọc là một số lẻ. Như được mô tả ở trên liên quan đến các phương trình từ 38 đến 40 và từ 4 đến 7, bộ lọc nội suy này có thể còn bao gồm bộ lọc nội suy đối xứng và bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn.

Nói chung, bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ có thể là bộ lọc nội suy bất đối xứng. Tuy nhiên, bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn có thể là bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bộ lọc nội suy bất đối xứng. Ví dụ, bộ lọc nội suy 8-tap có thể là bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn đối xứng nếu bao gồm bốn hệ số lọc và bốn hệ số lọc ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn này, và có thể là bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn bất đối xứng nếu bao gồm ba hệ số lọc và năm hệ số lọc ở cả hai phía của vị trí nội suy ở vùng được hỗ trợ bởi bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn bất đối xứng này.

Bộ lọc nội suy này có thể bao gồm các hệ số lọc được tạo ra bằng cách điều chỉnh độ mịn đáp ứng của bộ lọc nội suy theo vị trí nội suy.

Trường hợp khi bộ lọc cửa sổ được sử dụng để xác định các bộ lọc nội suy được làm mịn khác nhau hiện sẽ được mô tả một cách chi tiết.

<Bộ lọc nội suy được làm mịn sử dụng bộ lọc cửa sổ>

Phương pháp làm mịn hệ số lọc nội suy bằng cách sử dụng bộ lọc cửa sổ hiện sẽ được mô tả một cách chi tiết.

Bộ lọc cửa sổ có thể sử dụng hàm cửa sổ Hamming, hàm cửa sổ cosin, hàm cửa sổ theo hàm mũ, hàm cửa sổ Hanning, hàm cửa sổ Blackman và hàm cửa sổ hình tam giác. Mặc dù các trường hợp khi các bộ lọc nội suy dựa vào phép biến đổi và biến đổi ngược được làm mịn bằng cách sử dụng các hàm cửa sổ nhất định sẽ được mô tả dưới đây để tiện giải thích, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu được rằng ngoài các hàm cửa sổ được mô tả, thì các hàm cửa sổ khác có các mức đáp ứng tần số tương tự có thể còn được sử dụng.

Các hệ số cửa sổ theo hàm cửa sổ Hamming thỏa mãn phương trình 24.

Phương trình 24:

$$w(n) = 0,54 - 0,46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right), 0 \leq n \leq N$$

Trong các hàm cửa sổ khác nhau bao gồm hàm cửa sổ Hamming, đầu vào n đối xứng với tham chiếu đến $N/2$ và mức đáp ứng tần số tương tự với mức đáp ứng tần số của bộ lọc thông thấp. Trong số các đầu vào của hàm cửa sổ, chỉ đầu vào được bao bởi cửa sổ được tạo thành bởi hàm cửa sổ có thể được kết xuất. Kích thước cửa sổ N có thể được thiết lập dưới dạng số nguyên dương lớn hơn chiều dài của bộ lọc nội suy ban đầu. Ví dụ, để áp dụng hàm cửa sổ cho bộ lọc nội suy để tạo ra điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ chẳng hạn như 1/2 hoặc 1/4 điểm ảnh, vị trí trung tâm của hàm cửa sổ này có thể được di chuyển một khoảng bằng 1/2 hoặc 1/4 điểm ảnh. Nghĩa là, vì vị trí trung tâm của hàm cửa sổ này được di chuyển đến vị trí nội suy, nên hàm cửa sổ có thể đối xứng so với vị trí nội suy.

Ví dụ, các phương trình 25 và 26 lần lượt thể hiện các hệ số của các hàm cửa sổ Hamming đối với các bộ lọc nội suy của đơn vị 1/2 điểm ảnh và đơn vị 1/4 điểm ảnh.

Phương trình 25:

$$w_{1/2}(n) = 0,54 - 0,46 \cos \frac{2\pi}{N} \left(\frac{N-1}{2} + n \right)$$

Phương trình 26:

$$w_{1/4}(n) = 0,54 - 0,46 \cos \frac{2\pi}{N} \left(\frac{2N-1}{4} + n \right)$$

Phương trình 27 thể hiện tuần tự các hệ số cửa sổ của hàm cửa sổ Hamming, hàm cửa sổ cosin, và hàm cửa sổ theo hàm mũ dưới dạng các hàm cửa sổ dùng cho các bộ lọc nội suy, mà được tổng quát hóa theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ α .

Phương trình 27:

$$w_{\alpha}(n) = 0,54 - 0,46\cos\left(\frac{2\pi}{N}\left(\frac{N}{2} - \alpha + n\right)\right),$$

$$w_{\alpha}(n) = \cos\left(\pi\frac{n - \alpha}{N}\right),$$

$$w_{\alpha} = \exp - \beta(\alpha - n)$$

Bằng cách kết hợp các hệ số cửa sổ theo phương trình 27 với hệ số lọc ban đầu $f_k(\alpha)$, các hệ số lọc nội suy được làm mịn có thể được xác định theo phương trình 28.

Phương trình 28:

$$\overline{f}_k(\alpha) = f_k(\alpha)w_{\alpha}(k), k = -M + 1, \dots, M$$

Vì bộ lọc nội suy được làm mịn được xác định bằng cách sử dụng bộ lọc cửa sổ, nên trọng số của hệ số lọc nội suy có thể được điều chỉnh dựa vào khoảng cách giữa điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên và vị trí nội suy. Ví dụ, bộ lọc nội suy được làm mịn có thể được xác định theo cách sao cho, nhờ hàm cửa sổ, trong số các hệ số lọc của bộ lọc nội suy, hệ số lọc dùng cho điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm cách xa vị trí nội suy được làm mịn nhiều và hệ số lọc dùng cho điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm gần với vị trí nội suy không bị thay đổi nhiều.

Ngoài ra, nếu bộ lọc nội suy được làm mịn được xác định bằng cách sử dụng bộ lọc cửa sổ, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện sau khi các điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên được làm mịn. Các điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên đầu vào $Ref = \{p_{-M+1}, p_{-M+2}, \dots, p_0, p_1, \dots, p_M\}$ có thể có nhiều hoặc có thể bị hư hại do sai số chẳng hạn như sai số lượng tử hóa. Như vậy, nếu các điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên được làm mịn trước khi bước lọc nội suy được thực hiện, thì thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể cải thiện hiệu quả nội suy.

<Bộ lọc nội suy sử dụng bộ lọc cửa sổ bất đối xứng>

Bộ lọc cửa sổ bất đối xứng bất đối xứng so với trung tâm của bộ lọc. Theo đó, bộ lọc cửa sổ bất đối xứng dùng cho bộ lọc nội suy có thể được sử dụng để thực hiện

bước lọc nội suy bất đối xứng so với vị trí với nội suy.

Phương trình 29 thể hiện các hệ số lọc w_l của bộ lọc cửa sổ bất đối xứng ở dạng đơn giản nhất.

Phương trình 29:

$$w_l = \cos\left(\pi \frac{l-\alpha}{N-1}\right);$$

$$-M_{min} \leq l \leq M_{max}$$

N thể hiện kích thước cửa sổ, và M_{min} và M_{max} thể hiện các điểm ảnh tham chiếu của vị trí xa nhất từ vị trí nội suy.

Các đặc điểm bộ lọc của bộ lọc cửa sổ có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi kích thước cửa sổ N. Kích thước cửa sổ N có thể bằng hoặc lớn hơn kích thước bộ lọc Size của bộ lọc nội suy và có thể bằng hoặc nhỏ hơn hai lần kích thước bộ lọc Size ($Size \leq N \leq 2 \times Size$).

Ví dụ, khi các phương trình từ 38 đến 40 và từ 4 đến 7 được kết hợp với phương trình 29, nếu các hệ số lọc của bộ lọc nội suy đối xứng trong đó M bằng 4 được xác định, vì số lượng điểm ảnh tham chiếu ($2M$) là tám, nên thu được bộ lọc nội suy 8-tap. Nếu hàm cửa sổ trong đó kích thước cửa sổ $N = 13$ được sử dụng, thì các hệ số lọc của bộ lọc nội suy của đơn vị 1/4 điểm ảnh và bộ lọc nội suy của đơn vị 1/2 điểm ảnh như được thể hiện như dưới đây. Ở đây, hệ số thay đổi tỷ lệ S được sử dụng là 64.

Các hệ số lọc nội suy của đơn vị 1/4 điểm ảnh $\{p_l\} = \{-1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1\}$.

Các hệ số lọc nội suy của đơn vị 1/2 điểm ảnh $\{p_l\} = \{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1\}$.

Tương tự, khi các phương trình từ 38 đến 40 và từ 4 đến 7 được kết hợp với phương trình 29, nếu M_{min} và M_{max} được điều chỉnh theo cách khác nhau, thì các hệ số lọc của bộ lọc nội suy bất đối xứng có thể được xác định bằng cách sử dụng bộ lọc cửa sổ bất đối xứng.

<Bộ lọc nội suy được làm mịn sử dụng hai tham số>

Bộ lọc nội suy được làm mịn có thể xác định độ mịn của các hệ số lọc dựa vào hai tham số. Các hệ số lọc nội suy làm mịn của đơn vị điểm ảnh phụ thu được bằng

cách kết hợp ma trận làm mịn S và các hệ số lọc nội suy dựa vào phép biến đổi và biến đổi ngược thỏa mãn phương trình 30.

Phương trình 30:

$$\tilde{f}(\alpha) = f(\alpha)^T S$$

Phương trình 31 thể hiện một ví dụ về ma trận làm mịn S .

Phương trình 31:

$$\begin{aligned} s_{ij} &= 0; \\ \{s_{ii} &= 1 - \sigma_i; s_{i,i+1} = \sigma_i\}; \quad i = -M + 1 \\ \{s_{ii} &= 1 - 2\sigma_i; s_{i,i\pm 1} = \sigma_i\}; \quad -M + 1 \leq i \leq M \\ \{s_{ii} &= 1 - \sigma_i; s_{i,i-1} = \sigma_i\}; \quad i = M \end{aligned}$$

Ma trận làm mịn S theo phương trình 31 là ma trận 3 đường chéo. Nói cách khác, trong số các thành phần của ma trận làm mịn S , các thành phần khác với các thành phần trên một đường chéo trung tâm và hai đường chéo tương ứng với nhau và liên kề với đường chéo trung tâm đều bằng 0.

Trong ma trận làm mịn S , độ mịn σ_i có thể được xác định bất kể khoảng cách ($i - \alpha$) từ các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên cần được nội suy. Trong trường hợp này, bước làm mịn theo ma trận làm mịn S có thể được gọi là bước làm mịn đồng đều.

Ngoài ra, trong ma trận làm mịn S , độ mịn σ_i có thể được thay đổi theo chỉ số i của vị trí điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên. Trong trường hợp này, bước làm mịn theo ma trận làm mịn S có thể được gọi là bước làm mịn không đồng đều. Ví dụ, độ mịn σ_i có thể thỏa mãn phương trình 32.

Phương trình 32:

$$\sigma_i = \beta(i - \alpha)^1$$

Chỉ số dương 1 có thể làm tăng hiệu quả làm mịn nếu khoảng cách giữa vị trí nội suy và điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên lớn. Theo đó, chỉ số dương 1 có thể điều khiển tốc độ làm mịn theo khoảng cách giữa vị trí nội suy và điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên. Tham số làm mịn β có thể điều khiển phạm vi làm mịn xung quanh vị trí nội suy.

Nếu tham số làm mịn β nhỏ hơn 0, thì ma trận làm mịn S theo phương trình 13 có thể được thay đổi thành bộ lọc làm sắc nét. Theo đó, nếu ma trận làm mịn S mà nhỏ

hơn 0 được kết hợp với bộ lọc nội suy bằng cách sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược, thì có thể tạo ra bộ lọc dùng để khuếch đại các thành phần tần số cao.

Để thực hiện phép dự đoán của đơn vị điểm ảnh phụ, thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể sử dụng dữ liệu hệ số lọc nội suy được làm mịn được lưu trữ trước đó trong bộ nhớ.

Fig.6 là đồ thị 67 thể hiện hệ số làm mịn dựa vào tham số làm mịn β của bộ lọc nội suy được làm mịn, theo một phương án của sáng chế.

Các đường cong thứ nhất 68 và đường cong thứ hai 69 thể hiện hệ số làm mịn để làm mịn bộ lọc nội suy dựa trên phép biến đổi rời rạc. Nếu m lớn, nghĩa là, nếu khoảng cách từ các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên cần được nội suy được tăng lên, thì hệ số làm mịn gần bằng 0.

Ở đây, khi so sánh với đường cong thứ hai 69 trong trường hợp khi tham số làm mịn β lớn, thì đường cong thứ nhất 68 trong trường hợp khi tham số làm mịn β nhỏ có chiều rộng tương đối lớn của hệ số làm mịn. Nói cách khác, nếu tham số làm mịn β của bộ lọc nội suy được làm mịn lớn, thì các thành phần tần số thấp có thể được lọc chủ yếu và do đó có thể tạo ra các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ được làm mịn tương đối tốt. Nếu tham số làm mịn β của bộ lọc nội suy được làm mịn tương đối nhỏ, thì các thành phần tần số tương đối cao có thể vẫn còn và được nội suy và do đó có thể tạo ra các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ.

Các bộ lọc nội suy khác nhau và các hệ số lọc được mô tả ở trên. Cụ thể, là hàm để xác định các hệ số lọc của bộ lọc nội suy, hàm cửa sổ, hàm spline, hàm đa thức, v.v. có thể được sử dụng. Đối với bộ lọc nội suy, mức đáp ứng tần số của hàm có thể thay đổi theo tần số nhưng độ khuếch đại lọc của mức đáp ứng tần số của hàm có thể gần bằng 1. Theo đó, thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể xác định các hệ số lọc bằng cách sử dụng hàm có độ khuếch đại lọc có mức đáp ứng tần số gần bằng 1 ngay cả khi tần số thay đổi, và có thể chọn bộ lọc nội suy bao gồm các hệ số lọc.

<Bộ lọc nội suy được chính quy hóa>

Nếu kích thước bộ lọc của bộ lọc nội suy được tăng lên, thì độ chính xác nội suy có thể được cải thiện. Tuy nhiên, nếu kích thước bộ lọc được tăng lên, thì các thành phần tần số cao vẫn còn trong kết quả lọc và do đó bộ lọc nội suy dễ bị nhiễu. Bộ lọc nội suy có thể làm mịn các giá trị điểm ảnh tham chiếu $\{p_1\}$ bằng cách sử dụng hàm cửa sổ cosin có vị trí nội suy α là trung tâm của nó, nhờ đó giúp giảm nhiễu trong

kết quả lọc nội suy. Hoạt động làm mịn các giá trị điểm ảnh tham chiếu $\{p_l\}$ bằng cách sử dụng hàm cửa sổ cosin thỏa mãn phương trình 33.

Phương trình 33:

$$p_l = p_l \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{l - \alpha}{N}\right)$$

N thể hiện kích thước của sổ để làm mịn nhưng có thể không nhất thiết là số nguyên. Theo đó, nếu bước lọc sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược theo phương trình 7 được kết hợp với bước lọc cửa sổ theo phương trình 33, thì bước lọc nội suy được làm mịn đối với vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ α có thể được cho phép. Bước lọc nội suy được làm mịn này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn (finite impulse response, FIR) và thỏa mãn các phương trình 34 và 35.

Phương trình 34:

$$p_\alpha = \sum_{l=M_{\min}}^{M_{\max}} \text{Filter}_l(\alpha) \cdot p_l$$

Phương trình 35:

$$\text{Filter}_l(\alpha) = \cos\left(\pi \cdot \frac{l - \beta}{N}\right) \cdot \sum_{k=0}^{Size-1} \tilde{W}_k(\alpha) \cdot D_{lk}$$

Trong phương trình 34 và 35, p_α thể hiện giá trị điểm ảnh được tạo ra dưới dạng kết quả lọc nội suy được làm mịn, và $\text{Filter}_l(\alpha)$ thể hiện các hệ số lọc của bộ lọc nội suy được làm mịn. $M_{\min}$ và $M_{\max}$ thể hiện phạm vi của các điểm ảnh tham chiếu.

Trong bộ lọc nội suy được làm mịn dùng cho các điểm ảnh sắc độ, tham số làm mịn của bộ lọc nội suy được làm mịn này có thể được điều chỉnh để loại bỏ ảnh hưởng của các thành phần tần số nhiều hơn. Các hệ số lọc của bộ lọc nội suy sắc độ sử dụng tham số làm mịn có thể được xác định như được thể hiện trong các phương trình 36 và 37.

Phương trình 36:

$$\tilde{W}_k = \frac{W_k(\alpha)}{1 + \sigma \cdot k^2},$$

$$1 \leq k \leq \text{Size} - 1$$

Phương trình 37:

$$Filter_l(\alpha) = \sum_{k=0}^{Size-1} \tilde{W}_k(\alpha) \cdot D_{lk}$$

Fig.7 là đồ thị mức đáp ứng tần số biên độ 70 của các bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế.

Nếu tín hiệu điều hòa có kích thước bằng 1 được nhập vào các bộ lọc nội suy, thì đồ thị mức đáp ứng tần số biên độ 70 của các bộ lọc nội suy có thể thể hiện các kết quả thực hiện bước lọc nội suy.

Đồ thị đáp ứng tần số biên độ 70 thể hiện mức đáp ứng tần số thứ nhất 71 của bộ lọc nội suy được làm mịn 8-tap bằng cách sử dụng DCT và IDCT dựa vào các hàm cơ sở, theo một phương án của sáng chế, mức đáp ứng tần số thứ hai 72 của bộ lọc nội suy được làm mịn 8-tap được chính quy hóa theo một phương án của sáng chế, và mức đáp ứng tần số thứ ba 73 của bộ lọc nội suy 6-tap theo tiêu chuẩn mã hóa video H.264.

Ở các mức đáp ứng tần số từ thứ nhất 71 đến thứ ba 73, các phần nhô 711, 715, 721 và 731 thể hiện rằng các tín hiệu được khuếch đại ở các tần số tương ứng, và phần lõm 713 thể hiện rằng tín hiệu được làm giảm dần ở tần số tương ứng. Hiệu ứng mà tín hiệu đầu vào được khuếch đại hoặc làm giảm dần không thích hợp khi lọc nội suy.

Ở mức đáp ứng tần số biên độ lý tưởng 74, độ khuếch đại lọc được duy trì không đổi dưới dạng 1 ở tất cả các tần số và do đó phần nhô hoặc phần lõm không tồn tại ở tất cả các tần số. Điều này có nghĩa là không xảy ra hiện tượng méo do bước lọc nội suy.

Nếu mức đáp ứng tần số của bộ lọc nội suy gần hơn với mức đáp ứng tần số biên độ lý tưởng 74, thì kết quả lọc nội suy chính xác hơn. Độ méo ở mức đáp ứng tần số của bộ lọc nội suy so với mức đáp ứng tần số biên độ lý tưởng 74 có thể được thể hiện dưới dạng bình phương chênh lệch giữa mức đáp ứng tần số của bộ lọc nội suy và mức đáp ứng tần số biên độ lý tưởng 74, nghĩa là, diện tích của vùng chênh lệch.

Ví dụ, độ méo ở mức đáp ứng tần số của bộ lọc nội suy được làm mịn đã chính quy hóa so với mức đáp ứng tần số biên độ lý tưởng 74 có thể được giảm thiểu bằng cách điều chỉnh kích thước của bộ lọc cửa sổ N của mức này và độ mịn σ của mức này. Độ méo ở mức đáp ứng tần số của bộ lọc nội suy được làm mịn đã chính quy hóa so với mức đáp ứng tần số biên độ lý tưởng 74 tương ứng với diện tích của vùng gạch chéo giữa mức đáp ứng tần số biên độ lý tưởng 74 và mức đáp ứng tần số thứ hai 72 trên đồ thị mức đáp ứng tần số biên độ 70. Nghĩa là, nếu diện tích của vùng gạch chéo

nhỏ, thì độ chính xác nội suy được thực hiện bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được làm mịn đã chính quy hóa có thể được cải thiện.

Ngoài ra, vì mức đáp ứng tần số của bộ lọc FIR gần bằng 0 khi tần số gần bằng π , nên bộ lọc FIR có thể không tạo ra các thành phần tần số cao. Ngoài ra, nếu mức cắt của bộ lọc nội suy thấp, thì bộ lọc nội suy có thể không khôi phục thông tin chi tiết của hình ảnh tham chiếu. Nói chung, nếu chiều dài của bộ lọc lớn, thì mức cắt cao có thể được gán. Trong đồ thị mức đáp ứng tần số biên độ 70, vì các mức cắt 719 và 729 của các mức đáp ứng tần số thứ nhất 71 và thứ hai 72 của bộ lọc nội suy được làm mịn và bộ lọc nội suy được làm mịn đã chính quy hóa cao hơn mức cắt 739 của mức đáp ứng tần số thứ ba 73 của bộ lọc nội suy H.264, nên bộ lọc nội suy được làm mịn và bộ lọc nội suy được làm mịn đã chính quy hóa có thể khôi phục thông tin chi tiết của hình ảnh tham chiếu chính xác hơn so với bộ lọc nội suy H.264.

Theo đó, so với bộ lọc nội suy H.264, bộ lọc nội suy được làm mịn có thể để lại các thành phần tần số cao của tín hiệu đầu vào sau khi thực hiện bước lọc nội suy. Ngoài ra, so với bộ lọc nội suy H.264, vùng méo của bộ lọc nội suy được làm mịn tương đối nhỏ và do đó độ méo trong kết quả nội suy tương đối nhỏ.

Trong số các bộ lọc nội suy được làm mịn, mức đáp ứng tần số thứ hai 72 của bộ lọc nội suy được làm mịn đã chính quy hóa gần với mức đáp ứng tần số biên độ lý tưởng 74, và mức đáp ứng tần số thứ nhất 71 của bộ lọc nội suy được làm mịn không được chính quy hóa có vùng méo tương đối lớn do có các phần lồi và phần lõm. Nói cách khác, so với bộ lọc nội suy được làm mịn đã chính quy hóa, kết quả lọc của bộ lọc nội suy được làm mịn không được chính quy hóa có thể bao gồm nhiều thành phần lạ không mong muốn hơn.

Theo đó, là các hệ số lọc của bộ lọc nội suy theo một phương án của sáng chế, các hệ số lọc của bộ lọc nội suy được làm mịn đã chính quy hóa để giảm thiểu vùng méo so với mức đáp ứng tần số biên độ lý tưởng 74. Nói cách khác, nếu kích thước của bộ lọc cửa sổ N và độ mịn σ của bộ lọc nội suy được làm mịn được điều chỉnh và các hệ số lọc của bộ lọc này được chính quy hóa, thì có thể xác định các hệ số lọc để giảm thiểu vùng méo của mức đáp ứng tần số của bộ lọc nội suy được làm mịn.

Do đó, các bộ lọc nội suy của thiết bị nội suy hình ảnh 10 có thể bao gồm các hệ số lọc được xác định khi xem xét đến bước làm mịn.

<Độ dịch pha α và giá trị vectơ chuyển động >

Độ chính xác cho việc bù chuyển động diễn hình trong đơn vị điểm ảnh phụ của đơn vị $1/2^p$ điểm ảnh, chẳng hạn như, đơn vị $1/2$ điểm ảnh hoặc đơn vị $1/4$ điểm ảnh. Tuy nhiên, vị trí nội suy α để xác định các hệ số lọc của bộ lọc nội suy đơn vị điểm ảnh phụ theo một phương án của sáng chế không bị giới hạn ở đơn vị $1/2^p$ điểm ảnh.

Để thực hiện bước bù chuyển động ở vị trí nội suy α trong đơn vị điểm ảnh phụ khác với đơn vị $1/2$ điểm ảnh hoặc đơn vị $1/4$ điểm ảnh, các véctơ mỗi phần của đơn vị $1/2$ điểm ảnh hoặc đơn vị $1/4$ điểm ảnh có thể được sử dụng. Ví dụ, tập thành phần của đơn vị điểm ảnh phụ $\{\alpha, 1/2, 1-\alpha\}$ của véctơ chuyển động (MV) của đơn vị $1/2$ điểm ảnh được giả định. Vì chiều dài của các thành phần đơn vị mã hóa của véctơ chuyển động (MV) được giảm bớt nếu α nhỏ hơn $1/4$, nên tính ổn định của bước lọc nội suy để bù chuyển động có thể được cải thiện và có thể tiết kiệm được các bit mã hóa đối với véctơ chuyển động khác.

Định dạng màu được sử dụng phổ biến nhất trong mã hóa video là định dạng 4:2:0. Trong trường hợp này, các mẫu sắc độ tương ứng với một nửa số lượng mẫu độ chói có thể được mã hóa. Nếu cùng véctơ chuyển động được chia sẻ giữa các mẫu độ chói và sắc độ, thì kích thước của véctơ chuyển động sắc độ bằng một nửa kích thước của véctơ chuyển động độ chói. Theo đó, độ dịch pha của bộ lọc nội suy độ chói có thể được đồng bộ hóa với độ dịch pha của bộ lọc nội suy sắc độ.

Ví dụ, nếu độ dịch pha của bộ lọc nội suy độ chói là $\{\alpha_i\}$, thì độ dịch pha của bộ lọc nội suy sắc độ có thể được đồng bộ hóa thành $\{\alpha_i/2\} \cup \{1-\alpha_i/2\} \cup \{1/2\}$.

Ví dụ, khi bước bù chuyển động được thực hiện bằng cách sử dụng tập thành phần của đơn vị điểm ảnh phụ của véctơ chuyển động (MV), nếu độ dịch pha của bộ lọc nội suy độ chói là $\{\alpha, 1/2, 1-\alpha\}$, thì độ dịch pha của bộ lọc nội suy sắc độ có thể được đồng bộ hóa thành $\{\alpha/2, (1-\alpha)/2, 1/2, 1-\alpha/2, 1 - (1-\alpha)/2\}$.

Là các bộ lọc nội suy theo các phương án của sáng chế, bộ lọc nội suy sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở, bộ lọc nội suy để thực hiện bước nội suy theo đơn vị điểm ảnh phụ, bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng, bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn hoặc lẻ, bộ lọc nội suy sử dụng bộ lọc cửa sổ, bộ lọc nội suy có xét đến bước làm mịn và bộ lọc nội suy được chính quy hóa được mô tả ở trên.

Các bộ lọc nội suy nêu trên có thể hoạt động riêng lẻ hoặc có thể được kết hợp. Ví dụ, bộ lọc nội suy theo một phương án của sáng chế có thể thực hiện bước nội suy trong đơn vị điểm ảnh phụ và có thể thực hiện bước lọc nội suy bất kể việc xem các

điểm ảnh tham chiếu nằm đối xứng hay bất đối xứng so với vị trí với nội suy. Ngoài ra, vì số lượng hệ số lọc có thể là số chẵn hoặc lẻ, nên bộ lọc nội suy có thể thực hiện bước lọc nội suy đối với số lượng điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên lẻ cũng như số lượng điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên chẵn. Hơn nữa, vì các hệ số lọc của bộ lọc nội suy được làm mịn đã chính quy hóa có thể được chọn, nên thông tin chi tiết về các điểm ảnh tham chiếu có thể vẫn còn và các thành phần tần số cao không mong muốn chẳng hạn như nhiễu có thể được giảm thiểu, nhờ đó giảm thiểu độ méo do bước lọc nội suy.

Fig.8 là lưu đồ thể hiện phương pháp nội suy theo một phương án của sáng chế.

Ở bước 81, trong số các bộ lọc nội suy để tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ nằm giữa các đơn vị điểm ảnh nguyên của ảnh, bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng được chọn riêng biệt theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ.

Bộ lọc nội suy bất đối xứng được chọn có thể là bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ. Bộ lọc nội suy đối xứng được chọn có thể là bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn. Để nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên ở miền không gian, bộ lọc nội suy này có thể bao gồm các hệ số lọc thu được bằng cách kết hợp bộ lọc sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở, và bộ lọc cửa sổ bất đối xứng hoặc đối xứng.

Bộ lọc nội suy, mà được chính quy hóa để giảm thiểu lỗi đáp ứng tần số được tạo ra dưới dạng kết quả nội suy khi sử dụng bộ lọc nội suy được chọn, được chọn. Ngoài ra, để ngăn ngừa các thành phần tần số cao chẳng hạn như nhiễu không được khôi phục, có thể chọn bộ lọc nội suy bao gồm các hệ số lọc để làm mịn các điểm ảnh tham chiếu.

Ở bước 83, các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên được nội suy bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được chọn ở bước 81, nhờ đó tạo ra ít nhất một giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ.

Nếu bộ lọc nội suy bất đối xứng được chọn ở bước 81, thì ở bước 83, bước lọc có thể được thực hiện đối với các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm bất đối xứng so với vị trí với nội suy. Nếu bộ lọc nội suy đối xứng được chọn ở bước 81, thì ở bước 83, bước lọc có thể được thực hiện đối với các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm đối xứng so với vị trí nội suy.

Ngoài ra, nếu bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ bất đối xứng được chọn ở bước 81, thì ở bước 83, bước lọc có thể được thực hiện đối với số lượng điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên lẻ so với vị trí nội suy bằng cách sử dụng số lượng hệ số lọc lẻ của bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ bất đối xứng. Nếu bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn đối xứng được chọn ở bước 81, thì ở bước 83, bước lọc có thể được thực hiện đối với số lượng điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên chẵn so với vị trí nội suy bằng cách sử dụng số lượng hệ số lọc chẵn của bộ lọc nội suy có số lượng tap chẵn đối xứng.

Các ví dụ khác nhau về các hệ số lọc của bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng được xác định có chọn lọc theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ hiện sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.9A đến Fig.12B.

Theo các nguyên tắc được mô tả ở trên, bộ lọc nội suy được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.9A đến Fig.12B là bộ lọc thu được bằng cách kết hợp bộ lọc nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ sử dụng phép biến đổi và biến đổi ngược dựa vào các hàm cơ sở, và bộ lọc cửa sổ để làm mịn các thành phần tần số cao, và bao gồm các hệ số lọc mà kích thước cửa sổ và độ mịn được điều chỉnh để giảm thiểu độ méo trong kết quả nội suy. Ngoài ra, các bộ lọc nội suy đối xứng và bất đối xứng khác nhau và các bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ và chẵn sẽ được mô tả dưới đây.

Vì bộ lọc nội suy là bộ lọc đối xứng phản xạ qua gương, nên hệ số lọc $f_m(1-\alpha)$ của vị trí nội suy $(1-\alpha)$ có thể được xác định bằng cách sử dụng các hệ số lọc $f_m(\alpha)$ của vị trí nội suy α . Theo đó, trong các bảng được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.9A đến Fig.12B, mặc dù chỉ các hệ số lọc nội suy $\{f_m(\alpha)\}$ trong trường hợp khi đơn vị điểm ảnh phụ của vectơ chuyển động MV bằng hoặc nhỏ hơn $1/2$ được thể hiện, nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật hiểu được rằng các hệ số lọc nội suy $\{f_m(\alpha)\}$ khác trong trường hợp khi đơn vị điểm ảnh phụ của vectơ chuyển động MV lớn hơn $1/2$ có thể được xác định.

Ban đầu, trong các bảng được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.9A đến Fig.11C, 'FracMV' ở cột thứ nhất thể hiện đơn vị điểm ảnh phụ của vectơ chuyển động MV để bù chuyển động đơn vị $1/2^p$ điểm ảnh. Để thực hiện bước lọc nội suy đơn vị điểm ảnh phụ, giá trị 'FracMV' có thể được kết hợp với các hệ số lọc ở cột thứ hai. Vị trí nội suy α ở cột thứ ba là tham số để xác định vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ và có thể thể hiện lượng dịch pha từ đơn vị điểm ảnh nguyên. Kích thước của bộ lọc cửa sổ N ở

cột thứ tư có thể không nhất thiết là số nguyên. Các bit thay đổi tỷ lệ của bộ lọc nội suy là 6 bit.

Các hình vẽ từ Fig.9A đến Fig.9D lần lượt thể hiện các hệ số lọc của các bộ lọc nội suy từ 3-tap đến 6-tap được xác định dựa vào vị trí nội suy và kích thước của bộ lọc cửa sổ, theo một phương án của sáng chế.

Fig.9A thể hiện bộ lọc nội suy bất đối xứng là bộ lọc nội suy 3-tap và bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-1}, p_0, p_1\}$. Theo đó, bộ lọc nội suy được thể hiện trên Fig.9A có thể thực hiện bước lọc nội suy đối với các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm bất đối xứng so với vị trí nội suy. Ví dụ, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện đối với hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái và một điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải so với vị trí nội suy.

Fig.9B thể hiện bộ lọc nội suy đối xứng là bộ lọc nội suy 4-tap và bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-1}, p_0, p_1, p_2\}$. Theo đó, bộ lọc nội suy được thể hiện trên Fig.9B có thể thực hiện bước lọc nội suy đối với các điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên nằm đối xứng so với vị trí nội suy. Ví dụ, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện bằng cách sử dụng hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái và hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải so với vị trí nội suy.

Fig.9C thể hiện bộ lọc nội suy bất đối xứng là bộ lọc nội suy 5-tap và bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-1}, p_0, p_1, p_2, p_3\}$. Theo đó, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện đối với hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái, ba điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải nằm bất đối xứng so với vị trí nội suy.

Fig.9D thể hiện bộ lọc nội suy đối xứng là bộ lọc nội suy 6-tap và bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-2}, p_{-1}, p_0, p_1, p_2, p_3\}$. Theo đó, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện bằng cách sử dụng ba điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái và ba điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải nằm đối xứng so với vị trí nội suy.

Các hình vẽ từ Fig.10A đến Fig.10C lần lượt thể hiện các hệ số lọc của các bộ lọc nội suy 7-tap được xác định dựa vào vị trí nội suy và kích thước của bộ lọc cửa sổ, theo các phương án của sáng chế.

Fig.10A thể hiện bộ lọc nội suy bất đối xứng bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-3}, p_{-2}, p_{-1}, p_0, p_1, p_2, p_3\}$. Theo đó, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được thể hiện trên Fig.10A, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện đối với bốn điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái và ba điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải nằm bất đối xứng so với vị trí với nội suy.

Fig.10B thể hiện bộ lọc nội suy bất đối xứng bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-2}, p_{-1}, p_0, p_1, p_2, p_3, p_4\}$. Theo đó, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được thể hiện trên Fig.10B, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện đối với ba điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái và bốn điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải nằm bất đối xứng so với vị trí với nội suy.

Fig.10C thể hiện bộ lọc nội suy bất đối xứng bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-1}, p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5\}$. Theo đó, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được thể hiện trên Fig.10C, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện đối với hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái và năm điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải nằm bất đối xứng so với vị trí với nội suy.

Các hình vẽ từ Fig.11A đến Fig.11C lần lượt thể hiện các hệ số lọc của các bộ lọc nội suy 8-tap được xác định dựa vào vị trí nội suy và kích thước của bộ lọc cửa sổ, theo các phương án của sáng chế.

Fig.11A thể hiện bộ lọc nội suy đối xứng bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-3}, p_{-2}, p_{-1}, p_0, p_1, p_2, p_3, p_4\}$. Theo đó, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được thể hiện trên Fig.11A, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện đối với bốn điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái và bốn điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải nằm đối xứng so với vị trí nội suy.

Fig.11B thể hiện bộ lọc nội suy bất đối xứng bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-2}, p_{-1}, p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5\}$. Theo đó, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được thể hiện trên Fig.11B, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện đối với ba điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái

và năm điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải nằm bất đối xứng so với vị trí với nội suy.

Fig.11C thể hiện bộ lọc nội suy bất đối xứng bao gồm các hệ số lọc $\{p_{-4}, p_{-3}, p_{-2}, p_{-1}, p_0, p_1, p_2, p_3\}$. Theo đó, nếu phép nội suy theo chiều ngang được thực hiện bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được thể hiện trên Fig.11C, thì bước lọc nội suy có thể được thực hiện đối với năm điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên trái và ba điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bên phải nằm bất đối xứng so với vị trí với nội suy.

Các hình vẽ từ Fig.12A và Fig.12B lần lượt thể hiện các hệ số lọc của bộ lọc nội suy độ chói được chính quy hóa và bộ lọc nội suy sắc độ được chính quy hóa, theo các phương án của sáng chế.

Fig.12A và Fig.12B thể hiện các hệ số lọc của bộ lọc nội suy được chính quy hóa được chọn để giảm thiểu các vùng méo như được mô tả ở trên trong phần <Bộ lọc nội suy được chính quy hóa>.

Theo Fig.12A, kích thước của bộ lọc cửa sổ N được điều chỉnh để chính quy hóa bộ lọc nội suy độ chói. Trong số các bộ lọc nội suy khác nhau được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.9A đến Fig.11C, bộ lọc nội suy 7-tap $\{-1, 4, -10, 58, 17, -5, -1\}$ có kích thước cửa sổ là 8,7 có thể được chọn làm bộ lọc nội suy độ chói được chính quy hóa để thực hiện bước lọc nội suy đơn vị $1/4$ điểm ảnh. Ngoài ra, bộ lọc nội suy 8-tap $\{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1\}$ có kích thước cửa sổ là 9,5 có thể được chọn làm bộ lọc nội suy độ chói được chính quy hóa để thực hiện bước lọc nội suy đơn vị $1/2$ điểm ảnh. Nói cách khác, bộ lọc nội suy bất đối xứng có thể được chọn làm bộ lọc nội suy độ chói của đơn vị $1/4$ điểm ảnh được chính quy hóa, và bộ lọc nội suy đối xứng có thể được chọn làm bộ lọc nội suy độ chói của đơn vị $1/2$ điểm ảnh được chính quy hóa.

Theo Fig.12B, độ mịn σ được điều chỉnh để chính quy hóa bộ lọc nội suy sắc độ. Bộ lọc nội suy đối xứng 4-tap của đơn vị $1/8$ điểm ảnh có thể được chọn làm bộ lọc nội suy sắc độ được chính quy hóa.

Bước mã hóa và giải mã video sử dụng bộ lọc nội suy, theo các phương án của sáng chế, được mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ từ Fig.13A đến Fig.27. Bước mã hóa và giải mã video dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, theo các phương án của sáng chế, được mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ từ Fig.15 đến Fig.25. Các

phương pháp mã hóa và giải mã video bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy, theo các phương án của sáng chế, được mô tả dưới đây dựa vào Fig.26 và Fig.27.

Khi các hoạt động khác nhau được thực hiện đối với dữ liệu hình ảnh, thì dữ liệu hình ảnh này có thể được phân chia thành các nhóm dữ liệu và cùng hoạt động có thể được thực hiện đối với dữ liệu của cùng nhóm dữ liệu. Trong phần mô tả sau, nhóm dữ liệu được tạo thành theo tiêu chuẩn định trước được gọi là "đơn vị dữ liệu", và hoạt động được thực hiện đối với mỗi "đơn vị dữ liệu" bằng cách sử dụng dữ liệu có trong đơn vị dữ liệu này.

<Mã hóa và giải mã video bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy>

Fig.13A là sơ đồ khối thể hiện thiết bị mã hóa video 100 sử dụng bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế.

Các hoạt động của bộ mã hóa 120 và bộ phận kết xuất 130 của thiết bị mã hóa video 100 có thể được điều khiển theo cách phối hợp bởi bộ xử lý mã hóa video, CPU và bộ xử lý đồ họa.

Để mã hóa ảnh hiện thời của video đầu vào, thiết bị mã hóa video 100 phân chia ảnh hiện thời thành các đơn vị dữ liệu có kích thước định trước và mã hóa mỗi đơn vị dữ liệu này.

Ví dụ, ảnh hiện thời bao gồm các điểm ảnh ở miền không gian. Để mã hóa các điểm ảnh liên kế về không gian của ảnh hiện thời ở cùng thời điểm, ảnh hiện thời này có thể được phân chia thành các nhóm điểm ảnh có kích thước định trước theo cách mà các điểm ảnh liên kế nằm trong một phạm vi định trước từ một nhóm. Bằng cách thực hiện hàng loạt các hoạt động mã hóa đối với các điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh đã phân chia, ảnh hiện thời này có thể được mã hóa.

Vì dữ liệu ban đầu của ảnh cần được mã hóa là các giá trị điểm ảnh ở miền không gian, nên mỗi nhóm điểm ảnh có thể được sử dụng làm đơn vị dữ liệu cần được mã hóa. Ngoài ra, khi các hệ số biến đổi ở miền biến đổi được tạo ra bằng cách thực hiện phép biến đổi để mã hóa video đối với các giá trị điểm ảnh của nhóm điểm ảnh ở miền không gian, thì các hệ số biến đổi có trong các nhóm hệ số có cùng kích thước với các nhóm điểm ảnh ở miền không gian. Theo đó, nhóm hệ số của các hệ số biến đổi ở miền biến đổi cũng có thể được sử dụng làm đơn vị dữ liệu để mã hóa ảnh.

Theo đó, ở miền không gian và miền biến đổi, nhóm dữ liệu có kích thước định trước có thể được sử dụng làm đơn vị dữ liệu cần được mã hóa. Trong trường hợp này,

kích thước của đơn vị dữ liệu có thể được xác định dưới dạng số lượng đoạn dữ liệu có trong đơn vị dữ liệu này. Ví dụ, số lượng điểm ảnh ở miền không gian hoặc số lượng hệ số biến đổi ở miền biến đổi có thể thể hiện kích thước của đơn vị dữ liệu.

Phương pháp mã hóa hoặc các đặc điểm mã hóa của đơn vị dữ liệu hiện thời có thể được xác định đối với mỗi nhóm dữ liệu của mức dữ liệu bất kỳ trong số đơn vị dữ liệu, lát, ảnh, và trình tự ảnh của video hiện được mã hóa.

Thiết bị mã hóa video 100 có thể mã hóa ảnh hiện thời bằng cách thực hiện bước mã hóa dự đoán bao gồm phép dự đoán liên ảnh và dự đoán nội ảnh, biến đổi, lượng tử hóa và mã hóa entropy đối với mỗi đơn vị dữ liệu.

Theo phép dự đoán liên ảnh, để đánh giá giá trị điểm ảnh hiện thời dựa vào giá trị điểm ảnh của ảnh tạm thời đứng trước và đứng Sau đây, có thể xác định dữ liệu dư giữa giá trị điểm ảnh của vùng tham chiếu của ảnh tham chiếu và giá trị điểm ảnh của ảnh hiện thời, và dữ liệu tham chiếu biểu thị giá trị điểm ảnh cần được tham chiếu đến.

Để thực hiện phép dự đoán liên ảnh một cách chính xác hơn, thiết bị mã hóa video 100 có thể xác định dữ liệu dư và dữ liệu tham chiếu bằng cách sử dụng giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ. Để thực hiện phép dự đoán liên ảnh đơn vị điểm ảnh phụ, thiết bị mã hóa video 100 có thể xác định giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ nằm giữa các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liên kề bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liên kề này.

Ngoài ra, giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ có thể được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc nội suy đối với hai hoặc nhiều hơn hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bao gồm các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liên kề này. Các điểm ảnh tham chiếu để thực hiện bước lọc nội suy có thể là các điểm ảnh của ảnh tham chiếu.

Để thực hiện phép nội suy hình ảnh một cách hiệu quả, thiết bị mã hóa video 100 có thể xác định một cách chọn lọc các hệ số lọc nội suy. Bộ mã hóa 120 có thể bao gồm thiết bị nội suy hình ảnh 10 được minh họa trên Fig.1. Nói cách khác, để thực hiện phép dự đoán liên ảnh đơn vị điểm ảnh phụ, bộ mã hóa 120 có thể tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy bao gồm các hệ số lọc được xác định bởi thiết bị nội suy hình ảnh 10 dựa vào phép biến đổi và biến đổi ngược.

Để thực hiện bước lọc nội suy một cách hiệu quả, thiết bị mã hóa video 100 có thể lưu trữ trước đó các hệ số lọc nội suy trong bộ nhớ. Theo vị trí nội suy, độ mịn, số lượng tap lọc, độ sâu bit, tỷ lệ thay đổi tỷ lệ, hàm cơ sở của bước lọc nội suy dựa vào phép biến đổi, hàm cửa sổ và kích thước cửa sổ, các hệ số lọc nội suy khác nhau có thể được lưu trữ trong bộ nhớ của thiết bị mã hóa video 100.

Ví dụ, i) bộ lọc nội suy của đơn vị 1/4 điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 7-tap $\{-1, 4, -10, 58, 17, -5, 1\}$ và có kích thước cửa sổ là 8,7, và ii) bộ lọc nội suy của đơn vị 1/2 điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 8-tap $\{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1\}$ và có kích thước cửa sổ là 9,5 có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và có thể được sử dụng để thực hiện bước lọc nội suy.

Ngoài các hệ số lọc nội suy nêu trên, các hệ số lọc nội suy biến đổi được theo các hàm cơ sở và hàm cửa sổ khác nhau như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.9A đến Fig.12B có thể được sử dụng để thực hiện bước lọc nội suy.

Nếu bước lọc nội suy được thực hiện bằng cách sử dụng các hệ số lọc được lưu trữ trong bộ nhớ, thì tốc độ tính toán của phép dự đoán liên ảnh có thể được cải thiện.

Trong số các bộ lọc nội suy, bộ mã hóa 120 có thể chọn và sử dụng bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng để thực hiện phép dự đoán liên ảnh theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ α . Bên cạnh đó, bộ lọc nội suy thích hợp cho điểm ảnh hiện thời có thể được xác định theo số lượng tap lọc, độ sâu bit, tỷ lệ thay đổi tỷ lệ, kích thước của bộ lọc cửa sổ, độ mịn, v.v.

Bộ mã hóa 120 có thể xác định bộ lọc nội suy theo các đặc điểm của hình ảnh. Ví dụ, bộ mã hóa 120 có thể xác định các bộ lọc nội suy khác nhau theo các thành phần màu sắc của các điểm ảnh. Ví dụ, bộ lọc nội suy đối với các điểm ảnh độ chói và bộ lọc nội suy đối với các điểm ảnh sắc độ có thể được chọn theo cách riêng biệt và do đó các giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ có thể được tạo ra riêng biệt bằng cách thực hiện bước lọc nội suy.

Video có thể được mã hóa bằng cách thực hiện phép dự đoán liên ảnh dựa vào phép nội suy đơn vị điểm ảnh phụ, dự đoán nội ảnh, biến đổi và lượng tử hóa.

Bộ phận kết xuất 130 có thể mã hóa và kết xuất thông tin mã hóa và có thể kết xuất dữ liệu ảnh được mã hóa. Là thông tin mã hóa, thông tin về bộ lọc nội suy được chọn có thể được mã hóa bổ sung. Nói cách khác, thông tin về bộ lọc nội suy được sử dụng để thực hiện bước mã hóa dự đoán đơn vị điểm ảnh phụ có thể được mã hóa. Ví

dụ, bộ giải mã cần biết về bộ lọc nội suy được sử dụng để mã hóa hình ảnh nhằm giải mã hình ảnh bằng cách sử dụng cùng bộ lọc nội suy được sử dụng trong quy trình mã hóa. Đối với việc này, thông tin biểu thị bộ lọc nội suy được sử dụng có thể được mã hóa cùng với hình ảnh. Tuy nhiên, nếu bộ lọc được chọn dựa vào kết quả mã hóa trước đó, nghĩa là, ngữ cảnh, thông tin về bộ lọc được chọn này có thể không được mã hóa bổ sung.

Bộ phận kết xuất 130 có thể thực hiện bước mã hóa entropy đối với thông tin mã hóa và dữ liệu ảnh được mã hóa và có thể kết xuất dòng bit.

Fig.13B là sơ đồ khối thể hiện thiết bị giải mã video 200 sử dụng bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế.

Thiết bị giải mã video 200 bao gồm bộ thu và trích xuất 220 và bộ giải mã 230. Hoạt động của bộ thu và trích xuất 220 và bộ giải mã 230 của thiết bị giải mã video 200 có thể được điều khiển phối hợp bởi bộ xử lý giải mã video, bộ xử lý đồ họa và CPU.

Để khôi phục ảnh từ dòng bit, thiết bị giải mã video 200 có thể giải mã dữ liệu ảnh được mã hóa của dòng bit bằng cách thực hiện các hoạt động bao gồm phép giải mã entropy, lượng tử hóa ngược, biến đổi ngược, dự đoán liên ảnh/bù và dự đoán nội ảnh/bù.

Bộ thu và trích xuất 220 nhận và phân tích cú pháp dòng bit của video được mã hóa. Bộ thu và trích xuất 220 này có thể trích xuất dữ liệu được mã hóa của mỗi đơn vị dữ liệu của ảnh hiện thời, và thông tin mã hóa bao gồm thông tin về phương pháp mã hóa cần được sử dụng để giải mã dữ liệu được mã hóa, từ dòng bit được phân tích cú pháp.

Nếu thông tin mã hóa bao gồm thông tin bộ lọc nội suy, thì bộ giải mã 230 có thể đọc thông tin về bộ lọc nội suy được sử dụng để thực hiện phép dự đoán nội ảnh đơn vị điểm ảnh phụ từ thông tin bộ lọc nội suy, và có thể thực hiện bước bù chuyển động bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy được sử dụng trong quy trình mã hóa.

Bộ giải mã 230 có thể giải mã dữ liệu ảnh được mã hóa bằng cách thực hiện các hoạt động giải mã khác nhau chẳng hạn như giải mã entropy, lượng tử hóa ngược, biến đổi ngược, dự đoán liên ảnh/bù và dự đoán nội ảnh/bù đối với ảnh được mã hóa theo các phương pháp giải mã khác nhau được xác định dựa vào thông tin về chế độ mã hóa.

Để thực hiện bước bù chuyển động, vùng tham chiếu của ảnh tham chiếu mà đứng trước và đứng sau về mặt thời gian đối với ảnh hiện thời có thể được xác định bằng cách sử dụng dữ liệu tham chiếu, và giá trị điểm ảnh của vùng tham chiếu và dữ liệu dư có thể được kết hợp để khôi phục giá trị điểm ảnh hiện thời.

Nếu dữ liệu dư và dữ liệu tham chiếu được xác định dựa vào các điểm ảnh được nội suy theo đơn vị điểm ảnh phụ trong quy trình mã hóa, thì bộ giải mã 230 có thể còn thực hiện bước bù chuyển động dựa vào các điểm ảnh được nội suy trong đơn vị điểm ảnh phụ. Để thực hiện bước bù chuyển động đơn vị điểm ảnh phụ, bộ giải mã 230 có thể tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liền kề của ảnh tham chiếu. Giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ này có thể được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc nội suy đối với hai hoặc nhiều hơn hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên bao gồm các điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh nguyên liền kề.

Để thực hiện phép nội suy hình ảnh một cách hiệu quả, thiết bị giải mã video 200 có thể xác định theo cách chọn lọc các hệ số lọc nội suy. Bộ giải mã 230 có thể bao gồm thiết bị nội suy hình ảnh 10 được minh họa trên Fig.1. Nói cách khác, để thực hiện bước bù chuyển động đơn vị điểm ảnh phụ, bộ giải mã 230 có thể tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy dựa vào phép biến đổi.

Để thực hiện bước lọc nội suy một cách hiệu quả, thiết bị giải mã video 200 có thể lưu trữ trước đó các hệ số lọc nội suy chọn được theo cách khác nhau trong bộ nhớ theo vị trí nội suy, độ mịn, số lượng tap lọc, độ sâu bit, tỷ lệ thay đổi tỷ lệ và hàm cơ sở của bước lọc nội suy dựa vào phép biến đổi.

Như được mô tả ở trên, ví dụ, ít nhất một trong số i) bộ lọc nội suy của đơn vị 1/4 điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 7-tap $\{-1, 4, -10, 58, 17, -5, 1\}$ và có kích thước cửa sổ là 8,7, và ii) bộ lọc nội suy của đơn vị 1/2 điểm ảnh bao gồm các hệ số lọc 8-tap $\{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1\}$ và có kích thước cửa sổ là 9,5 có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và có thể được sử dụng để thực hiện bước lọc nội suy. Ngoài các hệ số lọc nội suy nêu trên, các hệ số lọc nội suy biến đổi được theo các hàm cơ sở và hàm cửa sổ khác nhau như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.9A đến Fig.12B có thể được sử dụng để thực hiện bước lọc nội suy.

Trong số các bộ lọc nội suy, bộ giải mã 230 có thể chọn và sử dụng bộ lọc nội suy thích hợp đối với điểm ảnh hiện thời để thực hiện bước bù chuyển động đơn vị điểm ảnh phụ theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ α , số lượng tap lọc, độ sâu bit, tỷ lệ thay đổi tỷ lệ, v.v.

Ngoài ra, bộ giải mã 230 có thể xác định bộ lọc nội suy theo các đặc điểm của hình ảnh. Ví dụ, các bộ lọc nội suy khác nhau có thể được xác định theo các thành phần màu sắc của các điểm ảnh, bước lọc nội suy đối với các điểm ảnh độ chói và bước lọc nội suy đối với các điểm ảnh sắc độ có thể được thực hiện một cách riêng biệt, và do đó giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ được nội suy có thể được tạo ra riêng biệt.

Theo đó, bộ giải mã 230 có thể khôi phục dữ liệu ở miền không gian bằng cách thực hiện phép lượng tử hóa/biến đổi ngược, và có thể khôi phục các giá trị điểm ảnh và ảnh hiện thời bằng cách thực hiện phép dự đoán nội ảnh và bù chuyển động dựa vào bước nội suy đơn vị điểm ảnh phụ cũng như nội suy đơn vị điểm ảnh nguyên. Nếu các ảnh được khôi phục, thì video có thể được giải mã.

Fig.14A là lưu đồ thể hiện phương pháp mã hóa hình ảnh sử dụng bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế.

Ở bước 1410, để mã hóa ảnh hiện thời của video đầu vào, bước mã hóa dự đoán sử dụng phép nội suy đơn vị điểm ảnh phụ được thực hiện. Trong số các bộ lọc nội suy để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, bộ lọc nội suy được chọn theo cách khác nhau dựa vào vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ và độ mịn. Độ mịn của bộ lọc nội suy có thể được xác định dựa vào khoảng cách giữa vị trí nội suy và các đơn vị điểm ảnh nguyên.

Giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ có thể được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc nội suy đối với hai hoặc nhiều hơn hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên của ảnh tham chiếu. Dữ liệu dư và dữ liệu tham chiếu được xác định bằng cách sử dụng giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ đã tạo ra, nhờ đó thực hiện bước mã hóa dự đoán.

Để thực hiện phép nội suy hình ảnh một cách hiệu quả, các hệ số lọc nội suy có thể được xác định một cách chọn lọc. Bộ nhớ có thể lưu trữ các hệ số lọc nội suy của các bộ lọc nội suy đối xứng và bất đối xứng, các bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ và chẵn và các bộ lọc nội suy được chính quy hóa. Trong số các hệ số lọc nội suy được

lưu trữ trước đó trong bộ nhớ, bộ lọc nội suy mong muốn có thể được chọn theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ, độ mịn, số lượng tap lọc, độ sâu bit, tỷ lệ thay đổi tỷ lệ, hàm cơ sở của bước lọc nội suy dựa vào phép biến đổi, kích thước của bộ lọc cửa sổ, và thành phần màu sắc, và phép nội suy có thể được thực hiện để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ.

Ở bước 1420, phép biến đổi và lượng tử hóa được thực hiện đối với kết quả dự đoán liên ảnh dựa vào phép nội suy đơn vị điểm ảnh phụ và dự đoán nội ảnh.

Ở bước 1430, dòng bit có thể được kết xuất bằng cách thực hiện bước mã hóa entropy đối với thông tin mã hóa và dữ liệu ảnh được mã hóa dưới dạng các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Thông tin mã hóa này có thể bao gồm thông tin về bộ lọc nội suy được sử dụng để thực hiện bước mã hóa dự đoán đơn vị điểm ảnh phụ.

Fig.14B là lưu đồ thể hiện phương pháp giải mã hình ảnh sử dụng bộ lọc nội suy, theo một phương án của sáng chế.

Ở bước 1450, dòng bit của video được mã hóa nhận được, được giải mã entropy, và được phân tích cú pháp để trích xuất các hệ số biến đổi được lượng tử hóa và thông tin mã hóa của ảnh hiện thời từ dòng bit.

Nếu thông tin mã hóa bao gồm thông tin về bộ lọc nội suy, thì loại bộ lọc nội suy cần thiết có thể được đọc ra từ thông tin này.

Ở bước 1460, theo các phương pháp giải mã khác nhau được xác định dựa vào chế độ mã hóa được đọc từ thông tin mã hóa, phép lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược được thực hiện đối với các hệ số biến đổi được lượng tử hóa, và dữ liệu dư được thêm vào, nhờ đó khôi phục dữ liệu ở miền không gian.

Ở bước 1470, dữ liệu ảnh được mã hóa có thể được giải mã bằng cách thực hiện các hoạt động giải mã khác nhau chẳng hạn như bù chuyển động và dự đoán nội ảnh dựa vào chế độ mã hóa.

Cụ thể, nếu dữ liệu dư và dữ liệu tham chiếu được mã hóa được trích xuất dựa vào các điểm ảnh được nội suy trong đơn vị điểm ảnh phụ, thì phép bù chuyển động có thể được thực hiện dựa vào các điểm ảnh được nội suy trong đơn vị điểm ảnh phụ này. Trong số các bộ lọc nội suy để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, các bộ lọc nội suy được chọn theo cách khác nhau dựa vào vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ và độ mịn.

Để thực hiện phép nội suy hình ảnh một cách hiệu quả, các hệ số lọc nội suy có thể được xác định theo cách chọn lọc. Bộ nhớ có thể lưu trữ các hệ số lọc nội suy của các bộ lọc nội suy đối xứng và bất đối xứng, các bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ và chẵn, và các bộ lọc nội suy được chính quy hóa. Trong số các hệ số lọc nội suy được lưu trữ trước đó trong bộ nhớ, bộ lọc nội suy mong muốn có thể được chọn theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ, độ mịn, số lượng tap lọc, độ sâu bit, tỷ lệ thay đổi tỷ lệ, hàm cơ sở của bước lọc nội suy dựa vào phép biến đổi, kích thước của bộ lọc cửa sổ, và thành phần màu sắc, và phép nội suy có thể được thực hiện để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ.

Vì phép bù chuyển động được thực hiện đối với các điểm ảnh được nội suy bằng cách sử dụng các hệ số lọc nội suy được lưu trữ trước đó trong bộ nhớ, nên tốc độ tính toán có thể được tăng lên. Bộ nhớ có thể lưu trữ các bộ lọc nội suy đối xứng và bất đối xứng, và các bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ và chẵn.

Ảnh tham chiếu và vùng tham chiếu được xác định bằng cách sử dụng dữ liệu tham chiếu, và giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ có thể được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc nội suy đối với hai hoặc nhiều hơn hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên của ảnh tham chiếu. Phép bù chuyển động có thể được thực hiện bằng cách kết hợp giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ đã tạo ra và dữ liệu dư, và do đó bước giải mã dự đoán có thể được thực hiện.

Ở bước 1480, ảnh hiện thời được khôi phục bằng cách sử dụng các giá trị điểm ảnh thu được bằng cách thực hiện bước giải mã dự đoán, và do đó video được giải mã.

<Mã hóa và giải mã video sử dụng phép nội suy dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây>

Thiết bị mã hóa video và thiết bị giải mã video sử dụng bộ lọc nội suy dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, các phương pháp mã hóa video và phương pháp giải mã video tương ứng với thiết bị mã hóa video và thiết bị giải mã video, theo các phương án của sáng chế, hiện sẽ được mô tả một cách chi tiết dựa vào các hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.27.

Thiết bị mã hóa video 100 có thể mã hóa video dựa vào các đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây.

Ảnh hiện thời của video có thể được phân chia dựa vào đơn vị mã hóa tối đa đối với ảnh hiện thời này. Nếu ảnh hiện thời lớn hơn đơn vị mã hóa tối đa, thì dữ liệu hình

ảnh của ảnh hiện thời có thể được phân chia thành ít nhất một đơn vị mã hóa tối đa. Đơn vị mã hóa tối đa này có thể là đơn vị dữ liệu có kích thước bằng 32×32 , 64×64 , 128×128 , 256×256 , v.v., trong đó hình dạng của đơn vị dữ liệu là hình vuông có chiều rộng và chiều dài là lũy thừa cơ số 2. Bộ mã hóa 120 có thể mã hóa dữ liệu ảnh của mỗi trong số ít nhất một đơn vị mã hóa tối đa.

Đơn vị mã hóa theo một phương án của sáng chế có thể được đặc trưng bởi kích thước tối đa và độ sâu. Độ sâu biểu thị số lần đơn vị mã hóa được phân chia theo không gian từ đơn vị mã hóa tối đa, và khi độ sâu sâu thêm, thì các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu này có thể được phân chia từ đơn vị mã hóa tối đa đến đơn vị mã hóa tối thiểu. Độ sâu của đơn vị mã hóa tối đa là độ sâu trên cùng và độ sâu của đơn vị mã hóa tối thiểu là độ sâu dưới cùng. Vì kích thước của đơn vị mã hóa tương ứng với mỗi độ sâu giảm đi khi độ sâu của đơn vị mã hóa tối đa sâu thêm, nên đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu phía trên có thể bao gồm các đơn vị mã hóa tương ứng với các độ sâu phía dưới.

Như được mô tả ở trên, dữ liệu hình ảnh của ảnh hiện thời được phân chia thành đơn vị mã hóa tối đa theo kích thước tối đa của đơn vị mã hóa, và mỗi trong số các đơn vị mã hóa tối đa có thể bao gồm các đơn vị mã hóa sâu hơn mà được phân chia theo các độ sâu. Vì đơn vị mã hóa tối đa theo một phương án của sáng chế được phân chia theo các độ sâu, nên dữ liệu hình ảnh của miền không gian có trong đơn vị mã hóa tối đa này có thể được phân loại theo cách phân cấp theo các độ sâu.

Độ sâu tối đa và kích thước tối đa của đơn vị mã hóa, mà giới hạn tổng số lần chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa tối đa được phân chia theo cách phân cấp, có thể được xác định trước.

Bộ mã hóa 120 mã hóa ít nhất một vùng phân chia thu được bằng cách phân chia vùng của đơn vị mã hóa tối đa theo các độ sâu, và xác định độ sâu để kết xuất dữ liệu hình ảnh được mã hóa cuối cùng theo ít nhất một vùng phân chia. Nói cách khác, bộ mã hóa 120 xác định độ sâu được mã hóa bằng cách mã hóa dữ liệu hình ảnh trong các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, theo đơn vị mã hóa tối đa của ảnh hiện thời, và chọn độ sâu có sai số mã hóa ít nhất.

Bộ mã hóa 120 có thể kết xuất dữ liệu ảnh được mã hóa của đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa đã xác định. Ngoài ra, bộ mã hóa 120 có thể truyền

thông tin về độ sâu được mã hóa đã xác định đến bộ phận kết xuất 130 sao cho thông tin về độ sâu được mã hóa này có thể được mã hóa dưới dạng thông tin mã hóa.

Dữ liệu hình ảnh theo đơn vị mã hóa tối đa được mã hóa dựa vào các đơn vị mã hóa sâu hơn tương ứng với ít nhất một độ sâu bằng hoặc bên dưới độ sâu tối đa, và các kết quả mã hóa dữ liệu hình ảnh được so sánh dựa vào mỗi trong số các đơn vị mã hóa sâu hơn. Độ sâu có sai số mã hóa ít nhất có thể được chọn sau khi so sánh các sai số mã hóa của các đơn vị mã hóa sâu hơn. Ít nhất một độ sâu được mã hóa có thể được chọn cho mỗi đơn vị mã hóa tối đa.

Kích thước của đơn vị mã hóa tối đa được phân chia khi đơn vị mã hóa được phân chia theo cách phân cấp theo các độ sâu, và khi số lượng đơn vị mã hóa tăng lên. Ngoài ra, ngay cả khi các đơn vị mã hóa tương ứng với cùng độ sâu trong đơn vị mã hóa tối đa, thì cần xác định xem có phân chia mỗi trong số các đơn vị mã hóa tương ứng với cùng độ sâu đến độ sâu phía dưới hay không bằng cách lần lượt đo sai số mã hóa của dữ liệu hình ảnh của mỗi đơn vị mã hóa. Theo đó, ngay cả khi dữ liệu hình ảnh có trong đơn vị mã hóa tối đa, thì dữ liệu hình ảnh này được phân chia thành các vùng theo các độ sâu và các sai số mã hóa có thể khác nhau theo các vùng trong đơn vị mã hóa tối đa này, và do đó các độ sâu được mã hóa có thể khác nhau theo các vùng trong dữ liệu hình ảnh. Do đó, một hoặc nhiều độ sâu được mã hóa có thể được xác định trong đơn vị mã hóa tối đa, và dữ liệu ảnh của đơn vị mã hóa tối đa này có thể được chia theo các đơn vị mã hóa có ít nhất một độ sâu được mã hóa.

Theo đó, bộ mã hóa 120 có thể xác định các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây có trong đơn vị mã hóa tối đa. "Các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây" theo một phương án của sáng chế bao gồm các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được xác định là độ sâu được mã hóa, trong số tất cả các đơn vị mã hóa sâu hơn có trong đơn vị mã hóa tối đa. Đơn vị mã hóa có độ sâu được mã hóa có thể được xác định theo cách phân cấp theo các độ sâu trong cùng vùng của đơn vị mã hóa tối đa, và có thể được xác định một cách độc lập ở các vùng khác nhau. Tương tự, độ sâu được mã hóa ở vùng hiện thời có thể được xác định một cách độc lập với độ sâu được mã hóa ở vùng khác.

Độ sâu tối đa theo một phương án của sáng chế là chỉ số liên quan đến số lần phân chia được thực hiện từ đơn vị mã hóa tối đa đến đơn vị mã hóa tối thiểu. Độ sâu tối đa thứ nhất theo một phương án của sáng chế có thể biểu thị tổng số lần phân chia được thực hiện từ đơn vị mã hóa tối đa đến đơn vị mã hóa tối thiểu. Độ sâu tối đa thứ hai theo một phương án của sáng chế có thể biểu thị tổng số mức độ sâu từ đơn vị mã

hóa tối đa đến đơn vị mã hóa tối thiểu. Ví dụ, khi độ sâu của đơn vị mã hóa tối đa bằng 0, thì độ sâu của đơn vị mã hóa, trong đó các đơn vị mã hóa tối đa được phân chia một lần, có thể được thiết lập thành 1, và độ sâu của đơn vị mã hóa, trong đó đơn vị mã hóa tối đa được phân chia hai lần, có thể được thiết lập thành 2. Ở đây, nếu đơn vị mã hóa tối thiểu là đơn vị mã hóa trong đó các đơn vị mã hóa tối đa được phân chia bốn lần, thì 5 mức độ sâu 0, 1, 2, 3 và 4 tồn tại, và do đó độ sâu tối đa thứ nhất có thể được thiết lập thành 4, và độ sâu tối đa thứ hai có thể được thiết lập thành 5.

Bước mã hóa dự đoán và biến đổi có thể được thực hiện theo đơn vị mã hóa tối đa. Bước mã hóa dự đoán và biến đổi còn được thực hiện dựa vào các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu bằng hoặc các độ sâu thấp hơn độ sâu tối đa, theo đơn vị mã hóa tối đa.

Vì số lượng đơn vị mã hóa sâu hơn tăng lên bất cứ khi nào đơn vị mã hóa tối đa được phân chia theo các độ sâu, nên bước mã hóa bao gồm bước mã hóa dự đoán và biến đổi được thực hiện đối với tất cả các đơn vị mã hóa sâu hơn được tạo ra khi độ sâu sâu thêm. Để thuận tiện cho việc mô tả, bước mã hóa dự đoán và biến đổi hiện sẽ được mô tả dựa vào đơn vị mã hóa có độ sâu hiện thời, trong đơn vị mã hóa tối đa.

Thiết bị mã hóa video 100 có thể chọn theo cách khác nhau kích thước hoặc hình dạng của đơn vị dữ liệu để mã hóa dữ liệu hình ảnh. Để mã hóa dữ liệu hình ảnh, các hoạt động, chẳng hạn như, mã hóa dự đoán, biến đổi và mã hóa entropy, được thực hiện, và ở thời điểm này, cùng đơn vị dữ liệu có thể được sử dụng cho tất cả các hoạt động hoặc các đơn vị dữ liệu khác nhau có thể được sử dụng cho mỗi hoạt động này.

Ví dụ, thiết bị mã hóa video 100 có thể chọn không chỉ đơn vị mã hóa để mã hóa dữ liệu hình ảnh, mà còn chọn đơn vị dữ liệu khác với đơn vị mã hóa để thực hiện bước mã hóa dự đoán đối với dữ liệu hình ảnh trong đơn vị mã hóa này.

Để thực hiện bước mã hóa dự đoán trong đơn vị mã hóa tối đa, bước mã hóa dự đoán có thể được thực hiện dựa vào đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa, nghĩa là, dựa vào đơn vị mã hóa mà không còn được phân chia thành các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu phía dưới. Sau đây, đơn vị mã hóa mà không còn được phân chia và trở thành đơn vị cơ bản để mã hóa dự đoán hiện sẽ được gọi là "đơn vị dự đoán". Phân vùng thu được bằng cách phân chia đơn vị dự đoán có thể bao gồm đơn vị dự đoán hoặc đơn vị dữ liệu thu được bằng cách phân chia ít nhất một trong số chiều cao và chiều rộng của đơn vị dự đoán.

Ví dụ, khi đơn vị mã hóa có kích thước $2N \times 2N$ (trong đó N là số nguyên dương) không còn được phân chia và trở thành đơn vị dự đoán $2N \times 2N$, thì kích thước của phân vùng có thể là $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ hoặc $N \times N$. Các ví dụ về kiểu phân vùng bao gồm các phân vùng đối xứng thu được bằng cách phân chia đối xứng chiều cao hoặc chiều rộng của đơn vị dự đoán, các phân vùng thu được bằng cách phân chia bất đối xứng chiều cao hoặc chiều rộng của đơn vị dự đoán, chẳng hạn như 1:n hoặc n:1, các phân vùng thu được bằng cách phân chia hình học đơn vị dự đoán, và các phân vùng có các hình dạng tùy ý.

Chế độ dự đoán của đơn vị dự đoán có thể là ít nhất một trong số chế độ nội ảnh, chế độ liên ảnh và chế độ bỏ qua. Ví dụ, chế độ nội ảnh hoặc chế độ liên ảnh có thể được thực hiện đối với các phân vùng $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ hoặc $N \times N$. Ngoài ra, chế độ bỏ qua có thể chỉ được thực hiện đối với các phân vùng của $2N \times 2N$. Bước mã hóa được thực hiện độc lập đối với một đơn vị dự đoán trong đơn vị mã hóa, nhờ đó chọn chế độ dự đoán có sai số mã hóa ít nhất.

Thiết bị mã hóa video 100 có thể còn thực hiện phép biến đổi đối với dữ liệu ảnh trong đơn vị mã hóa không chỉ dựa vào đơn vị mã hóa này để mã hóa dữ liệu hình ảnh, mà còn dựa vào đơn vị dữ liệu khác với đơn vị mã hóa này.

Để thực hiện phép biến đổi trong đơn vị mã hóa, phép biến đổi có thể được thực hiện dựa vào đơn vị biến đổi có kích thước nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị mã hóa. Ví dụ, đơn vị biến đổi dùng để biến đổi có thể bao gồm đơn vị dữ liệu dùng cho chế độ nội ảnh và đơn vị dữ liệu dùng cho chế độ liên ảnh.

Tương tự với các đơn vị mã hóa, đơn vị biến đổi trong đơn vị mã hóa có thể được phân chia theo cách đệ quy thành các vùng có kích thước nhỏ hơn, sao cho đơn vị biến đổi có thể được xác định một cách độc lập trong các đơn vị của các vùng này. Do đó, dữ liệu dư trong đơn vị mã hóa có thể được chia theo các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây theo các độ sâu biến đổi.

Độ sâu biến đổi biểu thị số lần phân chia được thực hiện để đạt đến đơn vị biến đổi bằng cách phân chia chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa có thể còn được thiết lập trong đơn vị biến đổi này. Ví dụ, trong đơn vị mã hóa hiện thời $2N \times 2N$, độ sâu biến đổi có thể bằng 0 khi kích thước của đơn vị biến đổi cũng là $2N \times 2N$, có thể bằng 1 khi kích thước của các đơn vị biến đổi là $N \times N$, và có thể bằng 2 khi kích thước

của các đơn vị biến đổi là $N/2 \times N/2$. Nói cách khác, các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây có thể được thiết lập theo các độ sâu biến đổi.

Thông tin mã hóa theo độ sâu mã hóa yêu cầu không chỉ thông tin về độ sâu mã hóa, mà còn yêu cầu thông tin về bước mã hóa dự đoán và biến đổi. Theo đó, bộ mã hóa 120 không chỉ xác định độ sâu được mã hóa có sai số mã hóa ít nhất, mà còn xác định kiểu phân vùng theo đơn vị dự đoán, chế độ dự đoán theo các đơn vị dự đoán, và kích thước của đơn vị biến đổi để biến đổi. Đối với phép dự đoán liên ảnh, thông tin mã hóa theo độ sâu được mã hóa có thể bao gồm thông tin liên quan đến bước lọc nội suy đối với các đơn vị điểm ảnh phụ.

Ngoài ra, bộ mã hóa 120 có thể thực hiện phép biến đổi bằng cách sử dụng các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây để mã hóa các đơn vị mã hóa, dựa vào mức phân chia tối đa của các đơn vị biến đổi, được thiết lập trước đó và theo cách giới hạn trong mỗi đơn vị mã hóa tối đa hoặc đơn vị mã hóa hiện thời.

Trong mỗi trong số các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, đơn vị biến đổi cơ bản có kích thước nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị mã hóa có thể được phân chia theo cách phân cấp thành các đơn vị biến đổi có các độ sâu biến đổi thấp hơn. Các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây có thể bao gồm đơn vị biến đổi cơ bản có kích thước tối đa hiện được cho phép, và các đơn vị biến đổi có mức sâu hơn so với mức phân chia tối đa được phép đối với các đơn vị mã hóa.

Sau khi thực hiện phép biến đổi ở mỗi mức theo các độ sâu biến đổi trong đơn vị mã hóa hiện thời, bộ mã hóa 120 có thể xác định các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, độc lập với các đơn vị biến đổi của các vùng liền kề và tạo ra cấu trúc phân cấp giữa các đơn vị biến đổi ở cùng vùng theo các độ sâu biến đổi.

Nói cách khác, các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây có thể được xác định bằng cách thực hiện phép biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hóa bằng cách sử dụng các đơn vị biến đổi có kích thước khác nhau và sau đó so sánh các kết quả biến đổi. Trong khi đơn vị mã hóa được xác định, đơn vị biến đổi để biến đổi đơn vị mã hóa có thể được xác định. Bất cứ khi nào các đơn vị mã hóa theo mỗi trong số một hoặc nhiều độ sâu được mã hóa, thì các đơn vị biến đổi theo mỗi trong số một hoặc nhiều độ sâu biến đổi có thể được sử dụng để thực hiện phép biến đổi.

Đơn vị biến đổi có sai số mã hóa ít nhất phải được xác định cho mỗi đơn vị mã hóa. Để xác định độ sâu biến đổi có sai số mã hóa tối thiểu theo đơn vị biến đổi, các

sai số mã hóa có thể được đo và so sánh trong tất cả các đơn vị biến đổi sâu hơn theo các độ sâu. Đơn vị biến đổi có thể được xác định dưới dạng đơn vị dữ liệu để giảm thiểu sai số biến đổi của đơn vị mã hóa.

Theo đó, vì sự kết hợp của đơn vị mã hóa sâu hơn và đơn vị biến đổi sâu hơn theo các độ sâu, mà có sai số mã hóa ít nhất, nên xác định được theo cách riêng biệt trong mỗi vùng của đơn vị mã hóa tối đa, các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây có thể được xác định.

Các phương pháp xác định các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, các phân vùng và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây trong đơn vị mã hóa tối đa, theo các phương án của sáng chế, sẽ được mô tả một cách chi tiết sau dựa vào các hình vẽ từ Fig.15 đến Fig.25.

Bộ mã hóa 120 có thể đo sai số mã hóa của các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu bằng cách sử dụng phép tối ưu hóa tỷ lệ méo dựa vào các bộ nhân Lagrange.

Thiết bị mã hóa video 100 có thể kết xuất dữ liệu hình ảnh của đơn vị mã hóa tối đa, mà được mã hóa dựa vào ít nhất một độ sâu được mã hóa được xác định bởi bộ mã hóa 120, và thông tin về chế độ mã hóa theo các độ sâu được mã hóa, mà được mã hóa bởi bộ phận kết xuất 130, dưới dạng dòng bit.

Thông tin về chế độ mã hóa của các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, mà được xác định dưới dạng ảnh được mã hóa dựa vào các đơn vị mã hóa, các đơn vị dự đoán và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, có thể có trong tiêu đề, tập tham số chuỗi (sequence parameter set, SPS) hoặc tập tham số ảnh (picture parameter set, PPS) của dòng bit.

Dữ liệu hình ảnh được mã hóa có thể thu được bằng cách mã hóa dữ liệu dư của hình ảnh.

Thông tin về chế độ mã hóa theo độ sâu được mã hóa có thể bao gồm thông tin về độ sâu được mã hóa, về kiểu phân vùng trong đơn vị dự đoán, chế độ dự đoán và kích thước của đơn vị biến đổi.

Thông tin về độ sâu được mã hóa có thể được xác định bằng cách sử dụng thông tin phân chia theo các độ sâu, mà thể hiện xem bước mã hóa có được thực hiện đối với các đơn vị mã hóa có độ sâu phía dưới hay không thay vì độ sâu hiện thời. Nếu độ sâu hiện thời của đơn vị mã hóa hiện thời là độ sâu được mã hóa, thì dữ liệu hình ảnh trong đơn vị mã hóa hiện thời được mã hóa và kết xuất, và do đó thông tin phân

chia có thể được xác định là không cần phân chia đơn vị mã hóa hiện thời thành độ sâu thấp hơn. Theo cách khác, nếu độ sâu hiện thời của đơn vị mã hóa hiện thời không phải là độ sâu được mã hóa, thì bước mã hóa được thực hiện đối với đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn, và do đó thông tin phân chia có thể được xác định là có phân chia đơn vị mã hóa hiện thời để thu các đơn vị mã hóa có độ sâu phía dưới.

Nếu độ sâu hiện thời không phải là độ sâu được mã hóa, thì bước mã hóa được thực hiện đối với đơn vị mã hóa mà được phân chia thành các đơn vị mã hóa có độ sâu phía dưới. Vì ít nhất một đơn vị mã hóa có độ sâu phía dưới tồn tại trong một đơn vị mã hóa có độ sâu hiện thời, nên bước mã hóa được thực hiện lặp lại đối với mỗi đơn vị mã hóa có độ sâu phía dưới này, và do đó bước mã hóa có thể được thực hiện theo cách đệ quy đối với các đơn vị mã hóa có cùng độ sâu.

Vì các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây được xác định cho một đơn vị mã hóa tối đa, và thông tin về ít nhất một chế độ mã hóa được xác định cho đơn vị mã hóa có độ sâu được mã hóa, nên thông tin về ít nhất một chế độ mã hóa có thể được xác định cho đơn vị mã hóa tối đa. Ngoài ra, độ sâu được mã hóa của dữ liệu ảnh của đơn vị mã hóa tối đa có thể khác nhau theo các vị trí vì dữ liệu hình ảnh được phân chia theo cách phân cấp theo các độ sâu, và do đó thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa có thể được thiết lập cho dữ liệu hình ảnh.

Theo đó, bộ phận kết xuất 130 có thể gán thông tin mã hóa về độ sâu được mã hóa tương ứng và chế độ mã hóa cho ít nhất một trong số đơn vị mã hóa, đơn vị dự đoán và đơn vị mã hóa tối thiểu có trong đơn vị mã hóa tối đa.

Đơn vị tối thiểu theo một phương án của sáng chế là đơn vị dữ liệu hình chữ nhật thu được bằng cách phân chia đơn vị mã hóa tối thiểu tạo thành độ sâu thấp nhất cho 4. Theo cách khác, đơn vị tối thiểu này có thể là đơn vị dữ liệu hình chữ nhật tối đa mà có thể có trong tất cả các đơn vị mã hóa, các đơn vị dự đoán, các đơn vị phân vùng và các đơn vị biến đổi có trong đơn vị mã hóa tối đa.

Ví dụ, thông tin mã hóa được kết xuất thông qua bộ phận kết xuất 130 có thể được phân loại thành thông tin mã hóa theo các đơn vị mã hóa, và thông tin mã hóa theo các đơn vị dự đoán. Thông tin mã hóa theo các đơn vị mã hóa có thể bao gồm thông tin về chế độ dự đoán và về kích thước của các phân vùng. Thông tin mã hóa theo các đơn vị dự đoán có thể bao gồm thông tin về hướng đánh giá của chế độ liên

ảnh, về chỉ số hình ảnh tham chiếu của chế độ liên ảnh, về vectơ chuyển động, về thành phần sắc độ của chế độ nội ảnh và về phương pháp nội suy của chế độ nội ảnh.

Thông tin về kích thước tối đa của đơn vị mã hóa được xác định theo các ảnh, lát hoặc GOP, và thông tin về độ sâu tối đa có thể được chèn vào tiêu đề, SPS hoặc PPS của dòng bit.

Trong thiết bị mã hóa video 100, đơn vị mã hóa sâu hơn có thể là đơn vị mã hóa thu được bằng cách chia chiều cao hoặc chiều rộng của đơn vị mã hóa có độ sâu phía trên, mà một lớp ở trên, cho hai. Nói cách khác, khi kích thước của đơn vị mã hóa có độ sâu hiện thời là $2N \times 2N$, thì kích thước của đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn là $N \times N$. Ngoài ra, đơn vị mã hóa có độ sâu hiện thời có kích thước là $2N \times 2N$ có thể bao gồm tối đa 4 đơn vị mã hóa có độ sâu phía dưới.

Theo đó, thiết bị mã hóa video 100 có thể tạo thành các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây bằng cách xác định các đơn vị mã hóa có hình dạng tối ưu và kích thước tối ưu cho mỗi đơn vị mã hóa tối đa, dựa vào kích thước của đơn vị mã hóa tối đa và độ sâu tối đa xác định được khi xem xét các đặc điểm của ảnh hiện thời. Ngoài ra, vì bước mã hóa có thể được thực hiện đối với mỗi đơn vị mã hóa tối đa bằng cách sử dụng bất kỳ trong số các chế độ dự đoán và biến đổi khác nhau, nên chế độ mã hóa tối ưu có thể được xác định khi xem xét các đặc điểm của đơn vị mã hóa có các kích thước hình ảnh khác nhau.

Do đó, nếu hình ảnh có độ phân giải cao hoặc lượng dữ liệu lớn được mã hóa trong khối macro thông thường, thì số lượng khối macro trên mỗi ảnh tăng lên quá mức. Theo đó, số lượng mẫu thông tin được nén được tạo ra cho mỗi khối macro tăng lên, và do đó rất khó để truyền thông tin được nén và hiệu quả nén dữ liệu giảm. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng thiết bị mã hóa video 100, hiệu quả nén hình ảnh có thể được tăng lên vì đơn vị mã hóa được điều chỉnh trong khi xem xét các đặc điểm của hình ảnh trong khi tăng kích thước tối đa của đơn vị mã hóa trong khi xem xét kích thước của hình ảnh.

Bộ phận kết xuất 130 có thể mã hóa và kết xuất thông tin mã hóa biểu thị phương pháp mã hóa được sử dụng để mã hóa video dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây. Thông tin mã hóa này có thể bao gồm thông tin về các chế độ mã hóa khác nhau của các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa, và thông tin về độ sâu được mã hóa này.

Các định nghĩa về các thuật ngữ khác nhau, chẳng hạn như đơn vị mã hóa, độ sâu, đơn vị dự đoán, đơn vị biến đổi và thông tin về các chế độ mã hóa khác nhau, đối với các hoạt động khác nhau của thiết bị giải mã video 200 giống với các định nghĩa về các thuật ngữ được mô tả dựa vào thiết bị mã hóa video 100.

Bộ thu 210 nhận dòng bit của video được mã hóa. Bộ thu và trích xuất 220 phân tích cú pháp dòng bit nhận được. Bộ thu và trích xuất 220 trích xuất dữ liệu ảnh được mã hóa đối với mỗi đơn vị mã hóa từ dòng bit đã phân tích cú pháp, trong đó các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây theo mỗi đơn vị mã hóa tối đa, và kết xuất dữ liệu ảnh đã trích xuất đến bộ giải mã 230. Bộ thu và trích xuất 220 có thể trích xuất thông tin về kích thước tối đa của đơn vị mã hóa của ảnh hiện thời, từ tiêu đề, SPS hoặc PPS về ảnh hiện thời.

Ngoài ra, bộ thu và trích xuất 220 có thể trích xuất thông tin mã hóa về các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây theo mỗi đơn vị mã hóa tối đa, từ dòng bit đã phân tích cú pháp. Thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa được trích xuất từ thông tin mã hóa. Thông tin đã trích xuất được về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa được kết xuất đến bộ giải mã 230. Nói cách khác, dữ liệu hình ảnh trong dòng bit có thể được phân chia thành đơn vị mã hóa tối đa để bộ giải mã 230 có thể giải mã dữ liệu hình ảnh đối với mỗi đơn vị mã hóa tối đa.

Thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa theo đơn vị mã hóa tối đa có thể được thiết lập cho thông tin về ít nhất một đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa, và thông tin về chế độ mã hóa có thể bao gồm thông tin về kiểu phân vùng của đơn vị mã hóa tương ứng tương ứng với độ sâu được mã hóa, về chế độ dự đoán và kích thước của đơn vị biến đổi. Đối với phép dự đoán liên ảnh, thông tin liên quan đến bước lọc nội suy để nội suy các đơn vị điểm ảnh phụ có thể được trích xuất từ thông tin mã hóa theo độ sâu được mã hóa. Ngoài ra, thông tin phân chia theo các độ sâu có thể được trích xuất dưới dạng thông tin về độ sâu mã hóa.

Thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa theo mỗi đơn vị mã hóa tối đa được trích xuất bởi bộ thu và trích xuất 220 là thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa được xác định để tạo ra sai số mã hóa tối thiểu khi bộ mã hóa, chẳng hạn như thiết bị mã hóa video 100, thực hiện lặp lại bước mã hóa đối với mỗi đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu theo mỗi đơn vị mã hóa tối đa. Theo đó, thiết bị giải mã video 200 có thể khôi phục hình ảnh bằng cách giải mã dữ liệu hình ảnh theo độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa mà tạo ra sai số mã hóa tối thiểu.

Vì thông tin mã hóa về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa có thể được gán cho đơn vị dữ liệu định trước trong số đơn vị mã hóa tương ứng, đơn vị dự đoán và đơn vị tối thiểu, bộ thu và trích xuất 220 có thể trích xuất thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa theo các đơn vị dữ liệu định trước. Các đơn vị dữ liệu định trước này mà cùng thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa được gán cho các đơn vị này có thể được suy ra là các đơn vị dữ liệu có trong cùng đơn vị mã hóa tối đa.

Bộ giải mã 230 có thể xác định ít nhất một độ sâu được mã hóa của đơn vị mã hóa tối đa hiện thời bằng cách sử dụng thông tin phân chia theo các độ sâu. Nếu thông tin phân chia thể hiện rằng dữ liệu hình ảnh không còn được phân chia ở độ sâu hiện thời, thì độ sâu hiện thời này là độ sâu được mã hóa. Theo đó, bộ giải mã 230 có thể giải mã dữ liệu ảnh được mã hóa của ít nhất một đơn vị mã hóa tương ứng với mỗi độ sâu được mã hóa trong đơn vị mã hóa tối đa hiện thời bằng cách sử dụng thông tin về kiểu phân vùng của các đơn vị dự đoán, chế độ dự đoán và kích thước của đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa, và kết xuất dữ liệu hình ảnh của đơn vị mã hóa tối đa hiện thời.

Nói cách khác, các đơn vị dữ liệu chứa thông tin mã hóa bao gồm cùng thông tin phân chia có thể được thu thập bằng cách quan sát tập thông tin mã hóa được gán cho đơn vị dữ liệu định trước trong số đơn vị mã hóa, đơn vị dự đoán và các đơn vị tối thiểu, và các đơn vị dữ liệu đã thu thập có thể được xem là một đơn vị dữ liệu cần được giải mã bởi bộ giải mã 230 trong cùng chế độ mã hóa.

Bộ giải mã 230 có thể khôi phục ảnh hiện thời bằng cách giải mã dữ liệu ảnh được mã hóa trong mỗi đơn vị mã hóa tối đa dựa vào thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa theo các đơn vị mã hóa tối đa. Kiểu phân vùng, chế độ dự đoán và đơn vị biến đổi có thể được đọc dưới dạng chế độ mã hóa cho mỗi đơn vị mã hóa trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây có trong mỗi đơn vị mã hóa tối đa. Quy trình giải mã có thể bao gồm bước dự đoán bao gồm bước dự đoán nội ảnh và bù chuyển động và biến đổi ngược.

Bộ giải mã 230 có thể thực hiện bước dự đoán nội ảnh hoặc bù chuyển động theo phân vùng và chế độ dự đoán của mỗi đơn vị mã hóa, dựa vào thông tin về các kiểu phân vùng và chế độ dự đoán của đơn vị dự đoán của các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây.

Ngoài ra, bộ giải mã 230 có thể đọc cấu trúc của các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây và có thể thực hiện bước biến đổi ngược đối với mỗi đơn vị mã hóa dựa vào các đơn vị biến đổi.

Thiết bị giải mã video 200 có thể thu thông tin về ít nhất một đơn vị mã hóa mà nó tạo ra sai số mã hóa tối thiểu khi bước mã hóa được thực hiện theo cách đệ quy cho mỗi đơn vị mã hóa tối đa, và có thể sử dụng thông tin này để giải mã hình ảnh hiện thời. Nói cách khác, các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây được xác định là các đơn vị mã hóa tối ưu trong mỗi đơn vị mã hóa tối đa có thể được giải mã. Ngoài ra, kích thước tối đa của đơn vị mã hóa được xác định khi xem xét độ phân giải và lượng dữ liệu hình ảnh.

Theo đó, ngay cả khi dữ liệu hình ảnh có độ phân giải cao và lượng dữ liệu lớn, thì dữ liệu hình ảnh này có thể được giải mã và khôi phục một cách hiệu quả bằng cách sử dụng kích thước của đơn vị mã hóa và chế độ mã hóa, mà được xác định thích hợp theo các đặc điểm của dữ liệu hình ảnh, bằng cách sử dụng thông tin về chế độ mã hóa tối ưu nhận được từ bộ mã hóa.

Fig.15 là sơ đồ mô tả khái niệm về các đơn vị mã hóa theo một phương án của sáng chế.

Kích thước của đơn vị mã hóa có thể được thể hiện dưới dạng chiều rộng x chiều cao, và có thể là 64×64 , 32×32 , 16×16 và 8×8 . Đơn vị mã hóa 64×64 có thể được phân chia thành các phân vùng 64×64 , 64×32 , 32×64 hoặc 32×32 , đơn vị mã hóa 32×32 có thể được phân chia thành các phân vùng 32×32 , 32×16 , 16×32 hoặc 16×16 , đơn vị mã hóa 16×16 có thể được phân chia thành các phân vùng 16×16 , 16×8 , 8×16 hoặc 8×8 , và đơn vị mã hóa 8×8 có thể được phân chia thành các phân vùng 8×8 , 8×4 , 4×8 hoặc 4×4 .

Trong dữ liệu video 310, độ phân giải là 1920×1080 , và kích thước tối đa của đơn vị mã hóa là 64 và độ sâu tối đa là 2. Trong dữ liệu video 320, độ phân giải là 1920×1080 , kích thước tối đa của đơn vị mã hóa là 64 và độ sâu tối đa là 3. Trong dữ liệu video 330, độ phân giải là 352×288 , kích thước tối đa của đơn vị mã hóa là 16 và độ sâu tối đa là 1. Độ sâu tối đa được thể hiện trên Fig.15 biểu thị tổng số lần phân chia từ đơn vị mã hóa tối đa đến đơn vị giải mã tối thiểu.

Nếu độ phân giải cao hoặc lượng dữ liệu lớn, thì kích thước tối đa của đơn vị mã hóa có thể lớn để không chỉ tăng hiệu quả mã hóa mà còn phản ánh chính xác các

đặc điểm của hình ảnh. Theo đó, kích thước tối đa của đơn vị mã hóa của dữ liệu video 310 và 320 có độ phân giải cao hơn dữ liệu video 330 có thể là 64.

Vì độ sâu tối đa của dữ liệu video 310 là 2, nên các đơn vị mã hóa 315 của dữ liệu video 310 có thể bao gồm đơn vị mã hóa tối đa có kích thước trục dài bằng 64, và các đơn vị mã hóa có kích thước trục dài bằng 32 và 16 vì các độ sâu được làm sâu đến hai lớp bằng cách phân chia đơn vị mã hóa tối đa hai lần. Trong khi đó, vì độ sâu tối đa của dữ liệu video 330 là 1, nên các đơn vị mã hóa 335 của dữ liệu video 330 có thể bao gồm đơn vị mã hóa tối đa có kích thước trục dài bằng 16, và các đơn vị mã hóa có kích thước trục dài bằng 8 vì các độ sâu được làm sâu đến một lớp bằng cách phân chia đơn vị mã hóa tối đa một lần.

Vì độ sâu tối đa của dữ liệu video 320 là 3, nên các đơn vị mã hóa 325 của dữ liệu video 320 có thể bao gồm đơn vị mã hóa tối đa có kích thước trục dài bằng 64, và các đơn vị mã hóa có các kích thước trục dài bằng 32, 16 và 8 vì các độ sâu được làm sâu đến ba lớp bằng cách phân chia đơn vị mã hóa tối đa ba lần. Khi độ sâu sâu thêm, thì thông tin chi tiết có thể được thể hiện một cách chính xác.

Fig.16 là sơ đồ khối thể hiện bộ mã hóa hình ảnh 400 dựa vào các đơn vị mã hóa, theo một phương án của sáng chế.

Bộ mã hóa hình ảnh 400 có thể thực hiện các hoạt động của bộ mã hóa 120 của thiết bị mã hóa video 100 để mã hóa dữ liệu hình ảnh. Nói cách khác, bộ dự đoán nội ảnh 410 thực hiện bước dự đoán nội ảnh đối với các đơn vị mã hóa ở chế độ nội ảnh, trong số khung hiện thời 405 và bộ đánh giá chuyển động 420 và bộ bù chuyển động 425 thực hiện bước đánh giá liên ảnh và bù chuyển động đối với các đơn vị mã hóa ở chế độ liên ảnh trong số khung hiện thời 405 bằng cách sử dụng khung hiện thời 405 và khung tham chiếu 495.

Để thực hiện chính xác bước đánh giá chuyển động bằng cách sử dụng các điểm ảnh tham chiếu trong các đơn vị điểm ảnh phụ, bộ đánh giá chuyển động 420 và bộ bù chuyển động 425 có thể tạo ra các điểm ảnh trong các đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh trong các đơn vị điểm ảnh nguyên. Bộ lọc nội suy để tạo ra các điểm ảnh trong các đơn vị điểm ảnh phụ có thể là bộ lọc nội suy được mô tả ở trên liên quan đến Fig.1 và Fig.13A.

Dữ liệu được kết xuất từ bộ dự đoán nội ảnh 410, bộ đánh giá chuyển động 420, và bộ bù chuyển động 425 được kết xuất dưới dạng hệ số biến đổi được lượng tử hóa

thông qua bộ biến đổi 430 và bộ lượng tử hóa 440. Hệ số biến đổi được lượng tử hóa này được khôi phục dưới dạng dữ liệu ở miền không gian thông qua bộ lượng tử hóa ngược 460 và bộ biến đổi ngược 470, và dữ liệu được khôi phục ở miền không gian này được kết xuất dưới dạng khung tham chiếu 495 sau khi được xử lý sau thông qua bộ phận khử khối 480 và bộ phận lọc vòng lặp 490. Hệ số biến đổi được lượng tử hóa có thể được kết xuất dưới dạng dòng bit 455 thông qua bộ mã hóa entropy 450.

Để bộ mã hóa hình ảnh 400 được áp dụng trong thiết bị mã hóa video 100, tất cả các phần tử của bộ mã hóa hình ảnh 400, nghĩa là, bộ dự đoán nội ảnh 410, bộ đánh giá chuyển động 420, bộ bù chuyển động 425, bộ biến đổi 430, bộ lượng tử hóa 440, bộ mã hóa entropy 450, bộ lượng tử hóa ngược 460, bộ biến đổi ngược 470, bộ phận khử khối 480 và bộ phận lọc vòng lặp 490, phải thực hiện các hoạt động dựa vào mỗi đơn vị mã hóa trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây trong khi xem xét độ sâu tối đa của mỗi đơn vị mã hóa tối đa.

Cụ thể, bộ dự đoán nội ảnh 410, bộ đánh giá chuyển động 420 và bộ bù chuyển động 425 phải xác định các phân vùng và chế độ dự đoán của mỗi đơn vị mã hóa trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây trong khi xem xét kích thước tối đa và độ sâu tối đa của đơn vị mã hóa tối đa hiện thời, và bộ biến đổi 430 phải xác định kích thước của đơn vị biến đổi trong mỗi đơn vị mã hóa trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây này.

Fig.17 là sơ đồ khối thể hiện bộ giải mã hình ảnh 500 dựa vào các đơn vị mã hóa, theo một phương án của sáng chế.

Bộ phân tích cú pháp 510 phân tích cú pháp dữ liệu hình ảnh được mã hóa cần được giải mã và thông tin về bước mã hóa cần thiết để giải mã từ dòng bit 505. Dữ liệu hình ảnh được mã hóa được kết xuất dưới dạng dữ liệu được lượng tử hóa ngược thông qua bộ giải mã entropy 520 và bộ lượng tử hóa ngược 530, và dữ liệu được lượng tử hóa ngược này được khôi phục thành dữ liệu ảnh ở miền không gian thông qua bộ biến đổi ngược 540.

Bộ dự đoán nội ảnh 550 thực hiện bước dự đoán nội ảnh đối với các đơn vị mã hóa trong chế độ nội ảnh đối với dữ liệu ảnh ở miền không gian, và bộ bù chuyển động 560 thực hiện bước bù chuyển động đối với các đơn vị mã hóa ở chế độ liên ảnh bằng cách sử dụng khung tham chiếu 585.

Để thực hiện chính xác bước đánh giá chuyển động bằng cách sử dụng các điểm ảnh tham chiếu trong các đơn vị điểm ảnh phụ, bộ bù chuyển động 560 có thể tạo ra các điểm ảnh trong các đơn vị điểm ảnh phụ bằng cách nội suy các điểm ảnh trong các đơn vị điểm ảnh nguyên. Bộ lọc nội suy để tạo ra các điểm ảnh trong các đơn vị điểm ảnh phụ có thể là bộ lọc nội suy được mô tả ở trên liên quan đến Fig.2 và Fig.13B.

Dữ liệu hình ảnh ở miền không gian, mà đi qua bộ dự đoán nội ảnh 550 và bộ bù chuyển động 560 có thể được kết xuất dưới dạng khung được khôi phục 595 sau khi được xử lý sau thông qua bộ phận khử khối 570 và bộ phận lọc vòng lặp 580. Ngoài ra, dữ liệu hình ảnh mà được xử lý sau thông qua bộ phận khử khối 570 và bộ phận lọc vòng lặp 580 có thể được kết xuất dưới dạng khung tham chiếu 585.

Để giải mã dữ liệu hình ảnh trong bộ giải mã 230 của thiết bị giải mã video 200, bộ giải mã hình ảnh 500 có thể thực hiện các hoạt động mà được thực hiện sau bộ phân tích cú pháp 510.

Để bộ giải mã hình ảnh 500 được áp dụng trong thiết bị giải mã video 200, tất cả các phần tử của bộ giải mã hình ảnh 500, nghĩa là, bộ phân tích cú pháp 510, bộ giải mã entropy 520, bộ lượng tử hóa ngược 530, bộ biến đổi ngược 540, bộ dự đoán nội ảnh 550, bộ bù chuyển động 560, bộ phận khử khối 570 và bộ phận lọc vòng lặp 580, phải thực hiện các hoạt động dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây đối với mỗi đơn vị mã hóa tối đa.

Cụ thể, bộ dự đoán nội ảnh 550 và bộ bù chuyển động 560 phải xác định các phân vùng và chế độ dự đoán đối với mỗi trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, và bộ biến đổi ngược 540 phải xác định kích thước của đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hóa này.

Fig.18 là sơ đồ minh họa các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, và các phân vùng theo một phương án của sáng chế.

Thiết bị mã hóa video 100 và thiết bị giải mã video 200 sử dụng các đơn vị mã hóa phân cấp để xem xét các đặc điểm của hình ảnh. Chiều cao tối đa, chiều rộng tối đa và độ sâu tối đa của các đơn vị mã hóa có thể được xác định thích hợp theo các đặc điểm của hình ảnh, hoặc có thể được thiết lập theo cách khác nhau bởi người dùng. Các kích thước của các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu có thể được xác định theo kích thước tối đa định trước của đơn vị mã hóa.

Trong cấu trúc phân cấp 600 của các đơn vị mã hóa theo một phương án của sáng chế, mỗi trong số chiều cao tối đa và chiều rộng tối đa của các đơn vị mã hóa bằng 64, và độ sâu tối đa bằng 4. Trong trường hợp này, độ sâu tối đa biểu thị tổng số lần phân chia được thực hiện từ đơn vị mã hóa tối đa đến đơn vị mã hóa tối thiểu. Vì độ sâu sâu thêm dọc theo trục dọc của cấu trúc phân cấp 600, nên chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa sâu hơn được phân chia. Ngoài ra, đơn vị dự đoán và các phân vùng, là các cơ sở để mã hóa dự đoán mỗi đơn vị mã hóa sâu hơn, được thể hiện dọc theo trục nằm ngang của cấu trúc phân cấp 600.

Nói cách khác, đơn vị mã hóa 610 là đơn vị mã hóa tối đa trong cấu trúc phân cấp 600, trong đó độ sâu bằng 0 và kích thước, nghĩa là, chiều cao nhân chiều rộng, là 64x64. Độ sâu sâu thêm dọc theo trục dọc, và đơn vị mã hóa 620 có kích thước 32x32 và độ sâu bằng 1, đơn vị mã hóa 630 có kích thước bằng 16x16 và độ sâu bằng 2, và đơn vị mã hóa 640 có kích thước bằng 8x8 và độ sâu bằng 3. Đơn vị mã hóa 640 có kích thước bằng 8x8 và độ sâu bằng 3 là đơn vị mã hóa tối thiểu.

Đơn vị dự đoán và các phân vùng của đơn vị mã hóa được bố trí dọc theo trục ngang theo mỗi độ sâu. Nói cách khác, nếu đơn vị mã hóa 610 có kích thước bằng 64x64 và độ sâu bằng 0 là đơn vị dự đoán, thì đơn vị dự đoán này có thể được phân chia thành các phân vùng có trong đơn vị mã hóa 610, nghĩa là, phân vùng 610 có kích thước bằng 64x64, các phân vùng 612 có kích thước bằng 64x32, các phân vùng 614 có kích thước bằng 32x64 hoặc các phân vùng 616 có kích thước bằng 32x32.

Tương tự, đơn vị dự đoán của đơn vị mã hóa 620 có kích thước bằng 32x32 và độ sâu bằng 1 có thể được phân chia thành các phân vùng có trong đơn vị mã hóa 620, nghĩa là, phân vùng 620 có kích thước bằng 32x32, các phân vùng 622 có kích thước bằng 32x 16, các phân vùng 624 có kích thước bằng 16x32 hoặc các phân vùng 626 có kích thước bằng 16x16.

Tương tự, đơn vị dự đoán của đơn vị mã hóa 630 có kích thước bằng 16x16 và độ sâu bằng 2 có thể được phân chia thành các phân vùng có trong đơn vị mã hóa 630, nghĩa là, phân vùng có kích thước bằng 16x16, các phân vùng 632 có kích thước bằng 16x8, các phân vùng 634 có kích thước bằng 8x16 hoặc các phân vùng 636 có kích thước bằng 8x8.

Tương tự, đơn vị dự đoán của đơn vị mã hóa 640 có kích thước bằng 8x8 và độ sâu bằng 3 có thể được phân chia thành các phân vùng có trong đơn vị mã hóa 640,

nghĩa là, phân vùng có kích thước bằng 8×8 , các phân vùng 642 có kích thước bằng 8×4 , các phân vùng 644 có kích thước bằng 4×8 hoặc các phân vùng 646 có kích thước bằng 4×4 .

Để xác định ít nhất một độ sâu được mã hóa của các đơn vị mã hóa tạo thành đơn vị mã hóa tối đa 610, bộ mã hóa 120 của thiết bị mã hóa video 100 thực hiện bước mã hóa đối với các đơn vị tương ứng với mỗi độ sâu có trong đơn vị mã hóa tối đa 610.

Số lượng đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu bao gồm dữ liệu trong cùng dải và cùng kích thước tăng lên khi độ sâu sâu thêm. Ví dụ, bốn đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu bằng 2 được yêu cầu để bao gồm dữ liệu mà có trong một đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu bằng 1. Theo đó, để so sánh các kết quả mã hóa của cùng dữ liệu theo các độ sâu, mỗi trong số đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu bằng 1 và bốn đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu bằng 2 được mã hóa.

Để thực hiện bước mã hóa đối với độ sâu hiện thời trong số các độ sâu, sai số mã hóa ít nhất có thể được chọn cho độ sâu hiện thời bằng cách thực hiện bước mã hóa đối với mỗi đơn vị dự đoán trong các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu hiện thời, dọc theo trục ngang của cấu trúc phân cấp 600. Theo cách khác, sai số mã hóa tối thiểu có thể được tìm kiếm bằng cách so sánh các sai số mã hóa ít nhất theo các độ sâu, bằng cách thực hiện bước mã hóa đối với mỗi độ sâu khi độ sâu sâu thêm dọc theo trục dọc của cấu trúc phân cấp 600. Độ sâu và phân vùng có sai số mã hóa tối thiểu trong đơn vị mã hóa 610 có thể được chọn làm độ sâu được mã hóa và kiểu phân vùng của đơn vị mã hóa 610.

Fig.19 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị mã hóa 710 và các đơn vị biến đổi 720, theo một phương án của sáng chế.

Thiết bị mã hóa video 100 hoặc thiết bị giải mã video 200 mã hóa hoặc giải mã hình ảnh theo các đơn vị mã hóa có các kích thước nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị mã hóa tối đa đối với mỗi đơn vị mã hóa tối đa. Các kích thước của các đơn vị biến đổi để biến đổi trong quá trình mã hóa có thể được chọn dựa vào các đơn vị dữ liệu không lớn hơn đơn vị mã hóa tương ứng.

Ví dụ, trong thiết bị mã hóa video 100 hoặc hoặc thiết bị giải mã video 200, nếu kích thước của đơn vị mã hóa 710 là 64×64 , thì phép biến đổi có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các đơn vị biến đổi 720 có kích thước bằng 32×32 .

Ngoài ra, dữ liệu của đơn vị mã hóa 710 có kích thước bằng 64×64 có thể được mã hóa bằng cách thực hiện phép biến đổi đối với mỗi trong số các đơn vị biến đổi có kích thước bằng 32×32 , 16×16 , 8×8 và 4×4 , mà nhỏ hơn 64×64 , và sau đó đơn vị biến đổi có sai số mã hóa ít nhất có thể được chọn.

Fig.20 là sơ đồ mô tả thông tin mã hóa của các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa, theo một phương án của sáng chế.

Bộ phận kết xuất 130 của thiết bị mã hóa video 100 có thể mã hóa và truyền thông tin 800 về kiểu phân vùng, thông tin 810 về chế độ dự đoán và thông tin 820 về kích thước của đơn vị biến đổi cho mỗi đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa, làm thông tin về chế độ mã hóa.

Thông tin 800 thể hiện thông tin về hình dạng của phân vùng thu được bằng cách phân chia đơn vị dự đoán của đơn vị mã hóa hiện thời, trong đó phân vùng này là đơn vị dữ liệu dùng để mã hóa dự đoán đơn vị mã hóa mã hóa hiện thời. Ví dụ, đơn vị mã hóa hiện thời CU_0 có kích thước $2N \times 2N$ có thể được phân chia thành phân vùng bất kỳ trong số phân vùng 802 có kích thước bằng $2N \times 2N$, phân vùng 804 có kích thước bằng $2N \times N$, phân vùng 806 có kích thước bằng $N \times 2N$, và phân vùng 808 có kích thước bằng $N \times N$. Ở đây, thông tin 800 về kiểu phân vùng được thiết lập để biểu thị một trong số phân vùng 804 có kích thước bằng $2N \times N$, phân vùng 806 có kích thước bằng $N \times 2N$ và phân vùng 808 có kích thước bằng $N \times N$.

Thông tin 810 thể hiện chế độ dự đoán của mỗi phân vùng. Ví dụ, thông tin 810 có thể biểu thị chế độ mã hóa dự đoán được thực hiện đối với phân vùng được thể hiện bởi thông tin 800, nghĩa là, chế độ nội ảnh 812, chế độ liên ảnh 814 hoặc chế độ bỏ qua 816.

Thông tin 820 thể hiện đơn vị biến đổi cần dựa vào khi phép biến đổi được thực hiện đối với đơn vị mã hóa hiện thời. Ví dụ, đơn vị biến đổi có thể là đơn vị biến đổi nội ảnh thứ nhất 822, đơn vị biến đổi nội ảnh thứ hai 824, đơn vị biến đổi liên ảnh thứ nhất 826 hoặc đơn vị biến đổi liên ảnh thứ hai 828.

Bộ thu và trích xuất 220 của thiết bị giải mã video 200 có thể trích xuất và sử dụng thông tin 800, 810 và 820 để giải mã, theo mỗi đơn vị mã hóa sâu hơn.

Fig.21 là sơ đồ thể hiện các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, theo một phương án của sáng chế.

Thông tin phân chia có thể được sử dụng để biểu thị sự thay đổi về độ sâu. Thông tin phân chia này thể hiện xem đơn vị mã hóa có độ sâu hiện thời có được phân chia thành các đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn hay không.

Đơn vị dự đoán 910 dùng để mã hóa dự đoán đơn vị mã hóa 900 có độ sâu bằng 0 và kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$ có thể bao gồm các phân vùng gồm kiểu phân vùng 912 có kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$, kiểu phân vùng 914 có kích thước bằng $2N_0 \times N_0$, kiểu phân vùng 916 có kích thước bằng $N_0 \times 2N_0$ và kiểu phân vùng 918 có kích thước bằng $N_0 \times N_0$. Fig.21 chỉ minh họa các kiểu phân vùng từ 912 đến 918 thu được bằng cách phân chia đối xứng đơn vị dự đoán 910, nhưng kiểu phân vùng không này bị giới hạn ở đó, và các phân vùng của đơn vị dự đoán 910 có thể bao gồm các phân vùng bất đối xứng, các phân vùng có hình dạng xác định trước, và các phân vùng có hình dạng hình học.

Bước mã hóa dự đoán được thực hiện lặp lại đối với một phân vùng có kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$, hai phân vùng có kích thước bằng $2N_0 \times N_0$, hai phân vùng có kích thước bằng $N_0 \times 2N_0$, và bốn phân vùng có kích thước bằng $N_0 \times N_0$, theo mỗi kiểu phân vùng. Bước mã hóa dự đoán ở chế độ nội ảnh và chế độ liên ảnh có thể được thực hiện đối với các phân vùng có kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$, $N_0 \times 2N_0$, $2N_0 \times N_0$ và $N_0 \times N_0$. Bước mã hóa dự đoán ở chế độ bỏ qua chỉ được thực hiện đối với phân vùng có kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$.

Các sai số mã hóa bao gồm bước mã hóa dự đoán trong các kiểu phân vùng từ 912 đến 918 được so sánh, và sai số mã hóa ít nhất được xác định trong số các kiểu phân vùng này. Nếu có sai số mã hóa nhỏ nhất trong một trong số các kiểu phân vùng từ 912 đến 916, thì đơn vị dự đoán 910 có thể không được phân chia thành độ sâu thấp hơn.

Nếu có sai số mã hóa nhỏ nhất ở kiểu phân vùng 918, thì độ sâu được thay đổi từ 0 đến 1 để phân chia kiểu phân vùng 918 ở bước 920, và bước mã hóa được thực hiện lặp lại đối với các đơn vị mã hóa 930 có độ sâu bằng 2 và kích thước bằng $N_0 \times N_0$ để tìm kiếm sai số mã hóa tối thiểu.

Đơn vị dự đoán 940 dùng để mã hóa dự đoán đơn vị mã hóa 930 có độ sâu bằng 1 và kích thước bằng $2N_1 \times 2N_1$ ($= N_0 \times N_0$) có thể bao gồm các phân vùng gồm kiểu phân vùng 942 có kích thước bằng $2N_1 \times 2N_1$, kiểu phân vùng 944 có kích

thước bằng $2N_1 \times N_1$, kiểu phân vùng 946 có kích thước bằng $N_1 \times 2N_1$ và kiểu phân vùng 948 có kích thước bằng $N_1 \times N_1$.

Nếu sai số mã hóa nhỏ nhất ở kiểu phân vùng 948, thì độ sâu được thay đổi từ 1 đến 2 để phân chia kiểu phân vùng 948 ở bước 950, và bước mã hóa được thực hiện lặp lại đối với các đơn vị mã hóa 960 có độ sâu bằng 2 và kích thước bằng $N_2 \times N_2$ để tìm kiếm sai số mã hóa tối thiểu.

Khi độ sâu tối đa là d , các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu có thể được chỉ định cho đến khi độ sâu trở thành $d-1$, và thông tin phân chia có thể được mã hóa cho đến khi độ sâu là một trong số các độ sâu từ 0 đến $d-2$. Nói cách khác, khi bước mã hóa được thực hiện cho đến khi độ sâu là $d-1$ sau khi đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu bằng $d-2$ được phân chia ở bước 970, thì đơn vị dự đoán 990 dùng để mã hóa dự đoán đơn vị mã hóa 980 có độ sâu $d-1$ và kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ có thể bao gồm các phân vùng gồm kiểu phân vùng 992 có kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, kiểu phân vùng 994 có kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$, kiểu phân vùng 996 có kích thước bằng $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, và kiểu phân vùng 998 có kích thước bằng $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$.

Bước mã hóa dự đoán có thể được thực hiện lặp lại đối với một phân vùng có kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, hai phân vùng có kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$, hai phân vùng có kích thước bằng $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, bốn phân vùng có kích thước bằng $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ trong số các kiểu phân vùng từ 992 đến 998 để tìm kiếm kiểu phân vùng có sai số mã hóa tối thiểu.

Ngay cả khi kiểu phân vùng 998 có sai số mã hóa tối thiểu, vì độ sâu tối đa là d , nên đơn vị mã hóa $CU_{(d-1)}$ có độ sâu bằng $d-1$ không còn được phân tách đến độ sâu thấp hơn, và độ sâu được mã hóa đối với các đơn vị mã hóa tạo thành đơn vị mã hóa tối đa hiện thời 900 được xác định là $d-1$ và kiểu phân vùng của đơn vị mã hóa tối đa hiện thời 900 có thể được xác định là $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$. Ngoài ra, vì độ sâu tối đa là d và đơn vị mã hóa tối thiểu 980 có độ sâu thấp nhất bằng $d-1$ không còn được phân chia đến độ sâu thấp hơn, nên thông tin phân chia đối với đơn vị mã hóa tối thiểu 980 không được thiết lập.

Đơn vị dữ liệu 999 có thể là ‘đơn vị tối thiểu’ đối với đơn vị mã hóa tối đa hiện thời. Đơn vị tối thiểu theo một phương án của sáng chế có thể là đơn vị dữ liệu hình chữ nhật thu được bằng cách phân chia đơn vị mã hóa tối thiểu 980 cho 4. Bằng cách

thực hiện bước mã hóa lặp lại, thiết bị mã hóa video 100 có thể chọn độ sâu có sai số mã hóa ít nhất bằng cách so sánh các sai số mã hóa theo các độ sâu của đơn vị mã hóa 900 để xác định độ sâu được mã hóa, và thiết lập kiểu phân vùng tương ứng và chế độ dự đoán làm chế độ mã hóa có độ sâu được mã hóa này.

Như vậy, các sai số mã hóa tối thiểu theo các độ sâu được so sánh trong tất cả các độ sâu từ 1 đến d, và độ sâu có sai số mã hóa ít nhất có thể được xác định làm độ sâu được mã hóa. Độ sâu được mã hóa, kiểu phân vùng của đơn vị dự đoán, và chế độ dự đoán có thể được mã hóa và truyền dưới dạng thông tin về chế độ mã hóa. Ngoài ra, vì đơn vị mã hóa được phân chia từ độ sâu từ 0 đến độ sâu được mã hóa, nên thông tin phân chia về độ sâu được mã hóa được thiết lập thành 0, và thông tin phân chia về các độ sâu ngoại trừ độ sâu được mã hóa được thiết lập thành 1.

Bộ thu và trích xuất 220 của thiết bị giải mã video 200 có thể trích xuất và sử dụng thông tin về độ sâu được mã hóa và đơn vị dự đoán của đơn vị mã hóa 900 để giải mã phân vùng 912. Thiết bị giải mã video 200 có thể xác định độ sâu, trong đó thông tin phân chia là 0, làm độ sâu được mã hóa bằng cách sử dụng thông tin phân chia theo các độ sâu, và sử dụng thông tin về chế độ mã hóa có độ sâu tương ứng để giải mã.

Các hình vẽ từ Fig.22 đến Fig.24 là các sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa các đơn vị mã hóa 1010, đơn vị dự đoán 1060 và đơn vị biến đổi 1070, theo một phương án của sáng chế.

Các đơn vị mã hóa 1010 là các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, tương ứng với các độ sâu được mã hóa được xác định bởi thiết bị mã hóa video 100, trong đơn vị mã hóa tối đa. Các đơn vị dự đoán 1060 là các phân vùng của các đơn vị dự đoán của mỗi trong số các đơn vị mã hóa 1010, và các đơn vị biến đổi 1070 là các đơn vị biến đổi của mỗi trong số các đơn vị mã hóa 1010.

Khi độ sâu của đơn vị mã hóa tối đa bằng 0 trong các đơn vị mã hóa 1010, thì các độ sâu của các đơn vị mã hóa 1012 và 1054 bằng 1, các độ sâu của các đơn vị mã hóa 1014, 1016, 1018, 1028, 1050 và 1052 bằng 2, các độ sâu của các đơn vị mã hóa 1020, 1022, 1024, 1026, 1030, 1032 và 1048 bằng 3, và các độ sâu của các đơn vị mã hóa 1040, 1042, 1044 và 1046 bằng 4.

Trong các đơn vị dự đoán 1060, một số đơn vị mã hóa 1014, 1016, 1022, 1032, 1048, 1050, 1052 và 1054 thu được bằng cách phân chia các đơn vị mã hóa trong các

đơn vị mã hóa 1010. Nói cách khác, các kiểu phân vùng trong các đơn vị mã hóa 1014, 1022, 1050 và 1054 có kích thước bằng $2N \times N$, các kiểu phân vùng trong các đơn vị mã hóa 1016, 1048 và 1052 có kích thước bằng $N \times 2N$ và kiểu phân vùng của đơn vị mã hóa 1032 có kích thước bằng $N \times N$. Các đơn vị dự đoán và phân vùng của các đơn vị mã hóa 1010 nhỏ hơn hoặc bằng mỗi đơn vị mã hóa.

Phép biến đổi hoặc biến đổi ngược được thực hiện đối với dữ liệu hình ảnh của đơn vị mã hóa 1052 trong các đơn vị biến đổi 1070 trong đơn vị dữ liệu nhỏ hơn đơn vị mã hóa 1052. Ngoài ra, các đơn vị mã hóa 1014, 1016, 1022, 1032, 1048, 1050 và 1052 trong các đơn vị biến đổi 1070 khác với các đơn vị mã hóa trong các đơn vị dự đoán 1060 về mặt các kích thước và hình dạng. Nói cách khác, thiết bị mã hóa video 100 và và thiết bị giải mã video 200 có thể thực hiện bước dự đoán nội ảnh, đánh giá chuyển động, bù chuyển động, biến đổi và biến đổi ngược một cách riêng biệt đối với đơn vị dữ liệu trong cùng đơn vị mã hóa.

Theo đó, bước mã hóa được thực hiện theo cách đệ quy đối với mỗi trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc phân cấp ở mỗi vùng của đơn vị mã hóa tối đa để xác định đơn vị mã hóa tối ưu, và do đó có thể thu được các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây đệ quy. Thông tin mã hóa có thể bao gồm thông tin phân chia về đơn vị mã hóa, thông tin về kiểu phân vùng, thông tin về chế độ dự đoán và thông tin về kích thước của đơn vị biến đổi. Bảng 1 thể hiện thông tin mã hóa có thể được thiết lập bởi thiết bị mã hóa video 100 và và thiết bị giải mã video 200.

Bảng 1

Thông tin phân chia 0 (Mã hóa đối với đơn vị mã hóa có kích thước bằng $2N \times 2N$ và độ sâu hiện thời bằng d)					Thông tin phân chia 1
Chế độ dự đoán	Kiểu phân vùng		Kích thước của đơn vị biến đổi		Mã hóa lặp lại các đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn bằng d+1
Nội ảnh	Kiểu phân vùng đối xứng	Kiểu phân vùng bất đối xứng	Thông tin phân chia 0 của đơn vị biến đổi	Thông tin phân chia 1 của đơn vị biến đổi	
Liên ảnh					
Bỏ qua (Chỉ $2N \times 2N$)	$2N \times 2N$ $2N \times N$ $N \times 2N$ $N \times N$	$2N \times nU$ $2N \times nD$ $nL \times 2N$ $nR \times 2N$	$2N \times 2N$	$N \times N$ (Kiểu phân vùng đối xứng) $N/2 \times N/2$ (Kiểu phân vùng bất đối xứng)	

Bộ phận kết xuất 130 của thiết bị mã hóa video 100 có thể kết xuất thông tin mã hóa về các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, và bộ thu và trích xuất 220 của thiết bị giải mã video 200 có thể trích xuất thông tin mã hóa về các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây từ dòng bit nhận được.

Thông tin phân chia thể hiện việc xem đơn vị mã hóa hiện thời có được phân chia thành các đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn hay không. Nếu thông tin phân chia có độ sâu hiện thời bằng 0, thì độ sâu, trong đó đơn vị mã hóa hiện thời không còn được phân chia thành độ sâu thấp hơn, là độ sâu được mã hóa, và do đó thông tin về kiểu phân vùng, chế độ dự đoán và kích thước của đơn vị biến đổi có thể được xác định cho độ sâu được mã hóa này. Nếu đơn vị mã hóa hiện thời được phân chia thêm theo thông tin phân chia, thì bước mã hóa được thực hiện độc lập đối với bốn đơn vị mã hóa phân chia có độ sâu thấp hơn.

Chế độ dự đoán có thể là một trong số chế độ nội ảnh, chế độ liên ảnh và chế độ bỏ qua. Chế độ nội ảnh và chế độ liên ảnh có thể được xác định theo tất cả các kiểu phân vùng, và chế độ bỏ qua chỉ được xác định theo kiểu phân vùng có kích thước bằng $2N \times 2N$.

Thông tin về kiểu phân vùng có thể biểu thị các kiểu phân vùng đối xứng có các kích thước bằng $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ và $N \times N$, thu được bằng cách phân chia đối xứng chiều cao hoặc chiều rộng của đơn vị dự đoán, và các kiểu phân vùng bất đối xứng có các kích thước bằng $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$ và $nR \times 2N$, thu được bằng cách phân chia bất đối xứng chiều cao hoặc chiều rộng của đơn vị dự đoán. Các kiểu phân vùng bất đối xứng có các kích thước bằng $2N \times nU$ và $2N \times nD$ có thể lần lượt thu được bằng cách phân chia chiều cao của đơn vị dự đoán theo tỷ lệ 1:3 và 3:1, và các kiểu phân vùng bất đối xứng có các kích thước bằng $nL \times 2N$ và $nR \times 2N$ có thể lần lượt thu được bằng cách phân chia chiều rộng của đơn vị dự đoán theo tỷ lệ 1:3 và 3:1.

Kích thước của đơn vị biến đổi có thể được thiết lập là hai kiểu ở chế độ nội ảnh và hai kiểu ở chế độ liên ảnh. Nói cách khác, nếu thông tin phân chia của đơn vị biến đổi bằng 0, thì kích thước của đơn vị biến đổi có thể là $2N \times 2N$, là kích thước của đơn vị mã hóa hiện thời. Nếu thông tin phân chia của đơn vị biến đổi là 1, thì các đơn vị biến đổi có thể thu được bằng cách phân chia đơn vị mã hóa hiện thời. Ngoài ra, nếu kiểu phân vùng của đơn vị mã hóa hiện thời có kích thước bằng $2N \times 2N$ là kiểu phân vùng đối xứng, thì kích thước của đơn vị biến đổi có thể là $N \times N$, và nếu kiểu phân

vùng của đơn vị mã hóa hiện thời là kiểu phân vùng bất đối xứng, thì kích thước của đơn vị biến đổi có thể là $N/2 \times N/2$.

Thông tin mã hóa về các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây có thể bao gồm ít nhất một trong số đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa, đơn vị dự đoán và đơn vị tối thiểu. Đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa có thể bao gồm ít nhất một trong số đơn vị dự đoán và đơn vị tối thiểu chứa cùng thông tin mã hóa.

Theo đó, xác định xem các đơn vị dữ liệu liên kề có trong cùng đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được mã hóa hay không bằng cách so sánh thông tin mã hóa của các đơn vị dữ liệu liên kề. Ngoài ra, đơn vị mã hóa tương ứng mà tương ứng với độ sâu được mã hóa được xác định bằng cách sử dụng thông tin mã hóa của đơn vị dữ liệu, và do đó sự phân phối các độ sâu được mã hóa trong đơn vị mã hóa tối đa có thể được xác định.

Theo đó, nếu đơn vị mã hóa hiện thời được dự đoán dựa vào thông tin mã hóa của các đơn vị dữ liệu liên kề, thì thông tin mã hóa của các đơn vị dữ liệu trong các đơn vị mã hóa sâu hơn liên kề với đơn vị mã hóa hiện thời có thể được tham chiếu đến và sử dụng một cách trực tiếp.

Theo cách khác, nếu đơn vị mã hóa hiện thời được dự đoán dựa vào thông tin mã hóa của các đơn vị dữ liệu liên kề, thì các đơn vị dữ liệu liên kề với đơn vị mã hóa hiện thời này được tìm kiếm bằng cách sử dụng thông tin được mã hóa của các đơn vị dữ liệu này, và các đơn vị dữ liệu liên kề đã tìm kiếm có thể được tham chiếu đến để dự đoán đơn vị mã hóa hiện thời.

Fig.25 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị mã hóa, đơn vị dự đoán hoặc phân vùng và đơn vị biến đổi, theo thông tin về chế độ mã hóa trên bảng 1.

Đơn vị mã hóa tối đa 1300 bao gồm các đơn vị mã hóa 1302, 1304, 1306, 1312, 1314, 1316 và 1318 có các độ sâu được mã hóa. Ở đây, vì đơn vị mã hóa 1318 là đơn vị mã hóa có độ sâu được mã hóa, nên thông tin phân chia có thể được thiết lập thành 0. Thông tin về kiểu phân vùng của đơn vị mã hóa 1318 có kích thước bằng $2N \times 2N$ có thể được thiết lập thành một trong số kiểu phân vùng 1322 có kích thước bằng $2N \times 2N$, kiểu phân vùng 1324 có kích thước bằng $2N \times N$, kiểu phân vùng 1326 có kích thước bằng $N \times 2N$, kiểu phân vùng 1328 có kích thước bằng $N \times N$, kiểu phân vùng 1332 có kích thước bằng $2N \times nU$, kiểu phân vùng 1334 có kích thước bằng $2N \times nD$, kiểu phân

vùng 1336 có kích thước bằng $nL \times 2N$ và kiểu phân vùng 1338 có kích thước bằng $nR \times 2N$.

Thông tin phân chia (cờ kích thước TU) của đơn vị biến đổi là loại chỉ số biến đổi, và kích thước của đơn vị biến đổi tương ứng với chỉ số biến đổi có thể thay đổi theo kiểu đơn vị dự đoán hoặc kiểu phân vùng của đơn vị mã hóa.

Ví dụ, khi kiểu phân vùng được thiết lập thành đối xứng, nghĩa là, kiểu phân vùng 1322, 1324, 1326 hoặc 1328, thì đơn vị biến đổi 1342 có kích thước bằng $2N \times 2N$ được thiết lập nếu cờ kích thước TU bằng 0, và đơn vị biến đổi 1344 có kích thước bằng $N \times N$ được thiết lập nếu cờ kích thước TU bằng 1.

Khi kiểu phân vùng được thiết lập thành bất đối xứng, nghĩa là, kiểu phân vùng 1332, 1334, 1336 hoặc 1338, thì đơn vị biến đổi 1352 có kích thước bằng $2N \times 2N$ được thiết lập nếu cờ kích thước TU bằng 0, và đơn vị biến đổi 1354 có kích thước bằng $N/2 \times N/2$ được thiết lập nếu cờ kích thước TU bằng 1.

Dựa vào Fig.21, cờ kích thước TU là cờ có giá trị hoặc 0 hoặc 1, nhưng cờ kích thước TU này không bị giới hạn ở 1 bit, và đơn vị biến đổi có thể được phân chia theo cách phân cấp có cấu trúc cây trong khi cờ kích thước TU tăng lên từ 0. Cờ kích thước TU này có thể được sử dụng làm một ví dụ về chỉ số biến đổi.

Trong trường hợp này, kích thước của đơn vị biến đổi đã được sử dụng thực tế có thể được thể hiện bằng cách sử dụng cờ kích thước TU của đơn vị biến đổi, theo một phương án của sáng chế, cùng với kích thước tối đa và kích thước tối thiểu của đơn vị biến đổi. Theo một phương án của sáng chế, thiết bị mã hóa video 100 có khả năng mã hóa thông tin kích thước của đơn vị biến đổi tối đa, thông tin kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu và cờ kích thước TU tối đa. Kết quả mã hóa của thông tin kích thước của đơn vị biến đổi tối đa, thông tin kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu và cờ kích thước TU tối đa có thể được chèn vào SPS. Theo một phương án của sáng chế, thiết bị giải mã video 200 có thể giải mã video bằng cách sử dụng thông tin kích thước của đơn vị biến đổi tối đa, thông tin kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu và cờ kích thước TU tối đa.

Ví dụ, (a) nếu kích thước của đơn vị mã hóa hiện thời là 64×64 và kích thước của đơn vị biến đổi tối đa là 32×32 , thì (a-1) kích thước của đơn vị biến đổi có thể là 32×32 khi cờ kích thước TU bằng 0, (a-2) có thể là 16×16 khi cờ kích thước TU bằng 1, và (a-3) có thể là 8×8 khi cờ kích thước TU bằng 2.

Một ví dụ khác, (b) nếu kích thước của đơn vị mã hóa hiện thời là 32×32 và kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu là 32×32 , thì (b-1) kích thước của đơn vị biến đổi có thể là 32×32 khi cờ kích thước TU bằng 0. Ở đây, cờ kích thước TU không thể được thiết lập thành giá trị khác 0, vì kích thước của các đơn vị biến đổi không thể nhỏ hơn 32×32 .

Một ví dụ khác, (c) nếu kích thước của đơn vị mã hóa hiện thời là 64×64 và cờ kích thước TU tối đa bằng 1, thì cờ kích thước TU có thể bằng 0 hoặc 1. Ở đây, cờ kích thước TU không thể được thiết lập thành giá trị khác 0 hoặc 1.

Do đó, nếu xác định được rằng cờ kích thước TU tối đa là 'MaxTransformSizeIndex', thì kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu là 'MinTransformSize' và kích thước của đơn vị biến đổi gốc là 'RootTuSize' khi cờ kích thước TU bằng 0, thì kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu hiện thời 'CurrMinTuSize' mà có thể được xác định trong đơn vị mã hóa hiện thời, có thể được xác định bằng phương trình (1):

$$\text{CurrMinTuSize} = \max(\text{MinTransformSize}, \text{RootTuSize} / (2^{\text{MaxTransformSizeIndex}})) \quad \text{..... (1)}$$

So với kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu hiện thời 'CurrMinTuSize' mà có thể được xác định trong đơn vị mã hóa hiện thời, thì kích thước của đơn vị biến đổi gốc 'RootTuSize' có thể biểu thị kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu mà có thể được chọn trong hệ thống. Ở phương trình (1), 'RootTuSize'/($2^{\text{MaxTransformSizeIndex}}$) biểu thị kích thước của đơn vị biến đổi khi kích thước của đơn vị biến đổi gốc 'RootTuSize' được phân chia số lần tương ứng với cờ kích thước TU tối đa, và 'MinTransformSize' biểu thị kích thước biến đổi tối thiểu. Do đó, giá trị nhỏ hơn trong số 'RootTuSize'/($2^{\text{MaxTransformSizeIndex}}$) và 'MinTransformSize' có thể là kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu hiện thời 'CurrMinTuSize' mà có thể được xác định trong đơn vị mã hóa hiện thời.

Theo một phương án của sáng chế, kích thước của đơn vị biến đổi gốc 'RootTuSize' có thể thay đổi theo kiểu chế độ dự đoán.

Ví dụ, nếu chế độ dự đoán hiện thời là chế độ liên ảnh, thì 'RootTuSize' có thể được xác định bằng cách sử dụng phương trình (2) dưới đây. Trong phương trình (2), 'MaxTransformSize' biểu thị kích thước của đơn vị biến đổi tối đa, và 'PUSize' biểu thị kích thước của đơn vị dự đoán hiện thời.

$$\text{RootTuSize} = \min (\text{MaxTransformSize}, \text{PUSize}) \dots\dots\dots (2)$$

Nghĩa là, nếu chế độ dự đoán hiện thời là chế độ liên ảnh, thì kích thước của đơn vị biến đổi gốc 'RootTuSize' khi cỡ kích thước TU bằng 0 có thể là giá trị nhỏ hơn trong số kích thước của đơn vị biến đổi tối đa và kích thước của đơn vị dự đoán hiện thời.

Nếu chế độ dự đoán của đơn vị phân vùng hiện thời là chế độ nội ảnh, thì 'RootTuSize' có thể được xác định bằng cách sử dụng phương trình (3) dưới đây. Trong phương trình (3), 'PartitionSize' biểu thị kích thước của đơn vị phân vùng hiện thời.

$$\text{RootTuSize} = \min (\text{MaxTransformSize}, \text{PartitionSize}) \dots\dots\dots (3)$$

Nghĩa là, nếu chế độ dự đoán hiện thời là chế độ nội ảnh, thì kích thước của đơn vị biến đổi gốc 'RootTuSize' có thể là giá trị nhỏ hơn trong số kích thước của đơn vị biến đổi tối đa và kích thước của đơn vị phân vùng hiện thời.

Tuy nhiên, kích thước của đơn vị biến đổi tối đa hiện thời mà thay đổi theo kiểu chế độ dự đoán trong đơn vị phân vùng, kích thước của đơn vị biến đổi gốc 'RootTuSize', chỉ là một ví dụ và sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Fig.26 là lưu đồ thể hiện phương pháp mã hóa video sử dụng bộ lọc nội suy dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, theo một phương án của sáng chế.

Ở bước 2610, để mã hóa ảnh hiện thời của video đầu vào, ảnh hiện thời này được phân chia thành ít nhất một đơn vị mã hóa tối đa. Mỗi trong số ít nhất một vùng phân chia, thu được bằng cách phân chia vùng của mỗi đơn vị mã hóa tối đa theo các độ sâu, có thể được mã hóa. Để mã hóa mỗi vùng phân chia theo các độ sâu, phép biến đổi và lượng tử hóa được thực hiện đối với kết quả dự đoán liên ảnh dựa vào phép nội suy đơn vị điểm ảnh phụ, và dự đoán nội ảnh.

Ở đây, độ sâu phân chia để kết xuất kết quả mã hóa cuối cùng theo ít nhất một vùng phân chia có thể được xác định bằng cách so sánh các kết quả mã hóa của các vùng phân chia theo các độ sâu, và các đơn vị mã hóa có trong đơn vị mã hóa tối đa hiện thời và có cấu trúc cây có thể xác định. Giống với các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây có thể được xác định. Nói cách khác, là kết quả mã hóa ảnh, giống với các đơn vị mã hóa đã xác định có cấu trúc cây, kết quả mã hóa của các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây có thể được kết xuất làm dữ liệu được mã hóa của ảnh.

Phép dự đoán liên ảnh có thể được thực hiện đối với mỗi đơn vị dự đoán hoặc phân vùng của đơn vị mã hóa. Chuyển động của đơn vị dự đoán hiện thời hoặc phân vùng có thể được dự đoán dựa vào các điểm ảnh được tạo ra bằng cách thực hiện phép nội suy đơn vị điểm ảnh phụ. Trong số các bộ lọc nội suy để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, bộ lọc nội suy được chọn theo cách khác nhau dựa vào vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ. Để thực hiện phép nội suy hình ảnh một cách hiệu quả, các hệ số lọc nội suy có thể được xác định theo cách chọn lọc. Bộ lọc nội suy có thể được chọn dưới dạng bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng theo vị trí nội suy. Bộ lọc nội suy này có thể là bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ hoặc chẵn.

Trong số các hệ số lọc nội suy được lưu trữ trước đó trong bộ nhớ, bộ lọc nội suy mong muốn có thể được chọn theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ, độ mịn, số lượng tap lọc, độ sâu bit, tỷ lệ thay đổi tỷ lệ, hàm cơ sở của bước lọc nội suy dựa vào phép biến đổi, kích thước của bộ lọc của số và thành phần màu sắc, và phép nội suy có thể được thực hiện để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ.

Ở bước 2620, dữ liệu ảnh thu được dưới dạng kết quả mã hóa cuối cùng theo ít nhất một vùng phân chia của mỗi đơn vị mã hóa tối đa, và thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa được kết xuất dưới dạng dòng bit.

Thông tin về chế độ mã hóa có thể bao gồm thông tin về độ sâu được mã hóa hoặc thông tin phân chia, thông tin về kiểu phân vùng của đơn vị dự đoán, thông tin về chế độ dự đoán và thông tin về cấu trúc cây của các đơn vị biến đổi. Thông tin mã hóa có thể bao gồm thông tin về bộ lọc nội suy được sử dụng để thực hiện bước mã hóa dự đoán đơn vị điểm ảnh phụ. Thông tin được mã hóa về chế độ mã hóa có thể được truyền đến thiết bị giải mã cùng với dữ liệu ảnh được mã hóa.

Fig.27 là lưu đồ thể hiện phương pháp giải mã video bằng cách sử dụng bộ lọc nội suy dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, theo một phương án của sáng chế.

Ở bước 2710, dòng bit video mã hóa được nhận và phân tích cú pháp.

Ở bước 2720, dữ liệu hình ảnh được mã hóa của ảnh hiện thời được gán cho đơn vị mã hóa tối đa, và thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa theo các đơn vị mã hóa tối đa được trích xuất từ dòng bit đã phân tích cú pháp. Thông tin về bộ lọc nội suy cần thiết để thực hiện bước bù chuyển động của đơn vị điểm ảnh phụ có thể được trích xuất từ thông tin mã hóa.

Thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa có thể được trích xuất từ thông tin mã hóa. Theo thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa này, đơn vị mã hóa tối đa có thể được phân chia thành các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây. Ngoài ra, theo thông tin về cấu trúc cây của các đơn vị biến đổi có trong thông tin đã trích xuất, các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây theo các độ sâu biến đổi trong các đơn vị mã hóa có thể được xác định.

Ở bước 2730, bằng cách sử dụng thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa theo mỗi đơn vị mã hóa tối đa, dữ liệu hình ảnh của mỗi đơn vị mã hóa tối đa có thể được giải mã dựa vào các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, các đơn vị dự đoán và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây. Vì đơn vị mã hóa hiện thời được giải mã dựa vào thông tin về độ sâu được mã hóa và chế độ mã hóa, nên đơn vị mã hóa hiện thời có thể được biến đổi ngược bằng cách sử dụng đơn vị biến đổi được xác định trong số các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây.

Dữ liệu ảnh được mã hóa có thể được giải mã bằng cách thực hiện các hoạt động giải mã khác nhau chẳng hạn như bù chuyển động và dự đoán nội ảnh đối với mỗi đơn vị dự đoán hoặc phân vùng của đơn vị mã hóa dựa vào chế độ mã hóa.

Cụ thể, nếu dữ liệu dư được mã hóa và dữ liệu tham chiếu được trích xuất dựa vào các điểm ảnh được nội suy trong đơn vị điểm ảnh phụ, thì phép bù chuyển động đối với đơn vị dự đoán hiện thời hoặc phân vùng hiện thời có thể được thực hiện dựa vào các điểm ảnh được nội suy trong các đơn vị điểm ảnh phụ. Trong số các bộ lọc nội suy để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ, bộ lọc nội suy có thể được chọn theo cách khác nhau dựa vào vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ. Bộ lọc nội suy này có thể được chọn dưới dạng bộ lọc nội suy đối xứng hoặc bất đối xứng theo vị trí nội suy. Bộ lọc nội suy có thể là bộ lọc nội suy có số lượng tap lẻ hoặc chẵn.

Để thực hiện phép nội suy hình ảnh một cách hiệu quả, các hệ số lọc nội suy có thể được xác định theo cách chọn lọc. Trong số các hệ số lọc nội suy được lưu trữ trước đó trong bộ nhớ, bộ lọc nội suy mong muốn có thể được chọn theo vị trí nội suy của đơn vị điểm ảnh phụ, độ mịn, số lượng tap lọc, độ sâu bit, tỷ lệ thay đổi tỷ lệ, hàm cơ sở của bước lọc nội suy dựa vào phép biến đổi, kích thước của bộ lọc cửa sổ và thành phần màu sắc, và phép nội suy có thể được thực hiện để tạo ra giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ.

Ảnh tham chiếu và vùng tham chiếu được xác định bằng cách sử dụng dữ liệu tham chiếu, và giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ có thể được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc nội suy đối với hai hoặc nhiều hơn hai điểm ảnh tham chiếu của đơn vị điểm ảnh nguyên của ảnh tham chiếu. Phép bù chuyển động có thể được thực hiện đối với đơn vị dự đoán hiện thời hoặc phân vùng hiện thời bằng cách kết hợp giá trị điểm ảnh của đơn vị điểm ảnh phụ đã tạo ra và dữ liệu dư, và do đó bước giải mã dự đoán có thể được thực hiện.

Vì mỗi đơn vị mã hóa tối đa được giải mã, nên dữ liệu hình ảnh ở miền không gian có thể được khôi phục, và ảnh và video là trình tự ảnh có thể được khôi phục. Video được khôi phục có thể được sao chép bởi thiết bị sao chép, có thể được lưu trữ trong vật ghi lưu trữ, hoặc có thể được truyền trong mạng.

Các phương án của sáng chế có thể được ghi dưới dạng các chương trình máy tính và có thể được thực hiện trong các máy tính kỹ thuật số sử dụng cho mục đích dung mà thực thi 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 này bao gồm các vật ghi lưu trữ từ tính (ví dụ, ROM, đĩa mềm, đĩa cứng, v.v.) và các vật ghi quang học (ví dụ, CD-ROM hoặc DVD).

Trong khi sáng chế đã được thể hiện và mô tả một cách cụ thể dựa vào các phương án được ưu tiên của sáng chế, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu được rằng các thay đổi khác nhau về hình thức và các chi tiết có thể được thực hiện trong đó mà không lệch khỏi mục đích và phạm vi của sáng chế như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Các phương án ưu tiên này chỉ nên được xem xét theo nghĩa mô tả và không nhằm mục đích làm giới hạn sáng chế. Do đó, phạm vi của sáng chế được xác định không chỉ bởi phần mô tả chi tiết của sáng chế mà còn được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, và tất cả các khác biệt nằm trong phạm vi của sáng chế cần được hiểu là thuộc về sáng chế này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp bù chuyển động, phương pháp này bao gồm các bước:

xác định, trong ảnh tham chiếu độ chói, khối tham chiếu độ chói dùng để dự đoán khối hiện thời, bằng cách sử dụng vectơ chuyển động độ chói của khối hiện thời;

tạo ra mẫu độ chói của vị trí 1/4 điểm ảnh hoặc vị trí 3/4 điểm ảnh có trong khối tham chiếu độ chói bằng cách áp dụng bộ lọc 7-tap vào các mẫu độ chói của vị trí điểm ảnh nguyên của ảnh tham chiếu độ chói;

xác định, trong ảnh tham chiếu sắc độ, khối tham chiếu sắc độ dùng để dự đoán khối hiện thời, bằng cách sử dụng vectơ chuyển động sắc độ của khối hiện thời; và

tạo ra mẫu sắc độ của vị trí 1/8 điểm ảnh hoặc vị trí 4/8 điểm ảnh có trong khối tham chiếu sắc độ bằng cách áp dụng bộ lọc 4-tap vào các mẫu sắc độ của vị trí điểm ảnh nguyên của ảnh tham chiếu sắc độ,

trong đó bộ lọc 7-tap bao gồm bảy hệ số lọc,

bộ lọc 4-tap bao gồm bốn hệ số lọc, và

các hệ số lọc của bộ lọc 7-tap để tạo ra mẫu độ chói của vị trí 1/4 điểm ảnh được bố trí theo thứ tự ngược lại với các hệ số lọc của bộ lọc 7-tap để tạo ra mẫu độ chói của vị trí 3/4 điểm ảnh.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tạo ra mẫu độ chói bao gồm bước: thay đổi tỷ lệ mẫu độ chói được tạo ra bằng cách áp dụng bộ lọc 7-tap nhờ sử dụng hệ số thay đổi tỷ lệ độ chói sao cho tổng hệ số của bộ lọc 7-tap bằng 1.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tạo ra ít nhất một mẫu sắc độ bao gồm bước: thay đổi tỷ lệ mẫu sắc độ được tạo ra bằng cách áp dụng bộ lọc 4-tap nhờ sử dụng hệ số thay đổi tỷ lệ sắc độ sao cho tổng hệ số của bộ lọc 4-tap bằng 1.

FIG. 1

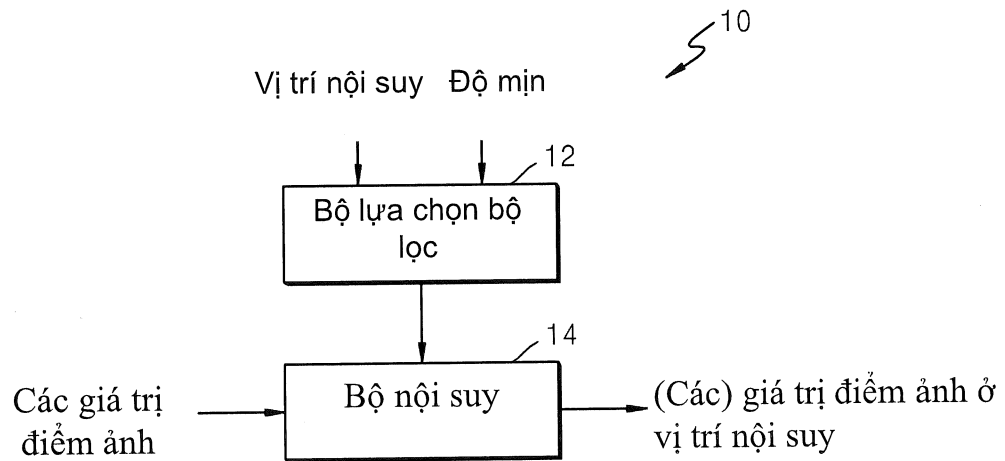


FIG. 2

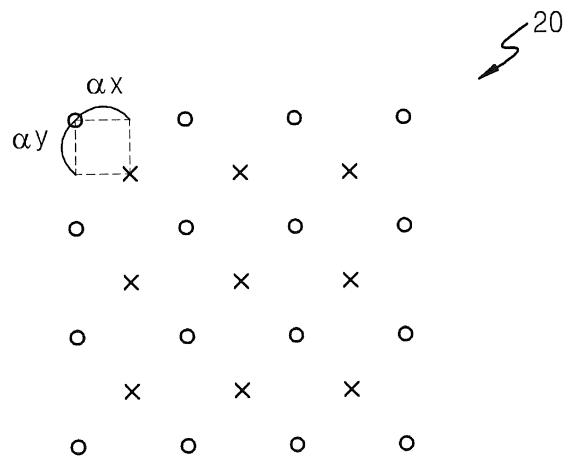


FIG. 3

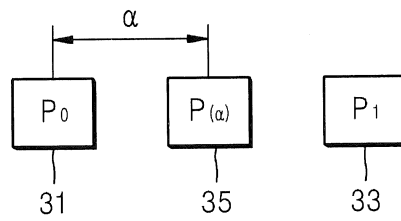


FIG. 4A

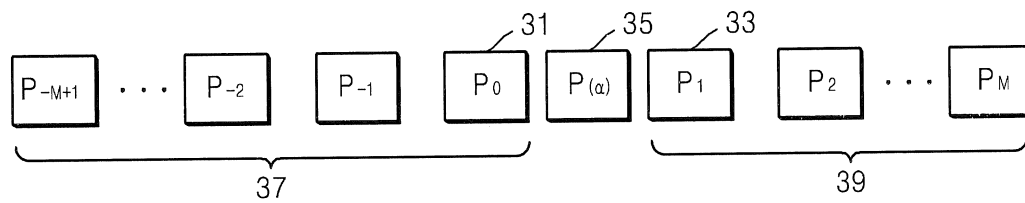


FIG. 4B

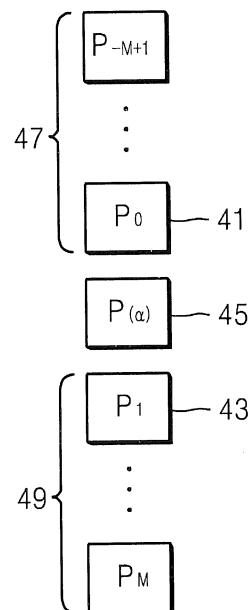


FIG. 4C

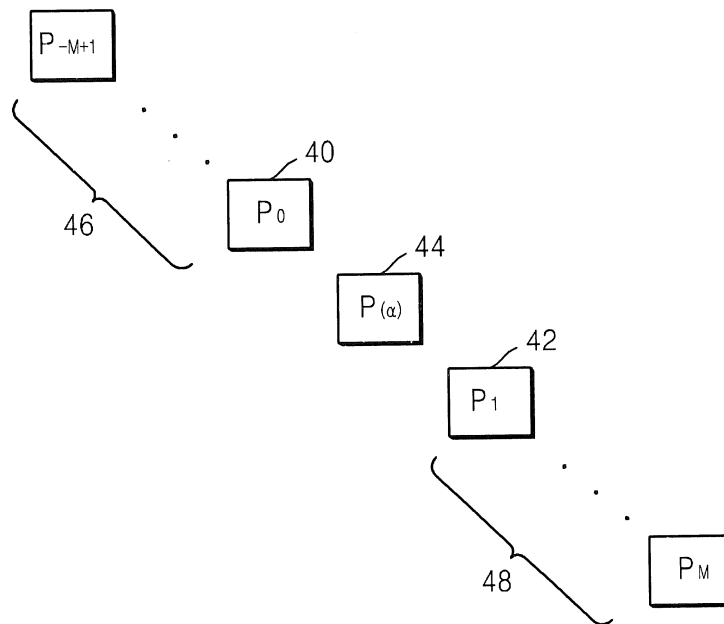


FIG. 5A

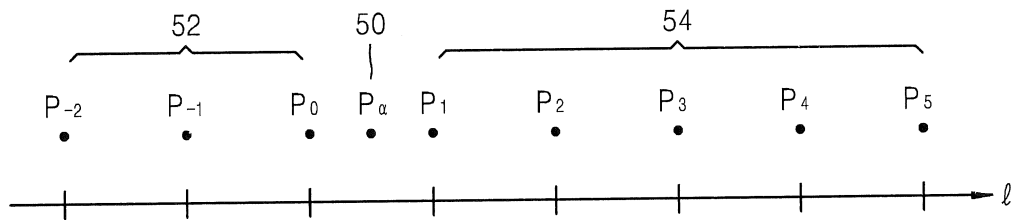


FIG. 5B

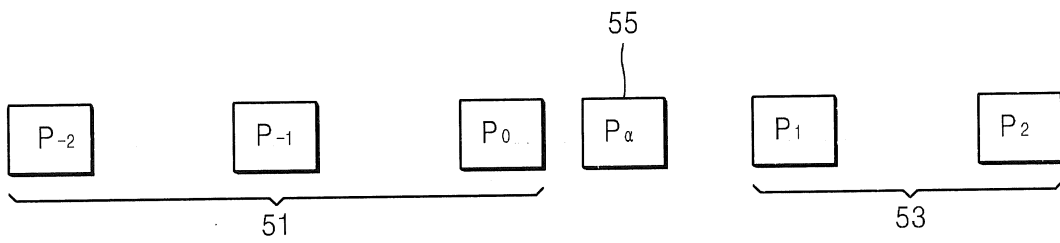


FIG. 6

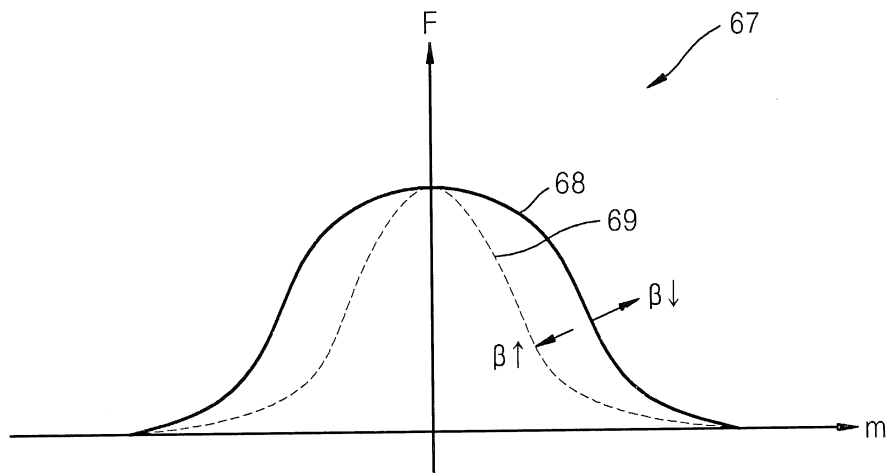


FIG. 7

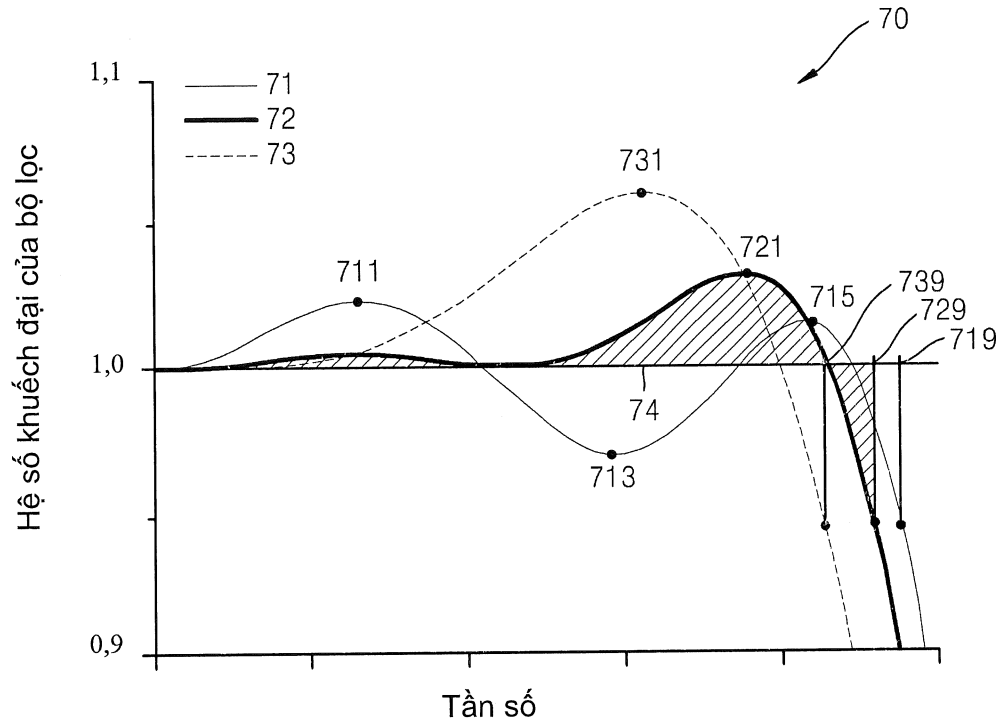


FIG. 8

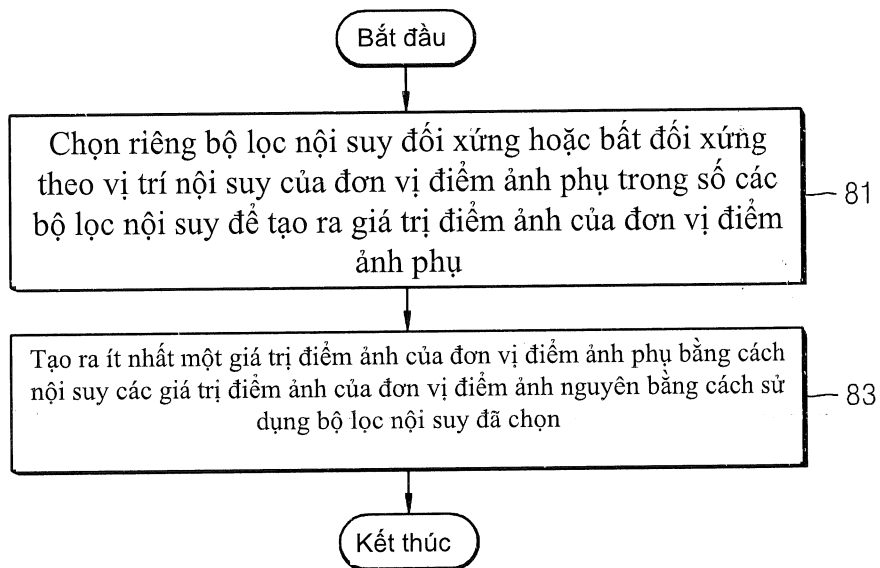


FIG. 9A

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu $\{P_{-1}, P_0, P_1\}$	α	N
1/8	$\{-3, 63, 4\};$	1/10	Không
1/8	$\{-2, 63, 3\}$	1/10	6
1/8	$\{-1, 62, 3\}; \{-1, 63, 2\}$	1/10	4
1/8	$\{-2, 62, 4\};$	0,117	5
1/8	$\{-5, 63, 6\}; \{-4, 62, 6\}; \{-4, 63, 5\}$	0,125	Không
1/8	$\{-3, 62, 5\}$	0,125	6
1/8	$\{-2, 62, 4\}; \{-3, 63, 4\}$	0,125	5
1/8	$\{-2, 63, 3\}; \{-1, 62, 3\};$	0,125	4
1/4	$\{-7, 59, 12\}; \{-6, 58, 12\}; \{-7, 58, 13\}$	0,25	Không
1/4	$\{-5, 58, 11\};$	0,25	6
1/4	$\{-4, 57, 11\}; \{-4, 58, 10\}; \{-3, 57, 10\};$	0,25	5
1/4	$\{-1, 56, 9\}; \{-2, 57, 9\}; \{-2, 56, 10\};$	0,25	4
3/8	$\{-8, 52, 20\};$	0,375	Không
3/8	$\{-7, 51, 20\}; \{-6, 50, 20\}; \{-6, 51, 19\}$	0,375	8
3/8	$\{-5, 50, 19\}$	0,375	7
3/8	$\{-3, 49, 18\}; \{-4, 50, 18\}; \{-4, 49, 19\}$	0,375	5
3/8	$\{-8, 51, 21\}$	0,383	Không
3/8	$\{-8, 50, 22\}$	0,4	Không
3/8	$\{-7, 49, 22\}$	0,4	10
3/8	$\{-6, 49, 21\}$	0,4	8
3/8	$\{-5, 48, 21\}$	0,4	6
3/8	$\{-4, 47, 21\}; \{-4, 48, 20\}; \{-3, 47, 20\};$	0,4	5
3/8	$\{-2, 47, 19\};$	0,4	4,5
1/2	$\{-8, 43, 29\};$	0,5	Không
1/2	$\{-7, 42, 29\};$	0,5	10
1/2	$\{-5, 42, 29\}; \{-6, 41, 29\}; \{-6, 42, 28\};$	0,5	9
1/2	$\{-5, 41, 28\}$	0,5	6

FIG. 9B

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu $\{P_{-1}, P_0, P_1, P_2\}$	α	N
1/8	$\{-3, 62, 7, -2\}$	0,1	Không
1/8	$\{-3, 62, 6, -1\}$	0,1	6
1/8	$\{-2, 61, 6, -1\}; \{-2, 62, 5, -1\}; \{-2, 62, 6, -2\};$	0,1	4
1/8	$\{-3, 61, 8, -2\}; \{-4, 62, 8, -2\}; \{-4, 61, 9, -2\};$ $\{-4, 61, 8, -1\}$	0,017	Không
1/8	$\{-3, 61, 7, -1\};$	0,017	10
1/8	$\{-4, 61, 8, -1\}; \{-3, 60, 8, -1\}; \{-3, 61, 7, -1\};$ $\{-3, 61, 8, -2\};$	0,125	9
1/4	$\{-5, 58, 14, -3\};$	0,2	Không
1/4	$\{-5, 58, 13, -2\}; \{-4, 57, 13, -2\}; \{-4, 58, 12, -2\};$ $\{-4, 58, 13, -3\};$	0,2	8
1/4	$\{-5, 58, 12, -1\}; \{-4, 57, 12, -1\}; \{-4, 58, 11, -1\};$	0,2	6
1/4	$\{-5, 56, 15, -2\}; \{-4, 55, 15, -2\}; \{-4, 56, 14, -2\};$ $\{-4, 56, 15, -3\};$	0,23	6
1/4	$\{-6, 56, 18, -4\}$	0,25	Không
1/4	$\{-6, 56, 17, -3\}; \{-5, 55, 17, -3\}; \{-5, 56, 16, -3\};$ $\{-5, 56, 17, -4\}$	0,25	10
1/4	$\{-5, 55, 16, -2\}; \{-4, 54, 16, -2\}; \{-4, 55, 15, -2\};$ $\{-4, 55, 16, -3\};$	0,25	7
1/4	$\{-4, 54, 17, -2\}$	0,26	6
3/8	$\{-6, 48, 28, -6\}; \{-7, 49, 28, -6\};$ $\{-7, 48, 29, -6\}; \{-7, 48, 28, -5\}$	0,375	Không
3/8	$\{-6, 47, 28, -5\}; \{-6, 48, 27, -5\};$	0,375	10
3/8	$\{-6, 47, 28, -5\}; \{-6, 48, 27, -5\};$	0,375	9
3/8	$\{-6, 47, 27, -4\}; \{-5, 46, 27, -4\}; \{-5, 47, 26, -4\};$	0,375	7
3/8	$\{-7, 48, 29, -6\}; \{-7, 47, 30, -6\}; \{-7, 47, 29, -5\};$	0,385	Không
1/2	$\{-7, 39, 39, -7\}$	0,5	Không
1/2	$\{-6, 38, 38, -6\}$	0,5	11
1/2	$\{-5, 37, 37, -5\}$	0,5	7
1/2	$\{-4, 36, 36, -4\};$	0,5	5,7

FIG. 9C

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu $\{P_{-1}, P_0, P_1, P_2, P_3\}$	α	N
1/4	$\{3, -9, 60, 13, -3\}; \{2, -8, 60, 13, -3\};$ $\{2, -9, 61, 13, -3\}; \{2, -9, 60, 14, -3\};$ $\{2, -9, 60, 13, -2\};$	0,2	Không
1/4	$\{1, -8, 60, 13, -2\}; \{2, -9, 60, 13, -2\};$ $\{2, -8, 59, 13, -2\}; \{2, -8, 60, 12, -2\};$ $\{2, -8, 60, 13, -3\};$	0,2	10
1/4	$\{1, -7, 60, 12, -2\};$	0,2	8
1/4	$\{3, -10, 58, 17, -4\};$	0,25	Không
1/4	$\{1, -8, 57, 16, -2\};$	0,25	8
1/2	$\{4, -12, 41, 37, -6\}; \{3, -11, 41, 37, -6\};$ $\{3, -12, 42, 37, -6\}; \{3, -12, 41, 38, -6\};$ $\{3, -12, 41, 37, -5\};$	0,5	Không
1/2	$\{3, -11, 41, 37, -6\}; \{2, -10, 41, 37, -6\};$ $\{2, -11, 42, 37, -6\}; \{2, -11, 41, 38, -6\};$ $\{2, -11, 41, 37, -5\};$	0,5	12
1/2	$\{1, -10, 41, 37, -5\}; \{2, -11, 41, 37, -5\};$ $\{2, -10, 40, 37, -5\}; \{2, -10, 41, 36, -5\};$ $\{2, -10, 41, 37, -6\};$	0,5	10
1/2	$\{2, -9, 40, 36, -5\}; \{1, -8, 40, 36, -5\};$ $\{1, -9, 41, 36, -5\}; \{1, -9, 40, 37, -5\};$ $\{1, -9, 40, 36, -4\};$	0,5	8
1/2	$\{1, -9, 40, 36, -4\}; \{1, -8, 39, 36, -4\};$ $\{1, -8, 40, 35, -4\}; \{1, -8, 40, 36, -5\};$	0,5	8

FIG. 9D

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu {P ₋₂ , P ₋₁ , P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ }	α	N
1/4	{2, -8, 59, 15, -5, 1}	0,2	Không
1/4	{3, -8, 59, 14, -5, 1}; {2, -7, 59, 14, -5, 1}; {2, -8, 60, 14, -5, 1}; {2, -8, 59, 14, -4, 1}; {2, -8, 59, 14, -5, 2};	0,2	13
1/4	{1, -7, 59, 14, -4, 1};	0,2	10
1/4	{1, -9, 57, 19, -6, 2}; {2, -10, 57, 19, -6, 2}; {2, -9, 56, 19, -6, 2}; {2, -9, 57, 18, -6, 2}; {2, -9, 57, 19, -7, 2}; {2, -9, 57, 19, -6, 1};	0,25	Không
1/4	{3, -9, 57, 18, -6, 1}; {2, -10, 57, 18, -6, 1}; {2, -9, 58, 18, -6, 1}; {2, -9, 57, 19, -6, 1}; {2, -9, 57, 18, -5, 1}; {2, -9, 57, 18, -6, 2};	0,25	13
1/4	{3, -9, 57, 18, -6, 1}; {2, -8, 57, 18, -6, 1}; {2, -9, 58, 18, -6, 1}; {2, -9, 57, 19, -6, 1}; {2, -9, 57, 18, -5, 1}; {2, -9, 57, 18, -6, 2};	0,25	12
1/4	{1, -8, 57, 18, -5, 1}; {2, -9, 57, 18, -5, 1}; {2, -8, 56, 18, -5, 1}; {2, -8, 57, 17, -5, 1}; {2, -8, 57, 18, -6, 1};	0,25	10
1/4	{1, -7, 56, 18, -5, 1}; {1, -8, 57, 18, -5, 1}; {1, -8, 56, 19, -5, 1}; {1, -8, 56, 18, -4, 1};	0,25	8
1/2	{3, -11, 40, 40, -11, 3}	0,5	Không
1/2	{2, -10, 40, 40, -10, 2}	0,5	14
1/2	{2, -9, 39, 39, -9, 2}; {3, -10, 39, 39, -10, 3}	0,5	13
1/2	{1, -8, 39, 39, -8, 1};	0,5	8
1/2	{1, -7, 38, 38, -7, 1}; {2, -8, 38, 38, -8, 2};	0,5	7

FIG. 10A

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu $\{P_{-3}, P_{-2}, P_{-1}, P_0, P_1, P_2, P_3\}$	α	N
1/4	$\{-1, 4, -9, 60, 14, -5, 1\};$	0,2	Không
1/4	$\{-1, 3, -9, 60, 14, -4, 1\};$	0,2	14
1/4	$\{-1, 2, -8, 60, 14, -4, 1\}; \{-1, 3, -8, 59, 14, -4, 1\};$ $\{-1, 3, -8, 60, 13, -4, 1\}; \{-1, 3, -8, 60, 14, -5, 1\};$	0,2	10,1
1/4	$\{-1, 4, -11, 58, 18, -6, 2\}; \{-2, 5, -11, 58, 18, -6, 2\};$ $\{-1, 5, -12, 58, 18, -6, 2\}; \{-1, 5, -11, 57, 18, -6, 2\};$ $\{-1, 5, -11, 58, 17, -6, 2\}; \{-1, 5, -11, 58, 18, -7, 2\};$ $\{-1, 5, -11, 58, 18, -6, 1\};$	0,25	Không
1/4	$\{-1, 4, -10, 58, 18, -6, 1\};$	0,25	15
1/4	$\{-1, 4, -10, 58, 17, -5, 1\}; \{-2, 4, -10, 58, 18, -5, 1\};$ $\{-1, 3, -10, 58, 18, -5, 1\}; \{-1, 4, -11, 58, 18, -5, 1\};$ $\{-1, 4, -10, 57, 18, -5, 1\}; \{-1, 4, -10, 58, 18, -6, 1\};$	0,25	14
1/4	$\{-1, 3, -10, 58, 18, -5, 1\};$	0,25	11
1/4	$\{-1, 4, -10, 58, 17, -5, 1\}; \{-1, 3, -9, 58, 17, -5, 1\};$ $\{-1, 3, -10, 59, 17, -5, 1\}; \{-1, 3, -10, 58, 18, -5, 1\};$ $\{-1, 3, -10, 58, 17, -4, 1\};$	0,25	10
1/2	$\{-2, 6, -13, 41, 39, -10, 3\};$	0,5	Không
1/2	$\{-2, 6, -12, 41, 39, -10, 2\}; \{-3, 6, -12, 41, 39, -10, 3\};$ $\{-2, 5, -12, 41, 39, -10, 3\}; \{-2, 6, -12, 40, 39, -10, 3\};$ $\{-2, 6, -12, 41, 38, -10, 3\}; \{-2, 6, -12, 41, 39, -11, 3\};$	0,5	36
1/2	$\{-2, 5, -12, 41, 39, -10, 3\};$	0,5	32
1/2	$\{-2, 5, -12, 41, 39, -10, 3\}; \{-1, 4, -12, 41, 39, -10, 3\};$ $\{-1, 5, -13, 41, 39, -10, 3\}; \{-1, 5, -12, 40, 39, -10, 3\};$ $\{-1, 5, -12, 41, 38, -10, 3\}; \{-1, 5, -12, 41, 39, -11, 3\};$	0,5	23
1/2	$\{-1, 5, -12, 41, 39, -10, 2\};$	0,5	20
1/2	$\{-1, 5, -12, 40, 39, -9, 2\}, \{-2, 5, -12, 41, 39, -9, 2\},$ $\{-1, 4, -12, 41, 39, -9, 2\}, \{-1, 5, -13, 41, 39, -9, 2\},$ $\{-1, 5, -12, 41, 38, -10, 2\}, \{-1, 5, -12, 41, 39, -9, 1\},$	0,5	13
1/2	$\{-2, 5, -11, 40, 39, -9, 2\}, \{-1, 5, -11, 40, 39, -9, 1\},$ $\{-1, 5, -11, 40, 39, -10, 2\},$	0,5	(17)-(19) $\beta = 0, 12, 1 = 1$

FIG. 10B

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu { P ₋₂ , P ₋₁ , P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ }	α	N
1/4	{ 2, -9, 56, 20, -8, 4, -1 }	-0,75	Không
1/2	{ 3, -10, 39, 41, -13, 6, -2 }	-0,5	Không
3/4	{ 2, -6, 18, 58, -11, 4, -1 }	-0,25	Không

FIG. 10C

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu { P ₋₁ , P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅ }	α	N
1/4	{ -5, 54, 21, -9, 5, -3, 1 }	-1,75	Không
1/2	{ -6, 36, 44, -15, 8, -4, 1 }	-1,5	Không
3/4	{ -3, 16, 59, -12, 6, -3, 1 }	-1,25	Không

FIG. 11A

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu { P ₋₃ , P ₋₂ , P ₋₁ , P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ }	α	N
1/4	{-1,3,-8,60,14,-6,3,-1};{-2,3,-8,60,14,-5,3,-1}; {-1,2,-8,60,14,-5,3,-1};{-1,3,-9,60,14,-5,3,-1}; {-1,3,-8,59,14,-5,3,-1};{-1,3,-8,60,13,-5,3,-1}; {-1,3,-8,60,14,-5,2,-1}	0,185	Không
1/4	{-1,4,-9,59,15,-6,3,-1}	0,2	Không
1/4	{-1,4,-10,57,19,-7,3,-1};{-1,4,-11,57, 20,-7,3,-1};{-1,4,-9,57, 18,-7,3,-1}	0,25	
1/2	{-2,5,-12,41,41,-12,5,-2}	0,5	Không
1/2	{-1,5,-12,40,40,-12,5,-1}	0,5	15
1/2	{-1,4,-11,40,40,-11,4,-1}	0,5	14
1/2	{-1,3,-10,40,40,-10,3,-1}	0,5	10
1/2	{1,4,-10,39,39,-10,4,-1}	0,5	10.3
1/2	{-1,3,-9,39,39,-9,3,-1};	0,5	(17)-(19) $\beta = 0,032, l=1$

FIG. 11B

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu { P ₋₂ , P ₋₁ , P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ }	α	N
1/4	{2,-9,56,20,-8,4,-2,1}	-0,75	Không
1/2	{3,-10,39,42,-14,7,-4,1}	-0,5	Không
3/4	{2,-6,18,58,-11,5,-3,1}	-0,25	Không

FIG. 11C

MV phân số	Các hệ số lọc dùng cho các điểm ảnh tham chiếu { P ₋₄ , P ₋₃ , P ₋₂ , P ₋₁ , P ₀ , P ₁ , P ₂ , P ₃ }	α	N
1/4	{1,-3,5,-11,58,18,-6,2}	1,25	Không
1/2	{1,-4,7,-14,42,39,-10,3}	1,5	Không
3/4	{1,-2,4,-8,20,56,-9,2}	1,75	Không

FIG. 12A

α	Bộ lọc (α)	N
1/4	{-1, 4, -10, 58, 17, -5, 1}	8,7
1/2	{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1}	9,5

FIG. 12B

α	Bộ lọc (α)	σ
1/8	{-2, 58, 10, -2}	0,012
1/4	{-4, 54, 16, -2}	0,016
3/8	{-6, 46, 28, -4}	0,018
1/2	{-4, 36, 36, -4}	0,020

FIG. 13A

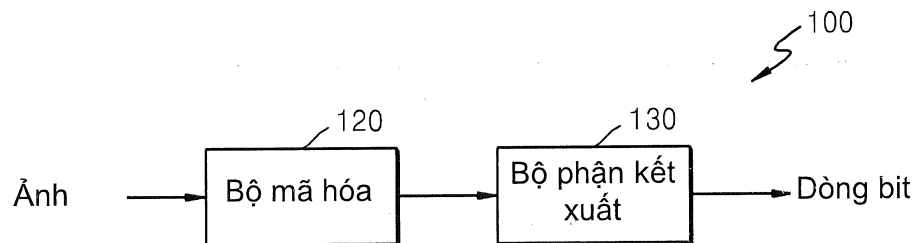


FIG. 13B

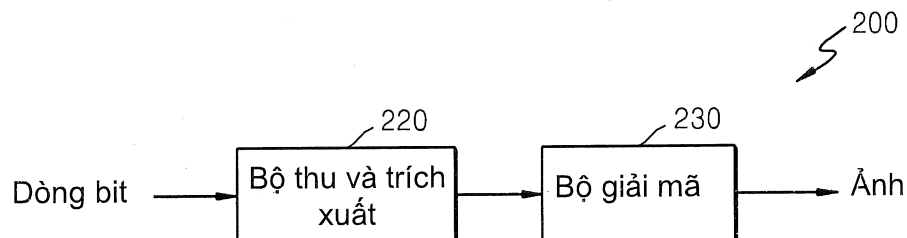


FIG. 14A

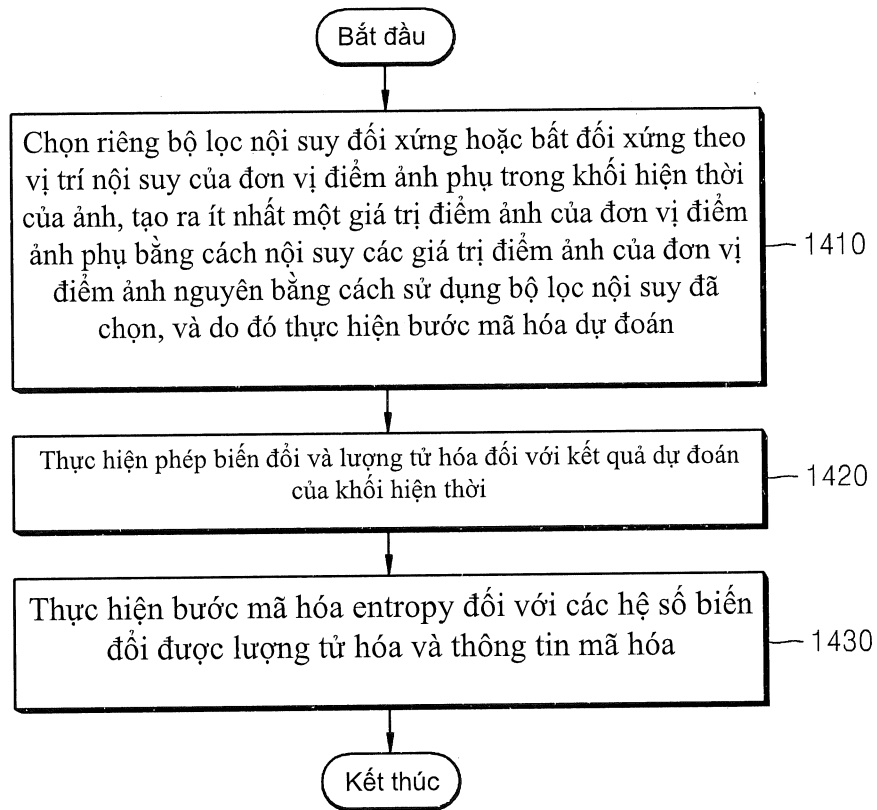


FIG. 14B

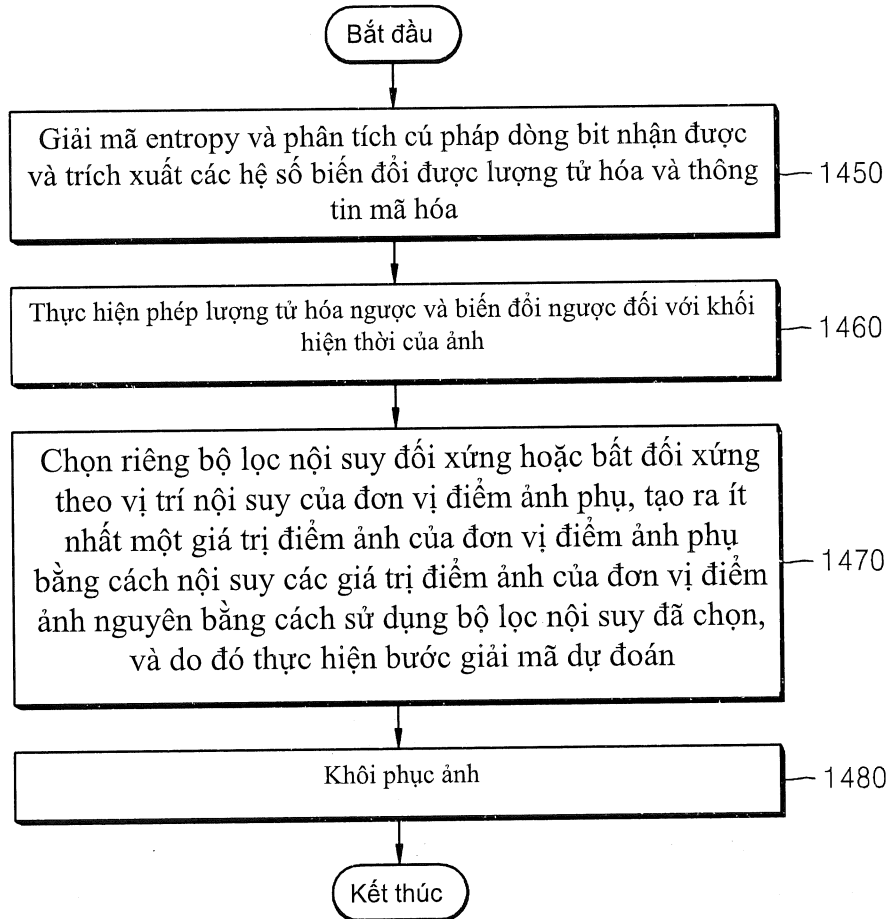


FIG. 15

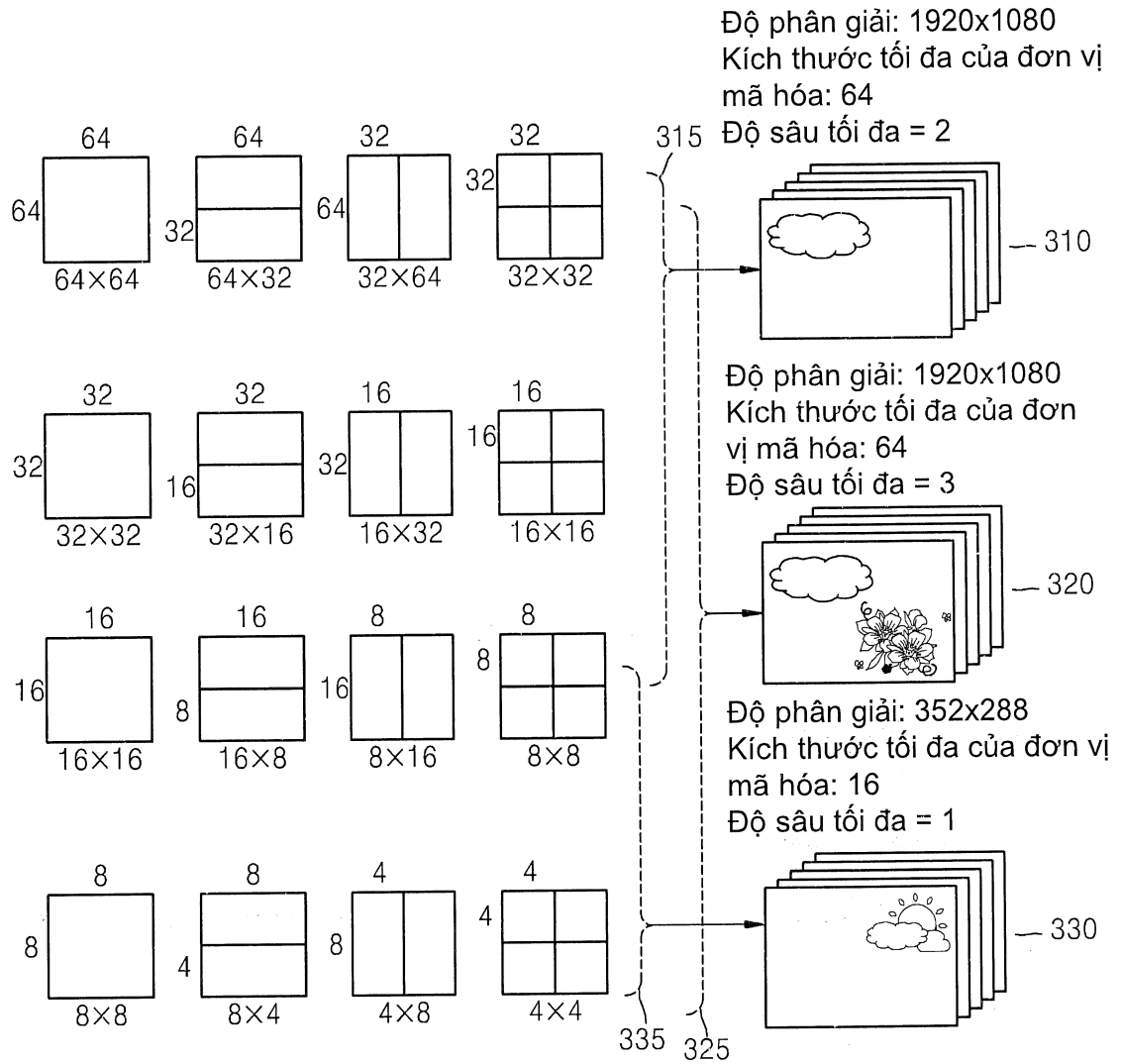


FIG. 16

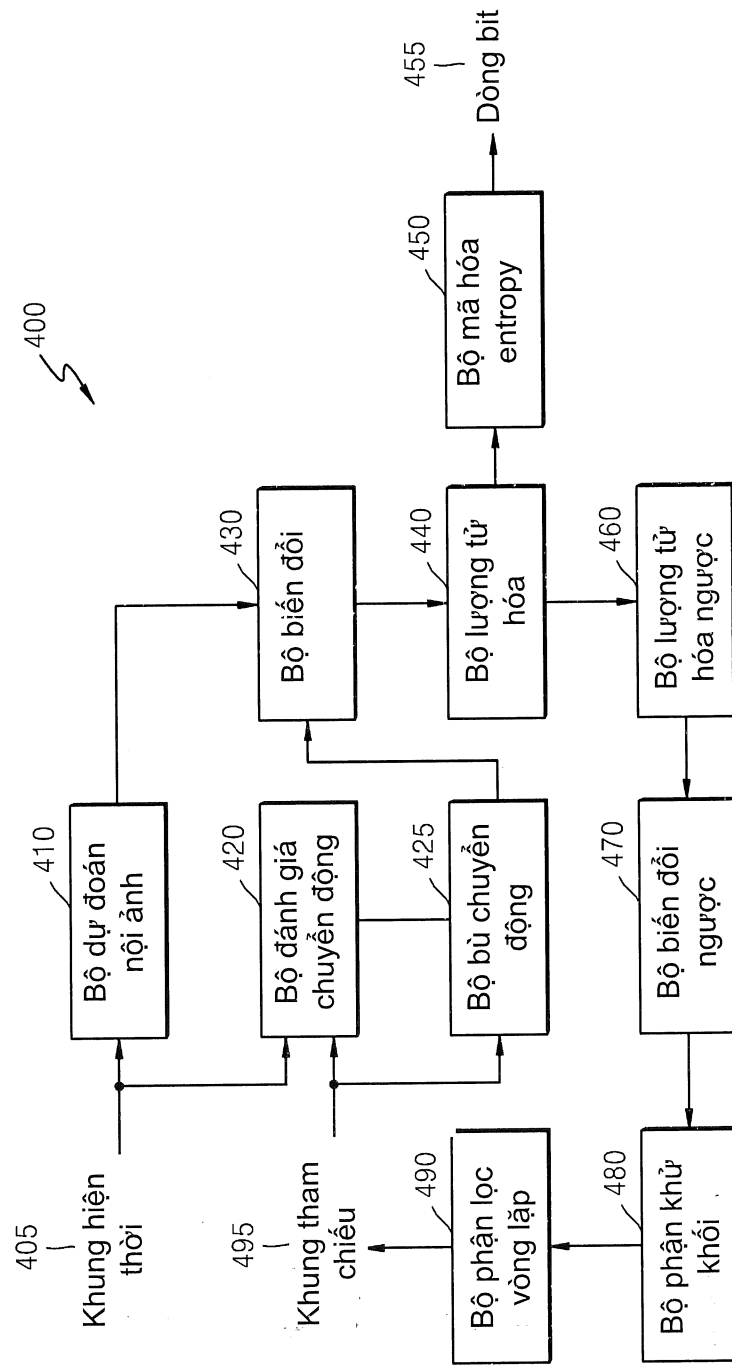


FIG. 17

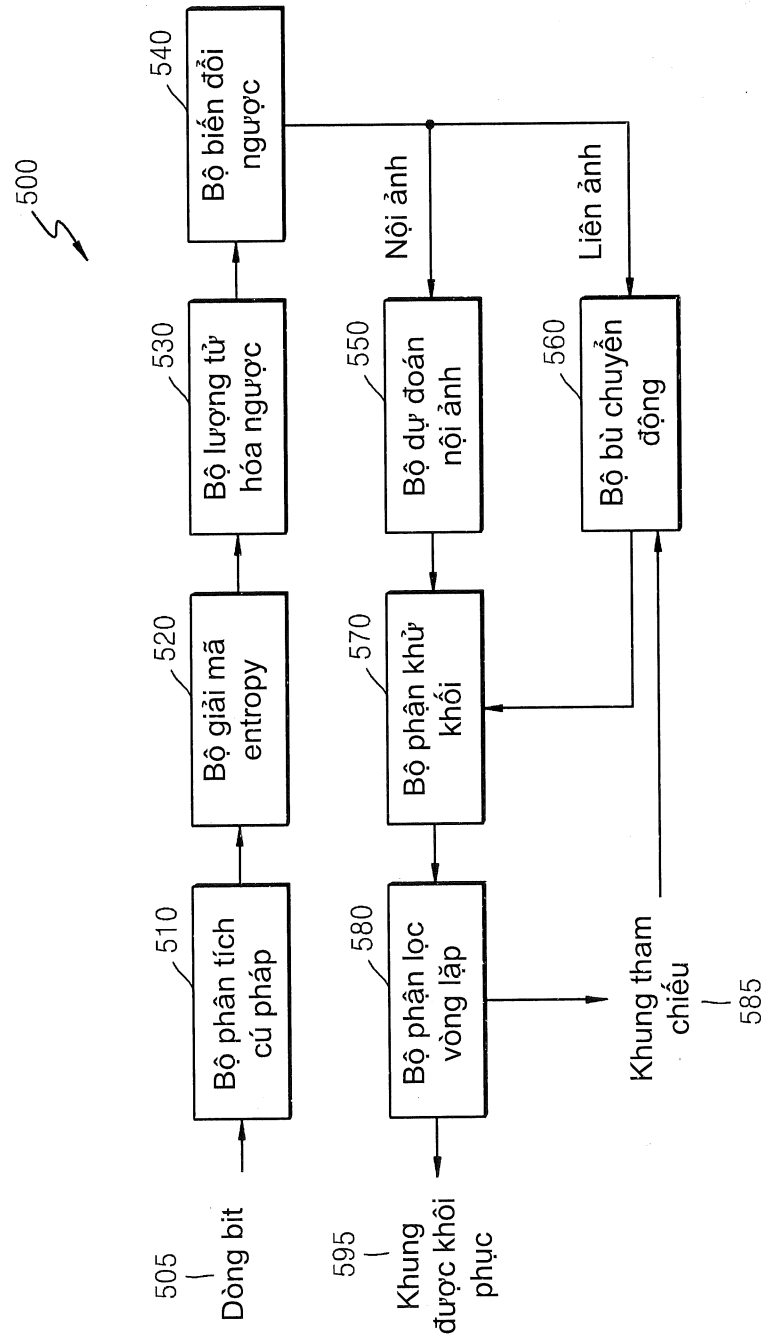


FIG. 18

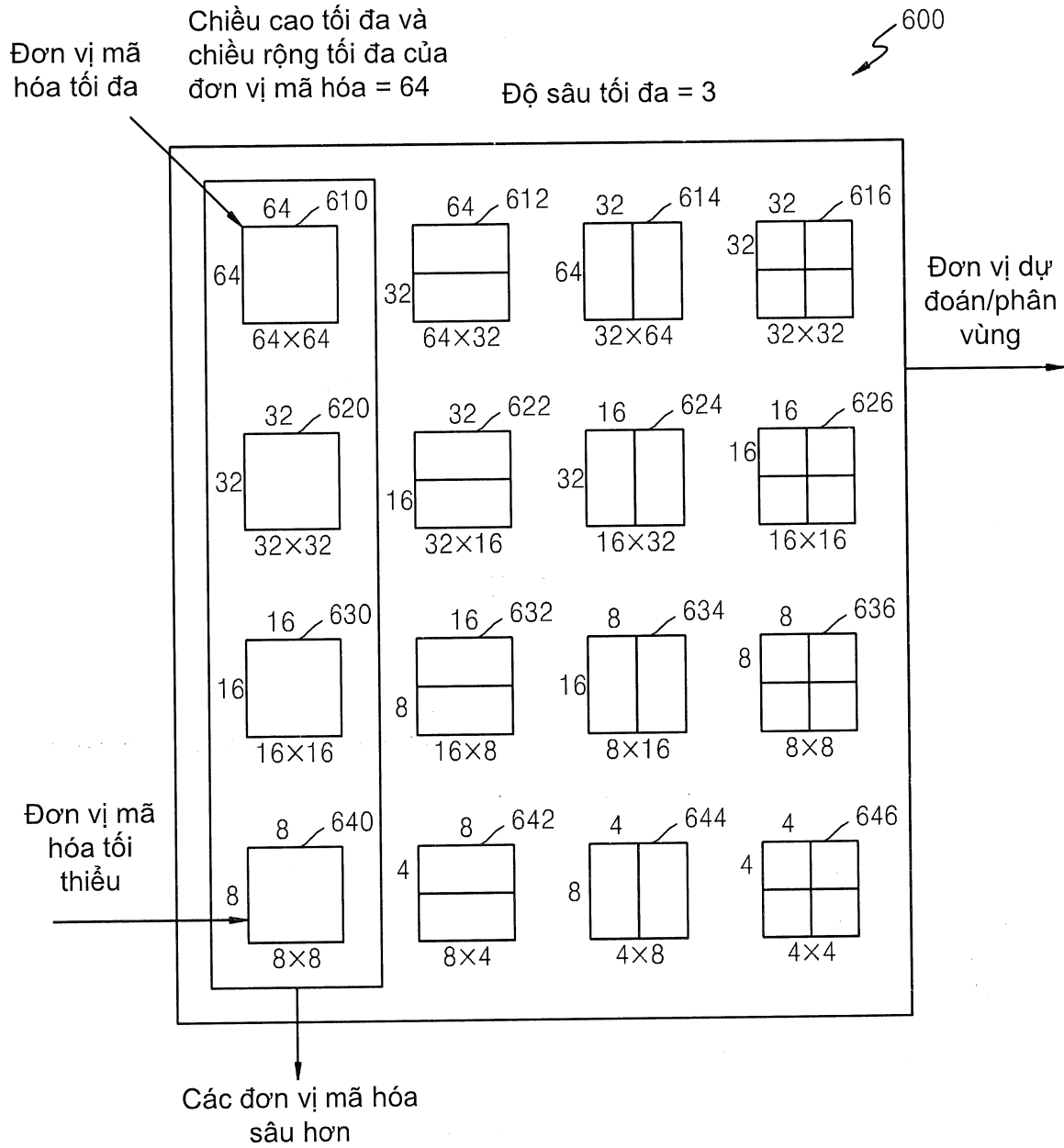


FIG. 19

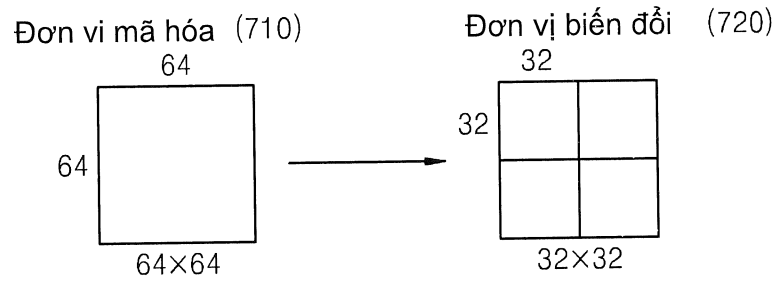


FIG. 20

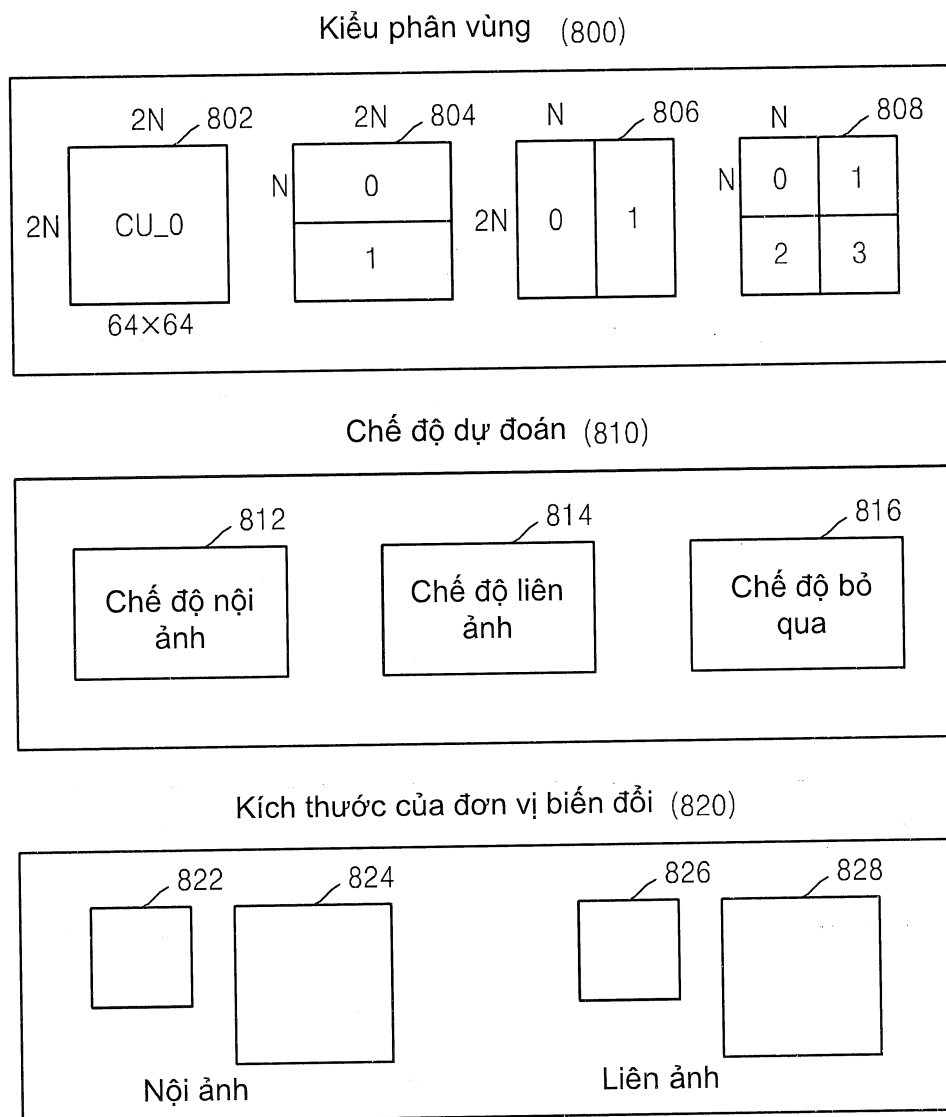


FIG. 21

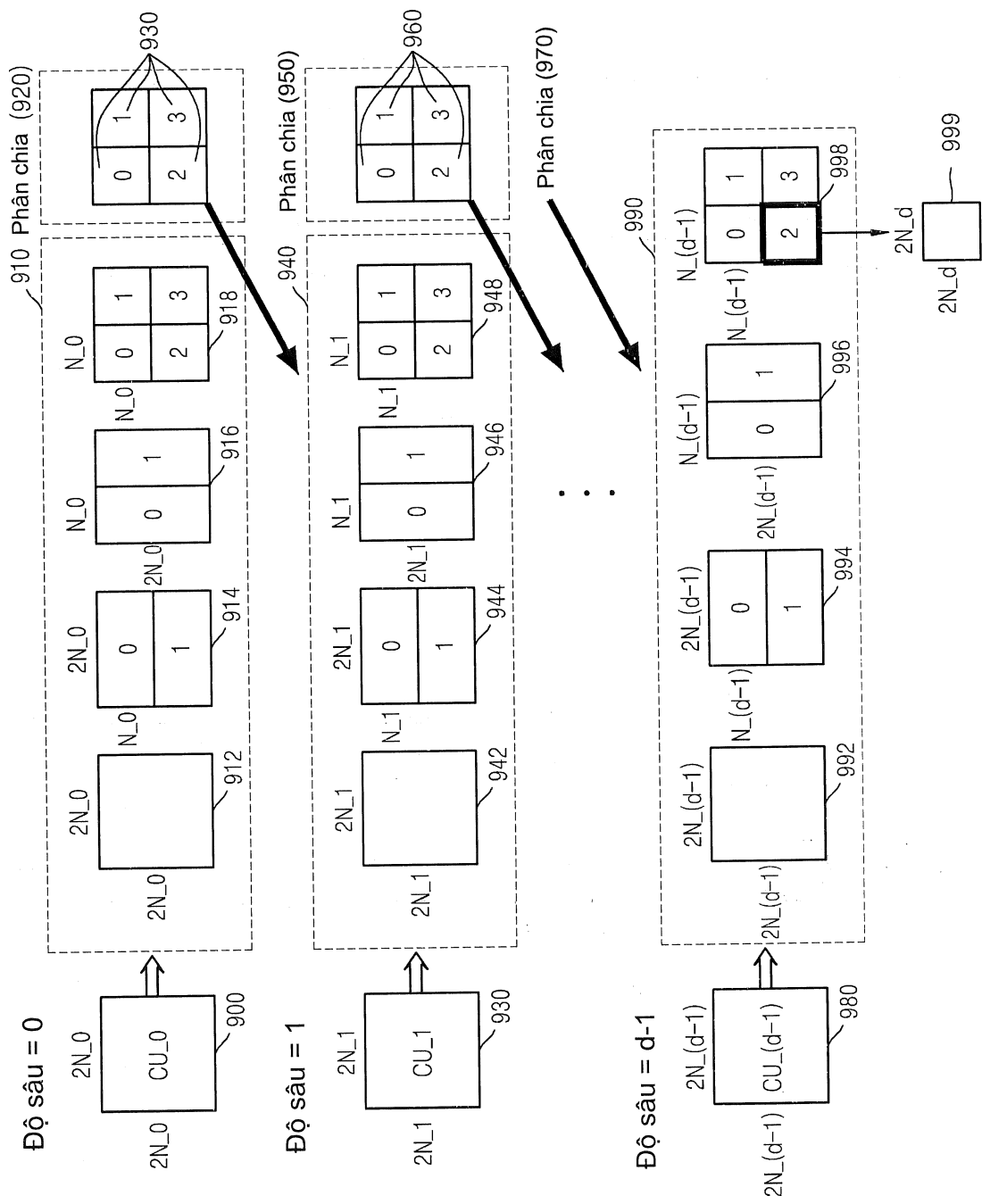
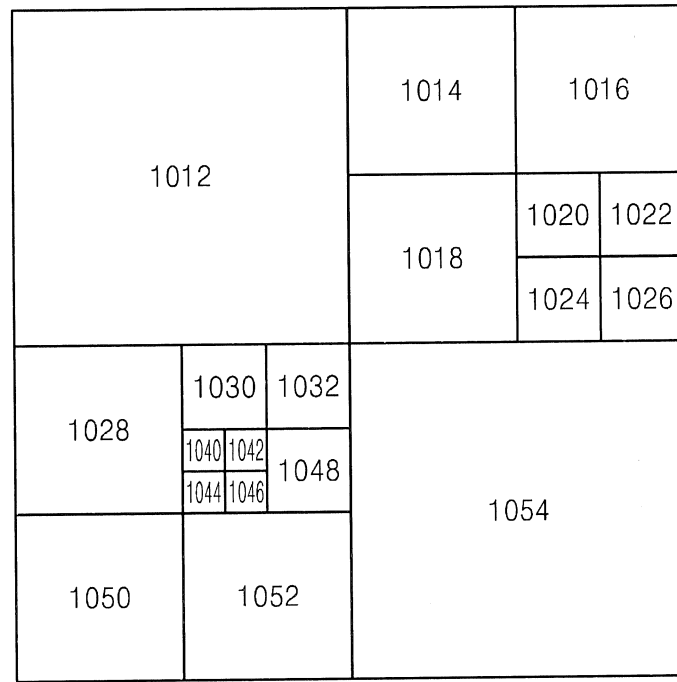


FIG. 22



Đơn vị mã hóa (1010)

FIG. 23

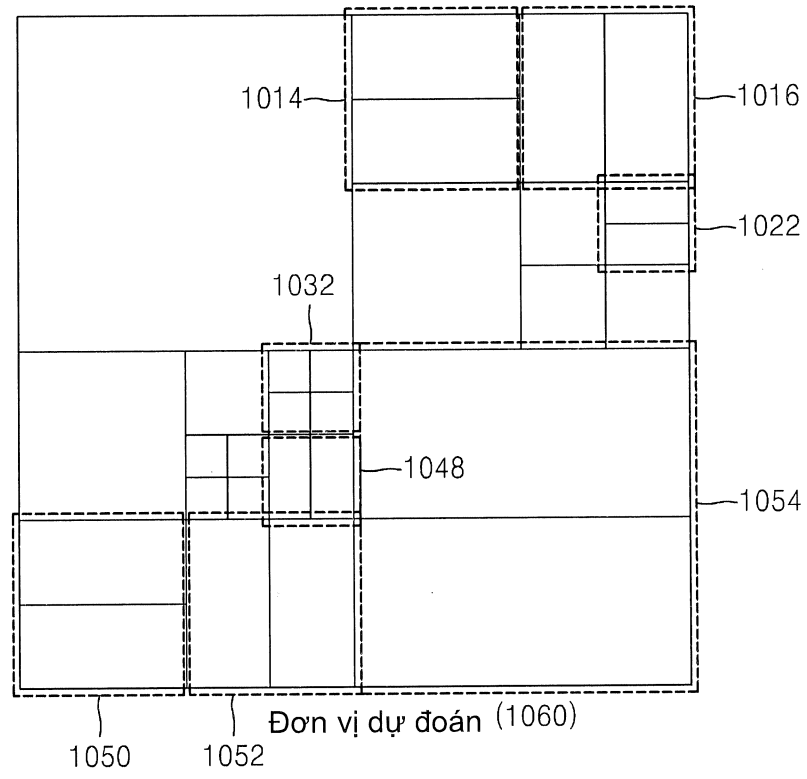


FIG. 24

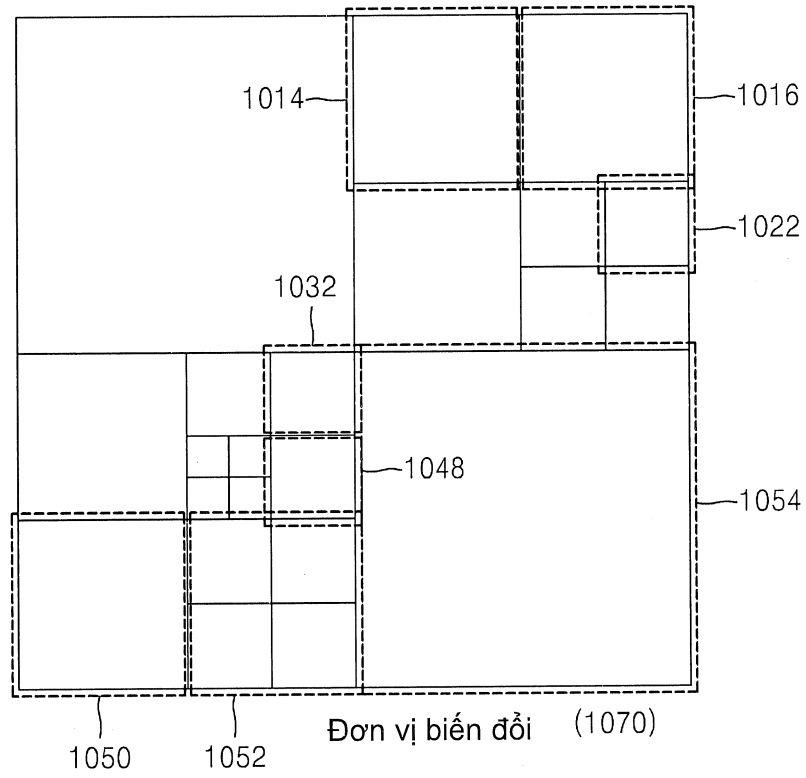


FIG. 25

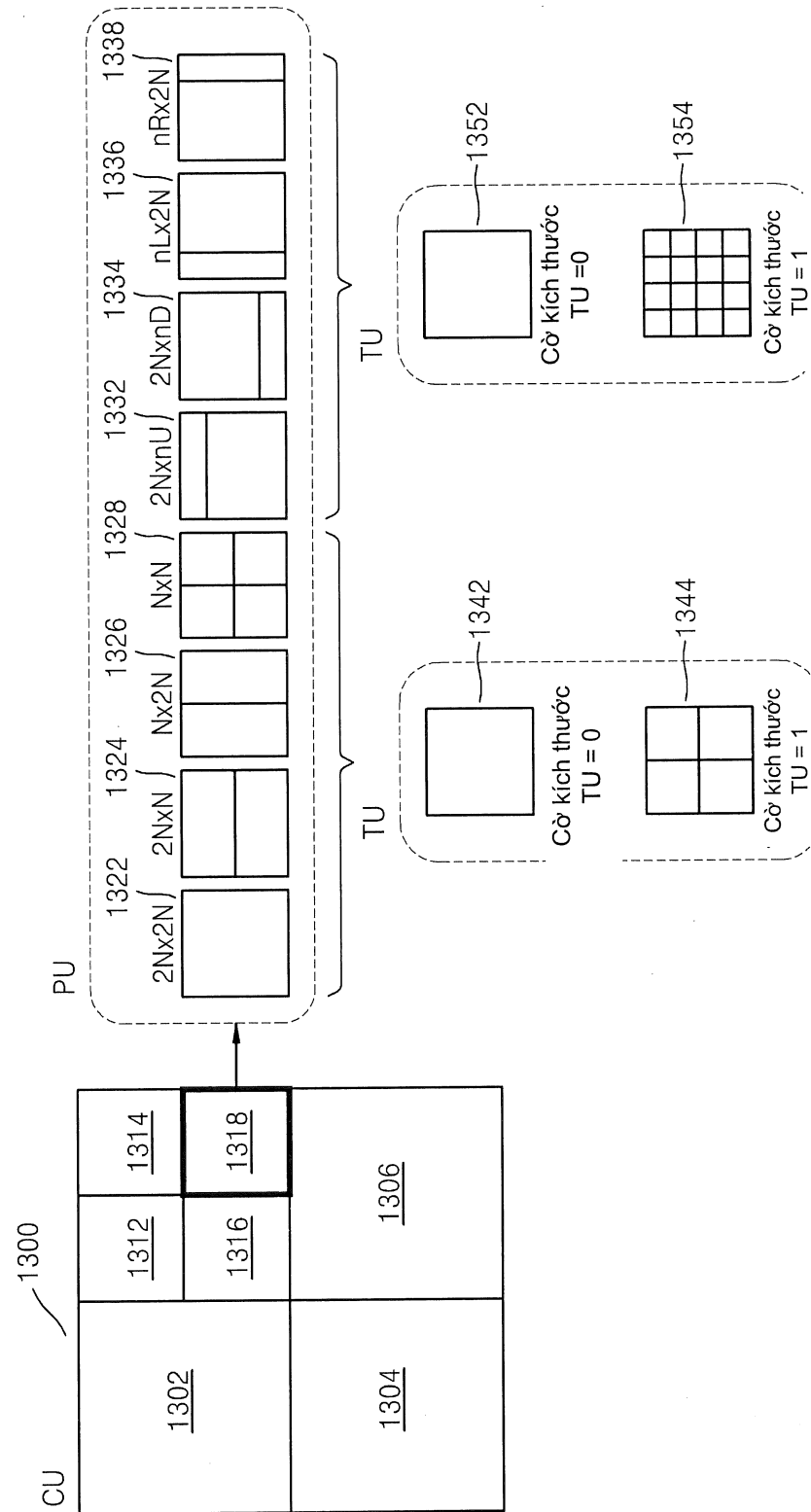


FIG. 26

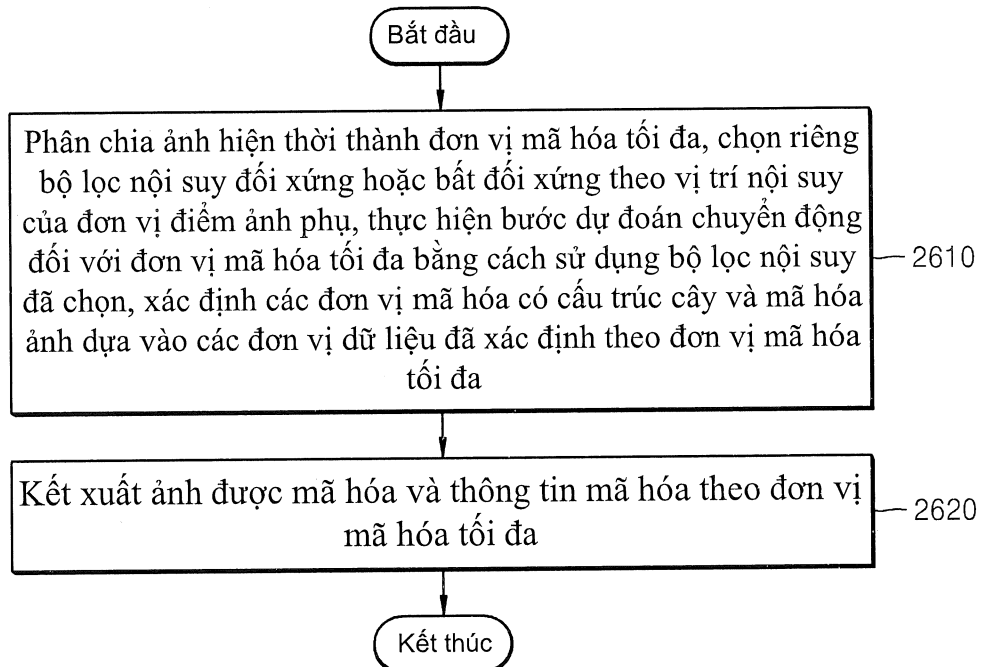


FIG. 27

