



(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)



1-0029487

(51)⁷ H04N 7/24

(13) B

(21) 1-2016-01903

(22) 05/04/2011

(62) 1-2012-03280

(86) PCT/KR2011/002373 05/04/2011

(87) WO 2011/126273 13/10/2011

(30) 10-2010-0031143 05/04/2010 KR

(45) 25/09/2021 402

(43) 25/02/2013 299A

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

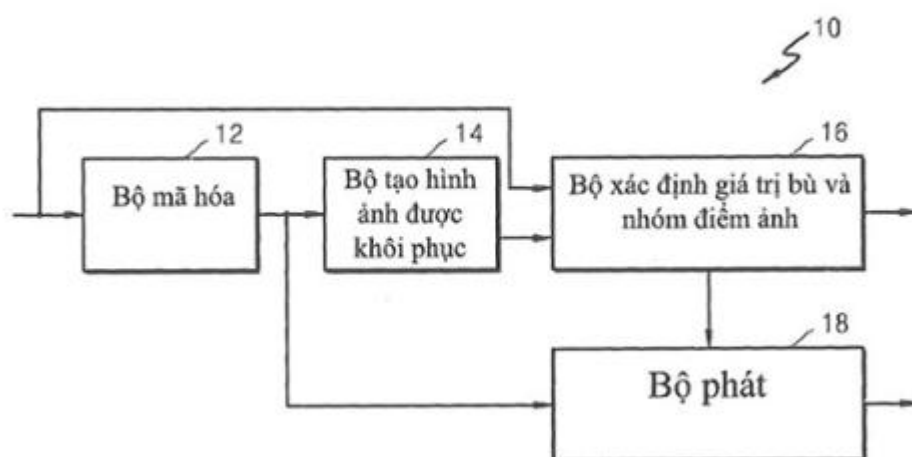
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-742, Republic of Korea

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

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

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ VIDEO

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp giải mã video bằng cách bù cho giá trị điểm ảnh. Phương pháp mã hoá video bao gồm các bước: mã hoá dữ liệu hình ảnh; giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã; xác định giá trị bù tương ứng với các sai số giữa nhóm điểm ảnh được khôi phục định trước trong hình ảnh được khôi phục và các điểm ảnh gốc tương ứng, và nhóm điểm ảnh này bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù; và mã hoá giá trị bù và truyền giá trị bù được mã hoá và dòng bit của dữ liệu hình ảnh được mã hoá.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp giải mã video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Do phần cứng để sao chép và lưu trữ nội dung video có độ phân giải cao hoặc chất lượng cao đang được phát triển và cung cấp, nên nhu cầu cần có bộ mã hoá-giải mã video để mã hoá hoặc giải mã một cách hiệu quả nội dung video có độ phân giải cao hoặc chất lượng cao ngày càng tăng. Trong bộ mã hoá-giải mã video đã biết, video được mã hoá theo phương pháp mã hoá giới hạn dựa vào khối macrô có kích thước định trước.

Chất lượng của hình ảnh có thể bị méo do quá trình mã hoá và giải mã video, và môđun xử lý sau có thể được thêm vào bộ giải mã để khôi phục hình ảnh nhằm cải thiện chất lượng của hình ảnh được khôi phục.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Một hoặc nhiều phương án làm ví dụ đề xuất phương pháp và thiết bị mã hoá video, và phương pháp và thiết bị giải mã video, để bù cho giá trị điểm ảnh của nhóm điểm ảnh định trước.

Giải pháp cho vấn đề

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp mã hoá video để bù cho giá trị điểm ảnh, phương pháp này bao gồm các bước: mã hoá dữ liệu hình ảnh; giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã; xác định giá trị bù tương ứng với các sai số giữa nhóm điểm ảnh được khôi phục định trước trong hình ảnh được khôi phục và các điểm ảnh gốc tương ứng, và nhóm điểm ảnh này bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù; và mã hoá giá trị bù và truyền giá trị bù được mã hoá và dòng bit của dữ liệu hình ảnh được mã hoá.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp mã hoá video để bù cho giá trị điểm ảnh, phương pháp này bao gồm các bước: mã hoá dữ liệu hình ảnh; giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã; xác định giá trị bù tương ứng với các sai số giữa nhóm điểm ảnh được khôi phục định

trước trong hình ảnh được khôi phục và các điểm ảnh gốc tương ứng, và nhóm điểm ảnh này bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù; và mã hoá giá trị bù và truyền giá trị bù được mã hoá và dòng bit của dữ liệu hình ảnh được mã hoá.

Bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh có thể bao gồm các bước: xác định mức giá trị cực trị biểu thị mức độ gần với giá trị tối đa hoặc giá trị tối thiểu theo các điểm ảnh được khôi phục bằng cách so sánh các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục lân cận trong hình ảnh được khôi phục này; và xác định nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù trong số các điểm ảnh được khôi phục lân cận dựa vào mức giá trị cực trị đã xác định theo các điểm ảnh được khôi phục.

Bước xác định nhóm điểm ảnh dựa vào mức giá trị cực trị có thể bao gồm bước phân loại các điểm ảnh được khôi phục lân cận thành các nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có cùng mức giá trị cực trị dựa vào mức giá trị cực trị đã xác định theo các điểm ảnh được khôi phục, và xác định nhóm điểm ảnh của ít nhất một mức giá trị cực trị làm nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù, và bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh này có thể còn bao gồm bước xác định giá trị bù đối với nhóm điểm ảnh đã xác định của ít nhất một mức giá trị cực trị.

Bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh có thể bao gồm các bước: phân loại các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục trong cùng dải, theo các dải, thu được bằng cách chia phần giá trị điểm ảnh tổng cộng; và xác định giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh theo các dải này.

Bước phân loại các điểm ảnh được khôi phục theo các dải có thể bao gồm bước phân loại các điểm ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh theo các dải, dựa vào các dải thu được bằng cách chia phần giá trị điểm ảnh tổng cộng thành số lượng bằng 2 mũ số nguyên dương.

Chỉ số của số lượng bằng 2 mũ số nguyên dương có thể được xác định dựa vào số lượng bit có nghĩa nhất ở độ sâu bit của các điểm ảnh được khôi phục.

Phần giá trị điểm ảnh tổng cộng có thể nằm trong khoảng độ sâu bit mở rộng.

Bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh có thể bao gồm các bước: phân loại các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục được bố trí ở cùng đường, theo các đường; và xác định giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh theo các đường này.

Bước phân loại các điểm ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh theo các đường có thể bao gồm bước phát hiện các điểm ảnh được khôi phục tạo thành các đường theo ít nhất một trong số hướng nằm ngang, hướng thẳng đứng, hướng đường chéo, hướng cong và hướng biên của đối tượng định trước, trong số các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục.

Bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh có thể bao gồm bước xác định giá trị bù bằng cách sử dụng giá trị trung bình của các sai số giữa các điểm ảnh được khôi phục của nhóm điểm ảnh và các điểm ảnh gốc tương ứng.

Bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh được khôi phục có thể bao gồm bước xác định giá trị bù đối với tất cả các điểm ảnh được khôi phục cần được bù, hoặc xác định riêng biệt giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh được khôi phục định trước cần được bù.

Bước tạo ra hình ảnh được khôi phục có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bước lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các bộ lọc một chiều liên tục.

Bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh có thể bao gồm bước xác định giá trị bù và điểm ảnh được khôi phục cần được bù theo ít nhất một đơn vị dữ liệu trong số trình tự hình ảnh, lát, khung và đơn vị mã hoá của video đầu vào.

Bước truyền dòng bit có thể bao gồm bước chèn và truyền giá trị bù được mã hoá vào tiêu đề của lát.

Bước mã hoá trình tự hình ảnh đầu vào có thể bao gồm các bước: chia ảnh thành đơn vị mã hoá tối đa; thực hiện bước mã hoá đối với ít nhất một đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu, theo các vùng được phân chia bằng cách chia theo cách phân cấp đơn vị mã hoá tối đa khi độ sâu sâu thêm để xác định chế độ mã hoá của đơn vị mã hoá có độ sâu được mã hoá, chế độ mã hoá này bao gồm thông tin về ít nhất một độ sâu được mã hoá tạo ra lỗi mã hoá ít nhất; và kết xuất dữ liệu hình ảnh được mã hoá theo độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá đã xác định.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp giải mã video để bù cho giá trị điểm, phương pháp này bao gồm các bước: trích xuất dữ liệu hình ảnh được mã hoá và giá trị bù từ dòng bit bằng cách phân tích cú pháp dòng bit của hình ảnh được mã hoá; giải mã dữ liệu hình ảnh đã trích xuất và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã; xác định nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù trong số các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục, bằng cách sử dụng giá trị bù đã trích xuất; và bù cho sai số giữa điểm ảnh được khôi phục của nhóm điểm ảnh đã xác định và điểm ảnh gốc tương ứng bằng cách sử dụng giá trị

bù đã trích xuất.

Bước xác định nhóm điểm ảnh có thể bao gồm các bước: xác định mức giá trị cực trị, mức giá trị cực trị này biểu thị mức độ gần với giá trị tối đa hoặc giá trị tối thiểu theo các điểm ảnh được khôi phục bằng cách so sánh các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục lân cận trong hình ảnh được khôi phục; và xác định nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù trong số các điểm ảnh được khôi phục lân cận dựa vào mức giá trị cực trị đã xác định.

Bước xác định mức giá trị cực trị có thể bao gồm bước phân loại các điểm ảnh được khôi phục lân cận thành các nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có cùng mức giá trị cực trị dựa vào mức giá trị cực trị đã xác định, và xác định nhóm điểm ảnh của ít nhất một mức giá trị cực trị làm nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù.

Bước xác định nhóm điểm ảnh có thể bao gồm bước phân loại các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh theo các dải.

Bước bù cho sai số có thể bao gồm bước bù cho các sai số của các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục của các nhóm điểm ảnh theo các mức giá trị cực trị bằng cách sử dụng các giá trị bù theo các mức giá trị cực trị để bù cho các giá trị điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh theo các mức giá trị cực trị này.

Bước xác định nhóm điểm ảnh có thể bao gồm bước phân loại các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục được bố trí ở cùng đường, theo các đường, và xác định nhóm điểm ảnh, trong số các nhóm điểm ảnh theo các đường này, làm nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù.

Bước bù cho sai số có thể bao gồm bước bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong các nhóm điểm ảnh theo các đường, bằng cách sử dụng các giá trị bù của các nhóm điểm ảnh theo các đường để bù cho các giá trị điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh theo các đường này.

Bước phân loại các điểm ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh theo các đường có thể bao gồm bước phát hiện các điểm ảnh được khôi phục tạo thành các đường theo ít nhất một trong số hướng nằm ngang, hướng thẳng đứng, hướng đường chéo, hướng cong và hướng biên của đối tượng định trước, trong số các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục.

Giá trị bù có thể được xác định bằng cách sử dụng giá trị trung bình của các sai số giữa các điểm ảnh được khôi phục của nhóm điểm ảnh và các điểm ảnh gốc tương

ứng trong khi mã hoá dữ liệu hình ảnh được mã hoá.

Bước bù cho sai số có thể bao gồm bước bù cho tất cả các điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù.

Bước bù cho sai số có thể bao gồm bước bù cho giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục bằng cách sử dụng các giá trị bù được xác định riêng biệt theo các nhóm điểm ảnh được khôi phục định trước cần được bù.

Bước tạo ra hình ảnh được khôi phục có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bước lọc vòng lặp thích ứng sử dụng các bộ lọc một chiều liên tục.

Dữ liệu hình ảnh được mã hoá có thể được mã hoá bằng cách chia ảnh thành đơn vị mã hoá tối đa, và thực hiện bước mã hoá đối với ít nhất một đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu, theo các vùng được phân chia bằng cách chia theo cách phân cấp đơn vị mã hoá tối đa khi độ sâu sâu thêm để xác định thông tin về chế độ mã hoá của đơn vị mã hoá có độ sâu được mã hoá, mà bao gồm thông tin về ít nhất một độ sâu được mã hoá tạo ra lỗi mã hoá ít nhất, từ dòng bit, và bước tạo ra hình ảnh được khôi phục có thể bao gồm bước giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá dựa vào độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá, dựa vào thông tin về chế độ mã hoá, và thực hiện bước lọc vòng lặp.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị mã hoá video để bù cho giá trị điểm ảnh, thiết bị này bao gồm: bộ mã hoá để mã hoá dữ liệu hình ảnh; bộ tạo hình ảnh được khôi phục để giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã này; bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh để xác định giá trị bù tương ứng với các sai số giữa nhóm điểm ảnh được khôi phục định trước và các điểm ảnh gốc tương ứng, và nhóm điểm ảnh này bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù; và bộ phát để mã hoá giá trị bù và truyền giá trị bù được mã hoá và dòng bit của dữ liệu hình ảnh được mã hoá.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị giải mã video để bù cho giá trị điểm ảnh, thiết bị này bao gồm: bộ trích xuất để trích xuất dữ liệu hình ảnh được mã hoá và giá trị bù từ dòng bit bằng cách phân tích cú pháp dòng bit của hình ảnh được mã hoá; bộ tạo hình ảnh được khôi phục để giải mã dữ liệu hình ảnh đã trích xuất và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã; bộ xác định nhóm điểm ảnh để xác định nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù trong số các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục, bằng cách sử dụng giá trị bù đã trích xuất; và bộ bù điểm ảnh được khôi phục để bù cho sai số giữa điểm ảnh

được khôi phục trong nhóm điểm ảnh đã xác định và điểm ảnh gốc tương ứng bằng cách sử dụng giá trị bù đã trích xuất này.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính có chương trình được ghi trên đó để thực thi phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp được mô tả ở trên.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo các phương án làm ví dụ, trong kỹ thuật mã hoá và giải mã video có thể xác định các giá trị trung bình của các sai số của giá trị tối thiểu cục bộ và các giá trị tối đa cục bộ của nhóm điểm ảnh định trước giữa hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc, và bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh định trước.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị mã hoá video để bù cho giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị giải mã video để bù cho giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.3 minh họa các điểm ảnh đã khôi phục lân cận cần được so sánh với điểm ảnh được khôi phục để xác định mức giá trị cực trị của điểm ảnh được khôi phục, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.4 là lưu đồ mô tả bước lọc vòng lặp thích ứng theo một phương án làm ví dụ;

Fig.5 là lưu đồ mô tả bước lọc vòng lặp thích ứng theo một phương án làm ví dụ khác;

Fig.6 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hoá video để bù cho giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video để bù cho giá trị điểm, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.8 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị mã hoá video bằng cách bù cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.9 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị giải mã video bằng cách bù cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.10 là sơ đồ mô tả khái niệm của các đơn vị mã hoá theo một phương án làm ví dụ;

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện bộ mã hoá hình ảnh dựa vào các đơn vị mã hoá theo một phương án làm ví dụ;

Fig.12 là sơ đồ khối thể hiện bộ giải mã hình ảnh dựa vào các đơn vị mã hoá theo một phương án làm ví dụ;

Fig.13 là sơ đồ minh họa các đơn vị mã hoá sâu hơn theo các độ sâu, và các phân vùng, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.14 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị mã hoá và các đơn vị biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.15 là sơ đồ mô tả thông tin mã hoá của các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.16 là sơ đồ thể hiện các đơn vị mã hoá sâu hơn theo các độ sâu, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.17 đến Fig.19 là các sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa các đơn vị mã hoá, các đơn vị dự đoán và các đơn vị biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.20 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị mã hoá, đơn vị dự đoán hoặc phân vùng và đơn vị biến đổi, theo thông tin chế độ mã hoá trên bảng 2;

Fig.21 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hoá video bằng cách bù cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ; và

Fig.22 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video bằng cách bù cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả một cách đầy đủ hơn dựa vào các hình vẽ kèm theo. Các cụm từ chẳng hạn như “ít nhất một trong số” khi đứng trước danh mục bao gồm các bộ phận, làm thay đổi toàn bộ danh mục các bộ phận này và không làm thay đổi các bộ phận riêng biệt của danh mục này.

Phương pháp và thiết bị mã hoá video, và phương pháp và thiết bị giải mã video, bằng cách bù cho các sai số của các giá trị điểm ảnh của nhóm điểm ảnh định trước, theo các phương án làm ví dụ hiện sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.22. Cụ thể là, phương pháp và thiết bị mã hoá và giải mã video bằng cách bù

cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp, theo các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.7, và phương pháp và thiết bị mã hoá và giải mã video bằng cách bù cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.22.

Sau đây, phương pháp và thiết bị mã hoá và giải mã video bằng cách bù giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp theo các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.7.

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị mã hoá video 10 để bù cho giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ.

Thiết bị mã hoá video bao gồm bộ mã hoá 12, bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ phát 18. Các hoạt động của bộ mã hoá 12, bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 và bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 của thiết bị mã hoá video 10 có thể được điều khiển hữu cơ bởi bộ xử lý mã hoá video, bộ xử lý trung tâm, bộ xử lý đồ họa hoặc bộ phận tương tự.

Bộ mã hoá 12 mã hoá hình ảnh trong đơn vị ảnh trong số trình tự hình ảnh đầu vào. Bộ mã hoá này có thể tạo ra dữ liệu hình ảnh được mã hoá bằng cách thực hiện bước đánh giá chuyển động, dự đoán liên ảnh, dự đoán nội ảnh, biến đổi và lượng tử hoá đối với hình ảnh đầu vào.

Bộ mã hoá 12 có thể sử dụng phương pháp mã hoá video bất kỳ, chẳng hạn như MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 và H.26x. Ví dụ, bộ mã hoá 12 có thể sử dụng phương pháp mã hoá video dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả sau dựa vào các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.22.

Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 có thể nhận dữ liệu hình ảnh được mã hoá bởi bộ mã hoá 12, và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá và thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã này.

Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 có thể tạo ra dữ liệu hình ảnh được giải mã bằng cách thực hiện bước lượng tử hoá ngược, biến đổi ngược, dự đoán liên ảnh, bù chuyển động và dự đoán nội ảnh đối với dữ liệu hình ảnh được mã hoá.

Bước giải mã được thực hiện đối với dữ liệu hình ảnh được mã hoá bởi bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 có thể được thực hiện dưới dạng các quy trình đảo ngược của phương pháp mã hoá video được thực hiện bởi bộ mã hoá 12. Ví dụ, thiết bị mã hoá video 10 khi bộ mã hoá 12 và bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 thực hiện

phương pháp mã hoá video, theo một phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả sau dựa vào các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.22.

Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 có thể thực hiện bước lọc trong vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã. Bước lọc trong vòng lặp này có thể bao gồm theo cách chọn lọc bước lọc khử khối và lọc vòng lặp thích ứng. Bước lọc vòng lặp thích ứng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các bộ lọc một chiều liên tục. Bước lọc vòng lặp thích ứng theo các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả một cách chi tiết sau dựa vào Fig.4 và Fig.5.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 nhận hình ảnh đầu vào và hình ảnh được khôi phục được kết xuất bởi bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14, xác định giá trị bù cho sai số giữa mỗi điểm ảnh được khôi phục của nhóm định trước trong hình ảnh được khôi phục này, và điểm ảnh gốc tương ứng trong hình ảnh đầu vào, và xác định nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 so sánh các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục lân cận trong số các điểm ảnh được khôi phục trong hình ảnh được khôi phục, và xác định mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh biểu thị mức độ gần với giá trị tối đa và giá trị tối thiểu. Sau đây, để thuận tiện cho việc giải thích, ‘mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh’ có thể thể hiện ít nhất một trong số mức giá trị ở cạnh tối đa và mức giá trị ở cạnh tối thiểu. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định các điểm ảnh được khôi phục lân cận thành các nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có cùng mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh, dựa vào mỗi mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của các điểm ảnh được khôi phục lân cận.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định ít nhất một nhóm điểm ảnh có mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh trong số các nhóm điểm ảnh được phân loại làm nhóm điểm ảnh có các giá trị điểm ảnh cần được bù. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định phải bù cho các giá trị điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh có mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh tối thiểu và tối đa, hoặc các giá trị điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh có mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh nằm trong khoảng định trước. Phương pháp xác định đích cần được bù dựa vào mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của các điểm ảnh được khôi phục lân cận sẽ được mô tả sau dựa vào Fig.3.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định phải bù cho các giá trị điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh theo các dải. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm

ảnh 16 có thể phân chia khoảng giá trị điểm ảnh tổng cộng của các điểm ảnh được khôi phục thành các dải phân chia để gán cho các nhóm điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể phân loại các điểm ảnh được khôi phục ở cùng dải thành các nhóm điểm ảnh theo các dải này, dựa vào các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục. Ở đây, tất cả các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh theo các dải có thể được xác định là cần được bù, và bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định riêng biệt giá trị bù cho mỗi nhóm điểm ảnh theo các dải này.

Đối với quá trình xử lý tốc độ cao, khoảng giá trị điểm ảnh tổng cộng có thể được phân chia thành một số dải giống với số lượng bằng 2 mũ số nguyên dương. Đối với quy trình xử lý tốc độ cao, khi số lượng bit có nghĩa nhất ở độ sâu bit của chuỗi bit của các điểm ảnh được khôi phục là p , thì khoảng giá trị điểm ảnh tổng cộng có thể được phân chia thành một số dải giống với số lượng bằng 2^p . Theo cách khác, khoảng giá trị điểm ảnh tổng cộng có thể giống với khoảng có độ sâu bit mở rộng của điểm ảnh được khôi phục.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể phân tích hình ảnh được khôi phục, phát hiện các đường theo hướng định trước, và phân loại các điểm ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh theo các đường bao gồm các điểm ảnh được khôi phục ở cùng đường. Khi các đường theo các hướng khác nhau, chẳng hạn như hướng nằm ngang, hướng thẳng đứng, hướng đường chéo, hướng cong và hướng biên của đối tượng định trước, được phát hiện, thì các điểm ảnh tạo thành mỗi đường này có thể được phân loại thành một nhóm điểm ảnh. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định riêng biệt giá trị bù đối với mỗi nhóm điểm ảnh theo các đường này.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định giá trị trung bình của các sai số giữa các điểm ảnh được khôi phục cần được bù và các điểm ảnh gốc tương ứng làm giá trị bù. Sai số giữa điểm ảnh được khôi phục và điểm ảnh gốc có thể bao gồm hiệu số giữa điểm ảnh được khôi phục và điểm ảnh gốc, giá trị tuyệt đối của hiệu số này, hoặc bình phương của hiệu số này. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định một giá trị bù cần được áp dụng như nhau cho toàn bộ điểm ảnh được khôi phục cần được bù, hoặc xác định riêng biệt giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh được phân loại theo các đặc điểm.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định điểm ảnh được khôi phục cần được bù và xác định giá trị bù tương ứng, theo ít nhất một đơn vị dữ liệu trong số trình tự hình ảnh, lát, khung và đơn vị mã hoá của video đầu vào.

Bộ phát 18 nhận và mã hoá giá trị bù được xác định bởi bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16. Bộ phát 18 nhận dữ liệu hình ảnh được mã hoá bởi bộ mã hoá 12, tạo ra và kết xuất dòng bit bao gồm giá trị bù được mã hoá và dữ liệu hình ảnh được mã hoá. Dữ liệu hình ảnh được mã hoá có thể được chuyển đổi thành định dạng dòng bit thông qua bước mã hoá entropy, và được chèn vào dòng bit để truyền.

Bộ phát 18 có thể nhận thông tin bổ sung về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh từ bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh, và mã hoá và chèn thông tin bổ sung này vào dòng bit. Vì phương pháp này có thể dựa vào mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh, các dải hoặc các đường như được mô tả ở trên, nên thông tin biểu thị cách giá trị bù được sử dụng và nhóm điểm ảnh sử dụng giá trị bù này có thể được truyền.

Khi bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 thực hiện bước lọc vòng lặp thích ứng, thì bộ phát 18 có thể nhận thông tin về hệ số lọc vòng lặp để lọc vòng lặp thích ứng, và mã hoá và chèn thông tin này vào dòng bit. Thiết bị mã hoá video 10 có thể phân chia hình ảnh thành các phần có dạng hình vuông, dạng hình chữ nhật hoặc thậm chí là hình dạng tùy ý và thực hiện hiệu chỉnh có chọn lọc chỉ đối với các nhóm điểm ảnh cụ thể ở vùng cụ thể. Dựa vào các phần hình ảnh đã phân chia, các giá trị điểm ảnh có thể được bù theo cách thích hợp với các nội dung của hình ảnh. Ngoài ra, thiết bị mã hoá video 10 có thể truyền thông tin về các nhóm điểm ảnh cần được hiệu chỉnh bằng cách báo hiệu rõ ràng và báo hiệu ngầm.

Thiết bị mã hoá video 10 có thể tạo ra thông tin về giá trị bù thu được trong khi mã hoá đối với bộ giải mã để bộ giải mã này có thể hỗ trợ quy trình xử lý sau để có thể được thực hiện để giảm sai số giữa hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc. Ngoài ra, vì giá trị bù được xác định theo các nhóm điểm ảnh, nên có thể giảm lượng bit truyền dẫn chỉ bằng cách mã hoá và truyền thông tin về giá trị bù, mà không cần phải mã hoá và truyền thông tin về vị trí của các điểm ảnh riêng biệt.

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị giải mã video 20 để bù cho giá trị điểm ảnh theo một phương án làm ví dụ.

Thiết bị giải mã video 20 bao gồm bộ trích xuất 22, bộ tạo hình ảnh được khôi phục 24, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28. Các b của bộ trích xuất 22, bộ tạo hình ảnh được khôi phục 24, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 của thiết bị giải mã video 20 có thể được điều khiển hữu cơ bởi bộ xử lý giải mã video, bộ xử lý trung tâm, bộ xử lý đồ họa hoặc bộ phận tương tự.

Bộ trích xuất 22 nhận và phân tích cú pháp dòng bit về hình ảnh được mã hoá,

và trích xuất dữ liệu hình ảnh được mã hoá và thông tin liên quan đến giá trị bù từ dòng bit. Thông tin liên quan đến giá trị bù có thể bao gồm thông tin về giá trị bù. Khi thông tin liên quan đến giá trị bù còn bao gồm thông tin về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù, thì bộ trích xuất 22 có thể trích xuất giá trị bù và thông tin về phương pháp này từ dòng bit. Bộ trích xuất 22 có thể trích xuất ít nhất một trong số giá trị bù và thông tin liên quan đến giá trị bù theo ít nhất một đơn vị dữ liệu trong số trình tự hình ảnh, lát, khung và đơn vị mã hoá của video đầu vào.

Bộ trích xuất 22 có thể trích xuất thông tin mã hoá, chẳng hạn như phương pháp mã hoá và chế độ mã hoá, được sử dụng để giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá. Khi thông tin về hệ số lọc vòng lặp để lọc vòng lặp thích ứng được chèn vào dòng bit, thì bộ trích xuất 22 có thể trích xuất thông tin về hệ số lọc vòng lặp từ dòng bit này.

Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 24 nhận dữ liệu hình ảnh được mã hoá, thông tin mã hoá và thông tin về hệ số lọc vòng lặp, được trích xuất bởi bộ trích xuất 22, và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá và thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã.

Bước giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá có thể được thực hiện dưới dạng các quy trình đảo ngược của phương pháp mã hoá video đã được thực hiện đối với dữ liệu hình ảnh được mã hoá. Ví dụ, khi dữ liệu hình ảnh đã mã hoá được mã hoá và truyền theo phương pháp mã hoá video dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ, thì bộ tạo hình ảnh được khôi phục 24 có thể giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá theo phương pháp giải mã video dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây.

Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 24 có thể thực hiện theo cách chọn lọc bước lọc trong vòng lặp, chẳng hạn như bước lọc khử khối và lọc vòng lặp thích ứng, đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã. Bước lọc vòng lặp thích ứng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các bộ lọc một chiều liên tục.

Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể nhận hình ảnh được khôi phục được tạo ra bởi bộ tạo hình ảnh được khôi phục 24, và thông tin liên quan đến giá trị bù được trích xuất bởi bộ trích xuất 22, và xác định nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù, trong số các điểm ảnh được khôi phục của nhóm định trước trong hình ảnh được khôi phục. Bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 nhận giá trị bù được trích xuất bởi bộ trích xuất 22, và thông tin về nhóm điểm ảnh được xác định bởi bộ xác định nhóm điểm ảnh 26, và bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục bằng cách sử dụng giá trị bù và kết xuất hình

ảnh được khôi phục có các giá trị điểm ảnh được khôi phục này.

Khi thông tin về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh được trích xuất bởi bộ trích xuất 22, thì bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định nhóm điểm ảnh có các giá trị điểm ảnh cần được bù bằng cách sử dụng phương pháp này. Ví dụ, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định xem có phân loại các điểm ảnh được khôi phục theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh, các dải của các giá trị điểm ảnh hoặc các đường hay không, và xác định nhóm điểm ảnh dựa vào phương pháp này.

Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh theo các điểm ảnh được khôi phục bằng cách so sánh các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục lân cận trong hình ảnh được khôi phục. Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể phân loại các điểm ảnh được khôi phục lân cận dựa vào mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh, và xác định nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có ít nhất một mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh định trước làm nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có các giá trị điểm ảnh cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù. Bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh đã xác định, bằng cách sử dụng giá trị bù.

Theo cách khác, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể phân loại các điểm ảnh được khôi phục trong hình ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh theo các dải, dựa vào các dải thu được bằng cách phân chia phần giá trị điểm ảnh tổng cộng. Bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh theo các dải, bằng cách sử dụng giá trị bù theo các dải đối với các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh theo các dải này.

Phần giá trị điểm ảnh tổng cộng có thể được phân chia thành một số dải bằng với số lượng bằng 2 mũ số nguyên dương. Ở đây, chỉ số của số lượng bằng 2 mũ số nguyên dương này có thể được xác định dựa vào số lượng bit có nghĩa nhất ở độ sâu bit của các điểm ảnh được khôi phục. Ngoài ra, phần giá trị điểm ảnh tổng cộng có thể nằm trong khoảng độ sâu bit mở rộng của các điểm ảnh được khôi phục.

Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể phân loại các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh theo các đường. Bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh theo đường, bằng cách sử dụng giá trị bù đối với nhóm điểm ảnh theo các đường này. Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể phát hiện các điểm ảnh được khôi phục tạo thành các đường theo ít nhất một hướng nằm ngang, hướng thẳng đứng, hướng đường chéo, hướng cong hoặc hướng biên của đối tượng

định trước, trong số các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục.

Giá trị bù có thể được xác định và truyền bằng cách sử dụng giá trị trung bình của các sai số giữa các điểm ảnh được khôi phục và các điểm ảnh gốc tương ứng trong khi mã hoá. Bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù cho tất cả các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù. Theo cách khác, khi giá trị bù được trích xuất bởi bộ trích xuất 22 được thiết lập theo các nhóm điểm ảnh, thì bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù cho các giá trị điểm ảnh bằng cách sử dụng giá trị bù được xác định riêng biệt theo các nhóm điểm ảnh.

Thiết bị mã hoá video 10 và thiết bị giải mã video 20 có thể bù cho sai số hệ thống được tạo ra giữa hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc khi hình ảnh đã mã hoá được giải mã và khôi phục. Thiết bị mã hoá video 10 có thể truyền thông tin về các nhóm điểm ảnh cần hiệu chỉnh bằng cách báo hiệu rõ ràng và báo hiệu ngầm. Thiết bị mã hoá video 10 và thiết bị giải mã video 20 có thể phân chia hình ảnh thành các phần có dạng hình vuông, dạng hình chữ nhật hoặc thậm chí là hình dạng tùy ý và thực hiện hiệu chỉnh có chọn lọc chỉ đối với các nhóm điểm ảnh cụ thể ở vùng cụ thể. Dựa vào các phần hình ảnh đã phân chia, các giá trị điểm ảnh có thể được bù theo cách thích hợp với các nội dung của hình ảnh.

Là một ví dụ về sai số hệ thống giữa hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc, giá trị trung bình của các sai số của các giá trị điểm ảnh giữa các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm định trước và các điểm ảnh gốc tương ứng có thể không bằng 0. Theo đó, thiết bị mã hoá video 10 và thiết bị giải mã video 20 bù cho sai số giữa điểm ảnh được khôi phục và điểm ảnh gốc.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định giá trị bù theo phương trình (1) dưới đây:

Phương trình 1

$$corr = \frac{\sum_{m=1}^M (Org(x_m, y_m) - Rec(x_m, y_m))}{M} \quad (1)$$

Ở đây, m biểu thị số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến M, và giá trị trung bình $corr$ của các sai số giữa các giá trị điểm ảnh $Org(x_m, y_m)$ của điểm ảnh gốc và các giá trị điểm ảnh $Rec(x_m, y_m)$ của điểm ảnh được khôi phục có thể được sử dụng làm giá trị bù của các nhóm điểm ảnh $\{(x_m, y_m)\}$ bao gồm các điểm ảnh ở các vị trí (x_m, y_m) .

Bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh theo phương trình (2) dưới đây:

Phương trình 2

$$Rec_{corrected}(x_m, y_m) = Rec(x_m, y_m) + corr \quad (2)$$

Bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù cho các giá trị điểm ảnh $Rec(x_m, y_m)$ của điểm ảnh được khôi phục bằng cách sử dụng giá trị bù $corr$, và các giá trị điểm ảnh đầu ra $Rec_{corrected}(x_m, y_m)$ theo các điểm ảnh làm các kết quả bù cho các giá trị điểm ảnh $Rec(x_m, y_m)$ trong các nhóm điểm ảnh $\{(x_m, y_m)\}$.

Thiết bị mã hoá video 10 và thiết bị giải mã video 20 có thể phân loại các điểm ảnh được khôi phục theo tiêu chuẩn định trước, để xác định các nhóm điểm ảnh có các giá trị điểm ảnh cần được bù.

Các nhóm điểm ảnh có thể được phân loại theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh theo một phương án làm ví dụ. Giá trị cực trị và/hoặc ở cạnh cực bộ bao gồm giá trị tối thiểu cực bộ và giá trị tối đa cực bộ. Giá trị tối thiểu cực bộ $f(x_{min}, y_{min})$ và giá trị tối đa cực bộ $f(x_{max}, y_{max})$ ở toạ độ lân cận (x, y) trong khoảng định trước ε lần lượt được xác định theo phương trình (3) và phương trình (4) dưới đây, đối với hàm số bậc hai $f(x, y)$.

Phương trình 3

$$f(x, y) > f(x_{min}, y_{min}), \text{ nếu } |x_{min} - x| + |y_{min} - y| < \varepsilon \text{ và } \varepsilon > 0 \quad (3)$$

Phương trình 4

$$f(x, y) < f(x_{max}, y_{max}), \text{ nếu } |x_{max} - x| + |y_{max} - y| < \varepsilon \text{ (trong đó, } \varepsilon > 0) \quad (4)$$

Ngoài ra, giá trị tối thiểu cực bộ $f(x_{min}, y_{min})$ và giá trị tối đa cực bộ $f(x_{max}, y_{max})$ có thể lần lượt được xác định theo phương trình (5) và phương trình (6) dưới đây, đối với điểm ảnh tín hiệu rời rạc (x, y) .

Phương trình 5

$$\begin{aligned} f(x_{min}, y_{min}) &< (x_{min} + 1, y_{min}) \\ f(x_{min}, y_{min}) &< (x_{min} - 1, y_{min}) \\ f(x_{min}, y_{min}) &< (x_{min}, y_{min} + 1) \\ f(x_{min}, y_{min}) &< (x_{min}, y_{min} - 1) \end{aligned} \quad (5)$$

Phương trình 6

$$\begin{aligned} f(x_{max}, y_{max}) &< (x_{max} + 1, y_{max}) \\ f(x_{max}, y_{max}) &< (x_{max} - 1, y_{max}) \\ f(x_{max}, y_{max}) &< (x_{max}, y_{max} + 1) \\ f(x_{max}, y_{max}) &< (x_{max}, y_{max} - 1) \end{aligned} \quad (6)$$

Thiết bị mã hoá video 10 và thiết bị giải mã video 20 có thể xác định các điểm ảnh tương ứng với giá trị cực trị và/hoặc ở cạnh trong số các điểm ảnh được khôi phục lân cận định trước ở các đường nằm ngang và thẳng đứng, theo phương trình (5) và phương trình (6). Ngoài ra, các điểm ảnh lân cận More, bao gồm, ví dụ, các điểm ảnh $(x_{\max}+1, y_{\max}+1)$, $(x_{\max}-1, y_{\max}+1)$, $(x_{\max}+1, y_{\max}-1)$ và $(x_{\max}-1, y_{\max}-1)$ ở các đường chéo, có thể được đưa vào quy trình phân loại điểm ảnh. Các điểm ảnh định trước có thể được loại trừ khỏi các nhóm điểm ảnh. Ví dụ, nếu chỉ các điểm ảnh ở cùng đường có thể được phân loại thành nhóm điểm ảnh, thì các điểm ảnh khác cách xa đường tương ứng có thể được loại trừ khỏi nhóm điểm ảnh này.

Hiện tượng làm phẳng có thể được tạo ra bởi hệ thống mã hoá và giải mã video chung. Theo đó, giá trị tối thiểu cục bộ trong hình ảnh được khôi phục lớn hơn giá trị điểm ảnh của hình ảnh gốc, và sai số giữa các giá trị tối thiểu cục bộ của hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc là giá trị dương. Ngoài ra, giá trị tối đa cục bộ trong hình ảnh được khôi phục nhỏ hơn giá trị điểm ảnh của hình ảnh gốc, và sai số giữa các giá trị tối đa cục bộ của hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc là giá trị âm.

Theo đó, thiết bị mã hoá video 10 và thiết bị giải mã video 20 có thể xác định các giá trị trung bình của các sai số của các giá trị tối thiểu cục bộ và các giá trị tối đa cục bộ của nhóm điểm ảnh định trước giữa hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc, và bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh định trước. Sau đây, phương pháp xác định mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh định trước, được thực hiện bởi bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 của thiết bị mã hoá video 10, và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 của thiết bị giải mã video 20, sẽ được mô tả dựa vào Fig.3.

Fig.3 minh họa các điểm ảnh được khôi phục lân cận 32, 34, 35 và 37 cần được so sánh với điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30 để xác định mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30, theo một phương án làm ví dụ. Để thuận tiện cho việc giải thích, Fig.3 chỉ minh họa các điểm ảnh được khôi phục lân cận 32, 34, 35 và 37. Tuy nhiên, các điểm ảnh được so sánh với điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30, theo một phương án làm ví dụ, không bị giới hạn ở các điểm ảnh được khôi phục lân cận 32, 34, 35 và 37 ở các đường nằm ngang và thẳng đứng.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30 bằng cách so sánh các điểm ảnh được khôi phục lân cận 32, 34, 35 và 37 lần lượt được bố trí ở trên cùng, bên trái, bên phải và dưới cùng của điểm ảnh

được khôi phục hiện thời 30 với điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30. Khi tham số 'Pixel_Type' biểu thị mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30, thì $Rec[x][y]$ biểu thị giá trị điểm ảnh của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30, và $Rec[x][y-1]$, $Rec[x-1][y]$, $Rec[x+1][y]$ và $Rec[x][y+1]$ lần lượt biểu thị các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục lân cận, thì mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh có thể được xác định theo các công thức phân loại sau:

```
Pixel_Type = 0;
if(Rec[x][y] > Rec[x-1][y]) Pixel_Type ++;
if(Rec[x][y] < Rec[x-1][y]) Pixel_Type --;
if(Rec[x][y] > Rec[x+1][y]) Pixel_Type ++;
if(Rec[x][y] < Rec[x+1][y]) Pixel_Type --;
if(Rec[x][y] > Rec[x][y-1]) Pixel_Type ++;
if(Rec[x][y] < Rec[x][y-1]) Pixel_Type --;
if(Rec[x][y] > Rec[x][y+1]) Pixel_Type ++;
if(Rec[x][y] < Rec[x][y+1]) Pixel_Type --.
```

Các giá trị tối đa và tối thiểu của 'Pixel_Type' có thể được giả sử là +4 và -4.

Nếu mẫu hình phân loại điểm ảnh có hình dạng khác với mẫu hình phân loại điểm ảnh làm ví dụ được thể hiện trên Fig.3, thì cần phải biến đổi các công thức phân loại. Ví dụ, trong khi phát hiện cạnh theo hướng đường chéo có góc 45° , thì các điểm ảnh 31 và 38 được so sánh với điểm ảnh hiện thời 30. Mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh có thể được xác định theo các công thức phân loại biến đổi sau:

```
Pixel_Type = 0;
if(Rec[x][y] > Rec[x-1][y-1]) Pixel_Type ++;
if(Rec[x][y] < Rec[x-1][y-1]) Pixel_Type --;
if(Rec[x][y] > Rec[x+1][y+1]) Pixel_Type ++;
if(Rec[x][y] < Rec[x+1][y+1]) Pixel_Type --.
```

Một cách tương ứng, các giá trị tối đa và tối thiểu của 'Pixel_Type' có thể được giả sử là +2 và -2.

Nói cách khác, mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh được xác định bằng cách so sánh các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục lân cận 32,

34, 35 và 37 nằm trong khoảng định trước của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30 với giá trị điểm ảnh của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30. Khi mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30 là mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh tối đa, nghĩa là, M , thì điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30 có thể được xác định làm điểm ảnh tối đa cục bộ, và khi mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30 là mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh tối thiểu, nghĩa là, $-M$, thì điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30 có thể được xác định làm điểm ảnh tối thiểu cục bộ. Giá trị M có thể được xác định dựa vào số lượng điểm ảnh được khôi phục lân cận đã phân tích định trước. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định các điểm ảnh được khôi phục được xác định làm giá trị tối đa cục bộ và giá trị tối thiểu cục bộ dưới dạng điểm ảnh cần được bù.

Như vậy, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 xác định mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của các điểm ảnh được khôi phục trong đơn vị dữ liệu hiện thời, và xác định nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh bằng M và nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh bằng $-M$. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định giá trị trung bình của các sai số của các giá trị điểm ảnh giữa các điểm ảnh được khôi phục và các điểm ảnh gốc tương ứng theo các nhóm điểm ảnh, và xác định giá trị bù dựa vào giá trị trung bình này. Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù chi các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục theo các nhóm điểm ảnh, bằng cách sử dụng giá trị bù được trích xuất từ thông tin nhận được về giá trị bù này.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục liền kề với điểm ảnh tối đa cục bộ và điểm ảnh tối thiểu cục bộ dưới dạng đích cần được bù. Theo đó, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định các giá trị bù cho mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh nằm trong khoảng định trước bao gồm mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh tối đa và mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh tối thiểu. Ví dụ, vì mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh tối đa bằng M như được mô tả ở trên, nên các điểm ảnh được khôi phục có mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh bằng $M-1$ nằm liền kề với điểm ảnh tối đa cục bộ.

Theo đó, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định các nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi

phục có mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh lớn hơn giá trị dương định trước dưới dạng các nhóm điểm ảnh liên kề với mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh tối đa, và các nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh nhỏ hơn giá trị âm định trước dưới dạng các nhóm điểm ảnh liên kề với mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh tối thiểu. Ví dụ, khi mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh lớn hơn m hoặc nhỏ hơn $-m$, nghĩa là, khi mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh bằng $-M$, $-(M-1)$, $-(M-2)$, ..., $-(m+1)$, $(m+1)$, ..., $(M-1)$ hoặc M , thì giá trị bù theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh có thể được xác định.

Theo cách khác, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể tính toán giá trị trung bình của các sai số giữa các điểm ảnh được khôi phục và các điểm ảnh gốc tương ứng theo các nhóm điểm ảnh liên kề với mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh tối đa, và xác định giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh. Ngoài ra, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục theo các nhóm điểm ảnh, bằng cách sử dụng các giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh, được trích xuất từ thông tin về giá trị bù này.

Ở đây, 4 điểm ảnh được khôi phục lân cận 32, 34, 35 và 37 lần lượt được bố trí ở trên cùng, bên trái, bên phải và dưới cùng của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30, được sử dụng để xác định mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh, nhưng để phân loại mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh một cách chi tiết, thì 8 điểm ảnh được khôi phục từ 31 đến 38 xung quanh điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30 có thể được sử dụng làm các điểm ảnh được khôi phục lân cận để xác định mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của điểm ảnh được khôi phục hiện thời 30.

Theo cách khác, thiết bị mã hoá video 10 và thiết bị giải mã video 20 có thể phân loại các giá trị điểm ảnh thành số lượng dải bằng hoặc lớn hơn số lượng định trước.

Ví dụ, khi độ sâu bit của các điểm ảnh được khôi phục là N , thì khoảng giá trị điểm ảnh tổng cộng $\text{Rec}[x][y]$ của các điểm ảnh được khôi phục là $0 \leq \text{Rec}[x][y] \leq (2^N)-1$. Nói cách khác, giá trị tối đa Max của giá trị điểm ảnh $\text{Rec}[x][y]$ là $(2^N)-1$, và phần điểm ảnh được khôi phục là $[0, \text{Max}]$. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể phân chia phần điểm ảnh được khôi phục thành L dải. Nói cách khác, dải của điểm ảnh được khôi phục có thể được phân chia thành $[0, (\text{Max}+1)/L-1]$, $[\text{Max}/L, 2*(\text{Max}+1)/L-1]$, $[2*\text{Max}/L, 3*(\text{Max}+1)/L-1]$ đến $[(L-1)*\text{Max}/L, L*(\text{Max}+1)/L-1]$.

Dữ liệu gốc thực tế có thể nằm trong khoảng $[\text{Min}, \text{Max}]$. Giá trị tối thiểu Min

và giá trị tối đa Max không nhất thiết phải lần lượt bằng 0 và $(2^N)-1$. Số lượng giá trị khác nhau có thể tương ứng với khoảng dữ liệu gốc thực tế, nghĩa là, 'Range = Max – Min + 1'. Nếu các dải của các điểm ảnh khôi phục được phân chia đồng đều, thì các dải đồng đều được phân chia thành $[Min, Range/L-1]$, $[Max/L, 2*Range/L-1]$, $[2*Max/L, 3*Range/L-1]$ đến $[(L-1)*Range/L, Max]$. Theo một phương án làm ví dụ khác, các dải của các điểm ảnh được khôi phục có thể được phân chia không đồng đều.

Số lượng L dải phân chia của phần $[0, Max]$ của các điểm ảnh được khôi phục có thể là bội số của 2, và có thể lớn hơn hoặc bằng 16 để tính nhanh. Ngoài ra, để tính nhanh, số lượng L có thể được xác định theo cách sao cho số lượng p của các bit có giá trị nhất của các điểm ảnh được khôi phục nằm trong chỉ số của 2. Ví dụ, khi các bit có giá trị nhất của điểm ảnh được khôi phục là 4 bit ($p = 4$), và độ sâu bit mở rộng của các điểm ảnh được khôi phục là 12 bit, thì số lượng L có thể là $2^p = 16$. Theo đó, dải của các điểm ảnh được khôi phục có độ sâu bit mở rộng có thể được phân chia như được thể hiện trong bảng 1 dưới đây.

Bảng 1

Số dải	0	1	2	...	16
Dải của các giá trị điểm ảnh của điểm ảnh được khôi phục	[0, 255]	[256, 511]	[512, 767]	...	[3840, 4095]
Biểu thức thập lục phân của giá trị điểm ảnh	[0x0000, 0x00FF]	[0x0100, 0x01FF]	[0x0200, 0x02FF]	...	[0x0F00, 0x0FFF]

Vì phép tính bit dễ dàng được thực hiện khi dải của các giá trị điểm ảnh được phân chia dựa vào số lượng bit có nghĩa nhất của các điểm ảnh được khôi phục, nên bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể thực hiện phép tính để xác định dải một cách hiệu quả.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể phân loại các điểm ảnh được khôi phục trong cùng dải thành nhóm điểm ảnh theo dải. Các dải này có thể được phân chia dựa vào các giá trị tối thiểu và tối đa thực tế của tín hiệu gốc hoặc tín hiệu được khôi phục.

Giá trị trung bình của các sai số giữa các điểm ảnh được khôi phục có trong nhóm điểm ảnh theo dải, và các điểm ảnh gốc không phải là 0. Theo đó, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định giá trị bù bằng cách sử dụng giá trị trung bình theo các dải này. Ngoài ra, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh theo các dải, bằng cách sử dụng các giá trị bù theo các dải này.

Theo cách khác, thiết bị mã hoá video 10 và thiết bị giải mã video 20 có thể phân loại các điểm ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục tạo thành đường định trước.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể phân tích các đặc điểm của hình ảnh được khôi phục, và phát hiện các đường theo hướng thẳng đứng, hướng nằm ngang, hướng đường chéo, hướng cong và hướng biên của đối tượng định trước. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định các điểm ảnh được khôi phục tạo thành cùng đường dưới dạng nhóm điểm ảnh theo các đường này.

Giá trị trung bình của các sai số của các giá trị điểm ảnh giữa các điểm ảnh được khôi phục có trong nhóm điểm ảnh theo các đường, và các điểm ảnh gốc cũng không phải bằng 0. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định giá trị bù bằng cách sử dụng giá trị trung bình theo các đường. Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh được khôi phục 28 có thể bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh theo các đường, bằng cách sử dụng giá trị bù theo các đường này.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định giá trị bù theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh, theo các đơn vị dữ liệu, chẳng hạn như trình tự hình ảnh, khung hoặc khối video. Bộ phát 18 có thể mã hoá và truyền thông tin liên quan đến giá trị bù dưới dạng thông tin tổng phí. Độ chính xác của giá trị bù tăng lên khi đơn vị dữ liệu xác định giá trị bù theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh giảm xuống, nhưng tổng phí có thể tăng lên vì thông tin bổ sung để mã hoá và truyền thông tin liên quan đến giá trị bù có thể tăng lên.

Ngoài ra, bộ trích xuất 22 có thể trích xuất thông tin liên quan đến giá trị bù từ thông tin tổng phí hoặc thông tin tiêu đề lát và bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục bằng cách sử dụng giá trị bù.

Các bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 và 24 có thể thực hiện theo cách chọn lọc để lọc vòng lặp thích ứng đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã ở miền không gian. Các bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 và 24 có thể khôi phục ảnh hiện thời bằng cách liên tiếp thực hiện bước lọc một chiều theo hướng nằm ngang và theo hướng thẳng đứng, theo bước lọc vòng lặp thích ứng.

Bộ phát 18 của thiết bị mã hoá video 10 có thể mã hoá và kết xuất hệ số lọc được sử dụng khi lọc vòng lặp thích ứng. Ngoài ra, vì kiểu, số lượng, kích thước, bit lượng tử hoá, hệ số, hướng lọc của mỗi bộ lọc một chiều, và xem bước lọc và lọc chạy

có được thực hiện hay không có thể được thiết lập cho bước lọc vòng lặp thích ứng, nên thông tin về tập bộ lọc một chiều để lọc vòng lặp có thể được mã hoá và truyền.

Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 24 có thể thu được hệ số lọc của mỗi bộ lọc một chiều bằng cách sử dụng thông tin phần dư của hệ số lọc được trích xuất từ bộ trích xuất 22.

Ví dụ, hệ số lọc hiện thời của mỗi bộ lọc một chiều có thể thu được bằng cách cộng hiệu số giữa hệ số lọc hiện thời và hệ số lọc trước đó với hệ số lọc trước đó. Bước lọc một chiều liên tiếp có thể được thực hiện đối với dữ liệu được khử khối bằng cách sử dụng hệ số lọc thu được của mỗi bộ lọc một chiều. Bước khử khối được thực hiện để làm giảm hiệu quả tạo khối của dữ liệu được giải mã, và bước lọc vòng lặp làm giảm thiểu sai số giữa hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc.

Để hiểu sâu hơn, bước lọc vòng lặp sử dụng bước lọc một chiều liên tiếp theo hướng nằm ngang và hướng thẳng đứng sẽ được mô tả dựa vào các phương trình sau.

Hệ số lọc hiện thời có thể thu được theo phương trình (7) dưới đây.

Phương trình 7

$$c[i][j] = \text{adaptive_loop_filter_prev}[i][j] + \text{adaptive_loop_filter}[i][j] \quad (7)$$

Ở đây, i biểu thị chỉ số của bộ lọc một chiều và j biểu thị chỉ số của hệ số lọc của bộ lọc một chiều. $c[i][j]$ biểu thị hệ số lọc hiện thời, $\text{adaptive_loop_filter_prev}[i][j]$ biểu thị hệ số lọc trước đó và $\text{adaptive_loop_filter}[i][j]$ biểu thị thành phần dư của hệ số lọc được truyền dưới dạng thông tin hệ số lọc.

Nói cách khác, hệ số lọc hiện thời có thể được thu được từ tổng của hệ số lọc trước đó và thông tin phần dư. Để thu được hệ số lọc sau sau khi thu được hệ số lọc hiện thời, thì hệ số lọc hiện thời $c[i][j]$ được cập nhật thành $\text{adaptive_loop_filter_prev}[i][j]$.

Bước lọc vòng lặp sử dụng bước lọc một chiều liên tiếp có thể được thực hiện theo phương trình (8) và (9) dưới đây. Trong phương trình (8) và (9), i biểu thị chỉ số theo hướng chiều rộng của ảnh hiện thời và j biểu thị chỉ số theo hướng chiều cao của ảnh hiện thời.

Phương trình 8

$$q_{ij} = (p_{i,j-4} * c[0][4] + p_{i,j-3} * c[0][3] + p_{i,j-2} * c[0][2] + p_{i,j-1} * c[0][1] + p_{i,j} * c[0][0] + p_{i,j+1} * c[0][1] + p_{i,j+2} * c[0][2] + p_{i,j+3} * c[0][3] + p_{i,j+4} * c[0][4]) \quad (8)$$

Ở đây, p_{ij} biểu thị dữ liệu được khử khối của ảnh hiện thời, và q_{ij} biểu thị dữ liệu được lọc một chiều theo hướng nằm ngang so với dữ liệu được khử khối. 5 hệ số

lọc được sử dụng cho 9 đoạn lọc đối xứng của dữ liệu được khử khối, bằng cách sử dụng hệ số lọc c của bộ lọc đối xứng.

Phương trình 9

$$f_{i,j} = (q_{i,j-4} * c[1][4] + q_{i,j-3} * c[1][3] + q_{i,j-2} * c[1][2] + q_{i,j-1} * c[1][1] + q_{i,j} * c[1][0] + q_{i,j+1} * c[1][1] + q_{i,j+2} * c[1][2] + q_{i,j+3} * c[1][3] + q_{i,j+4} * c[1][4]) \quad (9)$$

Ở đây, $f_{i,j}$ biểu thị dữ liệu được lọc một chiều theo hướng thẳng đứng so với dữ liệu được lọc một chiều $q_{i,j}$. Vì hệ số lọc c sử dụng phương pháp lọc chạy, nên bước lọc một chiều được thực hiện liên tiếp theo hướng thẳng đứng đối với dữ liệu được lọc một chiều theo hướng nằm ngang.

Trong bộ lọc đối xứng, bộ lọc một chiều có thể thiết lập các hệ số lọc của tất cả các bộ lọc chỉ bằng cách sử dụng lượng hệ số nhỏ, so với bộ lọc hai chiều. Theo đó, các bit liên quan đến các đặc điểm lọc của các bộ lọc một chiều, được chèn vào dòng bit truyền, có thể tương đối thấp so với bộ lọc hai chiều.

Ngoài ra, dung lượng bộ nhớ để lưu trữ dữ liệu tạm thời trong khi lọc trong bộ lọc một chiều ít hơn so với bộ lọc hai chiều. Thông lượng lọc của bộ lọc hai chiều lớn hơn đáng kể so với thông lượng lọc của bộ lọc một chiều. Theo cách lọc chạy, không thể thực hiện quy trình song song theo nhiều bước lọc bằng cách sử dụng bộ lọc hai chiều, mà chỉ có thể thực hiện quy trình song song bằng cách sử dụng bộ lọc một chiều.

Tuy nhiên, bước lọc vòng lặp không bị giới hạn ở bước lọc một chiều liên tiếp theo các hướng nằm ngang và thẳng đứng. Bước lọc vòng lặp này có thể được thực hiện dưới dạng số lượng bộ lọc một hướng định trước thực hiện bước lọc một chiều liên tiếp, trong đó mỗi bước lọc một chiều được thực hiện theo hướng định trước.

Thiết bị giải mã video 20 có thể nhận thông tin về tập bộ lọc một chiều, ngoài thông tin về hệ số lọc, để kiểm tra kiểu, số lượng, kích thước, bit lượng tử hoá, hệ số, hướng lọc của mỗi bộ lọc một chiều, và xem bước lọc và lọc chạy có được thực hiện hay không. Theo đó, bộ tạo hình ảnh được khôi phục 24 có thể thực hiện bước lọc vòng lặp bằng cách kết hợp các bộ lọc một chiều khác nhau.

Bước lọc vòng lặp thích ứng được thực hiện bởi các bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 và 24 hiện được mô tả dựa vào Fig.4 và Fig.5.

Fig.4 là lưu đồ mô tả bước lọc vòng lặp thích ứng theo một phương án làm ví dụ.

Bước lọc vòng lặp có thể được thực hiện dưới dạng các bộ lọc một chiều thực hiện bước lọc liên tiếp. Ở bước 41, dữ liệu hình ảnh được giải mã nhận được. Theo

cách khác, dữ liệu hình ảnh mà bước lọc khử khối được thực hiện sau khi giải mã có thể nhận được. Ở bước 42, xác định xem có phải tất cả các bộ lọc từ bộ lọc thứ nhất đến bộ lọc thứ N có được sử dụng hay không. Nếu xác định được rằng các bộ lọc từ bộ lọc thứ nhất đến bộ lọc thứ N không được sử dụng, thì bước 46 được thực hiện. Nếu xác định được rằng các bộ lọc từ bộ lọc thứ nhất đến bộ lọc thứ N được sử dụng ở bước 42, thì bước lọc một chiều có thể được thực hiện theo thứ tự lọc, ví dụ, bộ lọc thứ nhất thực hiện bước lọc một chiều theo hướng lọc thứ nhất ở bước 43 và bộ lọc thứ hai thực hiện bước lọc một chiều theo hướng lọc thứ hai ở bước 44, cho đến khi bộ lọc thứ N thực hiện bước lọc một chiều theo hướng lọc thứ N ở bước 45.

Ở bước 46, dữ liệu hình ảnh được giải mã, dữ liệu hình ảnh được khử khối, hoặc dữ liệu được lọc một chiều liên tiếp được lưu trữ trong bộ nhớ đệm hoặc được sao chép bằng thiết bị sao chép.

Hướng lọc của bộ lọc một chiều có thể được xác định thích ứng theo các đặc điểm của hình ảnh cục bộ, bằng cách phân tích các đặc điểm này. Ví dụ, hướng lọc có thể được xác định thích ứng dưới dạng hướng cạnh của hình ảnh cục bộ để duy trì cạnh của hình ảnh cục bộ này.

Fig.5 là lưu đồ mô tả bước lọc vòng lặp thích ứng theo một phương án làm ví dụ khác.

Khi dữ liệu hình ảnh được giải mã hoặc dữ liệu hình ảnh được khử khối nhận được ở bước 51, thì cạnh được phát hiện cho mỗi điểm ảnh của dữ liệu hình ảnh được giải mã hoặc dữ liệu hình ảnh được khử khối ở bước 52. Ở bước 53, bước lọc một chiều được thực hiện theo cạnh được phát hiện, và dữ liệu đã lọc được lưu trữ hoặc được sao chép bằng thiết bị sao chép ở bước 54.

Thông tin về tập bộ lọc một chiều bao gồm hướng lọc được xác định theo cạnh được mã hoá và tạo ra cho bộ giải mã trong khi mã hoá video. Thông tin về bộ lọc vòng lặp được đọc từ dữ liệu nhận được trong khi giải mã video, và bước lọc một chiều theo hướng lọc, chẳng hạn như hướng cạnh, có thể được thực hiện bởi bộ lọc một hướng định trước.

Quy trình xử lý sau tạo thành bước lọc vòng lặp có thể làm giảm độ méo giữa hình ảnh gốc và hình ảnh được khôi phục, được tạo ra do quá trình nén tổn hao phức hợp. Ngoài ra, hình ảnh được lọc vòng lặp có thể được sử dụng làm hình ảnh tham chiếu để cải thiện chất lượng của hình ảnh thu được bằng cách thực hiện bước dự đoán hoặc bù chuyển động.

Theo đó, các bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 và 24 có thể thực hiện theo cách chọn lọc bước lọc vòng lặp thích ứng khi xem xét các đặc điểm của hình ảnh, môi

trường hệ thống, hoặc các yêu cầu của người dùng bằng cách kết hợp các bộ lọc một chiều có các đặc điểm khác nhau. Vì các bộ lọc một chiều liên tục được sử dụng thay vì bộ lọc hai chiều để thực hiện bước lọc vòng lặp thích ứng, nên bước lọc vòng lặp thích ứng có thể có lợi về mặt bộ nhớ, thông lượng, lượng bit truyền, v.v., so với bộ lọc hai chiều. Khi các bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 và 24 thực hiện bước lọc vòng lặp thích ứng, thì bộ phát 18 và bộ trích xuất 22 truyền và nhận thông tin thu được bằng cách mã hoá thành phần dư của hệ số lọc được mã hoá, và do đó có thể giảm lượng thông tin được sử dụng để lọc vòng lặp thích ứng.

Fig.6 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hoá video để bù cho giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ.

Ở bước 62, trình tự hình ảnh đầu vào được mã hoá. Ở bước 64, dữ liệu hình ảnh được mã hoá được giải mã, và hình ảnh được khôi phục được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã. Hình ảnh được khôi phục này có thể được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp thích ứng, trong đó ít nhất một bước lọc một chiều được thực hiện liên tiếp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã hoặc dữ liệu hình ảnh được khử khối.

Ở bước 66, giá trị bù về sai số giữa mỗi điểm ảnh được khôi phục của nhóm định trước trong hình ảnh được khôi phục, và điểm ảnh gốc tương ứng, và nhóm điểm ảnh này bao gồm các điểm ảnh được khôi phục cần được bù được xác định. Nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục cần được bù có thể được xác định theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của các giá trị điểm ảnh, các dải của các giá trị điểm ảnh hoặc các đường. Giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh có thể được xác định dựa vào giá trị trung bình của các sai số.

Ở bước 68, giá trị bù được mã hoá, và dòng bit của giá trị bù được mã hoá và trình tự hình ảnh đầu vào được mã hoá được truyền. Khi giá trị bù được xác định theo nhiều nhóm điểm ảnh chi tiết hơn, thì các giá trị điểm ảnh có thể được bù chính xác, nhưng tổng phí có thể tăng lên.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video để bù cho giá trị điểm, theo một phương án làm ví dụ.

Ở bước 72, dòng bit về hình ảnh được mã hoá nhận được và được phân tích cú pháp, và dữ liệu hình ảnh được mã hoá và giá trị bù được trích xuất từ dòng bit này.

Ở bước 74, dữ liệu hình ảnh được mã hoá được giải mã, và ảnh được khôi phục được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã. Hình ảnh được khôi phục này có thể được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp thích ứng, trong đó ít nhất một bước lọc một chiều được thực hiện đối với dữ

liệu hình ảnh được giải mã hoặc dữ liệu hình ảnh được khử khối.

Ở bước 76, nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù được xác định trong số các điểm ảnh được khôi phục trong hình ảnh được khôi phục. Nhóm điểm ảnh này bao gồm các điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù có thể được xác định theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục, các dải của các giá trị điểm ảnh hoặc các đường, theo phương pháp xác định nhóm điểm ảnh, dựa vào thông tin liên quan đến giá trị bù. Ở bước 78, hình ảnh được khôi phục có sai số được bù có thể được kết xuất bằng cách bù cho các sai số giữa các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh đã xác định và các điểm ảnh gốc bằng cách sử dụng giá trị bù.

Theo phương pháp mã hoá video và phương pháp giải mã video, chất lượng của hình ảnh được khôi phục có thể được cải thiện bằng cách bù cho sai số hệ thống của hình ảnh được khôi phục, và lượng bit truyền của thông tin bổ sung để cải thiện chất lượng của hình ảnh được khôi phục có thể được giảm vì chỉ thông tin về giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh được mã hóa và truyền, và thông tin về các vị trí của các điểm ảnh được khôi phục cần được bù cho không được truyền.

Sau đây, phương pháp và thiết bị mã hoá và giải mã video bằng cách bù cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo các phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.22.

Fig.8 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị mã hoá video 80 để mã hoá video bằng cách bù cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ.

Theo một phương án làm ví dụ, thiết bị mã hoá video 80 bao gồm bộ mã hoá 81, bộ tạo hình ảnh được khôi phục 84, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 và bộ phát 88. Bộ mã hoá 81 bao gồm bộ phân chia đơn vị mã hoá tối đa 82 và bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá 83. Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 84 bao gồm bộ giải mã 85 và bộ thực hiện lọc vòng lặp 86.

Bộ mã hoá 81 mã hoá trình tự hình ảnh đầu vào. Bộ mã hoá 81 này có thể mã hoá trình tự hình ảnh đầu vào dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây. Bộ phân chia đơn vị mã hoá tối đa 82 có thể phân chia ảnh hiện thời dựa vào đơn vị mã hoá tối đa đối với ảnh hiện thời của hình ảnh. Theo một phương án làm ví dụ, đơn vị mã hoá tối đa có thể là đơn vị dữ liệu có kích thước bằng 32x32, 64x64, 128x128, 256x256, v.v., trong đó hình dạng của đơn vị dữ liệu là hình vuông có chiều rộng và chiều dài là các

bình phương của 2.

Nếu ảnh hiện thời lớn hơn đơn vị mã hoá tối đa, thì dữ liệu hình ảnh của ảnh hiện thời có thể được phân chia thành ít nhất một đơn vị mã hoá tối đa. Dữ liệu hình ảnh có thể được kết xuất cho bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá 83 theo ít nhất một đơn vị mã hoá tối đa.

Đơn vị mã hoá theo một phương án làm ví dụ có thể được đặc trưng bởi kích thước tối đa và độ sâu. Độ sâu biểu thị số lần đơn vị mã hoá được phân chia theo không gian từ đơn vị mã hoá tối đa, và khi độ sâu sâu thêm, thì các đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu có thể được phân chia từ đơn vị mã hoá tối đa đến đơn vị mã hoá tối thiểu. Độ sâu của đơn vị mã hoá tối đa là độ sâu tối đa và độ sâu của đơn vị mã hoá tối thiểu là độ sâu thấp nhất. Vì kích thước của đơn vị mã hoá tương ứng với mỗi độ sâu giảm khi độ sâu của đơn vị mã hoá tối đa sâu thêm, nên đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu phía trên có thể bao gồm các đơn vị mã hoá 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 các đơn vị mã hoá tối đa theo kích thước tối đa của đơn vị mã hoá, và mỗi đơn vị mã hoá tối đa có thể bao gồm các đơn vị mã hoá sâu hơn được phân chia theo các độ sâu. Theo một phương án làm ví dụ, vì đơn vị mã hoá tối đa được phân chia theo các độ sâu, nên dữ liệu hình ảnh của miền không gian có trong đơn vị mã hoá tối đa có thể được phân chia theo cách phân cấp theo các độ sâu.

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

Bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá 83 mã hoá ít nhất một vùng phân chia thu được bằng cách phân chia vùng của đơn vị mã hoá tối đa theo các độ sâu, và xác định độ sâu để kết xuất dữ liệu hình ảnh được mã hoá cuối cùng theo ít nhất một vùng phân chia. Nói cách khác, bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá 83 xác định độ sâu được mã hoá bằng cách mã hoá dữ liệu hình ảnh trong các đơn vị mã hoá sâu hơn theo các độ sâu, theo đơn vị mã hoá tối đa của ảnh hiện thời, và chọn độ sâu có lỗi mã hoá ít nhất. Do đó, dữ liệu hình ảnh được mã hoá của đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá đã xác định được kết xuất. Ngoài ra, đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá có thể được coi là các đơn vị mã hoá được mã hoá. Độ sâu được mã hoá đã xác định và dữ liệu hình ảnh được mã hoá theo độ sâu được mã hoá đã xác định được kết xuất cho bộ phát 88.

Dữ liệu hình ảnh trong đơn vị mã hoá tối đa được mã hoá dựa vào các đơn vị

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

Kích thước của đơn vị mã hoá tối đa được phân chia khi đơn vị mã hoá được phân chia theo cách phân cấp theo các độ sâu, và khi số lượng đơn vị mã hoá tăng lên. Ngoài ra, ngay cả khi các đơn vị mã hoá tương ứng với cùng độ sâu trong một đơn vị mã hoá tối đa, thì phải xác định xem có phân chia mỗi trong số các đơn vị mã hoá tương ứng với cùng độ sâu xuống độ sâu thấp hơn hay không bằng cách đo lỗi mã hoá của dữ liệu hình ảnh của mỗi trong số các đơn vị mã hoá riêng biệt. Theo đó, ngay cả khi dữ liệu hình ảnh có trong một đơn vị mã hoá tối đa, thì dữ liệu hình ảnh này được phân chia thành các vùng theo các độ sâu, và các lỗi mã hoá có thể khác nhau theo các vùng trong một đơn vị mã hoá tối đa, và do đó các độ sâu được mã hoá có thể khác nhau theo các vùng trong dữ liệu hình ảnh. Do đó, một hoặc nhiều độ sâu được mã hoá có thể được xác định trong một đơn vị mã hoá tối đa, và dữ liệu hình ảnh của đơn vị mã hoá tối đa có thể được phân chia theo các đơn vị mã hoá có ít nhất một độ sâu được mã hoá.

Theo đó, bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá 83 có thể xác định các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây có trong đơn vị mã hoá tối đa. Theo một phương án làm ví dụ, ‘các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây’ bao gồm các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được xác định là độ sâu được mã hoá, trong số tất cả các đơn vị mã hoá sâu hơn có trong đơn vị mã hoá tối đa. Đơn vị mã hoá có độ sâu được mã hoá có thể được xác định theo cách phân cấp theo các độ sâu trong cùng vùng của đơn vị mã hoá tối đa, và có thể được xác định độc lập ở các vùng khác nhau. Tương tự, độ sâu được mã hoá ở vùng hiện thời có thể được xác định độc lập với độ sâu được mã hoá ở vùng khác.

Độ sâu tối đa theo một phương án làm ví dụ là chỉ số liên quan đến số lần phân chia từ đơn vị mã hoá tối đa đến đơn vị mã hoá tối thiểu. Độ sâu tối đa thứ nhất theo một phương án làm ví dụ có thể biểu thị tổng số lần phân chia từ đơn vị mã hoá tối đa đến đơn vị mã hoá tối thiểu. Độ sâu tối đa thứ hai theo một phương án làm ví dụ có thể biểu thị tổng số mức độ sâu từ đơn vị mã hoá tối đa đến đơn vị mã hoá tối thiểu. Ví dụ, khi độ sâu của đơn vị mã hoá tối đa bằng 0, thì độ sâu của đơn vị mã hoá, trong đó đơn vị mã hoá tối đa được phân chia một lần, có thể được thiết lập thành 1, và độ sâu của đơn vị mã hoá, trong đó đơn vị mã hoá tối đa được phân chia hai lần, có thể được thiết lập thành 2. Ở đây, nếu đơn vị mã hoá tối thiểu là đơn vị mã hoá trong đó đơn vị mã hoá tối đa được phân chia bốn lần, thì 5 mức độ sâu có các độ sâu 0, 1, 2, 3 và 4, 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 hoá dự đoán và biến đổi có thể được thực hiện theo đơn vị mã hoá tối đa. Bước mã hoá dự đoán và biến đổi còn được thực hiện dựa vào các đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu bằng hoặc các độ sâu thấp hơn độ sâu tối đa, theo đơn vị mã hoá tối đa. Bước biến đổi có thể được thực hiện theo phương pháp biến đổi trực giao hoặc biến đổi nguyên.

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

Thiết bị mã hoá video 80 có thể chọn theo cách thay đổi kích thước hoặc hình dạng của đơn vị dữ liệu để mã hoá dữ liệu hình ảnh. Để mã hoá dữ liệu hình ảnh, các bước, chẳng hạn như mã hoá dự đoán, biến đổi và mã hoá entropy, được thực hiện, và ở thời điểm này, cùng đơn vị dữ liệu có thể được sử dụng cho tất cả các bước hoặc các đơn vị dữ liệu khác nhau có thể được sử dụng cho mỗi bước này.

Ví dụ, thiết bị mã hoá video 80 có thể chọn không chỉ đơn vị mã hoá để mã hoá dữ liệu hình ảnh, mà còn chọn đơn vị dữ liệu khác với đơn vị mã hoá để thực hiện bước mã hoá dự đoán đối với dữ liệu hình ảnh trong đơn vị mã hoá.

Để thực hiện bước mã hoá dự đoán trong đơn vị mã hoá tối đa, bước mã hoá dự đoán có thể được thực hiện dựa vào đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá, nghĩa là, dựa vào đơn vị mã hoá không còn được phân chia thành các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu thấp hơn. Sau đây, đơn vị mã hoá không còn phân chia và trở thành đơn vị cơ bản để mã hoá 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 hoá $2N \times 2N$ (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 và chiều rộng của đơn vị dự đoán, các phân vùng thu được bằng cách phân chia bất đối xứng chiều cao và 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

tuỳ 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 chỉ có thể được thực hiện đối với phân vùng $2N \times 2N$. Bước mã hoá được thực hiện độc lập đối với một đơn vị dự đoán trong đơn vị mã hoá, nhờ đó chọn được chế độ dự đoán có lỗi mã hoá ít nhất.

Thiết bị mã hoá video 80 có thể còn thực hiện bước biến đổi đối với dữ liệu hình ảnh trong đơn vị mã hoá không chỉ dựa vào đơn vị mã hoá để mã hoá dữ liệu hình ảnh, mà còn dựa vào đơn vị dữ liệu khác với đơn vị mã hoá.

Để thực hiện bước biến đổi trong đơn vị mã hoá, bước biến đổi này có thể được thực hiện dựa vào đơn vị dữ liệu có kích thước nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị mã hoá. Ví dụ, đơn vị dữ liệu để biến đổi có thể bao gồm đơn vị dữ liệu đối với chế độ nội ảnh và đơn vị dữ liệu đối với chế độ liên ảnh.

Đơn vị dữ liệu được sử dụng làm cơ sở biến đổi hiện sẽ được gọi là ‘đơn vị biến đổi’. Độ sâu biến đổi biểu thị số lần phân chia để đạt đến đơn vị biến đổi bằng cách phân chia chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá có thể còn được thiết lập trong đơn vị biến đổi. Ví dụ, trong đơn vị mã hoá 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 mỗi trong số chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá hiện thời được phân chia thành hai phần bằng nhau, tổng cộng được phân chia thành 4^1 đơn vị biến đổi, và do đó kích thước của đơn vị biến đổi là $N \times N$, và có thể bằng 2 khi mỗi trong số chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá hiện thời được phân chia thành bốn phần bằng nhau, tổng cộng được phân chia thành 4^2 đơn vị biến đổi và do đó kích thước của đơn vị biến đổi là $N/2 \times N/2$. Ví dụ, đơn vị biến đổi có thể được thiết lập theo cấu trúc cây phân cấp, trong đó đơn vị biến đổi có độ sâu biến đổi phía trên được phân chia thành bốn đơn vị biến đổi có độ sâu biến đổi phía dưới theo các đặc điểm phân cấp của độ sâu biến đổi.

Tương tự với đơn vị mã hoá, đơn vị biến đổi trong đơn vị mã hoá 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 độc lập trong các đơn vị của các vùng này. Do đó, dữ liệu dư trong đơn vị mã hoá có thể được phân chia theo đơn vị biến đổi có cấu trúc cây theo các độ sâu biến đổi.

Thông tin mã hoá theo các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá không chỉ sử dụng thông tin về độ sâu được mã hoá, mà còn sử dụng thông tin liên quan đến bước mã hoá dự đoán và biến đổi. Theo đó, bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế

độ mã hoá 83 không chỉ xác định độ sâu được mã hoá có lỗi mã hoá ít nhất, mà còn xác định kiểu phân vùng trong 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.

Bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá 83 có thể đo lỗi mã hoá của các đơn vị mã hoá sâu hơn theo các độ sâu bằng cách sử dụng phép tối ưu hoá tỷ lệ méo (Rate-Distortion Optimization) dựa vào các bộ nhân Lagrange.

Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 84 giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã. Bộ giải mã 85 có trong bộ tạo hình ảnh được khôi phục 84 giải mã dữ liệu hình ảnh dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, được mã hoá bởi bộ mã hoá 81. Bộ giải mã 85 này có thể giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá và kết xuất dữ liệu hình ảnh ở miền không gian theo các đơn vị mã hoá tối đa, dựa vào độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá được xác định bởi bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá 83.

Bộ thực hiện lọc vòng lặp 86 có trong bộ tạo hình ảnh được khôi phục 84 có thể thực hiện bước lọc trong vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã. Cùng bước lọc vòng lặp thích ứng được thực hiện theo cách chọn lọc bởi bộ tạo hình ảnh được khôi phục 14 có thể được thực hiện bởi bộ thực hiện lọc vòng lặp 86. Theo đó, bộ thực hiện lọc vòng lặp 86 này có thể thực hiện liên tiếp bước lọc một chiều theo hướng nằm ngang và bước lọc một chiều theo hướng thẳng đứng để khôi phục ảnh hiện thời. Bộ thực hiện lọc vòng lặp 86 có thể kết xuất hình ảnh được khôi phục đến bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 xác định giá trị bù về sai số giữa mỗi trong số các điểm ảnh được khôi phục của nhóm định trước trong hình ảnh được khôi phục, và điểm ảnh gốc tương ứng, và nhóm điểm ảnh này bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có các giá trị điểm ảnh cần được bù. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 là bộ phận kỹ thuật tương ứng với bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16.

Theo đó, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể xác định mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của các điểm ảnh được khôi phục lân cận trong hình ảnh được khôi phục theo các điểm ảnh được khôi phục, và phân loại các điểm ảnh được khôi phục lân cận thành các nhóm điểm ảnh theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh. Theo cách khác, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể phân loại các điểm ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh theo các dải dựa vào giá trị điểm ảnh. Theo cách khác, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 này có thể

phát hiện các đường theo hướng định trước bằng cách phân tích hình ảnh được khôi phục, và phân loại các điểm ảnh được khôi phục thành các nhóm điểm ảnh theo các đường, bao gồm các điểm ảnh được khôi phục ở cùng đường.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể xác định riêng biệt giá trị bù cho mỗi nhóm điểm ảnh bằng cách sử dụng giá trị trung bình của các sai số giữa điểm ảnh được khôi phục và điểm ảnh gốc tương ứng. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 này có thể xác định điểm ảnh được khôi phục cần được bù theo ít nhất một đơn vị dữ liệu trong số trình tự hình ảnh, lát, khung và đơn vị mã hoá của video đầu vào, và xác định giá trị bù tương ứng với điểm ảnh được khôi phục đã xác định cần được bù. Thông tin về giá trị bù và nhóm điểm ảnh được xác định bởi bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể được kết xuất đến bộ phát 88.

Bộ phát 88 kết xuất dữ liệu hình ảnh của đơn vị mã hoá tối đa, được mã hoá dựa vào ít nhất một độ sâu được mã hoá được xác định bởi bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá 83, và thông tin về chế độ mã hoá theo độ sâu được mã hoá, trong các dòng bit. Dữ liệu hình ảnh được mã hoá bởi bộ mã hoá 81 có thể được chuyển đổi thành định dạng dòng bit thông qua bước mã hoá entropy, và sau đó được chèn vào dòng bit để truyền dẫn.

Theo cách khác, bộ phát 88 có thể mã hoá và chèn giá trị bù được xác định bởi bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 86 vào dòng bit để truyền dẫn. Theo cách khác, bộ phát 88 này có thể nhận thông tin bổ sung về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh từ bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87, và mã hoá và chèn thông tin bổ sung vào dòng bit.

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

Thông tin về chế độ mã hoá theo độ sâu được mã hoá có thể bao gồm thông tin về độ sâu được mã hoá, 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 hoá có thể được xác định bằng cách sử dụng thông tin phân chia theo các độ sâu, biểu thị xem bước mã hoá có được thực hiện đối với các đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn thay không thay vì độ sâu hiện thời. Nếu độ sâu hiện thời của đơn vị mã hoá hiện thời là độ sâu được mã hoá, thì dữ liệu hình ảnh trong đơn vị mã hoá hiện thời được mã hoá và kết xuất, và do đó thông tin phân chia có thể được xác định không phân chia đơn vị mã hoá hiện thời thành độ sâu thấp hơn. Theo cách khác, nếu độ sâu hiện thời của đơn vị mã hoá hiện thời không phải là độ sâu được mã hoá, thì bước mã hoá được thực hiện đối với đơn vị mã hoá có độ sâu thấp

hơn, và do đó thông tin phân chia có thể được xác định có phân chia đơn vị mã hoá hiện thời để thu được các đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn.

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

Vì các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây được xác định cho một đơn vị mã hoá tối đa, và thông tin về ít nhất một chế độ mã hoá được xác định cho đơn vị mã hoá có độ sâu được mã hoá, nên thông tin về ít nhất một chế độ mã hoá có thể được xác định cho một đơn vị mã hoá tối đa. Ngoài ra, độ sâu được mã hoá của dữ liệu hình ảnh của đơn vị mã hoá tối đa có thể là 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 hoá và chế độ mã hoá có thể được thiết lập cho dữ liệu hình ảnh.

Theo đó, bộ phát 88 có thể gán thông tin mã hoá về độ sâu được mã hoá tương ứng và chế độ mã hoá cho ít nhất một trong số đơn vị mã hoá, đơn vị dự đoán và đơn vị tối thiểu có trong đơn vị mã hoá tối đa.

Đơn vị tối thiểu theo một phương án làm ví dụ là đơn vị dữ liệu hình chữ nhật thu được bằng cách phân chia đơn vị mã hoá tối thiểu có độ sâu thấp nhất bằng 4. Theo cách khác, đơn vị tối thiểu có thể là đơn vị dữ liệu hình chữ nhật tối đa mà có trong tất cả các đơn vị mã hoá, đơn vị dự đoán, đơn vị phân vùng và đơn vị biến đổi có trong đơn vị mã hoá tối đa.

Ví dụ, thông tin mã hoá được kết xuất thông qua bộ phát 88 có thể được phân loại thành thông tin mã hoá theo các đơn vị mã hoá và thông tin mã hoá theo các đơn vị dự đoán. Thông tin mã hoá theo các đơn vị mã hoá có thể bao gồm thông tin về chế độ dự đoán và về kích thước của các phân vùng. Thông tin mã hoá 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 màu của chế độ nội ảnh và về phương pháp nội suy của chế độ nội ảnh. Ngoài ra, thông tin về kích thước tối đa của đơn vị mã hoá được xác định theo các ảnh, lát hoặc nhóm hình ảnh (Group of Pictures, GOP), và thông tin về độ sâu tối đa có thể được chèn vào bộ tham số trình tự (Sequence Parameter Set, SPS) hoặc tiêu đề của dòng bit.

Bộ phát 88 có thể mã hoá và kết xuất hệ số lọc dùng được sử dụng khi lọc vòng lặp thích ứng. Ngoài ra, vì kiểu, số lượng, kích thước, bit lượng tử hoá, hệ số, hướng

lọc của mỗi bộ lọc một chiều, và xem bước lọc và lọc chạy có được thực hiện hay không có thể được thiết lập để lọc vòng lặp thích ứng, nên thông tin về tập bộ lọc một chiều để lọc vòng lặp có thể được mã hoá và truyền.

Trong thiết bị mã hoá video 80, đơn vị mã hoá sâu hơn có thể là đơn vị mã hoá thu được sau bằng cách chia chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá có độ sâu phía trên, là một lớp phía trên, làm đôi. Nói cách khác, khi kích thước của đơn vị mã hoá có độ sâu hiện thời bằng $2N \times 2N$, thì kích thước của đơn vị mã hoá có độ sâu phía dưới là $N \times N$. Ngoài ra, đơn vị mã hoá có độ sâu hiện thời có kích thước bằng $2N \times 2N$ có thể bao gồm tối đa 4 đơn vị mã hoá có độ sâu phía dưới.

Theo đó, thiết bị mã hoá video 80 có thể tạo ra các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây bằng cách xác định các đơn vị mã hoá có hình dạng tối ưu và kích thước tối ưu cho mỗi đơn vị mã hoá tối đa, dựa vào kích thước của đơn vị mã hoá tối đa và độ sâu tối đa được xác định khi xem xét các đặc điểm của hình ảnh hiện thời. Ngoài ra, vì bước mã hoá có thể được thực hiện đối với mỗi đơn vị mã hoá tối đa bằng cách sử dụng chế độ dự đoán và phép biến đổi bất kỳ trong số các chế độ dự đoán và các phép biến đổi, nên chế độ mã hoá tối ưu có thể được xác định khi xem xét các đặc điểm của đơn vị mã hoá có các kích thước ảnh khác nhau.

Do đó, nếu hình ảnh có độ phân giải cao hoặc lượng dữ liệu lớn được mã hoá trong khối macro theo lĩnh vực kỹ thuật liên quan, thì số lượng khối macro trên mỗi ảnh sẽ tăng quá mức. Theo đó, số lượng đoạn thông tin nén được tạo ra cho mỗi khối macro tăng lên, và do đó rất khó khăn để truyền thông tin nén và hiệu quả nén dữ liệu giảm. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng thiết bị mã hóa video 80 theo một phương án làm ví dụ, hiệu quả nén hình ảnh có thể được tăng lên vì đơn vị mã hoá được điều chỉnh trong khi xem xét các đặc điểm của hình ảnh trong khi tăng kích thước tối đa của đơn vị mã hoá khi xem xét kích thước của hình ảnh.

Ngoài ra, lượng bit truyền dẫn của thông tin bổ sung có thể được giảm vì thông tin về giá trị bù để bù cho giá trị điểm ảnh giữa hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc, được yêu cầu để cải thiện chất lượng của hình ảnh được khôi phục bởi bộ giải mã, được mã hóa và truyền mà không có thông tin về vị trí điểm ảnh.

Fig.9 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị giải mã video 90 để bù cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ.

Thiết bị giải mã video 90 bao gồm bộ trích xuất 91, bộ tạo hình ảnh được khôi phục 94, bộ xác định nhóm điểm ảnh 97 và bộ bù điểm ảnh được khôi phục 98. Bộ trích xuất 91 bao gồm bộ thu 92 và bộ trích xuất dữ liệu hình ảnh, thông tin chế độ mã

hoá, thông tin hệ số lọc vòng lặp và thông tin giá trị bù (sau đây, được gọi là bộ trích xuất thông tin) 93. Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 94 bao gồm bộ giải mã 95 và bộ thực hiện lọc vòng lặp 96.

Các định nghĩa về các thuật ngữ chẳng hạn như đơn vị mã hoá, độ sâu, đơn vị dự đoán, đơn vị biến đổi và các chế độ mã hoá đối với các quy trình khác nhau được sử dụng để mô tả thiết bị giải mã video 90 giống với các định nghĩa về các thuật ngữ được mô tả dựa vào thiết bị mã hoá video 80 trên Fig.8.

Bộ trích xuất 91 nhận và phân tích cú pháp dòng bit của hình ảnh được mã hoá, và trích xuất dữ liệu hình ảnh được mã hoá và giá trị bù từ dòng bit. Bộ thu 92 của bộ trích xuất 91 nhận và phân tích cú pháp dòng bit của hình ảnh được mã hoá. Bộ trích xuất thông tin trích xuất dữ liệu hình ảnh theo các đơn vị mã hoá tối đa từ dòng bit đã phân tích cú pháp, và kết xuất dữ liệu hình ảnh đã trích xuất này cho bộ giải mã 95. Bộ trích xuất thông tin 93 có thể trích xuất thông tin kích thước tối đa của đơn vị mã hoá trong ảnh hiện thời, từ tiêu đề về ảnh hiện thời.

Ngoài ra, bộ trích xuất thông tin 93 trích xuất thông tin về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá cho các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây theo mỗi đơn vị mã hoá tối đa, từ dòng bit đã phân tích cú pháp. Thông tin đã trích xuất về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá được kết xuất cho bộ giải mã 95. Nói cách khác, dữ liệu hình ảnh trong chuỗi bit được phân chia thành đơn vị mã hoá tối đa sao cho bộ giải mã 95 giải mã dữ liệu hình ảnh đối với mỗi đơn vị mã hoá tối đa.

Thông tin về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá theo đơn vị mã hoá tối đa có thể được thiết lập cho thông tin về ít nhất một đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá, và thông tin về chế độ mã hoá có thể bao gồm thông tin về kiểu phân vùng của đơn vị mã hoá tương ứng mà tương ứng với độ sâu được mã hoá, về chế độ dự đoán và kích thước của đơn vị biến đổi.

Thông tin về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá theo mỗi đơn vị mã hoá tối đa được trích xuất bởi bộ trích xuất thông tin 93 là thông tin về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá được xác định để tạo ra lỗi mã hoá tối thiểu khi bộ mã hoá, chẳng hạn như thiết bị mã hoá video 80, thực hiện lặp lại bước mã hoá đối với mỗi đơn vị mã hoá sâu hơn theo các độ sâu theo mỗi đơn vị mã hoá tối đa. Theo đó, thiết bị giải mã video 90 có thể khôi phục ảnh bằng cách giải mã dữ liệu hình ảnh theo độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá mà tạo ra lỗi mã hoá tối thiểu.

Vì thông tin mã hoá về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá có thể được gán cho đơn vị dữ liệu đã xác định trước trong số đơn vị mã hoá tương ứng, đơn vị dự đoán và đơn vị tối thiểu, nên bộ trích xuất thông tin 93 có thể trích xuất thông tin về độ

sâu được mã hoá và chế độ mã hoá theo các đơn vị dữ liệu đã xác định trước. Các đơn vị dữ liệu đã xác định trước mà cùng thông tin về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá được gán có thể được gọi là các đơn vị dữ liệu có trong cùng đơn vị mã hoá tối đa.

Bộ giải mã 95 khôi phục ảnh hiện thời bằng cách giải mã dữ liệu hình ảnh trong mỗi đơn vị mã hoá tối đa dựa vào thông tin về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá theo các đơn vị mã hoá tối đa. Nói cách khác, bộ giải mã 95 có thể giải mã dữ liệu hình ảnh được mã hoá dựa vào thông tin đã trích xuất về kiểu phân vùng, chế độ dự đoán và đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hoá trong số các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây có trong mỗi đơn vị mã hoá 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. Bước biến đổi ngược có thể được thực hiện theo phương pháp biến đổi trực giao ngược hoặc biến đổi nguyên ngược.

Ngoài ra, bộ giải mã 95 có thể thực hiện bước biến đổi ngược theo mỗi đơn vị biến đổi trong đơn vị mã hoá bằng cách đọc các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, dựa vào thông tin về kích thước của đơn vị biến đổi của đơn vị mã hoá theo các độ sâu được mã hoá, để thực hiện bước biến đổi ngược theo các đơn vị mã hoá tối đa.

Bộ giải mã 95 có thể xác định ít nhất một độ sâu được mã hoá của đơn vị mã hoá tối đa hiện thời bằng cách sử dụng thông tin phân chia theo các độ sâu. Nếu thông tin phân chia biểu thị rằng dữ liệu hình ảnh không còn được phân chia ở độ sâu hiện thời, thì độ sâu hiện thời là độ sâu được mã hoá. Theo đó, bộ giải mã 95 có thể giải mã dữ liệu được mã hoá của ít nhất một đơn vị mã hoá tương ứng với mỗi độ sâu được mã hoá trong đơn vị mã hoá tối đa hiện thời bằng cách sử dụng thông tin về kiểu phân vùng của đơn vị dự đoán, chế độ dự đoán và kích thước của đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá, và kết xuất dữ liệu hình ảnh của đơn vị mã hoá tối đa hiện thời.

Nói cách khác, các đơn vị dữ liệu chứa thông tin mã hoá bao gồm cùng thông tin phân chia có thể được thu thập bằng cách theo dõi tập thông tin mã hoá được gán cho đơn vị dữ liệu được xác định trước trong số đơn vị mã hoá, đơn vị dự đoán và đơn vị tối thiểu, và các đơn vị dữ liệu đã thu thập có thể được coi là một đơn vị dữ liệu cần được giải mã bởi bộ giải mã 95 ở cùng chế độ mã hoá.

Khi thông tin về hệ số lọc để lọc vòng lặp thích ứng được chèn vào dòng bit, thì bộ trích xuất thông tin 93 có thể trích xuất thông tin về hệ số lọc từ dòng bit. Bộ thực hiện lọc vòng lặp 96 có thể nhận thông tin về hệ số lọc được trích xuất bởi bộ trích xuất thông tin 93, và tạo ra hình ảnh được khôi phục bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã bởi bộ giải mã 95.

Cùng bộ phận kỹ thuật của bộ tạo hình ảnh được khôi phục 24 có thể có thể được áp dụng cho bộ thực hiện lọc vòng lặp 96. Theo đó, bộ thực hiện lọc vòng lặp 96 có thể thực hiện theo cách chọn lọc bước lọc khử khối và lọc vòng lặp thích ứng đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã. Bước lọc vòng lặp thích ứng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các bộ lọc một chiều liên tục.

Bộ tạo hình ảnh được khôi phục 94 có thể dẫn ra hệ số lọc của mỗi bộ lọc một chiều bằng cách sử dụng thông tin phần dư của hệ số lọc được trích xuất từ bộ trích xuất thông tin 93. Ví dụ, hệ số lọc hiện thời của mỗi bộ lọc một chiều có thể được dẫn ra bằng cách cộng hiệu số giữa hệ số lọc hiện thời và hệ số lọc trước đó với hệ số lọc trước đó. Bước lọc một chiều liên tục có thể được thực hiện đối với dữ liệu được khử khối bằng cách sử dụng hệ số lọc được dẫn ra của mỗi bộ lọc một chiều. Bước khử khối được thực hiện để làm giảm hiệu quả tạo khối của dữ liệu được giải mã, và bước lọc vòng lặp làm giảm thiểu sai số giữa hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc.

Bộ trích xuất thông tin 93 trích xuất dữ liệu hình ảnh được mã hoá và thông tin liên quan đến giá trị bù từ dòng bit. Thông tin liên quan đến giá trị bù này có thể bao gồm thông tin về giá trị bù. Theo cách khác, nếu thông tin liên quan đến giá trị bù bao gồm thông tin về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù, thì bộ trích xuất thông tin 93 có thể trích xuất giá trị bù và thông tin về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh cần được bù từ dòng bit. Bộ trích xuất thông tin 93 này có thể trích xuất giá trị bù hoặc thông tin liên quan đến giá trị bù theo ít nhất một đơn vị dữ liệu trong số trình tự hình ảnh, lát, khung và đơn vị mã hoá của video đầu vào.

Bộ xác định nhóm điểm ảnh 97 có thể xác định nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh được khôi phục cần được bù bằng cách sử dụng giá trị bù, đối với các điểm ảnh được khôi phục của nhóm định trước trong hình ảnh được khôi phục, bằng cách nhận hình ảnh được khôi phục được tạo ra bởi bộ tạo hình ảnh được khôi phục 94 và giá trị bù được trích xuất bởi bộ trích xuất thông tin 93. Bộ bù điểm ảnh được khôi phục 98 bù cho giá trị điểm ảnh của điểm ảnh được khôi phục bằng cách sử dụng giá trị bù, và kết xuất hình ảnh được khôi phục có giá trị điểm ảnh được khôi phục bằng cách nhân giá trị bù đã trích xuất bởi bộ trích xuất thông tin 93 và thông tin về nhóm điểm ảnh được xác định bởi bộ xác định nhóm điểm ảnh 97.

Khi thông tin về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh cần được bù được trích xuất bởi bộ trích xuất thông tin 93, thì bộ xác định nhóm điểm ảnh 97 có thể xác định theo cách chọn lọc nhóm điểm ảnh có giá trị điểm ảnh cần được bù dựa vào phương pháp này. Ví dụ, bộ xác định nhóm điểm ảnh 97 có thể xác định xem có phân loại các điểm ảnh được khôi phục theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh, các dải

của các giá trị điểm ảnh hoặc các đường hay không, và xác định nhóm điểm ảnh có giá trị điểm ảnh cần được bù, dựa vào phương pháp này. Ở đây, bộ bù điểm ảnh được khôi phục 98 có thể bù cho các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục trong nhóm điểm ảnh bằng cách sử dụng các giá trị bù cho nhóm điểm ảnh theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh, các dải của các giá trị điểm ảnh hoặc các đường.

Thiết bị giải mã video 90 có thể thu thông tin về ít nhất một đơn vị mã hoá mà tạo ra lỗi mã hoá tối thiểu khi bước mã hoá được thực hiện theo cách đệ quy đối với mỗi đơn vị mã hoá tối đa, và có thể sử dụng thông tin này để giải mã ảnh hiện thời. Nói cách khác, các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây được xác định là các đơn vị mã hoá tối ưu trong mỗi đơn vị mã hoá tối đa có thể được giải mã. Ngoài ra, kích thước tối đa của đơn vị mã hoá 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 có thể được giải mã và khôi phục một cách hiệu quả bằng cách sử dụng kích thước của đơn vị mã hoá và chế độ mã hoá, được xác định thích ứng theo các đặc điểm của dữ liệu hình ảnh, bằng cách sử dụng thông tin về chế độ mã hoá tối ưu nhận được từ bộ mã hoá.

Thiết bị mã hoá video 80 và thiết bị giải mã video 90 có thể bù cho sai số hệ thống được tạo ra giữa hình ảnh được khôi phục và hình ảnh gốc khi hình ảnh được mã hoá được giải mã và khôi phục.

Bước mã hoá và giải mã video dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo các phương án làm ví dụ.

Fig.10 là sơ đồ mô tả khái niệm về các đơn vị mã hoá, theo một phương án làm ví dụ.

Kích thước đơn vị mã hoá có thể được biểu diễn dưới dạng chiều rộng x chiều cao, và có thể là 64x64, 32x32, 16x16 và 8x8. Đơn vị mã hoá 64x64 có thể được phân chia thành các phân vùng có kích thước bằng 64x64, 64x32, 32x64 hoặc 32x32, đơn vị mã hoá 32x32 có thể được phân chia thành các phân vùng có kích thước bằng 32x32, 32x16, 16x32 hoặc 16x16, đơn vị mã hoá 16x16 có thể được phân chia thành các phân vùng có kích thước bằng 16x16, 16x8, 8x16 hoặc 8x8, đơn vị mã hoá 8x8 có thể được phân chia thành các phân vùng có kích thước bằng 8x8, 8x4, 4x8 hoặc 4x4.

Trong dữ liệu video 310, độ phân giải là 1920x1080, kích thước tối đa của đơn vị mã hoá là 64 và độ sâu tối đa là 2. Trong dữ liệu video 320, độ phân giải là 1920x1080, kích thước tối đa của đơn vị mã hoá là 64 và độ sâu tối đa là 3. Trong dữ liệu video 330, độ phân giải là 352x288, kích thước tối đa của đơn vị mã hoá là 16 và độ sâu tối đa là 1. Độ sâu tối đa được thể hiện trên Fig.10 biểu thị tổng số lần phân

chia từ đơn vị mã hoá tối đa đến đơn vị mã hoá tối thiểu.

Nếu độ phân giải là cao hoặc lượng dữ liệu là lớn, thì kích thước tối đa của đơn vị mã hoá có thể lớn để không chỉ làm 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 hoá 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 hoá 315 của dữ liệu video 310 có thể bao gồm đơn vị mã hoá tối đa có kích thước trực dài bằng 64, và các đơn vị mã hoá có các kích thước trực dài bằng 32 và 16 vì các độ sâu được làm sâu thêm hai lớp bằng cách phân chia đơn vị mã hoá tối đa hai lần. Trong khi đó, vì độ sâu tối đa của dữ liệu video 330 là 1, nên các đơn vị mã hoá 335 của dữ liệu video 330 có thể bao gồm đơn vị mã hoá tối đa có kích thước trực dài bằng 16, và các đơn vị mã hoá có kích thước trực dài bằng 8 vì độ sâu được làm sâu thêm một lớp bằng cách phân chia đơn vị mã hoá tối đa một lần.

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

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện bộ mã hoá hình ảnh 400 dựa vào các đơn vị mã hoá, theo một phương án làm ví dụ.

Bộ mã hoá hình ảnh 400 thực hiện các bước của bộ mã hoá 81 của thiết bị mã hoá video 80 để mã hoá 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 hoá ở chế độ nội ảnh, trong số khung hiện thời 405, bộ đánh giá chuyển động 420 và bộ bù chuyển động 425 thực hiện bước đánh giá chuyển động và bù chuyển động đối với các đơn vị mã hoá ở chế độ liên ảnh trong số khung hiện thời 405 bằng cách sử dụng khung hiện thời 405 và khung tham chiếu 495.

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 hoá thông qua bộ biến đổi 430 và bộ lượng tử hoá 440. Hệ số biến đổi được lượng tử hoá này được khôi phục dưới dạng dữ liệu ở miền không gian thông qua bộ lượng tử hoá ngược 460 và bộ biến đổi ngược 470, và dữ liệu được khôi phục ở miền không gian 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 hoá có thể được kết xuất dưới dạng dòng bit 455 thông qua bộ mã hoá entropy 450.

Để bộ mã hoá hình ảnh 400 được áp dụng trong thiết bị mã hoá video 80, thì tất cả các bộ phận của bộ mã hoá 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 hoá 440, bộ mã hoá entropy 450, bộ lượng tử hoá ngược 460, bộ biến đổi ngược 470, bộ phân khử khối 480 và bộ phân lọc vòng lặp 490, đều thực hiện các bước dựa vào mỗi đơn vị mã hoá trong số các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây trong khi xem xét độ sâu tối đa của mỗi đơn vị mã hoá tối đa.

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

Fig.12 là sơ đồ khối thể hiện bộ giải mã hình ảnh 500 dựa vào các đơn vị mã hoá, theo một phương án làm ví dụ.

Bộ phân tích cú pháp 510 phân tích cú pháp dữ liệu hình ảnh được mã hoá cần được giải mã và thông tin về bước mã hoá được sử dụng để giải mã từ dòng bit 505. Dữ liệu hình ảnh được mã hoá được kết xuất dưới dạng dữ liệu được lượng tử hoá ngược thông qua bộ giải mã entropy 520 và bộ lượng tử hoá ngược 530, và dữ liệu được lượng tử hoá ngược này được khôi phục thành dữ liệu hình 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 hoá ở chế độ nội ảnh đối với dữ liệu hình ảnh ở miền không gian, và bộ bù chuyển động 560 thực hiện bước bù chuyển động đối với các đơn vị mã hoá ở chế độ liên ảnh bằng cách sử dụng khung tham chiếu 585.

Dữ liệu hình ảnh ở miền không gian, được phân tích cú pháp thông 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 phân khử khối 570 và bộ phân lọc vòng lặp 580. Ngoài ra, dữ liệu hình ảnh mà được xử lý sau thông qua bộ phân khử khối 570 và bộ phân 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 95 của thiết bị giải mã video 90, thì bộ giải mã hình ảnh 500 có thể thực hiện các bước 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 90, thì các bộ phận của bộ giải mã hình ảnh 500, nghĩa là, bộ phân tích cú pháp 510, bộ giải

mã entropy 520, bộ lượng tử hoá ngược 530, bộ biến đổi ngược 540, bộ dự đoán nội ảnh 550, bộ bù chuyển động 560, bộ phân khử khối 570 và bộ phân lọc vòng lặp 580, thực hiện các bước dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây đối với mỗi đơn vị mã hoá tối đa.

Cụ thể, bộ dự đoán nội ảnh 550 và bộ bù chuyển động 560 thực hiện các bước dựa vào phân vùng và chế độ dự đoán đối với mỗi đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, và bộ biến đổi ngược 540 thực hiện các bước dựa vào kích thước của đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hoá.

Fig.13 là sơ đồ minh họa các đơn vị mã hoá sâu hơn theo các độ sâu, và các phân vùng, theo một phương án làm ví dụ.

Thiết bị mã hoá video 80 và thiết bị giải mã video 90 sử dụng các đơn vị mã hoá 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 hoá có thể được xác định thích ứng theo các đặc điểm của hình ảnh, hoặc có thể được người dùng thiết lập theo cách khác nhau. Các kích thước của các đơn vị mã hoá sâu hơn theo các độ sâu có thể được xác định theo kích thước tối đa định trước của đơn vị mã hoá.

Trong cấu trúc phân cấp 600 của các đơn vị mã hoá, theo một phương án làm ví dụ, mỗi trong số chiều cao tối đa và chiều rộng tối đa của các đơn vị mã hoá là 64, và độ sâu tối đa là 4. Vì độ sâu sâu thêm dọc theo trục dọc của cấu trúc phân cấp 600, nên mỗi trong số chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá sâu hơn được phân chia. Ngoài ra, đơn vị dự đoán và các phân vùng, là các cơ sở để mã hoá dự đoán mỗi đơn vị mã hoá sâu hơn, được thể hiện dọc theo trục ngang của cấu trúc phân cấp 600.

Nói cách khác, đơn vị mã hoá 610 là đơn vị mã hoá tối đa trong cấu trúc phân cấp 600, trong đó độ sâu bằng 0 và kích thước, nghĩa là, chiều cao x chiều rộng, bằng 64x64. Độ sâu sâu thêm dọc theo trục dọc, và đơn vị mã hoá 620 có kích thước bằng 32x32 và độ sâu bằng 1, đơn vị mã hoá 630 có kích thước bằng 16x16 và độ sâu bằng 2, đơn vị mã hoá 640 có kích thước bằng 8x8 và độ sâu bằng 3, và đơn vị mã hoá 650 có kích thước bằng 4x4 và độ sâu bằng 4 tồn tại. Đơn vị mã hoá 650 có kích thước bằng 4x4 và độ sâu bằng 4 là đơn vị mã hoá tối thiểu.

Đơn vị dự đoán và các phân vùng của đơn vị mã hoá được bố trí dọc theo trục ngang theo mỗi độ sâu. Nói cách khác, nếu đơn vị mã hoá 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 hoá 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 hoá 620 có kích thước bằng 32×32 và độ sâu bằng 1 có thể được phân chia thành các phân vùng có trong đơn vị mã hoá 620, nghĩa là, phân vùng 620 có kích thước bằng 32×32 , các phân vùng 622 có kích thước bằng 32×16 , các phân vùng 624 có kích thước bằng 16×32 và các phân vùng 626 có kích thước bằng 16×16 .

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

Tương tự, đơn vị dự đoán của đơn vị mã hoá 640 có kích thước bằng 8×8 và độ sâu bằng 3 có thể được phân chia thành các phân vùng có trong đơn vị mã hoá 640, nghĩa là, phân vùng có kích thước bằng 8×8 có trong đơn vị mã hoá 640, các phân vùng 642 có kích thước bằng 8×4 , các phân vùng 644 có kích thước bằng 4×8 và các phân vùng 646 có kích thước bằng 4×4 .

Đơn vị mã hoá 650 có kích thước bằng 4×4 và độ sâu bằng 4 là đơn vị mã hoá tối thiểu và đơn vị mã hoá có độ sâu thấp nhất. Đơn vị dự đoán của đơn vị mã hoá 650 chỉ được gán cho phân vùng có kích thước bằng 4×4 . Theo cách khác, các phân vùng 652 có kích thước bằng 4×2 , các phân vùng 654 có kích thước bằng 2×4 hoặc các phân vùng 656 có kích thước bằng 2×2 có thể được sử dụng.

Để xác định ít nhất một độ sâu được mã hoá của các đơn vị mã hoá tạo thành đơn vị mã hoá tối đa 610, bộ xác định độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá 83 của thiết bị mã hoá video 80 thực hiện bước mã hoá đối với các đơn vị mã hoá tương ứng với mỗi độ sâu có trong đơn vị mã hoá tối đa 610.

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

Để thực hiện bước mã hoá đối với độ sâu hiện thời trong số các độ sâu, thì lỗi mã hoá ít nhất có thể được chọn đối với độ sâu hiện thời bằng cách thực hiện bước mã hoá đối với mỗi đơn vị dự đoán trong các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu hiện thời, dọc theo trục ngang của cấu trúc phân cấp 600. Theo cách khác, lỗi mã hoá tối thiểu có thể được tìm kiếm bằng cách so sánh các lỗi mã hoá ít nhất theo các độ sâu,

bằng cách thực hiện bước mã hoá 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 lỗi mã hoá tối thiểu trong đơn vị mã hoá 610 có thể được chọn làm độ sâu được mã hoá và kiểu phân vùng của đơn vị mã hoá 610.

Fig.14 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị mã hoá 710 và đơn vị biến đổi 720, theo một phương án làm ví dụ.

Thiết bị mã hoá video 80 hoặc thiết bị giải mã video 90 mã hoá hoặc giải mã hình ảnh theo các đơn vị mã hoá có các kích thước nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị mã hoá tối đa đối với mỗi đơn vị mã hoá tối đa. Các kích thước của các đơn vị biến đổi để biến đổi trong khi mã hoá có thể được chọn dựa vào các đơn vị dữ liệu không lớn hơn đơn vị mã hoá tương ứng.

Ví dụ, trong thiết bị mã hoá video 80 hoặc thiết bị giải mã video 90, nếu kích thước của đơn vị mã hoá 710 bằng 64×64 , thì bước 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 hoá 710 có kích thước bằng 64×64 có thể được mã hoá bằng cách thực hiện bước biến đổi đối với mỗi đơn vị biến đổi có kích thước bằng 32×32 , 16×16 , 8×8 và 4×4 , nhỏ hơn 64×64 , và sau đó đơn vị biến đổi có lỗi mã hoá ít nhất có thể được chọn.

Fig.15 là sơ đồ mô tả thông tin mã hoá của các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá, theo một phương án làm ví dụ.

Bộ phát 88 của thiết bị mã hoá video 80 có thể mã hoá 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 đối với mỗi đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá, dưới dạng thông tin về chế độ mã hoá.

Thông tin 800 biểu thị thông tin về hình dạng của phân vùng thu được bằng cách phân chia đơn vị dự đoán của đơn vị mã hoá hiện thời, trong đó phân vùng là đơn vị dữ liệu để mã hoá dự đoán đơn vị mã hoá hiện thời. Ví dụ, đơn vị mã hoá hiện thời CU_0 có kích thước bằng $2N \times 2N$ 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 biểu thị chế độ dự đoán của mỗi phân vùng. Ví dụ, thông tin 810

có thể biểu thị chế độ mã hoá dự đoán được thực hiện đối với phân vùng được biểu thị 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 biểu thị đơn vị biến đổi cần dựa vào khi bước biến đổi được thực hiện đối với đơn vị mã hoá 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 trích xuất thông tin 93 của thiết bị giải mã video 90 có thể trích xuất và sử dụng thông tin 800, 810 và 820 để giải mã, theo mỗi đơn vị mã hoá sâu hơn.

Fig.16 là sơ đồ thể hiện các đơn vị mã hoá sâu hơn theo các độ sâu, theo một phương án làm ví dụ.

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

Đơn vị dự đoán 910 để mã hoá dự đoán đơn vị mã hoá 900 có độ sâu bằng 0 và kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$ có thể bao gồm các phân vùng của kiểu phân vùng 912 có kích thước $2N_0 \times 2N_0$, kiểu phân vùng 914 có kích thước $2N_0 \times N_0$, kiểu phân vùng 916 có kích thước $N_0 \times 2N_0$ và kiểu phân vùng 918 có kích thước $N_0 \times N_0$. Fig.16 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 này không 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 định trước và các phân vùng có dạng hình học.

Bước mã hoá 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 hoá dự đoán ở chế độ nội ảnh và chế độ liên ảnh có thể được thực hiện đối với các phân vùng có các 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 hoá 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 lỗi mã hoá do bước mã hoá dự đoán trong các kiểu phân vùng từ 912 đến 918 được so sánh, và lỗi mã hoá ít nhất được xác định trong số các kiểu phân vùng này. Nếu lỗi mã hoá là nhỏ nhất ở 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 lỗi mã hoá là nhỏ nhất ở kiểu phân vùng 918, thì độ sâu được thay đổi từ 0

sang 1 để phân chia kiểu phân vùng 918 ở bước 920, và bước mã hoá được thực hiện lặp lại đối với các đơn vị mã hoá 930 có độ sâu bằng 2 và kích thước bằng $N_0 \times N_0$ để tìm kiếm lỗi mã hoá tối thiểu.

Đơn vị dự đoán 940 để mã hoá dự đoán đơn vị mã hoá 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 của 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 lỗi mã hoá là nhỏ nhất ở kiểu phân vùng 948, thì độ sâu được thay đổi từ 1 sang 2 để phân chia kiểu phân vùng 948 ở bước 950, và bước mã hoá được thực hiện lặp lại đối với các đơn vị mã hoá 960 có độ sâu bằng 2 và kích thước bằng $N_2 \times N_2$ để tìm kiếm lỗi mã hoá tối thiểu.

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

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

Đơn vị dữ liệu 999 có thể là ‘đơn vị tối thiểu’ đối với đơn vị mã hoá tối đa hiện thời. Đơn vị tối thiểu theo một phương án làm ví dụ có thể là đơn vị dữ liệu hình chữ nhật thu được bằng cách phân chia đơn vị mã hoá tối thiểu 980 thành 4. Bằng cách thực hiện lặp lại bước mã hoá, thiết bị mã hoá video 80 có thể chọn độ sâu có lỗi mã hoá ít nhất bằng cách so sánh các lỗi mã hoá theo các độ sâu của đơn vị mã hoá 900 để xác định độ sâu được mã hoá, và thiết lập kiểu phân vùng tương ứng và chế độ dự đoán làm chế độ mã hoá của độ sâu được mã hoá này.

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

Bộ trích xuất thông tin 93 của thiết bị giải mã video 90 có thể trích xuất và sử dụng thông tin về độ sâu được mã hoá và đơn vị dự đoán của đơn vị mã hoá 900 để giải mã phân vùng 912. Thiết bị giải mã video 90 có thể xác định độ sâu, trong đó thông tin phân chia là 0, làm độ sâu được mã hoá bằng cách sử dụng thông tin phân chia theo các độ sâu, và sử dụng thông tin về chế độ mã hoá có độ sâu tương ứng để giải mã.

Các hình vẽ từ Fig.17 đến Fig.19 là các sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa các đơn vị mã hoá 1010, các đơn vị dự đoán 1060 và các đơn vị biến đổi 1070, theo một phương án làm ví dụ.

Các đơn vị mã hoá 1010 là các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, tương ứng với các độ sâu được mã hoá được xác định bởi thiết bị mã hoá video 80, trong đơn vị mã hoá 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 hoá 1010, và các đơn vị biến đổi 1070 là các đơn vị biến đổi của mỗi trong số các đơn vị mã hoá 1010.

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

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

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

Bước biến đổi hoặc biến đổi ngược được thực hiện đối với dữ liệu hình ảnh của đơn vị mã hoá 1052 trong các đơn vị biến đổi 1070 trong đơn vị dữ liệu nhỏ hơn so với đơn vị mã hoá 1052. Ngoài ra, các đơn vị mã hoá 1014, 1016, 1022, 1032, 1048, 1050 và 1052 trong các đơn vị biến đổi 1070 khác với các đơn vị mã hoá trong các đơn vị dự đoán 1060 về mặt các kích thước và hình dạng. Nói cách khác, thiết bị mã hoá video 80 và thiết bị giải mã video 90 có thể thực hiện bước dự đoán nội ảnh, đánh giá chuyển động, bù chuyển động, biến đổi và biến đổi ngược riêng biệt đối với mỗi đơn vị dữ liệu trong cùng đơn vị mã hoá.

Theo đó, bước mã hoá được thực hiện theo cách đệ quy đối với mỗi trong số các đơn vị mã hoá có cấu trúc phân cấp trong mỗi vùng của đơn vị mã hoá tối đa để xác định đơn vị mã hoá tối ưu, và do đó các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây đệ quy có thể thu được. Thông tin mã hoá có thể bao gồm thông tin phân chia về đơn vị mã hoá, 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 2 thể hiện thông tin mã hoá có thể được thiết lập bởi thiết bị mã hoá video 80 và thiết bị giải mã video 90.

Bảng 2

Thông tin phân chia 0 (mã hoá đối với đơn vị mã hoá 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 hoá lặp lại đối với các đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn 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 đối xứng), $N/2 \times N/2$ (kiểu bất đối xứng)	

Bộ phát 88 của thiết bị mã hoá video 80 có thể kết xuất thông tin mã hoá về các

đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, và bộ trích xuất thông tin 93 của thiết bị giải mã video 90 có thể trích xuất thông tin mã hoá về các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây từ dòng bit nhận được.

Thông tin phân chia biểu thị xem đơn vị mã hoá hiện thời có được phân chia thành các đơn vị mã hoá 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 hoá hiện thời không còn được phân chia thành độ sâu thấp hơn, là độ sâu được mã hoá, 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 đối với độ sâu được mã hoá này. Nếu đơn vị mã hoá hiện thời được phân chia thêm theo thông tin phân chia, thì bước mã hoá được thực hiện độc lập đối với bốn đơn vị mã hoá đã 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 ở tất cả các kiểu phân vùng, và chế độ bỏ qua chỉ được xác định ở 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 và 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 theo 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 hoá hiện thời. Nếu thông tin phân chia của đơn vị biến đổi bằng 1, thì đơn vị biến đổi có thể thu được bằng cách phân chia đơn vị mã hoá hiện thời. Ngoài ra, nếu kiểu phân vùng của đơn vị mã hoá 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 hoá 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 hoá về các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây có thể bao gồm ít nhất một trong số đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá, đơn vị dự đoán và đơn

vị tối thiểu. Đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được mã hoá có thể bao gồm ít nhất một trong số đơn vị dự đoán và đơn vị tối thiểu chứa cùng thông tin mã hoá.

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

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

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

Fig.20 là sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa đơn vị mã hoá, đơn vị dự đoán hoặc phân vùng và đơn vị biến đổi, theo thông tin chế độ mã hoá thể hiện trên bảng 2.

Đơn vị mã hoá tối đa 1300 bao gồm các đơn vị mã hoá 1302, 1304, 1306, 1312, 1314, 1316 và 1318 có các độ sâu được mã hoá. Ở đây, vì đơn vị mã hoá 1318 là đơn vị mã hoá có độ sâu được mã hoá, nên thông tin phân chia có thể được thiết lập thành 0. Thông tin về kiểu phân vùng của đơn vị mã hoá 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 kiểu chỉ số biến đổi, trong đó 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 hoá.

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.20, cờ kích thước TU là cờ có giá trị bằng 0 hoặc 1, nhưng cờ kích thước TU 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.

Trong trường hợp này, kích thước của đơn vị biến đổi mà đã được sử dụng thực sự có thể được biểu diễn bằng cách dùng cờ kích thước TU của đơn vị biến đổi, theo một phương án làm ví dụ, cùng với kích thước tối đa và kích thước tối thiểu của đơn vị biến đổi. Theo một phương án làm ví dụ, thiết bị mã hoá video 80 có khả năng mã hoá 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 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 làm ví dụ, thiết bị giải mã video 90 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, nếu kích thước của đơn vị mã hoá hiện thời bằng 64×64 và kích thước của đơn vị biến đổi tối đa bằng 32×32 , thì kích thước của đơn vị biến đổi có thể là 32×32 khi cờ kích thước TU bằng 0, có thể là 16×16 khi cờ kích thước TU bằng 1, và có thể là 8×8 khi cờ kích thước TU bằng 2.

Ví dụ khác, nếu kích thước của đơn vị mã hoá hiện thời bằng 32×32 và kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu bằng 32×32 , thì 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 với 0, vì kích thước của đơn vị biến đổi không thể nhỏ hơn 32×32 .

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

Do đó, nếu xác định được rằng cờ kích thước TU tối đa là 'MaxTransformSizeIndex', kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu là 'MinTransformSize' và kích thước của đơn vị biến đổi là 'RootTuSize' khi cờ kích thước TU bằng 0, thì kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu hiện thời

‘CurrMinTuSize’ có thể được xác định trong đơn vị mã hoá hiện thời, có thể được xác định theo phương trình (10):

Phương trình 10

$$\text{CurrMinTuSize} = \max(\text{MinTransformSize}, \text{RootTuSize}/(2^{\text{MaxTransformSizeIndex}})) \quad (10)$$

So sánh với kích thước của đơn vị biến đổi tối thiểu hiện thời ‘CurrMinTuSize’ mà có thể được xác định trong đơn vị mã hoá hiện thời, kích thước của đơn vị biến đổi ‘RootTuSize’ khi cỡ kích thước TU bằng 0 có thể biểu thị kích thước của đơn vị biến đổi tối đa mà có thể được chọn trong hệ thống. Trong phương trình (10), ‘RootTuSize/(2^{MaxTransformSizeIndex})’ biểu thị kích thước của đơn vị biến đổi khi kích thước của đơn vị biến đổi ‘RootTuSize’, khi cỡ kích thước TU bằng 0, được phân chia với số lần tương ứng với cỡ 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^{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 hoá hiện thời.

Theo một phương án làm ví dụ, kích thước của đơn vị biến đổi tối đa ‘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 (11) dưới đây. Trong phương trình (11), ‘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.

Phương trình 11

$$\text{RootTuSize} = \min(\text{MaxTransformSize}, \text{PUSize}) \quad (11)$$

Nghĩa là, nếu chế độ dự đoán hiện thời là chế độ liên ảnh, thì kích thước của đơn vị biến đổi ‘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 (12) dưới đây. Trong phương trình (12), ‘PartitionSize’ biểu thị kích thước của đơn vị phân vùng hiện thời.

Phương trình 12

$$\text{RootTuSize} = \min(\text{MaxTransformSize}, \text{PartitionSize}) \quad (12)$$

Nghĩa là, nếu chế độ dự đoán hiện thời là chế độ nội ảnh, thì kích thước của đơn vị biến đổi '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 phân vùng hiện thời.

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

Fig.21 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hoá video để bù cho giá trị điểm ảnh sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ.

Ở bước 2110, ảnh hiện thời được phân chia thành ít nhất một đơn vị mã hoá tối đa, và độ sâu được mã hoá để kết xuất kết quả mã hoá cuối cùng theo ít nhất một vùng được phân chia, thu được bằng cách phân chia vùng của mỗi đơn vị mã hoá tối đa theo các độ sâu, được xác định bằng cách mã hoá ít nhất một vùng được phân chia. Ngoài ra, chế độ mã hoá bao gồm thông tin về độ sâu được mã hoá hoặc thông tin phân chia, thông tin về kiểu phân vùng có độ sâu được mã hoá, chế độ dự đoán và kích thước của đơn vị biến đổi, được xác định theo đơn vị mã hoá sâu hơn theo các độ sâu.

Độ sâu tối đa biểu thị tổng số lần có thể phân chia đơn vị mã hoá tối đa được phân chia có thể được xác định trước. Đơn vị mã hoá tối đa có thể được phân chia theo cách phân cấp, và bước mã hoá có thể được thực hiện lặp lại đối với mỗi đơn vị mã hoá sâu hơn bất cứ khi nào độ sâu sâu thêm. Các lỗi mã hoá của tất cả các đơn vị mã hoá sâu hơn được đo và so sánh để xác định độ sâu được mã hoá mà tạo ra lỗi mã hoá ít nhất của đơn vị mã hoá.

Ở bước 2120, dữ liệu hình ảnh được mã hoá được giải mã dựa vào độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá, và hình ảnh được khôi phục được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã. Hình ảnh được khôi phục có thể được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp thích ứng, liên tục thực hiện ít nhất một bước lọc một chiều đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã hoặc dữ liệu hình ảnh được khử khối.

Ở bước 2130, giá trị bù về sai số giữa mỗi điểm ảnh được khôi phục trong nhóm định trước của hình ảnh được khôi phục và điểm ảnh gốc, và nhóm điểm ảnh này bao gồm các điểm ảnh được khôi phục cần được bù được xác định. Nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục có các giá trị điểm ảnh cần được bù có thể được xác định theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của các giá trị điểm ảnh, các dải của các giá trị điểm ảnh hoặc các đường. Giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh có thể được xác định dựa vào giá trị trung bình của các sai số.

Ở bước 2140, dữ liệu hình ảnh tạo thành kết quả mã hoá cuối cùng theo ít nhất một vùng được phân chia, thông tin về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá, thông tin về hệ số lọc vòng lặp và thông tin liên quan đến giá trị bù được kết xuất. Thông tin về chế độ mã hoá có thể bao gồm thông tin về độ sâu được mã hoá hoặc thông tin phân chia, thông tin về kiểu phân vùng có độ sâu được mã hoá, chế độ dự đoán và kích thước của đơn vị biến đổi.

Thông tin liên quan đến giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh có thể được mã hoá cùng với thông tin về chế độ mã hoá, dữ liệu video và thông tin về hệ số lọc vòng lặp, được mã hoá theo phương pháp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, và có thể được truyền đến bộ giải mã.

Fig.22 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video để bù cho giá trị điểm sau khi thực hiện bước lọc vòng lặp dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ.

Ở bước 2210, dòng bit của video được mã hoá theo phương pháp trên Fig.21 dựa vào các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây nhận được và được phân tích cú pháp, và dữ liệu hình ảnh của ảnh hiện thời được gán cho đơn vị mã hoá tối đa, thông tin về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá theo các đơn vị mã hoá tối đa, thông tin về hệ số lọc vòng lặp và thông tin liên quan đến giá trị bù được trích xuất từ dòng bit đã phân tích cú pháp.

Độ sâu được mã hoá theo các đơn vị mã hoá tối đa được chọn làm độ sâu có lỗi mã hoá ít nhất theo các đơn vị mã hoá tối đa trong khi mã hoá ảnh hiện thời. Bước mã hoá được thực hiện theo các đơn vị mã hoá tối đa bằng cách mã hoá dữ liệu hình ảnh dựa vào ít nhất một đơn vị dữ liệu thu được bằng cách phân chia theo cách phân cấp đơn vị mã hoá tối đa theo các độ sâu. Theo đó, mỗi đoạn dữ liệu hình ảnh được giải mã sau khi xác định độ sâu được mã hoá theo các đơn vị mã hoá, nhờ đó cải thiện hiệu quả mã hóa và giải mã hình ảnh.

Ở bước 2220, dữ liệu hình ảnh được giải mã trong mỗi đơn vị mã hoá tối đa dựa vào thông tin về độ sâu được mã hoá và chế độ mã hoá, và hình ảnh được khôi phục được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã. Hình ảnh được khôi phục có thể được tạo ra bằng cách thực hiện bước lọc vòng lặp thích ứng, trong đó ít nhất một bước lọc một chiều được thực hiện liên tục, đối với dữ liệu hình ảnh được giải mã hoặc dữ liệu hình ảnh được khử khối.

Ở bước 2230, nhóm điểm ảnh bao gồm các điểm ảnh được khôi phục cần được bù được xác định trong số các điểm ảnh được khôi phục của hình ảnh được khôi phục, bằng cách sử dụng giá trị bù. Nhóm điểm ảnh này bao gồm các điểm ảnh được khôi

phục có giá trị điểm ảnh cần được bù có thể được xác định bằng cách sử dụng giá trị bù, theo mức giá trị cực trị và/hoặc mức giá trị ở cạnh của các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh được khôi phục, các dải của các giá trị điểm ảnh hoặc các đường, bằng cách sử dụng phương pháp xác định nhóm điểm ảnh dựa vào thông tin được trích xuất liên quan đến giá trị bù.

Ở bước 2240, hình ảnh được khôi phục có sai số được bù có thể được kết xuất bằng cách bù cho các sai số giữa các điểm ảnh được khôi phục của nhóm điểm ảnh đã xác định và điểm ảnh gốc tương ứng bằng cách sử dụng giá trị bù.

Theo phương pháp mã hoá video và phương pháp giải mã video, chất lượng của hình ảnh được khôi phục có thể được cải thiện bằng cách bù cho các sai số hệ thống của hình ảnh được khôi phục, và tỷ lệ bit truyền dẫn của thông tin bổ sung để cải thiện chất lượng của hình ảnh được khôi phục có thể được giảm vì chỉ thông tin về giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh được mã hóa và truyền, và thông tin về vị trí của điểm ảnh cần được bù không được truyền.

Các phương án làm ví dụ 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 chung 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 bao gồm các vật ghi lưu trữ từ tính (ví dụ, bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory, ROM), đĩa mềm, đĩa cứng, v.v.) và các vật ghi quang học (ví dụ, bộ nhớ chỉ đọc đĩa nén (Compact Disc-Read Only Memory, CD-ROM) hoặc đĩa đa năng kỹ thuật số (Digital Versatile Disc, DV)).

Trong khi các phương án làm ví dụ đã được thể hiện và mô tả một cách cụ thể ở trên, thì người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng các thay đổi khác nhau về hình thức và các chi tiết có thể được thực hiện ở đây 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 làm ví dụ 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 không được xác định bởi phần mô tả chi tiết theo các phương án làm ví dụ nhưng được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, và tất cả các khác biệt trong phạm vi này sẽ được hiểu thuộc về sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

- thu, từ dòng bit, thông tin về việc bù giá trị điểm ảnh;
- khi thông tin về việc bù giá trị điểm ảnh biểu thị một trong số kiểu dài và kiểu cạnh, thì thu các độ dịch từ dòng bit;
- khi thông tin về việc bù giá trị điểm ảnh biểu thị kiểu dài, thì áp dụng độ dịch, trong số các độ dịch, cho điểm ảnh tương ứng với dài trong số các điểm ảnh của khối hiện thời; và
- khi thông tin về việc bù giá trị điểm ảnh biểu thị kiểu cạnh, thì áp dụng độ dịch trong số các độ dịch, cho điểm ảnh tương ứng với mẫu hình cạnh trong số các điểm ảnh của khối hiện thời,
- trong đó:
- dài là một trong số các dài,
- mẫu hình cạnh là một trong số các mẫu hình cạnh,
- khi thông tin về việc bù giá trị điểm ảnh biểu thị kiểu dài, thì các độ dịch tương ứng với các dài, và
- khi thông tin về việc bù giá trị điểm ảnh biểu thị kiểu cạnh, thì các độ dịch tương ứng với các mẫu hình cạnh.

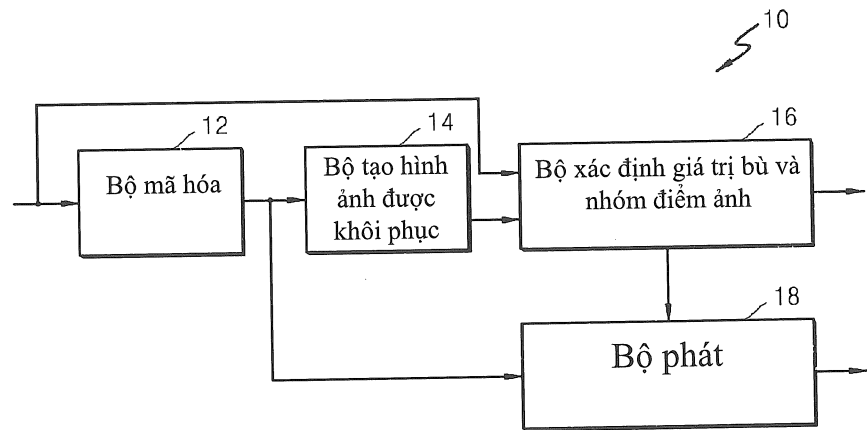


FIG.1

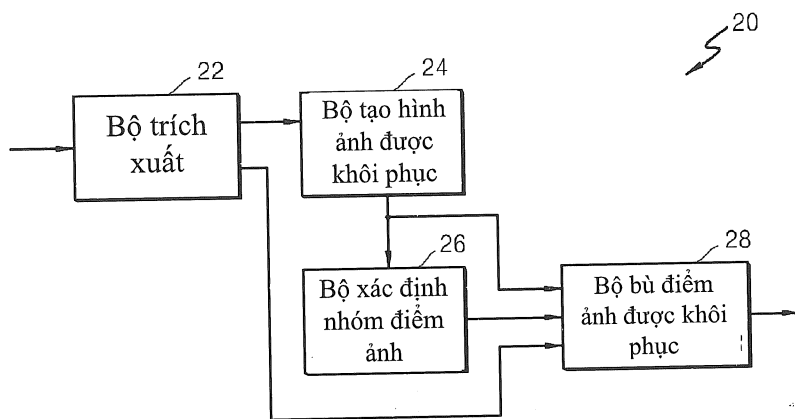


FIG.2

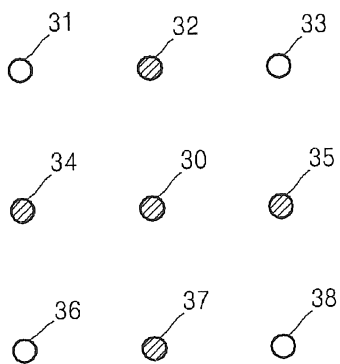


FIG.3

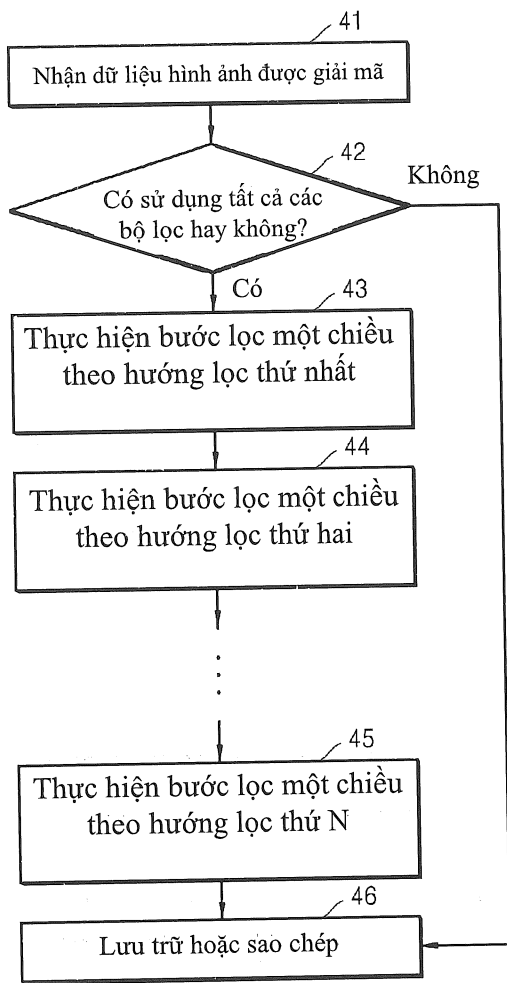


FIG.4

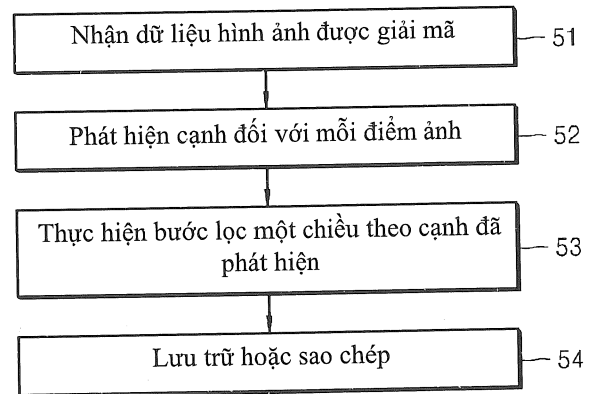


FIG.5

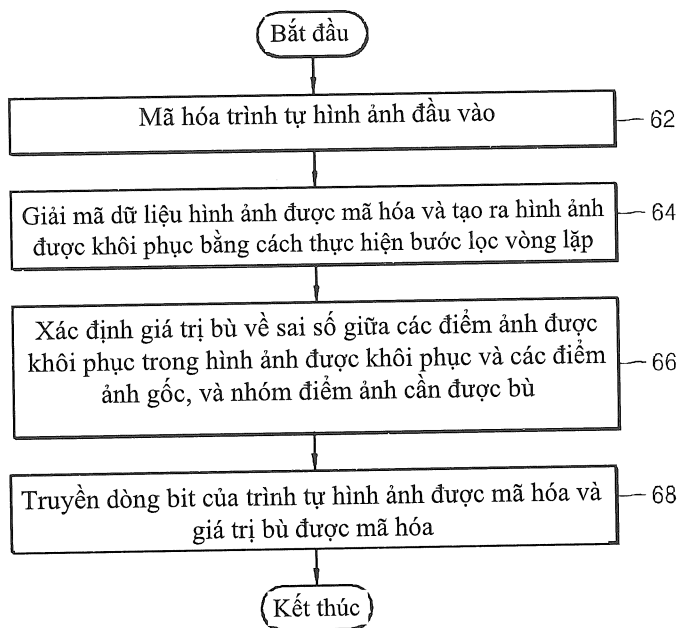


FIG.6

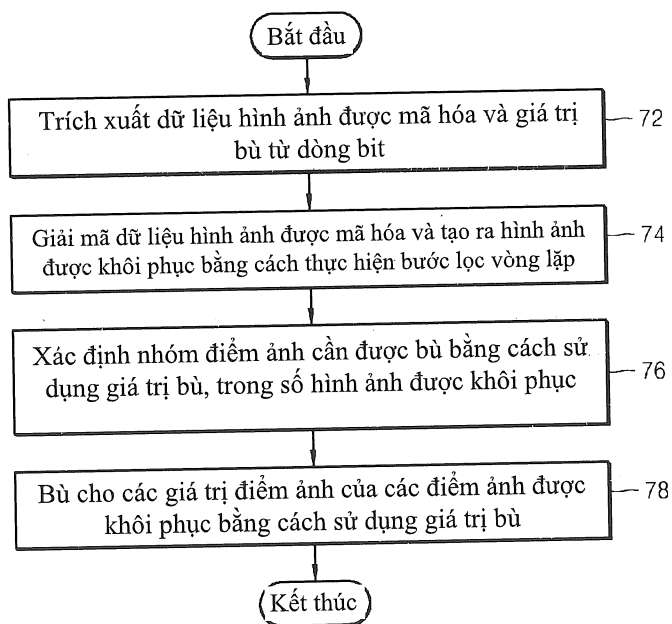


FIG.7

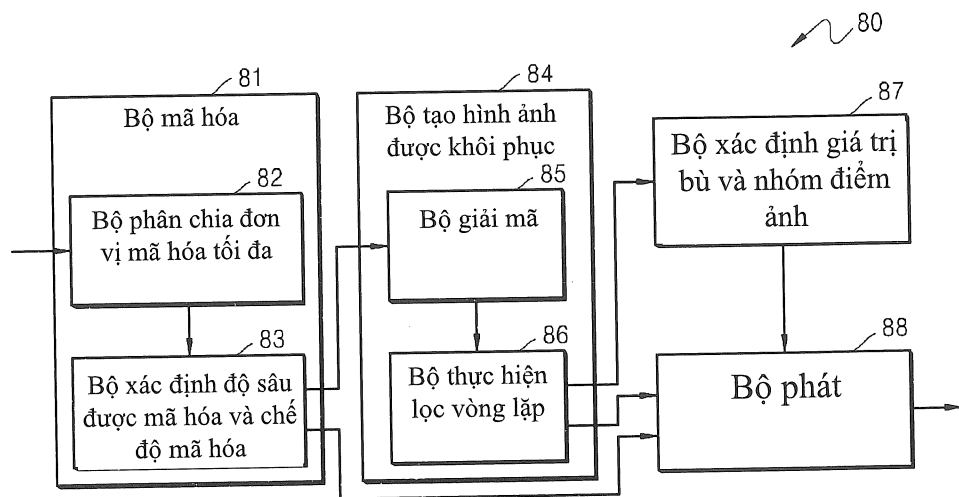


FIG.8

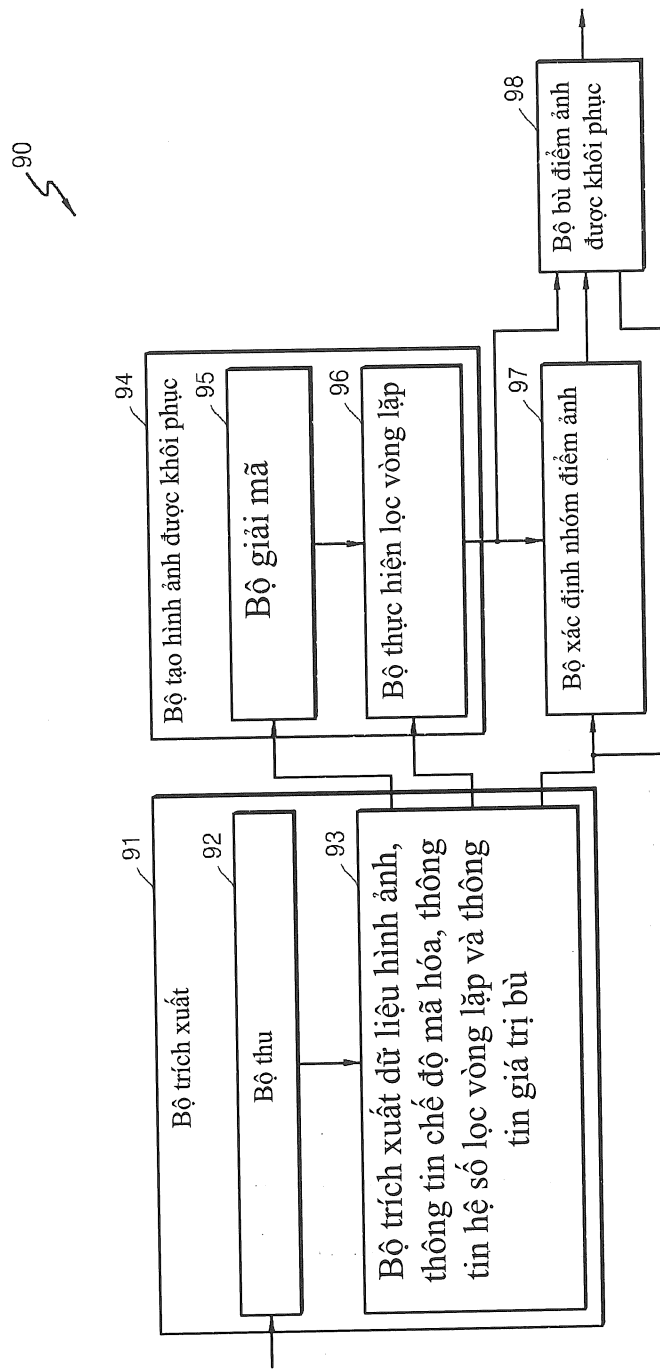
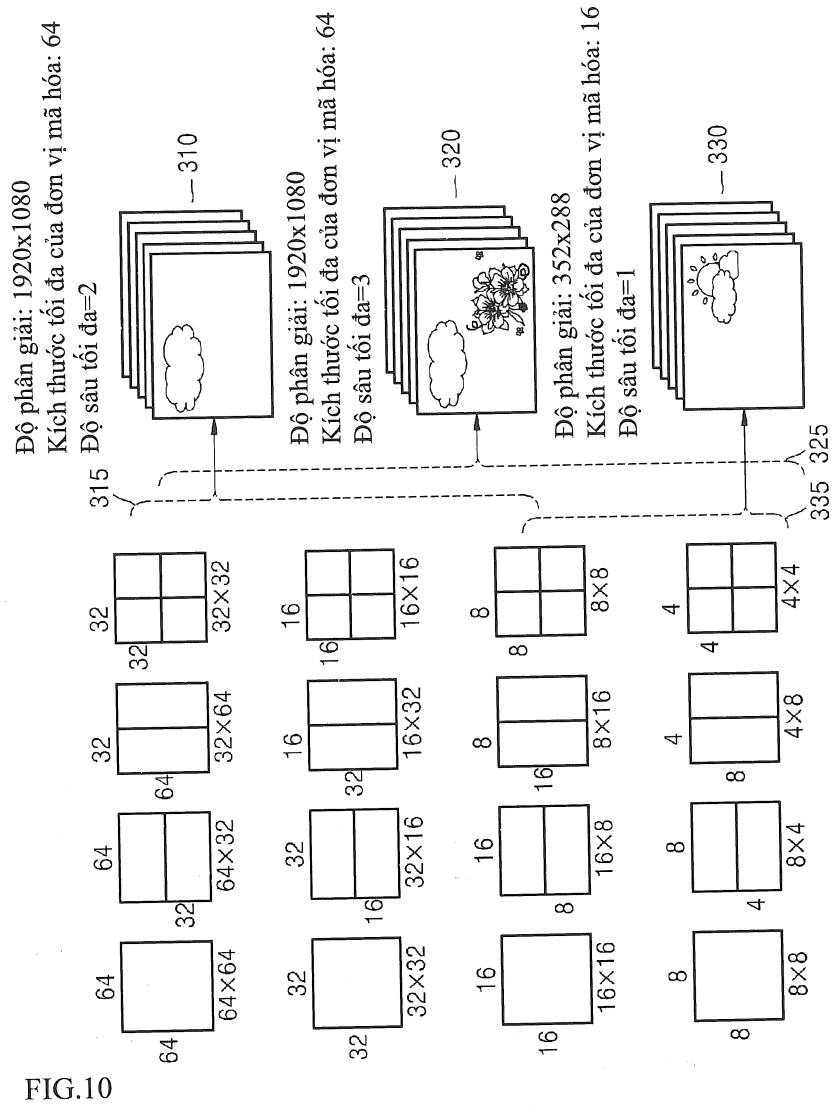


FIG.9



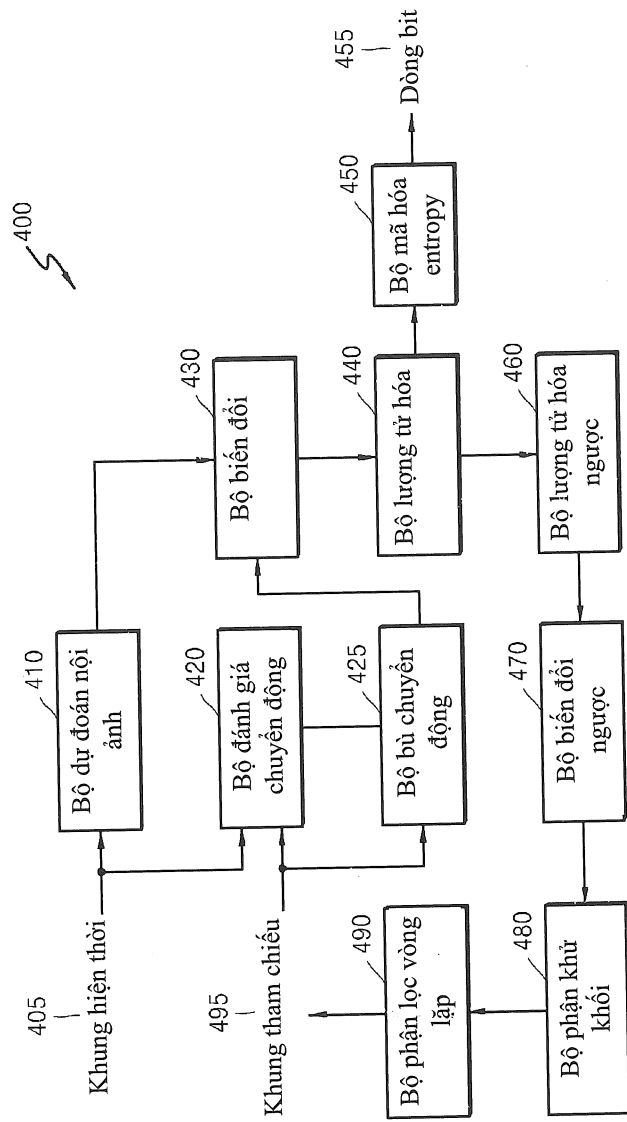


FIG.11

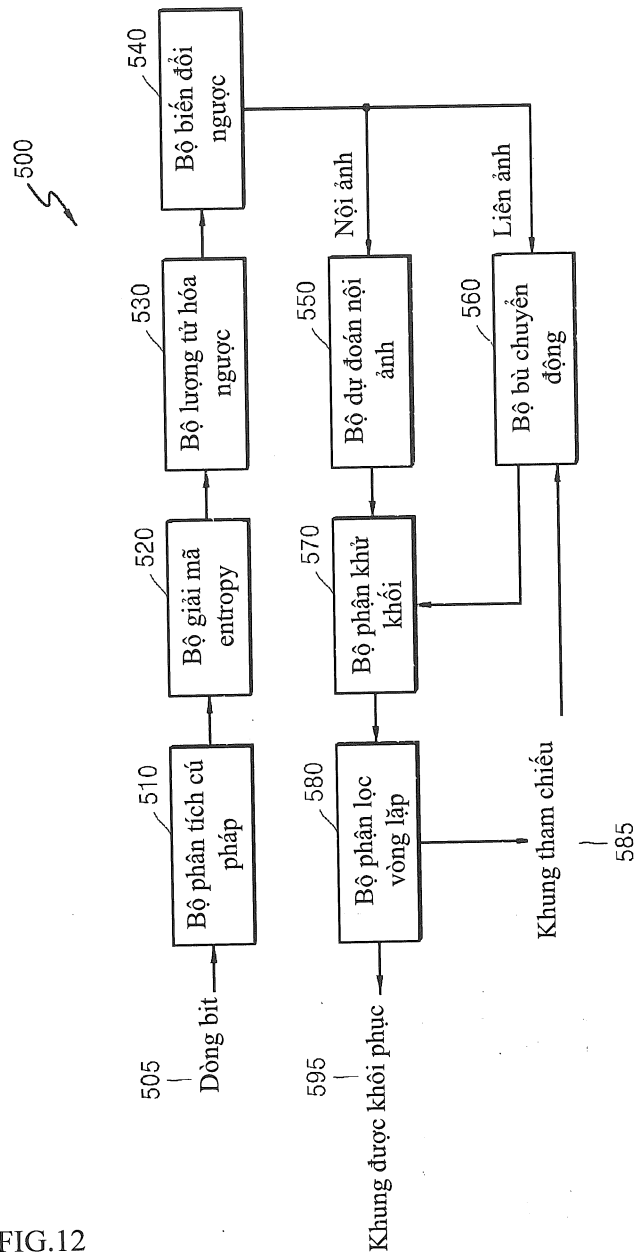


FIG.12

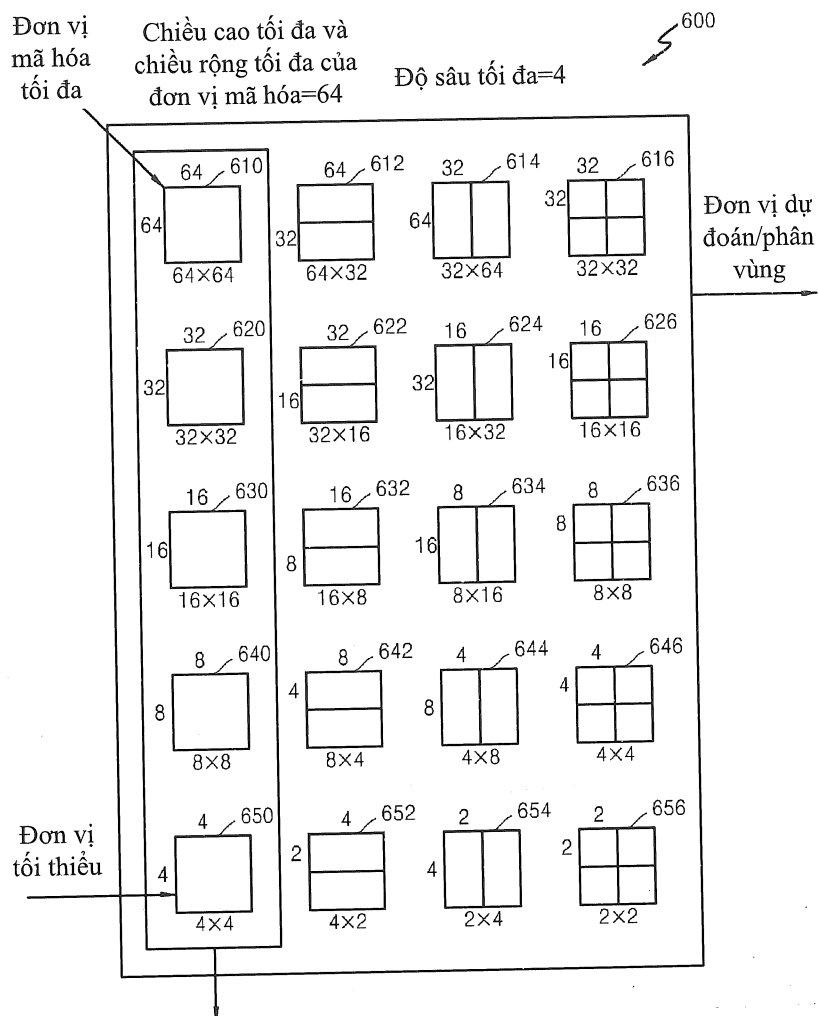


FIG.13

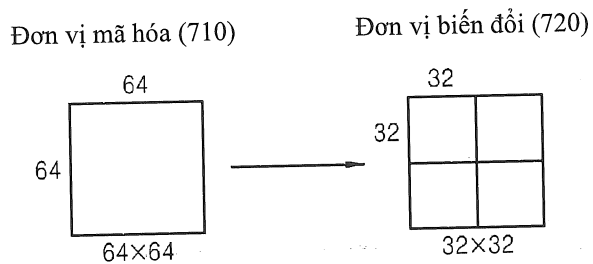
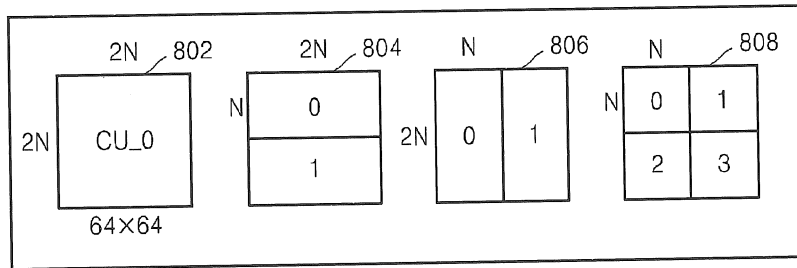
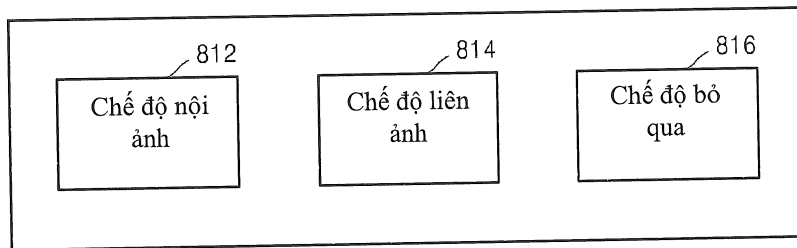


FIG.14

Thông tin-'kiểu phân vùng' (800)



Thông tin-'chế độ dự đoán' (810)



Thông tin-'kích thước của đơn vị biến đổi' (820)

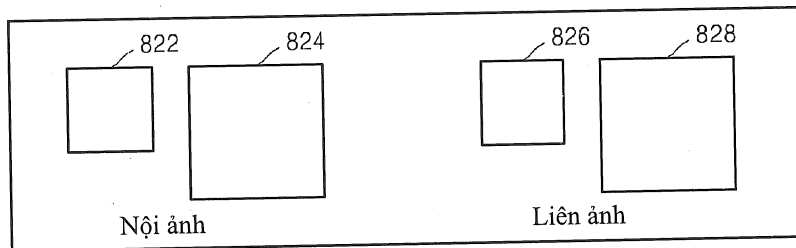


FIG.15

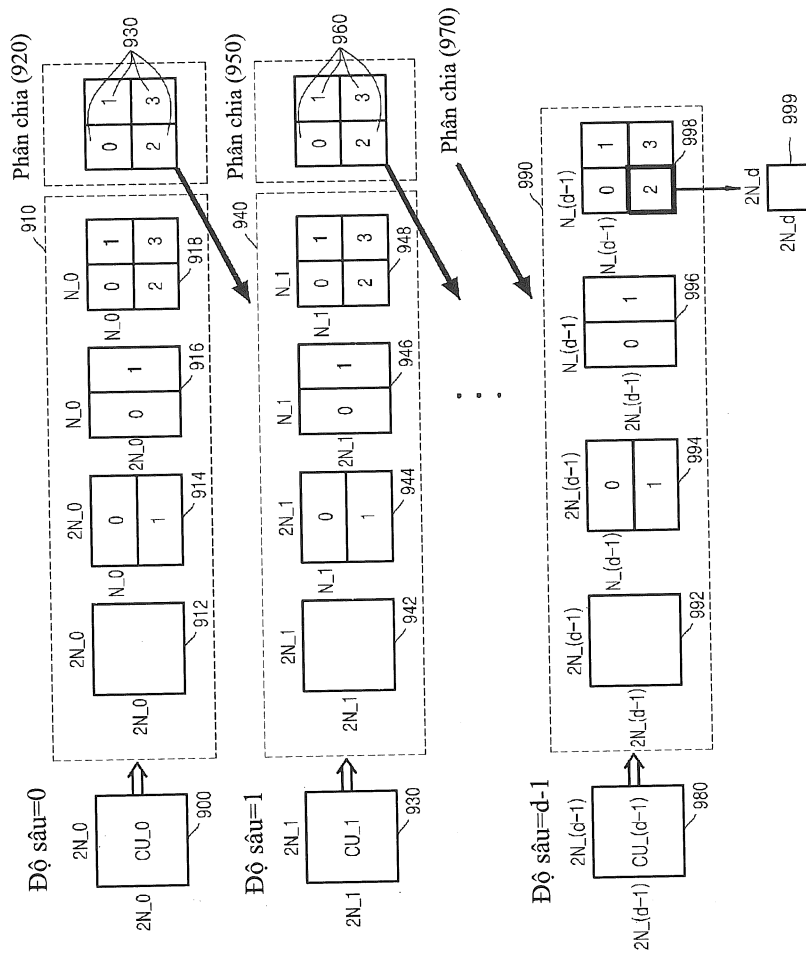
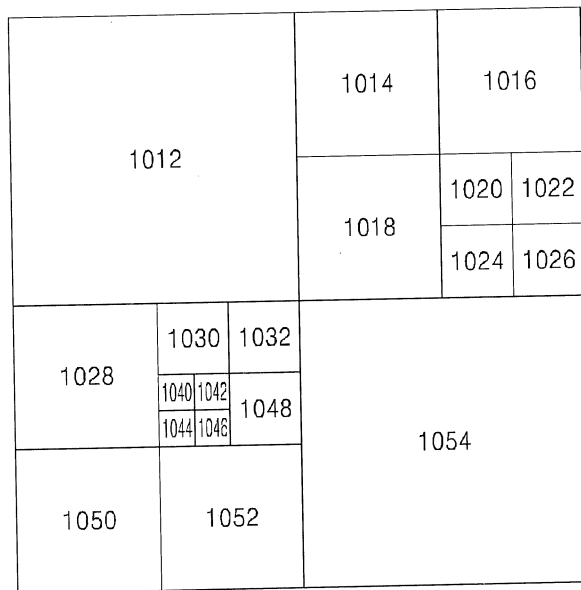


FIG.16



Các đơn vị mã hóa (1010)

FIG.17

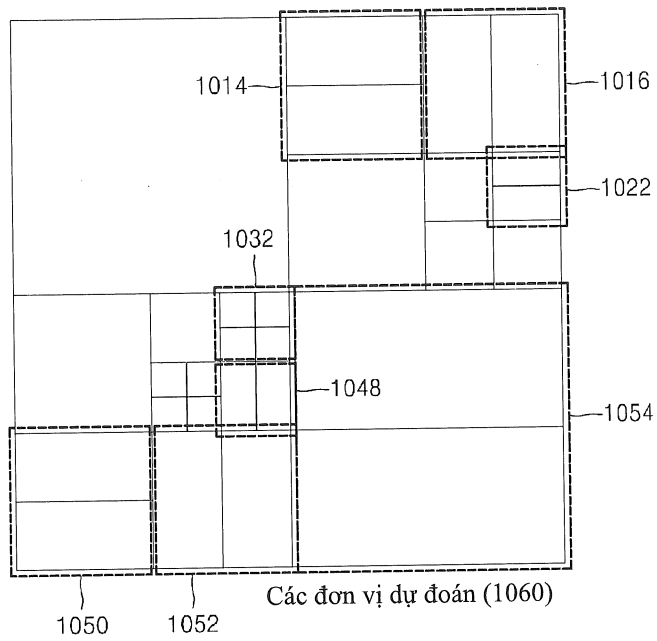


FIG.18

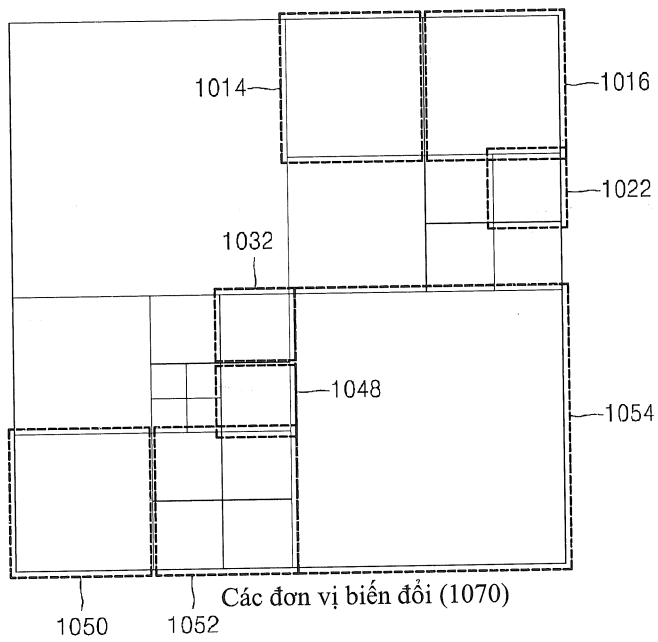
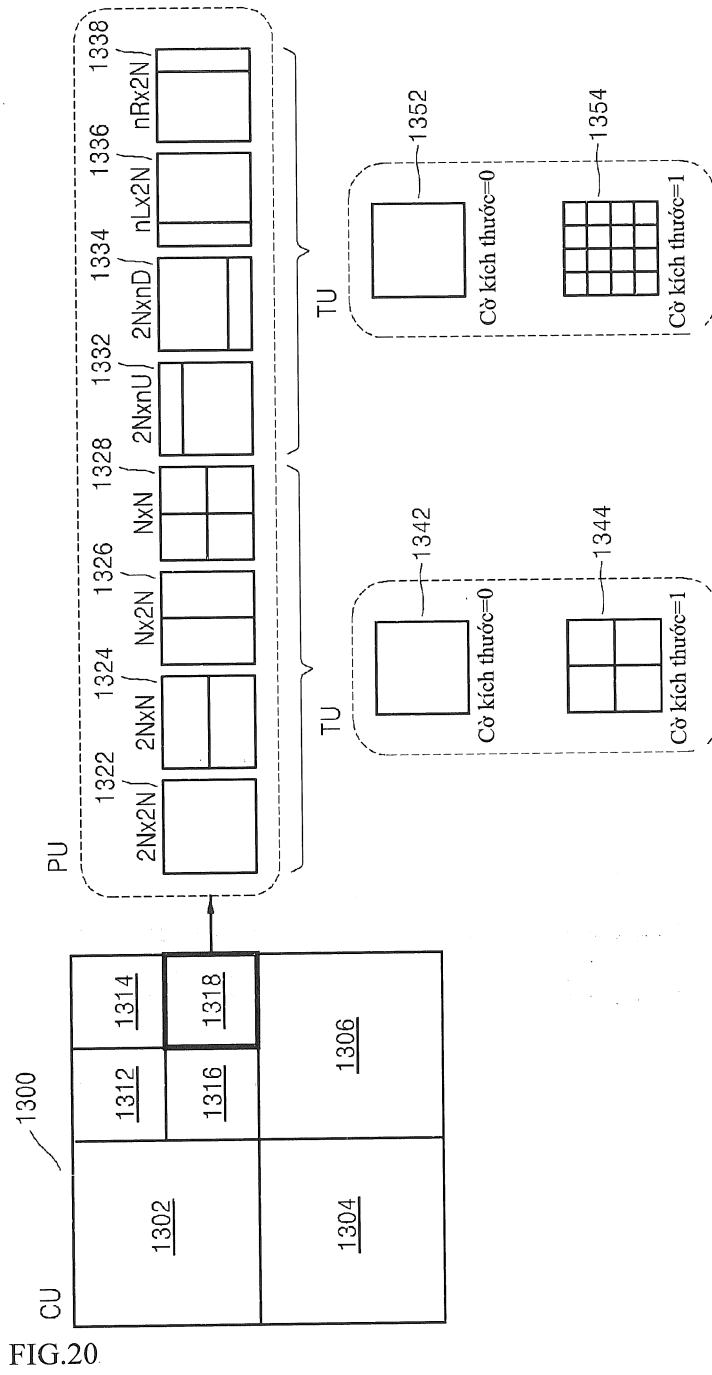


FIG.19



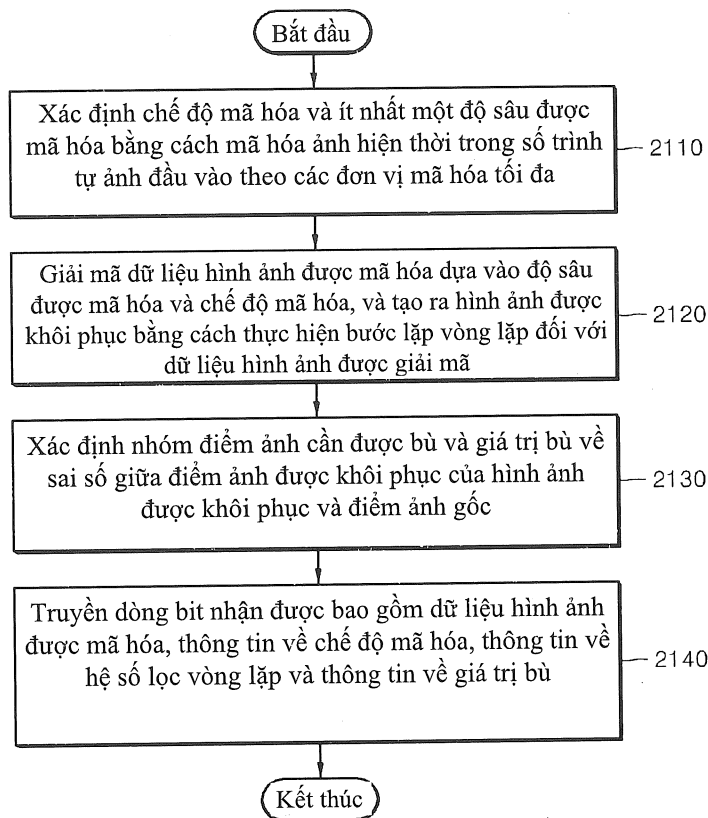


FIG.21

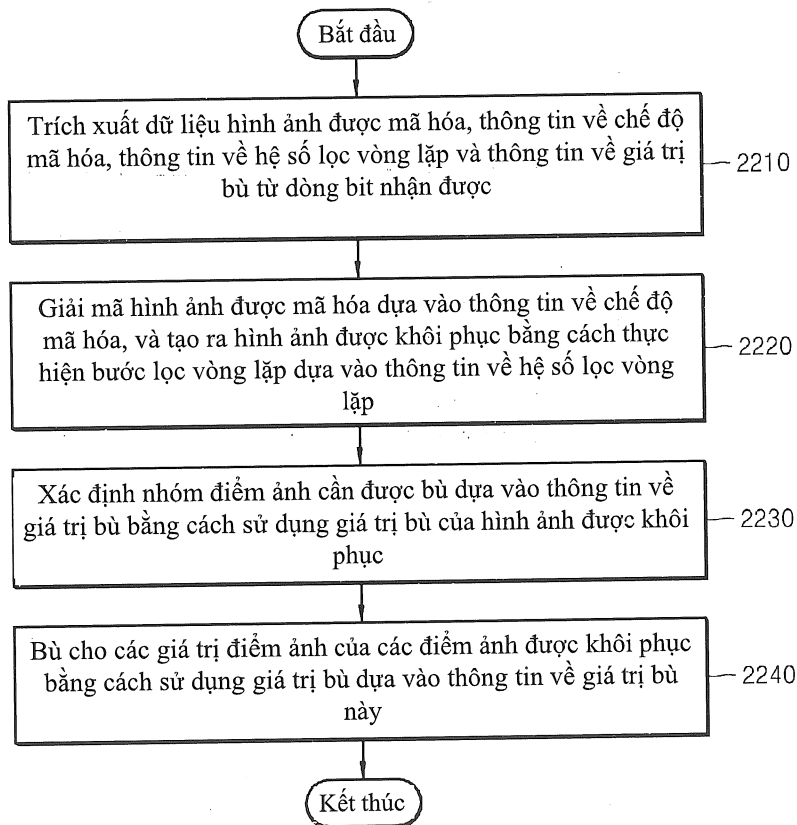


FIG.22