



(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)



1-0034467

(51)⁷ H04N 7/24

(13) B

(21) 1-2018-02861

(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) 26/12/2022 417

(43) 27/08/2018 365A

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

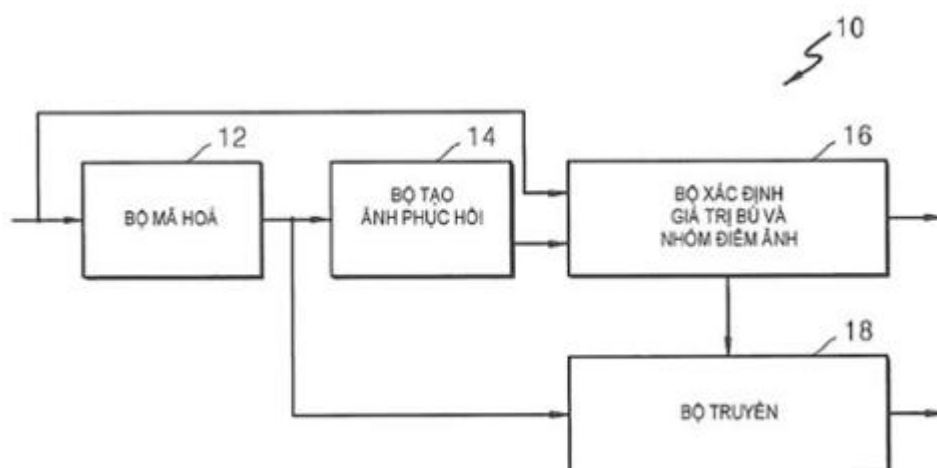
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-742, Republic of Korea

(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 VÀ THIẾT BỊ MÃ HÓA DỮ LIỆU VIDEO, VẬT LƯU TRỮ KHÔNG KHẢ BIẾN CÓ THỂ ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị mã hóa dữ liệu video, vật lưu trữ không khả biến có thể đọc được bằng máy tính. Phương pháp mã hóa dữ liệu video này bao gồm các bước: tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn; và tạo ra giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh, trong đó: khi ít nhất một điểm ảnh này được phân hạng là vùng và giá trị bù tương ứng với vùng này, thì thông tin về loại bù của khối hiện thời được tạo ra để chỉ báo loại vùng; khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là mức giới hạn và giá trị bù tương ứng với mức giới hạn này, thì thông tin về loại bù của khối hiện thời được tạo ra để chỉ báo loại giới hạn; vùng này là một trong số các vùng; và mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp giải mã dữ liệu video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Do phân cứng để tái tạo và lưu trữ nội dung dữ liệu video có độ phân giải cao hoặc chất lượng cao hiện đang được phát triển và cung cấp, nên nhu cầu cần có bộ mã hoá-giải mã video để mã hoá hoặc giải mã hiệu quả nội dung dữ liệu video có độ phân giải cao hoặc chất lượng cao đang gia tăng. Trong bộ mã hoá-giải mã video đã biết, dữ liệu video được mã hoá theo phương pháp mã hoá hạn chế dựa trên khối macrô có kích thước định trước.

Hình ảnh có thể bị méo do quá trình mã hoá và giải mã dữ liệu video, và môđun xử lý sau có thể được bổ sung vào bộ giải mã dùng cho ảnh phục hồi nhằm nâng cao chất lượng ảnh phục hồi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Theo một hoặc nhiều phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị mã hoá dữ liệu video, và phương pháp và thiết bị giải mã dữ liệu video, bằng cách bù giá trị điểm ảnh của nhóm điểm ảnh định trước.

Giải pháp kỹ thuật

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

Hiệu quả của sáng chế

Theo phương pháp mã hoá và giải mã dữ liệu video, theo các phương án làm ví dụ, có thể xác định các giá trị sai số trung bình của các giá trị nhỏ nhất cục bộ và các

giá trị lớn nhất cục bộ của nhóm điểm ảnh định trước giữa ảnh phục hồi và hình ảnh gốc, và bù các giá trị điểm ảnh cho các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh định trước.

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

Bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh có thể bao gồm các bước: xác định mức cực trị chỉ báo mức độ tiến sát đến giá trị lớn nhất hoặc giá trị nhỏ nhất theo các điểm ảnh phục hồi bằng cách so sánh các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi lân cận trong ảnh phục hồi; và xác định nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh phục hồi cần bù trong số các điểm ảnh phục hồi lân cận dựa trên mức cực trị đã xác định theo các điểm ảnh phục hồi.

Bước xác định nhóm điểm ảnh dựa trên mức cực trị có thể bao gồm bước phân loại các điểm ảnh phục hồi lân cận thành các nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi có cùng một mức cực trị dựa trên mức cực trị đã xác định theo các điểm ảnh phục hồi, và xác định nhóm điểm ảnh có ít nhất một mức cực trị là nhóm điểm ảnh có chứa điểm ảnh phục hồi cần bù, và bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh này có thể còn bao gồm bước xác định giá trị bù dùng cho nhóm điểm ảnh đã xác định có ít nhất một mức cực trị.

Bước xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh có thể bao gồm các bước: phân loại các điểm ảnh phục hồi trong ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi trong cùng một vùng, theo các vùng, thu được bằng cách phân chia toàn bộ khu vực của các giá trị điểm ảnh; và xác định giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh theo các vùng.

Bước phân loại các điểm ảnh phục hồi theo các vùng có thể bao gồm bước phân loại các điểm ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh theo các vùng, dựa trên các vùng thu được bằng cách lấy toàn bộ khu vực của các giá trị điểm ảnh chia cho một số bằng lũy thừa của 2 với số mũ nguyên dương.

Chỉ số của số bằng lũy thừa của 2 với số mũ nguyên dương này có thể được

xác định dựa trên số lượng bit có giá trị cao nhất ở độ sâu bit của các điểm ảnh phục hồi.

Toàn bộ khu vực của các giá trị điểm ảnh này 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 phục hồi trong ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi được bố trí trên cùng một đường, theo các đường; và xác định giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh theo các đường.

Bước phân loại các điểm ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh theo các đường có thể bao gồm bước dò tìm các điểm ảnh phục hồi tạo thành các đường theo ít nhất một hướng trong số hướng ngang, hướng dọc, hướng đường chéo, hướng đường cong và hướng đường bao của đối tượng định trước, trong số các điểm ảnh phục hồi của ảnh phục hồi.

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 sai số trung bình giữa các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh và các điểm ảnh gốc tương ứng.

Bước xác định giá trị bù và điểm ảnh phục hồi có thể bao gồm bước xác định giá trị bù cho tất cả các điểm ảnh phục hồi cần bù, hoặc xác định riêng lẻ giá trị bù theo các nhóm định trước có các điểm ảnh phục hồi cần bù.

Bước tạo ra ảnh phục hồi có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bước lọc vòng lặp thích ứng bằng cách sử dụng các bộ lọc một chiều kéo dài.

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

Bước truyền dòng bit có thể bao gồm bước chèn và truyền giá trị bù đã mã hoá trong tiêu đề phiến.

Bước mã hoá chuỗi ảnh đầu vào có thể bao gồm các bước: phân chia hình ảnh thành đơn vị mã hoá lớn nhất; thực hiện mã hoá trên ít nhất một đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu, theo các khu vực được phân tách bằng cách phân tách theo cách phân cấp đơn vị mã hoá lớn nhất khi độ sâu sâu thêm để xác định chế độ mã hoá của đơn vị mã hoá có độ sâu mã hoá, chế độ mã hoá này chứa thông tin về ít nhất một độ sâu mã hoá để tạo ra sai số mã hoá nhỏ nhất; và kết xuất dữ liệu ảnh đã mã hoá theo độ sâu 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 dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh, phương pháp này bao gồm các bước: trích xuất dữ liệu ảnh đã mã hoá và giá trị bù từ dòng bit bằng cách phân giải dòng bit của ảnh đã mã hoá; giải mã dữ liệu ảnh đã trích xuất và tạo ra ảnh phục hồi bằng cách thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã; xác định nhóm điểm ảnh có chứa điểm ảnh phục hồi cần bù trong số các điểm ảnh phục hồi của ảnh phục hồi, bằng cách sử dụng giá trị bù đã được trích xuất; và bù sai số giữa điểm ảnh phục hồi của nhóm điểm ảnh đã xác định và điểm ảnh gốc tương ứng bằng cách sử dụng giá trị bù đã được trích xuất.

Bước xác định nhóm điểm ảnh có thể bao gồm các bước: xác định mức cực trị, mức cực trị này chỉ báo mức độ tiến sát đến giá trị lớn nhất hoặc giá trị nhỏ nhất theo các điểm ảnh phục hồi bằng cách so sánh giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi lân cận trong ảnh phục hồi; và xác định nhóm điểm ảnh có điểm ảnh phục hồi cần bù trong số các điểm ảnh phục hồi lân cận dựa trên mức cực trị đã xác định.

Bước xác định mức cực trị này có thể bao gồm các bước: phân loại các điểm ảnh phục hồi lân cận thành các nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi có cùng một mức cực trị dựa trên mức cực trị đã xác định, và xác định nhóm điểm ảnh có ít nhất một mức cực trị làm nhóm điểm ảnh có điểm ảnh phục hồi cần bù.

Bước xác định nhóm điểm ảnh này có thể bao gồm bước phân loại các điểm ảnh phục hồi của ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh theo các vùng.

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

Bước xác định nhóm điểm ảnh có thể bao gồm bước phân loại các điểm ảnh phục hồi của ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi được bố trí trên cùng một đường, theo các đường, và xác định nhóm điểm ảnh, trong số các nhóm điểm ảnh theo các đường, làm nhóm điểm ảnh bao gồm điểm ảnh phục hồi cần bù.

Bước bù sai số có thể bao gồm bước bù các giá trị điểm ảnh cho các điểm ảnh phục hồi 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 các giá trị điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh theo các đường.

Bước phân loại các điểm ảnh phục hồi thành nhóm điểm ảnh theo các đường có thể bao gồm bước dò tìm các điểm ảnh phục hồi tạo thành các đường theo ít nhất một hướng trong số hướng ngang, hướng dọc, hướng đường chéo, hướng đường cong và hướng đường bao của đối tượng định trước, trong số các điểm ảnh phục hồi của ảnh phục hồi.

Giá trị bù có thể được xác định bằng cách sử dụng giá trị sai số trung bình giữa các điểm ảnh phục hồi của nhóm điểm ảnh và các điểm ảnh gốc tương ứng trong quá trình mã hoá dữ liệu ảnh đã mã hoá.

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

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

Bước tạo ra ảnh phục hồi có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bước lọc vòng lặp thích ứng bằng cách sử dụng các bộ lọc một chiều kéo dài.

Dữ liệu ảnh đã mã hoá có thể được mã hoá bằng cách phân tách hình ảnh thành đơn vị mã hoá lớn nhất, và thực hiện mã hoá trên ít nhất một đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu, theo các khu vực được phân tách bằng cách phân tách theo cách phân cấp đơn vị mã hoá lớn nhất khi độ sâu sâu thêm để xác định thông tin về chế độ mã hoá của đơn vị mã hoá có độ sâu mã hoá, thông tin về chế độ mã hoá này chứa thông tin về ít nhất một độ sâu mã hoá để tạo ra sai số mã hoá nhỏ nhất, từ dòng bit, và bước tạo ra ảnh phục hồi này có thể bao gồm các bước: giải mã dữ liệu ảnh được mã hoá dựa trên độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá, dựa trên thông tin về chế độ mã hoá, và thực hiện lọc vòng lặp.

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

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị

giải mã dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh, thiết bị này bao gồm: bộ trích xuất để trích xuất dữ liệu ảnh đã mã hoá và giá trị bù từ dòng bit bằng cách phân giải dòng bit của ảnh đã mã hoá; bộ tạo ảnh phục hồi để giải mã dữ liệu ảnh đã trích xuất và tạo ra ảnh phục hồi bằng cách thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã; bộ xác định nhóm điểm ảnh để xác định nhóm điểm ảnh có chứa điểm ảnh phục hồi cần bù trong số các điểm ảnh phục hồi của ảnh phục hồi, bằng cách sử dụng giá trị bù đã được trích xuất; và bộ bù điểm ảnh phục hồi để bù sai số giữa điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh đã xác định và điểm ảnh gốc tương ứng bằng cách sử dụng giá trị bù đã được trích xuất.

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

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị mã hoá dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị giải mã dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.3 thể hiện các điểm ảnh phục hồi lân cận sẽ được so sánh với một điểm ảnh phục hồi để xác định mức cực trị của điểm ảnh phục hồi, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.4 là lưu đồ thể hiện bước lọc vòng lặp thích ứng theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.5 là lưu đồ thể hiện bước lọc vòng lặp thích ứng theo phương án làm ví dụ khác của sáng chế;

Fig.6 là lưu đồ thể hiện phương pháp mã hoá dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.7 là lưu đồ thể hiện phương pháp giải mã dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

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

Fig.9 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị giải mã dữ liệu video bằng cách bù giá trị

điểm ảnh sau bước thực hiện lọc vòng lặp dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.10 là sơ đồ thể hiện khái niệm về các đơn vị mã hoá theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

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

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

Fig.13 là sơ đồ thể hiện các đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu, và các phần chia, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.14 là sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa đơn vị mã hoá và các đơn vị biến đổi, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

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

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

Các hình vẽ từ Fig.17 đến Fig.19 là sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa các đơn vị mã hoá, các đơn vị dự báo và các đơn vị biến đổi, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.20 là sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa đơn vị mã hoá, đơn vị dự báo hoặc phần chia, và đơn vị biến đổi, theo thông tin chế độ mã hoá thể hiện trong bảng 2;

Fig.21 là lưu đồ thể hiện phương pháp mã hoá dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh sau bước thực hiện lọc vòng lặp dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế; và

Fig.22 là lưu đồ thể hiện phương pháp giải mã dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh sau bước thực hiện lọc vòng lặp dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả chi tiết hơn cùng với các hình vẽ kèm theo. Cụm từ “ít nhất một trong số” khi đứng trước một danh mục gồm

nhiều phần tử, sẽ sửa đổi toàn bộ danh mục phần tử nhưng không làm thay đổi từng phần tử riêng lẻ trong danh mục đó.

Phương pháp và thiết bị mã hoá dữ liệu video, và phương pháp và thiết bị giải mã dữ liệu video, bằng cách bù sai số của các giá trị điểm ảnh trong nhóm điểm ảnh định trước, theo các phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.22. Cụ thể, phương pháp và thiết bị mã hoá và giải mã dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh sau bước thực hiện lọc vòng lặp, theo các phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.7, và phương pháp và thiết bị mã hoá và giải mã dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh sau bước thực hiện lọc vòng lặp dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, theo các phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.22.

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

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 bằng cách bù giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Thiết bị mã hoá dữ liệu video bao gồm bộ mã hoá 12, bộ tạo ảnh phục hồi 14, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16, và bộ truyền 18. Hoạt động của bộ mã hoá 12, bộ tạo ảnh phục hồi 14, và bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 của thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 có thể được điều khiển theo cách có tổ chức bởi bộ xử lý mã hoá dữ liệu video, bộ xử lý trung tâm, bộ xử lý đồ hoạ, hoặc bộ phận tương tự.

Bộ mã hoá 12 mã hoá ảnh theo đơn vị hình ảnh trong số chuỗi ảnh đầu vào. Bộ mã hoá này có thể tạo ra dữ liệu ảnh đã mã hoá bằng cách thực hiện đánh giá chuyển động, dự báo liên kết, dự báo trong ảnh, biến đổi, và lượng tử hoá trên ảnh đầu vào.

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

Bộ tạo ảnh phục hồi 14 có thể thu dữ liệu ảnh được mã hoá bởi bộ mã hoá 12, và tạo ra ảnh phục hồi bằng cách giải mã dữ liệu ảnh đã mã hoá và thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã.

Bộ tạo ảnh phục hồi 14 có thể tạo ra dữ liệu ảnh đã được giải mã bằng cách

thực hiện lượng tử hoá ngược, biến đổi ngược, dự báo liên kết, bù chuyển động, và dự báo trong ảnh trên dữ liệu ảnh đã mã hoá.

Bước giải mã bằng bộ tạo ảnh phục hồi 14 được thực hiện trên dữ liệu ảnh đã mã hoá có thể được thực hiện dưới dạng các quy trình ngược lại so với phương pháp mã hoá dữ liệu video được thực hiện bởi bộ mã hoá 12. Ví dụ, thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 khi bộ mã hoá 12 và bộ tạo ảnh phục hồi 14 thực hiện phương pháp mã hoá dữ liệu video, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, sẽ được mô tả dưới đây cùng với các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.22.

Bộ tạo ảnh phục hồi 14 có thể thực hiện lọc trong vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã. Bước lọc trong vòng lặp có thể gồm có bước lọc giải khối và bước lọc vòng lặp thích ứng theo cách có chọn lọc. Bước lọc vòng lặp thích ứng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các bộ lọc một chiều kéo dài. Bước lọc vòng lặp thích ứng theo các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả chi tiết dưới đây cùng với Fig.4 và Fig.5.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 thu ảnh đầu vào và ảnh phục hồi do bộ tạo ảnh phục hồi 14 tạo ra, xác định giá trị bù cho sai số giữa từng điểm ảnh phục hồi của nhóm định trước trong ảnh phục hồi, và điểm ảnh gốc tương ứng trong ảnh đầu vào, và xác định nhóm điểm ảnh có điểm ảnh phục hồi cần bù bằng cách sử dụng giá trị bù.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 so sánh giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi lân cận trong số các điểm ảnh phục hồi trong ảnh phục hồi, và xác định mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn chỉ báo mức độ tiến sát đến giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất. Dưới đây, để cho dễ mô tả, ‘mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn’ có thể thể hiện ít nhất một trong số mức giá trị giới hạn lớn nhất và mức giá trị giới hạn nhỏ nhất. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định các điểm ảnh phục hồi lân cận thành các nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi có cùng một mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn, dựa trên từng mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của các điểm ảnh phục hồi lân cận này.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định ít nhất một nhóm điểm ảnh có mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn trong số các nhóm điểm ảnh đã được phân loại làm nhóm điểm ảnh có giá trị điểm ảnh cần bù. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định để bù các giá trị điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh có mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn nhỏ nhất và lớn nhất, hoặc các giá trị điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh có mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn trong

một khoảng định trước. Phương pháp xác định đích cần bù dựa trên mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của các điểm ảnh phục hồi lân cận sẽ được mô tả dưới đây cùng với Fig.3.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định để bù các giá trị điểm ảnh của các nhóm điểm ảnh theo các vùng. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể phân tách toàn bộ khoảng của các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi thành các vùng phân tách để gán các nhóm điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể phân loại các điểm ảnh phục hồi trong cùng một vùng thành các nhóm điểm ảnh theo các vùng, dựa trên các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi. Trong bản mô tả sáng chế này, tất cả các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh theo các vùng có thể được xác định là cần bù, và bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định riêng giá trị bù cho mỗi nhóm điểm ảnh theo các vùng.

Để xử lý tốc độ cao, toàn bộ khoảng của các giá trị điểm ảnh có thể được phân tách thành số lượng vùng bằng lũy thừa của 2 với số mũ nguyên dương. Để xử lý tốc độ cao, khi số lượng bit có giá trị cao nhất ở độ sâu bit của chuỗi bit của các điểm ảnh phục hồi là p , thì toàn bộ khoảng của các giá trị điểm ảnh có thể được phân tách thành số lượng vùng bằng số 2^p . Theo cách khác, toàn bộ khoảng của các giá trị điểm ảnh có thể bằng với khu vực độ sâu bit mở rộng của điểm ảnh phục hồi.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể phân tích ảnh phục hồi, dò tìm các đường theo một chiều định trước, và phân loại các điểm ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh theo các đường gồm các điểm ảnh phục hồi nằm trên cùng một đường. Khi dò tìm được các đường theo các hướng khác nhau, như hướng ngang, hướng dọc, hướng đường chéo, hướng đường cong và hướng đường bao của đối tượng định trước, thì các điểm ảnh tạo thành mỗi đường có thể được phân vào một nhóm điểm ảnh. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định riêng lẻ giá trị bù đối với mỗi nhóm điểm ảnh theo các đường.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định giá trị sai số trung bình giữa các điểm ảnh phục hồi cần bù và các điểm ảnh gốc tương ứng làm giá trị bù. Sai số giữa điểm ảnh phục hồi và điểm ảnh gốc này có thể bao gồm hiệu số giữa điểm ảnh phục hồi và điểm ảnh gốc, giá trị tuyệt đối của hiệu số này, hoặc giá trị 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 được áp dụng như nhau cho tất cả các điểm ảnh phục hồi cần bù, hoặc xác định riêng lẻ giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh được phân loại dựa trên các đặc

điểm.

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

Bộ truyền 18 sẽ thu và mã hoá giá trị bù được xác định bằng bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16. Bộ truyền 18 sẽ thu dữ liệu ảnh đã mã hoá bằng bộ mã hoá 12, tạo ra và kết xuất dòng bit chứa giá trị bù đã mã hoá và dữ liệu ảnh đã mã hoá. Dữ liệu ảnh đã mã hoá này có thể được biến đổi thành định dạng dòng bit thông qua bước mã hoá entropy, và được chèn vào dòng bit để truyền.

Bộ truyền 18 có thể thu thông tin bổ sung về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh từ bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh, mã hoá và chèn thông tin bổ sung vào dòng bit. Do phương pháp này có thể dựa trên mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn, dựa trên các vùng hoặc các đường như đã nêu trên, nên có thể truyền thông tin chỉ báo cách thức sử dụng giá trị bù và nhóm điểm ảnh bằng cách sử dụng giá trị bù này.

Khi bộ tạo ảnh phục hồi 14 thực hiện lọc vòng lặp thích ứng, bộ truyền 18 có thể thu thông tin về hệ số lọc vòng lặp cho bước lọc vòng lặp thích ứng, mã hoá, và chèn thông tin này vào dòng bit. Thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 có thể phân tách hình ảnh thành các phần có dạng hình vuông, hình chữ nhật hoặc thậm chí là có hình dạng tùy ý và thực hiện hiệu chỉnh có chọn lọc chỉ đối với các nhóm điểm ảnh cụ thể trong khu vực riêng biệt. Dựa trên các phần hình ảnh đã phân tách này, các giá trị điểm ảnh có thể được bù thích ứng với nội dung của hình ảnh. Ngoài ra, thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 có thể truyền thông tin về các nhóm điểm ảnh cần hiệu chỉnh bằng cách truyền tín hiệu rõ ràng và truyền tín hiệu ẩn.

Thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 có thể cung cấp thông tin về giá trị bù thu được trong quá trình mã hoá cho bộ giải mã để bộ giải mã này có thể hỗ trợ quy trình xử lý sau mà có thể được thực hiện để giảm sai số giữa ảnh phục hồi và hình ảnh gốc. Ngoài ra, do giá trị bù được xác định theo nhóm điểm ảnh, nên có thể giảm lượng bit truyền bằng cách chỉ mã hoá và truyền thông tin về giá trị bù, chứ không cần mã hoá và truyền thông tin về vị trí của từng điểm ảnh đơn lẻ.

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

Thiết bị giải mã dữ liệu video 20 bao gồm bộ trích xuất 22, bộ tạo ảnh phục hồi

24, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh phục hồi 28. Hoạt động của bộ trích xuất 22, bộ tạo ảnh phục hồi 24, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh phục hồi 28 của thiết bị giải mã dữ liệu video 20 có thể được điều khiển có tổ chức bởi bộ xử lý giải mã dữ liệu video, bộ xử lý trung tâm, bộ xử lý đồ hoạ, hoặc bộ phận tương tự.

Bộ trích xuất 22 thu và phân giải dòng bit của ảnh đã mã hoá, và trích xuất dữ liệu ảnh đã 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 chứa thông tin về giá trị bù. Khi thông tin liên quan đến giá trị bù còn này còn chứa thêm thông tin về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh cần 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 xác định nhóm điểm ảnh từ dòng bit. Bộ trích xuất 22 có thể trích xuất ít nhất một trong số giá trị bù và thông tin về giá trị bù theo ít nhất một đơn vị dữ liệu trong số chuỗi ảnh, phiên, khung, và đơn vị mã hoá của dữ liệu 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, thông tin này được dùng để giải mã dữ liệu ảnh đã mã hoá. Khi thông tin về hệ số lọc vòng lặp dùng 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 đó.

Bộ tạo ảnh phục hồi 24 sẽ thu dữ liệu ảnh đã mã hoá, thông tin mã hoá và thông tin về hệ số lọc vòng lặp, các thông tin này được trích xuất bằng bộ trích xuất 22, và tạo ra ảnh phục hồi bằng cách giải mã dữ liệu ảnh đã mã hoá và thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã.

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

Bộ tạo ảnh phục hồi 24 có thể thực hiện có chọn lọc bước lọc trong vòng lặp, như lọc giải khối và lọc vòng lặp thích ứng, trên dữ liệu ảnh đã được giải mã. Bước lọc vòng lặp thích ứng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các bộ lọc một chiều kéo dài.

Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể thu ảnh phục hồi do bộ tạo ảnh phục hồi 24 tạo ra, và thông tin về giá trị bù do bộ trích xuất 22 trích xuất, và xác định nhóm điểm ảnh có điểm ảnh phục hồi cần bù bằng cách sử dụng giá trị bù, trong số các điểm ảnh phục hồi của nhóm định trước trong ảnh phục hồi. Bộ bù điểm ảnh phục hồi 28 sẽ thu giá trị bù do bộ trích xuất 22 trích xuất, và thông tin về nhóm điểm ảnh do bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 xác định, và bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi bằng cách sử dụng giá trị bù và kết xuất ảnh phục hồi có các giá trị điểm ảnh đã được phục hồi.

Khi thông tin về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh được trích xuất bằng 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 bù bằng cách sử dụng phương pháp này. Ví dụ, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định liệu có phải phân loại các điểm ảnh phục hồi theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn, theo các vùng của các giá trị điểm ảnh, hay là theo các đường hay không, và xác định nhóm điểm ảnh dựa trên phương pháp này.

Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn theo các điểm ảnh phục hồi bằng cách so sánh giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi lân cận trong ảnh phục hồi. Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể phân loại các điểm ảnh phục hồi lân cận dựa trên mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn, và xác định nhóm điểm ảnh gồm các điểm ảnh phục hồi có ít nhất một mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn định trước làm nhóm có chứa các điểm ảnh phục hồi có các giá trị điểm ảnh cần bù bằng cách sử dụng giá trị bù. Bộ bù điểm ảnh phục hồi 28 có thể bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi 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 phục hồi trong ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh theo vùng, dựa trên các vùng thu được bằng cách phân tách toàn bộ khoảng của các giá trị điểm ảnh. Bộ bù điểm ảnh phục hồi 28 có thể bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh theo vùng, bằng cách sử dụng giá trị bù theo các vùng cho các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh theo các vùng.

Toàn bộ khoảng của các giá trị điểm ảnh này có thể được phân tách thành số lượng vùng bằng lũy thừa của 2 với số mũ nguyên dương. Trong bản mô tả sáng chế này, chỉ số của số bằng lũy thừa của 2 với số mũ nguyên dương này có thể được xác định dựa trên số lượng bit có giá trị cao nhất ở độ sâu bit của các điểm ảnh phục hồi. Ngoài ra, toàn bộ khoảng của các giá trị điểm ảnh này có thể là khoảng độ sâu bit mở

rộng của các điểm ảnh phục hồi.

Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể phân loại các điểm ảnh phục hồi trong ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh theo các đường. Bộ bù điểm ảnh phục hồi 28 có thể bù giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh theo các đường, bằng cách sử dụng giá trị bù cho nhóm điểm ảnh theo các đường. Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể dò tìm các điểm ảnh phục hồi tạo thành các đường theo ít nhất một trong số hướng ngang, hướng dọc, hướng đường chéo, hướng đường cong hoặc hướng đường bao của đối tượng định trước, trong số các điểm ảnh phục hồi trong ảnh phục hồi.

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

Thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 và thiết bị giải mã dữ liệu video 20 có thể bù sai số mang tính hệ thống được tạo ra giữa ảnh phục hồi và hình ảnh gốc khi ảnh đã mã hoá được giải mã và phục hồi. Thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 có thể truyền thông tin về các nhóm điểm ảnh cần hiệu chỉnh bằng cách truyền tín hiệu rõ ràng và truyền tín hiệu ẩn. Thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 và thiết bị giải mã dữ liệu video 20 có thể phân tách hình ảnh thành các phần có dạng hình vuông, hình chữ nhật hoặc thậm chí là có hình dạng tùy ý và tiến hành hiệu chỉnh có chọn lọc chỉ đối với các nhóm điểm ảnh cụ thể trong vùng cụ thể. Dựa trên các phần hình ảnh đã phân tách này, các giá trị điểm ảnh có thể được bù thích ứng với nội dung của hình ảnh.

Là một ví dụ về sai số mang tính hệ thống giữa ảnh phục hồi và hình ảnh gốc, giá trị sai số trung bình của giá trị điểm ảnh giữa các điểm ảnh phục hồi trong nhóm định trước và các điểm ảnh gốc tương ứng có thể khác 0. Do đó, thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 và thiết bị giải mã dữ liệu video 20 sẽ bù sai số giữa điểm ảnh phục hồi và điểm ảnh gốc.

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

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

trong đó, m là số nguyên từ 1 đến M , và giá trị trung bình $corr$ của các sai số giữa 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 phục hồi có thể được dùng làm giá trị bù cho các nhóm điểm ảnh $\{(x_m, y_m)\}$ có các điểm ảnh ở vị trí (x_m, y_m) .

Bộ bù điểm ảnh phục hồi 28 có thể bù giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh đã được phục hồi trong nhóm điểm ảnh theo biểu thức (2) dưới đây:

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

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

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

Các nhóm điểm ảnh này có thể được phân loại theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế. Cực trị và/hoặc giá trị giới hạn cực bộ bao gồm giá trị nhỏ nhất cực bộ và giá trị lớn nhất cực bộ. Giá trị nhỏ nhất cực bộ $f(x_{min}, y_{min})$ và giá trị lớn nhất cực bộ $f(x_{max}, y_{max})$ ở tọa độ lân cận (x, y) trong một khoảng định trước ε lần lượt được xác định theo biểu thức (3) và biểu thức (4) dưới đây, với hàm số bậc hai $f(x, y)$.

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

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

Ngoài ra, giá trị nhỏ nhất cực bộ $f(x_{min}, y_{min})$ và giá trị lớn nhất cực bộ $f(x_{max}, y_{max})$ có thể lần lượt được xác định theo biểu thức (5) và biểu thức (6) dưới đây, với điểm ảnh riêng biệt (x, y) .

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

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

Thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 và thiết bị giải mã dữ liệu video 20 có thể xác định các điểm ảnh tương ứng với giá trị cực trị và/hoặc giá trị giới hạn trong số các điểm ảnh phục hồi lân cận định trước trên các đường ngang và đường dọc, theo biểu thức (5) và biểu thức (6). Ngoài ra, các điểm ảnh liền kề kiểu 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 $(x_{\max}-1, y_{\max}-1)$ trên đường chéo, có thể được đưa vào quy trình phân loại điểm ảnh. Các điểm ảnh định trước có thể bị loại ra khỏi nhóm điểm ảnh. Ví dụ, chỉ có các điểm ảnh nằm trên cùng một đường thì mới được phân loại vào nhóm điểm ảnh, còn những điểm ảnh khác nằm ngoài đường tương ứng đó thì sẽ bị loại ra khỏi nhóm điểm ảnh.

Hiện tượng phẳng hoá có thể được tạo ra bằng một hệ thống mã hoá và giải mã dữ liệu video chung. Do đó, nếu giá trị nhỏ nhất cực bộ trong ảnh phục hồi lớn hơn giá trị điểm ảnh của hình ảnh gốc, thì sai số giữa các giá trị nhỏ nhất cực bộ của ảnh phục hồi và hình ảnh gốc là giá trị dương. Ngoài ra, nếu giá trị lớn nhất cực bộ trong ảnh phục hồi nhỏ hơn giá trị điểm ảnh của hình ảnh gốc, thì sai số giữa các giá trị lớn nhất cực bộ của ảnh phục hồi và hình ảnh gốc là giá trị âm.

Do đó, thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 và thiết bị giải mã dữ liệu video 20 có thể xác định giá trị sai số trung bình của giá trị nhỏ nhất cực bộ và giá trị lớn nhất cực bộ của nhóm điểm ảnh định trước giữa ảnh phục hồi và hình ảnh gốc, và bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh định trước. Dưới đây, phương pháp xác định mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh định trước, được thực hiện bằng bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 của thiết bị mã hoá dữ liệu video 10, và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 của thiết bị giải mã dữ liệu video 20, sẽ được mô tả cùng với Fig.3.

Fig.3 thể hiện các điểm ảnh phục hồi lân cận 32, 34, 35 và 37 được so sánh với điểm ảnh phục hồi hiện thời 30 để xác định mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của điểm ảnh phục hồi hiện thời 30, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế. Để cho dễ hiểu, Fig.3 chỉ thể hiện các điểm ảnh phục hồi lân cận 32, 34, 35 và 37. Tuy nhiên, các điểm ảnh được so sánh với điểm ảnh phục hồi hiện thời 30, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, không bị giới hạn ở các điểm ảnh phục hồi lân cận 32, 34, 35 và 37 theo đường ngang và đường dọc.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể xác định mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của điểm ảnh phục hồi hiện thời 30 bằng cách so sánh các điểm ảnh phục hồi lân cận 32, 34, 35 và 37 lần lượt nằm bên trên, bên trái, bên phải và bên dưới của điểm ảnh phục hồi hiện thời 30, với điểm ảnh phục hồi hiện thời 30. Nếu gọi thông số 'Pixel_Type' là mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của điểm ảnh phục hồi hiện thời 30, Rec[x][y] là giá trị điểm ảnh của điểm ảnh phục hồi hiện thời 30, và Rec[x][y-1], Rec[x-1][y], Rec[x+1][y] và Rec[x][y+1] lần lượt là giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi lân cận, thì mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn có thể được xác định theo các biểu thức phân loại như 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 --.
```

Giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của 'Pixel_Type' có thể được giả định bằng +4 và -4.

Nếu mẫu phân loại điểm ảnh có dạng khác với mẫu phân loại điểm ảnh làm ví dụ thể hiện trên Fig.3, thì cần phải sửa đổi biểu thức phân loại. Ví dụ, khi dò tìm cạnh trên hướng đường chéo theo góc 45°, thì các điểm ảnh 31 và 38 được so sánh với điểm ảnh hiện thời 30. Mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn có thể được xác định theo các biểu thức phân loại sửa đổi như 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 --.
```

Khi đó, giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của 'Pixel_Type' có thể được giả định bằng +2 và -2.

Nói cách khác, mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn được xác định bằng cách so sánh giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi lân cận 32, 34, 35 và 37 nằm trong một khoảng định trước của điểm ảnh phục hồi hiện thời 30, với giá trị điểm ảnh của điểm ảnh phục hồi hiện thời 30. Khi mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của điểm ảnh phục hồi hiện thời 30 là mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn lớn nhất, tức là M, thì điểm ảnh phục hồi hiện thời 30 có thể được xác định là điểm ảnh lớn nhất cục bộ, và khi mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của điểm ảnh phục hồi hiện thời 30 là mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn nhỏ nhất, tức là -M, thì điểm ảnh phục hồi hiện thời 30 có thể được xác định là điểm ảnh nhỏ nhất cục bộ. Giá trị M có thể được xác định dựa trên một số lượng định trước các điểm ảnh phục hồi lân cận đã được phân tích. 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 phục hồi được xác định dưới dạng giá trị lớn nhất cục bộ và giá trị nhỏ nhất cục bộ làm các điểm ảnh cần bù.

Do đó, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 và bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 sẽ xác định mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của các điểm ảnh phục hồi trong đơn vị dữ liệu hiện thời, và xác định nhóm điểm ảnh gồm có các điểm ảnh phục hồi có mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn M và nhóm điểm ảnh gồm các điểm ảnh phục hồi có mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn -M. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16 có thể xác định giá trị sai số trung bình của các giá trị điểm ảnh giữa các điểm ảnh phục hồi và các điểm ảnh gốc tương ứng theo các nhóm điểm ảnh, và xác định giá trị bù dựa trên giá trị trung bình này. Bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh phục hồi 28 có thể bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi theo các nhóm điểm ảnh, bằng cách sử dụng giá trị bù được trích xuất từ thông tin thu được về giá trị bù.

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 có chứa các điểm ảnh phục hồi liền kề với điểm ảnh lớn nhất cục bộ và điểm ảnh nhỏ nhất cục bộ làm đích cần bù. Do 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 cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn trong khoảng định trước có chứa mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn lớn nhất và mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn nhỏ nhất này. Ví dụ, do mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn lớn nhất là M như đã nêu trên, nên các điểm ảnh phục hồi có mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn M-1 sẽ liền kề với điểm ảnh lớn nhất cục bộ.

Do đó, 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 có chứa các điểm ảnh phục hồi có mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn lớn hơn giá trị dương định trước làm các nhóm điểm ảnh liền kề với mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn lớn nhất, và các nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi có mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn nhỏ hơn giá trị âm định trước làm các nhóm điểm ảnh liền kề với mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn nhỏ nhất. Ví dụ, khi mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn lớn hơn m hoặc nhỏ hơn $-m$, tức là, khi mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn là $-M$, $-(M-1)$, $-(M-2)$, ..., $-(m+1)$, $(m+1)$, ..., $(M-1)$, M , thì có thể xác định được giá trị bù theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn.

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

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

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

Ví dụ, khi độ sâu bit của các điểm ảnh phục hồi bằng N , thì toàn bộ khoảng của các giá trị điểm ảnh $\text{Rec}[x][y]$ của các điểm ảnh phục hồi là $0 \leq \text{Rec}[x][y] \leq (2^N)-1$. Nói cách khác, giá trị lớn nhất Max của giá trị điểm ảnh $\text{Rec}[x][y]$ bằng $(2^N)-1$, và khoảng điểm ảnh phục hồi 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 tách vùng của các điểm ảnh phục hồi này thành L vùng. Nói cách khác, vùng của điểm ảnh phục hồi có thể được phân tách thành $[0, (\text{Max}+1)/L-1]$, $[\text{Max}/L, 2*(\text{Max}+1)/L-1]$, $[2*\text{Max}/L, 3*(\text{Max}+1)/L-1]$ cho

đến $[(L-1)*Max/L, L*(Max+1)/L-1]$.

Dữ liệu gốc thực tế có thể nằm trong khoảng $[Min, Max]$. Giá trị nhỏ nhất Min và giá trị lớn nhất 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 giá trị của dữ liệu gốc thực tế, nghĩa là 'Range = Max – Min + 1'. Nếu các vùng của các điểm ảnh phục hồi được phân tách đồng đều, thì các vùng đồng đều được phân tách thành $[Min, Range/L-1]$, $[Max/L, 2*Range/L-1]$, $[2*Max/L, 3*Range/L-1]$ cho đến $[(L-1)*Range /L, Max]$. Theo phương án làm ví dụ khác, các vùng của các điểm ảnh phục hồi có thể được phân tách không đồng đều.

Số lượng L vùng đã được phân tách của vùng $[0, Max]$ của các điểm ảnh phục hồi có thể là lũy thừa 2, và có thể bằng hoặc lớn hơn 16 để tính toán nhanh. Ngoài ra, để tính toán nhanh, số lượng L có thể được xác định theo cách sao cho số lượng p của các bit có giá trị cao nhất của các điểm ảnh phục hồi phải nằm trong phạm vi lũy thừa của 2. Ví dụ, khi các bit có giá trị cao nhất của điểm ảnh phục hồi là 4 bit ($p = 4$), và độ sâu bit mở rộng của các điểm ảnh phục hồi là 12 bit, thì số L có thể bằng $2^p = 16$. Do đó, vùng của các điểm ảnh phục hồi có độ sâu bit mở rộng có thể được phân tách như được thể hiện trong bảng 1 dưới đây.

Bảng 1

Số hiệu vùng	0	1	2	...	16
Vùng của giá trị điểm ảnh của điểm ảnh phục hồi	[0, 255]	[256, 511]	[512, 767]	...	[3840, 4095]
Dạng biểu diễn thập lục phân của giá trị điểm ảnh	[0x0000, 0x00FF]	[0x0100, 0x01FF]	[0x0200, 0x02FF]	...	[0x0F00, 0x0FFF]

Do việc tính toán bit được thực hiện dễ dàng khi vùng của các giá trị điểm ảnh được phân tách dựa trên số lượng bit có giá trị cao nhất của các điểm ảnh phục hồi, nên bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 có thể thực hiện tính toán để xác định vùng này một cách có 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 phục hồi trong cùng các vùng thành nhóm điểm ảnh theo vùng. Các vùng này có thể được phân tách dựa trên giá trị nhỏ nhất và lớn nhất thực tế của tín hiệu gốc hoặc tín hiệu được tái cấu trúc.

Giá trị sai số trung bình giữa các điểm ảnh phục hồi có trong nhóm điểm ảnh theo vùng, và các điểm ảnh gốc là khác 0. Do 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 vùng.

Ngoài ra, bộ xác định nhóm điểm ảnh 26 và bộ bù điểm ảnh phục hồi 28 có thể bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh theo vùng, bằng cách sử dụng giá trị bù theo vùng.

Theo cách khác, thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 và thiết bị giải mã dữ liệu video 20 có thể phân loại các điểm ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh gồm các điểm ảnh phục hồi 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 ảnh phục hồi, và dò tìm các đường trong số hướng dọc, hướng ngang, hướng đường chéo, hướng đường cong và hướng đường bao 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 phục hồi tạo thành cùng một đường làm nhóm điểm ảnh theo các đường.

Giá trị sai số trung bình của các giá trị điểm ảnh giữa các điểm ảnh phục hồi chứa trong nhóm điểm ảnh theo các đường, và các điểm ảnh gốc cũng khác 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 phục hồi 28 có thể bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh theo các đường, bằng cách sử dụng giá trị bù theo các đường.

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 cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn, theo các đơn vị dữ liệu, như chuỗi ảnh, khung, hoặc khối dữ liệu video. Bộ truyền 18 có thể mã hoá và truyền thông tin về giá trị bù dưới dạng thông tin thời gian tốn thêm. Độ chính xác của giá trị bù tăng lên do đơn vị dữ liệu để xác định giá trị bù theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn giảm đi, nhưng thời gian tốn thêm có thể tăng lên do thông tin bổ sung để mã hoá và truyền thông tin về giá trị bù có thể tăng lên.

Ngoài ra, bộ trích xuất 22 có thể trích xuất thông tin về giá trị bù từ thông tin thời gian tốn thêm hoặc thông tin tiêu đề phiên và bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi bằng cách sử dụng giá trị bù.

Bộ tạo ảnh phục hồi 14 và 24 có thể thực hiện có chọn lọc bước lọc vòng lặp thích ứng trên dữ liệu ảnh đã được giải mã trong miền không gian. Bộ tạo ảnh phục hồi 14 và 24 có thể phục hồi hình ảnh hiện thời bằng cách liên tục thực hiện lọc một chiều theo chiều ngang và theo chiều dọc, phù hợp với bước lọc vòng lặp thích ứng.

Bộ truyền 18 của thiết bị mã hoá dữ liệu video 10 có thể mã hoá và kết xuất hệ

số lọc dùng để lọc vòng lặp thích ứng. Ngoài ra, do loại, số lượng, kích thước, bit lượng tử hoá, hệ số lọc, chiều lọc của mỗi bộ lọc một chiều, và liệu bước lọc và bước lọc liên tiếp có được thực hiện hay không có thể được thiết lập cho bước lọc vòng lặp thích ứng, nên thông tin về tập hợp các bộ lọc một chiều để lọc vòng lặp có thể được mã hoá và truyền.

Bộ tạo ảnh phục hồi 24 có thể tạo 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 22.

Ví dụ, hệ số lọc hiện thời của mỗi bộ lọc một chiều có thể được tạo 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 trên dữ liệu đã được giải khối bằng cách sử dụng hệ số lọc được tạo ra của mỗi bộ lọc một chiều. Bước giải khối này được thực hiện để giảm bớt hiệu ứng tạo khối của dữ liệu đã được giải mã, và bước lọc vòng lặp này sẽ giảm thiểu sai số giữa ảnh phục hồi và hình ảnh gốc.

Để hiểu rõ hơn, bước lọc vòng lặp này có sử dụng phép lọc một chiều liên tục theo chiều ngang và chiều dọc sẽ được mô tả có liên quan đến các biểu thức sau đây.

Hệ số lọc hiện thời có thể được tạo ra theo biểu thức (7) dưới đây.

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

trong đó, i là chỉ số của bộ lọc một chiều và j là chỉ số của hệ số lọc của bộ lọc một chiều này. $c[i][j]$ là hệ số lọc hiện thời, $\text{adaptive_loop_filter_prev}[i][j]$ là hệ số lọc trước đó, và $\text{adaptive_loop_filter}[i][j]$ là thông tin phần dư của hệ số lọc được truyền làm 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 dư. Để tạo ra hệ số lọc tiếp theo sau hệ số lọc hiện thời, thì hệ số lọc hiện thời $c[i][j]$ được cập nhật đến $\text{adaptive_loop_filter_prev}[i][j]$.

Bước lọc vòng lặp này sử dụng phép lọc một chiều liên tục có thể được thực hiện theo các biểu thức (8) và (9) dưới đây. Trong các biểu thức (8) và (9), i là chỉ số theo chiều rộng của hình ảnh hiện thời và j là chỉ số theo chiều cao của hình ảnh hiện thời.

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

trong đó, $p_{i,j}$ là dữ liệu đã được giải khối của hình ảnh hiện thời, và $q_{i,j}$ là dữ liệu đã được lọc một chiều theo chiều ngang tương ứng với dữ liệu đã được giải khối. 5 hệ số lọc được dùng để lọc đối xứng 9 mảnh dữ liệu đã được giải khối, bằng cách sử dụng

hệ số lọc c của bộ lọc đối xứng.

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

trong đó, $f_{i,j}$ là dữ liệu đã lọc một chiều theo chiều dọc tương ứng với dữ liệu đã được lọc một chiều $q_{i,j}$. Do hệ số lọc c sử dụng phương pháp lọc liên tiếp, nên bước lọc một chiều được thực hiện liên tục theo chiều dọc trên dữ liệu đã lọc một chiều theo chiều ngang.

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

Ngoài ra, dung lượng bộ nhớ để lưu trữ tạm thời dữ liệu trong quá trình lọc ở bộ lọc một chiều ít hơn so với bộ lọc hai chiều. Năng suất lọc của bộ lọc hai chiều cao hơn đáng kể so với năng suất lọc của bộ lọc một chiều. Với phép lọc liên tiếp, không thể thực hiện quy trình song song theo nhiều phương pháp 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 chỉ giới hạn ở phương pháp lọc một chiều liên tục theo chiều ngang và chiều dọc. Bước lọc vòng lặp có thể được thực hiện khi một số lượng định trước các bộ lọc một chiều thực hiện lọc một chiều liên tục, trong đó mỗi thao tác lọc một chiều được thực hiện theo một chiều định trước.

Thiết bị giải mã dữ liệu video 20 có thể thu thông tin về tập hợp các bộ lọc một chiều, bên cạnh thông tin về hệ số lọc, để kiểm tra loại, số lượng, kích thước, bit lượng tử hoá, hệ số lọc, chiều lọc của mỗi bộ lọc một chiều, và liệu bước lọc và bước lọc liên tiếp có được thực hiện hay không. Do đó, bộ tạo ảnh phục hồi 24 có thể thực hiện lọc vòng lặp bằng cách kết hợp nhiều bộ lọc một chiều.

Bước lọc vòng lặp thích ứng được thực hiện bằng các bộ tạo ảnh phục hồi 14 và 24 bây giờ sẽ được mô tả cùng với Fig.4 và Fig.5.

Fig.4 là lưu đồ thể hiện bước lọc vòng lặp thích ứng, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Bước lọc vòng lặp có thể được thực hiện dưới dạng nhiều bộ lọc một chiều thực hiện lọc một cách liên tục. Ở bước 41, dữ liệu ảnh đã được giải mã được thu. Theo cách khác, dữ liệu ảnh đã thực hiện lọc giải khối sau bước giải mã có thể được

thu. Ở bước 42, xác định được việc liệu có sử dụng tất cả các bộ lọc từ bộ lọc thứ nhất đến bộ lọc thứ N 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 ở bước 42 xác định được rằng các bộ lọc từ bộ lọc thứ nhất đến bộ lọc thứ N được sử dụng, thì thao tác lọc một chiều có thể được thực hiện theo thứ tự lọc, ví dụ, bộ lọc thứ nhất thực hiện lọc một chiều theo chiều lọc thứ nhất ở bước 43 và bộ lọc thứ hai thực hiện lọc một chiều theo chiều lọc thứ hai ở bước 44, cho tới khi bộ lọc thứ N thực hiện lọc một chiều theo chiều lọc thứ N ở bước 45.

Ở bước 46, dữ liệu ảnh đã được giải mã, dữ liệu ảnh đã được giải khối, hoặc dữ liệu đã được lọc một chiều liên tục sẽ được lưu trữ vào bộ nhớ đệm hoặc được tái tạo bằng thiết bị tái tạo.

Chiều 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. Ví dụ, chiều lọc có thể được xác định thích ứng là chiều cạnh của hình ảnh cục bộ để giữ lại một cạnh của hình ảnh cục bộ.

Fig.5 là lưu đồ thể hiện bước lọc vòng lặp thích ứng theo phương án làm ví dụ khác của sáng chế.

Khi thu được dữ liệu ảnh đã được giải mã hoặc dữ liệu ảnh đã được giải khối ở bước 51, thì ở bước 52 dò tìm được cạnh đối với mỗi điểm ảnh của dữ liệu ảnh đã được giải mã hoặc dữ liệu ảnh đã được giải khối này. Ở bước 53, phép lọc một chiều được thực hiện theo cạnh tìm được, và dữ liệu đã lọc sẽ được lưu trữ hoặc được tái tạo bằng thiết bị tái tạo ở bước 54.

Thông tin về tập hợp bộ lọc một chiều có chứa chiều lọc được xác định theo cạnh sẽ được mã hoá và cung cấp cho bộ giải mã trong khi mã hoá dữ liệu video. Thông tin về bộ lọc vòng lặp được đọc từ dữ liệu thu được trong khi giải mã dữ liệu video, và phép lọc một chiều theo một chiều lọc, chẳng hạn như theo hướng cạnh, có thể được thực hiện bằng bộ lọc một chiều định trước.

Quy trình xử lý sau trong bước lọc vòng lặp có thể giảm bớt độ méo giữa hình ảnh gốc và ảnh phục hồi, độ méo ảnh này được tạo ra do việc nén suy giảm tổng thể gây ra. Ngoài ra, hình ảnh đã được lọc vòng lặp có thể được dùng làm hình ảnh tham chiếu để nâng cao chất lượng hình ảnh thu được bằng cách thực hiện dự báo hoặc bù chuyển động.

Do đó, các bộ tạo ảnh phục hồi 14 và 24 có thể thực hiện có chọn lọc bước lọc

vòng lặp thích ứng có xét đến các đặc điểm của hình ảnh, môi trường hệ thống, hoặc yêu cầu của người dùng bằng cách kết hợp các bộ lọc một chiều có các đặc điểm khác nhau. Do các bộ lọc một chiều liên tục được sử dụng thay cho bộ lọc hai chiều để thực hiện lọc vòng lặp thích ứng, nên bước lọc vòng lặp thích ứng có thể có ưu điểm về bộ nhớ, năng suất, số lượng bit truyền, v.v., so với bộ lọc hai chiều. Khi các bộ tạo ảnh phục hồi 14 và 24 thực hiện lọc vòng lặp thích ứng, thì bộ truyền 18 và bộ trích xuất 22 truyền và thu thông tin thu được bằng cách mã hoá thành phần dư của hệ số lọc đã mã hoá, và nhờ đó có thể giảm bớt lượng thông tin dùng trong bước lọc vòng lặp thích ứng.

Fig.6 là lưu đồ thể hiện phương pháp mã hoá dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Ở bước 62, chuỗi ảnh đầu vào được mã hoá. Ở bước 64, dữ liệu ảnh đã mã hoá được giải mã, và ảnh phục hồi được tạo ra bằng cách thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã. Ảnh phục hồi này có thể được tạo ra bằng cách thực hiện lọc vòng lặp thích ứng, trong đó ít nhất một thao tác lọc một chiều được thực hiện liên tục trên dữ liệu ảnh đã được giải mã hoặc dữ liệu ảnh đã được giải khôi này.

Ở bước 66, sẽ xác định giá trị bù về sai số giữa mỗi điểm ảnh phục hồi của nhóm định trước trong ảnh phục hồi, và điểm ảnh gốc tương ứng, và nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi cần bù. Có thể xác định được nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi cần bù theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của các giá trị điểm ảnh, theo các vùng của các giá trị điểm ảnh, hoặc theo các đường. Giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh này có thể được xác định dựa trên giá trị sai số trung bình.

Ở bước 68, giá trị bù này được mã hoá, và dòng bit có giá trị bù đã mã hoá và chuỗi ảnh đầu vào mã hoá sẽ được truyền. Khi giá trị bù này được xác định theo các nhóm điểm ảnh chi tiết hơn, thì các giá trị điểm ảnh có thể được bù một cách chính xác, nhưng thời gian tốn thêm có thể tăng lên.

Fig.7 là lưu đồ thể hiện phương pháp giải mã dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Ở bước 72, dòng bit của ảnh đã mã hoá được thu và phân giải, và dữ liệu ảnh đã mã hoá và giá trị bù được trích xuất từ dòng bit này.

Ở bước 74, dữ liệu ảnh đã mã hoá được giải mã, và ảnh phục hồi được tạo ra bằng cách thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã. Ảnh phục hồi này có thể được tạo ra bằng cách thực hiện lọc vòng lặp thích ứng, trong đó ít nhất một

thao tác lọc một chiều trên dữ liệu ảnh đã được giải mã hoặc dữ liệu ảnh đã được giải khối này.

Ở bước 76, xác định nhóm điểm ảnh có chứa điểm ảnh phục hồi cần bù bằng cách sử dụng giá trị bù trong số các điểm ảnh phục hồi trong ảnh phục hồi. Có thể xác định được nhóm điểm ảnh có chứa điểm ảnh phục hồi cần bù bằng cách sử dụng giá trị bù theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi, theo các vùng của các giá trị điểm ảnh, hoặc theo các đường, theo phương pháp xác định nhóm điểm ảnh, dựa trên thông tin về giá trị bù. Ở bước 78, có thể kết xuất ảnh phục hồi có sai số đã được bù bằng cách bù sai số giữa các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh đã xác định và các điểm ảnh gốc bằng cách sử dụng giá trị bù.

Theo phương pháp mã hoá dữ liệu video và phương pháp giải mã dữ liệu video, có thể nâng cao chất lượng ảnh phục hồi bằng cách bù sai số mang tính hệ thống của ảnh phục hồi, và có thể giảm bớt số lượng bit truyền của thông tin bổ sung để nâng cao chất lượng ảnh phục hồi do chỉ mã hoá và truyền thông tin về giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh, và sẽ không truyền thông tin về các vị trí của các điểm ảnh phục hồi cần bù.

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

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

Theo phương án làm ví dụ của sáng chế, thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 bao gồm bộ mã hoá 81, bộ tạo ảnh phục hồi 84, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87, và bộ truyền 88. Bộ mã hoá 81 bao gồm bộ phân tách đơn vị mã hoá lớn nhất 82 và bộ xác định độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá 83. Bộ tạo ảnh phục hồi 84 có chứa bộ giải mã 85 và bộ thực hiện lọc vòng lặp 86.

Bộ mã hoá 81 mã hoá chuỗi ảnh đầu vào. Bộ mã hoá 81 có thể mã hoá chuỗi ảnh đầu vào dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây. Bộ phân tách đơn vị mã hoá lớn nhất 82 có thể phân tách hình ảnh hiện thời dựa trên đơn vị mã hoá lớn nhất đối với hình ảnh hiện thời của ảnh. Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, đơn vị mã hoá lớn nhất có thể là đơn vị dữ liệu có kích thước 32x32, 64x64, 128x128, 256x256, v.v., trong đó hình dạng của đơn vị dữ liệu là hình vuông có chiều rộng và

chiều dài bằng lũy thừa 2.

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

Đơn vị mã hoá theo một phương án làm ví dụ của sáng chế có thể được đặc trưng bởi kích thước lớn nhất và độ sâu. Độ sâu biểu thị số lần đơn vị mã hoá được phân tách về mặt không gian từ đơn vị mã hoá lớn nhất, và khi độ sâu tăng lên, thì các đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu có thể được phân tách từ đơn vị mã hoá lớn nhất đến đơn vị mã hoá nhỏ nhất. Độ sâu của đơn vị mã hoá lớn nhất là độ sâu cao nhất và độ sâu của đơn vị mã hoá nhỏ nhất là độ sâu thấp nhất. Do kích thước của đơn vị mã hoá tương ứng với mỗi độ sâu giảm đi khi độ sâu của đơn vị mã hoá lớn nhất tăng lên, nên đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu cao hơn có thể chứa các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu thấp hơn.

Như đã nêu trên, dữ liệu ảnh của hình ảnh hiện thời được phân tách thành các đơn vị mã hoá lớn nhất dựa trên kích thước lớn nhất của đơn vị mã hoá, và mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất có thể chứa các đơn vị mã hoá sâu hơn mà được phân tách theo độ sâu. Do đơn vị mã hoá lớn nhất này được phân tách theo độ sâu, nên dữ liệu ảnh của miền không gian nằm trong đơn vị mã hoá lớn nhất có thể được phân tách theo cách phân cấp theo độ sâu.

Độ sâu cao nhất và kích thước lớn nhất của đơn vị mã hoá, mà nó giới hạn tổng số lần mà chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá lớn nhất được phân tách theo cách phân cấp, có thể được xác định trước.

Bộ xác định độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá 83 sẽ mã hoá ít nhất một khu vực đã phân tách thu được bằng cách phân tách khu vực đơn vị mã hoá lớn nhất theo độ sâu, và xác định độ sâu để kết xuất dữ liệu ảnh được mã hoá cuối cùng theo ít nhất một khu vực đã phân tách. Nói cách khác, bộ xác định độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá 83 xác định độ sâu mã hoá bằng cách mã hoá dữ liệu ảnh trong các đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu, theo đơn vị mã hoá lớn nhất của hình ảnh hiện thời, và chọn độ sâu có sai số mã hoá nhỏ nhất. Do đó, dữ liệu ảnh đã mã hoá của đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá đã xác định sẽ được kết xuất. Ngoài ra, các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá có thể được coi là các đơn vị mã hoá đã được mã hoá. Độ sâu mã hoá đã xác định và dữ liệu ảnh đã mã hoá theo độ sâu mã hoá đã xác định sẽ được kết xuất đến bộ truyền 88.

Dữ liệu ảnh trong đơn vị mã hoá lớn nhất sẽ được mã hoá dựa trên các đơn vị mã hoá sâu hơn tương ứng với ít nhất một độ sâu bằng hoặc thấp hơn độ sâu lớn nhất, và các kết quả mã hoá dữ liệu ảnh sẽ được so sánh với nhau dựa trên mỗi đơn vị mã hoá sâu hơn. Độ sâu có sai số mã hoá nhỏ nhất có thể được chọn sau khi so sánh các sai số mã hoá của các đơn vị mã hoá sâu hơn. Ít nhất một độ sâu mã hoá có thể được chọn cho mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất.

Kích thước của đơn vị mã hoá lớn nhất được phân tách khi đơn vị mã hoá được phân tách theo cách phân cấp theo 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 một độ sâu trong một đơn vị mã hoá lớn nhất, thì sẽ xác định liệu có phân tách mỗi đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu đó xuống độ sâu thấp hơn hay không bằng cách đo sai số mã hoá dữ liệu ảnh của từng đơn vị mã hoá riêng biệt. Do đó, ngay cả khi dữ liệu ảnh nằm trong một đơn vị mã hoá lớn nhất, thì dữ liệu ảnh đó vẫn được phân tách thành các khu vực hình ảnh theo độ sâu, và các sai số mã hoá có thể khác nhau tùy theo các khu vực trong một đơn vị mã hoá lớn nhất này, và do đó các độ sâu mã hoá có thể khác nhau tùy theo các khu vực trong dữ liệu ảnh. Do vậy, một hoặc nhiều độ sâu mã hoá có thể được xác định trong một đơn vị mã hoá lớn nhất, và dữ liệu ảnh của đơn vị mã hoá lớn nhất có thể được phân tách theo các đơn vị mã hoá có ít nhất một độ sâu mã hoá.

Do đó, bộ xác định độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá 83 có thể xác định các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây nằm trong đơn vị mã hoá lớn nhất. Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, ‘các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây’ có chứa các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu được xác định làm độ sâu mã hoá, trong số tất cả các đơn vị mã hoá sâu hơn nằm trong đơn vị mã hoá lớn nhất. Đơn vị mã hoá có độ sâu mã hoá có thể được xác định theo cách phân cấp theo các độ sâu trong cùng một khu vực của đơn vị mã hoá lớn nhất, và có thể được xác định độc lập với các vùng khác. Tương tự, độ sâu mã hoá trong khu vực hiện thời có thể được xác định độc lập với độ sâu mã hoá trong khu vực khác.

Độ sâu lớn nhất theo một phương án làm ví dụ của sáng chế là chỉ số liên quan đến số lần phân tách từ đơn vị mã hoá lớn nhất đến đơn vị mã hoá nhỏ nhất. Độ sâu lớn nhất theo một phương án làm ví dụ của sáng chế có thể biểu thị tổng số lần phân tách từ đơn vị mã hoá lớn nhất đến đơn vị mã hoá nhỏ nhất. Ví dụ, khi độ sâu của đơn vị mã hoá lớn nhất bằng 0, thì độ sâu của đơn vị mã hoá, trong đó đơn vị mã hoá lớn nhất được phân tách một lần, có thể được thiết đặt bằng 1, và độ sâu của đơn vị mã hoá, trong đó đơn vị mã hoá lớn nhất được phân tách hai lần, có thể được thiết đặt bằng 2. Ở đây, nếu đơn vị mã hoá nhỏ nhất là đơn vị mã hoá trong đó đơn vị mã hoá

lớn nhất được phân tách bốn lần, thì có 5 mức độ sâu bao gồm các độ sâu bằng 0, 1, 2, 3 và 4, và do đó độ sâu lớn nhất có thể được thiết đặt bằng 4.

Có thể thực hiện mã hoá dự báo và biến đổi theo đơn vị mã hoá lớn nhất. Thao tác mã hoá dự báo và biến đổi cũng được thực hiện dựa trên các đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu bằng hoặc thấp hơn độ sâu lớn nhất, theo đơn vị mã hoá lớn nhất. Thao tác biến đổi có thể được thực hiện theo phương pháp biến đổi trực giao hoặc biến đổi nguyên.

Do số lượng đơn vị mã hoá sâu hơn tăng lên mỗi khi đơn vị mã hoá lớn nhất được phân tách theo độ sâu, nên thao tác mã hoá bao bao gồm thao tác mã hoá dự báo và biến đổi được thực hiện trên tất cả các đơn vị mã hoá sâu hơn được tạo ra khi độ sâu sâu thêm. Để cho dễ hiểu, thao tác mã hoá dự báo và biến đổi sẽ được mô tả dựa trên đơn vị mã hoá có độ sâu hiện thời, trong đơn vị mã hoá lớn nhất.

Thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 có thể lựa chọn thay đổi kích thước hoặc hình dạng của đơn vị dữ liệu để mã hoá dữ liệu ảnh. Để mã hoá dữ liệu ảnh, các thao tác, chẳng hạn như mã hoá dự báo, biến đổi và mã hoá entropy, được thực hiện, và lúc đó, cùng một đơn vị dữ liệu có thể được sử dụng cho tất cả các thao tác hoặc các đơn vị dữ liệu khác nhau có thể được sử dụng cho mỗi thao tác.

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

Để thực hiện mã hoá dự báo trong đơn vị mã hoá lớn nhất, thao tác mã hoá dự báo có thể được thực hiện dựa trên đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá, tức là dựa trên đơn vị mã hoá không còn được phân tách thành các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu thấp hơn. Dưới đây, đơn vị mã hoá không còn phân tách và trở thành đơn vị cơ bản để mã hoá dự báo sẽ được gọi là ‘đơn vị dự báo’. Phần chia thu được bằng cách phân tách đơn vị dự báo có thể bao gồm đơn vị dự báo hoặc đơn vị dữ liệu thu được bằng cách phân tách ít nhất một trong số chiều cao và chiều rộng của đơn vị dự báo.

Ví dụ, khi đơn vị mã hoá $2N \times 2N$ (trong đó N là số nguyên dương) không được phân tách nữa và trở thành đơn vị dự báo $2N \times 2N$, và kích thước của phần chia có thể là $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ hoặc $N \times N$. Ví dụ về dạng phần chia gồm có các phần chia đối xứng thu được bằng cách phân tách đối xứng chiều cao và chiều rộng của đơn vị dự báo, các phần chia thu được bằng cách phân tách bất đối xứng chiều cao và chiều rộng của đơn vị dự báo, chẳng hạn như $1:n$ hoặc $n:1$, các phần chia thu được bằng

cách phân tách về hình học đơn vị dự báo, và các phần chia có hình dạng tùy ý.

Chế độ dự báo cho đơn vị dự báo có thể là ít nhất một chế độ trong số chế độ trong ảnh, chế độ liên kết và chế độ bỏ qua. Ví dụ, chế độ trong ảnh hoặc chế độ liên kết có thể được thực hiện trên các phần chia $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ hoặc $N \times N$. Ngoài ra, chế độ bỏ qua chỉ có thể được thực hiện trên các phần chia $2N \times 2N$. Thao tác mã hoá được thực hiện độc lập trên một đơn vị dự báo trong đơn vị mã hoá, nhờ đó chọn ra chế độ dự báo có sai số mã hoá nhỏ nhất.

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

Để thực hiện biến đổi trong đơn vị mã hoá, thao tác biến đổi có thể được thực hiện dựa trên 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 chứa đơn vị dữ liệu dung cho chế độ trong ảnh và đơn vị dữ liệu cho chế độ liên kết.

Đơn vị dữ liệu dùng làm cơ sở biến đổi sẽ được gọi là ‘đơn vị biến đổi’. Độ sâu biến đổi biểu thị số lần phân tách để đạt được đơn vị biến đổi bằng cách phân tách chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá cũng có thể 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 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 tách thành hai phần bằng nhau, tổng cộng được phân tách thành 4^1 đơn vị biến đổi, và do đó kích thước đơn vị biến đổi là $N \times N$, và có thể bằng 2 khi mỗi chiều trong số chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá hiện thời được phân tách thành bốn phần bằng nhau, tổng cộng được phân tách thành 4^2 đơn vị biến đổi và kích thước 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 có tính phân cấp, trong đó đơn vị biến đổi có độ sâu biến đổi cao hơn sẽ được phân tách thành bốn đơn vị biến đổi có độ sâu biến đổi thấp hơn theo các đặc điểm thứ bậc 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 tách đệ quy thành các khu vực có kích thước nhỏ hơn, sao cho đơn vị biến đổi có thể được xác định độc lập trong các đơn vị của các khu vực biến đổi. Do đó, dữ liệu dư trong đơn vị mã hoá có thể được phân tách theo đơn vị biến đổi có cấu trúc cây theo độ sâu biến đổi.

Thông tin mã hoá theo các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá không chỉ cần có thông tin về độ sâu mã hoá, mà còn cần có cả thông tin liên quan đến thao tác

mã hoá dự báo và biến đổi. Do đó, bộ xác định độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá 83 không chỉ xác định độ sâu mã hoá có sai số mã hoá nhỏ nhất, mà còn xác định dạng phân chia trong đơn vị dự báo, chế độ dự báo theo đơn vị dự báo và kích thước đơn vị biến đổi để biến đổi.

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

Bộ tạo ảnh phục hồi 84 giải mã dữ liệu ảnh đã mã hoá và tạo ra ảnh phục hồi bằng cách thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã. Bộ giải mã 85 trong bộ tạo ảnh phục hồi 84 giải mã dữ liệu ảnh dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, dữ liệu ảnh này được mã hoá bằng bộ mã hoá 81. Bộ giải mã 85 có thể giải mã dữ liệu ảnh đã mã hoá và kết xuất dữ liệu ảnh của miền không gian theo các đơn vị mã hoá lớn nhất, dựa trên độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá được xác định bằng bộ xác định độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá 83.

Bộ thực hiện lọc vòng lặp 86 nằm trong bộ tạo ảnh phục hồi 84 có thể thực hiện lọc trong vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã. Cùng bước lọc vòng lặp thích ứng được thực hiện có chọn lọc bởi bộ tạo ảnh phục hồi 14 có thể được thực hiện bởi bộ thực hiện lọc vòng lặp 86. Do đó, bộ thực hiện lọc vòng lặp 86 có thể liên tục thực hiện lọc một chiều theo chiều ngang và lọc một chiều theo chiều dọc để phục hồi hình ảnh hiện thời. Bộ thực hiện lọc vòng lặp 86 có thể kết xuất ảnh phục hồi 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 điểm ảnh phục hồi của nhóm định trước trong ảnh phục hồi, và điểm ảnh gốc tương ứng, và nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi có các giá trị điểm ảnh cần bù. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 là một thành phần kỹ thuật tương ứng với bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 16.

Do đó, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể xác định mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của các điểm ảnh phục hồi lân cận của ảnh phục hồi theo các điểm ảnh phục hồi, và phân loại các điểm ảnh phục hồi lân cận này thành các nhóm điểm ảnh theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn. Theo cách khác, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể phân loại các điểm ảnh phục hồi thành các nhóm điểm ảnh theo các vùng dựa trên giá trị điểm ảnh. Theo cách khác, bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể dò tìm các đường theo một chiều định trước bằng cách phân tích ảnh phục hồi, và phân loại các điểm ảnh phục hồi thành các nhóm

điểm ảnh theo các đường, nhóm điểm ảnh này có chứa các điểm ảnh phục hồi nằm trên cùng một đường.

Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể xác định riêng giá trị bù cho mỗi nhóm điểm ảnh bằng cách sử dụng giá trị sai số trung bình giữa điểm ảnh phục hồi và điểm ảnh gốc tương ứng. Bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể xác định điểm ảnh phục hồi cần bù theo ít nhất một đơn vị dữ liệu được chọn trong số chuỗi ảnh, phiên, khung, và đơn vị mã hoá của dữ liệu video đầu vào, và xác định giá trị bù tương ứng với điểm ảnh phục hồi cần bù đã xác định. Thông tin về giá trị bù và nhóm điểm ảnh được xác định bằng bộ xác định giá trị bù và nhóm điểm ảnh 87 có thể được kết xuất đến bộ truyền 88.

Bộ truyền 88 sẽ kết xuất dữ liệu ảnh của đơn vị mã hoá lớn nhất, dữ liệu ảnh này được mã hoá dựa trên ít nhất một độ sâu mã hoá được xác định bằng bộ xác định độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá 83, và thông tin về chế độ mã hoá theo độ sâu mã hoá, trong các dòng bit. Dữ liệu ảnh được mã hoá bằng bộ mã hoá 81 có thể được biến đổi sang định dạng dòng bit qua bộ mã hoá entropy, và được chèn vào dòng bit để truyền.

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

Dữ liệu ảnh đã 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 mã hoá có thể chứa thông tin về độ sâu mã hoá, dạng phân chia trong đơn vị dự báo, chế độ dự báo và kích thước đơn vị biến đổi.

Thông tin về độ sâu mã hoá có thể được xác định bằng cách sử dụng thông tin phân tách theo độ sâu, thông tin này chỉ báo liệu thao tác mã hoá có được thực hiện trên các đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn thay cho độ sâu hiện thời hay không. Nếu độ sâu hiện thời của đơn vị mã hoá hiện thời là độ sâu mã hoá, thì dữ liệu ảnh trong đơn vị mã hoá hiện thời được mã hoá và kết xuất, và do đó thông tin phân tách có thể được xác định là sẽ không phân tách đơn vị mã hoá hiện thời xuống độ sâu thấp hơn. Theo cách khác, nếu độ sâu hiện thời của đơn vị mã hoá hiện thời không phải là độ sâu mã hoá, thì thực hiện mã hoá trên đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn, và do đó thông tin phân tách này có thể được xác định để phân tách 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 mã hoá, thì thực hiện mã hoá trên đơn vị mã hoá mà được phân tách thành đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn. Do trong một đơn vị mã hoá có độ sâu hiện thời có ít nhất một đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn, nên thao tác mã hoá được thực hiện lặp đi lặp lại trên mỗi đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn, và do đó có thể được thực hiện mã hoá theo cách đệ quy đối với các đơn vị mã hoá có cùng độ sâu.

Do các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây được xác định trong một đơn vị mã hoá lớn nhất, và thông tin về ít nhất một chế độ mã hoá được xác định đối với đơn vị mã hoá có độ sâu mã hoá, nên thông tin về ít nhất một chế độ mã hoá có thể được xác định cho một đơn vị mã hoá lớn nhất. Ngoài ra, độ sâu mã hoá của dữ liệu ảnh của đơn vị mã hoá lớn nhất có thể khác nhau tùy theo các vị trí do dữ liệu ảnh được phân tách theo cách phân cấp theo độ sâu, và do đó thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá có thể được thiết lập cho dữ liệu ảnh.

Do đó, bộ truyền 88 có thể gán thông tin mã hoá liên quan đến độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá tương ứng cho ít nhất một trong số đơn vị mã hoá, đơn vị dự báo và đơn vị nhỏ nhất nằm trong đơn vị mã hoá lớn nhất.

Đơn vị nhỏ nhất theo một phương án làm ví dụ của sáng chế là đơn vị dữ liệu có dạng hình chữ nhật thu được bằng cách chia đơn vị mã hoá nhỏ nhất có độ sâu thấp nhất cho 4. Theo cách khác, đơn vị nhỏ nhất có thể là đơn vị dữ liệu lớn nhất mà có dạng hình chữ nhật có thể nằm trong tất cả các đơn vị mã hoá, đơn vị dự báo, đơn vị phân chia và đơn vị biến đổi nằm trong đơn vị mã hoá lớn nhất.

Ví dụ, thông tin mã hoá được kết xuất qua bộ truyền 88 có thể được phân loại thành thông tin mã hoá theo các đơn vị mã hoá, và thông tin mã hoá theo đơn vị dự báo. Thông tin mã hoá theo các đơn vị mã hoá có thể có chứa thông tin về chế độ dự báo và thông tin kích thước của các phần chia. Thông tin mã hoá theo các đơn vị dự báo có thể có chứa thông tin về chiều dự báo theo đánh giá của chế độ liên kết, thông tin về chỉ số hình ảnh tham chiếu của chế độ liên kết, về vectơ động, về thành phần màu của chế độ trong ảnh và thông tin về phương pháp nội suy của chế độ trong ảnh. Ngoài ra, thông tin kích thước lớn nhất của đơn vị mã hoá được xác định theo hình ảnh, phiên hoặc nhóm hình ảnh (GOP: Group of Pictures), và thông tin về độ sâu cao nhất có thể được chèn vào tập tham số chuỗi (SPS: Sequence Parameter Set) hoặc tiêu đề của dòng bit.

Bộ truyền 88 có thể mã hoá và kết xuất hệ số lọc dùng để lọc vòng lặp thích

ứng. Ngoài ra, do loại, số lượng, kích thước, bit lượng tử hoá, hệ số lọc, chiều lọc của mỗi bộ lọc một chiều, và liệu việc lọc và lọc liên tiếp có được thực hiện hay không có thể được thiết lập cho bước lọc vòng lặp thích ứng, nên thông tin về tập hợp các bộ lọc một chiều để lọc vòng lặp có thể được mã hoá và truyền.

Trong thiết bị mã hoá dữ liệu video 80, đơn vị mã hoá sâu hơn có thể là đơn vị mã hoá thu được bằng cách chia đôi chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá có độ sâu cao hơn, mà nó cao hơn một lớp. 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 thấp hơn là $N \times N$. Ngoài ra, đơn vị mã hoá có độ sâu hiện thời có kích thước $2N \times 2N$ có thể chứa nhiều nhất 4 đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn.

Do đó, thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 có thể tạo ra các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây bằng cách xác định đơn vị mã hoá có hình dạng tối ưu và kích thước tối ưu cho từng đơn vị mã hoá lớn nhất, dựa trên kích thước của đơn vị mã hoá lớn nhất và độ sâu lớn nhất đã xác định có xem xét đến các đặc điểm của hình ảnh hiện thời. Ngoài ra, do thao tác mã hoá có thể được thực hiện trên mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất bằng cách sử dụng một trong số các chế độ dự báo và biến đổi, nên chế độ mã hoá tối ưu có thể được xác định có xem xét đến 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 theo khối macrô thông thường, thì số lượng khối macrô trên mỗi hình ảnh sẽ tăng quá mức. Do vậy, số lượng thông tin nén được tạo ra cho mỗi khối macrô cũng tăng lên, và do đó việc truyền thông tin nén sẽ khó khăn và hiệu suất nén dữ liệu sẽ giảm đi. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng thiết bị mã hoá 80 theo một phương án làm ví dụ, thì hiệu suất nén hình ảnh có thể tăng lên do đơn vị mã hoá được điều chỉnh có xem xét đến các đặc điểm của hình ảnh trong khi tăng kích thước lớn nhất của đơn vị mã hoá trong khi có xem xét đến kích thước của hình ảnh.

Ngoài ra, có thể giảm bớt số lượng bit truyền của thông tin bổ sung do thông tin về giá trị bù để bù giá trị điểm ảnh giữa ảnh phục hồi và hình ảnh gốc, mà nó cần thiết để nâng cao chất lượng của ảnh phục hồi bằng bộ giải mã, được mã hoá và được truyền mà không cần đến thông tin về vị trí điểm ảnh.

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

Thiết bị giải mã dữ liệu video 90 bao gồm bộ trích xuất 91, bộ tạo ảnh phục hồi

94, bộ xác định nhóm điểm ảnh 97 và bộ bù điểm ảnh phục hồi 98. Bộ trích xuất 91 gồm có bộ thu 92, và dữ liệu ảnh, thông tin chế độ mã hoá, thông tin hệ số lọc vòng lặp và thông tin giá trị bù (dưới đây gọi là bộ trích xuất thông tin) 93. Bộ tạo ảnh phục hồi 94 bao gồm bộ giải mã 95 và bộ thực hiện lọc vòng lặp 96.

Các thuật ngữ như đơn vị mã hoá, độ sâu, đơn vị dự báo, đơn vị biến đổi và các chế độ mã hoá trong các quy trình khác nhau dùng để mô tả thiết bị giải mã dữ liệu video 90 cũng giống như các thuật ngữ dùng để mô tả thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 trên Fig.8.

Bộ trích xuất 91 thu và phân giải dòng bit của ảnh đã mã hoá, và trích xuất dữ liệu ảnh đã mã hoá và giá trị bù từ dòng bit. Bộ thu 92 của bộ trích xuất 91 thu và phân giải dòng bit của ảnh đã mã hoá. Bộ trích xuất thông tin sẽ trích xuất dữ liệu ảnh theo các đơn vị mã hoá lớn nhất từ dòng bit đã được phân giải, và kết xuất dữ liệu ảnh đã trích xuất đến bộ giải mã 95. Bộ trích xuất thông tin 93 có thể trích xuất thông tin kích thước lớn nhất của đơn vị mã hoá của hình ảnh hiện thời, từ tiêu đề về hình ảnh hiện thời.

Ngoài ra, bộ trích xuất thông tin 93 sẽ trích xuất thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá cho các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây theo mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất, từ dòng bit đã được phân giải. Thông tin đã trích xuất về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá được kết xuất đến bộ giải mã 95. Nói cách khác, dữ liệu ảnh trong chuỗi bit được phân tách thành đơn vị mã hoá lớn nhất để bộ giải mã 95 giải mã dữ liệu ảnh đối với mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất.

Thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá theo đơn vị mã hoá lớn nhất có thể được thiết lập cho thông tin về ít nhất một đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá, và thông tin về chế độ mã hoá có thể chứa thông tin về dạng phân chia của đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá, chế độ dự báo, và kích thước của đơn vị biến đổi.

Thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá theo mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất đã được trích xuất bằng bộ trích xuất thông tin 93 là thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá được xác định để tạo ra sai số mã hoá nhỏ nhất khi bộ mã hoá, chẳng hạn như thiết bị mã hoá dữ liệu video 80, thực hiện mã hoá lặp đi lặp lại đối với mỗi đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu trong mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất. Do đó, thiết bị giải mã dữ liệu video 90 có thể phục hồi ảnh bằng cách giải mã dữ liệu ảnh theo độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá tạo ra sai số mã hoá nhỏ nhất.

Do thông tin mã hoá liên quan đến độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá có thể

được gán cho đơn vị dữ liệu định trước trong số đơn vị mã hoá, đơn vị dự báo và đơn vị nhỏ nhất tương ứng, nên bộ trích xuất thông tin 93 có thể trích xuất thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá theo các đơn vị dữ liệu định trước. Các đơn vị dữ liệu định trước này mà cùng một thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá được gán cho nó có thể được gọi là các đơn vị dữ liệu nằm trong cùng một đơn vị mã hoá lớn nhất.

Bộ giải mã 95 sẽ phục hồi hình ảnh hiện thời bằng cách giải mã dữ liệu ảnh trong mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất dựa trên thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá theo các đơn vị mã hoá lớn nhất. Nói cách khác, bộ giải mã 95 có thể giải mã dữ liệu ảnh đã mã hoá dựa trên thông tin đã trích xuất về dạng phần chia, chế độ dự báo và đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hoá trong số các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây nằm trong mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất. Quy trình giải mã có thể bao gồm thao tác dự báo gồm dự báo trong ảnh và bù chuyển động, và biến đổi ngược. Thao tác 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 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 trên thông tin kích thước đơn vị biến đổi trong đơn vị mã hoá theo độ sâu mã hoá, để thực hiện biến đổi ngược theo các đơn vị mã hoá lớn nhất.

Bộ giải mã 95 có thể xác định ít nhất một độ sâu mã hoá của đơn vị mã hoá lớn nhất hiện thời bằng cách sử dụng thông tin phân tách theo độ sâu. Nếu thông tin phân tách này chỉ báo rằng dữ liệu ảnh không còn được phân tách ở độ sâu hiện thời, thì độ sâu hiện thời là độ sâu mã hoá. Do đó, bộ giải mã 95 có thể giải mã dữ liệu đã mã hoá của ít nhất một đơn vị mã hoá tương ứng với mỗi độ sâu mã hoá trong đơn vị mã hoá lớn nhất hiện thời bằng cách sử dụng thông tin về dạng phần chia của đơn vị dự báo, chế độ dự báo và kích thước đơn vị biến đổi cho mỗi đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá, và kết xuất dữ liệu ảnh của đơn vị mã hoá lớn nhất hiện thời.

Nói cách khác, có thể thu thập các đơn vị dữ liệu chứa thông tin mã hoá có chứa cùng một thông tin phân tách bằng cách theo dõi thông tin mã hoá đã gán cho đơn vị dữ liệu định trước trong số đơn vị mã hoá, đơn vị dự báo và đơn vị nhỏ nhất, và các đơn vị dữ liệu thu thập được này có thể được coi là một đơn vị dữ liệu cần được giải mã bằng bộ giải mã 95 ở cùng một chế độ mã hoá.

Khi thông tin về hệ số lọc cho bước 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 thu thông tin về hệ số lọc được trích xuất bằng bộ trích xuất thông tin 93, và tạo ra ảnh phục hồi bằng cách thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh được giải mã bằng bộ giải mã 95.

Cùng các thành phần kỹ thuật trong bộ tạo ảnh phục hồi 24 có thể được sử dụng cho bộ thực hiện lọc vòng lặp 96. Do đó, bộ thực hiện lọc vòng lặp 96 có thể thực hiện có chọn lọc việc lọc giải khối và lọc vòng lặp thích ứng trên dữ liệu ảnh đã được giải mã. Bước lọc vòng lặp thích ứng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các bộ lọc một chiều kéo dài.

Bộ tạo ảnh phục hồi 94 có thể tạo 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 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. Thao tác lọc một chiều liên tục có thể được thực hiện trên dữ liệu đã được giải khối bằng cách sử dụng hệ số lọc được tạo ra của mỗi bộ lọc một chiều. Bước giải khối được thực hiện để giảm bớt hiệu ứng tạo khối của dữ liệu đã được giải mã, và bước lọc vòng lặp giảm thiểu sai số giữa ảnh phục hồi và hình ảnh gốc.

Bộ trích xuất thông tin 93 trích xuất dữ liệu ảnh đã 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 chứa thông tin về giá trị bù. Theo cách khác, nếu thông tin liên quan đến giá trị bù có chứa thông tin về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh cần 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 bù từ dòng bit. Bộ trích xuất thông tin 93 có thể trích xuất giá trị bù hoặc thông tin về giá trị bù theo ít nhất một đơn vị dữ liệu trong số chuỗi ảnh, phiên, khung, và đơn vị mã hoá của dữ liệu video đầu vào.

Bộ xác định nhóm điểm ảnh 97 có thể xác định nhóm điểm ảnh có điểm ảnh phục hồi cần bù bằng cách sử dụng giá trị bù, đối với các điểm ảnh phục hồi của nhóm định trước trong ảnh phục hồi, bằng cách thu ảnh phục hồi do bộ tạo ảnh phục hồi 94 tạo ra và giá trị bù do bộ trích xuất thông tin 93 trích xuất. Bộ bù điểm ảnh phục hồi 98 sẽ bù các giá trị điểm ảnh của điểm ảnh phục hồi bằng cách sử dụng giá trị bù này, và kết xuất ảnh phục hồi có giá trị điểm ảnh đã được phục hồi bằng cách thu giá trị bù được trích xuất bằng bộ trích xuất thông tin 93 và thông tin về nhóm điểm ảnh được xác định bằng bộ xác định nhóm điểm ảnh 97.

Khi thông tin về phương pháp xác định nhóm điểm ảnh cần bù được trích xuất bằng bộ trích xuất thông tin 93, thì bộ xác định nhóm điểm ảnh 97 có thể xác định có

chọn lọc nhóm điểm ảnh có giá trị điểm ảnh cần bù dựa trên phương pháp này. Ví dụ, bộ xác định nhóm điểm ảnh 97 có thể xác định liệu có phân loại các điểm ảnh phục hồi theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn, theo các vùng của các giá trị điểm ảnh, hoặc theo các đường hay không, và xác định nhóm điểm ảnh có các giá trị điểm ảnh cần bù dựa trên phương pháp này. Ở đây, bộ bù điểm ảnh phục hồi 98 có thể bù các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi trong nhóm điểm ảnh bằng cách sử dụng giá trị bù cho nhóm điểm ảnh theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn, theo các vùng của các giá trị điểm ảnh, hoặc theo các đường.

Thiết bị giải mã dữ liệu video 90 có thể thu được thông tin về ít nhất một đơn vị mã hoá tạo ra sai số mã hoá nhỏ nhất khi thao tác mã hoá được thực hiện đệ quy đối với mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất, và có thể sử dụng thông tin này để giải mã hình 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 lớn nhất có thể được giải mã. Ngoài ra, kích thước lớn nhất của đơn vị mã hoá được xác định có xem xét đến độ phân giải và lượng dữ liệu ảnh.

Do đó, ngay cả khi dữ liệu ảnh có độ phân giải cao và lượng dữ liệu lớn, thì dữ liệu ảnh đó vẫn có thể được giải mã và phục hồi hiệu quả bằng cách sử dụng kích thước đơn vị mã hoá và chế độ mã hoá, mà chúng được xác định thích ứng theo các đặc điểm của dữ liệu ảnh, bằng cách sử dụng thông tin về chế độ mã hoá tối ưu thu được từ bộ mã hoá.

Thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 và thiết bị giải mã dữ liệu video 90 có thể bù sai số mang tính hệ thống được tạo ra giữa ảnh phục hồi và hình ảnh gốc khi ảnh đã mã hoá được giải mã và phục hồi.

Bước mã hoá và giải mã dữ liệu video dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây sẽ được mô tả dưới đây, theo các phương án làm ví dụ.

Fig.10 là sơ đồ thể hiện khái niệm về đơn vị mã hoá theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

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 tách thành các phần chia có kích thước 64x64, 64x32, 32x64 hoặc 32x32, và đơn vị mã hoá 32x32 có thể được phân tách thành các phần chia có kích thước 32x32, 32x16, 16x32 hoặc 16x16, đơn vị mã hoá 16x16 có thể được phân tách thành các phần chia có kích thước 16x16, 16x8, 8x16 hoặc 8x8, đơn vị mã hoá 8x8 có thể được phân tách thành các phần chia có kích thước 8x8, 8x4, 4x8 hoặc 4x4.

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

Nếu độ phân giải cao hoặc lượng dữ liệu lớn, thì kích thước lớn nhất của đơn vị mã hoá có thể phải lớn để không chỉ làm tăng hiệu suất mã hoá mà còn phản ánh chính xác các đặc điểm của hình ảnh. Do đó, kích thước lớn nhất của đơn vị mã hoá trong dữ liệu video 310 và 320 có độ phân giải cao hơn dữ liệu video 330 có thể là 64.

Do độ sâu lớn nhất của dữ liệu video 310 bằng 2, nên đơn vị mã hoá 315 của dữ liệu video 310 có thể là đơn vị mã hoá lớn nhất có kích thước theo trục dọc là 64, và các đơn vị mã hoá có kích thước theo trục dọc là 32 và 16 do độ sâu được sâu thêm hai lớp bằng cách phân tách đơn vị mã hoá lớn nhất hai lần. Trong khi đó, do độ sâu lớn nhất của dữ liệu video 330 bằng 1, nên đơn vị mã hoá 335 của dữ liệu video 330 có thể là đơn vị mã hoá lớn nhất có kích thước theo trục dọc là 16, và đơn vị mã hoá có kích thước theo trục dọc là 8 khi độ sâu sâu thêm một lớp bằng cách phân tách đơn vị mã hoá lớn nhất một lần.

Do độ sâu lớn nhất của dữ liệu video 320 bằng 3, nên đơn vị mã hoá 325 của dữ liệu video 320 có thể chứa đơn vị mã hoá lớn nhất có kích thước theo trục dọc là 64, và các đơn vị mã hoá có kích thước theo trục dọc là 32, 16 và 8 khi độ sâu sâu thêm 3 lớp bằng cách phân tách đơn vị mã hoá lớn nhất ba lần. Khi độ sâu sâu thêm, thông tin chi tiết có thể được biểu diễn chính xác.

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

Bộ mã hoá ảnh 400 thực hiện các thao tác của bộ mã hoá 81 trong thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 để mã hoá dữ liệu ảnh. Nói cách khác, bộ dự báo trong ảnh 410 thực hiện dự báo trong ảnh trên các đơn vị mã hoá ở chế độ trong ảnh, từ khung hiện thời 405, bộ đánh giá chuyển động 420 và bộ bù chuyển động 425 thực hiện đánh giá chuyển động và bù chuyển động trên các đơn vị mã hoá ở chế độ liên kết từ khung hiện thời 405 bằng cách sử dụng khung hiện thời 405 và khung tham chiếu 495.

Dữ liệu kết xuất từ bộ dự báo trong ảnh 410, bộ đánh giá chuyển động 420 và bộ bù chuyển động 425 sẽ được kết xuất làm hệ số biến đổi lượng tử hoá qua bộ biến

đổi 430 và bộ lượng tử hoá 440. Hệ số biến đổi lượng tử hoá được phục hồi làm dữ liệu trong miền không gian qua bộ lượng tử hoá ngược 460 và bộ biến đổi ngược 470, và dữ liệu đã được phục hồi trong miền không gian này sẽ được kết xuất làm khung tham chiếu 495 sau khi đã được xử lý sau qua bộ giải khối 480 và bộ lọc vòng lặp 490. Hệ số biến đổi lượng tử hoá này có thể được kết xuất dưới dạng dòng bit 455 qua bộ mã hoá entropy 450.

Để sử dụng bộ mã hoá ảnh 400 trong thiết bị mã hoá dữ liệu video 80, tất cả các bộ phận của bộ mã hoá ảnh 400, tức là bộ dự báo trong 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 giải khối 480 và bộ lọc vòng lặp 490, đều thực hiện các thao tác dựa trên mỗi đơn vị mã hoá trong số các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây trong khi có xem xét đến độ sâu lớn nhất của mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất.

Cụ thể là, bộ dự báo trong ảnh 410, bộ đánh giá chuyển động 420 và bộ bù chuyển động 425 sẽ xác định các phần chia và chế độ dự báo của mỗi đơn vị mã hoá trong số các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây trong khi có xem xét đến kích thước lớn nhất và độ sâu lớn nhất của đơn vị mã hoá lớn nhất hiện thời, và bộ biến đổi 430 sẽ xác định kích thước đơn vị biến đổi trong mỗi đơn vị mã hoá trong số các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây này.

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

Bộ phân giải 510 sẽ phân giải dữ liệu ảnh mã hoá cần được giải mã và thông tin mã hoá dùng để giải mã từ dòng bit 505. Dữ liệu ảnh đã mã hoá được kết xuất làm dữ liệu lượng tử hoá ngược qua bộ giải mã entropy 520 và bộ lượng tử hoá ngược 530, và dữ liệu lượng tử hoá ngược này được phục hồi thành dữ liệu ảnh trong miền không gian qua bộ biến đổi ngược 540.

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

Dữ liệu ảnh trong miền không gian, đã được phân giải qua bộ dự báo trong ảnh 550 và bộ bù chuyển động 560, có thể được kết xuất làm khung được phục hồi 595 sau khi đã được xử lý sau qua bộ giải khối 570 và bộ lọc vòng lặp 580. Ngoài ra, dữ liệu ảnh đã được xử lý sau qua bộ giải khối 570 và bộ lọc vòng lặp 580 có thể được

kết xuất làm khung tham chiếu 585.

Để giải mã dữ liệu ảnh trong bộ giải mã 95 của thiết bị giải mã dữ liệu video 90, bộ giải mã ảnh 500 có thể thực hiện các thao tác mà sẽ được thực hiện sau bộ phân giải 510.

Để sử dụng bộ giải mã ảnh 500 trong thiết bị giải mã dữ liệu video 90, tất cả các bộ phận của bộ giải mã ảnh 500, tức là bộ phân giải 510, bộ giải mã entropy 520, bộ lượng tử hoá ngược 530, bộ biến đổi ngược 540, bộ dự báo trong ảnh 550, bộ bù chuyển động 560, bộ giải khối 570 và bộ lọc vòng lặp 580, đều thực hiện các thao tác dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây đối với mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất.

Cụ thể là, bộ dự báo trong ảnh 550 và bộ bù chuyển động 560 sẽ thực hiện các thao tác dựa trên phần chia và chế độ dự báo cho mỗi đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, và bộ biến đổi ngược 540 thực hiện các thao tác dựa trên kích thước đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hoá.

Fig.13 là sơ đồ thể hiện các đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu, và các phần chia, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 và thiết bị giải mã dữ liệu video 90 sử dụng các đơn vị mã hoá có cấu trúc phân cấp để xem xét các đặc điểm của hình ảnh. Chiều cao lớn nhất, chiều rộng lớn nhất và độ sâu lớn nhất của các đơn vị mã hoá có thể được xác định thích ứng theo các đặc điểm của hình ảnh, hoặc có thể được thiết lập khác nhau bởi người dùng. Kích thước của các đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu có thể được xác định theo kích thước lớn nhất 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 của sáng chế, chiều cao lớn nhất và chiều rộng lớn nhất của từng đơn vị mã hoá là 64, và độ sâu lớn nhất bằng 4. Do độ sâu sâu thêm theo trục dọc của cấu trúc phân cấp 600, nên chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hoá sâu hơn này sẽ được phân tách. Ngoài ra, đơn vị dự báo và các phần chia, là cơ sở để mã hoá dự báo mỗi đơn vị mã hoá sâu hơn, được thể hiện trên trục ngang trong cấu trúc phân cấp 600.

Nói cách khác, đơn vị mã hoá 610 là đơn vị mã hoá lớn nhất trong cấu trúc phân cấp 600, trong đó độ sâu bằng 0 và kích thước, tức là chiều cao x chiều rộng, bằng 64x64. Độ sâu sâu thêm theo trục dọc, và tồn tại 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. Đơn vị mã hoá 650 có kích

thước bằng 4x4 và độ sâu bằng 4 là đơn vị mã hoá nhỏ nhất.

Đơn vị dự báo và các phần chia của đơn vị mã hoá được sắp xếp theo trục ngang theo từng 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 báo, thì đơn vị dự báo này có thể được phân tách thành các phần chia nằm trong đơn vị mã hoá 610, tức là phần chia 610 có kích thước bằng 64x64, các phần chia 612 có kích thước bằng 64x32, các phần chia 614 có kích thước bằng 32x64 hoặc các phần chia 616 có kích thước bằng 32x32.

Tương tự, đơn vị dự báo dùng cho đơn vị mã hoá 620 có kích thước bằng 32x32 và độ sâu bằng 1 có thể được phân tách thành các phần chia nằm trong đơn vị mã hoá 620, tức là phần chia 620 có kích thước bằng 32x32, các phần chia 622 có kích thước bằng 32x16, các phần chia 624 có kích thước bằng 16x32, và các phần chia 626 có kích thước bằng 16x16.

Tương tự, đơn vị dự báo cho đơn vị mã hoá 630 có kích thước bằng 16x16 và độ sâu bằng 2 có thể được phân tách thành các phần chia nằm trong đơn vị mã hoá 630, tức là phần chia có kích thước bằng 16x16 nằm trong đơn vị mã hoá 630, các phần chia 632 có kích thước bằng 16x8, các phần chia 634 có kích thước bằng 8x16 và các phần chia 636 có kích thước bằng 8x8.

Tương tự, đơn vị dự báo cho đơn vị mã hoá 640 có kích thước bằng 8x8 và độ sâu bằng 3 có thể được phân tách thành các phần chia nằm trong đơn vị mã hoá 640, tức là phần chia có kích thước bằng 8x8 nằm trong đơn vị mã hoá 640, các phần chia 642 có kích thước bằng 8x4, các phần chia 644 có kích thước bằng 4x8, và các phần chia 646 có kích thước bằng 4x4.

Đơn vị mã hoá 650 có kích thước bằng 4x4 và độ sâu bằng 4 là đơn vị mã hoá nhỏ nhất và đơn vị mã hoá có độ sâu thấp nhất. Đơn vị dự báo của đơn vị mã hoá 650 có thể chỉ được gán cho phần chia có kích thước bằng 4x4. Theo cách khác, có thể sử dụng các phần chia 652 có kích thước bằng 4x2, các phần chia 654 có kích thước bằng 2x4, hoặc các phần chia 656 có kích thước bằng 2x2.

Để xác định ít nhất một độ sâu mã hoá của các đơn vị mã hoá tạo nên đơn vị mã hoá lớn nhất 610, bộ xác định độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá 83 của thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 thực hiện mã hoá đối với các đơn vị mã hoá tương ứng với mỗi độ sâu nằm trong đơn vị mã hoá lớn nhất 610.

Số lượng đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu chứa dữ liệu trong cùng một khoảng và có cùng một kích thước sẽ tăng lên khi độ sâu sâu thêm. Ví dụ, cần có bốn

đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu bằng 2 để bao trùm dữ liệu nằm trong một đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu bằng 1. Do đó, để so sánh kết quả mã hoá cùng một dữ liệu theo độ sâu, thì đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu bằng 1 và bốn đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu bằng 2 đều được mã hoá.

Để thực hiện mã hoá cho độ sâu hiện thời trong số các độ sâu, thì sai số mã hoá nhỏ nhất có thể được chọn cho độ sâu hiện thời bằng cách thực hiện mã hoá trên mỗi đơn vị dự báo trong các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu hiện thời, theo trực ngang của cấu trúc phân cấp 600. Theo cách khác, sai số mã hoá nhỏ nhất này có thể được tìm kiếm bằng cách so sánh các sai số mã hoá nhỏ nhất theo độ sâu, bằng cách thực hiện mã hoá đối với mỗi độ sâu khi độ sâu sâu thêm theo trục dọc của cấu trúc phân cấp 600. Độ sâu và phần chia có sai số mã hoá nhỏ nhất trong đơn vị mã hoá 610 có thể được chọn làm độ sâu mã hoá và dạng phần chia của đơn vị mã hoá 610.

Fig.14 là sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa đơn vị mã hoá 710 và đơn vị biến đổi 720, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 hoặc thiết bị giải mã dữ liệu video 90 để mã hoá hoặc giải mã hình ảnh theo các đơn vị mã hoá có kích thước nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị mã hoá lớn nhất trong mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất. Kích thước của các đơn vị biến đổi dùng để biến đổi trong quá trình mã hoá có thể được chọn dựa trên các đơn vị dữ liệu không lớn hơn đơn vị mã hoá tương ứng.

Ví dụ, trong thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 hoặc thiết bị giải mã dữ liệu video 90, nếu kích thước của đơn vị mã hoá 710 bằng 64x64, thì có thể thực hiện biến đổi bằng cách sử dụng các đơn vị biến đổi 720 có kích thước 32x32.

Ngoài ra, dữ liệu của đơn vị mã hoá 710 có kích thước 64x64 có thể được mã hoá bằng cách thực hiện biến đổi trên mỗi đơn vị biến đổi có kích thước 32x32, 16x16, 8x8 và 4x4, các kích thước này đều nhỏ hơn 64x64, và sau đó đơn vị biến đổi có sai số mã hoá nhỏ nhất có thể được chọn.

Fig.15 là sơ đồ thể hiện thông tin mã hoá của các đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Bộ truyền 88 của thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 có thể mã hoá và truyền thông tin 800 về dạng phần chia, thông tin 810 về chế độ dự báo và thông tin 820 về kích thước đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá, làm thông tin về chế độ mã hoá.

Thông tin 800 chỉ báo thông tin về hình dạng của phần chia thu được bằng cách

phân tách đơn vị dự báo của đơn vị mã hoá hiện thời, trong đó phần chia này là đơn vị dữ liệu dùng để mã hoá dự báo đơn vị mã hoá hiện thời. Ví dụ, đơn vị mã hoá hiện thời CU_0 có kích thước $2N \times 2N$ có thể được phân tách thành một phần chia bất kỳ trong số phần chia 802 có kích thước $2N \times 2N$, phần chia 804 có kích thước $2N \times N$, phần chia 806 có kích thước $N \times 2N$ và phần chia 808 có kích thước $N \times N$. Ở đây, thông tin về dạng phần chia 800 được thiết lập để chỉ báo một phần chia trong số phần chia 804 có kích thước $2N \times N$, phần chia 806 có kích thước $N \times 2N$ và phần chia 808 có kích thước $N \times N$.

Thông tin 810 chỉ báo chế độ dự báo của mỗi phần chia. Ví dụ, thông tin 810 có thể chỉ báo chế độ mã hoá dự báo được thực hiện trên phần chia được chỉ báo bởi thông tin 800, tức là chế độ trong ảnh 812, chế độ liên kết 814 hoặc chế độ bỏ qua 816.

Thông tin 820 sẽ chỉ báo đơn vị biến đổi cần dựa vào đó khi thao tác biến đổi được thực hiện trên đơn vị mã hoá hiện thời. Ví dụ, đơn vị biến đổi này có thể là đơn vị biến đổi trong ảnh thứ nhất 822, đơn vị biến đổi trong ảnh thứ hai 824, đơn vị biến đổi liên kết thứ nhất 826 hoặc đơn vị biến đổi liên kết thứ hai 828.

Bộ trích xuất thông tin 93 của thiết bị giải mã dữ liệu 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 độ sâu, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Thông tin phân tách có thể được dùng để chỉ báo sự thay đổi độ sâu. Thông tin phân tách này sẽ chỉ báo liệu đơn vị mã hoá có độ sâu hiện thời có được phân tách thành các đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn hay không.

Đơn vị dự báo 910 dùng để mã hoá dự báo đơn vị mã hoá 900 có độ sâu bằng 0 và kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$ có thể chứa các phần chia thuộc dạng phần chia 912 có kích thước $2N_0 \times 2N_0$, dạng phần chia 914 có kích thước $2N_0 \times N_0$, dạng phần chia 916 có kích thước $N_0 \times 2N_0$, và dạng phần chia 918 có kích thước $N_0 \times N_0$. Fig.16 chỉ minh họa các dạng phần chia từ 912 đến 918 thu được bằng cách phân tách đối xứng đơn vị dự báo 910, tuy nhiên dạng phần chia không chỉ giới hạn ở đó, và các phần chia của đơn vị dự báo 910 có thể chứa các phần chia bất đối xứng, các phần chia có hình dạng định trước và các phần chia có hình dạng hình học.

Thao tác mã hoá dự báo được thực hiện lặp đi lặp lại trên một phần chia có kích thước $2N_0 \times 2N_0$, hai phần chia có kích thước $2N_0 \times N_0$, hai phần chia có kích

thước $N_0 \times 2N_0$, và bốn phần chia có kích thước $N_0 \times N_0$, tùy theo từng dạng phần chia. Thao tác mã hoá dự báo ở chế độ trong ảnh và chế độ liên kết có thể được thực hiện trên các phần chia có kích thước $2N_0 \times 2N_0$, $N_0 \times 2N_0$, $2N_0 \times N_0$ và $N_0 \times N_0$. Thao tác mã hoá dự báo ở chế độ bỏ qua chỉ được thực hiện trên phần chia có kích thước $2N_0 \times 2N_0$.

Các sai số mã hoá do thao tác mã hoá dự báo trên các dạng phần chia từ 912 đến 918 được so sánh với nhau, và sai số mã hoá nhỏ nhất được xác định ở trong số các dạng phần chia đó. Nếu có một sai số mã hoá là nhỏ nhất ở một trong số các dạng phần chia từ 912 đến 916, thì đơn vị dự báo 910 có thể không được phân tách đến độ sâu thấp hơn.

Nếu sai số mã hoá là nhỏ nhất ở dạng phần chia 918, thì độ sâu thay đổi từ 0 sang 1 để phân tách dạng phần chia 918 ở bước 920, và thao tác mã hoá được thực hiện lặp đi lặp lại trên các đơn vị mã hoá 930 có độ sâu bằng 2 và kích thước bằng $N_0 \times N_0$ để tìm kiếm sai số mã hoá nhỏ nhất.

Đơn vị dự báo 940 để mã hoá dự báo 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 chứa các phần chia thuộc dạng phần chia 942 có kích thước $2N_1 \times 2N_1$, dạng phần chia 944 có kích thước $2N_1 \times N_1$, dạng phần chia 946 có kích thước $N_1 \times 2N_1$, và dạng phần chia 948 có kích thước $N_1 \times N_1$.

Nếu có một sai số mã hoá là nhỏ nhất ở dạng phần chia 948, thì độ sâu thay đổi từ 1 sang 2 để phân tách dạng phần chia 948 ở bước 950, và thao tác mã hoá được thực hiện lặp đi lặp lại trên các đơn vị mã hoá 960 có độ sâu bằng 2 và kích thước bằng $N_2 \times N_2$ để tìm kiếm sai số mã hoá nhỏ nhất.

Khi độ sâu lớn nhất là d , thì thao tác phân tách theo từng độ sâu có thể được thực hiện cho đến khi độ sâu bằng $d-1$, và thông tin phân tách có thể được mã hoá cho đến khi độ sâu bằng một giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến $d-2$. Nói cách khác, khi thao tác 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 tách ở bước 970, thì đơn vị dự báo 990 dùng để mã hoá dự báo đơn vị mã hoá 980 có độ sâu bằng $d-1$ và kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ có thể chứa các phần chia thuộc dạng phần chia 992 có kích thước $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, dạng phần chia 994 có kích thước $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$, dạng phần chia 996 có kích thước $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, và dạng phần chia 998 có kích thước $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$.

Thao tác mã hoá dự báo có thể được thực hiện lặp đi lặp lại trên một phần chia

có kích thước $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, hai phần chia có kích thước $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$, hai phần chia có kích thước $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, bốn phần chia có kích thước $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ trong số các dạng phân chia từ 992 đến 998 để tìm ra dạng phân chia có sai số mã hoá nhỏ nhất.

Ngay cả khi dạng phân chia 998 có sai số mã hoá nhỏ nhất rồi, do độ sâu lớn nhất bằng d , nên đơn vị mã hoá $CU_{(d-1)}$ có độ sâu bằng $d-1$ sẽ không được phân tách xuống độ sâu thấp hơn, và độ sâu mã hoá đối với các đơn vị mã hoá tạo nên đơn vị mã hoá lớn nhất hiện thời 900 được xác định bằng $d-1$ và dạng phân chia của đơn vị mã hoá 900 có thể được xác định là $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$. Ngoài ra, do độ sâu lớn nhất bằng d và đơn vị mã hoá nhỏ nhất 980 có độ sâu thấp nhất bằng $d-1$ không được phân tách đến độ sâu thấp hơn, nên thông tin phân tách đối với đơn vị mã hoá nhỏ nhất 980 không được thiết lập.

Đơn vị dữ liệu 999 có thể là ‘đơn vị nhỏ nhất’ đối với đơn vị mã hoá lớn nhất hiện thời. Đơn vị nhỏ nhất theo một phương án làm ví dụ của sáng chế có thể là đơn vị dữ liệu có dạng hình chữ nhật thu được bằng cách chia đơn vị mã hoá nhỏ nhất 980 cho 4. Bằng cách thực hiện mã hoá lặp đi lặp lại, thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 có thể chọn độ sâu có sai số mã hoá nhỏ nhất bằng cách so sánh sai số mã hoá theo độ sâu của đơn vị mã hoá 900 để xác định độ sâu mã hoá, và thiết lập dạng phân chia tương ứng và chế độ dự báo làm chế độ mã hoá đối với độ sâu mã hoá đó.

Do vậy, sai số mã hoá nhỏ nhất theo độ sâu được so sánh ở tất cả các độ sâu nằm trong khoảng từ 1 đến d , và độ sâu có sai số mã hoá nhỏ nhất có thể được xác định làm độ sâu mã hoá. Độ sâu mã hoá, dạng phân chia của đơn vị dự báo, và chế độ dự báo có thể được mã hoá và truyền làm thông tin về chế độ mã hoá. Ngoài ra, do đơn vị mã hoá được phân tách từ độ sâu bằng 0 đến độ sâu mã hoá, nên chỉ có thông tin phân tách của độ sâu mã hoá được thiết đặt bằng 0, còn thông tin phân tách của các độ sâu không phải là độ sâu mã hoá đều được thiết đặt bằng 1.

Bộ trích xuất thông tin 93 của thiết bị giải mã dữ liệu video 90 có thể trích xuất và sử dụng thông tin về độ sâu mã hoá và đơn vị dự báo của đơn vị mã hoá 900 để giải mã phân chia 912. Thiết bị giải mã dữ liệu video 90 có thể xác định độ sâu, mà ở đó thông tin phân tách bằng 0, làm độ sâu mã hoá bằng cách sử dụng thông tin phân tách theo 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 thể hiện mối tương quan giữa đơn vị mã hoá 1010, đơn vị dự báo 1060 và đơn vị biến đổi 1070, theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Các đơn vị mã hoá 1010 là các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, tương ứng với độ sâu mã hoá được xác định bởi thiết bị mã hoá dữ liệu video 80, trong đơn vị mã hoá lớn nhất. Các đơn vị dự báo 1060 là các phần chia của các đơn vị dự báo của mỗi đơn vị mã hoá 1010, và các đơn vị biến đổi 1070 là các đơn vị biến đổi của mỗi đơn vị mã hoá 1010.

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

Trong các đơn vị dự báo 1060, một số đơn vị mã hoá 1014, 1016, 1022, 1032, 1048, 1050, 1052 và 1054 thu được bằng cách phân tách các đơn vị mã hoá 1010. Nói cách khác, các dạng phân chia trong các đơn vị mã hoá 1014, 1022, 1050 và 1054 này có kích thước bằng $2N \times N$, các dạng phân chia trong các đơn vị mã hoá 1016, 1048 và 1052 có kích thước bằng $N \times 2N$, và dạng phân chia của đơn vị mã hoá 1032 có kích thước bằng $N \times N$. Các đơn vị dự báo và các phần chia của các đơn vị mã hoá 1010 nhỏ hơn hoặc bằng mỗi đơn vị mã hoá.

Thao tác biến đổi hoặc biến đổi ngược được thực hiện trên dữ liệu ảnh của đơn vị mã hoá 1052 trong các đơn vị biến đổi 1070 thành đơn vị dữ liệu mà nó nhỏ hơn 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 báo 1060 xét về kích thước và hình dạng. Nói cách khác, thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 và thiết bị giải mã dữ liệu video 90 có thể thực hiện riêng lẻ dự báo trong ảnh, đánh giá chuyển động, bù chuyển động, biến đổi và biến đổi ngược trên đơn vị dữ liệu trong cùng một đơn vị mã hoá.

Do đó, thao tác mã hoá được thực hiện đệ quy trên mỗi đơn vị mã hoá có cấu trúc phân cấp trong mỗi khu vực của đơn vị mã hoá lớn nhất để xác định đơn vị mã hoá tối ưu, và do vậy có thể thu được các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây đệ quy. Thông tin mã hoá có thể bao gồm thông tin phân tách về đơn vị mã hoá, thông tin về dạng phân chia, thông tin về chế độ dự báo và thông tin kích thước đơn vị biến đổi. Bảng 2 thể hiện thông tin mã hoá có thể được thiết lập bởi thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 và thiết bị giải mã dữ liệu video 90.

Bảng 2

Thông tin phân tách 0 (Mã hoá trên đơn vị mã hoá có kích thước $2N \times 2N$ và độ sâu hiện thời d)					Thông tin phân tách 1
Chế độ dự báo	Dạng phân chia		Kích thước đơn vị biến đổi		Mã hóa lặp đi lặp lại các đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn $d+1$
Trong ảnh	Dạng phân chia đối xứng	Dạng phân chia bất đối xứng	Thông tin phân tách 0 của đơn vị biến đổi	Thông tin phân tách 1 của đơn vị biến đổi	
Liên kết					
Bỏ qua (chỉ $2N \times 2N$)	$2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, $N \times N$	$2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$, $nR \times 2N$	$2N \times 2N$	$N \times N$ (dạng đối xứng) $N/2 \times N/2$ (dạng bất đối xứng)	

Bộ truyền 88 của thiết bị mã hoá dữ liệu 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 dữ liệu video 90 có thể trích xuất thông tin mã hoá về các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây từ dòng bit thu được.

Thông tin phân tách chỉ báo liệu đơn vị mã hoá hiện thời có được phân tách thành các đơn vị mã hoá có độ sâu thấp hơn hay không. Nếu thông tin phân tách có độ sâu hiện thời d bằng 0, thì độ sâu, mà ở đó đơn vị mã hoá hiện thời không còn được phân tách xuống độ sâu thấp hơn, là độ sâu mã hoá, và do đó thông tin về dạng phân chia, chế độ dự báo và kích thước đơn vị biến đổi có thể được xác định cho độ sâu mã hoá đó. Nếu đơn vị mã hoá hiện thời được phân tách tiếp theo thông tin phân tách, thì thao tác mã hoá được thực hiện độc lập trên bốn đơn vị mã hoá đã phân tách có độ sâu thấp hơn.

Chế độ dự báo có thể là một chế độ trong số chế độ trong ảnh, chế độ liên kết và chế độ bỏ qua. Chế độ trong ảnh và chế độ liên kết có thể được xác định trong tất cả các dạng phân chia, và chế độ bỏ qua chỉ được xác định trong dạng phân chia có kích thước $2N \times 2N$.

Thông tin về dạng phân chia có thể biểu thị các dạng phân chia đối xứng có kích thước $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$ và $N \times N$, thu được bằng cách phân tách đối xứng chiều cao hoặc chiều rộng của đơn vị dự báo, và các dạng phân chia bất đối xứng có kích thước $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$ và $nR \times 2N$, thu được bằng cách phân tách bất đối xứng chiều cao và chiều rộng của đơn vị dự báo. Các dạng phân chia bất đối xứng có kích thước $2N \times nU$ và $2N \times nD$ có thể lần lượt thu được bằng cách phân tách chiều cao

của đơn vị dự báo theo tỷ lệ 1:3 và 3:1, và các dạng phân chia bất đối xứng có kích thước $nL \times 2N$ và $nR \times 2N$ có thể thu được tương ứng bằng cách phân tách chiều rộng của đơn vị dự báo theo tỷ lệ 1:3 và 3:1.

Kích thước đơn vị biến đổi có thể được thiết lập theo hai dạng ở chế độ trong ảnh và hai dạng ở chế độ liên kết. Nói cách khác, nếu thông tin phân tách của đơn vị biến đổi bằng 0, thì kích thước đơn vị biến đổi này có thể là $2N \times 2N$, là kích thước của đơn vị mã hoá hiện thời. Nếu thông tin phân tách của đơn vị biến đổi bằng 1, thì các đơn vị biến đổi này có thể thu được bằng cách phân tách đơn vị mã hoá hiện thời. Ngoài ra, nếu dạng phân chia của đơn vị mã hoá hiện thời có kích thước $2N \times 2N$ là dạng phân chia đối xứng, thì kích thước đơn vị biến đổi có thể là $N \times N$, và nếu dạng phân chia của đơn vị mã hoá hiện thời là dạng phân chia bất đối xứng, thì kích thước 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 chứa ít nhất một trong số đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá, đơn vị dự báo và đơn vị nhỏ nhất. Đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá này có thể chứa ít nhất một trong số đơn vị dự báo và đơn vị nhỏ nhất có chứa cùng một thông tin mã hoá.

Do đó, sẽ xác định được liệu các đơn vị dữ liệu lân cận nằm trong cùng một đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá hay không bằng cách so sánh thông tin mã hoá của các đơn vị dữ liệu lân cận này. Ngoài ra, đơn vị mã hoá tương ứng với độ sâu mã hoá được xác định bằng cách sử dụng thông tin mã hoá của đơn vị dữ liệu, và do đó có thể xác định phân bố độ sâu mã hoá trong đơn vị mã hoá lớn nhất.

Do vậy, nếu đơn vị mã hoá hiện thời được dự báo dựa trên thông tin mã hoá của các đơn vị dữ liệu lân cận, thì thông tin mã hoá của các đơn vị dữ liệu trong đơn vị mã hoá sâu hơn lân cận với đơn vị mã hoá hiện thời có thể được tham chiếu trực tiếp và được sử dụng.

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

Fig.20 là sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa đơn vị mã hoá, đơn vị dự báo hoặc phân tách, và đơn vị biến đổi, theo thông tin chế độ mã hoá thể hiện trong bảng 2.

Đơn vị mã hoá lớn nhất 1300 có chứa các đơn vị mã hoá 1302, 1304, 1306, 1312, 1314, 1316 và 1318 có các độ sâu mã hoá. Ở đây, do đơn vị mã hoá 1318 là đơn vị mã hoá có độ sâu mã hoá, nên thông tin phân tách có thể được thiết đặt bằng 0. Thông tin về dạng phần chia của đơn vị mã hoá 1318 có kích thước $2N \times 2N$ có thể được thiết lập là một dạng phần chia trong số dạng phần chia 1322 có kích thước $2N \times 2N$, dạng phần chia 1324 có kích thước $2N \times N$, dạng phần chia 1326 có kích thước $N \times 2N$, dạng phần chia 1328 có kích thước $N \times N$, dạng phần chia 1332 có kích thước $2N \times nU$, dạng phần chia 1334 có kích thước $2N \times nD$, dạng phần chia 1336 có kích thước $nL \times 2N$, và dạng phần chia 1338 có kích thước $nR \times 2N$.

Thông tin phân tách (cờ kích thước TU) của đơn vị biến đổi là một dạng 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 dạng đơn vị dự báo hoặc dạng phần chia của đơn vị mã hoá.

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

Khi dạng phần chia được thiết lập bất đối xứng, tức là dạng phần chia 1332, 1334, 1336 hoặc 1338, thì đơn vị biến đổi 1352 có kích thước $2N \times 2N$ sẽ được thiết lập nếu cờ kích thước TU bằng 0, và đơn vị biến đổi 1354 có kích thước $N/2 \times N/2$ được thiết lập nếu cờ kích thước TU bằng 1.

Trên Fig.20, cờ kích thước TU là cờ có giá trị bằng 0 hoặc 1, tuy nhiên cờ kích thước TU không bị giới hạn ở 1 bit, và đơn vị biến đổi có thể được phân tách theo cách phân cấp có cấu trúc cây khi cờ kích thước TU gia tăng giá trị từ 0.

Trong trường hợp này, kích thước đơn vị biến đổi thực tế được sử dụng có thể được biểu thị bằng cách sử dụng cờ kích thước TU của đơn vị biến đổi, theo một phương án làm ví dụ, cùng với kích thước lớn nhất và kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi. Theo một phương án làm ví dụ, thiết bị mã hoá dữ liệu video 80 có thể mã hoá thông tin về kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi, thông tin về kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi, và cờ kích thước TU lớn nhất. Kết quả thông tin mã hoá về kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi, thông tin về kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi, và cờ kích thước TU lớn nhất có thể được chèn vào SPS. Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, thiết bị giải mã dữ liệu video 90 có thể giải mã dữ liệu video bằng cách sử dụng thông tin về kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi, thông tin về kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi và cờ kích thước TU lớn nhất.

Ví dụ, nếu kích thước của đơn vị mã hoá hiện thời bằng 64x64 và kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi bằng 32x32, thì kích thước đơn vị biến đổi có thể bằng 32x32 khi cờ kích thước TU bằng 0, có thể bằng 16x16 khi cờ kích thước TU bằng 1, và có thể bằng 8x8 khi cờ kích thước TU bằng 2.

Ví dụ khác, nếu kích thước của đơn vị mã hoá hiện thời bằng 32x32 và kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi bằng 32x32, thì kích thước đơn vị biến đổi có thể bằng 32x32 khi cờ kích thước TU bằng 0. Ở đây, cờ kích thước TU không thể thiết đặt bằng giá trị nào khác ngoài 0, do kích thước đơn vị biến đổi không thể nhỏ hơn 32x32.

Ví dụ khác, nếu kích thước của đơn vị mã hoá hiện thời bằng 64x64 và cờ kích thước TU lớn nhất bằng 1, thì cờ kích thước TU có thể bằng 0 hoặc 1. Ở đây, cờ kích thước TU không thể thiết đặt bằng giá trị nào khác ngoài 0 hoặc 1.

Do đó, nếu gọi cờ kích thước TU lớn nhất là 'MaxTransformSizeIndex', kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi là 'MinTransformSize', và kích thước đơn vị biến đổi là 'RootTuSize' khi cờ kích thước TU bằng 0, thì kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi hiện thời 'CurrMinTuSize' mà được xác định trong đơn vị mã hoá hiện thời, có thể được xác định theo biểu thức (10):

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

Khi so sánh với kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi hiện thời 'CurrMinTuSize' mà được xác định trong đơn vị mã hoá hiện thời, kích thước đơn vị biến đổi 'RootTuSize' khi cờ kích thước TU bằng 0 có thể là kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi được chọn trong hệ thống. Trong biểu thức (10), 'RootTuSize/(2^{MaxTransformSizeIndex})' là kích thước đơn vị biến đổi khi kích thước đơn vị biến đổi 'RootTuSize', khi cờ kích thước TU bằng 0, được phân tách với số lần tương ứng với cờ kích thước TU lớn nhất, và 'MinTransformSize' là kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi. Do đó, giá trị nhỏ hơn trong số 'RootTuSize/(2^{MaxTransformSizeIndex})' và 'MinTransformSize' có thể là kích thước nhỏ nhất của đơn vị biến đổi hiện thời 'CurrMinTuSize' mà được xác định trong đơn vị mã hoá hiện thời.

Theo phương án làm ví dụ của sáng chế, kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi RootTuSize có thể thay đổi tùy theo kiểu chế độ dự báo.

Ví dụ, nếu chế độ dự báo hiện thời là chế độ liên kết, thì 'RootTuSize' có thể được xác định bằng cách sử dụng biểu thức (11) dưới đây. Trong biểu thức (11),

‘MaxTransformSize’ là kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi, và ‘PUSize’ là kích thước đơn vị dự báo hiện thời.

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

Nghĩa là, nếu chế độ dự báo hiện thời là chế độ liên kết, thì kích thước đơn vị biến đổi ‘RootTuSize’ khi còn kích thước TU bằng 0, có thể là giá trị nhỏ hơn trong số kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi và kích thước đơn vị dự báo hiện thời.

Nếu chế độ dự báo của phần chia hiện thời là chế độ trong ảnh, thì ‘RootTuSize’ có thể được xác định bằng cách sử dụng biểu thức (12) dưới đây. Trong biểu thức (12), ‘PartitionSize’ là kích thước phần chia hiện thời.

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

Nghĩa là, nếu chế độ dự báo hiện thời là chế độ trong ảnh, thì kích thước đơn vị biến đổi ‘RootTuSize’ khi còn kích thước TU bằng 0 có thể là giá trị nhỏ hơn trong số kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi và kích thước phần chia hiện thời.

Tuy nhiên, kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi hiện thời ‘RootTuSize’ thay đổi theo dạng chế độ dự báo trong phần chia chỉ là một ví dụ và sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Fig.21 là lưu đồ thể hiện phương pháp mã hoá dữ liệu video bằng cách bù giá trị điểm ảnh sau bước thực hiện lọc vòng lặp dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây theo một phương án làm ví dụ của sáng chế.

Ở bước 2110, hình ảnh hiện thời được phân tách thành ít nhất một đơn vị mã hoá lớn nhất, và độ sâu mã hoá để kết xuất kết quả mã hoá cuối cùng theo ít nhất một khu vực đã phân tách, khu vực đã phân tách này thu được bằng cách phân tách khu vực của mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất theo độ sâu, sẽ được xác định bằng cách mã hoá ít nhất một khu vực đã phân tách. Ngoài ra, chế độ mã hoá chứa thông tin về độ sâu mã hoá hoặc thông tin phân tách, thông tin về dạng phần chia có độ sâu mã hoá, chế độ dự báo, và kích thước của đơn vị biến đổi, sẽ được xác định theo đơn vị mã hoá sâu hơn theo độ sâu.

Độ sâu lớn nhất biểu thị tổng số lần có thể phân tách đơn vị mã hoá lớn nhất có thể được xác định trước. Đơn vị mã hoá lớn nhất có thể được phân tách theo cách phân cấp, và phương pháp mã hoá có thể được thực hiện lặp đi lặp lại đối với mỗi đơn vị mã hoá sâu hơn mỗi khi độ sâu tăng lên. Sai số mã hoá của tất cả các đơn vị mã hoá sâu hơn được đo và so sánh với nhau để xác định độ sâu mã hoá tạo ra sai số mã hoá nhỏ nhất của đơn vị mã hoá.

Ở bước 2120, dữ liệu ảnh đã mã hoá được giải mã dựa trên độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá, và ảnh phục hồi được tạo ra bằng cách thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã. Ảnh phục hồi này có thể được tạo ra bằng cách thực hiện lọc vòng lặp thích ứng, mà nó thực hiện liên tục ít nhất một thao tác lọc một chiều trên dữ liệu ảnh đã được giải mã hoặc dữ liệu ảnh đã được giải khối.

Ở bước 2130, giá trị bù về sai số giữa mỗi điểm ảnh phục hồi trong nhóm định trước của ảnh phục hồi và điểm ảnh gốc, và nhóm điểm ảnh có chứa điểm ảnh phục hồi cần bù sẽ được xác định. Nhóm điểm ảnh này có chứa các điểm ảnh phục hồi có các giá trị điểm ảnh cần bù có thể được xác định theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của các giá trị điểm ảnh, theo các vùng của các giá trị điểm ảnh, hoặc theo các đường. Giá trị bù theo nhóm điểm ảnh có thể được xác định dựa trên giá trị sai số trung bình.

Ở bước 2140, dữ liệu ảnh tạo nên kết quả mã hoá cuối cùng theo ít nhất một khu vực đã phân tách, thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá, thông tin về hệ số lọc vòng lặp, và thông tin về giá trị bù sẽ được kết xuất. Thông tin về chế độ mã hoá này có thể chứa thông tin về độ sâu mã hoá hoặc thông tin phân tách, thông tin về dạng phân chia của độ sâu mã hoá, chế độ dự báo, và kích thước của đơn vị biến đổi.

Thông tin liên quan đến giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh này 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, các thông tin này được mã hoá theo phương pháp dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây, và có thể được truyền đến bộ giải mã.

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

Ở bước 2210, dòng bit của dữ liệu video được mã hoá theo phương pháp trên Fig.21 dựa trên các đơn vị mã hoá có cấu trúc cây sẽ được thu và phân giải, và dữ liệu ảnh của hình ảnh hiện thời được gán cho đơn vị mã hoá lớn nhất, thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá theo đơn vị mã hoá lớn nhất, thông tin về hệ số lọc vòng lặp, và thông tin về giá trị bù sẽ được trích xuất từ dòng bit đã được phân giải.

Độ sâu mã hoá theo các đơn vị mã hoá lớn nhất được chọn làm độ sâu có sai số mã hoá nhỏ nhất theo các đơn vị mã hoá lớn nhất trong khi mã hoá hình ảnh hiện thời. Việc mã hoá được thực hiện theo các đơn vị mã hoá lớn nhất bằng cách mã hoá dữ liệu ảnh dựa trên ít nhất một đơn vị dữ liệu thu được bằng cách phân tách theo cách phân cấp đơn vị mã hoá lớn nhất theo độ sâu. Do đó, mỗi mẫu dữ liệu ảnh sẽ được giải

mã sau khi xác định được độ sâu mã hoá theo các đơn vị mã hoá, nhờ đó nâng cao hiệu suất mã hoá và giải mã ảnh.

Ở bước 2220, dữ liệu ảnh được giải mã trong mỗi đơn vị mã hoá lớn nhất dựa trên thông tin về độ sâu mã hoá và chế độ mã hoá, và ảnh phục hồi được tạo ra bằng cách thực hiện lọc vòng lặp trên dữ liệu ảnh đã được giải mã. Ảnh phục hồi này có thể được tạo ra bằng cách thực hiện lọc vòng lặp thích ứng, trong đó ít nhất một thao tác lọc một chiều được thực hiện liên tục, trên dữ liệu ảnh đã được giải mã hoặc dữ liệu ảnh đã được giải khối.

Ở bước 2230, nhóm điểm ảnh có chứa các điểm ảnh phục hồi cần bù sẽ được xác định trong số các điểm ảnh phục hồi của ảnh phục hồi, bằng cách sử dụng giá trị bù. Nhóm điểm ảnh này có chứa các điểm ảnh phục hồi có các giá trị điểm ảnh cần bù có thể được xác định bằng cách sử dụng giá trị bù, theo mức cực trị và/hoặc mức giá trị giới hạn của các giá trị điểm ảnh của các điểm ảnh phục hồi, theo các vùng của các giá trị điểm ảnh, hoặc theo các đường, bằng cách sử dụng phương pháp xác định nhóm điểm ảnh dựa trên thông tin đã trích xuất liên quan đến giá trị bù.

Ở bước 2240, ảnh phục hồi có sai số đã được bù có thể được kết xuất bằng cách bù sai số giữa các điểm ảnh phục hồi 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 dữ liệu video và phương pháp giải mã dữ liệu video, có thể nâng cao chất lượng ảnh phục hồi bằng cách bù sai số mang tính hệ thống của ảnh phục hồi, và có thể giảm bớt số lượng bit truyền của thông tin bổ sung để nâng cao chất lượng ảnh phục hồi do chỉ mã hoá và truyền thông tin về giá trị bù theo các nhóm điểm ảnh, và sẽ không cần truyền thông tin về vị trí của điểm ảnh cần bù.

Sáng chế có thể được viết dưới dạng các chương trình máy tính và có thể được thực hiện trên máy tính đa năng dạng số để thực hiện các chương trình này bằng cách sử dụng vật ghi có thể đọc được bằng máy tính. Ví dụ về vật ghi đọc được bằng máy tính gồm có thiết bị lưu trữ từ tính (ví dụ, bộ nhớ chỉ đọc (ROM: Read Only Memory), đĩa mềm, đĩa cứng, v.v.) và thiết bị lưu trữ quang học (ví dụ, đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (CD-ROM: Compact Disc-Read Only Memory) hoặc đĩa đa năng dạng số (DVD: Digital Versatile Disc)).

Mặc dù các phương án làm ví dụ của sáng chế đã được mô tả và thể hiện cụ thể trên đây, nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng có thể được thực hiện nhiều thay đổi về hình thức và nội dung đối với các phương án đó mà vẫn không nằm ngoài nguyên lý và phạm vi sáng chế, như được xác định bằng các

điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Các phương án làm ví dụ đó chỉ được xem là có tính minh hoạ chứ không nhằm mục đích giới hạn. Do vậy, phạm vi của sáng chế không được xác định theo các phương án làm ví dụ được mô tả cụ thể trên đây mà phải được xác định theo các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, và mọi sự thay đổi trong phạm vi này đều được coi là thuộc về sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa dữ liệu video, được thực hiện bởi ít nhất một bộ xử lý, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn; và

tạo ra giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó:

khi ít nhất một điểm ảnh này được phân hạng là vùng và giá trị bù tương ứng với vùng này, thì thông tin về loại bù của khối hiện thời được tạo ra để chỉ báo loại vùng và,

khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là mức giới hạn và giá trị bù tương ứng với mức giới hạn này, thì thông tin về loại bù của khối hiện thời được tạo ra để chỉ báo loại giới hạn,

vùng này là một trong số các vùng, và

mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn.

2. Thiết bị mã hóa dữ liệu video, thiết bị này bao gồm ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn, và

tạo ra giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó:

ít nhất một bộ xử lý này được tạo cấu hình để tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là vùng và giá trị bù tương ứng với vùng,

khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là mức giới hạn và giá trị bù tương ứng với mức giới hạn này, thì ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại giới hạn,

trong đó vùng này là một trong số các vùng, và

mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn.

3. Phương pháp mã hóa dữ liệu video, được thực hiện bởi ít nhất một bộ xử lý, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn; và

tạo ra các giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó:

khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là vùng và giá trị bù tương ứng với vùng này, thì thông tin về loại bù của khối hiện thời được tạo ra để chỉ báo loại vùng, trong đó vùng này là một trong số các vùng, các giá trị bù này tương ứng với các vùng, và giá trị bù tương ứng với vùng này là một trong số các giá trị bù;

khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là mức giới hạn và giá trị bù tương ứng với mức giới hạn, thì thông tin về loại bù của khối hiện thời được tạo ra để chỉ báo loại giới hạn, trong đó mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn, các giá trị bù tương ứng với các mức giới hạn, và giá trị bù tương ứng với mức giới hạn này là một trong số các giá trị bù.

4. Thiết bị mã hóa dữ liệu video, thiết bị này bao gồm ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn, và

tạo ra các giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó:

ít nhất một bộ xử lý này được tạo cấu hình để tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là vùng và giá trị bù tương ứng với vùng, trong đó vùng này là một trong số các vùng, các giá trị bù này tương ứng với các vùng, và giá trị bù tương ứng với vùng này là một trong số các giá trị bù,

khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là mức giới hạn và giá trị bù tương ứng với mức giới hạn này, thì ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại giới hạn, trong đó mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn, các giá trị bù này tương ứng với các mức giới hạn, và giá trị bù tương ứng với mức giới hạn này là một trong số các giá trị bù.

5. Thiết bị mã hóa dữ liệu video, thiết bị này bao gồm ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn; và

tạo ra các giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó:

bộ xử lý này được tạo cấu hình để tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là vùng và giá trị bù tương ứng với vùng này, trong đó vùng này là một trong số các vùng, các giá trị bù này tương ứng với các vùng, và giá trị bù tương ứng với vùng này là một trong số các giá trị bù,

khi ít nhất một điểm ảnh được phân hạng là mức giới hạn và giá trị bù tương ứng với mức giới hạn, thì bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại giới hạn, trong đó mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn, các giá trị bù này tương ứng với các mức giới hạn, và giá trị bù tương ứng với mức giới hạn này là một trong số các giá trị bù,

trong đó mức giới hạn này được xác định bằng cách so sánh ít nhất một điểm ảnh với các điểm ảnh lân cận của ít nhất một điểm ảnh này, và

vùng này là một trong số các vùng tương ứng với khoảng của các giá trị mẫu của ít nhất một điểm ảnh này.

6. Vật lưu trữ không khả biến có thể đọc được bằng máy tính để lưu trữ dòng bit được tạo ra bởi ít nhất một bộ xử lý để thực hiện mã hóa dữ liệu video, dòng bit này bao gồm:

thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn;
và

giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó, khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại vùng, thì giá trị bù này tương ứng với một vùng,

khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại giới hạn, thì giá trị bù này tương ứng với một mức giới hạn,

trong đó vùng này là một trong số các vùng, và

mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn.

7. Vật lưu trữ không khả biến có thể đọc được bằng máy tính để lưu trữ dòng bit được tạo ra bởi ít nhất một bộ xử lý để thực hiện mã hóa dữ liệu video, dòng bit này bao gồm:

thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn;
và

các giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó, khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại vùng, thì giá trị bù tương ứng với một vùng, vùng này là một trong số các vùng, các giá trị bù này tương ứng với các vùng, và giá trị bù tương ứng với vùng này là một trong số các giá trị bù,

khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại giới hạn, thì giá trị bù này tương ứng với mức giới hạn, mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn, các giá trị bù này tương ứng với các mức giới hạn, và giá trị bù này tương ứng với mức giới hạn là một trong số các giá trị bù.

8. Vật lưu trữ không khả biến có thể đọc được bằng máy tính để lưu trữ dòng bit được tạo ra bởi ít nhất một bộ xử lý để thực hiện mã hóa dữ liệu video, dòng bit này bao gồm:

thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn;
và

giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó, khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại vùng, thì giá trị bù này tương ứng với một vùng,

khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại giới hạn, thì giá trị bù này tương ứng với một mức giới hạn,

trong đó vùng này là một trong số các vùng tương ứng với khoảng của các giá trị mẫu của ít nhất một điểm ảnh này, và

mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn.

9. Vật lưu trữ không khả biến có thể đọc được bằng máy tính để lưu trữ dòng bit được tạo ra bởi ít nhất một bộ xử lý để thực hiện mã hóa dữ liệu video, dòng bit này bao gồm:

thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn; và

giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó, khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại vùng, thì giá trị bù này tương ứng với một vùng,

khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại giới hạn, giá trị bù này tương ứng với một mức giới hạn,

trong đó vùng này là một trong số các vùng, và

mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn, và

mức giới hạn này được xác định bằng cách so sánh ít nhất một điểm ảnh với các điểm ảnh lân cận của ít nhất một điểm ảnh này.

10. Vật lưu trữ không khả biến có thể đọc được bằng máy tính để lưu trữ dòng bit cần được giải mã bởi ít nhất một bộ xử lý để thực hiện giải mã dữ liệu video, dòng bit này bao gồm:

thông tin về loại bù của khối hiện thời để chỉ báo loại vùng hoặc loại giới hạn; và

các giá trị bù áp dụng cho ít nhất một điểm ảnh của khối hiện thời để thực hiện bù giá trị điểm ảnh,

trong đó, khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại vùng, thì giá trị bù tương ứng với vùng, vùng này là một trong số các vùng, các giá trị bù này tương ứng với các vùng, và giá trị bù tương ứng với vùng này là một trong số các giá trị bù,

khi thông tin về loại bù của khối hiện thời chỉ báo loại giới hạn, thì giá trị bù này tương ứng với một mức giới hạn, các giá trị bù này tương ứng với các mức giới hạn, và giá trị bù này tương ứng với mức giới hạn là một trong số các giá trị bù,

mức giới hạn này là một trong số các mức giới hạn và được xác định bằng cách so sánh ít nhất một điểm ảnh với các điểm ảnh lân cận của ít nhất một điểm ảnh này.

FIG. 1

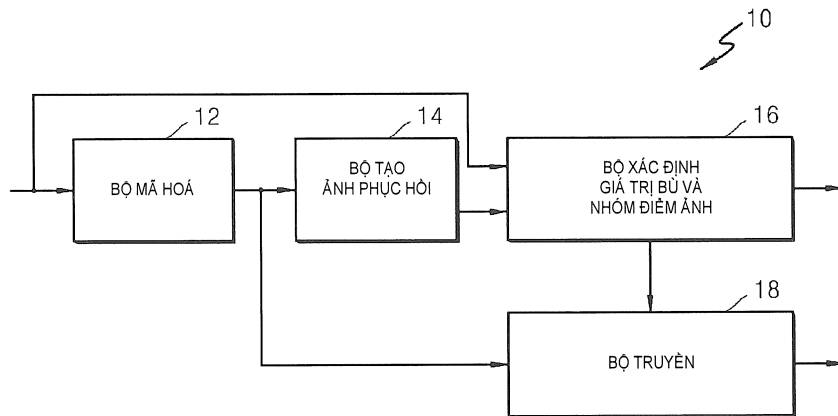


FIG. 2

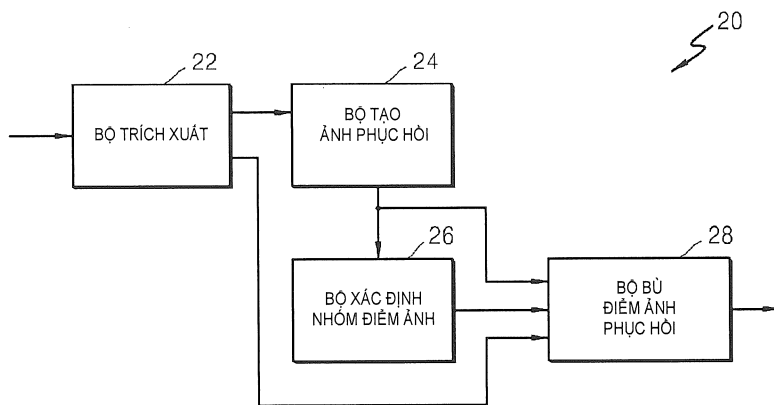


FIG. 3

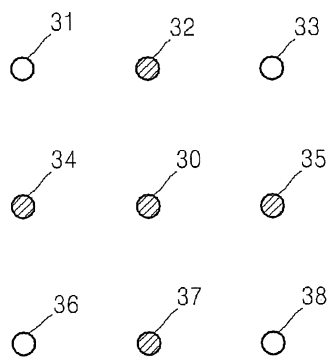


FIG. 4

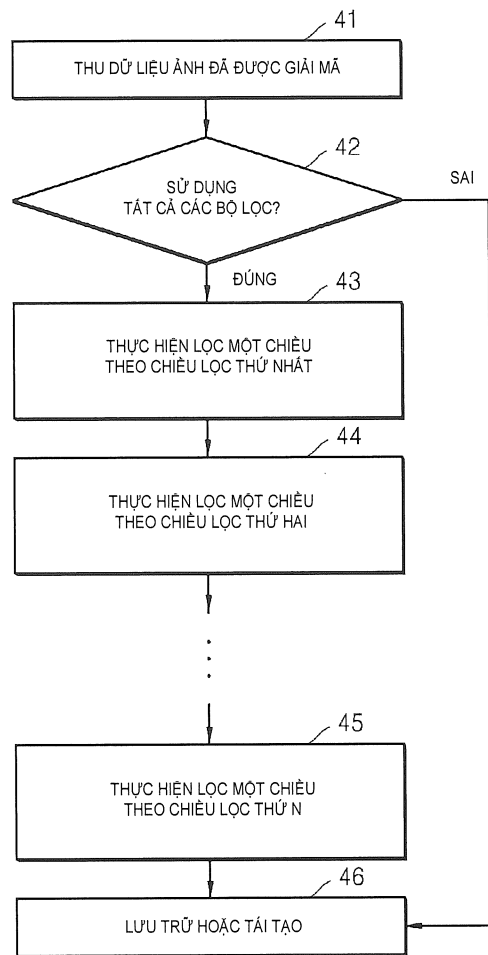


FIG. 5

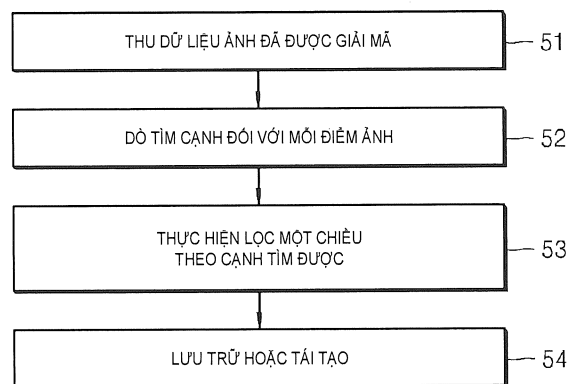


FIG. 6

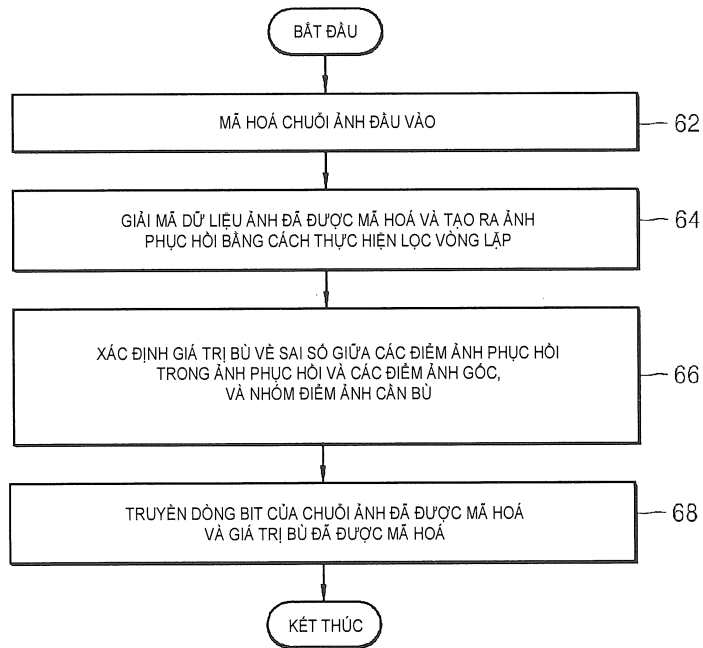


FIG. 7

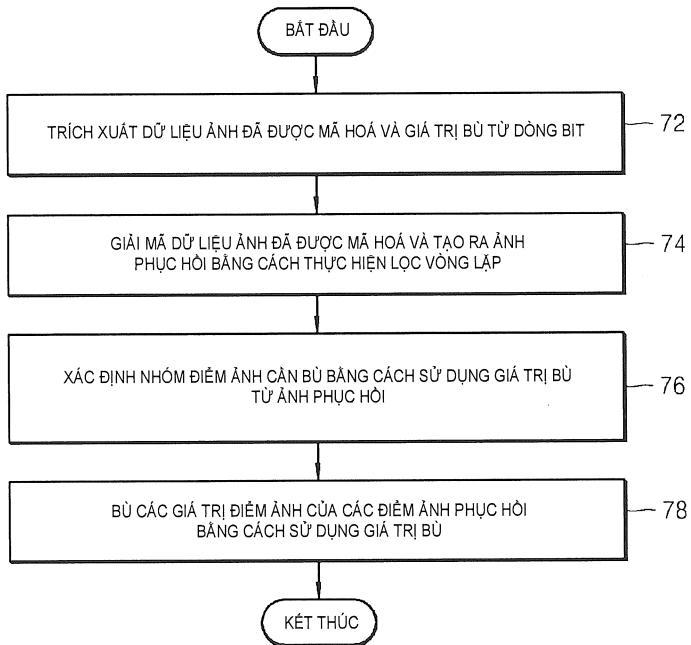


FIG. 8

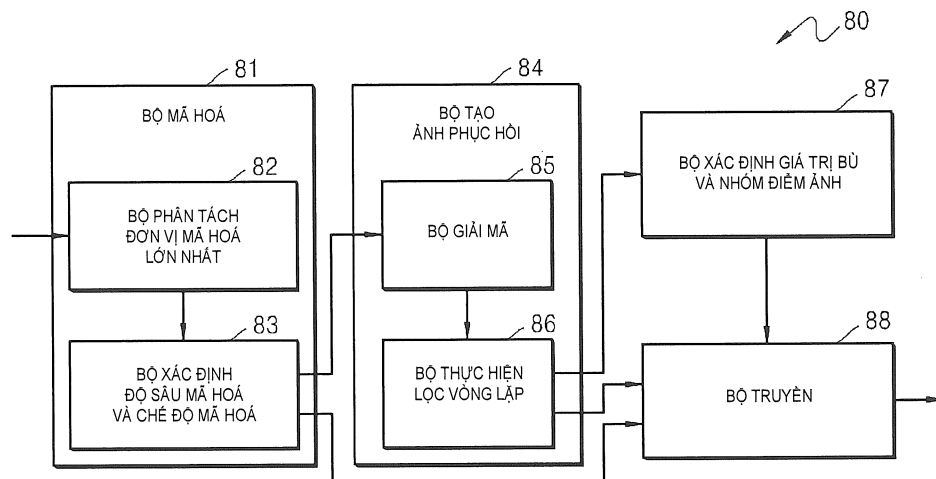


FIG. 9

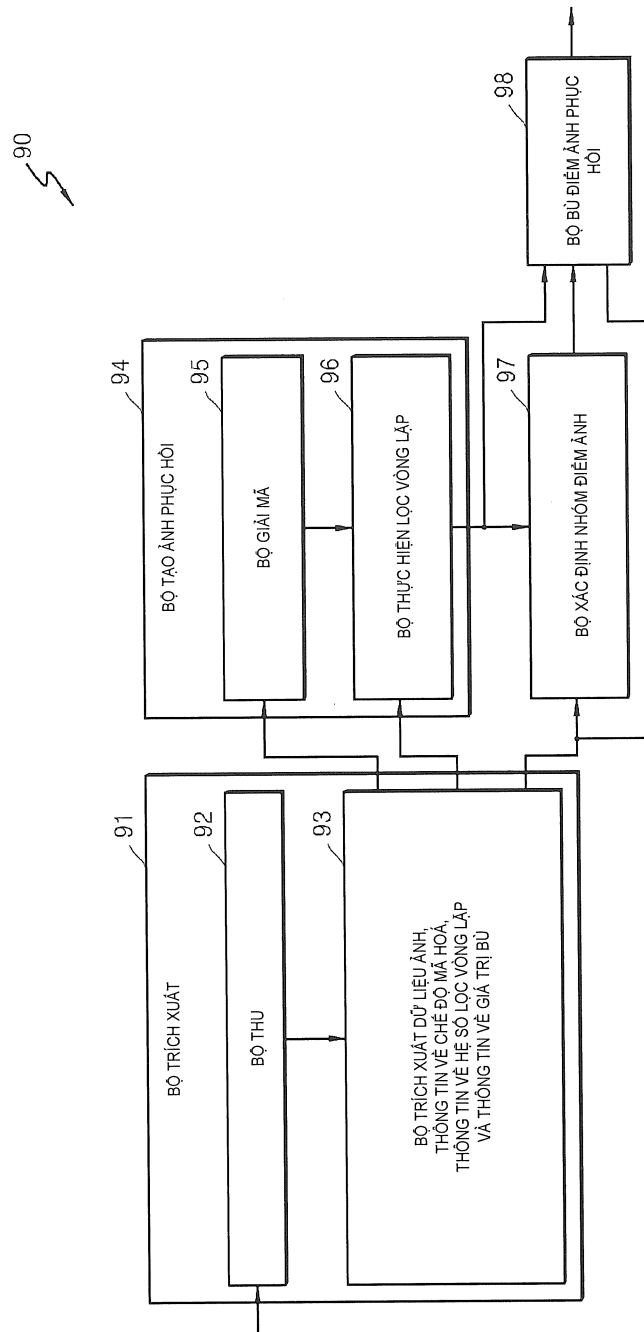


FIG. 10

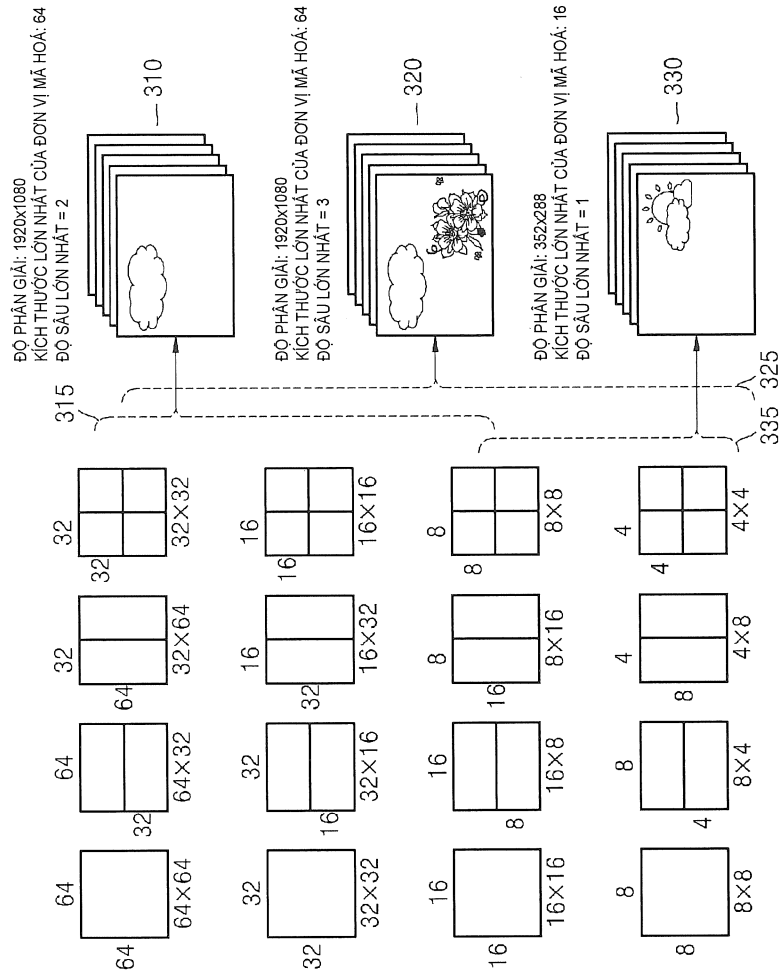


FIG. 11

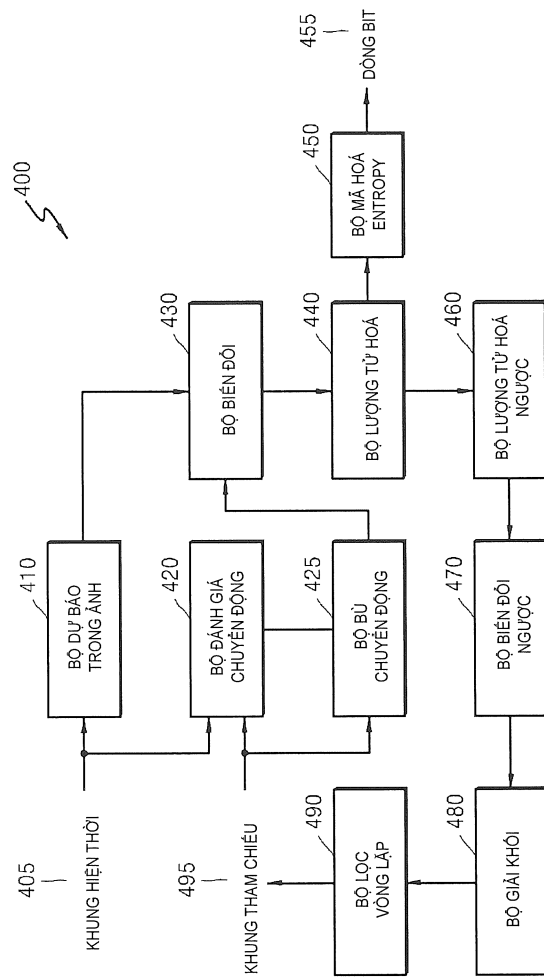


FIG. 13

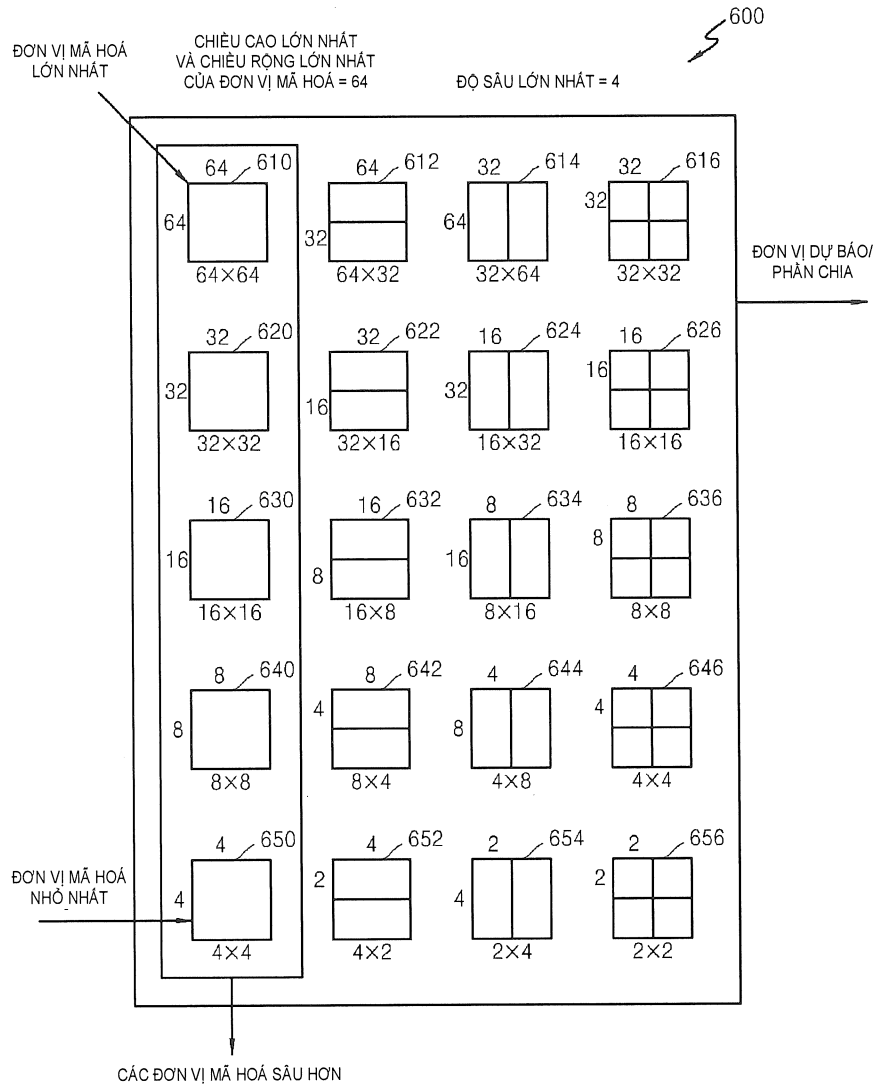


FIG. 14

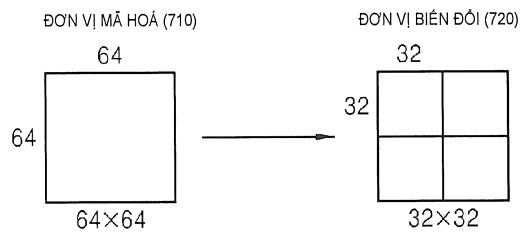


FIG. 15

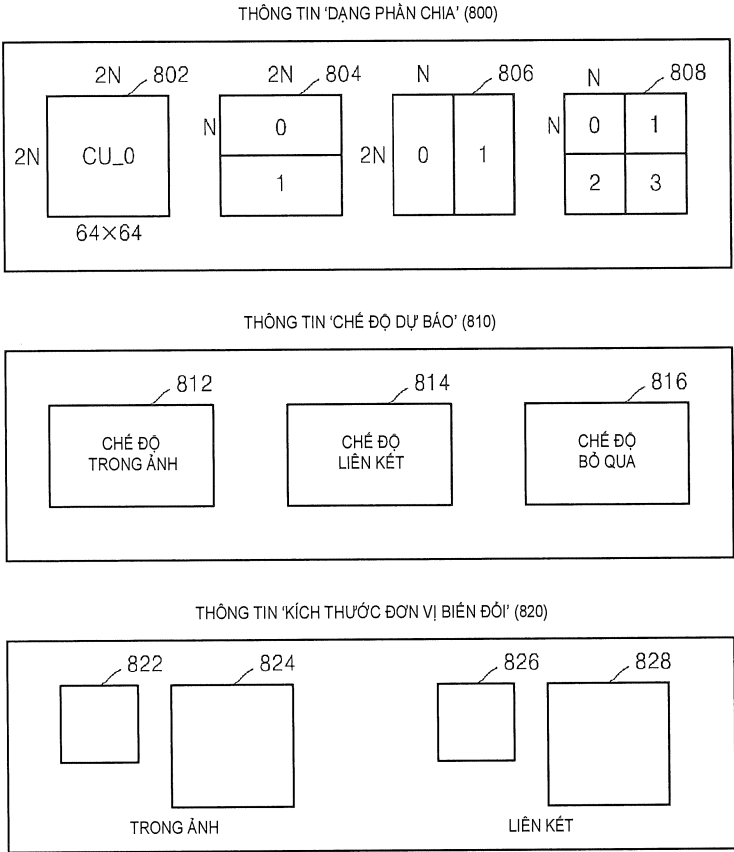


FIG. 16

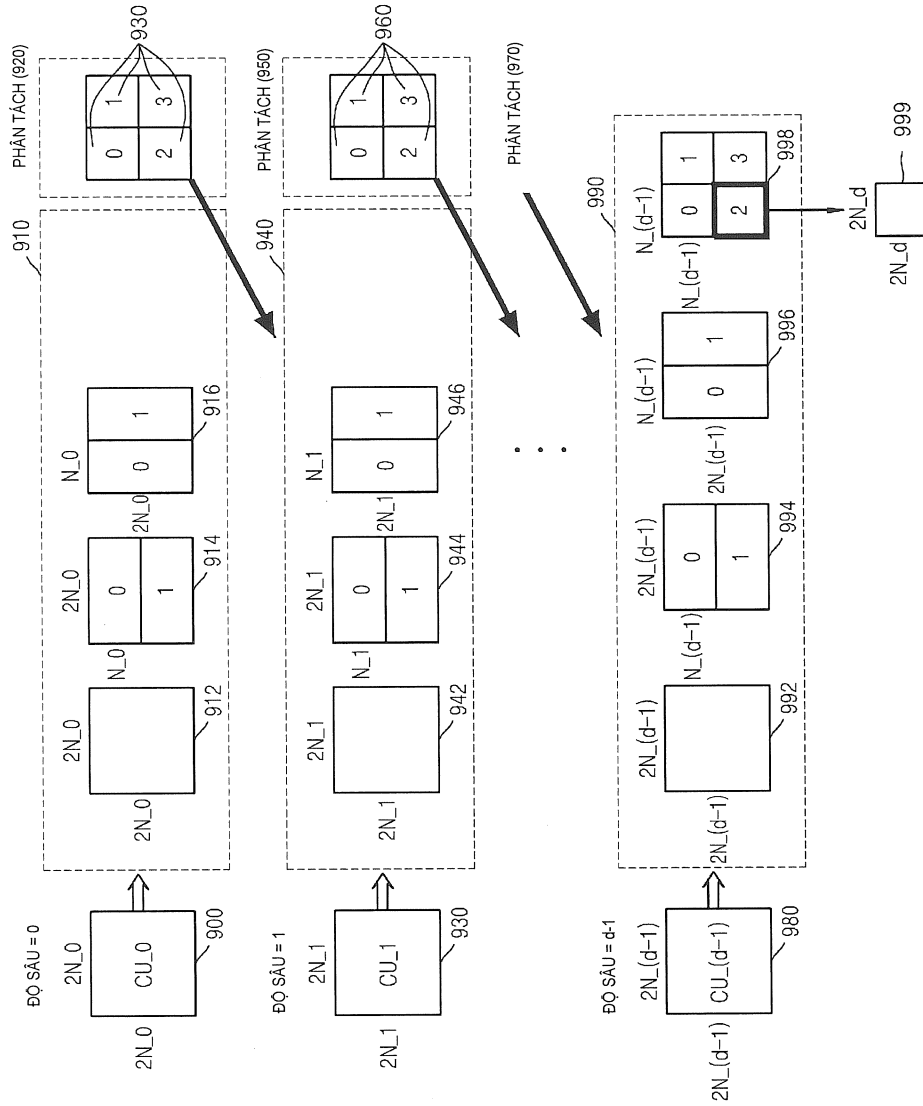


FIG. 17

FIG. 18

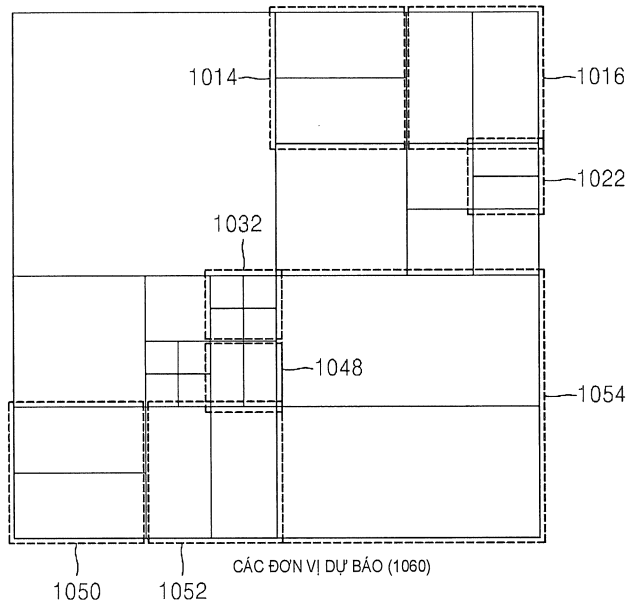


FIG. 19

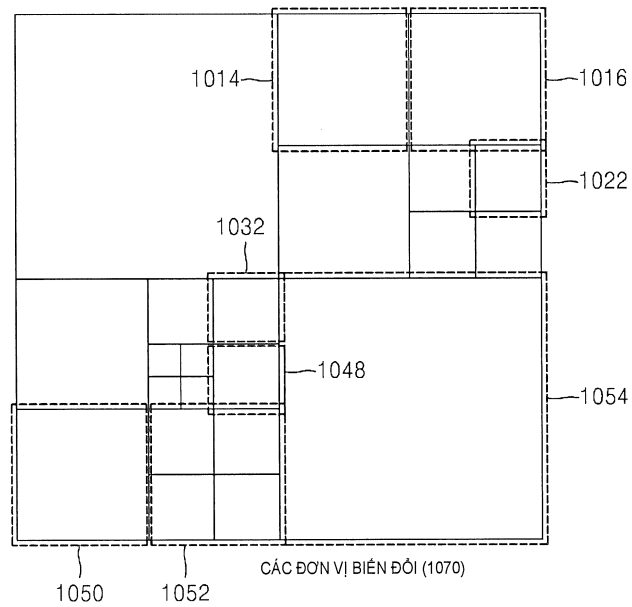


FIG. 20

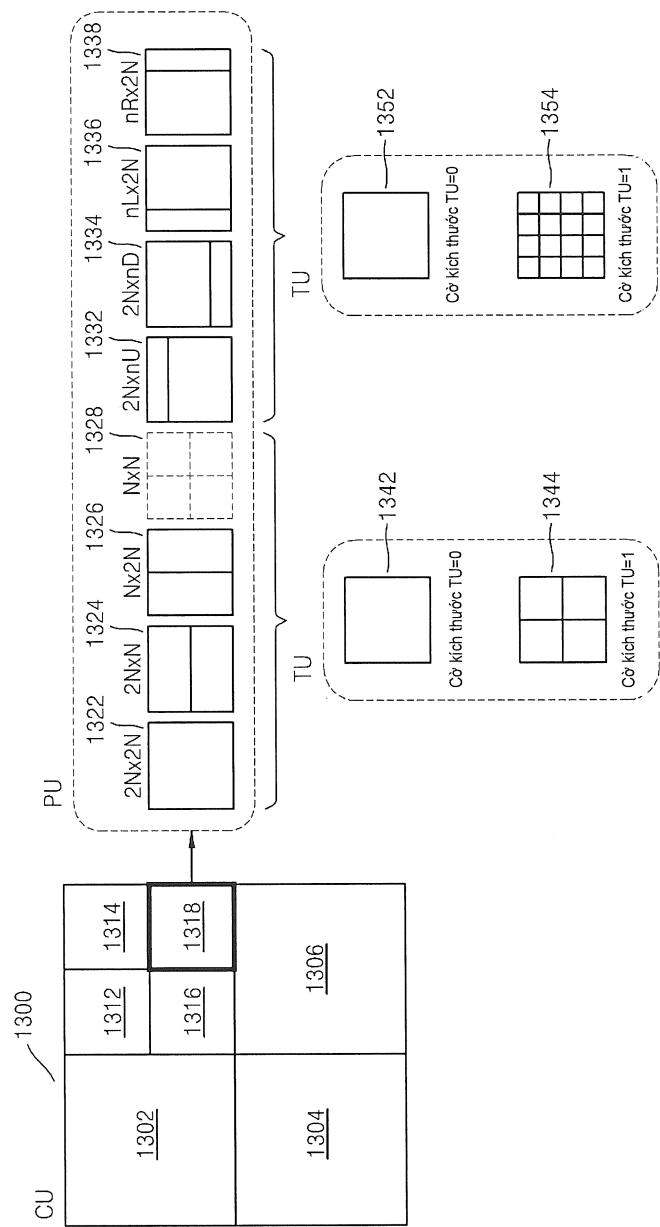


FIG. 21

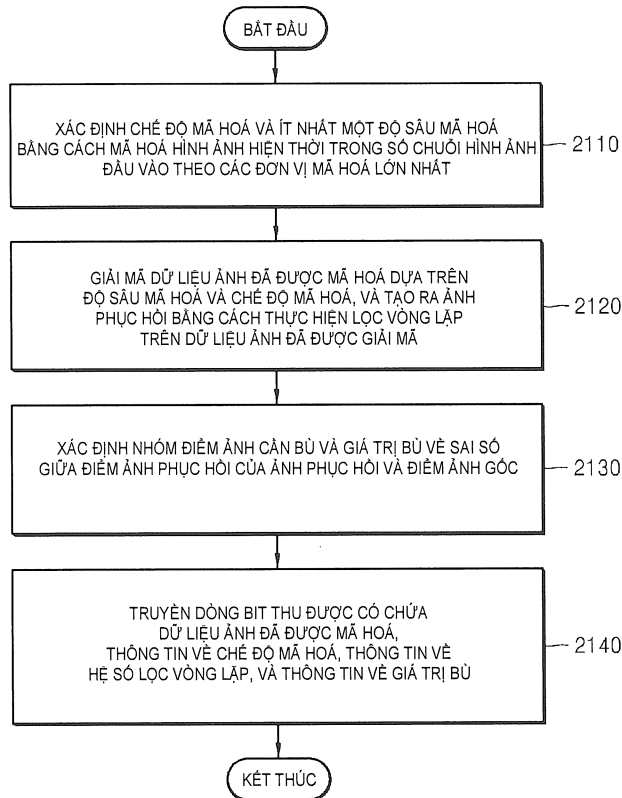


FIG. 22

