



(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)



1-0024783

(51)⁷ H04N 7/26

(13) B

(21) 1-2012-03281

(22) 05/04/2011

(86) PCT/KR2011/002383 05/04/2011

(87) WO2011/126282 13/10/2011

(30) 61/320,826 05/04/2010 US; 10-2010-0096920 05/10/2010 KR

(45) 27/07/2020 388

(43) 25/01/2013 298A

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

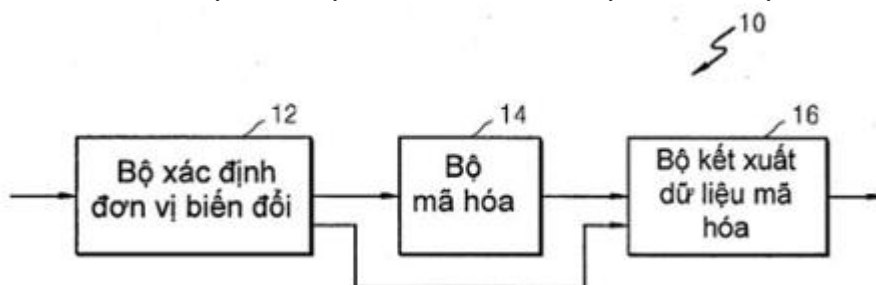
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-742, Republic of Korea

(72) MIN, Jung-Hye (KR); HAN, Woo-Jin (KR); LEE, Tammy (US); KIM, Il-koo (KR); CHEON, Min-Su (KR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ VIDEO

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp giải mã video sử dụng chỉ số biến đổi chỉ báo thông tin mà nó chỉ báo cấu trúc dữ liệu đơn vị biến đổi của đơn vị mã hóa hiện thời.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến các kỹ thuật mã hóa và giải mã video trong đó phép biến đổi giữa miền không gian và miền biến đổi được thực hiện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Do phần cứng để tái tạo và lưu trữ các nội dung video chất lượng cao và độ phân giải cao đang được phát triển và sử dụng, nhu cầu đối với codec video để có thể mã hóa hoặc giải mã một cách hiệu quả các nội dung video có chất lượng và độ phân giải cao đang tăng lên. Trong codec video thông thường, video được mã hóa theo phương pháp mã hóa giới hạn dựa trên khối macrô có kích thước định trước. Trong codec video thông thường, dữ liệu video được mã hóa và giải mã bằng cách thực hiện biến đổi và biến đổi ngược trên các khối macrô bằng cách sử dụng các khối có cùng kích thước.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án làm ví dụ đề cập đến quá trình mã hóa video và giải mã video trong đó phép biến đổi giữa miền không gian và miền biến đổi được thực hiện.

Theo một khía cạnh của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp mã hóa video bao gồm các bước: xác định đơn vị biến đổi là đơn vị dữ liệu trong đó đơn vị mã hóa hiện thời được biến đổi, đơn vị mã hóa này là đơn vị dữ liệu trong đó hình ảnh hiện thời của video được mã hóa; biến đổi dữ liệu của đơn vị mã hóa hiện thời dựa trên đơn vị biến đổi đã xác định để mã hóa dữ liệu của đơn vị mã hóa hiện thời; và kết xuất dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời, thông tin chế độ mã hóa mà nó chỉ báo chế độ mã hóa của dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời, và thông tin chỉ số biến đổi mà nó chỉ báo cấu trúc của đơn vị biến đổi để biến đổi dữ liệu của đơn vị mã hóa hiện thời, dưới dạng dòng bit.

Theo khía cạnh khác của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp giải mã video đã mã hóa bao gồm các bước: thu dòng bit của video đã mã hóa và phân giải dòng bit thu được; trích xuất dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời mà nó là đơn vị dữ liệu trong đó hình ảnh hiện thời của video đã mã hóa được mã hóa, thông tin chế độ mã hóa mà nó chỉ báo chế độ mã hóa của dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời, và thông tin chỉ số biến đổi mà nó chỉ báo cấu trúc của đơn vị biến đổi là đơn vị dữ liệu trong đó dữ liệu của đơn vị mã hóa hiện thời được biến đổi, từ dòng bit được phân giải; và thực hiện biến đổi

ngược trên dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời dựa trên thông tin chỉ số biến đổi để giải mã dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời được biến đổi trong đơn vị biến đổi.

Theo khía cạnh khác của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất thiết bị mã hóa video bao gồm bộ xử lý, thiết bị này bao gồm: bộ xác định đơn vị biến đổi để xác định đơn vị biến đổi mà nó là đơn vị dữ liệu trong đó đơn vị mã hóa hiện thời được biến đổi, đơn vị mã hóa này là đơn vị dữ liệu trong đó hình ảnh hiện thời của video thu được sẽ được mã hóa; bộ mã hóa để biến đổi dữ liệu của đơn vị mã hóa hiện thời dựa trên đơn vị biến đổi định trước để mã hóa dữ liệu của đơn vị mã hóa hiện thời; và bộ kết xuất dữ liệu mã hóa để kết xuất dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời, thông tin chế độ mã hóa chỉ báo chế độ mã hóa của dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời, và thông tin chỉ số biến đổi mà nó chỉ báo cấu trúc của đơn vị biến đổi để biến đổi dữ liệu của đơn vị mã hóa hiện thời.

Theo khía cạnh khác của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất thiết bị giải mã video bao gồm bộ xử lý, thiết bị này bao gồm: bộ thu để thu dòng bit của video đã mã hóa và phân giải dòng bit thu được; bộ trích xuất để trích xuất dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời mà nó là đơn vị dữ liệu mà trong đó hình ảnh hiện thời của video đã mã hóa sẽ được mã hóa, thông tin chế độ mã hóa mà nó chỉ báo chế độ mã hóa của dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời, và thông tin chỉ số biến đổi mà nó chỉ báo cấu trúc của đơn vị biến đổi mà là đơn vị dữ liệu trong đó đơn vị mã hóa hiện thời được biến đổi, từ dòng bit được phân giải; và bộ giải mã để thực hiện biến đổi ngược trên dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời dựa trên thông tin chỉ số biến đổi để giải mã dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời đã được biến đổi thành đơn vị biến đổi.

Theo khía cạnh khác của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất thiết bị mã hóa video bao gồm bộ xử lý, thiết bị này bao gồm: bộ phân tách đơn vị mã hóa lớn nhất để phân tách hình ảnh hiện thời thành ít nhất một đơn vị mã hóa lớn nhất; bộ xác định đơn vị mã hóa để xác định các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây có chứa các đơn vị mã hóa có độ sâu mã hóa mà chúng có tính phân cấp theo độ sâu trong cùng khu vực của ít nhất một đơn vị mã hóa lớn nhất và độc lập trong các khu vực khác nhau, bằng cách xác định một cách độc lập đơn vị mã hóa có độ sâu mã hóa để kết xuất kết quả mã hóa cho mỗi đơn vị mã hóa sâu hơn, trong số tất cả các đơn vị mã hóa sâu hơn được tạo cấu trúc theo cách phân cấp theo các độ sâu mà chúng chỉ báo số lần mà ít nhất một đơn vị mã hóa lớn nhất được phân tách về mặt không gian, đối với mỗi trong số ít nhất một đơn vị mã hóa lớn nhất, và xác định đơn vị biến đổi là đơn vị dữ liệu trong đó đơn vị mã hóa hiện thời trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây được biến đổi, để mã hóa đơn vị mã hóa hiện thời bằng cách thực hiện biến đổi

dựa trên đơn vị biến đổi; và bộ kết xuất để mã hóa và kết xuất dữ liệu mã hóa của hình ảnh hiện thời, thông tin về độ sâu mã hóa của các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây và chế độ mã hóa, và thông tin chỉ số biến đổi về cấu trúc của các đơn vị biến đổi của các đơn vị mã hóa có độ sâu mã hóa, đối với mỗi trong số các đơn vị mã hóa lớn nhất.

Theo khía cạnh khác của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất thiết bị giải mã video bao gồm bộ xử lý, thiết bị này bao gồm: bộ thu để thu dòng bit của video đã mã hóa và phân giải dòng bit thu được; bộ trích xuất dữ liệu ảnh và thông tin mã hóa để trích xuất dữ liệu mã hóa của hình ảnh, thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa, và thông tin chỉ số biến đổi về cấu trúc của các đơn vị biến đổi của các đơn vị mã hóa có độ sâu mã hóa, theo các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây nằm trong mỗi trong số các đơn vị mã hóa lớn nhất mà từ đó hình ảnh được phân tách, từ dòng bit được phân giải; và bộ giải mã dữ liệu ảnh để giải mã dữ liệu mã hóa bằng cách thực hiện biến đổi ngược trên các đơn vị mã hóa có độ sâu mã hóa, dựa trên các đơn vị biến đổi thu được dựa trên dựa trên thông tin chỉ số biến đổi, đối với mỗi trong số các đơn vị mã hóa lớn nhất, trong đó các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây này bao gồm các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa đã xác định để kết xuất kết quả mã hóa từ các đơn vị mã hóa sâu hơn được tạo cấu trúc theo cách phân cấp theo các độ sâu chỉ báo số lần đơn vị mã hóa lớn nhất được phân tách về mặt không gian, khi ít nhất một trong số các đơn vị mã hóa lớn nhất này được mã hóa.

Theo khía cạnh khác của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có chứa trên đó chương trình để thực hiện phương pháp mã hóa video.

Theo khía cạnh khác của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có chứa trên đó chương trình để thực hiện phương pháp giải mã video.

Thiết bị mã hóa video theo một phương án làm ví dụ và thiết bị giải mã video theo một phương án làm ví dụ có thể mã hóa và giải mã một cách hiệu quả thông tin được sử dụng để xác định các kích thước và hình dạng khác nhau của các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, mà chúng cần thiết để thực hiện biến đổi và biến đổi ngược trong quá trình mã hóa và giải mã video dựa trên các kích thước và hình dạng khác nhau của các đơn vị mã hóa, bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi theo một phương án làm ví dụ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.2 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.3 là sơ đồ minh họa cấu trúc của đơn vị biến đổi và chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.4 là sơ đồ minh họa cấu trúc của đơn vị biến đổi và chỉ số biến đổi, theo phương án làm ví dụ;

Fig.5 và Fig.6 là các sơ đồ minh họa các ví dụ về việc sử dụng chỉ số biến đổi theo một phương án làm ví dụ;

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.8 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.9 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa video sử dụng các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây và chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.10 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã video sử dụng các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây và chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.11 là sơ đồ minh họa khái niệm về các đơn vị mã hóa theo một phương án làm ví dụ;

Fig.12 là sơ đồ khối của bộ mã hóa ảnh dựa trên các đơn vị mã hóa theo một phương án làm ví dụ;

Fig.13 là sơ đồ khối của bộ giải mã ảnh dựa trên các đơn vị mã hóa theo một phương án làm ví dụ;

Fig.14 là sơ đồ minh họa các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, và các phần chia theo một phương án làm ví dụ;

Fig.15 là sơ đồ minh họa tương quan giữa đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.16 là sơ đồ minh họa thông tin mã hóa của các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.17 là sơ đồ về các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, theo một phương án làm ví dụ;

Các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.20 là các sơ đồ minh họa tương quan giữa các đơn vị mã hóa, các đơn vị dự báo, và các đơn vị biến đổi, theo một phương án làm ví dụ;

Fig.21 là sơ đồ minh họa tương quan giữa đơn vị mã hóa, đơn vị dự báo hoặc phân chia, và đơn vị biến đổi, theo thông tin chế độ mã hóa của bảng 1;

Fig.22 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa video sử dụng chỉ số biến đổi trên cơ sở các đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ; và

Fig.23 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video sử dụng chỉ số biến đổi trên cơ sở các đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả chi tiết hơn cùng với các hình vẽ kèm theo, trong đó các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả. Trong các phương án làm ví dụ, "đơn vị" có thể là hoặc có thể không phải là đơn vị có kích thước, tùy thuộc vào ngữ cảnh, và 'ảnh' có thể là ảnh tĩnh cho video hoặc là ảnh động, nghĩa là, chính video.

Sau đây, 'đơn vị mã hóa' là đơn vị dữ liệu mã hóa trong đó dữ liệu ảnh được mã hóa ở phía bộ mã hóa và đơn vị dữ liệu mã hóa trong đó dữ liệu ảnh đã mã hóa được giải mã ở phía bộ giải mã, theo các phương án làm ví dụ. Ngoài ra, 'độ sâu mã hóa' là độ sâu mà ở đó đơn vị mã hóa được mã hóa.

Phép mã hóa và giải mã video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi trên cơ sở các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.8. Phép mã hóa và giải mã video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi trên cơ sở các đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ từ Fig.9 đến Fig.23.

Đầu tiên, phương pháp và thiết bị mã hóa video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi và phương pháp và thiết bị giải mã video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi theo một phương án làm ví dụ sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.8.

Fig.1 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa video 10 bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ.

Như được thể hiện trên Fig.1, thiết bị mã hóa video 10 bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi bao gồm bộ xác định đơn vị biến đổi 12, bộ mã hóa 14, và bộ kết xuất dữ liệu mã hóa 16. Để thuận tiện cho việc giải thích, thiết bị mã hóa video bằng cách sử dụng chỉ số biến

đổi sẽ được gọi là thiết bị mã hóa video 10. Các bước hoạt động của bộ xác định đơn vị biến đổi 12, bộ mã hóa 14, và bộ kết xuất dữ liệu mã hóa 16 của thiết bị mã hóa video 10 có thể được điều khiển một cách có tổ chức (không được mô tả) bởi bộ xử lý mã hóa video, bộ xử lý trung tâm (CPU - central processing unit), bộ xử lý đồ họa (GPU - graphics processing unit), hoặc dạng tương tự.

Thiết bị mã hóa video 10 phân tách ảnh hiện thời của video thu được thành các đơn vị dữ liệu, mỗi đơn vị này có kích thước định trước, và thực hiện mã hóa trên mỗi đơn vị dữ liệu, để mã hóa ảnh hiện thời. Sau đây, đơn vị dữ liệu trong đó hình ảnh hiện thời được mã hóa được gọi là 'đơn vị mã hóa'. Thiết bị mã hóa video 10 có thể mã hóa hình ảnh hiện thời bằng cách thực hiện mã hóa dự báo bao gồm dự báo liên kết và dự báo trong ảnh, biến đổi và lượng tử hóa, và mã hóa entropy trên mỗi đơn vị mã hóa.

Bộ xác định đơn vị biến đổi 12 xác định đơn vị biến đổi, là đơn vị dữ liệu mà trong đó đơn vị mã hóa hiện thời, trong số các đơn vị mã hóa của hình ảnh hiện thời, được biến đổi. Đơn vị biến đổi này có thể nằm trong đơn vị mã hóa hiện thời, và có thể được xác định là đơn vị dữ liệu có kích thước nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị mã hóa hiện thời. Bộ xác định đơn vị biến đổi 12 có thể tạo ra đơn vị biến đổi bằng cách chia đôi chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa hiện thời, nghĩa là chia đơn vị mã hóa hiện thời ra làm bốn phần.

Bộ xác định đơn vị biến đổi 12 có thể tạo ra các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn bằng cách chia đôi chiều cao và chiều rộng của đơn vị biến đổi. Bộ xác định đơn vị biến đổi 12 có thể phân tách đơn vị mã hóa hiện thời thành các đơn vị biến đổi, mỗi đơn vị này có cùng kích thước bằng cách phân tách tất cả các đơn vị biến đổi thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn. Do chiều cao và chiều rộng của mỗi đơn vị biến đổi được chia đôi, nên đơn vị mã hóa hiện thời có thể được phân tách thành các đơn vị biến đổi mà mỗi đơn vị này có cùng kích thước, và tổng số đơn vị biến đổi có mức thấp hơn bằng 4 lũy thừa của một số nguyên dương.

Bộ xác định đơn vị biến đổi 12 có thể xác định các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, để biến đổi đơn vị mã hóa hiện thời. Các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây bao gồm các đơn vị biến đổi cuối cùng mà các kết quả biến đổi của chúng được xác định là sẽ được kết xuất, trong số các đơn vị biến đổi của đơn vị mã hóa hiện thời.

Để xác định các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, bộ xác định đơn vị biến đổi 12 có thể tạo ra các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn bằng cách lặp đi lặp lại việc chia đôi chiều cao và chiều rộng của đơn vị biến đổi trong số các đơn vị biến đổi của đơn vị mã hóa hiện

thời. Bộ xác định đơn vị biến đổi 12 có thể xác định liệu có phân tách mỗi đơn vị biến đổi thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn hay không, độc lập với các đơn vị biến đổi khác trên cùng một mức giống mức của mỗi đơn vị biến đổi.

Bộ xác định đơn vị biến đổi 12 có thể lựa chọn các đơn vị biến đổi có mức mà sai số biến đổi được tối thiểu hóa, bằng cách biến đổi lặp đi lặp lại các đơn vị biến đổi của mỗi mức có cấu trúc phân cấp trong đơn vị mã hóa hiện thời. Đơn vị biến đổi có mức cho phép sai số biến đổi nhỏ nhất có thể được xác định là đơn vị biến đổi cuối cùng mà kết quả biến đổi của nó sẽ được kết xuất. Do đó, bộ xác định đơn vị biến đổi 12 có thể xác định các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây theo một phương án làm ví dụ trong đó các đơn vị biến đổi cuối cùng mà các kết quả biến đổi của chúng được xác định là sẽ được kết xuất nằm trong đó.

Bộ mã hóa 14 mã hóa đơn vị mã hóa hiện thời bằng cách tạo dữ liệu dư của đơn vị mã hóa hiện thời và biến đổi dữ liệu dư này dựa trên các đơn vị biến đổi được xác định bởi bộ xác định đơn vị biến đổi 12. 'Phép biến đổi' đối với quá trình mã hóa video theo một phương án làm ví dụ là kỹ thuật xử lý dữ liệu để biến đổi dữ liệu của miền không gian của video thành dữ liệu của miền biến đổi của video. Các ví dụ về phép biến đổi được thực hiện đối với quá trình mã hóa video bởi bộ mã hóa 14 có thể bao gồm biến đổi tần số, biến đổi trực giao, biến đổi nguyên, và dạng tương tự.

Bộ kết xuất dữ liệu mã hóa 16 kết xuất dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời, thông tin để chỉ báo chế độ mã hóa, và thông tin chỉ số biến đổi, dưới dạng dòng bit.

Thông tin về chế độ mã hóa có thể bao gồm thông tin về nhiều phương pháp và dạng tương tự được sử dụng để mã hóa đơn vị mã hóa hiện thời.

Thông tin chỉ số biến đổi có thể là thông tin về cấu trúc của đơn vị biến đổi được sử dụng để biến đổi đơn vị mã hóa hiện thời. Ví dụ, thông tin chỉ số biến đổi có thể bao gồm số lần đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách để trở thành các đơn vị biến đổi có mức cuối cùng, và thông tin về kích thước và hình dạng của các đơn vị biến đổi.

Thông tin chỉ số biến đổi có thể thể hiện liệu đơn vị biến đổi hiện thời có được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn hay không. Ví dụ, bit phân tách của đơn vị biến đổi tương ứng với dữ liệu 1 bit, mà nó chỉ báo liệu đơn vị biến đổi hiện thời có được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn hay không, có thể được sử dụng làm thông tin chỉ số biến đổi.

Thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ nhất có thể chỉ báo liệu đơn vị biến đổi hiện thời có được phân tách thành các đơn vị biến đổi có cùng kích thước hay

không. Ví dụ, thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ nhất có thể chỉ báo liệu chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa hiện thời có được chia đôi một lần để thu được bốn đơn vị biến đổi hay được chia đôi hai lần để thu được 16 đơn vị biến đổi. Nói cách khác, thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ nhất có thể thể hiện con số bằng 4 lũy thừa của số nguyên dương của các đơn vị biến đổi có cùng kích thước, mà đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành.

Thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai có thể chỉ báo liệu đơn vị mã hóa hiện thời có được phân tách thành các đơn vị biến đổi có kích thước khác nhau theo cấu trúc cây hay không, theo một phương án làm ví dụ.

Kích thước của đơn vị biến đổi có thể được xác định dựa trên chỉ số biến đổi và loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị mã hóa hiện thời. Ví dụ, kích thước của đơn vị biến đổi tương ứng với chỉ số biến đổi có thể thay đổi theo loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị mã hóa.

Nếu đơn vị biến đổi hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có cùng kích thước, thì kích thước hiện thời của đơn vị biến đổi có thể được xác định dựa trên chỉ số biến đổi và loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị mã hóa tương ứng. Ngoài ra, nếu đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có kích thước khác nhau theo cấu trúc cây, thì kích thước của đơn vị biến đổi hiện thời có thể được xác định dựa trên chỉ số biến đổi và loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị mã hóa hiện thời.

Theo một phương án làm ví dụ, kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi có thể bằng với kích thước của đơn vị mã hóa. Theo phương án làm ví dụ khác, kích thước lớn nhất của đơn vị biến đổi có thể được xác định dựa trên loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị dự báo hoặc phân chia hiện thời. Ví dụ, kích thước lớn nhất của kích thước đơn vị biến đổi hiện thời có thể chỉ báo kích thước của hình vuông lớn nhất nằm trong đơn vị dự báo hoặc phân chia hiện thời.

Ví dụ, thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai có thể được biểu diễn dưới dạng chuỗi bit thu được bằng cách sắp xếp các bit phân tách của đơn vị biến đổi của các đơn vị biến đổi có các mức tương ứng thu được cho đến khi đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây. Thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai có thể bao gồm chuỗi bit thu được bằng cách sắp xếp các bit phân tách của đơn vị biến đổi của các đơn vị biến đổi liên kế có cùng mức trong dãy mà ở đó các đơn vị biến đổi được quét theo đường chữ chi. Khi đơn vị biến đổi định trước có thể

được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn có cấu trúc phân cấp, thì thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai có thể bao gồm chuỗi bit thu được bằng cách sắp xếp các bit phân tách của đơn vị biến đổi của các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn trong dãy mà ở đó các đơn vị biến đổi được quét theo đường chữ chi.

Fig.2 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ

Như được thể hiện trên Fig.2, thiết bị giải mã video 20 sử dụng chỉ số biến đổi bao gồm bộ thu 22, bộ trích xuất 24, và bộ giải mã 26. Để thuận tiện cho việc giải thích, thiết bị giải mã video 20 sử dụng chỉ số biến đổi sẽ được gọi là thiết bị giải mã video 20. Các bước hoạt động của bộ thu 22, bộ trích xuất 24, và bộ giải mã 26 của thiết bị giải mã video 20 có thể được điều khiển bởi bộ xử lý giải mã video, CPU, GPU (không được mô tả), hoặc dạng tương tự.

Để giải mã hình ảnh hiện thời của video thu được, thiết bị giải mã video 20 có thể giải mã bằng cách thực hiện giải mã entropy, giải lượng tử hóa, biến đổi ngược, và giải mã dự báo, bao gồm dự báo liên kết/bù và dự báo trong ảnh/bù, trên mỗi đơn vị mã hóa của hình ảnh hiện thời.

Bộ thu 22 thu và phân giải dòng bit cho video đã mã hóa. Bộ trích xuất 24 trích xuất dữ liệu mã hóa của mỗi đơn vị mã hóa của hình ảnh hiện thời, thông tin về chế độ mã hóa, và thông tin chỉ số biến đổi của đơn vị mã hóa hiện thời, từ dòng bit được phân giải bởi bộ thu 22.

Bộ giải mã 26 giải mã dữ liệu mã hóa bằng cách tạo ra các đơn vị biến đổi của đơn vị mã hóa hiện thời theo thông tin chỉ số biến đổi được trích xuất bởi bộ trích xuất 24 và thực hiện biến đổi ngược trên đơn vị mã hóa hiện thời trên cơ sở các đơn vị biến đổi. Kết quả của quá trình giải mã các đơn vị mã hóa là, hình ảnh hiện thời có thể được phục hồi.

Khái niệm về đơn vị biến đổi tương tự như được mô tả ở trên cùng với thiết bị mã hóa video 10 trên Fig.1. Nói cách khác, đơn vị biến đổi theo phương án làm ví dụ có thể là đơn vị biến đổi thu được bằng cách chia đôi chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa hiện thời hoặc đơn vị biến đổi có mức cao hơn. Tất cả các đơn vị biến đổi nằm trong đơn vị mã hóa hiện thời theo phương án làm ví dụ có thể có cùng kích thước. Đơn vị biến đổi theo phương án làm ví dụ khác là đơn vị biến đổi có một mức trong số các đơn vị biến đổi của đơn vị mã hóa hiện thời có cấu trúc cây, và có thể được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn thông qua việc phân tách lặp đi lặp lại đối với mỗi mức của đơn vị biến đổi

hoặc thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn thông qua việc phân tách độc lập giữa các đơn vị biến đổi liên kề.

Bộ giải mã 26 có thể đọc thông tin chỉ báo số lần đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức cuối cùng, thông tin về kích thước và hình dạng của các đơn vị biến đổi, và dạng tương tự, từ thông tin chỉ số biến đổi này.

Bộ giải mã 26 có thể đọc thông tin chỉ báo liệu đơn vị biến đổi hiện thời có được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn, từ thông tin chỉ số biến đổi hay không.

Bộ giải mã 26 có thể đọc thông tin chỉ báo mức của đơn vị biến đổi từ chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ nhất. Trong trường hợp này, do đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có cùng kích thước cho mỗi mức cho đến khi thu được các đơn vị biến đổi có mức cuối cùng, nên bộ giải mã 26 có thể xác định các đơn vị biến đổi có mức cuối cùng có cùng kích thước bằng cách xác định mức cuối cùng của các đơn vị biến đổi theo chỉ số biến đổi và chia đôi chiều cao và chiều rộng của tất cả các đơn vị biến đổi có mức cao hơn khi đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức cuối cùng này.

Bộ giải mã 26 có thể xác định kích thước của đơn vị biến đổi dựa trên chỉ số biến đổi và loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị mã hóa hiện thời. Ví dụ, kích thước của đơn vị biến đổi tương ứng với chỉ số biến đổi có thể thay đổi theo loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị mã hóa.

Nếu bộ giải mã 26 có thể phân tách đơn vị mã hóa hiện thời và sau đó xác định các đơn vị biến đổi hiện thời có cùng kích thước, thì kích thước của đơn vị biến đổi hiện thời có thể được xác định dựa trên chỉ số biến đổi và loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị mã hóa hiện thời. Ngoài ra, nếu đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có các kích thước khác nhau theo cấu trúc cây, thì kích thước của đơn vị biến đổi hiện thời có thể được xác định dựa trên chỉ số biến đổi và loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị mã hóa hiện thời.

Bộ giải mã 26 có thể xác định các đơn vị biến đổi thu được theo cấu trúc cây, dựa trên thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai. Ví dụ, chuỗi bit của thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai có thể là chuỗi bit thu được bằng cách sắp xếp các bit được phân tách theo đơn vị biến đổi dùng cho các đơn vị biến đổi của mỗi mức. Bộ giải mã 26 có thể xác định các đơn vị biến đổi mà đơn vị mã hóa hiện thời được

phân tách thành theo cấu trúc cây, bằng cách đọc chuỗi bit của thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai và phân tách đơn vị mã hóa hiện thời sao cho việc phân tách độc lập được thực hiện giữa các đơn vị biến đổi trên cùng một mức và việc phân tách lặp đi lặp lại được thực hiện giữa các mức.

Tại thời điểm này, bộ giải mã 26 có thể đọc các bit phân tách của đơn vị biến đổi của các đơn vị biến đổi trên cùng một mức từ thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai và có thể phân tách các đơn vị biến đổi trên mức cao hơn thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn theo dãy quét hình chữ chi. Khi đơn vị biến đổi có mức cao hơn được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn, thì bộ giải mã 26 có thể đọc các bit phân tách của các đơn vị biến đổi của các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn, mà chúng nằm trong đơn vị biến đổi có mức cao hơn, theo dãy quét hình chữ chi.

Phép biến đổi ngược được thực hiện cho mỗi quá trình giải mã video bởi bộ giải mã 26 có thể được gọi là quá trình xử lý của biến đổi dữ liệu của miền biến đổi thành dữ liệu của miền không gian. Các ví dụ về phép biến đổi ngược được thực hiện bởi bộ giải mã 26 có thể bao gồm biến đổi ngược tần số, biến đổi ngược trực giao, biến đổi ngược nguyên, và dạng tương tự.

Thiết bị mã hóa video 10 và thiết bị giải mã video 20 có thể mã hóa và giải mã một cách hiệu quả thông tin được sử dụng để xác định nhiều kích thước và hình dạng của các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, mà chúng cần thiết để thực hiện biến đổi và biến đổi ngược trong quá trình mã hóa và giải mã video dựa trên nhiều kích thước và hình dạng của các đơn vị mã hóa, bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi theo một phương án làm ví dụ.

Fig.3 là sơ đồ minh họa cấu trúc của đơn vị biến đổi và chỉ số biến đổi, theo phương án làm ví dụ thứ nhất.

Nhóm đơn vị biến đổi 32 có mức 0, nhóm đơn vị biến đổi 34 có mức 1, và nhóm đơn vị biến đổi 36 có mức 2 được minh họa theo chỉ số biến đổi, là cấu trúc đơn vị biến đổi theo phương án thứ nhất mà nó bao gồm các đơn vị biến đổi có cùng kích thước để biến đổi đơn vị mã hóa CU0 30. Chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ nhất có thể thể hiện số lần đơn vị mã hóa CU0 30 được phân tách để trở thành nhóm đơn vị biến đổi có mức hiện thời, nghĩa là số mức.

Nói cách khác, nhóm đơn vị biến đổi 32 có mức 0 bao gồm đơn vị biến đổi TU0 có cùng kích thước như đơn vị mã hóa CU0 30 bằng cách phân tách chiều cao và chiều rộng

của đơn vị mã hóa CUO 30 không lần. Trong trường hợp này, chỉ số biến đổi của nhóm đơn vị biến đổi 32 có mức 0 bằng 0.

Nhóm đơn vị biến đổi 34 có mức 1 bao gồm các đơn vị biến đổi TU10, TU11, TU12, và TU13 mỗi đơn vị này có chiều cao và chiều rộng bằng một nửa chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa CUO 30, bằng cách phân tách chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa CUO 30 một lần. Trong trường hợp này, chỉ số biến đổi của nhóm đơn vị biến đổi 34 có mức 1 bằng 1.

Nhóm đơn vị biến đổi 36 có mức 2 bao gồm các đơn vị biến đổi TU20, TU21, TU22, TU23, TU24, TU25, TU26, TU27, TU28, TU29, TU2A, TU2B, TU2C, TU2D, TU2E, và TU2F có chiều cao và kích thước bằng một phần tư của đơn vị mã hóa CUO 30, bằng cách phân tách chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa CUO 30 hai lần. Trong trường hợp này, chỉ số biến đổi của nhóm đơn vị biến đổi 36 ở mức 2 bằng 2.

Fig.4 là sơ đồ minh họa cấu trúc của đơn vị biến đổi và chỉ số biến đổi, theo phương án làm ví dụ thứ hai.

Nhóm đơn vị biến đổi 40 được minh họa là cấu trúc đơn vị biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai bao gồm các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây để biến đổi đơn vị mã hóa CUO 30. Chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai có thể được biểu diễn là chuỗi bit gồm các bit phân tách của đơn vị biến đổi cho mỗi mức mà nó được sử dụng cho đến khi thu được các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây từ đơn vị mã hóa CUO 30.

Nói cách khác, do đơn vị biến đổi có mức 0 có cùng kích thước như đơn vị mã hóa CUO 30 được phân tách thành các đơn vị biến đổi TU40, TU41, TU42, và TU43 có mức 1, bit được phân tách đơn vị biến đổi 1 cho mỗi mức 1 có thể được tạo và được bao gồm trong chỉ số biến đổi. Do các bit phân tách của đơn vị biến đổi dùng cho các đơn vị biến đổi trên cùng một mức được sắp xếp theo dãy quét hình chữ chi, nên các bit phân tách của đơn vị biến đổi đối với mức 0 có thể được sắp xếp theo dãy gồm các bit phân tách của đơn vị biến đổi dùng cho các đơn vị biến đổi TU40, TU41, TU42, và TU43. Do các đơn vị biến đổi TU40 và TU41 không được phân tách, nên các bit phân tách của đơn vị biến đổi 0 và 0 đối với các đơn vị biến đổi TU40 và TU41 có thể được tạo ra tuần tự và được bao gồm trong chỉ số biến đổi.

Đơn vị biến đổi TU42 có mức 1 còn được phân tách thành các đơn vị biến đổi TU50, TU51, TU52, và TU53 có mức 2. Do đó, bit phân tách đơn vị biến đổi 1 cho đơn vị biến đổi TU42 có mức 1 có thể được tạo ra. Khi đơn vị biến đổi có mức hiện thời được phân tách

thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn, thì các bit phân tách của đơn vị biến đổi dùng cho các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn có thể được bao gồm trong chỉ số biến đổi. Do đó, bit phân tách của đơn vị biến đổi 0 dùng cho đơn vị biến đổi TU50 có mức 2, bit phân tách của đơn vị biến đổi 1 dùng cho đơn vị biến đổi TU51 có mức 2, bit phân tách của đơn vị biến đổi 0 dùng cho đơn vị biến đổi TU52 có mức 2, và bit phân tách của đơn vị biến đổi 0 dùng cho đơn vị biến đổi TU53 có mức 2 sẽ được chứa một cách tuần tự trong chỉ số biến đổi. Đơn vị biến đổi TU51 có mức 2 còn được phân tách thành các đơn vị biến đổi TU60, TU61, TU62, và TU63 có mức 3. Đơn vị biến đổi có mức 3 là đơn vị biến đổi nhỏ nhất hay đơn vị nhỏ nhất, và đơn vị biến đổi có mức 3 không được phân tách tiếp.

Nói cách khác, nếu bit phân tách của đơn vị biến đổi cho đơn vị biến đổi có mức hiện thời bằng 1 và các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn không phải là đơn vị biến đổi nhỏ nhất hay đơn vị nhỏ nhất, thì các bit phân tách của đơn vị biến đổi dùng cho các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn có thể được sắp xếp liên tiếp sau bit phân tách của đơn vị biến đổi dùng cho đơn vị biến đổi có mức hiện thời.

Cuối cùng, do đơn vị biến đổi TU43 có mức 1 không được phân tách, nên bit phân tách của đơn vị biến đổi 0 có thể được bao gồm trong chỉ số biến đổi.

Do đó, chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai đơn vị mã hóa CU0 30 có thể được xác định là 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0. Nếu các bit phân tách của đơn vị biến đổi dùng cho các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn liên tục bằng 0, thì có thể hiểu rằng các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn sẽ không được phân tách nữa.

Các bit phân tách của đơn vị biến đổi được tạo ra theo cách này sẽ được sắp xếp, bắt đầu từ đơn vị biến đổi có mức 0 có cùng kích thước với đơn vị mã hóa, theo cách mà các bit phân tách của đơn vị biến đổi của các đơn vị biến đổi trên cùng một mức được bố trí trong dãy quét hình chữ chi và nếu đơn vị biến đổi có mức định trước được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn có cấu trúc phân cấp, thì các bit phân tách của đơn vị biến đổi dùng cho các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn được bố trí trong dãy quét hình chữ chi, nhờ đó có thể xác định chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai.

Fig.5 và Fig.6 là các sơ đồ minh họa các ví dụ về việc sử dụng của chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai.

Như mô tả ở trên cùng với Fig.4, nếu đơn vị biến đổi không được phân tách nữa, thì các bit phân tách của đơn vị biến đổi không được tạo thêm. Do đó, chỉ số biến đổi theo

phương án làm ví dụ thứ hai có thể được thiết lập theo kích thước của đơn vị biến đổi nhỏ nhất hay đơn vị nhỏ nhất.

Khi đơn vị biến đổi nhỏ nhất 52 của đơn vị mã hóa 50 kích thước $2N \times 2N$ có kích thước bằng $N \times N$, thì đơn vị mã hóa 50 có thể chỉ được phân tách cho đến khi thu được các đơn vị biến đổi $N \times N$, và do đó chỉ số biến đổi của đơn vị mã hóa 50 cho nhóm đơn vị biến đổi 54 có thể được thiết lập bằng 1.

Mặt khác, khi đơn vị biến đổi nhỏ nhất 62 của đơn vị mã hóa 60 có kích thước $2N \times 2N$ có kích thước bằng $(N/2) \times (N/2)$, thì mỗi đơn vị biến đổi có kích thước $N \times N$ trong nhóm đơn vị biến đổi 64 có thể được phân tách một lần nữa. Do đó, chỉ số biến đổi của đơn vị mã hóa 60 cho nhóm đơn vị biến đổi 64 có thể bao gồm, không chỉ bit phân tách của đơn vị biến đổi 1 cho đơn vị biến đổi có mức 0, mà còn bao gồm các bit phân tách của đơn vị biến đổi 0, 0, 0, và 0 dùng cho các đơn vị biến đổi có mức 1 trong nhóm đơn vị biến đổi 64.

Các đơn vị biến đổi được mô tả ở trên cùng với các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.6 có thể được xác định bởi bộ xác định đơn vị biến đổi 12 của thiết bị mã hóa video 10, và chỉ số biến đổi có thể được mã hóa bởi bộ kết xuất dữ liệu mã hóa 14. Bộ trích xuất 24 của thiết bị giải mã video 20 có thể trích xuất thông tin chỉ số biến đổi, và bộ giải mã 26 của nó có thể tạo ra đơn vị biến đổi bằng cách đọc chỉ số biến đổi, và thực hiện biến đổi ngược trên đơn vị biến đổi này.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ.

Trong bước 72, đơn vị biến đổi, tức là đơn vị dữ liệu mà trong đó đơn vị mã hóa hiện thời trong số các đơn vị mã hóa của ảnh hiện thời được biến đổi, được xác định. Đơn vị biến đổi có thể được xác định là đơn vị dữ liệu có kích thước nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị mã hóa hiện thời để đơn vị biến đổi nằm trong đơn vị mã hóa hiện thời, và đơn vị biến đổi có thể được tạo bằng cách chia đôi chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa. Do đơn vị biến đổi có thể tạo cấu trúc phân cấp, nên các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn có thể được tạo bằng cách chia đôi chiều cao và chiều rộng của đơn vị biến đổi có mức cao hơn. Ví dụ, tất cả các đơn vị biến đổi có mức định trước trong đơn vị mã hóa hiện thời có thể được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn, để nhiều các đơn vị biến đổi có cùng kích thước như số 4 lũy thừa của số nguyên dương có thể được tạo ra.

Đơn vị biến đổi có thể bao gồm các đơn vị biến đổi cuối cùng mà các kết quả biến đổi của chúng được xác định là sẽ được kết xuất, từ các đơn vị biến đổi của đơn vị mã hóa hiện thời.

Cấu trúc phân cấp của các đơn vị biến đổi theo phương án làm ví dụ có thể là cấu trúc cây. Trong khi chiều cao và chiều rộng của đơn vị biến đổi hiện thời trong số các đơn vị biến đổi của đơn vị mã hóa hiện thời được chia đôi theo cách lặp đi lặp lại, sẽ xác định được liệu việc chia đôi có được thực hiện một cách độc lập từ các đơn vị biến đổi khác hay không, và theo đó các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn được tạo ra. Các đơn vị biến đổi trên mỗi mức trong cùng một khu vực có thể tạo ra cấu trúc phân cấp. Các đơn vị biến đổi cuối cùng được xác định trong số các đơn vị biến đổi được tạo ra theo cách để các kết quả biến đổi được kết xuất, để các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây theo phương án làm ví dụ có thể được thu.

Các đơn vị biến đổi có mức mà ở đó sai số, do biến đổi đối với mỗi đơn vị biến đổi, được tối thiểu hóa có thể được chọn làm các đơn vị biến đổi cuối cùng mà các kết quả biến đổi của chúng được kết xuất, bằng cách thực hiện lặp đi lặp lại quá trình biến đổi trên mỗi mức đối với các đơn vị biến đổi có cấu trúc phân cấp trong đơn vị mã hóa hiện thời và so sánh các kết quả của các quá trình biến đổi với nhau.

Trong bước 74, đơn vị mã hóa hiện thời được mã hóa, bao gồm biến đổi dựa trên đơn vị biến đổi. Trong bước 76, dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời, thông tin về chế độ mã hóa, và thông tin chỉ số biến đổi được kết xuất.

Thông tin chỉ số biến đổi về cấu trúc của đơn vị biến đổi theo phương án làm ví dụ có thể chỉ báo liệu đơn vị biến đổi hiện thời có được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn hay không. Thông tin chỉ số biến đổi về cấu trúc của đơn vị biến đổi theo phương án làm ví dụ có thể bao gồm số lần đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức cuối cùng, và thông tin về kích thước và hình dạng của các đơn vị biến đổi.

Thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ nhất có thể chỉ báo mức mà nó xác định tổng số lần phân tách từ đơn vị mã hóa hiện thời đến đơn vị mã hóa có mức cuối cùng. Các đơn vị biến đổi của mỗi mức có thể có cùng kích thước.

Thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai có thể chỉ báo liệu đơn vị mã hóa hiện thời có được phân tách lặp đi lặp lại để thu được các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây hay không. Thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai có thể có hình

dạng của chuỗi bit thu được bằng cách sắp xếp các bit phân tách của đơn vị biến đổi mà nó chỉ báo liệu đơn vị biến đổi ở mỗi mức có được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn hay không. Chuỗi bit của thông tin chỉ số biến đổi này có thể được thu bằng cách sắp xếp các bit phân tách của đơn vị biến đổi của các đơn vị biến đổi liền kề có cùng mức trong dãy mà ở đó các đơn vị biến đổi được quét theo đường chữ chi. Khi đơn vị biến đổi hiện thời bao gồm các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn có cấu trúc phân cấp, thì chuỗi bit gồm thông tin chỉ số biến đổi có thể được xác định sao cho các bit phân tách của đơn vị biến đổi của các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn được sắp xếp trong dãy mà ở đó các đơn vị biến đổi được quét theo đường chữ chi.

Fig.8 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ.

Trong bước 82, dòng bit cho video đã mã hóa được thu và được phân giải.

Trong bước 84, dữ liệu mã hóa của đơn vị mã hóa hiện thời của ảnh hiện thời, thông tin về chế độ mã hóa, và thông tin chỉ số biến đổi được trích xuất từ dòng bit được phân giải.

Trong bước 86, quá trình biến đổi ngược được thực hiện trên đơn vị mã hóa hiện thời, dựa trên các đơn vị biến đổi thu được theo thông tin chỉ số biến đổi, và theo đó dữ liệu mã hóa được giải mã. Kết quả của việc giải mã từng đơn vị mã hóa là, hình ảnh hiện thời có thể được phục hồi. Việc liệu đơn vị biến đổi hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn hay không có thể được đọc dựa trên thông tin chỉ số biến đổi về cấu trúc của đơn vị biến đổi theo phương án làm ví dụ, và các đơn vị biến đổi có thể được xác định. Quá trình biến đổi ngược trên đơn vị mã hóa hiện thời có thể được thực hiện dựa trên các đơn vị biến đổi này.

Số lần đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách cho đến khi các đơn vị biến đổi có mức cuối cùng được thu, và thông tin về các kích thước, hình dạng, và dạng tương tự, của các đơn vị biến đổi có thể được đọc từ thông tin chỉ số biến đổi về cấu trúc của đơn vị biến đổi theo một phương án làm ví dụ.

Mức chỉ báo tổng số lần phân tách từ đơn vị mã hóa hiện thời thành đơn vị biến đổi có mức cuối cùng có thể được đọc từ thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ nhất. Mức của đơn vị biến đổi này chỉ báo số lần đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách để thu được 4 đơn vị biến đổi có cùng kích thước. Do đó, có thể xác định được cấu trúc của các

đơn vị biến đổi trong đó đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành các đơn vị biến đổi có cùng kích thước.

Chuỗi bit gồm các bit phân tách của đơn vị biến đổi chỉ báo liệu đơn vị biến đổi ở mỗi mức có được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn hay không được đọc từ thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai, cho đến khi đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách lặp đi lặp lại để thu được các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây. Do đó, có thể xác định được cấu trúc của các đơn vị biến đổi mà đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành theo cấu trúc cây.

Ví dụ, các bit phân tách của đơn vị biến đổi gồm các đơn vị biến đổi liên kế ở cùng một mức, trong số thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ thứ hai, có thể được đọc trong dãy mà ở đó các đơn vị biến đổi được quét theo đường chữ chi. Ngoài ra, các bit phân tách của đơn vị biến đổi của các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn có cấu trúc phân cấp nằm trong đơn vị biến đổi có mức định trước, trong số thông tin chỉ số biến đổi theo phương án làm ví dụ khác, có thể được đọc trong dãy mà ở đó các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn được quét theo đường chữ chi.

Đầu tiên, phương pháp và thiết bị mã hóa video bằng cách sử dụng đơn vị mã hóa có cấu trúc cây và chỉ số biến đổi, và phương pháp và thiết bị giải mã video bằng cách sử dụng đơn vị mã hóa có cấu trúc cây và chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ từ Fig.9 đến Fig.23.

Fig.9 là sơ đồ khối của thiết bị mã hóa video 100, bằng cách sử dụng chỉ số biến đổi trên cơ sở các đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, theo phương án làm ví dụ.

Thiết bị mã hóa video 100, sử dụng chỉ số biến đổi dựa trên các đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, bao gồm bộ phân tách đơn vị mã hóa lớn nhất 110, bộ xác định đơn vị mã hóa 120, và bộ kết xuất 130. Để thuận tiện cho việc giải thích, thiết bị mã hóa video 100, sử dụng chỉ số biến đổi dựa trên các đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, được gọi là thiết bị mã hóa video 100.

Bộ phân tách đơn vị mã hóa lớn nhất 110 có thể phân tách hình ảnh hiện thời dựa trên đơn vị mã hóa lớn nhất của ảnh hiện thời của ảnh. Nếu ảnh hiện thời lớn hơn đơn vị mã hóa lớn nhất, thì dữ liệu ảnh của ảnh hiện thời có thể được phân tách thành ít nhất một đơn vị mã hóa lớn nhất. Đơn vị mã hóa lớn nhất theo phương án làm ví dụ 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 cao bằng 2. Dữ liệu ảnh có thể được kết xuất đến bộ xác định đơn vị mã hóa 120 theo ít nhất một đơn vị mã hóa lớn nhất.

Đơn vị mã hóa theo phương án làm ví dụ có thể được đặc trưng bởi kích thước lớn nhất và độ sâu. Độ sâu là số lần đơn vị mã hóa được phân tách về mặt không gian tính từ đơn vị mã hóa lớn nhất, và khi độ sâu sâu thêm hay tăng lên, thì các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu có thể được phân tách từ đơn vị mã hóa lớn nhất thành đơn vị mã hóa nhỏ nhất. Độ sâu của đơn vị mã hóa lớn nhất là độ sâu cao nhất và độ sâu của đơn vị mã hóa nhỏ nhất là độ sâu thấp nhất. Do kích thước của đơn vị mã hóa tương ứng với mỗi độ sâu giảm đi khi độ sâu của đơn vị mã hóa lớn nhất sâu thêm, nên đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu cao hơn có thể bao gồm nhiều đơn vị mã hóa tương ứng với các độ sâu thấp hơn.

Như mô tả ở trên, dữ liệu video của ảnh hiện thời được phân tách thành các đơn vị mã hóa lớn nhất theo kích thước lớn nhất của đơn vị mã hóa, và mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất có thể bao gồm các đơn vị mã hóa sâu hơn mà chúng được phân tách theo các độ sâu. Do đơn vị mã hóa lớn nhất theo phương án làm ví dụ được phân tách theo các độ sâu, nên dữ liệu video của miền không gian nằm trong đơn vị mã hóa lớn nhất có thể được phân loại theo cách phân cấp theo các độ sâu.

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

Bộ xác định đơn vị mã hóa 120 mã hóa ít nhất một khu vực thu được bằng cách phân tách một khu vực của đơn vị mã hóa lớn nhất theo các độ sâu, và xác định độ sâu để kết xuất dữ liệu video đã mã hóa cuối cùng theo ít nhất một khu vực phân tách. Nói cách khác, bộ xác định đơn vị mã hóa 120 xác định độ sâu mã hóa bằng cách mã hóa dữ liệu video trong các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, theo đơn vị mã hóa lớn nhất của ảnh hiện thời, và lựa chọn độ sâu có sai số mã hóa nhỏ nhất. Do đó, dữ liệu ảnh được mã hóa của đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa đã xác định cuối cùng được kết xuất. Ngoài ra, các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa có thể được xem là các đơn vị mã hóa đã mã hóa.

Độ sâu mã hóa đã xác định và dữ liệu ảnh mã hóa theo độ sâu mã hóa đã xác định được kết xuất đến bộ kết xuất 130.

Dữ liệu ảnh trong đơn vị mã hóa lớn nhất được mã hóa dựa trên các đơn vị mã hóa sâu hơn tương ứng với ít nhất một độ sâu thấp hơn hoặc bằng độ sâu lớn nhất, và các kết

quả mã hóa dữ liệu ảnh được so sánh dựa trên mỗi trong số các đơn vị mã hóa sâu hơn. Độ sâu có sai số mã hóa nhỏ nhất có thể được chọn sau khi so sánh các sai số mã hóa của các đơn vị mã hóa sâu hơn. Ít nhất một độ sâu mã hóa có thể được chọn đối với mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất.

Kích thước của đơn vị mã hóa lớn nhất được phân tách khi đơn vị mã hóa được phân tách theo cách phân cấp theo các độ sâu, và khi số lượng các đơn vị mã hóa tăng lên. Ngoài ra, ngay cả khi các đơn vị mã hóa tương ứng với cùng độ sâu trong một đơn vị mã hóa lớn nhất, thì sẽ xác định được liệu có phân tách mỗi đơn vị mã hóa tương ứng với cùng độ sâu đến độ sâu thấp hơn hay không bằng cách đo sai số mã hóa của dữ liệu ảnh của mỗi đơn vị mã hóa một cách riêng biệt. Do đó, ngay cả khi dữ liệu ảnh nằm trong một đơn vị mã hóa lớn nhất, thì dữ liệu ảnh này được phân tách thành các khu vực theo các độ sâu và các sai số mã hóa có thể khác nhau theo các khu vực trong một đơn vị mã hóa lớn nhất, và do đó các độ sâu mã hóa có thể khác nhau theo các khu vực trong dữ liệu ảnh. Do đó, một hay nhiều độ sâu mã hóa có thể được xác định trong một đơn vị mã hóa lớn nhất, và dữ liệu ảnh của đơn vị mã hóa lớn nhất có thể được phân tách theo các đơn vị mã hóa có ít nhất một độ sâu mã hóa.

Do đó, bộ xác định đơn vị mã hóa 120 có thể xác định được các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây nằm trong đơn vị mã hóa lớn nhất. 'Các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây' theo phương án làm ví dụ bao gồm các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu được xác định là độ sâu mã hóa, trong số tất cả các đơn vị mã hóa sâu hơn nằm trong đơn vị mã hóa lớn nhất. Đơn vị mã hóa có độ sâu mã hóa có thể được xác định theo cách phân cấp theo các độ sâu trong cùng một khu vực của đơn vị mã hóa lớn nhất, và có thể được xác định độc lập trong các khu vực khác nhau. Tương tự, độ sâu mã hóa trong khu vực hiện thời có thể được xác định độc lập với độ sâu mã hóa trong khu vực khác.

Độ sâu lớn nhất theo phương án làm ví dụ là chỉ số liên quan đến số lần phân tách từ đơn vị mã hóa lớn nhất đến đơn vị mã hóa nhỏ nhất. Độ sâu lớn nhất thứ nhất theo phương án làm ví dụ có thể là tổng số lần phân tách từ đơn vị mã hóa lớn nhất đến đơn vị mã hóa nhỏ nhất. Độ sâu lớn nhất thứ hai theo phương án làm ví dụ có thể là tổng số mức độ sâu từ đơn vị mã hóa lớn nhất đến đơn vị mã hóa nhỏ nhất. Ví dụ, khi độ sâu của đơn vị mã hóa lớn nhất bằng 0, thì độ sâu của đơn vị mã hóa, trong đó đơn vị mã hóa lớn nhất được phân tách một lần, có thể được thiết lập bằng 1, và độ sâu của đơn vị mã hóa, trong đó đơn vị mã hóa lớn nhất được phân tách hai lần, có thể được thiết lập bằng 2. Sau đây, nếu đơn vị mã hóa nhỏ nhất là đơn vị mã hóa trong đó đơn vị mã hóa lớn nhất được phân tách bốn lần, thì

có 5 mức độ sâu gồm các độ sâu 0, 1, 2, 3 và 4, và theo đó độ sâu lớn nhất thứ nhất có thể được thiết lập là 4, và độ sâu lớn nhất thứ hai có thể được thiết lập bằng 5.

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

Do số các đơn vị mã hóa sâu hơn tăng lên khi đơn vị mã hóa lớn nhất được phân tách theo các độ sâu, việc mã hóa bao gồm mã hóa dự báo và biến đổi được thực hiện trên tất cả đơn vị mã hóa sâu hơn được tạo khi độ sâu sâu thêm. Để thuận tiện hơn cho việc mô tả, mã hóa dự báo và biến đổi sẽ được mô tả dựa trên đơn vị mã hóa của độ sâu hiện thời, trong đơn vị mã hóa lớn nhất.

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

Ví dụ, thiết bị mã hóa video 100 có thể lựa chọn không chỉ đơn vị mã hóa để mã hóa dữ liệu ảnh, mà còn cả đơn vị dữ liệu khác đơn vị mã hóa để thực hiện mã hóa dự báo trên dữ liệu ảnh trong đơn vị mã hóa.

Để thực hiện mã hóa dự báo trong đơn vị mã hóa lớn nhất, mã hóa dự báo có thể được thực hiện dựa trên đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa, nghĩa là dựa trên đơn vị mã hóa không còn được phân tách thành các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu thấp hơn. Sau đây, đơn vị mã hóa không còn được phân tách và trở thành đơn vị cơ bản để mã hóa 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 hóa $2N \times 2N$ (trong đó N là số nguyên dương) không còn được phân tách và trở thành đơn vị dự báo bằng $2N \times 2N$, và kích thước của phần chia có thể là $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, hoặc $N \times N$. Các ví dụ về dạng phần chia bao gồm các phần chia đối xứng thu được bằng cách phân tách đối xứng chiều cao hoặc chiều rộng của đơn vị dự báo, các phần chia thu được bằng cách phân tách bất đối xứng chiều cao hoặc chiều rộng của đơn vị dự báo.

vị dự báo, chẳng hạn như 1:n hoặc n:1, các phần chia thu được bằng cách phân tách hình học đơn vị dự báo, và các phần chia có hình dạng bất kỳ.

Chế độ dự báo của đơn vị dự báo có thể là ít nhất một 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 phần chia $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, hoặc $N \times N$. Ngoài ra, chế độ bỏ qua có thể được thực hiện chỉ trên phần chia $2N \times 2N$. Việc mã hóa được thực hiện độc lập trên một đơn vị dự báo trong đơn vị mã hóa, nhờ đó lựa chọn chế độ dự báo có sai số mã hóa nhỏ nhất.

Thiết bị mã hóa video 100 cũng có thể thực hiện biến đổi trên dữ liệu ảnh in đơn vị mã hóa không chỉ dựa trên đơn vị mã hóa để mã hóa dữ liệu ảnh, mà còn dựa trên cả đơn vị dữ liệu khác đơn vị mã hóa.

Như mô tả ở trên cùng với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.8, để thực hiện biến đổi trong đơn vị mã hóa, biến đổi có thể được thực hiện dựa trên đơn vị dữ liệu có kích thước nhỏ hơn hoặc bằng đơn vị mã hóa. Ví dụ, đơn vị dữ liệu để biến đổi có thể bao gồm đơn vị dữ liệu cho chế độ trong ảnh và đơn vị dữ liệu cho chế độ liên kết.

Đơn vị dữ liệu được sử dụng làm cơ sở của sự biến đổi sẽ được gọi là 'đơn vị biến đổi'. Độ sâu biến đổi chỉ báo số lần phân tách để đạt đến đơn vị biến đổi bằng cách phân tách chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa cũng có thể được thiết lập trong đơn vị biến đổi. Ví dụ, trong đơn vị mã hóa hiện thời $2N \times 2N$, độ sâu biến đổi có thể bằng 0 khi kích thước của đơn vị biến đổi cũng là $2N \times 2N$, có thể là 1 khi mỗi trong số chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành hai phần bằng nhau, tổng lần phân tách thành 4^1 đơn vị biến đổi, và kích thước của đơn vị biến đổi theo đó bằng $N \times N$, và có thể bằng 2 khi mỗi trong số chiều cao và chiều rộng của đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành bốn phần bằng nhau, tổng số lần phân tách là 4^2 đơn vị biến đổi và kích thước của đơn vị biến đổi theo đó bằng $N/2 \times N/2$. Ví dụ, đơn vị biến đổi có thể được thiết lập theo cấu trúc cây dạng phân cấp, trong đó đơn vị biến đổi có độ sâu biến đổi cao hơn được phân tách thành bốn đơn vị biến đổi có độ sâu biến đổi thấp hơn theo đặc điểm phân cấp của độ sâu biến đổi.

Tương tự như đơn vị mã hóa, đơn vị biến đổi trong đơn vị mã hóa 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 một cách độc lập theo các đơn vị của các khu vực. Do đó, dữ liệu dư trong đơn vị mã hóa có thể được phân chia theo phép biến đổi có cấu trúc cây theo các độ sâu biến đổi.

Thông tin mã hóa theo các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa không chỉ cần thông tin về độ sâu mã hóa, mà còn cả thông tin liên quan đến sự mã hóa dự báo và biến đổi. Do đó, bộ xác định đơn vị mã hóa 120 không chỉ xác định độ sâu mã hóa có sai số mã hóa nhỏ nhất, mà còn xác định cả dạng phân chia trong đơn vị dự báo, chế độ dự báo theo các đơn vị dự báo, và kích thước của đơn vị biến đổi để biến đổi.

Các đơn vị mã hóa theo cấu trúc cây trong đơn vị mã hóa lớn nhất và phương pháp xác định phân chia, theo các phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả chi tiết dưới đây cùng với Fig.11 và Fig.12.

Bộ xác định đơn vị mã hóa 120 có thể đo sai số mã hóa của các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu bằng cách sử dụng phép tối ưu hóa tốc độ méo (Rate-Distortion Optimization) dựa trên các bộ nhân Lagrange.

Bộ kết xuất 130 kết xuất dữ liệu ảnh của đơn vị mã hóa lớn nhất, được mã hóa dựa trên ít nhất một độ sâu mã hóa đã xác định bởi bộ xác định đơn vị mã hóa 120, và thông tin về chế độ mã hóa theo độ sâu mã hóa, trong các dòng bit.

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

Thông tin về chế độ mã hóa theo độ sâu mã hóa có thể bao gồm thông tin về độ sâu mã hóa, về dạng phân chia trong đơn vị dự báo, chế độ dự báo, và kích thước của đơn vị biến đổi.

Thông tin về độ sâu mã hóa có thể được xác định bằng cách sử dụng thông tin phân tách theo các độ sâu, mà chúng chỉ báo liệu việc mã hóa có được thực hiện trên các đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn thay vì độ sâu hiện thời hay không. Nếu độ sâu hiện thời của đơn vị mã hóa hiện thời là độ sâu mã hóa, thì dữ liệu ảnh trong đơn vị mã hóa hiện thời được mã hóa và kết xuất, và do đó thông tin phân tách có thể được xác định là sẽ không phân tách đơn vị mã hóa hiện thời đến độ sâu thấp hơn. Theo cách khác, nếu độ sâu hiện thời của đơn vị mã hóa hiện thời không phải là độ sâu mã hóa, thì việc mã hóa được thực hiện trên đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn, và do đó thông tin phân tách có thể được xác định là sẽ phân tách đơn vị mã hóa hiện thời để thu được các đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn.

Nếu độ sâu hiện thời không phải là độ sâu mã hóa, thì việc mã hóa được thực hiện trên đơn vị mã hóa mà được phân tách thành đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn. Do có ít nhất một đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn trong một đơn vị mã hóa ở độ sâu hiện thời, nên việc mã hóa được thực hiện lặp đi lặp lại trên mỗi đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn, và theo đó mã hóa có thể được thực hiện đệ quy đối với các đơn vị mã hóa có cùng độ sâu.

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

Do đó, bộ kết xuất 130 có thể gán thông tin mã hóa về độ sâu mã hóa tương ứng và chế độ mã hóa cho ít nhất một trong số đơn vị mã hóa, đơn vị dự báo, và đơn vị nhỏ nhất nằm trong đơn vị mã hóa lớn nhất.

Đơn vị nhỏ nhất theo phương án làm ví dụ là đơn vị dữ liệu hình chữ nhật thu được bằng cách chia đơn vị mã hóa nhỏ nhất tạo thành độ sâu thấp nhất ra làm 4 phần. Theo cách khác, đơn vị nhỏ nhất có thể là đơn vị dữ liệu hình chữ nhật lớn nhất có thể nằm trong tất cả các đơn vị mã hóa, các đơn vị dự báo, các đơn vị phân chia, và các đơn vị biến đổi được bao gồm trong đơn vị mã hóa lớn nhất.

Ví dụ, thông tin mã hóa được kết xuất thông qua bộ kết xuất 130 có thể được phân tách thành thông tin mã hóa theo các đơn vị mã hóa, và thông tin mã hóa theo các đơn vị dự báo. Thông tin mã hóa theo các đơn vị mã hóa có thể bao gồm thông tin về chế độ dự báo và về kích thước của các phần chia. Thông tin mã hóa theo các đơn vị dự báo có thể bao gồm thông tin về hướng đánh giá của chế độ liên kết, về chỉ số ảnh tham chiếu của chế độ liên kết, về vectơ động, về thành phần sắc độ của chế độ trong ảnh, và về phương pháp nội suy của chế độ trong ảnh. Ngoài ra, thông tin về kích thước lớn nhất của đơn vị mã hóa được xác định theo các hình ảnh, các phiên, hoặc các GOP, và thông tin về độ sâu lớn nhất có thể được chèn vào tệp tham số chuỗi (SPS - Sequence Parameter Set) hoặc tiêu đề của dòng bit. Ngoài ra, thông tin mã hóa được kết xuất qua bộ kết xuất 130 có thể bao gồm thông tin chỉ số biến đổi về cấu trúc của đơn vị biến đổi theo phương án làm ví dụ, như được mô tả ở trên cùng với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.8.

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

Do đó, thiết bị mã hóa video 100 có thể tạo ra các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây bằng cách xác định các đơn vị mã hóa có hình dạng tối ưu và kích thước tối ưu đối với mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất, dựa trên kích thước của đơn vị mã hóa lớn nhất và độ sâu lớn nhất được xác định khi có xem xét các đặc điểm của ảnh hiện thời. Ngoài ra, do việc mã hóa có thể được thực hiện trên mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất bằng cách sử dụng một trong số các chế độ dự báo và biến đổi, nên chế độ mã hóa tối ưu có thể được xác định khi xem xét các đặc điểm của đơn vị mã hóa có các kích thước ảnh khác nhau.

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

Fig.10 là sơ đồ khối của thiết bị giải mã video 200 sử dụng các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây và chỉ số biến đổi, theo một phương án làm ví dụ.

Thiết bị giải mã video 200 bao gồm bộ thu 210, bộ trích xuất dữ liệu ảnh và thông tin mã hóa 220, và bộ giải mã dữ liệu ảnh 230. Các thuật ngữ khác nhau, chẳng hạn như đơn vị mã hóa, độ sâu, đơn vị dự báo, đơn vị biến đổi, và thông tin về các chế độ mã hóa khác nhau, cho nhiều quá trình hoạt động khác nhau của thiết bị giải mã video 200 là giống với những gì được mô tả cùng với Fig.9 và thiết bị mã hóa video 100.

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

Ngoài ra, bộ trích xuất dữ liệu ảnh và thông tin mã hóa 220 trích xuất thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa đối với các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây theo mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất, từ dòng bit được phân giải. Thông tin trích xuất về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa được kết xuất đến bộ giải mã dữ liệu ảnh 230. Nói cách khác, dữ liệu ảnh trong

dòng bit được phân tách thành đơn vị mã hóa lớn nhất để bộ giải mã dữ liệu ảnh 230 giải mã dữ liệu ảnh cho mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất.

Thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa theo đơn vị mã hóa lớn nhất có thể được thiết lập cho thông tin về ít nhất một đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa, và thông tin về chế độ mã hóa có thể bao gồm thông tin về dạng phân chia của đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa, về chế độ dự báo, và kích thước của đơn vị biến đổi. Ngoài ra, thông tin phân tách theo các độ sâu có thể được trích xuất làm thông tin về độ sâu mã hóa. Ngoài ra, bộ trích xuất dữ liệu ảnh và thông tin mã hóa 220 có thể trích xuất thông tin chỉ số biến đổi về cấu trúc của đơn vị biến đổi theo phương án như mô tả ở trên cùng với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.8 làm thông tin trích xuất về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa.

Thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa theo mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất được trích xuất bởi bộ trích xuất dữ liệu ảnh và thông tin mã hóa 220 làm thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa đã xác định để tạo sai số mã hóa nhỏ nhất khi bộ mã hóa, chẳng hạn như thiết bị mã hóa video 100, thực hiện lặp đi lặp lại việc mã hóa cho mỗi đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu theo mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất. Do đó, thiết bị giải mã video 200 có thể phục hồi ảnh bằng cách giải mã dữ liệu ảnh theo độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa mà tạo ra sai số mã hóa nhỏ nhất.

Do thông tin mã hóa về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa có thể được gán cho một đơn vị dữ liệu định trước trong số đơn vị mã hóa tương ứng, nên đơn vị dự báo, và đơn vị nhỏ nhất, bộ trích xuất dữ liệu ảnh và thông tin mã hóa 220 có thể trích xuất thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa theo các đơn vị dữ liệu định trước này. Các đơn vị dữ liệu định trước mà cùng một thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa được gán cho chúng có thể được suy ra làm các đơn vị dữ liệu nằm trong cùng một đơn vị mã hóa lớn nhất.

Bộ giải mã dữ liệu ảnh 230 phục hồi ảnh hiện thời bằng cách giải mã dữ liệu ảnh trong mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất dựa trên thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa theo các đơn vị mã hóa lớn nhất. Nói cách khác, bộ giải mã dữ liệu ảnh 230 có thể giải mã dữ liệu video đã mã hóa dựa trên thông tin trích xuất về dạng phân chia, chế độ dự báo, và đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hóa trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây nằm trong mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất. Quá trình giải mã có thể bao gồm dự báo gồm dự báo trong ảnh và bù chuyển động, và biến đổi ngược. Biến đổi ngược có thể được thực hiện theo phương pháp biến đổi trực giao ngược hoặc biến đổi nguyên ngược.

Bộ giải mã dữ liệu ảnh 230 có thể thực hiện dự báo trong ảnh hoặc bù chuyển động theo phần chia và chế độ dự báo của mỗi đơn vị mã hóa, dựa trên thông tin về dạng phần chia và chế độ dự báo của đơn vị dự báo của đơn vị mã hóa theo các độ sâu mã hóa.

Ngoài ra, bộ giải mã dữ liệu ảnh 230 có thể thực hiện biến đổi ngược theo mỗi đơn vị biến đổi trong đơn vị mã hóa, dựa trên thông tin về kích thước của đơn vị biến đổi của đơn vị mã hóa theo các độ sâu mã hóa, để thực hiện biến đổi ngược theo các đơn vị mã hóa lớn nhất.

Bộ giải mã dữ liệu ảnh 230 có thể xác định ít nhất một độ sâu mã hóa của đơn vị mã hóa lớn nhất hiện thời bằng cách sử dụng thông tin phân tách theo các 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 này là độ sâu mã hóa. Do đó, bộ giải mã dữ liệu ảnh 230 có thể giải mã dữ liệu mã hóa của ít nhất một đơn vị mã hóa tương ứng với mỗi độ sâu mã hóa trong đơn vị mã hóa 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 của đơn vị biến đổi cho mỗi đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa, và kết xuất dữ liệu ảnh của đơn vị mã hóa lớn nhất hiện thời.

Nói cách khác, các đơn vị dữ liệu có chứa thông tin mã hóa chỉ báo cùng một thông tin phân tách có thể được tập hợp bằng cách quan sát tập thông tin mã hóa được gán cho đơn vị dữ liệu định trước trong số đơn vị mã hóa, đơn vị dự báo, và đơn vị nhỏ nhất, và các đơn vị dữ liệu được tập hợp có thể được coi là một đơn vị dữ liệu cần được giải mã bởi bộ giải mã dữ liệu ảnh 230 trong cùng một chế độ mã hóa.

Thiết bị giải mã video 200 có thể thu thông tin về ít nhất một đơn vị mã hóa tạo sai số mã hóa nhỏ nhất khi việc mã hóa được thực hiện đệ quy cho mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất, và có thể sử dụng thông tin để giải mã hình ảnh hiện thời. Nói cách khác, các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây được xác định là các đơn vị mã hóa tối ưu trong mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất có thể được giải mã. Ngoài ra, kích thước lớn nhất của đơn vị mã hóa 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, dữ liệu ảnh có thể được giải mã và phục hồi một cách hiệu quả bằng cách sử dụng kích thước của đơn vị mã hóa và chế độ mã hóa, mà chúng được xác định một cách thích hợp theo đặc tính của dữ liệu ảnh, bằng cách sử dụng thông tin về chế độ mã hóa tối ưu thu được từ bộ mã hóa.

Một phương pháp xác định các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, đơn vị dự báo, và đơn vị biến đổi, theo phương án làm ví dụ, sẽ được mô tả cùng với các hình vẽ từ Fig.11 đến Fig.21.

Fig.11 là sơ đồ minh họa khái niệm về các đơn vị mã hóa theo cách phân cấp theo một phương án làm ví dụ.

Kích thước của đơn vị mã hóa có thể được biểu diễn bằng chiều rộng x chiều cao, và có thể là 64×64 , 32×32 , 16×16 , và 8×8 . Đơn vị mã hóa 64×64 có thể được phân tách thành các phần chia 64×64 , 64×32 , 32×64 , hoặc 32×32 , và đơn vị mã hóa 32×32 có thể được phân tách thành các phần chia 32×32 , 32×16 , 16×32 , hoặc 16×16 , đơn vị mã hóa 16×16 có thể được phân tách thành các phần chia 16×16 , 16×8 , 8×16 , hoặc 8×8 , và đơn vị mã hóa 8×8 có thể được phân tách thành các phần chia 8×8 , 8×4 , 4×8 , hoặc 4×4 .

Trong dữ liệu ảnh 310, độ phân giải bằng 1920×1080 , kích thước lớn nhất của đơn vị mã hóa là 64, và độ sâu lớn nhất bằng 2. Trong dữ liệu ảnh 320, độ phân giải bằng 1920×1080 , kích thước lớn nhất của đơn vị mã hóa bằng 64, và độ sâu lớn nhất là 3. Trong dữ liệu ảnh 330, độ phân giải bằng 352×288 , kích thước lớn nhất của đơn vị mã hóa bằng 16, và độ sâu lớn nhất bằng 1. Độ sâu lớn nhất được minh họa trên Fig.11 là tổng số lần phân tách từ đơn vị mã hóa lớn nhất đến đơn vị đơn vị giải mã nhỏ nhất.

Nếu độ phân giải cao hoặc lượng dữ liệu lớn, kích thước lớn nhất của đơn vị mã hóa có thể là lớn không chỉ làm tăng hiệu quả mã hóa mà còn phản ánh chính xác các đặc điểm của ảnh. Do đó, kích thước lớn nhất của đơn vị mã hóa của dữ liệu ảnh 310 và 320 có độ phân giải cao hơn so với dữ liệu ảnh 330 có thể là 64.

Do độ sâu lớn nhất của dữ liệu ảnh 310 là 2, nên các đơn vị mã hóa 315 của dữ liệu ảnh 310 có thể bao gồm đơn vị mã hóa lớn nhất có kích thước trực dài bằng 64, và các đơn vị mã hóa có các kích thước trực dài bằng 32 và 16 do các độ sâu được làm sâu hơn đến hai lớp bằng cách phân tách đơn vị mã hóa lớn nhất hai lần. Trong khi đó, do độ sâu lớn nhất của dữ liệu ảnh 330 bằng 1, nên các đơn vị mã hóa 335 của dữ liệu ảnh 330 có thể bao gồm đơn vị mã hóa lớn nhất có kích thước trực dài bằng 16, và các đơn vị mã hóa có kích thước trực dài bằng 8 do độ sâu thêm một lớp bằng cách phân tách đơn vị mã hóa lớn nhất một lần.

Do độ sâu lớn nhất của dữ liệu ảnh 320 bằng 3, nên các đơn vị mã hóa 325 của dữ liệu ảnh 320 có thể bao gồm đơn vị mã hóa lớn nhất có kích thước trực dài bằng 64, và các đơn vị mã hóa có kích thước các trực dài bằng 32, 16, và 8 do các độ sâu được làm sâu đến

3 lớp bằng cách phân tách đơn vị mã hóa lớn nhất ba lần. Khi độ sâu sâu thêm, thì thông tin chi tiết có thể được biểu diễn một cách chính xác.

Fig.12 là sơ đồ khối của bộ mã hóa video 400 dựa trên các đơn vị mã hóa, theo một phương án làm ví dụ.

Bộ mã hóa video 400 thực hiện các bước hoạt động của bộ xác định đơn vị mã hóa 120 của thiết bị mã hóa video 100 để mã hóa dữ liệu ảnh. Nói cách khác, bộ dự báo trong ảnh 410 thực hiện dự báo trong ảnh trên các đơn vị mã hóa trong chế độ trong ảnh, trong số khung hiện thời 405, và bộ đánh giá chuyển động 420 và bộ bù chuyển động 425 thực hiện đánh giá liên kết và bù chuyển động trên các đơn vị mã hóa trong chế độ liên kết trong số 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 được kết xuất làm hệ số biến đổi lượng tử hóa thông qua bộ biến đổi 430 và bộ lượng tử hóa 440. Hệ số biến đổi lượng tử hóa này được phục hồi làm dữ liệu trong miền không gian thông qua bộ lượng tử hóa ngược 460 và bộ biến đổi ngược 470, và dữ liệu được phục hồi trong miền không gian được kết xuất làm khung tham chiếu 495 sau khi được xử lý qua bộ giải khối 480 và bộ lọc vòng lặp 490. Hệ số biến đổi lượng tử hóa có thể được kết xuất làm dòng bit 455 thông qua bộ mã hóa entropy 450.

Để bộ mã hóa video 400 được sử dụng trong thiết bị mã hóa video 100, tất cả các thành phần của bộ mã hóa video 400, như bộ dự báo trong ảnh 410, bộ đánh giá chuyển động 420, bộ bù chuyển động 425, bộ biến đổi 430, bộ lượng tử hóa 440, bộ mã hóa entropy 450, bộ lượng tử hóa ngược 460, bộ biến đổi ngược 470, bộ giải khối 480, và bộ lọc vòng lặp 490 thực hiện các bước hoạt động dựa trên mỗi đơn vị mã hóa trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây trong khi vẫn xem xét độ sâu lớn nhất của mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất.

Cụ thể, 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 hóa trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây trong khi xem xét kích thước lớn nhất và độ sâu lớn nhất của đơn vị mã hóa lớn nhất, và bộ biến đổi 430 sẽ xác định kích thước của đơn vị biến đổi trong mỗi đơn vị mã hóa trong số các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây.

Fig.13 là sơ đồ khối của bộ giải mã video 500 dựa trên các đơn vị mã hóa, theo một phương án làm ví dụ.

Bộ phân giải 510 phân giải dữ liệu video đã mã hóa cần được giải mã và thông tin về mã hóa được cần cho việc giải mã từ dòng bit 505. Dữ liệu video đã mã hóa được kết xuất

làm dữ liệu được lượng tử hóa ngược thông qua bộ giải mã entropy 520 và bộ lượng tử hóa ngược 530, và dữ liệu lượng tử hóa ngược 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 lên các đơn vị mã hóa trong 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 hóa ở chế độ liên kết bằng cách sử dụng khung tham chiếu 585.

Dữ liệu ảnh trong miền không gian, mà đã đi 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 được xử lý qua bộ giải khối 570 và bộ lọc vòng lặp 580. Ngoài ra, dữ liệu ảnh được xử lý 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 dữ liệu ảnh 230 của thiết bị giải mã video 200, bộ giải mã video 500 có thể thực hiện các bước hoạt động được thực hiện sau bộ phân giải 510.

Để bộ giải mã video 500 được sử dụng trong thiết bị giải mã video 200, tất cả các thành phần của bộ giải mã video 500, nghĩa là bộ phân giải 510, bộ giải mã entropy 520, bộ lượng tử hóa 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 thực hiện các bước hoạt động dựa trên các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây đối với mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất.

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

Fig.14 là sơ đồ minh họa các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, và các phần chia, theo một phương án làm ví dụ.

Thiết bị mã hóa video 100 và thiết bị giải mã video 200 sử dụng các đơn vị mã hóa phân cấp để xem xét các đặc điểm của ảnh. Chiều cao lớn nhất, chiều rộng lớn nhất, và độ sâu lớn nhất của các đơn vị mã hóa có thể được xác định một cách thích hợp theo các đặc điểm của ảnh, hoặc có thể được thiết lập một cách tùy ý theo đầu vào của người dùng. Các kích thước của các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu có thể được xác định theo kích thước lớn nhất định trước của đơn vị mã hóa.

Trong cấu trúc phân cấp 600 của các đơn vị mã hóa, theo phương án làm ví dụ, chiều cao lớn nhất và chiều rộng lớn nhất của các đơn vị mã hóa là 64, và độ sâu lớn nhất là 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 hóa sâu hơn được phân tách. Ngoài ra, đơn vị dự báo và các phần chia, là các cơ sở để mã hóa dự báo cho mỗi đơn vị mã hóa sâu hơn, được thể hiện dọc theo trục ngang của cấu trúc phân cấp 600.

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

Đơn vị dự báo và các phần chia gồm đơn vị mã hóa được sắp xếp dọc theo trục ngang theo mỗi độ sâu. Nói cách khác, nếu đơn vị mã hóa 610 có kích thước bằng 64x64 và độ sâu của 0 là đơn vị dự báo, đơn vị dự báo có thể được phân tách thành các phần chia nằm trong bộ mã hóa 610, nghĩa 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 của đơn vị mã hóa 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 hóa 620, nghĩa 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 của đơn vị mã hóa 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 hóa 630, nghĩa là phần chia có kích thước bằng 16x16 nằm trong đơn vị mã hóa 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 của đơn vị mã hóa 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 hóa 640, nghĩa là phần chia có kích thước bằng 8x8 nằm trong đơn vị mã hóa 640, các phần chia 642 có kích

thước bằng 8x4, các phần chia 644 có kích thước bằng 4x8, và các phần chia 645 có kích thước bằng 4x4.

Đơn vị mã hóa 650 có kích thước bằng 4x4 và độ sâu bằng 4 là đơn vị mã hóa nhỏ nhất và đơn vị mã hóa có độ sâu thấp nhất. Đơn vị dự báo của đơn vị mã hóa 650 chỉ được gán cho phần chia có kích thước bằng 4x4. Ngoài ra, đơn vị dự báo của đơn vị mã hóa 650 có thể được phân tách thành các phần chia 652 có kích thước bằng 4x2, các phần chia 654 có kích thước bằng 2x4, và các phần chia 656 có kích thước bằng 2x2.

Để xác định ít nhất một độ sâu mã hóa của các đơn vị mã hóa tạo thành đơn vị mã hóa lớn nhất 610, bộ xác định đơn vị mã hóa 120 của thiết bị mã hóa video 100 thực hiện mã hóa cho các đơn vị mã hóa tương ứng với mỗi độ sâu nằm trong đơn vị mã hóa lớn nhất 610.

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

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

Fig.15 là sơ đồ minh họa tương quan giữa đơn vị mã hóa 710 và các đơn vị biến đổi 720, theo một phương án làm ví dụ.

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

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

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

Fig.16 là sơ đồ minh họa thông tin mã hóa của các đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa, theo một phương án làm ví dụ.

Bộ kết xuất 130 của thiết bị mã hóa video 100 có thể mã hóa và truyền thông tin 800 về dạng phân chia, thông tin 810 về chế độ dự báo, và thông tin 820 về kích thước của đơn vị biến đổi đối với mỗi đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa, làm thông tin về chế độ mã hóa.

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

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

Thông tin 820 chỉ báo đơn vị biến đổi cần dựa vào khi sự biến đổi được thực hiện trên đơn vị mã hóa hiện thời. Ví dụ, đơn vị biến đổi 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 trong ảnh thứ hai 828. Ngoài ra, thông tin mã hóa có thể bao gồm thông tin chỉ số biến đổi về cấu trúc của đơn vị biến đổi.

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

Fig.17 là sơ đồ về các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu, theo một phương án làm ví dụ.

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

Đơn vị dự báo 910 để mã hóa dự báo đơn vị mã hóa 900 có độ sâu bằng 0 và kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$ có thể bao gồm các phần chia gồm dạng phần chia 912 có kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$, dạng phần chia 914 có kích thước bằng $2N_0 \times N_0$, dạng phần chia 916 có kích thước bằng $N_0 \times 2N_0$, và dạng phần chia 918 có kích thước bằng $N_0 \times N_0$. Fig.9 chỉ minh họa các dạng phần chia từ 912 đến 918 thu được bằng cách phân tách đối xứng đơn vị dự báo 910, nhưng dạng phần chia không bị giới hạn ở các hình dạng đó, và các phần chia gồm đơn vị dự báo 910 có thể bao gồm các phần chia bất đối xứng, các phần chia có hình dạng định trước, và các phần chia có hình dạng hình học.

Mã hóa dự báo được thực hiện lặp đi lặp lại trên một phần chia có kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$, hai phần chia có kích thước bằng $2N_0 \times N_0$, hai phần chia có kích thước bằng $N_0 \times 2N_0$, và bốn phần chia có kích thước bằng $N_0 \times N_0$, theo mỗi dạng phần chia. Mã hóa dự báo trong chế độ trong ảnh và chế độ liên kết có thể được thực hiện trên các phần chia có các kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$, $N_0 \times 2N_0$, $2N_0 \times N_0$, và $N_0 \times N_0$. Mã hóa dự báo trong chế độ bỏ qua chỉ được thực hiện trên phần chia có kích thước bằng $2N_0 \times 2N_0$.

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

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

Đơn vị dự báo 940 để mã hóa dự báo đơn vị mã hóa 930 có độ sâu bằng 1 và kích thước bằng $2N_1 \times 2N_1$ ($=N_0 \times N_0$) có thể bao gồm các phần chia gồm dạng phần chia 942 có kích thước bằng $2N_1 \times 2N_1$, dạng phần chia 944 có kích thước bằng $2N_1 \times N_1$,

dạng phân chia 946 có kích thước bằng $N_1 \times 2N_1$, và dạng phân chia 948 có kích thước bằng $N_1 \times N_1$.

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

Khi độ sâu lớn nhất bằng d , thì hoạt động phân tách theo mỗi độ sâu có thể được thực hiện cho đến khi độ sâu trở thành $d-1$, và thông tin phân tách có thể được mã hóa cho đến khi độ sâu bằng một trong số từ 0 đến $d-2$. Nói cách khác, khi mã hóa được thực hiện cho đến khi độ sâu bằng $d-1$ sau khi đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu bằng $d-2$ được phân tách trong bước 970, thì đơn vị dự báo 990 để mã hóa dự báo đơn vị mã hóa 980 có độ sâu bằng $d-1$ và kích thước của $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ có thể bao gồm các phần chia gồm dạng phân chia 992 có kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, dạng phân chia 994 có kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$, dạng phân chia 996 có kích thước bằng $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, và dạng phân chia 998 có kích thước bằng $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$.

Phép mã hóa dự báo có thể được thực hiện lặp đi lặp lại trên một phần chia có kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, hai phần chia có kích thước bằng $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$, hai phần chia có kích thước bằng $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$, bốn phần chia có kích thước bằng $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ trong số các dạng phân chia 992 đến 998 để tìm kiếm dạng phân chia có sai số mã hóa nhỏ nhất.

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

Đơn vị dữ liệu 999 có thể là 'đơn vị nhỏ nhất' dùng cho đơn vị mã hóa lớn nhất hiện thời. Đơn vị nhỏ nhất theo phương án làm ví dụ có thể là đơn vị dữ liệu hình chữ nhật thu được bằng cách phân tách đơn vị mã hóa nhỏ nhất 980 làm 4 phần. Bằng cách thực hiện mã hóa lặp đi lặp lại, thiết bị mã hóa video 100 có thể lựa chọn độ sâu có sai số mã hóa nhỏ nhất bằng cách so sánh các sai số mã hóa theo các độ sâu của đơn vị mã hóa 900 để xác

định độ sâu mã hóa, và thiết đặt dạng phần chia tương ứng và chế độ dự báo làm chế độ mã hóa có độ sâu mã hóa.

Như vậy, các sai số mã hóa nhỏ nhất theo các độ sâu được so sánh trong tất cả các độ sâu từ 1 đến d, và độ sâu có sai số mã hóa nhỏ nhất có thể được xác định làm độ sâu mã hóa. Độ sâu mã hóa, dạng phần chia của đơn vị dự báo, và chế độ dự báo này có thể được mã hóa và được truyền làm thông tin về chế độ mã hóa. Ngoài ra, do đơn vị mã hóa được phân tách từ độ sâu bằng 0 đến độ sâu mã hóa, nên chỉ thông tin phân tách có độ sâu mã hóa được thiết lập bằng 0, và thông tin phân tách của các độ sâu ngoại trừ độ sâu mã hóa được thiết lập bằng 1.

Bộ trích xuất dữ liệu ảnh và thông tin mã hóa 220 của thiết bị giải mã video 200 có thể trích xuất và sử dụng thông tin về độ sâu mã hóa và đơn vị dự báo của đơn vị mã hóa 900 để giải mã phần chia 912. Thiết bị giải mã video 200 có thể xác định độ sâu, mà trong đó thông tin phân tách bằng 0, làm độ sâu mã hóa bằng cách sử dụng thông tin phân tách theo các độ sâu, và sử dụng thông tin về chế độ mã hóa có độ sâu tương ứng để giải mã.

Fig.18, Fig.19, và Fig.20 là các sơ đồ mô tả tương quan giữa các đơn vị mã hóa 1010, các đơn vị dự báo 1060, và các đơn vị biến đổi 1070, theo một phương án làm ví dụ.

Các đơn vị mã hóa 1010 là các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây, tương ứng với các độ sâu mã hóa đã xác định bởi thiết bị mã hóa video 100, trong đơn vị mã hóa lớn nhất. Các đơn vị dự báo 1060 là các phần chia gồm các đơn vị dự báo của mỗi đơn vị mã hóa 1010, và các đơn vị biến đổi 1070 là các đơn vị biến đổi của mỗi đơn vị mã hóa 1010.

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

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

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

Do đó, mã hóa được thực hiện đệ quy trên mỗi đơn vị mã hóa có cấu trúc phân cấp trong mỗi khu vực của đơn vị mã hóa lớn nhất để xác định đơn vị mã hóa tối ưu, và theo đó các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây đệ quy có thể được thu. Thông tin mã hóa có thể bao gồm thông tin phân tách về đơn vị mã hóa, thông tin về dạng phân chia, thông tin về chế độ dự báo, và thông tin về kích thước của đơn vị biến đổi. Bảng 1 thể hiện thông tin mã hóa có thể được thiết lập bởi các thiết bị mã hóa video 100 và thiết bị giải mã video 200.

Bảng 1

Thông tin phân tách 0 (Mã hóa trên đơn vị mã hóa 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 hóa có độ sâu thấp hơn $d+1$
Trong ảnh Liên kết Bỏ qua (chỉ $2N \times 2N$)	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	
	$2N \times 2N$ $2N \times N$ $N \times 2N$ $N \times N$	$2N \times nU$ $2N \times nD$ $nL \times 2N$ $nR \times 2N$	$2N \times 2N$	$N \times N$ (dạng đối xứng) $N/2 \times N/2$ (dạng bất đối xứng)	

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

Thông tin phân tách chỉ báo liệu đơn vị mã hóa hiện thời được phân tách thành các đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn hay không. Nếu thông tin phân tách ở độ sâu hiện thời d bằng 0, thì độ sâu, mà trong đó đơn vị mã hóa hiện thời không còn được phân tách đến độ sâu thấp hơn, là độ sâu mã hóa, và theo đó thông tin về dạng phân chia, chế độ dự báo, và kích thước của đơn vị biến đổi có thể được xác định cho độ sâu mã hóa này. Nếu đơn vị mã

hóa hiện thời được phân tách thêm theo thông tin phân tách, thì việc mã hóa được thực hiện độc lập trên bốn đơn vị mã hóa phân tách có độ sâu thấp hơn.

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

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

Kích thước của đơn vị biến đổi có thể được thiết lập thành 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 của đơn vị biến đổi có thể là $2N \times 2N$, là kích thước của đơn vị mã hóa hiện thời. Nếu thông tin phân tách của đơn vị biến đổi là 1, thì các đơn vị biến đổi có thể thu được bằng cách phân tách đơn vị mã hóa hiện thời. Ngoài ra, nếu dạng phân chia của đơn vị mã hóa hiện thời có kích thước bằng $2N \times 2N$ là dạng phân chia đối xứng, thì kích thước của đơn vị biến đổi có thể là $N \times N$, và nếu dạng phân chia của đơn vị mã hóa hiện thời là dạng phân chia bất đối xứng, thì kích thước của đơn vị biến đổi có thể là $N/2 \times N/2$.

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

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

Do đó, nếu đơn vị mã hóa hiện thời được dự báo dựa trên thông tin mã hóa của các đơn vị dữ liệu liền kề, thì thông tin mã hóa của các đơn vị dữ liệu trong các đơn vị mã hóa sâu hơn liền kề với đơn vị mã hóa hiện thời có thể được tham khảo và sử dụng.

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

Fig.21 là sơ đồ minh họa tương quan giữa đơn vị mã hóa, đơn vị dự báo hoặc phần chia, và đơn vị biến đổi, theo thông tin chế độ mã hóa của bảng 1.

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

Thông tin phân tách (cờ kích thước TU) của đơn vị biến đổi là một dạng chỉ số biến đổi, và kích thước hiện thời của đơn vị biến đổi có thể được xác định dựa trên chỉ số biến đổi và loại đơn vị dự báo hoặc dạng phần chia của đơn vị mã hóa hiện thời.

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

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

Do đó, kích thước của đơn vị biến đổi tương ứng với chỉ số biến đổi có thể thay đổi theo loại đơn vị dự báo hoặc dạng phần chia của đơn vị mã hóa.

Như được thể hiện trên Fig.21, cờ kích thước TU là cờ có giá trị hoặc 0 hoặc 1, nhưng 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 trong khi cờ kích thước TU tăng từ 0.

Trong trường hợp này, kích thước của đơn vị biến đổi đã được sử dụng có thể được biểu diễn 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 phương án làm ví dụ, thiết bị mã hóa video 100 có khả năng mã hóa thông tin kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất, thông tin kích thước đơn vị biến đổi nhỏ nhất, và cờ kích thước TU lớn nhất. Kết quả mã hóa thông tin kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất, thông tin kích thước đơn vị biến đổi nhỏ nhất, và cờ kích thước TU lớn nhất có thể được chèn vào SPS. Theo một phương án làm ví dụ, thiết bị giải mã video 200 có thể giải mã video bằng cách sử dụng thông tin kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất, thông tin kích thước đơn vị biến đổi nhỏ nhất, và cờ kích thước TU lớn nhất.

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

Theo một ví dụ khác, nếu kích thước của đơn vị mã hóa hiện thời là 32x32 và kích thước đơn vị biến đổi nhỏ nhất là 32x32, thì kích thước của đơn vị biến đổi có thể là 32x32 khi cờ kích thước TU bằng 0. Ở đây, cờ kích thước TU không thể được thiết lập giá trị khác 0, do kích thước của đơn vị biến đổi không thể nhỏ hơn 32x32.

Theo ví dụ khác, nếu kích thước của đơn vị mã hóa hiện thời bằng 64x64 và cờ kích thước TU lớn nhất bằng 1, thì cờ kích thước TU có thể là 0 hoặc 1. Ở đây, cờ kích thước TU có thể được thiết lập giá trị khác 0 hoặc 1.

Do đó, nếu xác định được là cờ kích thước TU lớn nhất là 'MaxTransformSizeIndex', kích thước đơn vị biến đổi nhỏ nhất là 'MinTransformSize', và kích thước đơn vị biến đổi là 'RootTuSize' khi cờ kích thước TU bằng 0, thì kích thước đơn vị biến đổi nhỏ nhất hiện thời 'CurrMinTuSize' mà nó có thể được xác định trong đơn vị mã hóa hiện thời, có thể được xác định theo biểu thức 1.

Biểu thức 1

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

So sánh với kích thước đơn vị biến đổi nhỏ nhất hiện thời 'CurrMinTuSize' mà có thể được xác định trong đơn vị mã hóa hiện thời, kích thước đơn vị biến đổi 'RootTuSize' khi cỡ kích thước TU bằng 0 có thể là kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất có thể được chọn trong hệ thống. Trong biểu thức 1, 'RootTuSize/(2^MaxTransformSizeIndex)' là kích thước đơn vị biến đổi khi kích thước đơn vị biến đổi 'RootTuSize', khi cỡ kích thước TU bằng 0, được phân tách số lần tương ứng với cỡ kích thước TU lớn nhất, và 'MinTransformSize' là kích thước biến đổi nhỏ nhất. Do đó, giá trị nhỏ hơn trong số 'RootTuSize/(2^MaxTransformSizeIndex)' và 'MinTransformSize' có thể là kích thước đơn vị biến đổi nhỏ nhất hiện thời 'CurrMinTuSize' mà có thể được xác định trong đơn vị mã hóa hiện thời.

Theo phương án làm ví dụ, kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất RootTuSize có thể thay đổi theo loại 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 2 dưới đây. Trong biểu thức 2, 'MaxTransformSize' là kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất, và 'PUSize' là kích thước đơn vị dự báo hiện thời.

Biểu thức 2

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

Có nghĩa là, nếu chế độ dự báo hiện thời là chế độ liên kết, thì kích thước đơn vị biến đổi 'RootTuSize' khi cỡ kích thước TU là 0, có thể là giá trị nhỏ hơn trong số kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất và kích thước đơn vị dự báo hiện thời.

Nếu chế độ dự báo của đơn vị phân chia hiện thời là chế độ trong ảnh, thì 'RootTuSize' có thể được xác định bằng cách sử dụng biểu thức 3 dưới đây. Trong biểu thức 3, 'PartitionSize' là kích thước của đơn vị phân chia hiện thời.

Biểu thức 3

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

Có nghĩa là, nếu chế độ dự báo hiện thời là chế độ trong ảnh, thì kích thước đơn vị biến đổi 'RootTuSize' khi cỡ kích thước TU bằng 0 có thể là giá trị nhỏ hơn trong số kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất và kích thước của đơn vị dự báo hiện thời.

Tuy nhiên, kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất hiện thời 'RootTuSize' thay đổi theo loại chế độ dự báo trong đơn vị dự báo chỉ là một ví dụ và không bị giới hạn ở cách thức này.

Theo phương án làm ví dụ, kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất hiện thời 'RootTuSize' có thể bằng kích thước của đơn vị mã hóa hiện thời. Theo phương án làm ví dụ khác, kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất hiện thời 'RootTuSize' có thể được xác định dựa trên loại đơn vị dự báo hoặc dạng phân chia của đơn vị dự báo hoặc phân chia hiện thời. Ví dụ, kích thước đơn vị biến đổi lớn nhất hiện thời 'RootTuSize' có thể là kích thước của hình vuông lớn nhất nằm trong đơn vị dự báo hoặc phân chia hiện thời.

Fig.22 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa video sử dụng chỉ số biến đổi trên cơ sở các đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ.

Trong bước 1210, hình ảnh hiện thời được phân tách thành ít nhất một đơn vị mã hóa lớn nhất. Có thể xác định độ sâu lớn nhất chỉ báo tổng số lần phân tách có thể được.

Trong bước 1220, độ sâu mã hóa để kết xuất kết quả mã hóa cuối cùng theo ít nhất một khu vực phân tách, mà nó được thu bằng cách phân tách khu vực của mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất theo các độ sâu, được xác định bằng cách mã hóa ít nhất một khu vực phân tách, và đơn vị mã hóa theo cấu trúc cây được xác định.

Đơn vị mã hóa lớn nhất được phân tách về mặt không gian bất kể khi nào độ sâu sâu thêm, và do đó được phân tách thành các đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn. Mỗi đơn vị mã hóa có thể được phân tách thành các đơn vị mã hóa có độ sâu thấp hơn bằng cách phân tách về mặt không gian một cách độc lập từ các đơn vị mã hóa liền kề. Mã hóa được thực hiện lặp đi lặp lại trên mỗi đơn vị mã hóa theo các độ sâu.

Ngoài ra, đơn vị biến đổi theo các dạng phân chia có sai số mã hóa nhỏ nhất được xác định cho mỗi đơn vị mã hóa sâu hơn. Để xác định độ sâu mã hóa có sai số mã hóa nhỏ nhất trong mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất, các sai số mã hóa có thể được xác định và so sánh trong tất cả các đơn vị mã hóa sâu hơn theo các độ sâu.

Trong quá trình xác định đơn vị mã hóa, các đơn vị biến đổi, là đơn vị dữ liệu trong đó đơn vị mã hóa được biến đổi, có thể được xác định. Các đơn vị biến đổi này có thể được xác định là đơn vị dữ liệu làm giảm thiểu sai số do biến đổi trên đơn vị mã hóa. Các đơn vị biến đổi này có thể được xác định để có cùng kích thước trong một đơn vị mã hóa. Kết quả của quá trình thông tin biến đổi ở mỗi mức theo độ sâu biến đổi bên trong đơn vị mã hóa hiện thời là, các đơn vị biến đổi dựa trên cấu trúc cây mà chúng tạo nên cấu trúc phân cấp giữa các đơn vị biến đổi trên cùng một khu vực theo các độ sâu biến đổi và độc lập với các đơn vị biến đổi trên khu vực khác có thể được xác định.

Trong bước 1230, dữ liệu video đã mã hóa tạo nên kết quả mã hóa cuối cùng theo độ sâu mã hóa được kết xuất cho mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất, cùng với thông tin mã hóa về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa. Thông tin về chế độ mã hóa có thể bao gồm thông tin chỉ báo độ sâu mã hóa hoặc thông tin phân tách, thông tin chỉ báo dạng phân chia của đơn vị dự báo, thông tin chỉ báo chế độ dự báo, thông tin chỉ báo kích thước của đơn vị biến đổi, và chỉ số biến đổi. Thông tin mã hóa về chế độ mã hóa có thể được truyền đến bộ giải mã cùng với dữ liệu ảnh mã hóa.

Fig.23 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã video sử dụng chỉ số biến đổi trên cơ sở các đơn vị mã hóa và các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây, theo một phương án làm ví dụ.

Trong bước 1310, dòng bit của video đã mã hóa được thu và được phân giải.

Trong bước 1320, dữ liệu video đã mã hóa của hình ảnh hiện thời được gán cho đơn vị mã hóa lớn nhất, và thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa theo các đơn vị mã hóa lớn nhất được trích xuất từ dòng bit được phân giải. Độ sâu mã hóa của mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất là độ sâu có sai số mã hóa nhỏ nhất trong mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất. Trong quá trình mã hóa mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất, dữ liệu ảnh được mã hóa dựa trên ít nhất một đơn vị dữ liệu thu được bằng cách phân tách theo cách phân cấp mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất theo các độ sâu.

Theo thông tin chỉ báo độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa, đơn vị mã hóa lớn nhất có thể được phân tách thành các đơn vị mã hóa có cấu trúc cây. Mỗi đơn vị mã hóa có cấu trúc cây được xác định làm đơn vị mã hóa tương ứng với độ sâu mã hóa, và được mã hóa một cách tối ưu để kết xuất sai số mã hóa nhỏ nhất. Do đó, hiệu quả mã hóa và giải mã của ảnh có thể được cải thiện bằng cách giải mã từng mẫu dữ liệu video đã mã hóa trong các đơn vị mã hóa sau khi xác định ít nhất một độ sâu mã hóa theo các đơn vị mã hóa.

Theo chỉ số biến đổi nằm trong thông tin về chế độ mã hóa, các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây bên trong đơn vị mã hóa có thể được xác định. Ví dụ, số lần phân tách từ đơn vị mã hóa hiện thời đến đơn vị biến đổi có thể được đọc từ chỉ số biến đổi. Theo phương án khác, có thể xác định được liệu đơn vị mã hóa hiện thời có được phân tách thành các đơn vị biến đổi có mức thấp hơn hay không, và theo đó cấu trúc của các đơn vị biến đổi có cấu trúc cây có thể được đọc từ chuỗi bit chỉ báo liệu có phân tách từ đơn vị biến đổi cao nhất đến đơn vị biến đổi thấp nhất cho mỗi khu vực của đơn vị mã hóa hiện thời hay không.

Trong bước 1330, dữ liệu ảnh của mỗi đơn vị mã hóa lớn nhất được giải mã dựa trên thông tin về độ sâu mã hóa và chế độ mã hóa theo các đơn vị mã hóa lớn nhất. Dữ liệu ảnh

giải mã này có thể được tái tạo bởi thiết bị tái tạo, được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ, hoặc được truyền qua mạng.

Các phương án làm ví dụ có thể được viết dưới dạng chương trình máy tính và có thể được thực hiện trong các máy tính số đa năng để chạy các chương trình này bằng cách sử dụng vật ghi có thể đọc được bằng máy tính. Các ví dụ về vật ghi có thể đọc được bằng máy tính bao gồm phương tiện lưu trữ từ tính (chẳng hạn như ROM, đĩa mềm, đĩa cứng v.v..) và phương tiện lưu trữ quang (chẳng hạn như CD-ROM, hoặc DVD). Theo cách khác, các phương án làm ví dụ có thể được thực hiện dưới dạng các tín hiệu như phương tiện truyền có thể đọc được bằng máy tính, chẳng hạn như các tín hiệu dữ liệu, để truyền qua mạng máy tính, chẳng hạn như mạng Internet.

Các thiết bị mã hóa video hoặc các thiết bị giải mã video theo các phương án làm ví dụ này có thể bao gồm bus được nối với từng bộ phận của thiết bị này, ít nhất một bộ xử lý được kết nối với bus và để thực hiện các lệnh, và bộ nhớ được kết nối với bus để lưu trữ các lệnh, các thông báo thu được, và các thông báo tạo ra.

Mặc dù sáng chế đã được trình bày và mô tả cùng với các phương án làm ví dụ, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng có thể thực hiện các thay đổi về hình thức và chi tiết mà không nằm ngoài nguyên lý và ngoài phạm vi của sáng chế như được xác định trong yêu cầu bảo hộ kèm theo. Các phương án làm ví dụ này được coi là mang tính mô tả và không nhằm mục đích giới hạn. Do đó, phạm vi bảo hộ của sáng chế được xác định không phải bởi phần mô tả chi tiết của sáng chế mà bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, và tất cả các thay đổi nằm trong phạm vi bảo hộ sẽ được hiểu là nằm trong sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

thu dòng bit của video đã mã hóa;

xác định ít nhất một đơn vị mã hóa bằng cách sử dụng thông tin phân tách được trích xuất từ dòng bit;

trích xuất từ dòng bit thông tin chỉ số biến đổi dòng bit chỉ báo liệu đơn vị biến đổi có mức hiện thời nằm trong đơn vị mã hóa hiện thời trong số ít nhất một đơn vị mã hóa có được phân tách hay không;

khi thông tin chỉ số biến đổi này chỉ báo có sự phân tách đối với đơn vị biến đổi có mức hiện thời, thì phân tách đơn vị biến đổi có mức hiện thời này thành các đơn vị mã hóa có mức thấp hơn; và

khi thông tin chỉ số biến đổi này chỉ báo không có sự phân tách đối với đơn vị biến đổi có mức hiện thời, thì thực hiện biến đổi ngược trên đơn vị biến đổi có mức hiện thời để tạo ra dữ liệu dư tương ứng với đơn vị biến đổi có mức hiện thời.

Fig.1

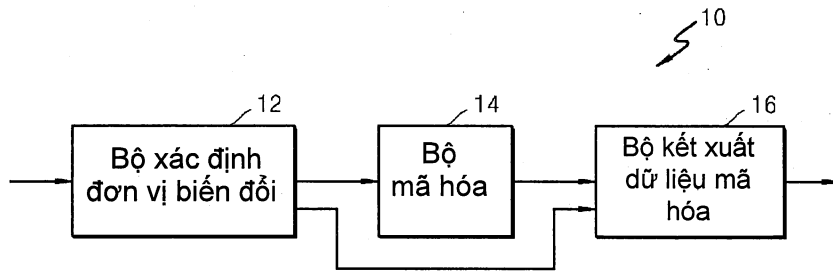


Fig.2

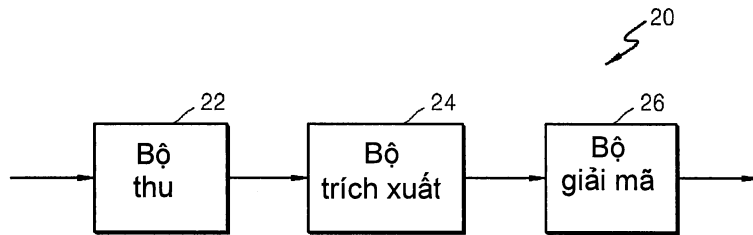


Fig.3

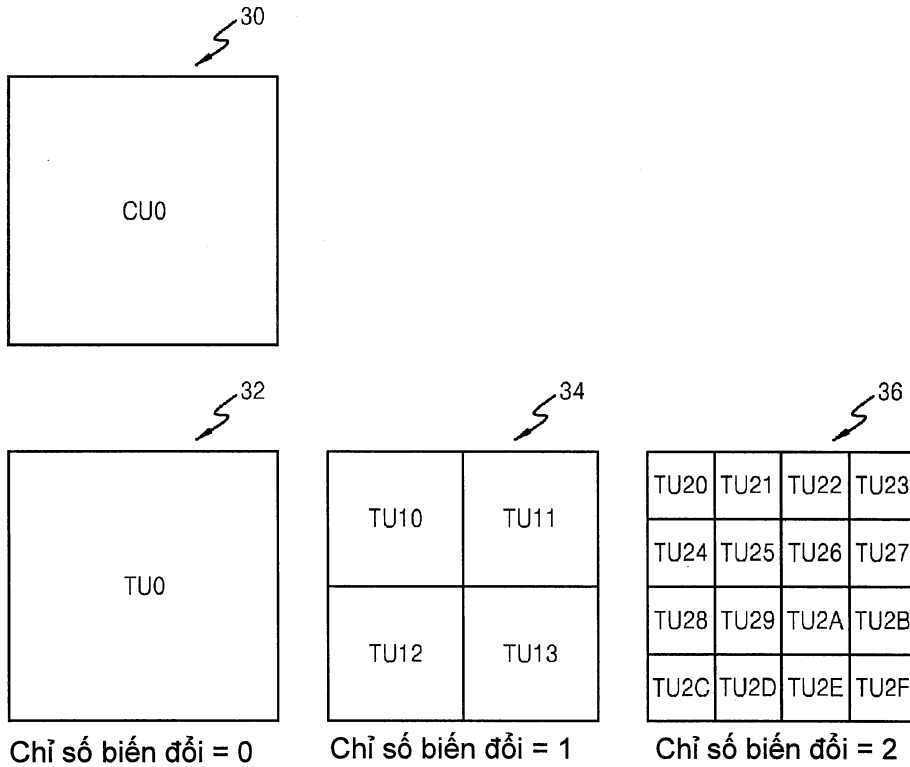
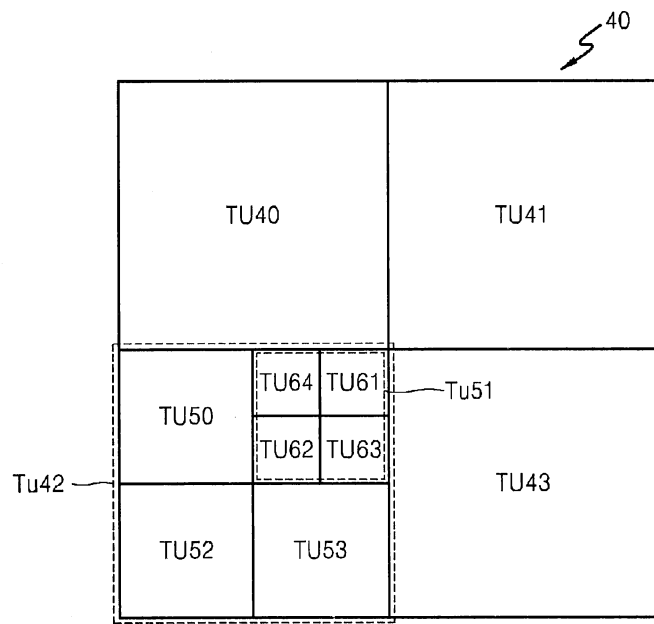
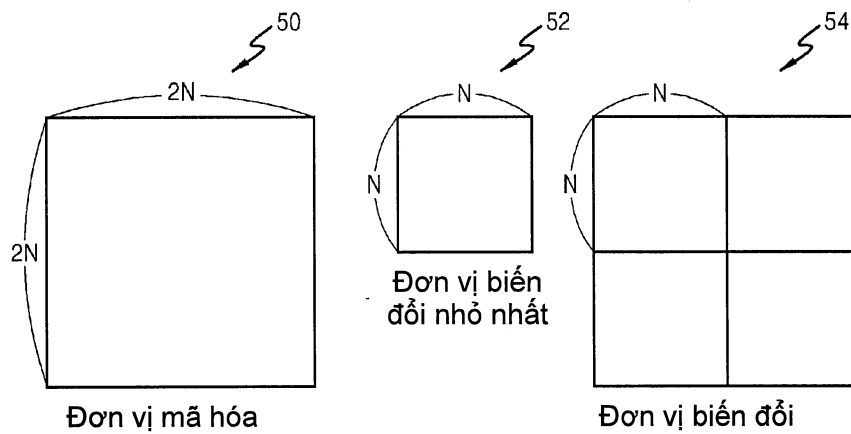


Fig.4



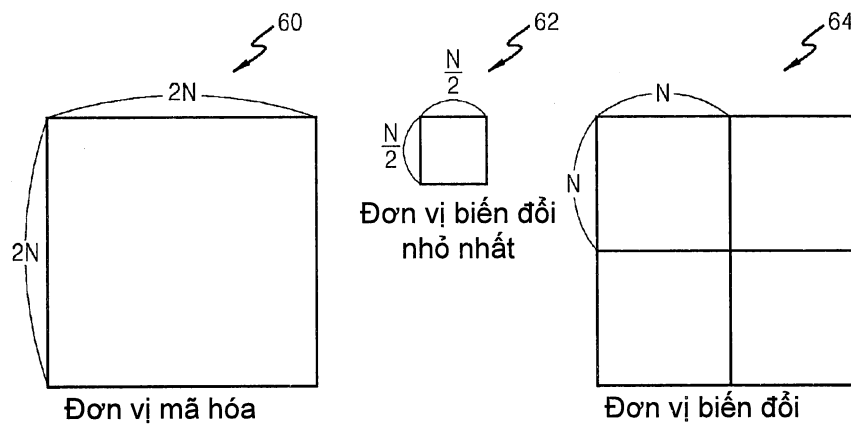
Chỉ số biến đổi = 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0

Fig.5



Chỉ số biến đổi = 1

Fig.6



Chỉ số biến đổi = 1, 0, 0, 0, 0

Fig.7

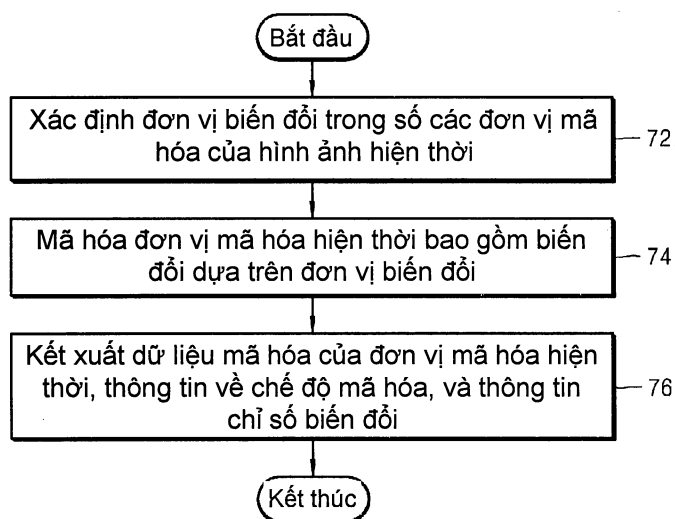


Fig.8

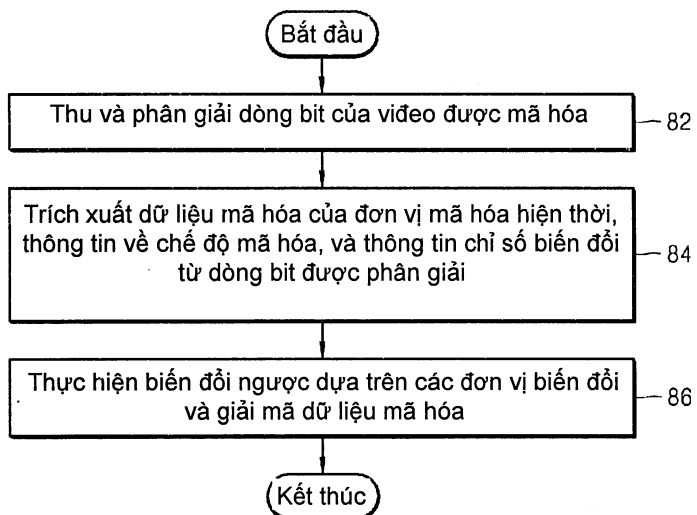


Fig.9

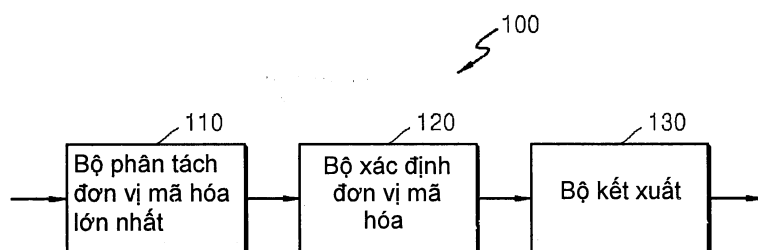


Fig.10

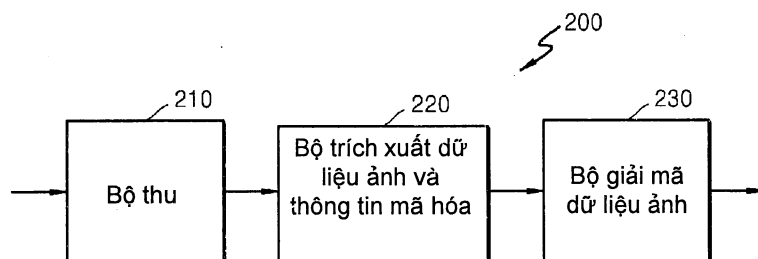


Fig.11

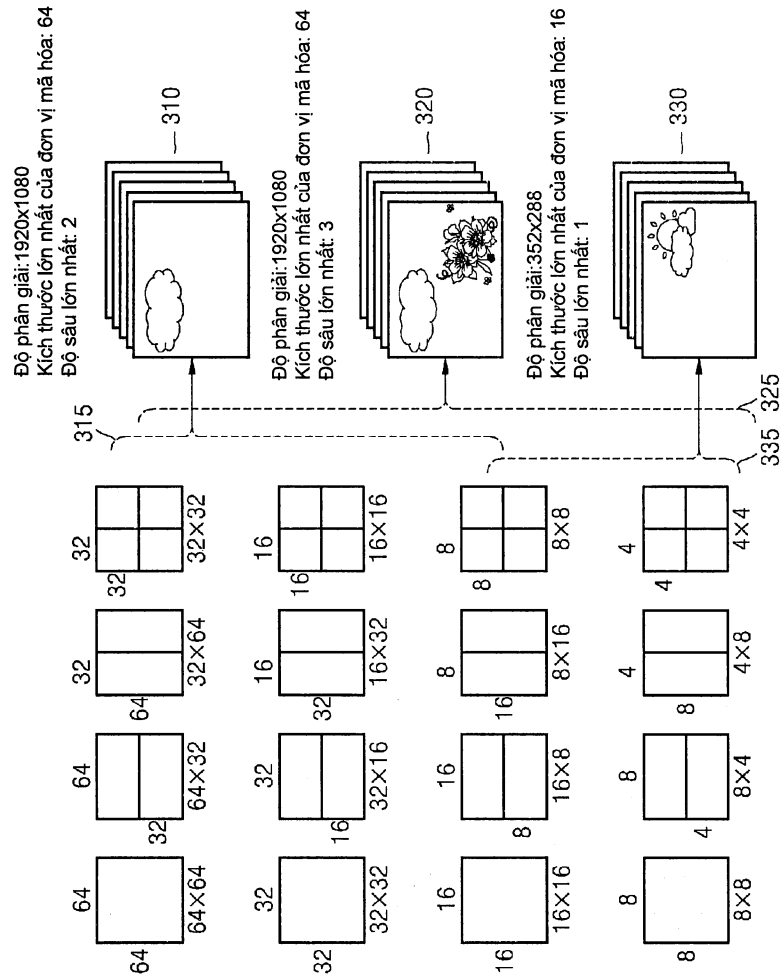


Fig.12

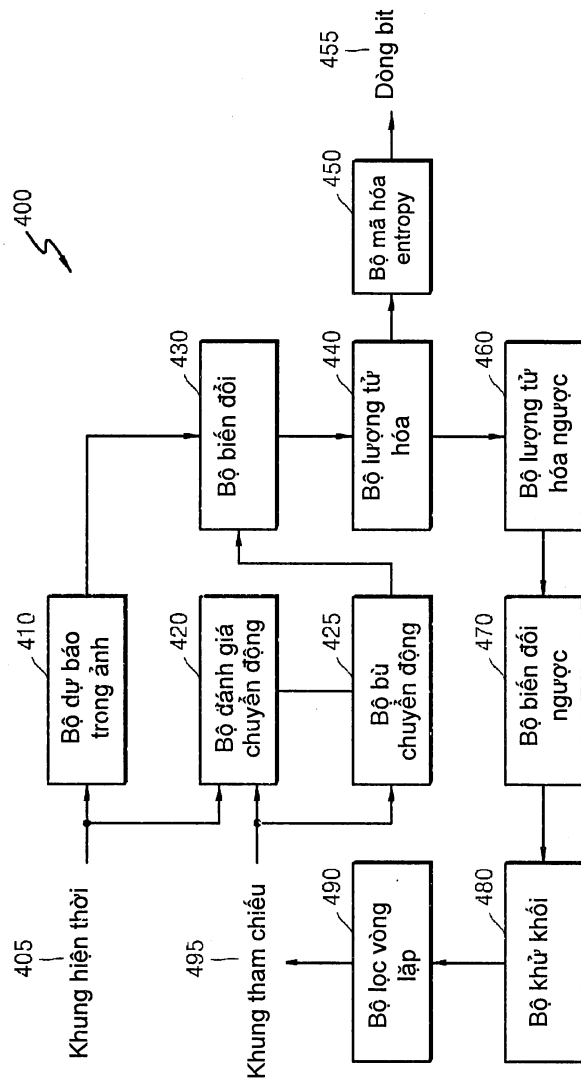


Fig.13

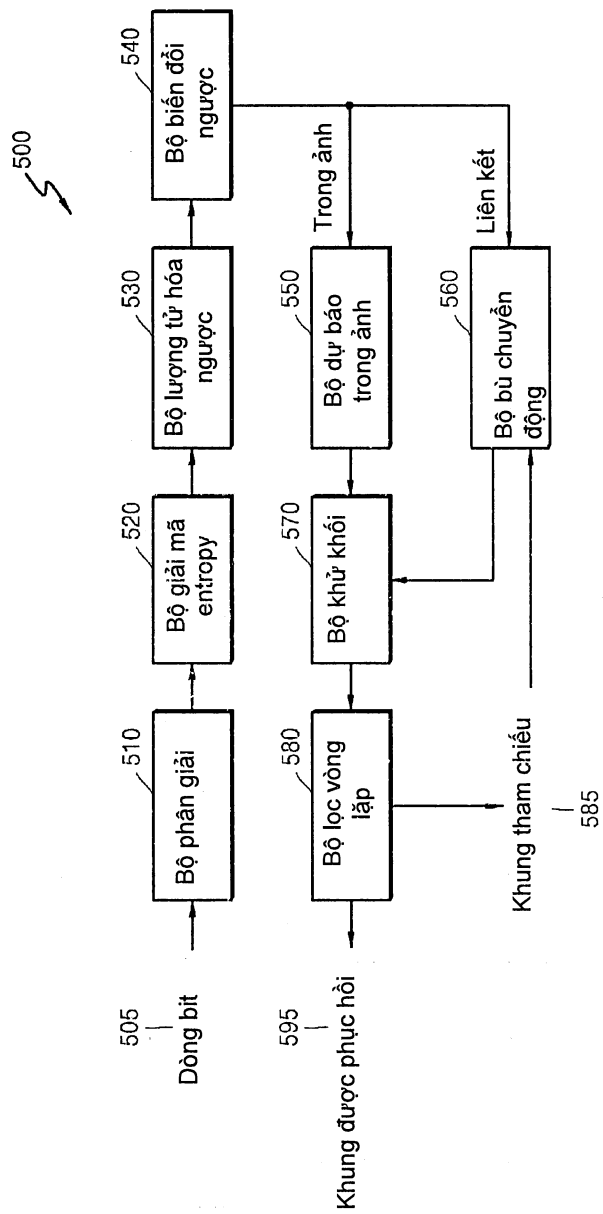


Fig.14

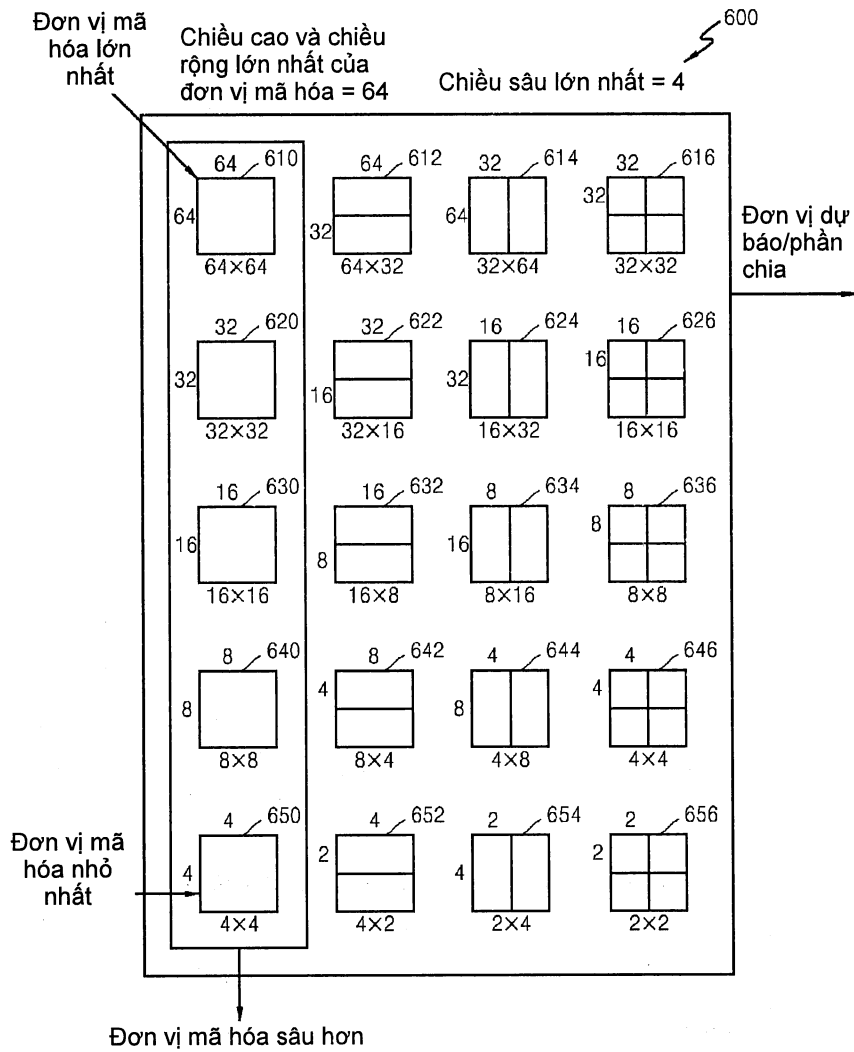


Fig.15

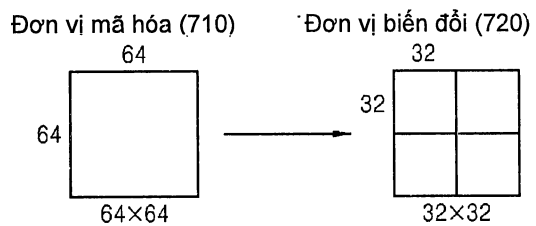
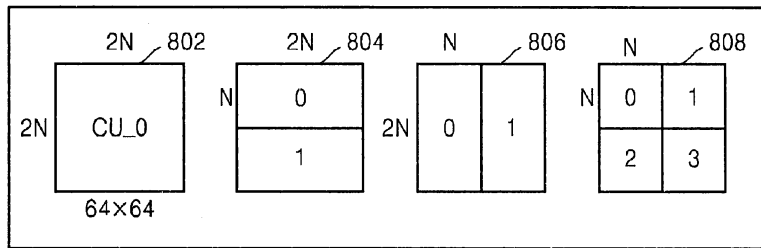
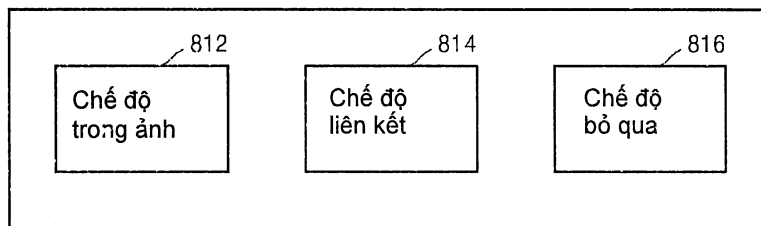


Fig.16

Thông tin 'dạng phân chia' (800)



Thông tin 'chế độ dự báo' (810)



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

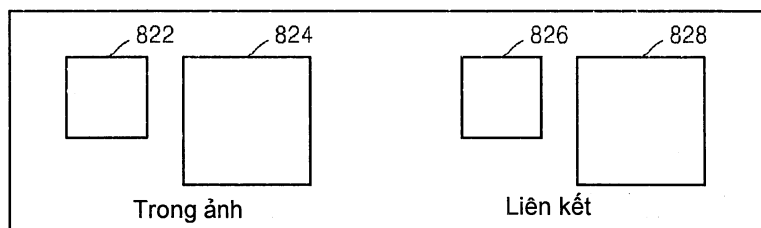


Fig.17

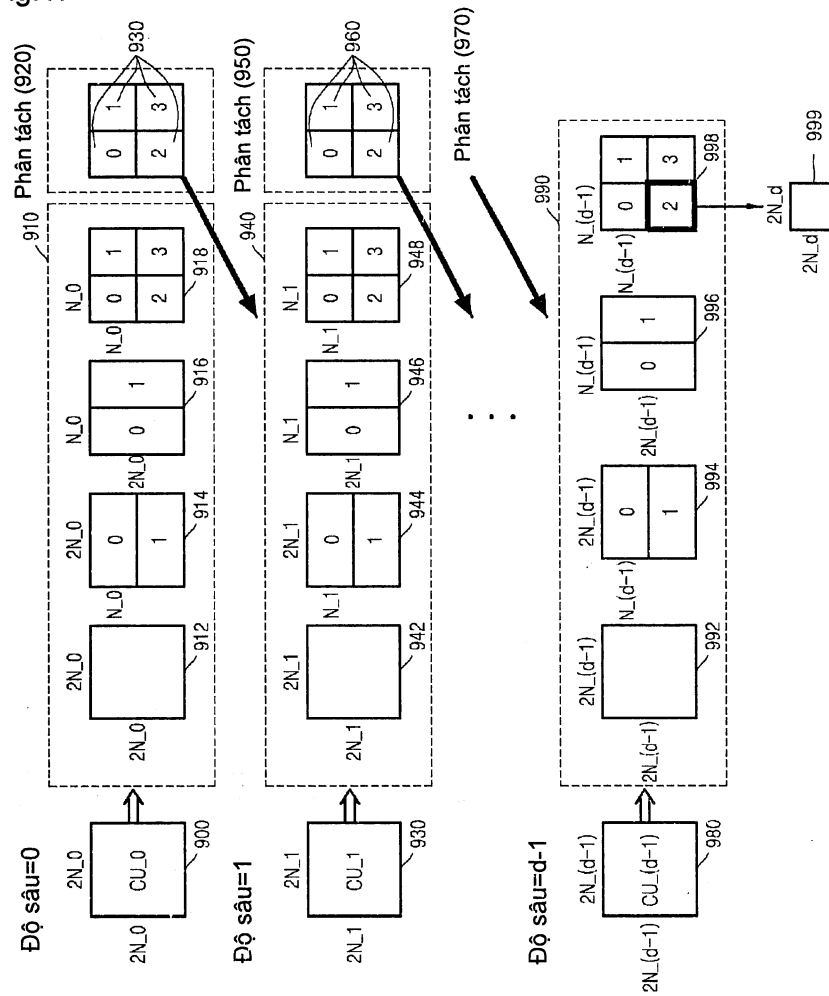


Fig.18

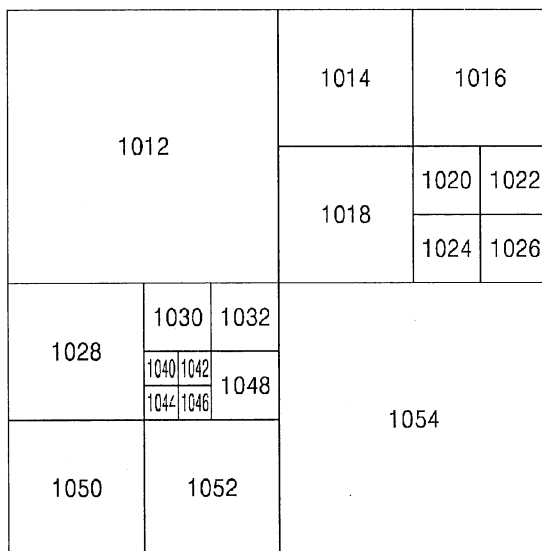


Fig.19

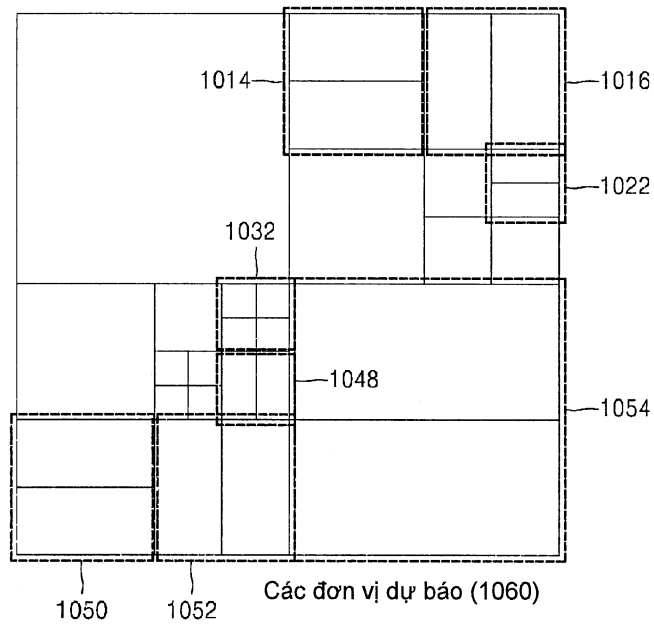


Fig.20

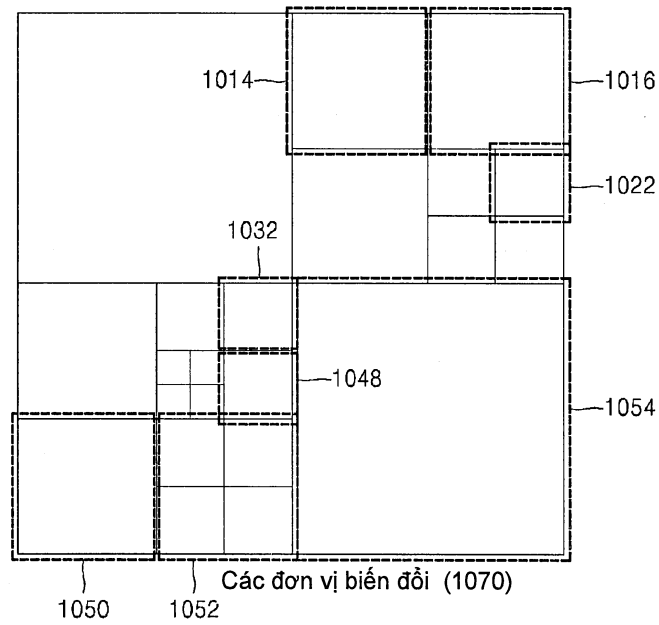


Fig.21

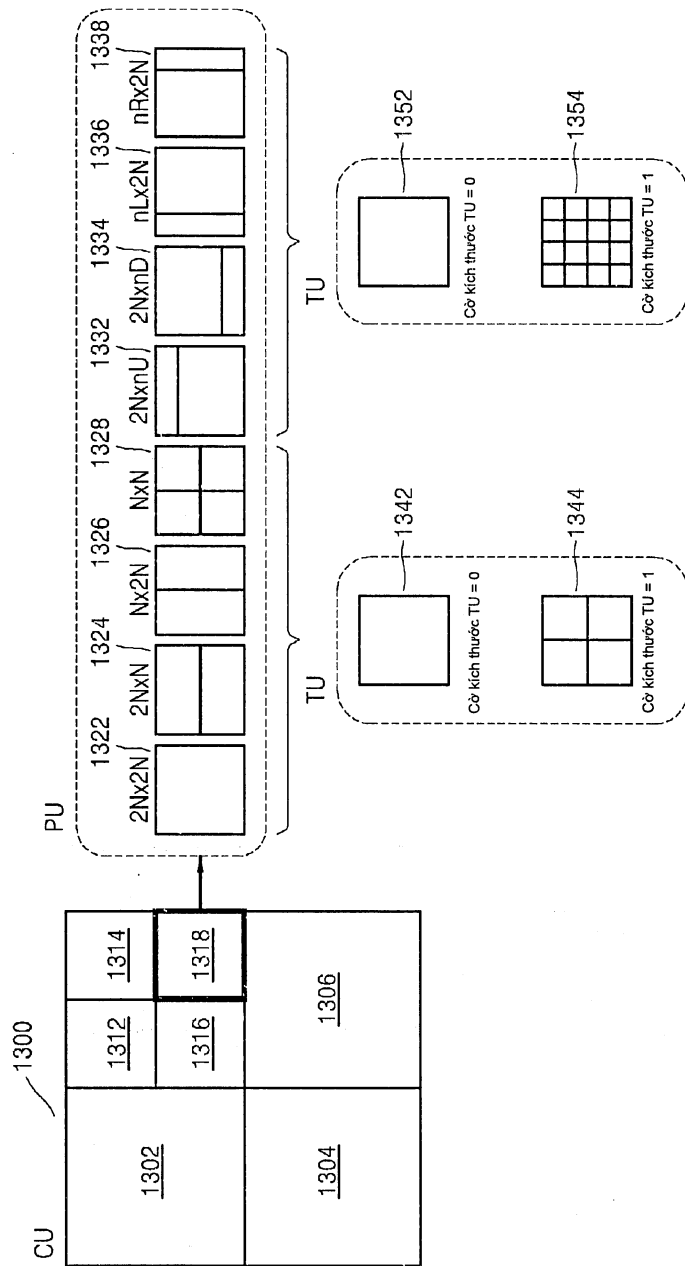


Fig.22

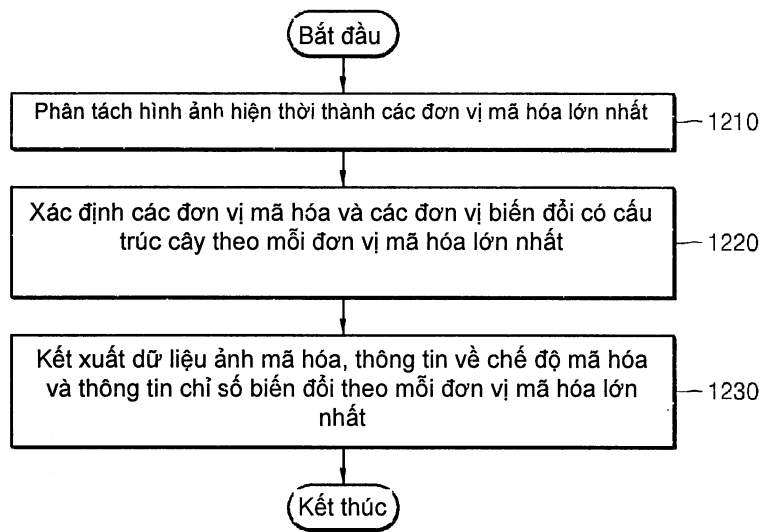


Fig.23

