



(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)



1-0028073

(51)⁷ H04B 1/66

(13) B

(21) 1-2016-03015

(22) 21/12/2011

(62) 1-2013-01919

(86) PCT/US2011/066359 21/12/2011

(87) WO 2012/088211 A1 28/06/2012

(30) 61/425,670 21/12/2010 US; 61/449,528 04/03/2011 US

(45) 25/04/2021 397

(43) 25/09/2013 306A

(73) NTT DOCOMO, INC. (JP)

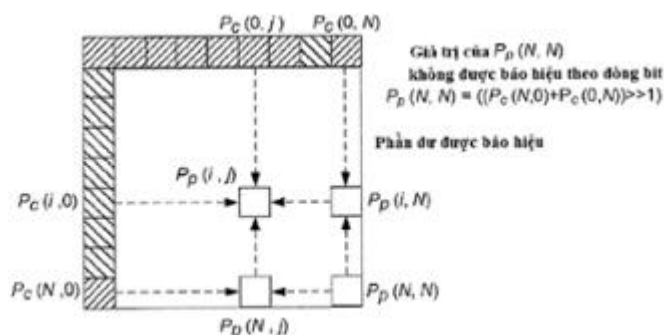
Sanno Park Tower, 11-1, Nagatacho 2-chome, Chiyoda-ku Tokyo, 100-6150, Japan

(72) BOSSEN, Frank, Jan (NL); KANUMURI, Sandeep (IN).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA VIDEO, PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ VIDEO, BỘ MÃ HÓA VIDEO VÀ BỘ GIẢI MÃ VIDEO

(57) Sáng chế đề cập đến mã hóa chế độ phẳng ít phức tạp, trong đó giá trị dự báo thứ nhất được tính toán nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị của các điểm ảnh ở đường biên ngang tương ứng và giá trị của một trong số các điểm ảnh ở đường biên theo chiều thẳng đứng, và giá trị dự báo thứ hai được tính toán nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị của các điểm ảnh ở đường biên theo chiều thẳng đứng tương ứng và giá trị của một trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang. Giá trị dự báo thứ nhất và giá trị dự báo thứ hai sau đó được tính trung bình để đưa ra giá trị điểm ảnh dự báo tương ứng trong khối dự báo. Phần dư giữa khối dự báo và khối đích được truyền tới bộ giải mã.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến mã hóa video, và cụ thể là việc dự báo trong khung được tăng cường bởi việc mã hóa chế độ dự báo phẳng ít phức tạp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Video số yêu cầu lượng lớn dữ liệu để biểu diễn mỗi và mọi khung của trình tự video số (chẳng hạn, các dãy khung) theo cách không bị nén. Hầu hết các ứng dụng đều không thể truyền các video số không bị nén qua các mạng máy tính do các giới hạn băng thông. Ngoài ra, video số không bị nén yêu cầu lượng lớn dung lượng lưu trữ. Video số được mã hóa thông thường theo một vài cách để làm giảm các yêu cầu lưu trữ và các yêu cầu về băng thông.

Một kỹ thuật dùng để mã hóa video số là dự báo liên khung, hoặc dự báo liên kết. Dự báo liên kết khai thác sự dư thừa thời gian trong số các khung khác nhau. Các khung liên kế theo thời gian của video thường bao gồm các khối điểm ảnh, mà còn lại về cơ bản là giống nhau. Trong suốt quy trình mã hóa, vector chuyển động có quan hệ với sự dịch chuyển của khối điểm ảnh trong một khung đến khối điểm ảnh tương tự trong khung khác. Do đó, hệ thống không cần mã hóa khối điểm ảnh hai lần, mà mã hóa khối điểm ảnh chỉ một lần và đưa ra vector chuyển động để dự báo khối điểm ảnh khác.

Kỹ thuật khác để mã hóa video số là dự báo trong khung hoặc dự báo bên trong. Dự báo bên trong mã hóa khung hoặc một phần của khung mà không dựa vào các điểm ảnh trong các khung khác. Dự báo bên trong khai thác sự dư thừa theo không gian trong số các khối điểm ảnh ở trong khung. Do các khối điểm ảnh liên kế theo không gian thường có các thuộc tính giống nhau, nên hiệu quả của quy trình mã hóa được cải thiện nhờ việc dựa vào mối tương quan theo không gian giữa hai khối liên kế. Mối tương quan này có thể được khai thác nhờ việc dự báo khối đích dựa trên các chế độ dự báo được sử dụng trong các khối liên kế.

Thông thường, bộ mã hóa bao gồm bộ dự báo điểm ảnh, bộ dự báo điểm ảnh này bao gồm bộ dự báo liên kết, bộ dự báo bên trong và bộ lựa chọn chế độ. Bộ dự báo liên kết thực hiện dự báo hình ảnh nhận được, dựa vào sự chuyển động được bù khung tham chiếu. Bộ dự báo bên trong thực hiện dự báo hình ảnh nhận được dựa vào các phần của khung hoặc ảnh hiện tại vừa được xử lý. Bộ dự báo bên trong còn bao gồm các chế độ dự báo bên trong khác và thực hiện dự báo theo các chế độ dự báo tương ứng. Các đầu ra từ bộ dự báo liên kết và bộ dự báo bên trong được cung cấp tới bộ lựa chọn chế độ.

Bộ lựa chọn chế độ xác định phương pháp mã hóa được sử dụng, việc mã hóa dự báo liên kết hay việc mã hóa dự báo bên trong, và, khi việc mã hóa dự báo bên trong được sử dụng, xác định chế độ của việc mã hóa dự báo bên trong được sử dụng trong số các chế độ dự báo bên trong. Trong quy trình xác định, bộ lựa chọn chế độ sử dụng các hàm số chi phí để phân tích phương pháp mã hóa hoặc chế độ mã hóa cho kết quả tốt nhất đối với hiệu suất mã hóa và các chi phí xử lý.

Các chế độ dự báo bên trong bao gồm chế độ DC và các chế độ định hướng. Chế độ DC biểu diễn phù hợp khối có các giá trị điểm ảnh không đổi qua khối. Các chế độ định hướng phù hợp để biểu diễn khối có mẫu dọc theo chiều nhất định. Có mẫu ảnh khác trong đó hình ảnh mịn và các giá trị điểm ảnh của nó thay đổi dần dần trong khối. Chế độ DC và các chế độ định hướng không phù hợp để dự báo các thay đổi nhỏ dần theo nội dung hình ảnh và có thể tạo ra các thành phần tạo khối gây khó chịu đặc biệt là ở tốc độ truyền dữ liệu từ thấp đến trung bình. Điều này là do các khối có các giá trị điểm ảnh thay đổi dần dần được mã hóa, các hệ số AC của các khối có xu hướng được lượng tử hóa tới 0, trong khi các hệ số DC có các giá trị khác 0.

Để khắc phục vấn đề này, các chế độ dự báo bên trong theo tiêu chuẩn H.264/AVC còn bao gồm chế độ phẳng để biểu diễn khối có hình ảnh mịn có các giá trị điểm ảnh thay đổi dần dần với độ dốc mặt phẳng nhỏ. Theo chế độ phẳng của tiêu chuẩn H.264/AVC, độ dốc mặt phẳng được ước tính và được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất việc mã hóa chế độ phẳng ít phức tạp mà có thể cải thiện hiệu quả mã hóa của việc mã hóa dự báo bên trong. Theo sáng chế, dưới chế độ dự báo phẳng, bộ mã hóa tính toán giá trị dự báo thứ nhất và giá trị dự báo thứ hai. Giá trị dự báo thứ nhất được tính toán nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị các điểm ảnh ở đường biên ngang tương ứng và giá trị của một trong số các điểm ảnh ở đường biên theo chiều thẳng đứng. Giá trị dự báo thứ hai được tính toán nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị các điểm ảnh ở đường biên theo chiều thẳng đứng tương ứng và giá trị của một trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang. Bộ mã hóa còn thực hiện việc tính trung bình giá trị dự báo thứ nhất và giá trị dự báo thứ hai để đưa ra giá trị dự báo tương ứng trong khối dự báo.

Theo một khía cạnh của sáng chế, bộ mã hóa báo hiệu phần dư giữa khối dự báo và khối đích theo dòng bit tới bộ giải mã.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi $H^N(i, j)$ được chuyển đổi tới tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$. Bộ mã hóa biến đổi phần dư, sử dụng tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$.

Tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$ có thể được xác định bởi một trong số các phương trình sau đây:

$$\begin{aligned}
 \text{(a)} \quad G^N(i, j) &= k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)j\pi}{2N+1}\right); \\
 \text{(b)} \quad G_F^N(i, j) &= k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)(2j-1)\pi}{4N}\right), \forall 1 \leq i, j \leq N; \quad \text{và} \\
 \text{(c)} \quad G^N(i, j) &= k_i \times \cos\left(\frac{(i-1)(2j-1)\pi}{2N}\right).
 \end{aligned}$$

Theo khía cạnh khác của sáng chế, tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$ dùng cho kích thước $N \times N$ được xác định bởi tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi $H_M(i, j)$ dùng cho kích thước $M \times M$, trong đó $M > N$. Cụ thể, tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$ có thể được xác định bởi

$$G^N(i, j) = k_i \times H^{2N}(2i, N+1-j)$$

nếu các nhân biên đôi có ích thước $2N \times 2N$ (H^{2N}) được hỗ trợ, hoặc

$G^N(i, j) = H^N(i, j)$ nếu không.

Sáng chế cũng đề xuất việc mã hóa chế độ phẳng ít phức tạp được sử dụng để giải mã. Theo chế độ phẳng, bộ giải mã tính toán giá trị dự báo thứ nhất và giá trị dự báo thứ hai. Giá trị dự báo thứ nhất được tính toán nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị các điểm ảnh ở đường biên ngang tương ứng và giá trị của một trong số các điểm ảnh ở đường biên theo chiều thẳng đứng. Giá trị dự báo thứ hai được tính toán nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị các điểm ảnh ở đường biên theo chiều thẳng đứng tương ứng và giá trị của một trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang. Sau đó bộ giải mã thực hiện tính trung bình giá trị dự báo thứ nhất và giá trị dự báo thứ hai để đưa ra giá trị điểm ảnh dự báo tương ứng trong khối dự báo. Bộ giải mã giải mã phần dư được báo hiệu từ bộ mã hóa mà đã được tạo ra theo chế độ phẳng ở bộ mã hóa và thêm phần dư được giải mã vào khối dự báo để cấu trúc lại dữ liệu hình ảnh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc phần cứng ví dụ mà trên đó sáng chế có thể được thực hiện.

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện tổng thể bộ mã hóa video mà sáng chế có thể áp dụng.

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện tổng thể bộ giải mã video mà sáng chế có thể áp dụng.

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện các môđun chức năng của bộ mã hóa theo phương án ưu tiên của sáng chế.

Fig.5 là lưu đồ thể hiện quy trình mã hóa được thực hiện bởi bộ mã hóa video theo phương án ưu tiên của sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ khối thể hiện các môđun chức năng của bộ giải mã theo phương án ưu tiên của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ thể hiện quy trình giải mã được thực hiện bởi bộ giải mã video theo phương án ưu tiên của sáng chế.

Fig.8 là hình vẽ giản lược khối đích chứa các điểm ảnh 8×8 $P(i,j)$ và các điểm ảnh tham chiếu được sử dụng để dự báo các điểm ảnh $P(i,j)$.

Fig.9 là hình vẽ giản lược thể hiện quy trình tạo ra các điểm ảnh dự báo theo việc mã hóa chế độ phẳng được đề xuất trong JCT-VC A1 19.

Fig.10 là hình vẽ giản lược thể hiện quy trình tạo ra các điểm ảnh dự báo theo việc mã hóa chế độ phẳng của sáng chế.

Fig.11 là hình vẽ giản lược khác thể hiện quy trình tạo ra các điểm ảnh dự báo theo việc mã hóa chế độ phẳng của sáng chế.

Fig.12 là lưu đồ thể hiện quy trình chuyển đổi giữa tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi và tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 thể hiện cấu trúc phần cứng ví dụ của máy tính 100 mà trên đó sáng chế có thể được thực hiện. Lưu ý là cấu trúc phần cứng được thể hiện trên Fig.1 có thể là phổ biến trong cả bộ mã hóa video và bộ giải mã video mà thực hiện các phương án của sáng chế. Máy tính 100 bao gồm bộ xử lý 101, bộ nhớ 102, thiết bị lưu trữ 105, và một hoặc nhiều thiết bị đầu vào và/hoặc đầu ra 106 (I/O) (hoặc các thiết bị ngoại vi) mà chúng được ghép nối với nhau thông qua giao diện cục bộ 107. Giao diện cục bộ 105 có thể là, chẳng hạn, nhưng không bị giới hạn, một hoặc nhiều đường dẫn hoặc các liên kết không dây hoặc có dây khác, như đã biết trong lĩnh vực này.

Bộ xử lý 101 là thiết bị phần cứng dùng để thực hiện phần mềm, cụ thể là được lưu trữ trong bộ nhớ 102. Bộ xử lý 101 có thể là bộ xử lý đặt hàng bất kỳ hoặc bộ xử lý có sẵn trên thị trường, bộ xử lý trung tâm (CPU), bộ xử lý phụ trong số một vài bộ xử lý được kết hợp với máy tính 100, bộ vi xử lý gốc chất bán dẫn

(theo dạng mạch vi xử lý hoặc vi mạch), hoặc thiết bị thông thường bất kỳ để thực hiện các lệnh phần mềm.

Bộ nhớ 102 bao gồm phương tiện có thể đọc được bằng máy tính, mà có thể bao gồm một hoặc sự kết hợp bất kỳ của các phần tử nhớ khả biến (chẳng hạn, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM, như là DRAM, SRAM, SDRAM, v.v.)) và các phần tử nhớ bất khả biến (chẳng hạn, ROM, ổ cứng, băng từ, CDROM, v.v.). Hơn nữa, bộ nhớ 102 có thể tích hợp điện tử, nam châm, quang học, và/hoặc loại phương tiện lưu trữ khác. Phương tiện có thể đọc được bằng máy tính có thể là bất kỳ các phương tiện có thể lưu trữ, liên lạc, lan truyền hoặc vận chuyển chương trình để sử dụng hoặc kết nối với hệ thống, thiết bị hoặc máy thực hiện lệnh. Lưu ý là bộ nhớ 102 có thể có cấu trúc được phân bố sao cho các bộ phận khác nhau nằm tách biệt nhau, nhưng có thể được truy cập bởi bộ xử lý 101.

Phần mềm 103 trong bộ nhớ 102 có thể bao gồm một hoặc nhiều chương trình riêng biệt, mỗi trong số chúng chứa danh sách các lệnh có thể thực hiện được chỉ báo để thực hiện các chức năng theo logic của máy tính 100, như được mô tả dưới đây. Theo ví dụ trên Fig.1, phần mềm 103 trong bộ nhớ 102 xác định chức năng mã hóa video hoặc giải mã video của máy tính 100 phù hợp với sáng chế. Ngoài ra, mặc dù không cần, nhưng bộ nhớ 102 có thể chứa hệ thống thao tác (O/S) 104. Hệ thống thao tác 104 về cơ bản điều khiển việc thực hiện của các chương trình máy tính và đưa ra lập trình, điều khiển cổng vào-cổng ra, quản lý dữ liệu và tệp tin, quản lý bộ nhớ, kiểm soát liên lạc và các dịch vụ liên quan.

Thiết bị lưu trữ 105 của máy tính 100 có thể là một trong số nhiều loại thiết bị lưu trữ khác nhau, bao gồm thiết bị lưu trữ cố định hoặc thiết bị lưu trữ di động. Chẳng hạn, thiết bị lưu trữ 105 có thể là băng từ, đĩa từ, bộ nhớ tia chớp, bộ nhớ khả biến, hoặc thiết bị lưu trữ khác. Ngoài ra, thiết bị lưu trữ 105 có thể là thẻ nhớ số an toàn hoặc bất kỳ thiết bị lưu trữ có thể di chuyển 105 khác.

Các thiết bị I/O 106 có thể bao gồm các thiết bị đầu vào, chẳng hạn, nhưng không giới hạn ở màn hình cảm ứng, bàn phím, chuột, máy quét, micrô hoặc thiết bị đầu vào khác. Ngoài ra, các thiết bị I/O 106 có thể còn bao gồm các thiết bị đầu

ra, chẳng hạn, nhưng không giới hạn ở các thiết bị hiển thị hoặc các thiết bị đầu ra khác. Các thiết bị I/O 106 có thể còn bao gồm các thiết bị mà liên lạc thông qua cả các đầu vào và các đầu ra, chẳng hạn, nhưng không bị giới hạn ở bộ điều biến/bộ giải điều biến (chẳng hạn, môđem; dùng để truy cập vào hệ thống, thiết bị hoặc mạng khác), tần số vô tuyến (RF), bộ thu phát không dây hoặc bộ thu phát khác, giao diện điện thoại, cầu đo, bộ định tuyến hoặc các thiết bị khác mà có chức năng của cả đầu ra và đầu vào.

Như được biết bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực, việc nén video đạt được bằng cách loại bỏ các thông tin dư thừa trong dãy video. Nhiều tiêu chuẩn mã hoá video khác còn tồn tại, bao gồm MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261, H.263, và H.264/AVC chẳng hạn. Cần lưu ý là sáng chế không bị giới hạn ở ứng dụng của bất kỳ tiêu chuẩn mã hoá video cụ thể nào. Tuy nhiên, phần mô tả sau đây của sáng chế được đề xuất sử dụng ví dụ của tiêu chuẩn H.264/AVC, mà được kết hợp ở đây để viện dẫn. H.264/AVC là tiêu chuẩn mã hoá video mới nhất và đạt được sự cải thiện hiệu quả đáng kể so với các tiêu chuẩn mã hoá video trước đó như MPEG-1, MPEG-2, H.261 và H.263.

Ở H.264/AVC, mỗi khung hoặc ảnh của video có thể được phá vỡ thành các phần nhỏ. Các phần nhỏ sau đó được chia thành các khối 6×16 điểm ảnh được gọi là các khối macro, mà sau đó có thể còn được chia thành các khối 8×16 , 16×8 , 8×8 , 4×8 , 8×4 điểm ảnh, xuống đến 4×4 điểm ảnh. Có năm loại phần nhỏ được hỗ trợ nhờ H.264/AVC. Trong các phần nhỏ I, tất cả các khối macro được mã hoá sử dụng dự báo bên trong. Trong các phần nhỏ P, các khối macro có thể được mã hoá sử dụng dự báo bên trong hoặc dự báo liên kết. Các phần nhỏ P cho phép chỉ một tín hiệu dự báo điều hoà chuyển động (MCP) cho mỗi khối macro được sử dụng. Trong các phần nhỏ B, các khối macro có thể được mã hoá sử dụng dự báo bên trong hoặc dự báo liên kết. Hai tín hiệu MCP có thể được sử dụng cho mỗi dự báo. Các phần nhỏ SP cho phép các phần nhỏ P được chuyển mạch giữa các chuỗi video khác một cách hiệu quả. Phần nhỏ SI là kết hợp chính xác để cho phần nhỏ SP truy cập ngẫu nhiên hoặc khôi phục lỗi, trong khi chỉ sử dụng dự báo bên trong.

Fig. 2 thể hiện tổng thể bộ mã hoá video mà sáng chế có thể áp dụng. Các khối được thể hiện trên hình vẽ mô tả các môđun chức năng được thực hiện nhờ bộ xử lý 101 thực hiện phần mềm 103 trong bộ nhớ 102. Ảnh của khung video 200 được cấp tới bộ mã hoá video 201. Bộ mã hoá video xử lý ảnh 200 trong các bộ phận của các khối macro 200A. Mỗi khối macro chứa các điểm ảnh khác nhau của ảnh 200. Trên mỗi khối macro, sự biến đổi thành các hệ số biến đổi được thực hiện sau đó nhờ việc lượng tử hoá thành các mức hệ số biến đổi. Ngoài ra, dự báo bên trong hoặc dự báo liên kết được sử dụng, sao cho không thực hiện các bước mã hoá trực tiếp trên dữ liệu điểm ảnh mà trên sự khác nhau của cùng các giá trị điểm ảnh được dự báo, do đó đạt được các giá trị nhỏ mà được nén một cách dễ dàng hơn.

Với mỗi phần nhỏ, bộ mã hoá 201 tạo ra số lượng các thành phần cú pháp, mà tạo thành kiểu được mã hoá của các khối macro của phần nhỏ tương ứng. Tất cả các thành phần dữ liệu dư thừa trong các thành phần cú pháp, mà liên quan tới việc mã hoá của các hệ số biến đổi, như là các mức hệ số biến đổi hoặc bản đồ quan trọng chỉ báo các mức hệ số biến đổi được bỏ qua, được gọi là các thành phần cú pháp dữ liệu dư thừa. Ngoài các thành phần cú pháp dữ liệu dư thừa, các thành phần cú pháp được tạo ra nhờ bộ mã hoá 201 chứa các thành phần cú pháp thông tin điều khiển chứa thông tin điều khiển như cách mỗi khối macro được mã hoá và được giải mã tương ứng. Nói cách khác, các thành phần cú pháp có thể phân vào hai loại. Loại thứ nhất, các thành phần cú pháp thông tin điều khiển, chứa các thành phần liên quan đến loại khối macro, loại khối macro phụ và thông tin trên các chế độ dự báo ở cả loại theo không gian và loại theo thời gian, cũng như thông tin điều khiển dựa vào khối macro và dựa vào phần nhỏ chẳng hạn. Trong loại thứ hai, tất cả các thành phần dữ liệu dư thừa, như bản đồ quan trọng chỉ dẫn các vị trí của các hệ số quan trọng bên trong khối của các hệ số biến đổi được lượng tử hoá và các giá trị của các hệ số quan trọng, mà được chỉ dẫn trong các bộ phận của các mức độ tương ứng với các bước lượng tử hoá, được kết hợp và trở thành các thành phần cú pháp dữ liệu dư thừa.

Bộ mã hoá 201 bao gồm bộ mã hoá entropi mà mã hoá các thành phần cú pháp và tạo ra các từ mã số học cho mỗi phần nhỏ. Khi tạo ra các từ mã số học cho phần nhỏ, bộ mã hoá entropi khai thác các phần phụ thuộc thống kê giữa các giá trị dữ liệu của các thành phần cú pháp trong dòng bit tín hiệu video. Bộ mã hoá 201 cung cấp tín hiệu video được mã hoá cho phần nhỏ của ảnh 200 tới bộ giải mã video 301 được thể hiện trên Fig.3.

Fig.3 thể hiện tổng thể bộ giải mã video mà sáng chế có thể được áp dụng. Hơn nữa, các khối thể hiện trên hình vẽ mô tả các môđun chức năng được thực hiện nhờ bộ xử lý 101 thực hiện phần mềm 103 trong bộ nhớ 102. Bộ giải mã video 301 nhận tín hiệu video được mã hoá và giải mã entropi lần đầu tín hiệu quay lại thành các thành phần cú pháp. Bộ giải mã 301 sử dụng các thành phần cú pháp để khôi phục, khôi macro bởi khối macro và sau đó là phần nhỏ sau phần nhỏ, các mẫu ảnh 300A của các điểm ảnh trong ảnh 300.

Fig.4 thể hiện các môđun chức năng của bộ mã hoá video 201. Các môđun chức năng này được thực hiện bởi bộ xử lý 101 thực hiện phần mềm 103 trong bộ nhớ 102. Ảnh video đầu vào là khung hoặc trường của hình ảnh video tự nhiên (không được nén) được xác định nhờ các điểm mẫu mô tả các thành phần của các màu gốc, như độ thuần khiết màu sắc (“sắc độ”) và cường độ sáng (“độ sáng”) (các thành phần khác có thể có, chẳng hạn, màu sắc, độ bão hoà và sự phối màu). Ảnh video đưa vào được chia thành các khối macro 400 mà mỗi khối biểu diễn vùng bức ảnh hình vuông bao gồm 6×16 điểm ảnh của thành phần độ sáng của màu bức ảnh. Ảnh video đưa vào cũng được chia thành các khối macro mà mỗi khối biểu diễn 8×8 điểm ảnh của mỗi trong số hai thành phần sắc độ của màu bức ảnh. Trong hoạt động của bộ mã hoá thông thường, các khối macro được đưa vào có thể được dự đoán theo không gian hoặc theo thời gian nhờ sử dụng dự báo bên trong hoặc dự báo liên kết. Tuy nhiên các khối macro 400 được giả sử nhằm mục đích thảo luận rằng chúng đều là các khối macro loại phần nhỏ I và chỉ được trải qua dự báo bên trong.

Dự báo bên trong đã hoàn thành ở môđun dự báo bên trong 401 sẽ được mô tả ở bên dưới về chi tiết hoạt động. Môđun dự báo bên trong 401 tạo ra khối dự báo 402 từ các điểm ảnh ở đường biên ngang và đường biên theo chiều thẳng đứng của các khối liền kề, mà đã được mã hoá, được khôi phục, và được lưu trữ trước đó trong bộ nhớ khung 403. Phần dư 404 của khối dự báo 402, mà có sự khác nhau giữa khối đích 400 và khối dự báo 402, được biến đổi bởi môđun biến đổi 405 và sau đó được lượng tử hóa bởi bộ lượng tử hóa 406. Môđun biến đổi 405 biến đổi phần dư 404 thành khối các hệ số biến đổi. Bộ lượng tử hóa 406 lượng tử hóa các hệ số biến đổi thành các hệ số biến đổi được lượng tử hóa 407. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa 407 sau đó được mã hóa entropi ở môđun mã hóa entropi 408 và được truyền (cùng với các thông tin khác liên quan tới chế độ dự báo bên trong được lựa chọn) như tín hiệu video được mã hóa 409.

Bộ mã hóa video 201 chứa chức năng giải mã để thực hiện dự báo bên trong trên các khối đích. Chức năng giải mã bao gồm bộ lượng tử hóa ngược 410 và môđun biến đổi ngược 411, mà thực hiện lượng tử hóa ngược và biến đổi ngược trên các hệ số biến đổi được lượng tử hóa 407 để tạo ra phần dư dự báo được giải mã 412, mà được thêm vào khối dự báo 402. Tổng của phần dư dự báo được giải mã 410 và khối dự báo 402 là khối được khôi phục 413, mà được lưu trữ trong bộ nhớ khung 403 và sẽ được đọc và được sử dụng bởi môđun dự báo bên trong 401 để tạo ra khối dự báo 402 dùng để giải mã khối đích 400 tiếp theo. Bộ lọc giải khối có thể được đặt tùy ý ở hoặc đầu vào hoặc đầu ra của bộ nhớ khung 403 để loại bỏ các thành phần tạo khối khỏi các hình ảnh được khôi phục.

Fig.5 là lưu đồ thể hiện các quy trình được thực hiện bởi bộ mã hóa video 201. Theo tiêu chuẩn H.264/AVC, dự báo bên trong liên quan đến việc dự báo mỗi điểm ảnh của khối đích 400 theo các chế độ dự báo, sử dụng các phép nội suy của các điểm ảnh ở biên ("các điểm ảnh tham chiếu") của các khối liền kề được mã hóa và được khôi phục trước đó. Các chế độ dự báo được nhận dạng bởi các số nguyên dương 0, 1, 2... mỗi số được kết hợp với một lệnh hoặc thuật toán khác nhau để dự báo các điểm ảnh cụ thể trong khối đích 400. Môđun dự báo bên trong 401 thực

hiện dự báo bên trong theo các chế độ dự báo tương ứng và tạo ra các khối dự báo khác nhau. Nhờ thuật toán tìm kiếm toàn bộ ("FS"), từng khối dự báo được tạo ra được so sánh với khối đích 400 để tìm ra chế độ dự báo tối ưu, mà làm tối thiểu phần dư dự báo 404 hoặc tạo ra phần dư dự báo 404 ít hơn trong số các chế độ dự báo (bước 501). Sự nhận dạng chế độ dự báo tối ưu được nén lại (bước 502) và sẽ được truyền tới bộ giải mã 301 với các thành phần cú pháp thông tin điều khiển khác.

Mỗi chế độ dự báo có thể được mô tả bởi chiều dự báo thông thường như được mô tả bằng lời (nghĩa là, chiều ngang hướng lên, chiều thẳng đứng và xiên xuống về bên trái). Chiều dự báo có thể được mô tả bằng đồ thị nhờ hướng góc. Góc tương ứng với chế độ dự báo có quan hệ thông thường với chiều từ vị trí trung bình trọng số của các điểm ảnh tham chiếu được sử dụng để dự báo điểm ảnh đích đến vị trí điểm ảnh đích. Trong chế độ dự báo DC, khối dự báo 402 được tạo ra sao cho mỗi điểm ảnh trong khối dự báo 402 được thiết lập đồng nhất với giá trị trung bình của các điểm ảnh tham chiếu.

Quay lại Fig.5, môđun dự báo bên trong 401 đưa ra khối dự báo 402, mà nó được trừ từ khối đích 400 để tạo ra phần dư 404 (bước 503). Môđun biến đổi 405 biến đổi phần dư 404 thành khối các hệ số biến đổi (bước 504). Bộ lượng tử hóa 406 lượng tử hóa các hệ số biến đổi thành các hệ số biến đổi được lượng tử hóa. Chế độ mã hóa entropi 408 mã hóa entropi các hệ số biến đổi được lượng tử hóa (bước 506), mà chúng được báo hiệu cùng với sự nhận dạng chế độ dự báo tối ưu được nén. Bộ lượng tử hóa ngược 410 lượng tử hóa ngược các hệ số biến đổi được lượng tử hóa (bước 507). Môđun biến đổi ngược 411 thực hiện biến đổi ngược để đưa ra phần dư dự báo được giải mã 412 (bước 508), mà được thêm vào khối dự báo 402 để trở thành khối được khôi phục 413 (bước 509).

Fig.6 thể hiện môđun chức năng của bộ giải mã video 301. Các môđun chức năng này được thực hiện bởi bộ xử lý 101 mà thực hiện phần mềm 103 trong bộ nhớ 102. Tín hiệu video được mã hóa từ bộ mã hóa 201 được tiếp nhận trước tiên bởi bộ giải mã entropi 600 và được giải mã entropi trở lại thành các hệ số biến đổi

được lượng tử hóa 601. Các hệ số biến đổi được lượng tử hóa 601 được lượng tử hóa ngược nhờ bộ lượng tử hóa ngược 602 và được biến đổi ngược nhờ môđun biến đổi ngược 603 để tạo ra phần dư dự báo 604. Môđun dự báo bên trong 605 cho biết chế độ dự báo được lựa chọn bởi bộ mã hóa 201. Theo chế độ dự báo được lựa chọn, môđun dự báo bên trong 605 thực hiện quy trình dự báo bên trong tương tự quy trình được thực hiện trong bước 503 trên Fig.5 để tạo ra khối dự báo 606, sử dụng các điểm ảnh ở đường biên của các khối liền kề được khôi phục và được lưu trữ trước đó trong bộ nhớ khung 607. Khối dự báo 606 được thêm vào phần dư dự báo 604 để khôi phục khối 608 của tín hiệu video được giải mã. Khối được khôi phục 608 được lưu trữ trong bộ nhớ khung 607 dùng để dự báo khối tiếp theo.

Fig.7 là lưu đồ thể hiện các quy trình được thực hiện bởi bộ mã hóa video 201. Bộ giải mã video 301 giải mã sự nhận dạng của chế độ dự báo tối ưu được báo hiệu từ bộ mã hóa video 201 (bước 701). Nhờ việc sử dụng chế độ dự báo được giải mã, môđun dự báo bên trong 605 tạo ra khối dự báo 606, nhờ việc sử dụng các điểm ảnh ở đường biên của các khối liền kề được khôi phục và được lưu trữ trước đó trong bộ nhớ khung 607 (bước 702). Bộ giải mã số học 600 giải mã tín hiệu video được mã hóa từ bộ mã hóa 201 trở lại thành các hệ số biến đổi được lượng tử hóa 601 (bước 703). Bộ lượng tử hóa ngược 602 lượng tử hóa ngược các hệ số biến đổi được lượng tử hóa thành các hệ số biến đổi (bước 704). Môđun biến đổi ngược 603 biến đổi ngược các hệ số biến đổi thành phần dư dự báo 604 (bước 705), mà nó được thêm vào khối dự báo 606 để khôi phục khối 608 của tín hiệu video được giải mã (bước 706).

Quy trình mã hóa được thực hiện bởi bộ mã hóa video 201 có thể còn được giải thích dựa vào Fig.8. Fig.8 là hình vẽ giản lược khối đích chứa 8×8 điểm ảnh $P(i,j)$ và các điểm ảnh tham chiếu được sử dụng để dự báo các điểm ảnh $P(i,j)$. Trên Fig.8, các điểm ảnh tham chiếu bao gồm 17 điểm ảnh theo chiều ngang và 17 điểm ảnh theo chiều thẳng đứng, trong đó điểm ảnh phía trái hướng lên là phổ biến với cả hai đường biên ngang và đường biên theo chiều thẳng đứng. Do đó, 32 điểm

ảnh khác nhau sẵn sàng để tạo ra các điểm ảnh dự báo dùng cho khối đích. Lưu ý là mặc dù Fig.8 thể hiện khối 8x8 được dự báo, nhưng sự giải thích sau đây vẫn được khái quát để có thể ứng dụng với số các điểm ảnh thay đổi khác nhau trong các kết cấu khác nhau. Chẳng hạn, khối được dự báo có thể bao gồm dãy 4x4 điểm ảnh. Khối dự báo có thể còn bao gồm dãy 8x8 điểm ảnh, dãy 16x16 điểm ảnh, hoặc các dãy điểm ảnh lớn hơn. Các kết cấu điểm ảnh khác, bao gồm cả các dãy hình vuông và hình chữ nhật, cũng có thể tạo nên khối dự báo.

Giả sử rằng khối điểm ảnh ($\{P(i, j): 1 \leq i, j \leq N\}$) trải qua việc mã hóa dự báo bên trong nhờ sử dụng các điểm ảnh tham chiếu theo chiều ngang và theo chiều thẳng đứng ($\{P(i, 0): 0 \leq i \leq 2N\} \cup \{P(0, j): 0 \leq j \leq 2N\}$). Trong đó $P_0(i, j)$ biểu thị các giá trị điểm ảnh gốc của khối đích, $P_P(i, j)$ biểu thị các giá trị điểm ảnh được dự báo, $P_R(i, j)$ biểu thị các giá trị phần dư, $P_Q(i, j)$ biểu thị các giá trị phần dư được nén và $P_C(i, j)$ biểu thị các giá trị được nén dùng cho các điểm ảnh $P(i, j)$, các phương trình sau đây xác định mối liên hệ của chúng:

$$P_R(i, j) = P_0(i, j) - P_P(i, j), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

$$P_T(1:N, 1:N) = Q_F(H_F^N * P_R(1:N, 1:N) * (H_F^N)^T)$$

$$P_Q(1:N, 1:N) = H_I^N * Q_I(P_T(1:N, 1:N)) * (H_I^N)^T$$

$$P_C(i, j) = P_Q(i, j) + P_P(i, j), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

H_F^N là ma trận NxN biểu diễn nhân biến đổi thuận. H_I^N là ma trận NxN biểu diễn nhân biến đổi ngược. $P_T(1:N, 1:N)$ biểu diễn phần dư được lượng tử hóa và được biến đổi báo hiệu theo dòng bit. $Q_F()$ biểu diễn phép lượng tử hóa và $Q_I()$ biểu diễn phép lượng tử hóa ngược.

Các giá trị điểm ảnh được dự báo $P_P(i, j)$ được xác định bởi chế độ dự báo bên trong được thực hiện bởi các điểm ảnh tham chiếu $\{P(i, 0): 0 \leq i \leq 2N\} \cup \{P(0, j): 0 \leq j \leq 2N\}$. H.264/AVC hỗ trợ dự báo bên trong_4x4, dự báo bên trong_8x8 và dự báo bên trong_16x16. Dự báo bên trong_4x4 được thực hiện dưới 9 chế độ dự báo, bao gồm chế độ dự báo theo chiều thẳng đứng, chế độ dự báo

theo chiều ngang, chế độ dự báo DC và 6 chế độ dự báo góc. Dự báo bên trong_8x8 được thực hiện dưới 9 chế độ dự báo như được thực hiện trong dự báo bên trong_4x4. Dự báo bên trong_16x16 được thực hiện dưới 4 chế độ dự báo, bao gồm chế độ dự báo theo chiều thẳng đứng, chế độ dự báo theo chiều ngang, chế độ dự báo DC và chế độ dự báo phẳng. Chẳng hạn, các giá trị điểm ảnh được dự báo $P_P(i,j)$ được đưa ra theo chế độ dự báo DC, chế độ dự báo theo chiều thẳng đứng và chế độ dự báo theo chiều ngang được xác định như sau:

Chế độ dự báo DC:

$$P_P(i,j) = \frac{\sum_{k=1}^N P_C(k,0) + P_C(0,k)}{2N}, \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Chế độ dự báo theo chiều thẳng đứng:

$$P_P(i,j) = P_C(0,j) \quad \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Chế độ dự báo theo chiều ngang:

$$P_P(i,j) = P_C(i,0) \quad \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Gần đây, đề xuất số JCT-VC A1 19 đã được trình lên nhóm hợp tác chung về việc mã hóa video (JCT-VC), mà được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu. Đề xuất số JCT-VC A1 19 đề xuất thao tác chế độ phẳng ít phức tạp sử dụng kết hợp các thao tác nội suy tuyến tính và song tuyến tính để dự báo các giá trị điểm ảnh thay đổi dần dần với độ dốc nhỏ. Quy trình chế độ phẳng được đề xuất được thể hiện dưới dạng giản đồ trên Fig.9. Quy trình bắt đầu với việc xác định giá trị $P_P(N,N)$ của điểm ảnh dưới cùng bên phải trong khối được dự báo. Sau đó, các phép nội suy tuyến tính được thực hiện giữa giá trị $P_P(N,N)$ và giá trị điểm ảnh tham chiếu $P_C(N,0)$ để tạo ra các giá trị điểm ảnh được dự báo $P_P(N,N)$ của dòng dưới cùng trong khối. Hơn nữa, các phép nội suy tuyến tính được thực hiện giữa giá trị $P_P(N,N)$ và giá trị điểm ảnh tham chiếu $P_C(N,0)$ để tạo ra các giá trị điểm ảnh được dự báo $P_P(i,N)$ của cột ngoài cùng bên phải trong khối. Sau đó, các phép nội suy song tuyến tính được thực hiện trong số các giá trị điểm ảnh được dự báo

$P_p(N,j)$ và $P_p(i,N)$ và các giá trị điểm ảnh tham chiếu $P_c(i,0)$ và $P_c(0,j)$ để tạo ra phần còn lại của các giá trị điểm ảnh $P_p(i,j)$ trong khối. Quy trình chế độ phẳng được đề xuất có thể được biểu diễn bởi các phương trình sau:

Cột phải:

$$P_p(i,N) = \frac{(N-i) \times P_c(0,N) + i \times P_p(N,N)}{N}, \forall 1 \leq i \leq (N-1)$$

Dòng dưới cùng:

$$P_p(N,j) = \frac{(N-j) \times P_c(N,0) + j \times P_p(N,N)}{N}, \forall 1 \leq j \leq (N-1)$$

Phần còn lại của các điểm ảnh:

$$P_p(i,j) = \frac{(N-i) \times P_c(0,j) + i \times P_p(N,j) + (N-j) \times P_c(i,0) + j \times P_p(i,N)}{2N}, \forall 1 \leq i,j \leq (N-1)$$

Có hai vấn đề được giải quyết có thể được tìm thấy trong quy trình chế độ phẳng được đề xuất trong JCT-VC A1 19. Theo quy trình được đề xuất, giá trị $P_p(N,N)$ của điểm ảnh dưới cùng bên phải được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã và được sử dụng để giải mã khối đích ở bộ giải mã. Nói cách khác, bộ giải mã cần giá trị điểm ảnh dưới cùng bên phải để thực hiện dự báo theo chế độ phẳng được đề xuất. Ngoài ra, theo quy trình được đề xuất, phần dư không được đưa ra theo chế độ phẳng và do đó không được truyền tới bộ giải mã. Sự bỏ qua việc báo hiệu phần dư có thể góp phần làm giảm dữ liệu video được mã hóa được truyền, nhưng lại giới hạn ứng dụng của chế độ phẳng ở việc mã hóa video tốc độ truyền dữ liệu thấp.

Chế độ phẳng theo sáng chế được thiết kế để giải quyết các vấn đề nêu trên kết hợp với quy trình chế độ phẳng được đề xuất trong JCT-VC A1 19. Theo phương án của sáng chế, giá trị $P_p(N,N)$ của điểm ảnh dưới cùng bên phải được đưa ra từ các điểm ảnh tham chiếu. Do đó, không cần báo hiệu giá trị điểm ảnh $P_p(N,N)$ của điểm ảnh dưới cùng bên phải tới bộ giải mã. Theo phương án khác của sáng chế, khối dự báo được tạo ra dưới chế độ phẳng được sử dụng để đưa ra

phần dư, mà được biến đổi và được lượng tử hóa để báo hiệu tới bộ giải mã. Ứng dụng biến đổi cosin rời rạc thông thường (DCT) và lượng tử hóa với tham số lượng tử hóa vừa hoặc lớn có xu hướng làm cho các hệ số AC bằng 0 và các hệ số DC khác 0 từ các phần dư thu được theo chế độ phẳng. Để tránh điều này, phương án của sáng chế sử dụng nhân biến đổi thứ cấp, thay vì nhân biến đổi sơ cấp, để biến đổi phần dư thu được dưới chế độ phẳng. Ngoài ra, phương án khác thực hiện lượng tử hóa thích hợp dưới chế độ phẳng trong đó tham số lượng tử hóa thay đổi một cách thích hợp dưới hành động theo không gian trong khối đích.

Theo phương án của sáng chế, giá trị $P_p(N,N)$ của điểm ảnh phía dưới cùng bên trái được tính từ các điểm ảnh tham chiếu. Giá trị $P_p(N,N)$ được tính theo một trong số 3 phương pháp sau đây:

Phương pháp 1:

$$P_p(N,N) = ((P_c(N,0) + P_c(0,N)) >> 1),$$

trong đó toán tử ">>" là phép toán dịch phải có hoặc không làm tròn.

Phương pháp 2:

$$P_p(N,N) = w_h \times P_c(N,0) + w_v \times P_c(0,N),$$

trong đó w_h và w_v là các trọng số được xác định, sử dụng $P_c(0,1:N)$ và $P_c(1:N,0)$.

Chẳng hạn, w_h và w_v được tính như sau:

$$w_h = \frac{\text{var}(P_c(1:N,0))}{\text{var}(P_c(1:N,0) + \text{var}(P_c(0,1:N)))}$$

$$w_v = \frac{\text{var}(P_c(0,1:N))}{\text{var}(P_c(1:N,0) + \text{var}(P_c(0,1:N)))}$$

trong đó toán tử "var()" là phép tính để tính phương sai.

Phương pháp 3:

$$P_p(N,N) = ((P_c^f(N,0) + P_c^f(0,N)) >> 1),$$

trong đó

$$P_C^f(0, N) = f(P_C(0, 0), P_C(0, 1), \dots, P_C(0, 2N))$$

và

$$P_C^f(N, 0) = f(P_C(0, 0), P_C(1, 0), \dots, P_C(2N, 0))$$

$y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N})$ là phép tính số học. Theo phương án của sáng chế, phép tính số học được xác định như sau

$$y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = \frac{x_{N-1} + 2x_N + x_{N+1}}{4}$$

Theo phương án khác của sáng chế, phép tính số học đơn giản được xác định như sau $y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{2N}$. Lưu ý là theo sáng chế, giá trị $P_P(N, N)$ của điểm ảnh dưới cùng bên phải không được truyền tới bộ giải mã. Thay vào đó, bộ giải mã tính toán giá trị $P_P(N, N)$ theo phương pháp được điều chỉnh bởi bộ mã hóa, mà có thể được định trước hoặc xác định giá trị $P_P(N, N)$ có thể được truyền tới bộ giải mã.

Fig.10 là hình vẽ giản lược thể hiện quy trình dự báo các giá trị điểm ảnh được thực hiện dưới chế độ phẳng theo phương án của sáng chế, trong đó phương pháp 1 nêu trên được thực hiện. Quy trình bắt đầu bằng việc tính toán giá trị $P_P(N, N)$ của điểm ảnh dưới cùng bên phải trong khối nhờ sử dụng phương pháp 1. Sau đó giá trị $P_P(N, N)$ được tính toán, các phép nội suy tuyến tính được thực hiện giữa giá trị $P_P(N, N)$ và giá trị điểm ảnh tham chiếu $P_C(N, 0)$ để tạo ra các giá trị điểm ảnh được dự báo $P_P(N, j)$ của dòng dưới cùng trong khối. Tương tự, các phép nội suy tuyến tính được thực hiện giữa giá trị $P_P(N, N)$ và giá trị điểm ảnh tham chiếu $P_C(0, N)$ để tạo ra các giá trị điểm ảnh được dự báo $P_P(i, N)$ của cột ngoài cùng bên phải trong khối. Sau đó, các phép nội suy song tuyến tính được thực hiện trong số các giá trị điểm ảnh được dự báo $P_P(N, j)$ và $P_P(i, N)$ và các giá trị điểm ảnh tham chiếu $P_C(i, 0)$ và $P_C(0, j)$ để tạo ra phần còn lại của các giá trị điểm ảnh $P_P(i, j)$

trong khối. Như được thể hiện bởi các công thức dưới đây và Fig.11, phương pháp 1 có thể đơn giản hóa thao tác dự báo các giá trị điểm ảnh $P_p(i,j)$ trong khối đích:

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j)) \gg 1), \quad \forall 1 \leq i, j \leq N,$$

trong đó

$$P_p^h(i, j) = \frac{(N - j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c(0, N)}{N}$$

và

$$P_p^v(i, j) = \frac{(N - i) \times P_c(0, j) + i \times P_c(N, 0)}{N}$$

nếu cần độ chính xác tới số thập phân.

Các phương trình nêu trên cần chia cho giá trị N để tính toán các giá trị điểm ảnh $P_p(i,j)$ trong khối. Các phép tính chia có thể không cần tới nhờ việc sử dụng thuật toán số học như sau:

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j)) \gg (1 + \log_2 N)), \quad \forall 1 \leq i, j \leq N,$$

trong đó

$$P_p^h(i, j) = (N - j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c(0, N)$$

và

$$P_p^v(i, j) = (N - i) \times P_c(0, j) + i \times P_c(N, 0)$$

Nếu chỉ cần độ chính xác đến số nguyên, các giá trị điểm ảnh $P_p(i,j)$ có thể được biểu diễn bởi

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j)) \gg 1), \quad \forall 1 \leq i, j \leq N$$

trong đó

$$P_p^h(i, j) = ((N - j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c(0, N)) \gg (\log_2 N)$$

và

$$P_p^v(i, j) = ((N - i) \times P_c(0, j) + i \times P_c(N, 0)) \gg (\log_2 N)$$

Phương pháp 1 có thể được biến đổi như sau:

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j) \gg 1), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

$$P_p^h(i, j) = \frac{(N - j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c^f(0, N)}{N}$$

$$P_p^v(i, j) = \frac{(N - i) \times P_c(0, j) + i \times P_c^f(N, 0)}{N}$$

$$P_c^f(0, N) = f(P_c(0, 0), P_c(0, 1), \dots, P_c(0, 2N))$$

$$P_c^f(N, 0) = f(P_c(0, 0), P_c(1, 0), \dots, P_c(2N, 0)),$$

trong đó $y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N})$ là phép tính số học. Theo phương án khác của sáng chế, phép tính số học được xác định như sau

$$y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = \frac{x_{N-1} + 2x_N + x_{N+1}}{4}$$

Theo phương án khác của sáng chế, phép tính số học được xác định đơn giản như sau $y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{2N}$.

Phương pháp 1 còn có thể được biến đổi như sau:

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j) \gg 1), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

$$P_p^h(i, j) = \frac{(N - j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c^f(i, N)}{N}$$

$$P_p^v(i, j) = \frac{(N - i) \times P_c(0, j) + i \times P_c^f(N, j)}{N}$$

$$P_c^f(i, N) = g(i, P_c(0, 0), P_c(0, 1), \dots, P_c(0, 2N))$$

$$P_c^f(N, j) = g(j, P_c(0, 0), P_c(1, 0), \dots, P_c(2N, 0)),$$

trong đó $y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N})$ là hàm số được xác định bởi một trong số 4 phương trình sau đây:

Phương trình 1:

$$y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{2N}$$

Phương trình 2:

$$y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{(N+i)}$$

Phương trình 3:

$$y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = \frac{(N-i) \times x_N + i \times x_{2N}}{N}$$

Phương trình 4:

$$y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{(N+i)}^f$$

trong đó $x_{(N+i)}^f$ là giá trị được lọc từ $x_{(N+i)}$ khi bộ lọc được ứng dụng vào dãy $[x_0,$

$x_1, \dots, x_{2N}]$. Theo phương án của sáng chế, bộ lọc là bộ lọc 3 nhánh $\frac{[1,2,1]}{4}$.

Theo các phương án nêu trên, giả sử rằng các điểm ảnh tham chiếu theo chiều ngang và theo chiều thẳng đứng $\{P(i,0) : 0 \leq i \leq 2N\} \cup \{P(0,j) : 0 \leq j \leq 2N\}$ là có sẵn để dự báo. Các điểm ảnh tham chiếu không thể có sẵn nếu khối đích được đặt ở đường biên của phần nhỏ hoặc khung. Nếu các điểm ảnh tham chiếu theo chiều thẳng đứng $\{P(i,0) : 0 \leq i \leq 2N\}$ không có sẵn để dự báo, nhưng các điểm ảnh tham chiếu theo chiều ngang $\{P(0,j) : 0 \leq j \leq 2N\}$ lại có sẵn, thì việc chuyển nhượng $P_C(i,0) = P_C(0,1), \forall 1 \leq i \leq 2N$ được thực hiện để tạo ra các điểm ảnh tham chiếu theo chiều thẳng đứng để dự báo. Nếu các điểm ảnh tham chiếu theo chiều ngang $\{P(0,j) : 0 \leq j \leq 2N\}$ không có sẵn để dự báo nhưng các điểm ảnh tham chiếu theo chiều thẳng đứng $\{P(i,j) : 0 \leq j \leq 2N\}$ lại có sẵn, việc chuyển nhượng $P_C(0,j) = P_C(1,0) \forall 1 \leq j \leq 2N$ được thực hiện để tạo ra các điểm ảnh tham chiếu theo chiều ngang dùng để dự báo. Nếu cả các điểm ảnh tham chiếu theo chiều thẳng đứng và

các điểm ảnh tham chiếu theo chiều ngang đều không có sẵn để dự báo, việc chuyển nhượng $P_C(i,0) = P_C(0,j) = (1 \ll (Nb - 1))$, $\forall 1 \leq i, j \leq 2N$ được thực hiện để tạo ra các điểm ảnh tham chiếu theo chiều ngang và theo chiều thẳng đứng. Trong phương trình này, Nb là độ sâu bit được sử dụng để biểu diễn các giá trị điểm ảnh.

Theo phương án của sáng chế, như các khối dự báo được tạo ra dưới các chế độ dự báo khác, khối dự báo được tạo ra dưới chế độ phẳng được sử dụng để đưa ra phần dư $P_R(1 : N, 1 : N)$, mà được biến đổi bởi môđun biến đổi 405 và được lượng tử hóa bởi bộ lượng tử hóa 406. Phần dư được biến đổi và được lượng tử hóa $P_T(1 : N, 1 : N)$ được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã. Ngoài ra, phần dư được biến đổi và được lượng tử hóa $P_T(1 : N, 1 : N)$ được biến đổi ngược và được lượng tử hóa ngược bởi môđun biến đổi ngược 410 và bộ lượng tử hóa ngược 411 để trở thành phần dư được nén $P_Q(1 : N, 1 : N)$, mà được lưu trữ trong bộ nhớ khung 403 để sử dụng trong việc dự báo các khối đích tiếp theo.

Toàn bộ phần dư được biến đổi và được lượng tử hóa $P_T(1 : N, 1 : N)$ có thể được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã. Ngoài ra, chỉ một phần của phần dư $P_T(1 : K, 1 : K)$ có thể được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã. K nhỏ hơn N ($K < N$) và được thiết đặt giá trị định trước, chẳng hạn, 1. Giá trị của K có thể được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã. Nếu bộ giải mã nhận chỉ một phần của phần dư $P_T(1 : K, 1 : K)$, nó giải mã một phần của phần dư và thiết đặt 0 đối với phần còn lại của phần dư. Mặc dù chỉ một phần của phần dư được truyền tới bộ giải mã, toàn bộ phần dư $P_T(1 : N, 1 : N)$ được biến đổi ngược và được lượng tử hóa ngược để đưa ra phần dư được nén $P_Q(1 : N, 1 : N)$ dùng để dự báo các khối đích tiếp theo.

Ngoài ra, theo phương án khác của sáng chế, tham số lượng tử hóa được thay đổi thích hợp để lượng tử hóa phần dư được tạo ra dưới chế độ phẳng. Chế độ phẳng được ứng dụng cho khối có hình ảnh mịn mà có các giá trị điểm ảnh thay đổi dần dần với độ dốc nhỏ. Phần dư từ khối trơn như vậy có xu hướng được lượng tử hóa về 0 với các tham số lượng tử hóa vừa hoặc lớn. Để đảm bảo việc lượng tử hóa chấp nhận các hệ số khác 0, theo phương án của sáng chế, tham số lượng tử hóa được chuyển đổi thành tham số lượng tử hóa mịn hơn khi phần dư được tạo ra

dưới chế độ phẳng được lượng tử hóa. Tham số lượng tử hóa (QP_{Planar}) được sử dụng để lượng tử hóa phần dư được tạo ra dưới chế độ phẳng có thể được xác định bởi tham số lượng tử hóa cơ sở (QP_{baseP}). QP_{baseP} có thể được thiết đặt ở giá trị định trước thể hiện tham số lượng tử hóa mịn hơn. Nếu QP_{baseP} không được biết đối với bộ giải mã, nó có thể được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã, hoặc cụ thể hơn là được báo hiệu theo phần đầu phần nhỏ hoặc theo tham số ảnh được đặt, như được xác định trong H.264/AVC.

Theo phương án của sáng chế, QP_{Planar} được thiết đặt đơn giản QP_{baseP} ($QP_{\text{Planar}} = QP_{\text{baseP}}$). QP_{Planar} có thể được xác định bằng tổng của QP_{baseP} và QP_N ($QP_{\text{Planar}} = QP_{\text{baseP}} + QP_N$), trong đó QP_N được xác định, nhờ sử dụng bảng tìm kiếm mà liệt kê các giá trị của QP_N liên quan tới các giá trị của N . QP_{Planar} ngoài ra có thể được xác định như sau $QP_{\text{Planar}} = QP_{\text{baseP}} + QP_{\text{diff}}(N)$. $QP_{\text{diff}}(N)$ là hàm số giá trị N và được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã, hoặc cụ thể hơn là được báo hiệu theo phần đầu phần nhỏ hoặc theo tham số ảnh được đặt, như được xác định trong H.264/AVC. Bộ giải mã xác định $QP_{\text{diff}}(N)$ từ dòng bit dùng cho từng giá trị N được hỗ trợ trong chương trình giải mã video của nó.

Theo phương án khác của sáng chế, nhờ việc thêm vào các tham số lượng tử hóa khác (QP_{delta}), QP_{baseP} được biến đổi như sau $QP_{\text{baseP}} = QP_{\text{baseP}} + QP_{\text{delta}}$. QP_{delta} là tham số lượng tử hóa được xác định từ hoạt động theo không gian trong khối hoặc nhóm các khối để điều chỉnh QP_{baseP} một cách thích hợp đối với hoạt động theo không gian. QP_{delta} được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã. Do QP_{delta} được xác định từ hành động theo không gian trong khối, nó có thể trở thành 0 phụ thuộc vào nội dung hình ảnh trong khối và không ảnh hưởng đến QP_{baseP} dùng cho chế độ dự báo phẳng.

Ngoài ra, theo phương án khác của sáng chế, QP_{Planar} được xác định với tham số lượng tử hóa thông thường QP_{Normal} , mà được sử dụng để lượng tử hóa các phần dư được tạo ra dưới các chế độ dự báo khác chế độ phẳng. Theo phương án như vậy, QP_{Planar} được xác định theo một trong năm cách sau đây:

1. $QP_{\text{Planar}} = QP_{\text{Normal}}$

2. $QP_{Planar} = QP_{Normal} + QP_N$, trong đó QP_N được xác định từ bảng tìm kiếm liệt kê các giá trị của QP_N liên quan tới các giá trị của N .
3. $QP_{Planar} = QP_{Normal} + QP_{diff}(N)$, trong đó $QP_{diff}(N)$ là hàm số có giá trị N và được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã.
4. $QP_{Planar} = QP_{Normal} + QP_{delta}$, trong đó QP_{delta} là tham số lượng tử hóa được xác định từ hành động theo không gian trong khối hoặc nhóm khối để điều chỉnh thích hợp QP_{Normal} và được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã.
5. $QP_{Planar} = QP_{Normal} + QP_N + QP_{delta}$

Theo phương án khác của sáng chế, môđun biến đổi 405 và môđun biến đổi ngược 410 sử dụng tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi thuận và nhân biến đổi ngược (G_F^H và G_I^H) dùng cho việc biến đổi ngược và biến đổi thuận phần dư được tạo ra dưới chế độ phẳng, thay vì sử dụng tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi ngược và biến đổi thuận (H_F^H và H_I^H). Tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi được sử dụng để biến đổi các phần dư được tạo ra dưới các chế độ dự báo khác chế độ phẳng và phù hợp với các khối trong đó có năng lượng tần số cao. Nói cách khác, các khối chịu chế độ dự báo phẳng có ít các hành động theo không gian trong đó và cần các nhân biến đổi được điều chỉnh cho các khối có các hình ảnh mịn. Theo phương án này, môđun biến đổi 405 và môđun biến đổi ngược 410 chuyển đổi giữa tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi và tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi, như được thể hiện trên Fig.12, và sử dụng tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi khi biến đổi các phần dư được tạo ra dưới các chế độ dự báo khác chế độ phẳng, trái lại sử dụng tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi khi biến đổi các phần dư được tạo ra dưới chế độ dự báo phẳng. Tuy nhiên lưu ý là, tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi đó không bị giới hạn ở việc biến đổi các phần dư được tạo ra dưới chế độ dự báo phẳng và có thể được sử dụng để biến đổi các phần dư được tạo ra dưới các chế độ dự báo khác chế độ phẳng.

Tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi thuận (G_F^N) có thể tiếm cận điểm cố định được đưa ra từ một trong số các lựa chọn sau đây:

Lựa chọn 1 (loại-7 DST):

$$G_F^N(i, j) = k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)j\pi}{2N+1}\right), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Lựa chọn 2 (loại-4 DST):

$$G_F^N(i, j) = k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)(2j-1)\pi}{4N}\right), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Lựa chọn 3 (loại-2 DCT, thường được biết như DCT):

$$G_F^N(i, j) = k_i \times \cos\left(\frac{(i-1)(2j-1)\pi}{2N}\right), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Lựa chọn 4:

$$G_F^N(i, j) = k_i \times H_F^{2N}(2i, N+1-j), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

nếu các nhân biến đổi có kích thước $2N \times 2N$ (H_F^{2N}) được hỗ trợ bởi bộ giải mã video. Nếu không,

$$G_F^N(i, j) = H_F^N(i, j), \forall 1 \leq i, j \leq N.$$

Do đó, theo lựa chọn 4, nếu các kích thước biến đổi lớn nhất và nhỏ nhất được hỗ trợ trong việc mã hóa video là 4×4 và 32×32 , thì tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước 4×4 được đưa ra từ tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước 8×8 . Tương tự, tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước 8×8 được đưa ra từ tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước 16×16 , và tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước 16×16 được đưa ra từ tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước 32×32 . Tuy nhiên, do sự giới hạn kích thước trong đó kích thước lớn nhất được hỗ trợ là 32×32 , tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước 32×32 được đưa ra từ tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước 32×32 .

Hệ số tỷ lệ k_i có thể được xác định để thỏa mãn

$$\sum_{j=1}^N (G_F^N(i, j))^2 = 1, \forall 1 \leq i \leq N$$

Hệ số tỷ lệ ki có thể được sử dụng để điều chỉnh tham số lượng tử hóa như được sử dụng trong H.264/AVC. Tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi ngược G_I^N có thể được đưa ra, nhờ sử dụng nhân biến đổi thuận G_F^N , từ $G_I^N * G_F^N = I^N$, trong đó I^N là ma trận xác định có kích thước $N \times N$.

Nếu tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi thỏa mãn thuộc tính

$$H_F^{2N}(i, j) = (-1)^{i+j} \times H_F^{2N}(i, 2N+1-j), \forall 1 \leq i, j \leq 2N,$$

thì tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi được xác định theo lựa chọn 4 là được ưu tiên. Lựa chọn 4 có ưu điểm là tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi không cần được lưu trữ một cách riêng biệt từ tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi bởi vì tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi có thể được đưa ra từ tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi. Nếu tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước $2N \times 2N$ (H_F^{2N}) xấp xỉ loại-2 DCT, thuộc tính nêu trên được thỏa mãn, và tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi dùng cho kích thước $N \times N$ (G_F^N) có thể xấp xỉ loại-4 DST. Nếu tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi không thỏa mãn thuộc tính nêu trên, tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi được xác định theo lựa chọn 1 là tốt hơn cả.

Chế độ dự báo phẳng có thể được lựa chọn theo một trong hai cách. Theo cách thứ nhất, khối dự báo được tạo ra dưới chế độ dự báo phẳng được đánh giá để mã hóa hiệu quả, cùng với các khối dự báo được tạo ra dưới các chế độ dự báo khác. Nếu khối dự báo được tạo ra dưới chế độ phẳng đưa ra hiệu quả mã hóa tốt nhất trong số các khối dự báo, chế độ phẳng được lựa chọn. Ngoài ra, chế độ phẳng được đánh giá riêng biệt để mã hóa hiệu quả. Tốt hơn là, chế độ dự báo phẳng dùng cho vùng hình ảnh mịn và độ dốc của nó nhỏ. Ngoài ra, nội dung của khối đích được phân tích để tìm ra lượng năng lượng tần số cao trong khối và các điểm gián đoạn hình ảnh trong số các đường viền của khối. Nếu lượng năng lượng tần số cao đạt đến một ngưỡng, và không có các điểm gián đoạn đáng kể nào được tìm thấy trong số các đường viền của khối, thì chế độ phẳng được lựa chọn. Nếu

không, các khối dự báo được tạo ra dưới các chế độ dự báo khác được đánh giá để lựa chọn một chế độ dự báo. Trong cả hai trường hợp, việc lựa chọn chế độ dự báo phải được báo hiệu theo dòng bit tới bộ giải mã.

Trong khi đó, nhiều sự sửa đổi và biến đổi của sáng chế sẽ có thể được thực hiện bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sau khi được đọc qua phần mô tả nêu trên, điều đó được hiểu rằng bất kỳ phương án cụ thể được thể hiện và được mô tả bằng cách minh họa cũng không được coi như làm giới hạn sáng chế. Do đó, các số chỉ dẫn chi tiết của các phương án khác nhau không được coi là làm giới hạn phạm vi bảo hộ, mà việc mô tả các đặc điểm của chúng chỉ được coi như là cần thiết cho sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa video để dự báo các giá trị điểm ảnh của mỗi điểm ảnh đích trong khối đích dưới chế độ phẳng, phương pháp bao gồm các bước có thể thực hiện được bằng máy tính được thực hiện bởi bộ xử lý của bộ mã hóa video để thực hiện các bước:

tính toán giá trị dự báo thứ nhất của mỗi điểm ảnh đích nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị điểm ảnh của điểm ảnh ở đường biên ngang có cùng vị trí ngang với mỗi điểm ảnh đích, trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang ở phía trên của khối đích, và giá trị điểm ảnh của một điểm ảnh ở đường biên dọc trong số các điểm ảnh ở đường biên dọc ở phía trái của khối đích;

tính toán giá trị dự báo thứ hai của mỗi điểm ảnh đích nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị điểm ảnh của điểm ảnh ở đường biên dọc có cùng vị trí dọc với mỗi điểm ảnh đích, trong số các điểm ảnh ở đường biên dọc, và giá trị điểm ảnh của một điểm ảnh ở đường biên ngang trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang; và

thực hiện thuật toán số học bằng cách sử dụng phép dịch phải cho tổng của giá trị dự báo thứ nhất và giá trị dự báo thứ hai của mỗi điểm ảnh đích để đưa ra mỗi giá trị điểm ảnh dự báo trong khối dự báo, trong đó thuật toán số học sử dụng toán tử ">>" biểu thị phép dịch phải.

2. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước báo hiệu phần dư giữa khối dự báo và khối đích.

3. Phương pháp theo điểm 2, phương pháp này còn bao gồm các bước:

chuyển đổi từ tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi $H^N(i, j)$ thành tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$; và

biến đổi phần dư, sử dụng tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$ được xác định bởi một trong số các phương trình sau:

$$\begin{aligned}
\text{(a)} \quad G^N(i, j) &= k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)j\pi}{2N+1}\right); \\
\text{(b)} \quad G^N(i, j) &= k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)(2j-1)\pi}{4N}\right); \text{ và} \\
\text{(c)} \quad G^N(i, j) &= k_i \times \cos\left(\frac{(i-1)(2j-1)\pi}{2N}\right).
\end{aligned}$$

5. Phương pháp theo điểm 3, trong đó tập thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$ đối với kích thước $N \times N$ được xác định bởi tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi $H^M(i, j)$ đối với kích thước $M \times M$, trong đó $M > N$.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó tập thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$ được xác định bởi

$G^N(i, j) = k_i \times H^{2N}(2i, N+1-j)$, nếu các nhân biến đổi có kích thước $2N \times 2N$ (H^{2N}) được hỗ trợ, hoặc

không thì $G^N(i, j) = H^N(i, j)$.

7. Phương pháp giải mã video để dự báo các giá trị điểm ảnh của mỗi điểm ảnh đích trong khối đích dưới chế độ phẳng, phương pháp bao gồm các bước có thể thực hiện được bằng máy tính được thực hiện bởi bộ xử lý của bộ giải mã video để thực hiện các bước:

tính toán giá trị dự báo thứ nhất của mỗi điểm ảnh đích nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị điểm ảnh của điểm ảnh ở đường biên ngang có cùng vị trí ngang với mỗi điểm ảnh đích, trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang ở phía trên của khối đích, và giá trị điểm ảnh của một điểm ảnh ở đường biên dọc trong số các điểm ảnh ở đường biên dọc ở phía trái của khối đích;

tính toán giá trị dự báo thứ hai của mỗi điểm ảnh đích nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị điểm ảnh của điểm ảnh ở đường biên dọc có cùng vị trí dọc với mỗi điểm ảnh đích, trong số các điểm ảnh ở đường biên dọc, và giá trị

điểm ảnh của một điểm ảnh ở đường biên ngang trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang; và

thực hiện thuật toán số học bằng cách sử dụng phép dịch phải cho tổng của giá trị dự báo thứ nhất và giá trị dự báo thứ hai của mỗi điểm ảnh đích để đưa ra mỗi giá trị điểm ảnh dự báo trong khối dự báo, trong đó thuật toán số học sử dụng toán tử ">>" biểu thị phép dịch phải.

8. Phương pháp theo điểm 7, phương pháp này còn bao gồm các bước:

giải mã phần dư được báo hiệu từ bộ mã hóa mà được tạo ra dưới chế độ phẳng ở bộ mã hóa; và

thêm phần dư được giải mã vào khối dự báo để khôi phục dữ liệu hình ảnh.

9. Bộ mã hóa video mà dự báo các giá trị điểm ảnh của mỗi điểm ảnh đích trong khối đích dưới chế độ phẳng, bao gồm bộ xử lý của hệ thống máy tính và bộ nhớ lưu trữ các chương trình có thể thực hiện được bởi bộ xử lý để:

tính toán giá trị dự báo thứ nhất của mỗi điểm ảnh đích nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị điểm ảnh của điểm ảnh ở đường biên ngang có cùng vị trí ngang với mỗi điểm ảnh đích, trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang ở phía trên của khối đích, và giá trị điểm ảnh của một điểm ảnh ở đường biên dọc trong số các điểm ảnh ở đường biên dọc ở phía trái của khối đích;

tính toán giá trị dự báo thứ hai của mỗi điểm ảnh đích nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị điểm ảnh của điểm ảnh ở đường biên dọc có cùng vị trí dọc với mỗi điểm ảnh đích, trong số các điểm ảnh ở đường biên dọc, và giá trị điểm ảnh của một điểm ảnh ở đường biên ngang trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang; và

thực hiện thuật toán số học bằng cách sử dụng phép dịch phải cho tổng của giá trị dự báo thứ nhất và giá trị dự báo thứ hai của mỗi điểm ảnh đích để đưa ra mỗi giá trị điểm ảnh dự báo trong khối dự báo, trong đó thuật toán số học sử dụng toán tử ">>" biểu thị phép dịch phải.

10. Bộ mã hóa video theo điểm 9, trong đó bộ xử lý báo hiệu phần dư giữa khối dự báo và khối đích.

11. Bộ mã hóa video theo điểm 10, trong đó bộ xử lý:

chuyển đổi từ tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi $H^N(i, j)$ thành tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$; và

biến đổi phần dư, sử dụng tập hợp thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$.

12. Bộ mã hóa video theo điểm 11, trong đó tập thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$ được xác định bởi một trong số các phương trình sau:

$$(a) \quad G^N(i, j) = k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)j\pi}{2N+1}\right);$$

$$(b) \quad G^N(i, j) = k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)(2j-1)\pi}{4N}\right); \text{ và}$$

$$(c) \quad G^N(i, j) = k_i \times \cos\left(\frac{(i-1)(2j-1)\pi}{2N}\right).$$

13. Bộ mã hóa video theo điểm 11, trong đó tập thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$ đối với kích thước $N \times N$ được xác định bởi tập hợp sơ cấp của nhân biến đổi $H^M(i, j)$ đối với kích thước $M \times M$, trong đó $M > N$.

14. Bộ mã hóa video theo điểm 13, trong đó tập thứ cấp của nhân biến đổi $G^N(i, j)$ được xác định bởi

$G^N(i, j) = k_i \times H_F^{2N}(2i, N+1-j)$, nếu các nhân biến đổi có kích thước $2N \times 2N$ (H_F^{2N}) được hỗ trợ, hoặc

không thì $G^N(i, j) = H_F^N(i, j)$.

15. Bộ giải mã video mà dự báo các giá trị điểm ảnh của mỗi điểm ảnh đích trong khối đích dưới chế độ phẳng, bao gồm bộ xử lý của hệ thống máy tính và bộ nhớ lưu trữ các chương trình có thể thực hiện được bởi bộ xử lý đề:

tính toán giá trị dự báo thứ nhất của mỗi điểm ảnh đích nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị điểm ảnh của điểm ảnh ở đường biên ngang có cùng vị trí ngang với mỗi điểm ảnh đích, trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang ở phía trên của khối đích, và giá trị điểm ảnh của một điểm ảnh ở đường biên dọc trong số các điểm ảnh ở đường biên dọc ở phía trái của khối đích;

tính toán giá trị dự báo thứ hai của mỗi điểm ảnh đích nhờ sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa giá trị điểm ảnh của điểm ảnh ở đường biên dọc có cùng vị trí dọc với mỗi điểm ảnh đích, trong số các điểm ảnh ở đường biên dọc, và giá trị điểm ảnh của một điểm ảnh ở đường biên ngang trong số các điểm ảnh ở đường biên ngang; và

thực hiện thuật toán số học bằng cách sử dụng phép dịch phải cho tổng của giá trị dự báo thứ nhất và giá trị dự báo thứ hai của mỗi điểm ảnh đích để đưa ra mỗi giá trị điểm ảnh dự báo trong khối dự báo, trong đó thuật toán số học sử dụng toán tử ">>" biểu thị phép dịch phải.

16. Bộ giải mã video theo điểm 15, trong đó bộ xử lý ngoài ra còn:

giải mã phân dư được báo hiệu từ bộ mã hóa; và

thêm phân dư được giải mã vào khối dự báo.

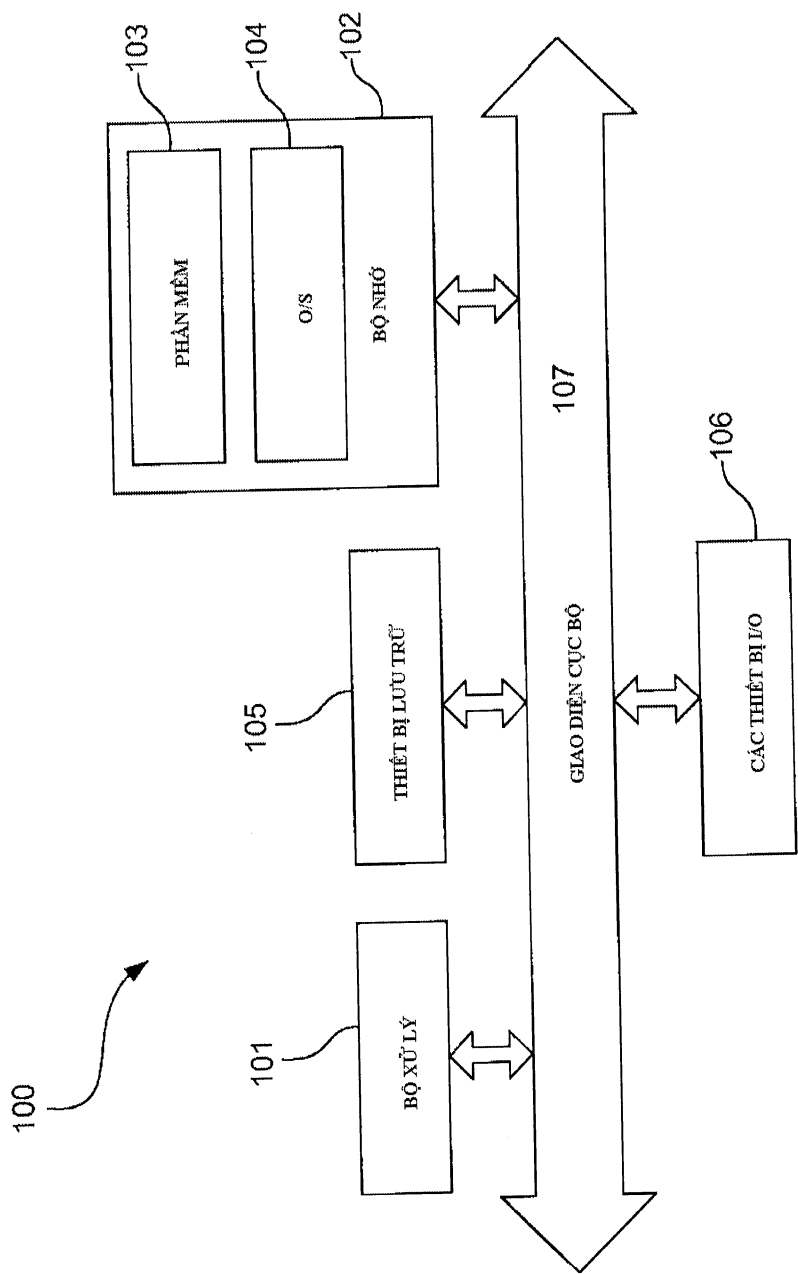


Fig. 1

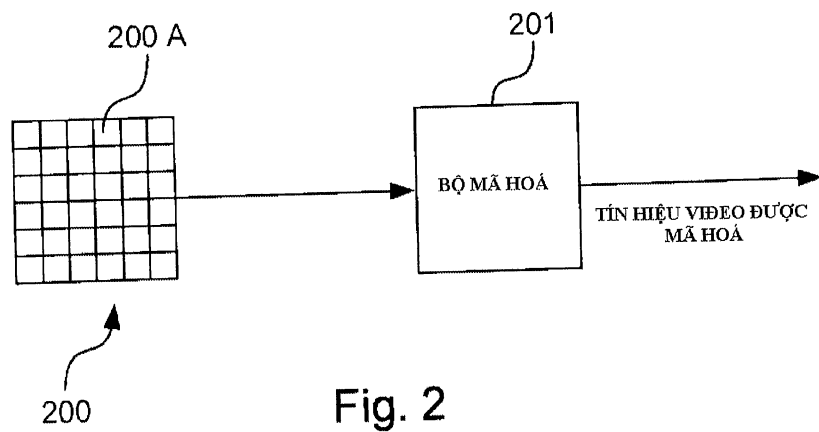


Fig. 2

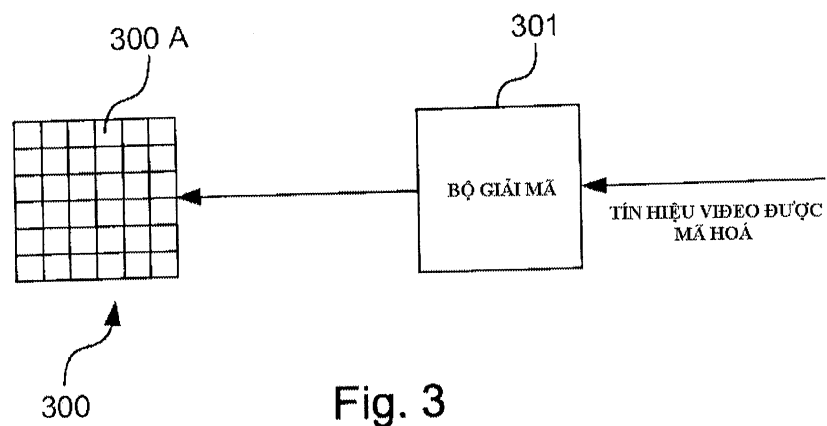


Fig. 3

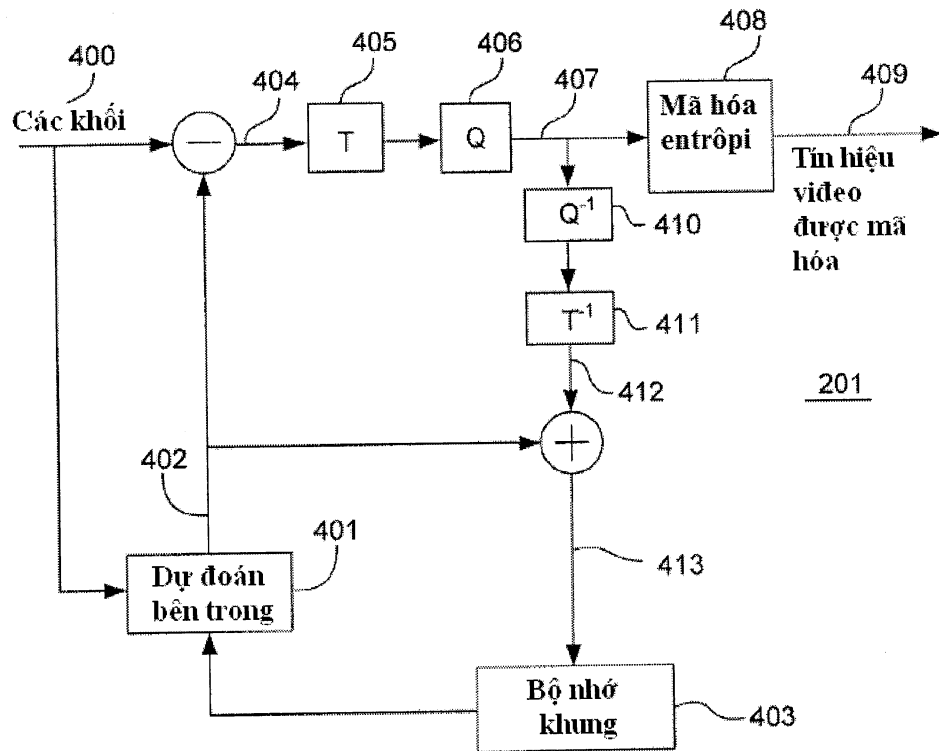


Fig. 4

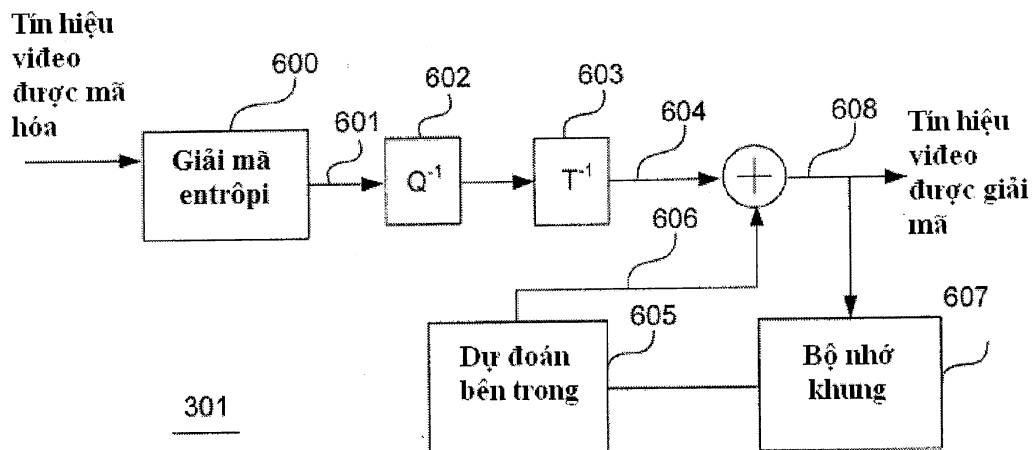


Fig. 6

Các sơ đồ

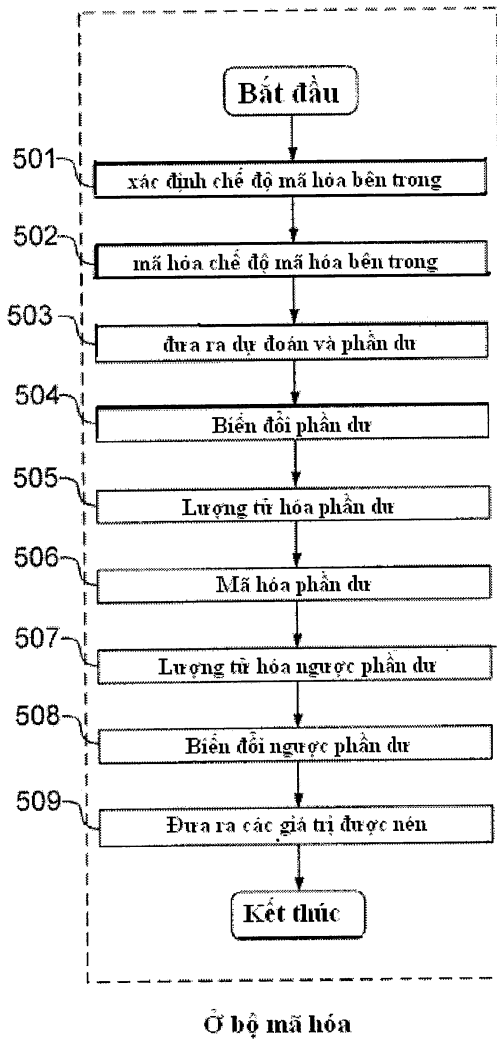


FIG. 5

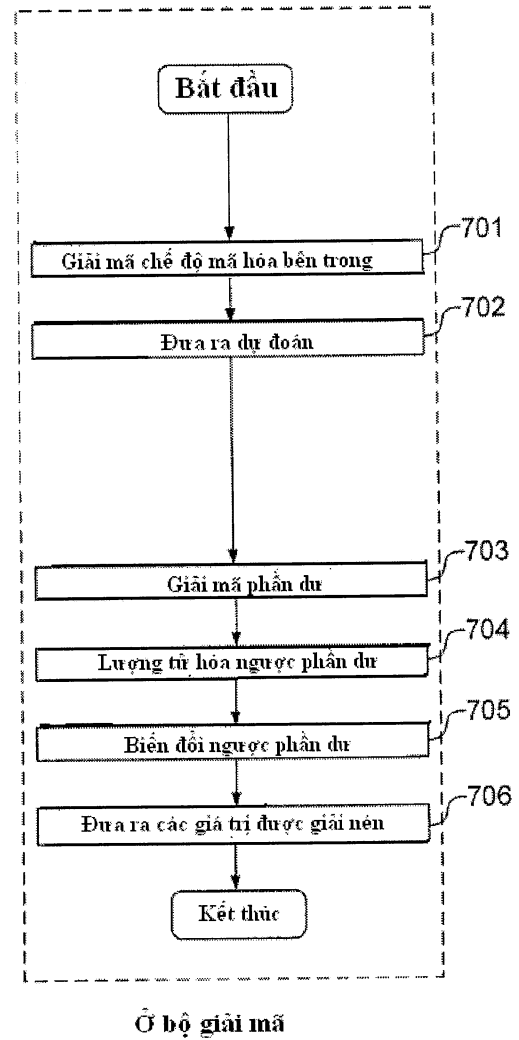


FIG. 7

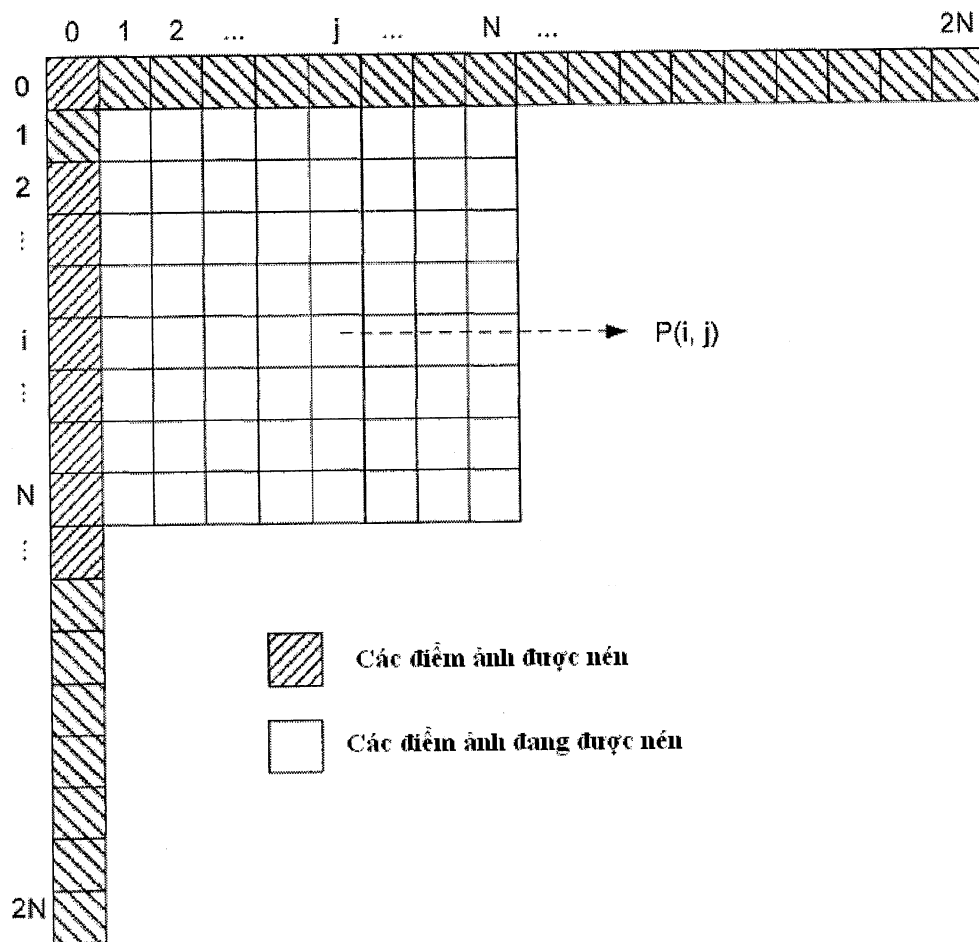


FIG. 8

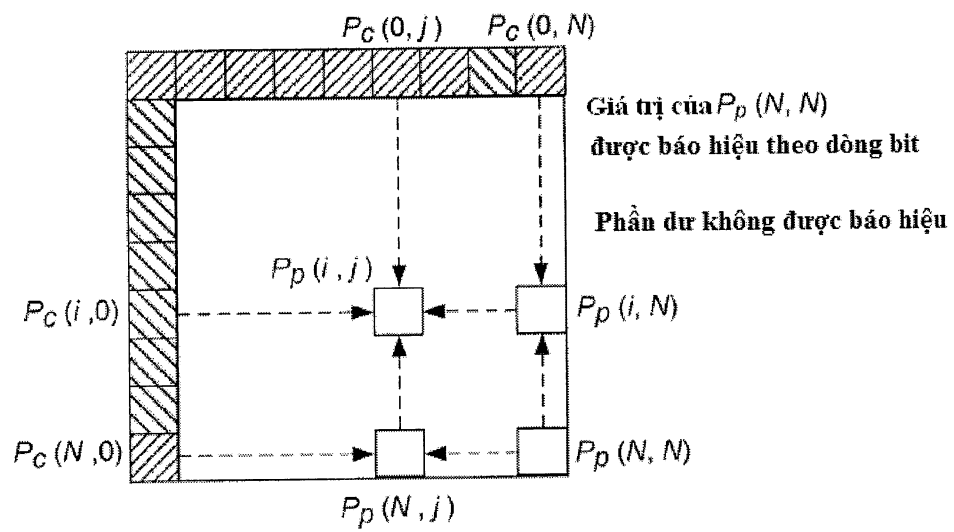


FIG. 9

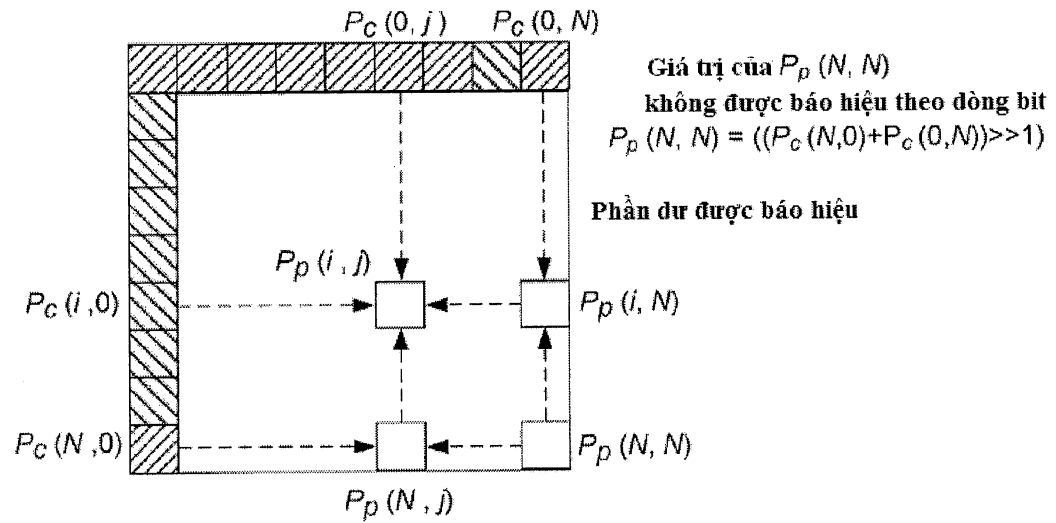


FIG. 10

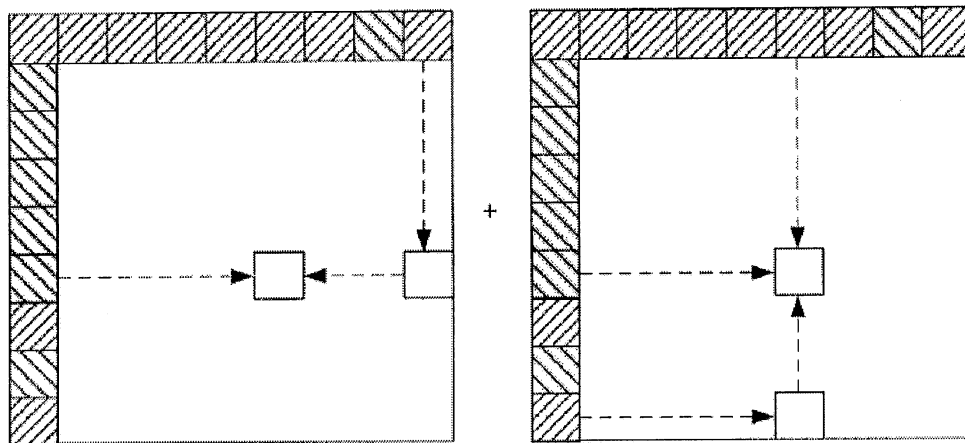


FIG. 11

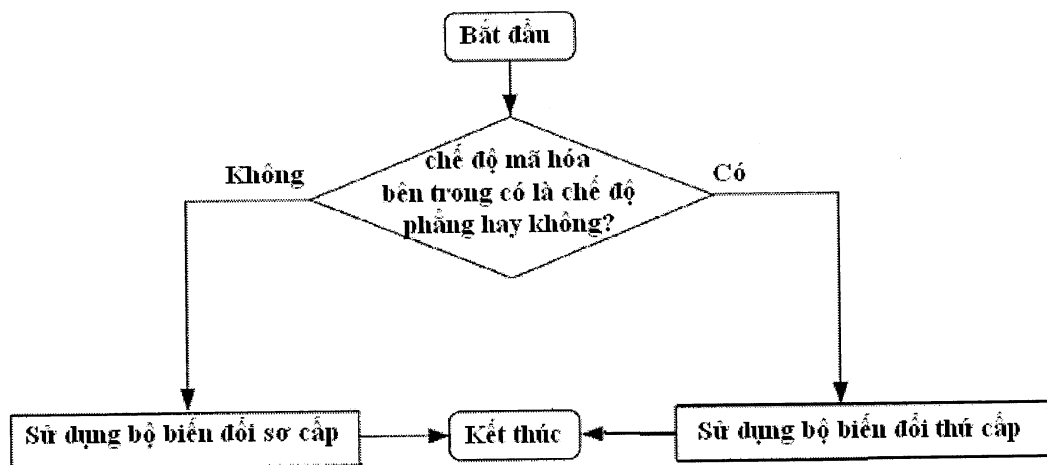


FIG. 12