(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) **1-0026425**

(51)[7] **H04N 19/70**; H04N 19/174; H04N 19/18; H04N 19/467; H04N 19/102; H04N 19/176

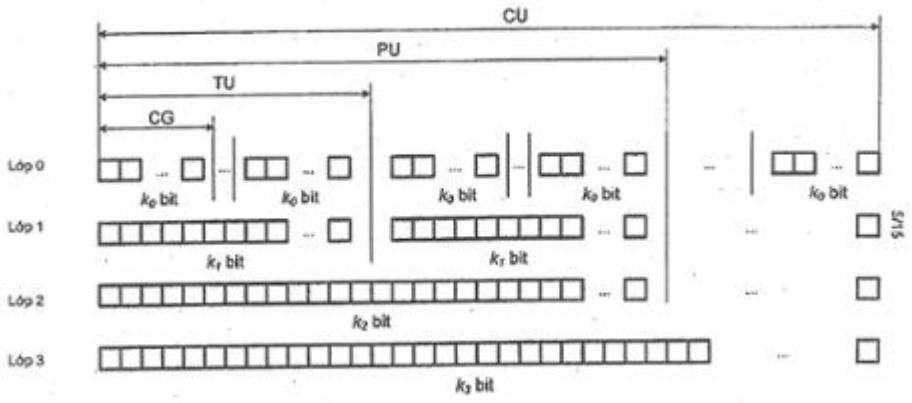
(13) **B**

(21) 1-2016-04074
(22) 01/04/2014
(86) PCT/RU2014/000236 01/04/2014
(87) WO2015/152757 08/10/2015
(45) 25/11/2020 392
(43) 25/01/2017 346A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang, Shenzhen, Guangdong 518129, China
(72) FILIPPOV, Alexey Konstantinovich (RU); RUFITSKIY, Vasily Alexeevich (RU).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP ẨN CÁC TRỊ SỐ, PHƯƠNG PHÁP KHÔI PHỤC CÁC GIÁ TRỊ BỊ ẨN, THIẾT BỊ MÃ HÓA VÀ THIẾT BỊ GIẢI MÃ

(57) Sáng chế đề cập đến các phương pháp ẩn trị số của đơn vị mã phân lớp theo trật tự trong các trị số khác được bao gồm bởi đơn vị mã (các phương pháp mã hoá). Hơn nữa, sáng chế còn đề cập đến phương pháp khôi phục dữ liệu được ẩn từ đơn vị mã được mã hoá (phương pháp giải mã). Sáng chế còn đề cập đến việc thực hiện các phương pháp mã hoá và/hoặc giải mã này trong thiết bị và trên vật ghi đọc được bằng máy tính (không tạm thời). Theo sáng chế, các dữ liệu được ẩn trong các trị số của các lớp khác nhau của đơn vị mã được tạo cấu trúc theo trật tự.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các phương pháp ẩn các trị số của đơn vị mã phân lớp theo trật tự trong các trị số khác được bao gồm bởi đơn vị mã (phương pháp mã hoá). Hơn nữa, sáng chế còn đề cập đến các phương pháp khôi phục dữ liệu được ẩn từ đơn vị mã được mã hoá (phương pháp giải mã). Sáng chế còn đề cập đến việc thực hiện các phương pháp mã hoá và/hoặc giải mã trong thiết bị và trên vật ghi đọc được bằng máy tính (không tạm thời).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Quá trình nén dữ liệu bị mất có nhiều ứng dụng, đặc biệt là trong các quá trình truyền thông, truyền hình, giải trí và an ninh. Quá trình nén video là mục tiêu kiểm chứng, do tỷ lệ nén lớn được đòi hỏi để phát ảnh có chất lượng cao và có độ phân giải cao qua các kênh truyền thông đang tồn tại. Mục tiêu này thậm chí còn kiểm chứng nhiều hơn trong các quá trình truyền thông không dây và di động hoặc mã hoá truyền thông theo thời gian thực.

Tiêu chuẩn ITU-T H.265/HEVC được thông qua gần đây (ISO/IEC 23008-2:2013, "Information technology-High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments-Part 2: High efficiency video coding" tháng 11 năm 2013) tuyên bố bộ thiết bị mã hoá video hiện đại nhất mà có sự cân bằng thích hợp giữa hiệu quả mã hoá và độ phức tạp tính toán. Phần mô tả tổng thể đối với tiêu chuẩn ITU-T H.265/HEVC được đưa ra trong bài báo: "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard" bởi Gary J. Sullivan, trong IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 22, No. 12, tháng 12 năm 2012, toàn bộ nội dung của các bài báo này được đưa vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Tương tự với tiêu chuẩn mã hoá video ITU-T H.264/AVC, tiêu chuẩn mã hoá video HEVC/H.265 có sự phân ảnh nguồn thành các khối, ví dụ các đơn vị mã (coding unit-CU). Mỗi trong số các CU này có còn có thể được tách

thành các CU nhỏ hơn hoặc các bộ dự đoán (prediction unit-PU). PU có thể được dự đoán nội bộ hoặc liên dự đoán theo dạng xử lý được áp dụng cho các điểm ảnh của PU. Trong trường hợp về dự đoán nôi bộ, PU thể hiện vùng điểm ảnh mà được xử lý bằng quá trình nén chuyển động bằng cách sử dụng vectơ chuyển động được xác định đối với PU. Đối với liên dự đoán, PU xác định chế độ dự đoán đối với tập hợp bộ biến đổi (transform unit-TU). TU có thể có các cỡ khác nhau (ví dụ, 4x4, 8x8, 16x16 và 32x32 điểm ảnh) và có thể được xử lý theo các cách khác nhau. Đối với biến đổi TU, quá trình mã hoá được thực hiện, nghĩa là sai số dự đoán được biến đổi với phép biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform-DCT) và được lượng tử hoá. Các hệ số biến đổi được lượng tử hoá thu được được nhóm thành các CG, mỗi CG có 16 hệ số biến đổi được lượng tử hoá.

Như nêu trên, các công cụ lõi của các tiêu chuẩn này hoặc các codec sở hữu tương tự để mã hoá các khối ảnh là dự đoán nội bộ và liên dự đoán, quá trình biến đổi phổ (ví dụ, quá trình biến đổi cosin rời rạc hoặc khoảng gần đúng số nguyên của nó) và lượng tử hoá. Các công cụ dự đoán nội bộ và liên dự đoán được sử dụng để tạo ra tín hiệu dự đoán đối với khối đã nêu. Ở phía bộ mã hoá, sự khác nhau giữa khối nguồn và dự đoán của nó, được gọi là tín hiệu dư, được biến đổi thành phổ của chúng, nghĩa là các điểm ảnh của khối nguồn được thể hiện theo các hệ số biến đổi trong miền tần số. Hơn nữa, các hệ số còn được lượng tử hoá. Các hệ số biến đổi được lượng tử hoá khác không và được lượng tử hoá đến không thường được dùng để chỉ lần lượt các hệ số có nghĩa và không có nghĩa. Tất cả các phần tử cú pháp gồm có các hệ số biến đổi được lượng tử hoá và các thông tin phụ (ví dụ, chế độ liên dự đoán dùng cho liên mã hoá và vectơ chuyển động dùng cho mã hoá nội bộ) được nhị phân hoá và được mã hoá entropy. Phần hệ số được mã hoá entropy trong dòng bit H.265/HEVC được nén có thể vượt quá 80%.

Các giai đoạn mã hoá các hệ số biến đổi được lượng tử hoá là như sau:

- Mã hoá vị trí của hệ số có nghĩa cuối cùng, nghĩa là hệ số biến đổi được lượng tử hoá khác không cuối cùng.
- Mã hoá bản đồ có nghĩa mà được sử dụng để khôi phục các vị trí của tất

cả các hệ số khác không.

– Mã hoá dấu các hệ số có nghĩa.

– Mã hoá độ lớn các hệ số có nghĩa.

Các giai đoạn này được thực hiện trong trường hợp các hệ số biến đổi được lượng tử hoá được tách thành các nhóm hệ số (coefficient group-CG). Mỗi CG là tập hợp con mà thường có các hệ số 4x4.

Việc mã hoá tín hiệu rõ ràng đòi hỏi một bit dấu cho một hệ số có nghĩa cần được mã hoá. Tuy nhiên, công cụ mới được dùng để chỉ hoạt động ẩn bit dấu (Sign Bit Hiding-SBH) được thông qua đối với tiêu chuẩn ITU-T H.265/HEVC. Khái niệm cơ bản đằng sau kỹ thuật này là hoàn toàn cho biết dấu hiệu của hệ số có nghĩa thứ nhất trong CG đã nêu bằng cách sử dụng kỹ thuật kiểm tra tính chẵn-lẻ của tổng ít nhất các bit có nghĩa của các hệ số có nghĩa thuộc CG đó. Công cụ này không được áp dụng cho tất cả các CG nhưng chỉ áp dụng cho các CG mà đáp ứng điều kiện ngưỡng, nghĩa là sự khác nhau về các vị trí của các hệ số có nghĩa đầu tiên và cuối cùng sẽ bằng bốn hoặc lớn hơn. Theo các kết quả được thể hiện bởi Đội hợp tác chung về mã hoá video (Joint Collaborative Team on Video Coding-JCT-VC) mà chịu trách nhiệm phát triển tiêu chuẩn H.265/HEVC, công cụ này làm giảm tốc độ bit đối với cùng chất lượng trong nhiều trình tự video được sử dụng trong các thử nghiệm JCT-VC. Việc này xác nhận rằng SBH nói riêng và hoạt động ẩn dữ liệu nói chung, có thể là công cụ nén hữu hiệu.

Ngoài quá trình nén video, hoạt động ẩn dữ liệu có thể được sử dụng trong các ứng dụng quản lý quyền nội dung số (Digital Rights Management-DRM) khác nhau (ví dụ, hình mờ kỹ thuật số). Nó là một trong số các kỹ thuật DRM được sử dụng để nhúng các thông tin số vào các tín hiệu mang (xem ví dụ ấn phẩm: Tirkelet al., "Electronic Water Mark", Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA), 1993, Macquarie University, pp. 666-673). Các thông tin được ẩn này có thể được sử dụng để xác nhận tính xác thực hoặc tính nguyên vẹn của tín hiệu mang hoặc để thể hiện mức độ đồng nhất của các chủ sở hữu của nó.

Trong trường hợp này, nếu vài hoạt động ẩn sẽ được thực hiện trên cùng

tập hợp trị số đích, các hoạt động này có thể có khả năng giao thoa với nhau. Việc giao thoa này xảy ra nếu hoạt động ẩn biến đổi trị số của tập hợp mà không cần phải xét đến tác dụng của biến đổi này đối với dữ liệu được ẩn trong quá trình hoạt động ẩn trước. Do đó, tổ hợp đơn giản của các hoạt động ẩn có thể dẫn đến tạo ra dòng bit không thể giải mã được.

Một ví dụ về trường hợp mà chúng ta có thể xem xét ẩn tập hợp cờ trong các hệ số biến đổi được lượng tử hoá của TU khi SBH được thực hiện đối với các hệ số này. Nếu hoạt động ẩn cờ được thực hiện độc lập (nghĩa là, nó không thích ứng với SBH), việc chiết xuất các tín hiệu được ẩn có thể được thực hiện một cách không chính xác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp mới để mã hoá nhiều đoạn dữ liệu của khối dữ liệu cần được mã hoá (đơn vị mã) dựa trên bộ dữ liệu đầu vào (các trị số) bao gồm trong đơn vị mã. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp giải mã đoạn dữ liệu này từ khối dữ liệu được mã hoá một lần nữa. Hơn nữa, mục đích nữa của sáng chế là đề xuất cơ chế ẩn dữ liệu, trong đó vài hoạt động ẩn lần lượt có thể được thực hiện mà không gây giao thoa dẫn đến dữ liệu được mã hoá không thể giải mã được.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, khối dữ liệu cần được mã hoá có cấu trúc theo trật tự. Ví dụ, điều này có nghĩa là các trị số dữ liệu riêng rẽ thuộc đơn vị mã tương ứng với cấu trúc theo trật tự tạo ra vài lớp của đơn vị mã. Ý tưởng của khía cạnh thứ nhất này là để ẩn thông tin (ví dụ trị số) thuộc các lớp đã nêu tương ứng dựa trên các thông tin khác của đơn vị mã bằng cách sử dụng mô hình ẩn dữ liệu. Các thông tin khác mà ở đó mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được áp dụng có thể được xem xét, tập hợp trị số đầu vào đối với mô hình ẩn dữ liệu tương ứng. Vài mô hình ẩn dữ liệu có thể được dựa trên các tập hợp trị số đầu vào đồng nhất, trên các tập hợp trị số đầu vào chồng lấp một phần hoặc các tập hợp trị số đầu vào khác nhau hoặc thậm chí tổ hợp của chúng.

Theo cách thực hiện làm ví dụ thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp ẩn các trị số của đơn vị mã phân lớp theo trật tự trong các

trị số khác được bao gồm bởi đơn vị mã (phương pháp mã hoá). Trong phương pháp này, sáng chế đề cuất ngăn xếp phân lớp có mô hình ẩn dữ liệu. Mô hình ẩn dữ liệu là để ẩn các trị số của đơn vị mã ở các lớp khác nhau của đơn vị mã. Mỗi mô hình ẩn dữ liệu có hàm kiểm tra kết hợp với nó mà được sử dụng để ẩn một hoặc nhiều trị số của đơn vị mã ở một trong số các lớp của đơn vị mã. Đối với mỗi mô hình ẩn dữ liệu, thực hiện các bước sau:

(i) tính toán hàm kiểm tra của một trong số các mô hình ẩn dữ liệu tương ứng dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã;

(ii) xác định nếu kết quả của hàm kiểm tra tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng; và

(iii) nếu không, biến đổi ít nhất một trong số các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã sao cho kết quả của hàm kiểm tra ở bước (ii) tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng.

Đơn vị mã được mã hoá bao gồm các trị số khác của đơn vị mã như được biến đổi ở bước (iii) đối với tất cả mô hình ẩn dữ liệu.

Cách thực hiện thứ hai khác của dạng thực hiện thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, ngăn xếp phân lớp của mô hình ẩn dữ liệu xác định mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép. Mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép có thể được cho là đáp ứng đầy đủ tiêu chuẩn mà các trị số được ẩn được khôi phục bằng cách sử dụng mô hình bất kỳ trong số các mô hình ẩn dữ liệu của ngăn xếp có thể không được suy ra từ tổ hợp (ví dụ, tổ hợp tuyến tính) của mô hình ẩn dữ liệu còn lại được xác định trong ngăn xếp. Nếu ngăn xếp phân lớp của mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép, áp dụng cho cùng tập hợp trị số dữ liệu đầu vào, không gây giao thoa giữa các mô hình ẩn dữ liệu khác nhau trong ngăn xếp, sao cho các trị số được ẩn có thể được khôi phục một cách đúng đắn. Ví dụ, sự giao thoa này có thể xảy ra khi hoạt động ẩn biến đổi trị số của tập hợp trị số đầu vào (nghĩa là các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu được sử dụng trong hoạt động ẩn), mà không cần xét đến tác dụng biến đổi của một hoặc nhiều trị số của tập hợp trị số đầu vào trong hoạt động ẩn dữ liệu trước.

Hơn nữa, theo cách thực hiện thứ ba của dạng thực hiện nêu trên bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, mỗi lớp của đơn vị mã có thể được kết hợp với một hoặc nhiều mô hình ẩn dữ liệu.

Theo cách thực hiện thứ tư nữa của dạng thực hiện nêu trên bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, mô hình ẩn dữ liệu có thể có ít nhất một trong số mô hình ẩn dữ liệu dựa trên thập phân, một hoặc nhiều mô hình ẩn dữ liệu đều và một hoặc nhiều mô hình ẩn dữ liệu giả ngẫu nhiên.

Theo cách thực hiện thứ năm của dạng thực hiện nêu trên bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, phương pháp này có thể còn bao gồm bước thực hiện các việc sau đây đối với mỗi mô hình ẩn dữ liệu: trong trường hợp thuật toán được sử dụng để biến đổi ít nhất một trong số các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã ở bước (iii) không biến đổi các trị số sao cho kết quả của hàm kiểm tra ở bước (ii) tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi các mô hình ẩn dữ liệu tương ứng, lặp lại các bước (i) đến (iii) cho đến khi kết quả của hàm kiểm tra ở bước (ii) tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi các mô hình ẩn dữ liệu tương ứng.

Theo cách thực hiện thứ sáu của dạng thực hiện nêu trên bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, khi thực hiện các bước (i) đến (iii) lần lượt sử dụng mô hình ẩn dữ liệu thứ nhất và mô hình ẩn dữ liệu thứ hai của mô hình ẩn dữ liệu, một hoặc nhiều trị số khác của đơn vị mã mà đã được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu thứ nhất và đã được biến đổi ở bước (iii), là không được biến đổi ở bước (iii) một lần nữa khi thực hiện các bước (i) đến (iii) đối với mô hình ẩn dữ liệu thứ hai, trong trường hợp chúng được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu thứ hai trong phép lặp thứ hai.

Theo cách thực hiện thứ bảy của dạng thực hiện nêu trên bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, ít nhất một trị số được biến đổi ở bước (iii) đối với một mô hình ẩn dữ liệu được xem xét thay thế cho các trị số gốc khi thực hiện các bước (i) đến (iii) đối với mô hình ẩn dữ liệu khác.

Theo cách thực hiện thứ tám của khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp khôi phục các trị số được ẩn từ đơn vị mã được mã hoá (phương pháp giải mã). Một lần nữa, sáng chế đề xuất ngăn xếp phân lớp của mô hình

ẩn dữ liệu. Ngăn xếp này được sử dụng bởi bộ mã hoá để ẩn các trị số của đơn vị mã. Mỗi mô hình ẩn dữ liệu có hàm kiểm tra kết hợp với nó. Trong phương pháp này, đối với mỗi mô hình ẩn dữ liệu, hàm kiểm tra của một mô hình ẩn dữ liệu được tính toán dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã, trong đó kết quả của hàm kiểm tra tương ứng với một trong số các trị số được ẩn được khôi phục.

Theo cách thực hiện thứ chín của dạng thực hiện nêu trên bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, các trị số được bao gồm bởi đơn vị mã mà dựa trên đó hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu được tính toán là các trị số của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã.

Theo cách thực hiện thứ mười của dạng thực hiện thứ chín của khía cạnh thứ nhất, trong đó hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu kết hợp với lớp không phải lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã được tính toán dựa trên các trị số được chọn bởi một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các tập hợp con tương ứng của các trị số của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã.

Theo cách thực hiện thứ mười một của dạng thực hiện thứ mười của khía cạnh thứ nhất, cỡ của một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được xác định dựa trên cỡ của tập hợp con mà ở đó hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được tính toán.

Theo cách thực hiện thứ mười hai của dạng thực hiện thứ mười hoặc thứ mười một của khía cạnh thứ nhất, tập hợp con tương ứng trong lớp không phải lớp theo trật tự thấp nhất bao gồm các trị số của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã mà theo trật tự thuộc khối dữ liệu tổ chức của lớp tương ứng.

Theo cách thực hiện thứ mười ba của dạng thực hiện thứ mười hai của khía cạnh thứ nhất, số lượng và/hoặc cỡ của mô hình ẩn dữ liệu có thể áp dụng cho khối dữ liệu tổ chức tương ứng của lớp tương ứng được xác định dựa trên cỡ của tập hợp con của các trị số thuộc khối dữ liệu tổ chức tương ứng của lớp tương ứng mà ở đó hàm kiểm tra được tính toán.

Theo cách thực hiện thứ mười bốn của dạng thực hiện thứ mười đến thứ mười ba của khía cạnh thứ nhất, cỡ của một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng là bằng hoặc là ước số của cỡ tập hợp con mà ở đó hàm kiểm tra của mô hình ẩn

dữ liệu tương ứng được tính toán. Để đặt nó khác nhau, cỡ của tập hợp con mà ở đó hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được tính toán là bằng hoặc bộ số nguyên của cỡ của một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng.

Theo cách thực hiện thứ mười lăm của dạng thực hiện nêu trên bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, các trị số của đơn vị mã thể hiện khối điểm ảnh và đơn vị mã có một hoặc nhiều bộ dự đoán, một hoặc nhiều bộ biến đổi và một hoặc nhiều nhóm hệ số, trong đó mô hình ẩn dữ liệu kết hợp với các lớp của đơn vị mã lần lượt tương ứng với bộ dự đoán, bộ biến đổi và đơn vị mã. Hơn nữa, mỗi mô hình ẩn dữ liệu ẩn một hoặc nhiều trị số của lớp kết hợp của đơn vị mã.

Theo cách thực hiện thứ mười sáu của dạng thực hiện thứ mười lăm của khía cạnh thứ nhất, mô hình ẩn dữ liệu kết hợp với các lớp của đơn vị mã lần lượt tương ứng với các nhóm hệ số, bộ dự đoán, bộ biến đổi và đơn vị mã, trong đó các nhóm hệ số là một phần của lớp thấp nhất của đơn vị mã.

Theo cách thực hiện thứ mười bảy của dạng thực hiện nêu trên bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu được tính toán dựa trên các trị số của nhóm hệ số.

Theo cách thực hiện thứ mười tám của dạng thực hiện thứ mười lăm đến thứ mười bảy của khía cạnh thứ nhất, mô hình ẩn dữ liệu bao gồm một hoặc nhiều mô hình ẩn dữ liệu để ẩn cờ lọc mẫu tham chiếu để dự đoán nội bộ đối với bộ biến đổi của đơn vị mã.

Theo cách thực hiện thứ mười chín của dạng thực hiện thứ mười lăm đến thứ mười tám của khía cạnh thứ nhất, mô hình ẩn dữ liệu bao gồm một hoặc nhiều mô hình ẩn dữ liệu để ẩn ít nhất một chỉ số chế độ dự đoán và cỡ của bộ dự đoán.

Theo cách thực hiện thứ hai mươi của dạng thực hiện thứ mười lăm đến thứ mười chín của khía cạnh thứ nhất, mô hình ẩn dữ liệu bao gồm mô hình ẩn dữ liệu để nhúng hình mờ vào đơn vị mã.

Theo cách thực hiện thứ hai mươi mốt của dạng thực hiện thứ mười lăm đến thứ hai mươi của khía cạnh thứ nhất, mô hình ẩn dữ liệu bao gồm ở mô hình ẩn dữ liệu để ẩn các bit dấu của các hệ số của các nhóm hệ số.

Theo cách thực hiện thứ hai mươi hai của dạng thực hiện thứ nhất đến

mười bốn của khía cạnh thứ nhất, các trị số của đơn vị mã thể hiện khối dữ liệu ảnh, khối dữ liệu âm thanh hoặc khối tài liệu cần được mã hoá.

Theo cách thực hiện thứ hai mươi ba của dạng thực hiện thứ nhất đến thứ hai mươi hai của khía cạnh thứ nhất, một trị số được ẩn cho phép xác nhận tính xác thực các trị số được bao gồm trong đơn vị mã.

Cách thực hiện thứ hai mươi tư của khía cạnh thứ nhất theo sáng chế đề xuất thiết bị mã hoá để ẩn các trị số của đơn vị mã phân lớp theo trật tự trong các trị số khác được bao gồm bởi đơn vị mã này. Thiết bị mã hoá này được bố trí với ngăn xếp phân lớp của mô hình ẩn dữ liệu để ẩn các trị số của đơn vị mã ở các lớp khác nhau của đơn vị mã, trong đó mỗi mô hình ẩn dữ liệu có hàm kiểm tra kết hợp với nó để ẩn một hoặc nhiều trị số của đơn vị mã ở một lớp của đơn vị mã. Thiết bị mã hoá này bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện các bước sau đây đối với mỗi mô hình ẩn dữ liệu:

(i) tính toán hàm kiểm tra của mỗi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã;

(ii) xác định nếu kết quả của hàm kiểm tra tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng; và

(iii) nếu không, biến đổi ít nhất một trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã sao cho kết quả của hàm kiểm tra ở bước (ii) tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng.

Thiết bị mã hoá này còn bao gồm thiết bị đầu ra được tạo cấu hình để xuất tín hiệu cho đơn vị mã được mã hoá, đơn vị mã được mã hoá bao gồm các trị số khác của đơn vị mã như được biến đổi ở bước (iii) đối với tất cả mô hình ẩn dữ liệu.

Cách thực hiện thứ hai mươi lăm của khía cạnh thứ nhất theo sáng chế đề xuất thiết bị mã hoá được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp theo dạng thực hiện bất kỳ của khía cạnh thứ nhất.

Cách thực hiện thứ hai mươi sáu của khía cạnh thứ nhất theo sáng chế đề xuất thiết bị giải mã để khôi phục các trị số được ẩn từ đơn vị mã được mã hoá.

Thiết bị giải mã này được bố trí với ngăn xếp phân lớp của mô hình ẩn dữ liệu mà đã được sử dụng bởi bộ mã hoá để ẩn các trị số của đơn vị mã, trong đó mỗi mô hình ẩn dữ liệu có hàm kiểm tra được kết hợp với nó. Thiết bị giải mã này bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để tính toán, đối với mỗi mô hình ẩn dữ liệu, hàm kiểm tra của một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã được mã hoá, trong đó kết quả của hàm kiểm tra tương ứng với các trị số được ẩn được khôi phục; và thiết bị đầu ra để xuất tín hiệu cho đơn vị mã được giải mã bao gồm, các trị số được ẩn được khôi phục là một phần dữ liệu được giải mã.

Theo cách thực hiện thứ hai mươi bảy của dạng thực hiện thứ nhất đến thứ hai mươi sáu của khía cạnh thứ nhất, các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ đơn vị mã được mã hoá là các trị số của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã.

Theo cách thực hiện thứ hai mươi tám của dạng thực hiện thứ nhất đến thứ hai mươi bảy của khía cạnh thứ nhất, bộ xử lý này còn được tạo cấu hình để tính toán hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu kết hợp với lớp không phải lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã được mã hoá đối với các trị số được chọn bởi một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ tập hợp con tương ứng của các trị số của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã.

Theo cách thực hiện thứ hai mươi chín của dạng thực hiện thứ nhất đến thứ hai mươi tám của khía cạnh thứ nhất, bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định cỡ của một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng dựa trên cỡ của tập hợp con mà ở đó hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được tính toán.

Theo cách thực hiện thứ ba mươi của dạng thực hiện thứ nhất đến thứ hai mươi tám hoặc thứ hai mươi chín của khía cạnh thứ nhất, tập hợp con tương ứng trong lớp không phải lớp theo trật tự thấp nhất bao gồm các trị số của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã mà theo trật tự thuộc khối dữ liệu tổ chức của lớp tương ứng.

Theo cách thực hiện thứ ba mươi mốt của dạng thực hiện thứ nhất đến thứ ba mươi của khía cạnh thứ nhất, bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định số

lượng và/hoặc cỡ của mô hình ẩn dữ liệu có thể áp dụng cho khối dữ liệu tổ chức tương ứng của lớp tương ứng dựa trên cỡ của tập hợp con của các trị số thuộc khối dữ liệu tổ chức tương ứng của lớp tương ứng mà ở đó hàm kiểm tra được tính toán.

Cách thực hiện thứ ba mươi hai của khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề xuất thiết bị giải mã được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp giải mã theo dạng thực hiện bất kỳ của khía cạnh thứ nhất.

Cách thực hiện thứ ba mươi ba của khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính (không tạm thời) mà lưu giữ các hướng dẫn mà, khi được thực hiện bởi bộ xử lý của thiết bị mã hoá, làm cho thiết bị mã hoá thực hiện các bước sau đây đối với mỗi mô hình ẩn dữ liệu:

(i) tính toán hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu tương ứng dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã;

(ii) xác định nếu kết của của hàm kiểm tra tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng; và

(iii) nếu không, biến đổi ít nhất một trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã sao cho kết quả của hàm kiểm tra ở bước (ii) tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng.

Hơn nữa, hướng dẫn này còn có thể làm cho bộ xử lý của thiết bị mã hoá để bao gồm, trong đơn vị mã được mã hoá, các trị số khác của đơn vị mã như được biến đổi ở bước (iii) đối với tất cả mô hình ẩn dữ liệu.

Cách thực hiện thứ ba mươi tư của khía cạnh thứ nhất theo sáng chế đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính (không tạm thời) mà lưu giữ các hướng dẫn mà, khi được thực hiện bởi bộ xử lý của thiết bị mã hoá, làm cho thiết bị mã hoá thực hiện phương pháp mã hoá theo dạng thực hiện bất kỳ của khía cạnh thứ nhất.

Cách thực hiện thứ ba mươi tư của khía cạnh thứ nhất theo sáng chế đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính (không tạm thời) mà lưu giữ các hướng dẫn mà, khi được thực hiện bởi bộ xử lý của thiết bị mã hoá, làm cho thiết bị

mã hoá tạo ra ngăn xếp phân lớp của mô hình ẩn dữ liệu, trong đó các ngăn xếp này đã được sử dụng bởi bộ mã hoá để ẩn các trị số của đơn vị mã. Mỗi mô hình ẩn dữ liệu có hàm kiểm tra kết hợp với nó. Các hướng dẫn này còn làm cho thiết bị giải mã tín toán, đối với mỗi mô hình ẩn dữ liệu, hàm kiểm tra của một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã, trong đó kết quả của hàm kiểm tra tương ứng với mộ trị số được ẩn được khôi phục.

Cách thực hiện thứ ba mươi sáu của khía cạnh thứ nhất theo sáng chế đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính (không tạm thời) mà lưu giữ các hướng dẫn mà, khi được thực hiện bởi bộ xử lý của thiết bị giải mã, làm cho thiết bị giải mã thực hiện phương pháp giải mã theo dạng thực hiện bất kỳ của khía cạnh thứ nhất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án sau đây của sáng chế được mô tả chi tiết hơn dựa vào các hình và các hình vẽ kèm hteo. Phần mô tả chi tiết tương tự hoặc tương ứng trong các hình vẽ được đánh dấu bằng cùng các số viện dẫn.

Fig.1 thể hiện cấu trúc làm ví dụ (cây mã hoá) của đơn vị mã theo phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.2 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của đơn vị mã theo phương án của sáng chế, mà tương tự với cấu trúc đơn vị mã theo tiêu chuẩn H.265;

Fig.3 thể hiện các ví dụ khác nhau về mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép một chiều theo các phương án của sáng chế;

Fig.4 thể hiện các ví dụ khác nhau về mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép hai chiều theo phương án của sáng chế;

Fig.5 thể hiện phương án làm ví dụ về cấu trúc của ngăn xếp phân lớp của mô hình ẩn dữ liệu được xác định đối với các lớp khác nhau trên Fig.2 theo phương án của sáng chế;

Fig.6 thể hiện cấu trúc theo trật tự làm ví dụ của mô hình ẩn dữ liệu theo phương án làm ví dụ của sáng chế;

Các hình vẽ Fig.7 và Fig.8 thể hiện lưu đồ của quy trình điều chỉnh hệ số ở

phía bộ mã hoá đối với mô hình ẩn dữ liệu được tạo cấu trúc theo trật tự đa lớp theo phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.9 thể hiện lưu đồ của quy trình đơn giản để điều chỉnh hệ số ở phía bộ mã hoá đối với mô hình ẩn dữ liệu của hai lớp theo phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.10 thể hiện lưu đồ của quy trình giải mã dòng video theo phương án của sáng chế;

Fig.11 thể hiện cấu trúc của bộ mã hoá và bộ giải mã của phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.12 thể hiện sự biến đổi làm ví dụ của lưu đồ báo hiệu cờ ẩn để lọc mẫu tham chiếu theo liên dự đoán ITU T H.265/HEVC theo phương án làm ví dụ của sáng chế;

Các hình vẽ Fig.13a và Fig.13b và Fig.13c thể hiện việc sử dụng làm ví dụ các trường hợp về các khái niệm của sáng chế theo các phương án khác nhau;

Fig.14 thể hiện thiết bị mã hoá làm ví dụ theo phương án của sáng chế; và

Fig.15 thể hiện thiết bị giải mã làm ví dụ theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả sau sẽ mô tả các dạng thực hiện và phương án khác nhau của các khía cạnh khác nhau. Như nêu trên, một khía cạnh của sáng chế đề cập đến quá trình thực hiện hoạt động ẩn nhiều dữ liệu đối với dữ liệu của đơn vị mã.

Đơn vị mã thường chỉ cấu trúc mà chứa bộ dữ liệu cần được mã hoá. Đơn vị mã được giả định được tạo cấu trúc theo trật tự. Điều này có nghĩa là, ví dụ, các trị số riêng rẽ thể hiện dữ liệu thuộc đơn vị mã tương ứng với cấu trúc theo trật tự tạo ra vài lớp của đơn vị mã. Quá trình phân lớp này có thể, ví dụ, được thực hiện bởi cấu trúc xác định cây mã hoá, trong đó lớp của đơn vị mã xác định rẽ của cây và dữ liệu của mỗi nhánh trong cây thuộc lớp phía dưới tiếp theo. Dữ liệu trong đơn vị mã được thể hiện bởi các trị số dữ liệu (trị số ngắn hạn) mà thể hiện các thông tin ở các lớp khác nhau của cấu trúc. Các trị số dữ liệu có thể được thể hiện ở dạng nhị phân. Quá trình hoạt động ẩn dữ liệu và cụ thể là tính toán hàm kiểm tra có thể được thực hiện đối với các trị số, nhưng

chúng cũng có thể được thực hiện dựa trên phép thể hiện nhị phân (mức độ bit), nếu cần.

Cây mã hoá làm ví dụ được thể hiện trên Fig.1. Cấu trúc của đơn vị mã (đơn vị lớp n, đơn vị lớp cao nhất) do đó xác định lớp cao nhất theo thứ tự trật tự của các lớp của cây mã hoá. Mỗi bộ ở mỗi lớp (ngoại trừ đối với lớp thấp nhất) có thể có các thông tin phụ của lớp tương ứng và một hoặc nhiều đơn vị lớp phía dưới. Lưu ý rằng, phụ thuộc vào ứng dụng của sáng chế, có thể không có thông tin phụ trong một hoặc nhiều lớp. Đơn vị lớp thấp nhất (đơn vị lớp 0) có thể ví dụ chứa hoặc có các trị số và tuỳ ý còn có thông tin phụ.

Ý tưởng của khía cạnh thứ nhất của sáng chế là để ẩn thông tin (ví dụ một hoặc nhiều trị số của đơn vị mã) thuộc các lớp khác nhau dựa trên các trị số khác của đơn vị mã bằng cách sử dụng các mô hình ẩn dữ liệu (DHP). Ví dụ, dữ liệu cần được ẩn có thể là một hoặc nhiều thông tin phụ của lớp tương ứng mà theo cách khác sẽ phải được mã hoá một cách rõ ràng trong dữ liệu được mã hoá. Theo một phương án, thông tin phụ của cấu trúc dữ liệu của lớp tương ứng (ví dụ đơn vị lớp n-1 hoặc đơn vị lớp phía dưới khác bất kỳ) có thể được ẩn trong các trị số thuộc cấu trúc dữ liệu tương ứng.

Các thông tin (hoặc các trị số) mà trong đó lớp được ẩn trong đơn vị mã được mã hoá có thể ví dụ được định trước hoặc có thể được báo hiệu cho thiết bị giải mã. Ngoài ra, mô hình ẩn dữ liệu được sử dụng trên các lớp khác nhau tương ứng có thể được định trước hoặc có thể suy ra từ các tham số của đơn vị mã được mã hoá, ví dụ cỡ tương ứng. Cùng mô hình hoặc các mô hình ẩn dữ liệu có thể được sử dụng lại trong một lớp X đối với mỗi đơn vị lớp X của lớp này.

Theo một số phương án, các trị số mà quá trình hoạt động ẩn dữ liệu được dựa vào thuộc lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã. Các trị số này mà mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được áp dụng có thể được xem xét tập hợp trị số đầu vào đối với mô hình ẩn dữ liệu tương ứng. Vài mô hình ẩn dữ liệu có thể được dựa trên các tập hợp trị số đầu vào đồng nhất, các tập hợp trị số chồng lấp một phần hoặc các tập hợp trị số đầu vào khác nhau hoặc thậm chí tổ hợp của chúng.

Nói chung, chỉ giả định đối với mục đích làm ví dụ, hàm kiểm tra có kết quả nhị phân, một mô hình ẩn dữ liệu có thể ẩn một bit thông tin. Do đó, số lượng mô hình ẩn dữ liệu tương ứng với số lượng bit cần được ẩn đối với một đơn vị lớp tương ứng, trừ khi bộ dữ liệu đầu vào đủ lớn sao cho cùng mô hình ẩn dữ liệu có thể được áp dụng cho các tập hợp con tương ứng của nó. Do đó, mô hình ẩn dữ liệu đối với một khối dữ liệu lớp có thể xác định ngăn xếp mô hình ẩn dữ liệu mà được giải ghép. Quá trình giải ghép mô hình ẩn dữ liệu đảm bảo rằng các bit được ẩn có thể được khôi phục từ đơn vị mã được mã hoá một lần nữa. Ưu điểm là, quá trình giải ghép mô hình ẩn dữ liệu không chỉ được tạo ra đối với mô hình ẩn dữ liệu trong một lớp đơn, mà mô hình ẩn dữ liệu này được giải ghép trong tất cả các lớp của đơn vị mã. Như nêu trên, thuật ngữ "giải ghép" có nghĩa là trị số được khôi phục bằng cách sử dụng mô hình ẩn dữ liệu bất kỳ từ lớp bất kỳ có thể không được phân phối bởi tổ hợp (ví dụ, tổ hợp tuyến tính) của phần còn lại của mô hình ẩn dữ liệu được xác định đối với lớp này. Theo cách khác, ngăn xếp mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép có thể được mô tả bởi hệ phương trình không suy biến mà suy ra các trị số được chiết xuất từ tập hợp trị số đích đã nêu.

Ngăn xếp phân lớp của mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép có thể ví dụ được tạo cấu trúc theo các cách khác nhau. Fig.3 thể hiện các ví dụ khác nhau về các mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép một chiều, mà có thể được chia thành ba nhóm: dựa trên thập phân, (giả ngẫu nhiên) đều và không đều. Trên các hình vẽ Fig.3(a) và Fig.(b) thể hiện hai ví dụ về DHP dựa trên thập phân; các hình vẽ Fig.3(c), Fig.3(d) và Fig.3(e) minh hoạ ba ví dụ khác nhau về các DHP đều khác; và Fig.3(f) thể hiện một ví dụ về DHP giả ngẫu nhiên không đều.

Mô hình ẩn dữ liệu dựa trên thập phân có thể được tạo cấu trúc theo cách mà mỗi phần tử thứ n của tập hợp trị số đã nêu có thể được sử dụng để ẩn dữ liệu. Trong trường hợp thông thường hơn, nếu các phần tử của tập hợp này được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu đều, nghĩa là theo bậc đều nhất định, các mô hình ẩn dữ liệu này có thể được chia như mô hình ẩn dữ liệu đều. Tất cả các trường hợp khác mà không xác định bậc đều bất kỳ trong mô hình ẩn dữ liệu có thể được nhóm thành nhóm mô hình ẩn dữ liệu không đều và giả ngẫu nhiên.

Ngăn xếp chứa các lớp có thể có mô hình ẩn dữ liệu thuộc các lớp khác nhau nhưng với sự hạn chế đối với các mô hình ẩn dữ liệu là mô hình được giải ghép. Hơn nữa, mô hình ẩn dữ liệu có thể là mô hình hai chiều hoặc thậm chí là đa chiều. Ví dụ về ngăn xếp phân lớp hai chiều của mô hình ẩn dữ liệu được thể hiện trên Fig.4. Mô hình ẩn dữ liệu hai chiều có thể ví dụ được áp dụng cho các hệ số được biến đổi được lượng tử hoá chỉ là mô hình một chiều, nhưng các quy trình ẩn dữ liệu và chiết xuất trong trường hợp đó sẽ xảy ra trước khi các hệ số quét.

Trong các ví dụ sau, giả định rằng hầu hết thời gian mà sáng chế được sử dụng trong nội dung mã hoá video. Do đó, dữ liệu của đơn vị mã thể hiện khối điểm ảnh. Đối với mục đích làm ví dụ, đơn vị mã được giả định có cấu trúc cây mã hoá tương tự với tiêu chuẩn H.265: Đơn vị mã có một hoặc nhiều bộ dự đoán, một hoặc nhiều bộ biến đổi và một hoặc nhiều nhóm hệ số. Cấu trúc dạng lớp làm ví dụ này được thể hiện trên Fig.2, trong đó các lớp tương ứng của đơn vị mã (CU) được nêu rõ rệt. Hơn nữa, tham số được nhận dạng đối với các lớp riêng rẽ liệt kê các thông tin phụ làm ví dụ mà có thể được ẩn đối với bộ dữ liệu của lớp tương ứng (CU, PU, TU và CG). Hơn nữa, giả định làm ví dụ rằng hoạt động ẩn dữ liệu trên mỗi lớp được thực hiện dựa trên các trị số hệ số biến đổi của (các) CG thuộc bộ dữ liệu của lớp tương ứng (CU, PU, TU và CG). Do đó, dữ liệu đầu vào dùng cho (các) hoạt động ẩn dữ liệu được thực hiện đối với các bộ dữ liệu của lớp tương ứng có thể là khác nhau. Điều này có thể cho phép sử dụng lại cùng (các) mô hình ẩn dữ liệu đối với các bộ dữ liệu của lớp tương ứng.

Fig.5 thể hiện phương án làm ví dụ về cấu trúc của ngăn xếp phân lớp của mô hình ẩn dữ liệu được xác định đối với các lớp khác nhau trên Fig.2. Trong ví dụ này, chỉ được giả định đối với các mục đích làm ví dụ rằng có một mô hình ẩn dữ liệu đối với mỗi bộ dữ liệu của lớp tương ứng trong một trong số bốn lớp tương ứng.

Ở lớp thấp nhất (lớp 0), lớp CG, một trị số của mỗi CG cần được ẩn (ví dụ, cờ dấu của các hệ số biến đổi (có nghĩa) của CG tương ứng). Lưu ý rằng toàn bộ tập hợp hệ số biến đổi được xem xét (ví dụ, đối với CG có cỡ 4x4, tất

cả 16 hệ số không có nghĩa được xem xét, mặc dù chỉ có các hệ số có nghĩa có thể được mã hoá trong đơn vị mã được mã hoá).

Bằng cách sử dụng các mô hình ẩn dữ liệu tương ứng và hàm kiểm tra (ví dụ, hàm kiểm tra chẵn lẻ), các dấu hiệu của một hoặc nhiều hệ số có nghĩa trong CG đã nêu được mã hoá. Cỡ của (các) mô hình ẩn dữ liệu là tương đương với (hoặc ước số của) cỡ của CG (ví dụ, 16 trị số đối với 4x4 CG) và chọn tập hợp con của các trị số hệ số của CG cho ứng dụng của hàm kiểm tra. Hoạt động ẩn dữ liệu có thể được áp dụng không phải cho tất cả các CG nhưng chỉ được áp dụng cho các CG mà đáp ứng điều kiện ngưỡng. Ví dụ, trong trường hợp khác nhau của các vị trí hệ số có nghĩa thứ nhất và cuối cùng sẽ bằng bốn hoặc lớn hơn, hoạt động ẩn dữ liệu được sử dụng.

Trong một ví dụ, đối với mỗi trị số của CG cần được ẩn, mô hình ẩn dữ liệu tương ứng (và hàm kiểm tra) được xác định. Do đó, nếu ví dụ các dấu hiệu của 4 hệ số có nghĩa cần được ẩn, có 4 mô hình ẩn dữ liệu khác nhau xác định mỗi trong số chúng được sử dụng để ẩn một bit dấu (giả định rằng cỡ của mô hình ẩn dữ liệu bằng với cỡ của CG (nghĩa là số lượng hệ số của nó)). Trong ví dụ trên Fig.5, một bit dấu của một trong số các hệ số có nghĩa có thể được ẩn đối với một CG. Lưu ý rằng tập hợp mô hình ẩn dữ liệu được sử dụng để ẩn (các) bit dấu của các CG khác nhau có thể là giống đối với với tất cả các CG của đơn vị mã. Tuy nhiên, cũng có các tập hợp khác nhau của mô hình ẩn dữ liệu có thể được sử dụng.

Theo mức TU, nghĩa là lớp 1 trong ví dụ trên Fig.5, vài CG thường thuộc một TU. Do đó, để ẩn thông tin phụ của TU (ví dụ, cờ lọc mẫu tham chiếu của TU), bộ dữ liệu đầu vào dùng cho hoạt động ẩn dữ liệu có thể là các hệ số biến đổi của tất cả CG thuộc TU tương ứng. Do đó, (các) mô hình ẩn dữ liệu của lớp TU có thể có cỡ mà bằng với cỡ của các CG, như được thể hiện trên Fig.5. Nếu nhiều bit cần được ẩn trong lớp TU, số lượng tương ứng mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép được xác định.

Theo cách khác, cỡ của (các) mô hình ẩn dữ liệu của TU có thể là ước số của cỡ của các CG (không được thể hiện trên Fig.5). Như sẽ được giải thích dưới đây, mô hình ẩn dữ liệu có thể có cỡ tối đa. Trong trường hợp này, nhiều

cỡ theo số nguyên của mô hình ẩn dữ liệu có thể bằng với cỡ của các CG thuộc TU (nghĩa là số lượng hệ số của các CG khác nhau thuộc TU). Trong trường hợp này, cùng mô hình ẩn dữ liệu có thể được áp dụng nhiều lần cho các tập hợp cọn khác nhau của các CG thuộc TU để ẩn nhiều bit.

Tương tự với lớp TU, cũng trong lớp PU, nghĩa là lớp 2 trong ví dụ trên Fig.5, vài CG có thể thuộc PU đơn lẻ. Do đó, bộ dữ liệu đầu ra dùng cho các hoạt động ẩn dữ liệu trên lớp PU một lần nữa có thể lớn hơn bộ dữ liệu đầu ra của mức TU. (Các) mô hình ẩn dữ liệu trên lớp PU một lần nữa có thể có cỡ bằng với cỡ của các CG thuộc PU tương ứng hoặc theo cách khác, cỡ của (các) mô hình ẩn dữ liệu của lớp PU có thể là ước số của cỡ của các CG (không được thể hiện trên Fig.5), tạo thuận lợi cho việc sử dụng lại (các) mô hình ẩn dữ liệu đối với các tập hợp con khác nhau của các trị số hệ số của các CG thuộc PU tương ứng để ẩn nhiều bit.

Nói chung, (các) mô hình ẩn dữ liệu có thể được sử dụng để ẩn cả trị số không nhị phân, như ví dụ chỉ số cách thức dự đoán hoặc (chỉ số) vectơ chuyển động đối với PU. Phụ thuộc vào cỡ của mô hình ẩn dữ liệu và số lượng hệ số thuộc đơn vị lớp tương ứng, một hoặc nhiều mô hình ẩn dữ liệu cần để làm việc như vậy. Giả định rằng PU có nhiều TU, có thể được mong đợi rằng số lượng hệ số biến đổi của các CG thuộc các CG của PU lớn hơn đáng kể so với cỡ (tối đa) của (các) mô hình ẩn dữ liệu đối với lớp PU sao cho thậm chí một mô hình ẩn dữ liệu có thể được sử dụng để ẩn các trị số không nhị phân, tương tự chỉ số chuyển động dự đoán hoặc (chỉ số) vectơ chuyển động đối với PU.

Cuối cùng, ở lớp CU, nghĩa là lớp 3 trong ví dụ trên Fig.5, tất cả hệ số của tất cả CG của CU có thể được sử dụng cho quy trình ẩn dữ liệu. Do đó, có thể ẩn một hoặc vài thông tin phụ trên lớp CU. Ví dụ, các tham số lọc vòng, trị số bù SAO hoặc tham số lọc khử khối có thể được ẩn bằng việc hoạt động ẩn dữ liệu trong các hệ số của các CG của CU, như được mô tả trên đây đối với các lớp TU và PU.

Hơn nữa, cũng có thể bổ sung hình mờ (dấu tay) ở lớp bất kỳ trong số các lớp này, như sẽ được giải thích dưới đây.

Như sẽ trở nên rõ ràng hơn, hoạt động ẩn dữ liệu có thể được sử dụng để

biến đổi các trị số riêng rẽ ở lớp thấp nhất (ví dụ, các trị số hệ số của lớp CG để ở lại với các ví dụ được mô tả trên các hình vẽ Fig.2 và Fig.5 trên đây) sao cho các hàm kiểm tra được áp dụng cho các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng tạo ra kết quả chính xác để ẩn dữ liệu cần được ẩn ở lớp khác nhau. Do đó, khi xem xét mã hoá ví dụ âm thanh, ảnh hoặc video, sự biến đổi dữ liệu lớp thấp nhất có thể dẫn đến méo tín hiệu được mã hoá. Sự méo do biến đổi trị số gây ra có thể ví dụ được xác định trong các thuật ngữ về "chi phí" và các thuật toán để quyết định mà (các) trị số lớp thấp nhất cần biến đổi có thể đưa ra sự quyết định của chúng dựa trên chi phí (nghĩa là, ước tính giảm chất lượng) biến đổi của các trị số tương ứng tạo ra bộ dữ liệu đầu vào của hoạt động ẩn dữ liệu (nghĩa là, các trị số được trọn bởi mô hình ẩn dữ liệu). Sự méo được tạo ra bởi hoạt động ẩn cũng sẽ phụ thuộc vào số lượng trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng (nghĩa là, số lượng ứng viên sẵn có cần biến đổi) và cách mà các trị số này được phân bổ qua toàn bộ tập hợp trị số của các trị số lớp thấp nhất của đơn vị mã. Nói chung, có thể mong đợi sự méo được tạo ra bởi hoạt động ẩn dữ liệu để làm giảm cỡ của mô hình ẩn dữ liệu, do nhiều trị số có thể được chọn và/hoặc các trị số được chọn được phân bố qua tập hợp trị số lớn hơn. Tất nhiên, yếu tố khác là số lần hoạt động ẩn dữ liệu được thực hiện đối với đơn vị mã.

Tuy nhiên, việc giảm sự méo tín hiệu được mã hoá giữa các chiều dài khác nhau của mô hình ẩn dữ liệu sẽ trở nên ít hơn, trở nên lớn hơn mô hình ẩn dữ liệu. Do đó, sẽ có ý nghĩa để xác định chiều dài tối đa của mô hình ẩn dữ liệu, do việc này có thể cho phép (thường là ở các lớp cao hơn) áp dụng mô hình ẩn dữ liệu có chiều dài tối đa nhiều lần đối với các trị số lớp thấp nhất kết hợp với các trị số lớp tương ứng, như được giải thích trên đây kết hợp với các lớp CU, PU và TU. Việc này có thể làm giảm sự méo được tạo ra do ẩn dữ liệu và cũng có thể làm giảm tính phức tạp khi xác định ngăn xếp được giải ghép của mô hình ẩn dữ liệu.

Hơn nữa, do số lượng bít cần được ẩn cho mỗi lớp có thể được định trước và cỡ của các đơn vị lớp tương ứng (và do đó số trị số lớp thấp nhất kết hợp với chúng) có thể được chọn tích cực trong quy trình mã hoá, thiết bị mã

hoá cũng như thiết bị giải mã có thể quyết định tích cực trên ngăn xếp mô hình ẩn dữ liệu (ví dụ, số lượng mô hình ẩn dữ liệu cho mỗi lớp và cỡ của chúng) cần được sử dụng để mã hoá và giải mã đơn vị mã tương ứng. Khi chọn ngăn xếp mô hình ẩn dữ liệu cần được sử dụng để mã hoá và giải mã đơn vị mã tương ứng, có thể quyết định được dựa trên cấu trúc của đơn vị mã (ví dụ, cỡ của các đơn vị lớp tương ứng) như sẽ được đưa ra chi tiết hơn dưới đây, sao cho không có tổng phí báo hiệu bổ sung nào có thể cần thiết để báo hiệu ngăn xếp mô hình ẩn dữ liệu được sử dụng để mã hoá cho thiết bị giải mã, trong khi vẫn cho phép sử dụng tích cực các ngăn xếp khác nhau của mô hình ẩn dữ liệu để làm giảm sự méo được tạo ra do ẩn dữ liệu.

Xem xét việc giải mã dữ liệu được ẩn, nghĩa là khôi phục các trị số được ẩn ở các lớp khác nhau từ đơn vị mã được mã hoá, ngăn xếp được giải ghép của mô hình ẩn dữ liệu được sử dụng trong các lớp khác nhau có thể không được định trước, nhưng có thể suy ra từ cấu trúc của đơn vị mã được mã hoá. Ví dụ, ngăn xếp mô hình ẩn dữ liệu có thể được suy ra thích hợp bằng cách mã hoá và thiết bị giải mã dựa trên các tham số của các đơn vị mã, như ví dụ cỡ của các CG, TU, PU và CU, như được nêu dưới đây.

Để giải thích khái niệm này, ví dụ đơn giản sau đây sẽ được xem xét mà không làm mất tính khái quát. Được giả định rằng mô hình ẩn dữ liệu có cỡ tối đa là 16 bit (nghĩa là, chọn các trị số từ tập hợp có 16 hệ số của CG). Hơn nữa, được giả định rằng CG có cỡ 4x4, thu được 16 hệ số cho mỗi CG hoặc cỡ 8x8 thu được 64 hệ số cho mỗi CG. Hơn nữa, được giả định rằng dấ hiệu của bốn hệ số có nghĩa thứ nhất trong CG được mã hoá bằng cách ẩn dữ liệu (bốn bit cần được ẩn). Hơn nữa, đối với lớp CG, có bốn mô hình ẩn dữ liệu định trước DHP1, DHP2, DHP3 và DHP4, mà được giải ghép mà mỗi mô hình đó có cỡ 16 bit. Mỗi mô hình ẩn dữ liệu DHP1, DHP2, DHP3 và DHP4 sử dụng hàm kiểm tra chẵn lẻ làm hàm kiểm tra để ẩn dữ liệu, sao cho mỗi mô hình ẩn dữ liệu có thể được sử dụng để ẩn một bit đơn lẻ.

Trong quy trình mã hoá, trong trường hợp đơn vị mã có cấu trúc thu được 4x4 CG, nghĩa là có 16 hệ số trong CG, bộ xử lý của thiết bị mã hoá sẽ thực hiện bốn hoạt động ẩn dữ liệu để ẩn bốn bit dấu trên 16 hệ số trong CG

bằng cách sử dụng bốn mô hình ẩn dữ liệu DHP1, DHP2, DHP3 và DHP4. Tương tự, ở phía thiết bị giải mã, trong quy trình giải mã, bộ xử lý của thiết bị giải mã nhận biết cỡ của CG cần bằng 4x4 và tính toán, đối với mỗi trong số DHP1, DHP2, DHP3 và DHP4, bốn kết quả của hàm kiểm tra chẵn lẻ dựa trên các hệ số được chọn trong số 16 hệ số của CG theo mỗi trong số bốn mô hình ẩn dữ liệu DHP1, DHP2, DHP3 và DHP4.

Trong trường hợp đơn vị mã có cấu trúc thu được 8x8 CG, nghĩa là có 64 hệ số trong CG, bộ xử lý của thiết bị mã hoá sẽ phân chia 64 hệ số thành các tập hợp con khác nhau, mỗi tập hợp con chứa 16 hệ số và sau đó sẽ thực hiện bốn hoạt động ẩn dữ liệu để ẩn bốn bit dấu trên các tập hợp con tương ứng của 16 hệ số. Trong bốn hoạt động ẩn dữ liệu này mà dựa trên bốn tập hợp con khác nhau của hệ số, bộ xử lý của thiết bị mã hoá có thể sử dụng một mô hình trong số bốn mô hình ẩn dữ liệu DHP1, DHP2, DHP3 và DHP4 hoặc theo cách khác tất cả trong số chúng hoặc tập hợp con của bốn mô hình ẩn dữ liệu DHP1, DHP2, DHP3 và DHP4. Một hoặc nhiều trong số bốn mô hình ẩn dữ liệu DHP1, DHP2, DHP3 và DHP4 được sử dụng trong thiết bị mã hoá có thể được định trước sao cho thông tin này không phải được báo hiệu cho thiết bị giải mã.

Tương tự, ở phía thiết bị giải mã, trong quy trình giải mã, bộ xử lý của thiết bị giải mã nhận biết cỡ của CG bằng 8x8. Thiết bị giải mã tạo ra bốn tập hợp con, mỗi tập hợp con gồm 16 hệ số từ 64 hệ số trong CG (lưu ý rằng việc phân chia tất nhiên cùng như trong thiết bị mã hoá và có thể được định trước). Sau đó, thiết bị giải mã tính toán bốn kết quả của hàm kiểm tra chẵn lẻ dựa trên các tập hợp tương ứng của 16 hệ số sử dụng cùng một hoặc nhiều trong số bốn mô hình ẩn dữ liệu DHP1, DHP2, DHP3 và DHP4 được sử dụng bởi thiết bị mã hoá.

So với trường hợp ẩn bốn bit trong 4x4 CG nhờ sử dụng bốn hoạt động ẩn dữ liệu được thực hiện trên cùng tập hợp hệ số và trường hợp ẩn bốn bit trong 8x8 CG nhờ sử dụng bốn hoạt động ẩn dữ liệu được thực hiện trên các tập hợp con khác nhau của các hệ số, sẽ trở nên rõ ràng hơn rằng sự méo được tạo ra do các biến đổi hệ số sao cho để đảm bảo rằng hàm kiểm tra chẵn lẻ thu được cờ dấu chính xác (trị số bit) đối với mỗi trong số bốn dấu hiệu có thể làm

méo nhiều hơn trong tín hiệu được mã hoá đối với 4x4 CG so với 8x8 CG.

Do đó, có thể xem xét cờ đã biết trong các thông tin phụ của 4x4 CG mà có thể báo hiệu nếu việc ẩn dữ liệu được sử dụng trong quá trình mã hoá CG. Theo cách khác, cờ này có thể biết trước trong thông tin TU để báo hiệu nếu việc ẩn dữ liệu được sử dụng trong mã hoá 4x4 CG của TU. Thiết bị mã hoá có thể quyết định việc sử dụng ẩn dữ liệu đối với 4x4 CG dựa trên ngưỡng méo được định trước hoặc có thể tạo cấu hình.

Lưu ý rằng đối với việc khôi phục dữ liệu được ẩn, thiết bị giải mã chỉ có thể xác định 16 hệ số (nghĩa là, hệ số có nghĩa và không có nghĩa) của CG từ các CG được mã hoá, nhưng không cần phải thực hiện việc biến đổi ngược các hệ số từ phổ thành miền thời gian.

Điểm sau này có thể là ưu điểm đặc biệt khi sử dụng hoạt động ẩn dữ liệu trong các ứng dụng hình mờ (ví dụ, ở lớp cao hơn so với lớp CG, ví dụ ở lớp CU), do hình mờ có thể được kiểm tra mà không cần phải thực hiện việc biến đổi ngược các hệ số từ phổ thành miền thời gian. Do đó, việc giải mã (ví dụ, biến đổi ngược) dữ liệu lớp thấp nhất chỉ có được thực hiện bởi thiết bị giải mã nếu hình mờ có thể xác nhận tính xác thực của dữ liệu được mã hoá, sao cho các tài nguyên xử lý có nghĩa có thể được tiết kiệm, nếu hình mờ không được xác nhận.

Mặc dù ví dụ trên đây đề cập đến hoạt động ẩn dữ liệu thích ứng trong lớp CG, các cơ chế tương tự có thể được sử dụng ví dụ trên một hoặc nhiều lớp TU, lớp PU và lớp CU. Ví dụ, trên Fig.2, một số TU có 4x4 = 16 CG kết hợp vào đó, trong khi các TU khác có 8x8 = 64 CG kết hợp vào đó. Xem xét rằng có 4x4=16 hoặc 8x8 = 64 hệ số cho mỗi CG, sẽ rõ ràng rằng tập hợp dữ liệu đầu ra có thể thực hiện được đối với hoạt động ẩn dữ liệu có thể được dựa trên các tập hợp con của toàn bộ số hệ số thuộc TU, thay vì tất cả trong số chúng.

Theo một phương án làm ví dụ, giả định đối với mục đích làm ví dụ rằng 8 bit cần được ẩn cho mỗi TU. Đối với TU có 16 CG cỡ 4x4, việc này thu được tổng số 256 trị số hệ số mà ở đó các hoạt động ẩn dữ liệu có thể được thực hiện. Chỉ xem xét đối với mục đích làm ví dụ, mô hình ẩn dữ liệu 32 bit, mô hình ẩn dữ liệu đơn giản này sẽ đủ để ẩn 8 bit trong 256 hệ số. Mô hình ẩn

dữ liệu sẽ được áp dụng trong 8 hoạt động ẩn dữ liệu trên các tập hợp con khác nhau của 32 hệ số trong số 256 hệ số. Tất nhiên, cũng có thể xem xét xác định nhiều hơn một mô hình ẩn dữ liệu có chiều dài 32 bit, ví dụ để đảm bảo rằng ngăn xếp mô hình ẩn dữ liệu qua tất cả các lớp được giải ghép. Do đó, ở phía thiết bị giải mã, cỡ TU 4x4 và cỡ CG 4x4 sẽ làm cho thiết bị giải mã chọn lọc mô hình ẩn dữ liệu (hoặc các mô hình) định trước, mỗi mô hình 32 bit (như được sử dụng bằng thiết bị mã hoá) và khôi phục 8 bit được ẩn từ các tập hợp con định trước tương ứng của 32 hệ số trong số 256 hệ số thuộc TU.

Đối với TU có 16 CG có cỡ 8x8 hoặc TU có 64 CG có cỡ 4x4, việc này thu được tổng số 1024 trị số hệ số mà ở đó các hoạt động ẩn dữ liệu có thể được thực hiện. Có thể làm gia tăng cỡ của mô hình ẩn dữ liệu (và tập hợp con hệ số mà ở đó chúng được áp dụng tương ứng) theo cỡ gia tăng của các CG, nghĩa là để xác định một hoặc nhiều mô hình ẩn dữ liệu, mỗi mô hình chứa 128 bit, mà được sử dụng để ẩn và khôi phục 8 bit được ẩn bằng cách sử dụng tập hợp con định trước tương ứng gồm 128 hệ số trong số 1024 hệ số thuộc TU.

Theo cách khác, cùng (các) mô hình ẩn dữ liệu như được sử dụng trong trường hợp 4x4 TU với 4x4 CG có thể được sử dụng, mà sau đó được hoạt động trên 256 định trước trong số 1024 hệ số thuộc TU. 768 hệ số còn lại của TU có thể không được sử dụng.

Theo cách khác, cùng (các) mô hình ẩn dữ liệu như được sử dụng trong trường hợp 4x4 TU với 4x4 CG có thể được sử dụng, nhưng 768 hệ số còn lại của TU có thể được sử dụng để ẩn các bit bổ sung (nghĩa là tổng số 32 bit có thể được ẩn).

Đối với TU có 64 CG có cỡ 8x8, số lượng hệ số sẵn có để ẩn dữ liệu gia tăng đến 4096 hệ số. Tương tự với trường hợp trên đây, điều này có thể được sử dụng để gia tăng cỡ mô hình ẩn dữ liệu tương ứng, chỉ để sử dụng tập hợp con của các hệ số để ẩn dữ liệu (trong khi duy trì cỡ của (các) mô hình ẩn dữ liệu) hoặc ẩn nhiều dữ liệu trong TU.

Quyết định đối với cách mà nhiều bit được ẩn trong mỗi lớp cũng sẽ xem xét sự méo tổng thể được tạo ra do hoạt động ẩn dữ liệu trong tín hiệu được giải mã. Tuy nhiên, nếu dữ liệu được ẩn trên mỗi lớp được định trước, các

tham số tương tự cỡ của bộ dữ liệu của lớp tương ứng (CU, PU, TU, CG) và/hoặc cỡ của một hoặc nhiều bộ dữ liệu của lớp phía dưới tương ứng (PU, TU, CG) có thể bao gồm ngăn xếp mô hình ẩn dữ liệu được sử dụng bởi thiết bị mã hoá so với thiết bị giải mã, khi giải mã đơn vị mã được mã hoá.

Theo hoạt động ẩn dữ liệu, điều tương tự cũng có thể được thực hiện như sau. Được giả định rằng hàm kiểm tra kết hợp với mô hình ẩn dữ liệu có kết quả nhị phân, sao cho chúng có thể ẩn một bit thông tin trong bộ dữ liệu đầu vào (ví dụ, các hệ số của (các) CG). Đối với mỗi mô hình ẩn dữ liệu của mỗi lớp, mô hình ẩn dữ liệu tương ứng chọn lọc tập hợp con của các trị số của bộ dữ liệu đầu vào (hoặc tất cả trị số của nó) và tính toán hàm kiểm tra dựa trên tập hợp trị số được chọn. Kết quả nhị phân của tính toán này được so với các thông tin nhị phân cần được ẩn. Nếu kết quả phù hợp với thông tin nhị phân cần được ẩn, không có sự biến đổi nào của bất kỳ trong số các trị số được chọn là cần thiết. Nếu kết quả không phù hợp với các thông tin nhị phân cần được ẩn, một hoặc nhiều trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu từ bộ dữ liệu đầu vào cần được biến đổi, sao cho kết quả của hàm kiểm tra phù hợp với thông tin nhị phân cần được ẩn.

Theo một phương án làm ví dụ, sự biến đổi cần thiết của các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu từ bộ dữ liệu đầu vào được thực hiện bằng cách sử dụng thuật toán mà có khả năng xác định (các) trị số mà cần được biến đổi trong khi làm giảm thiểu sự méo được tạo ra do biến đổi (các) trị số được chọn.

Trong trường hợp sử dụng vài mô hình ẩn dữ liệu trên các lớp theo trật tự khác nhau mà có thể chồng lấp một phần khi chọn các trị số (xem các hình vẽ Fig.4 và Fig.5) thiết bị mã hoá đảm bảo rằng trị số được chọn và được biến đổi trong hoạt động ẩn dữ liệu thứ nhất là không được biến đổi lại nữa trong hoạt động ẩn dữ liệu thứ hai khác mà chọn trị số này lại lần nữa. Hơn nữa, hoạt động ẩn dữ liệu thứ hai cần phải xem xét trị số được chọn và được biến đổi khi tính toán hàm kiểm tra. Việc này là quan trọng đối với các thực hiện trong đó việc ẩn dữ liệu được thực hiện đối với các mô hình ẩn dữ liệu riêng rẽ (các lớp) theo trình tự.

Theo cách khác, các thực hiện có thể thực hiện được trong đó tất cả hàm

kiểm tra đối với tất cả mô hình ẩn dữ liệu được tính toán đầu tiên và sau đó một thuật toán được sử dụng để biến đổi các trị số của lớp thấp nhất của đơn vị mã đối với tất cả mô hình ẩn dữ liệu sao cho mỗi hàm kiểm tra tạo ra kết quả chính xác.

Ngoài ra, các thực hiện lai của hai phép thay thế này là có thể thực hiện được, trong đó ví dụ các lớp riêng rẽ được xử lý theo trình tự, nhưng đối với lớp đơn lẻ, tất cả hàm kiểm tra được tính toán đối với tất cả mô hình ẩn dữ liệu của lớp đơn lẻ và thuật toán biến đổi biến đổi các trị số của lớp thấp nhất của đơn vị mã đối với tất cả mô hình ẩn dữ liệu của lớp đơn lẻ sao cho mỗi hàm kiểm tra tạo ra kết quả chính xác.

Đối với cấu trúc theo trật tự như được thể hiện trên Fig.1, quy tắc chung điều chỉnh các trị số có thể được áp dụng cho DHP mà đảm bảo việc điều chỉnh các hệ số chính xác (Fig.6). Đối với DHP 601 đã nêu của lớp, tập hợp DHP con 602, 603 có thể được tìm thấy. Trong tập hợp DHP này, một DHP 603 chung có thể được chọn. Trong khi các DHP con 602 khác điều khiển trị số hàm kiểm tra của chúng và các DHP con tương ứng của chúng, DHP 603 được chọn còn sẽ điều khiển trị số của DHP 601 gốc đã nêu. Cùng quy tắc được áp dụng một cách đệ quy cho mỗi DHP con tạo ra trị số hàm kiểm tra đích đối với tất cả các DHP 601-605.

Lưu đồ làm ví dụ về quy trình ẩn dữ liệu gồm có việc điều chỉnh các hệ số ở phía bộ mã hoá đối với các DHP được tạo cấu trúc theo trật tự đa lớp được thể hiện trên Fig.7 và Fig.8. Ví dụ, quy trình mã hoá có thể được dựa trên ngăn xếp DHP mà được tạo cấu trúc như được thể hiện trên Fig.6, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở các cấu trúc này. Tập hợp thu được của các hệ số được điều chỉnh thu được bằng cách thực hiện việc tìm kiếm ẩn phù hợp 701 đối với mỗi DHP của lớp cao nhất. Quy trình này là ngoại trừ đệ quy đối với lớp thấp nhất có các dữ liệu đầu vào như sau:

- chỉ số của lớp *i*
- DHP hiện thời của lớp *i*
- ngăn xếp DHP được tạo cấu trúc đối với các lớp cao hơn mà thể hiện chuỗi DHP sơ khai so với DHP hiện thời (xem Fig.6). Khi việc tìm kiếm ẩn phù

hợp được thực hiện đối với các DHP của lớp cao nhất, ngăn xếp DHP là trống rỗng.

– các trị số đích kết hợp với mỗi DHP. Trong thực tế, các trị số đích này là các trị số cần được ẩn và xác định kết quả mà cần được cung cấp bởi hàm kiểm tra được áp dụng cho các trị số được chọn bởi DHP tương ứng.

Bước 702 thực hiện việc kiểm tra nếu lớp thấp nhất được xử lý hoặc không. Giả định tất cả các lớp được đánh số từ zero bắt đầu từ lớp thấp nhất và lớp đầu vào có chỉ số *i*, khối 702 so sánh *i* với zero.

Nếu nó không phải là lớp thấp nhất mà được xử lý (*i* không bằng zero), việc tìm kiếm chuỗi DHP tốt nhất được tiếp tục (hoặc được bắt đầu trong trường hợp *i* bằng chỉ số của lớp cao nhất). Đối với cả các trường hợp tìm kiếm ban đầu và tiếp tục, thực hiện các bước sau đây: khởi tạo chi phí tốt nhất 703, tiết kiệm trạng thái tìm kiếm 704, quét 705 DHP và cập nhật hệ số 718.

Việc khởi tạo chi phí tốt nhất 703 sẽ đảm bảo rằng việc kiểm tra chi phí tốt nhất 715 trở về trị số đúng trừ khi chi phí ẩn tốt nhất không được xác định lại. Ví dụ, nếu chi phí ẩn tốt nhất có thể được lưu giữ theo biến số, việc khởi tạo 703 có thể gán trị số lớn nhất của biến số này mà sẽ lớn hơn chi phí ẩn bất kỳ được tính toán ở bước 714.

Cách khác có thể thực hiện khởi tạo 703 là đưa cờ khởi tạo chung bằng với lỗi trước khi kiểm tra 715 trong lần thứ nhất và chuyển nó về đúng sau khi hoạt động kiểm tra 715 được thực hiện. Trong trường hợp này, hoạt động kiểm tra 715 sẽ luôn đúng nếu cờ khởi tạo bị lỗi.

Việc tiết kiệm trạng thái tìm kiếm 704 là cần thiết để duy trì quét 705 DHP nhất quán, nghĩa là mỗi bước lặp độc lập của hoạt động quét 705 sẽ bắt với cùng trạng thái hệ số và ngăn xếp DHP. Cả hai hệ số của tập hợp con tương ứng với DHP hiện thời và ngăn xếp DHP có thể được lưu giữ vào các mảng tạm thời ở bước 704 và có thể được khôi phục từ các mảng tạm thời này ở bước khôi phục 706. Theo cách khác, bước khôi phục 706 có thể được thực hiện trước khi bắt đầu bước lặp 705 tiếp theo, nghĩa là sau khi hoàn thành 717 hoặc 715 đánh giá lỗi. Tuy nhiên, sự thay thế 706 sẽ không tác động đến kết quả thu được do nó tạo cùng trạng thái ban đầu của các hệ số và cùng trạng thái ban

đầu của ngăn xếp DHP đối với tất cả các bước lặp 705.

DHP là DHP con so với DHP hiện thời, nếu tập hợp con hệ số đối với DHP con được bao gồm trong tập hợp con hệ số tương ứng với DHP hiện thời. Bước 705 quét tất cả DHP của lớp *i*-1 mà là DHP con so với DHP hiện thời để chọn DHP con như vậy mà có thể tạo ra trị số của hàm kiểm tra đích không chỉ đối với tự nó, mà còn cả đối với chuỗi DHP sơ khai.

Khi DHP con ứng viên được chọn, các DHP con khác có thể được điều chỉnh trước tiên vì các điều chỉnh của hệ số của bất kỳ trong số DHP con tác động đến việc điều chỉnh mà sẽ được thực hiện đối với DHP được chọn. Bước 707 lặp lại qua tất cả các DHP con loại trừ DHP được chọn và thực hiện việc tìm kiếm ẩn phù hợp đối với mỗi trong số chúng. Tuy nhiên, không phải ngăn xếp DHP hiện thời đi vào tìm kiếm ẩn phù hợp 709 trong bước lặp 707, nhưng DHP mới được tạo cấu trúc ở bước 708. Tập hợp được tạo cấu trúc mới này chứa DHP con hiện thời được lặp ở bước 707 và do đó tất cả DHP được lặp bởi bước lặp 707 tạo ra trị số hàm kiểm tra chính xác đối với tự chúng và các DHP liên tiếp của chúng, nhưng không tạo ra trị số đối với các DHP sơ khai.

Các trị số hàm kiểm tra đích của các DHP sơ khai sẽ được tạo ra chỉ bởi các DHP con được chọn ở bước lặp 705. Do đó, khi bước 707 hoàn thành, ngăn xếp DHP đầu vào được cập nhật với DHP con được chọn 711 và DHP đầu vào hiện thời 712, mà là gốc đối với DHP con được chọn.

Khi tất cả các quá trình điều chỉnh hệ số hoàn thành, có thể tính toán chi phí ẩn 714 đối với ngăn xếp DHP đã nêu. Bằng cách so sánh 715 chi phí này với chi phí tốt nhất, biến thể điều chỉnh hệ số tốt nhất có thể được chọn. Quá trình lựa chọn này có thể có việc tiết kiệm điều chỉnh hệ số 716 đến mảng tạm thời và xác định lại chi phí tốt nhất 717 với chi phí hiện thời được tính toán ở bước 714. Việc điều chỉnh tốt nhất hệ số được khôi phục từ mảng tạm thời này ở bước 718, khi tất cả các biến thể đối với DHP hiện thời được xử lý nhờ lặp lại ở 705. Các hoạt động khác 721 phụ thuộc vào lớp hiện thời *i*. Nếu *i* bằng chỉ số lớp cao nhất, việc tìm kiếm ẩn phù hợp hoàn thành và các hệ số DHP được điều chỉnh. Theo cách khác, gọi đệ quy hoàn thành và bước 709 khác tiếp theo sẽ được thực hiện tương ứng.

Đối với trường hợp lớp thấp nhất (*i* là zero), việc tìm kiếm ẩn phù hợp 701 sẽ thực hiện điều chỉnh tập hợp con 720 theo ngăn xếp DHP đầu vào. Các hệ số được chọn để điều chỉnh tập hợp con ở bước 719 sẽ thuộc tập hợp con tương ứng với DHP của lớp cao nhất của ngăn xếp DHP đầu vào.

Fig.8 thể hiện quy trình điều chỉnh hệ số 801 đối với tập hợp con hệ số đã nêu, ngăn xếp DHP đã nêu mà chứa *M* DHP và ngăn xếp trị số đích đã nêu mà sẽ được tạo ra bởi mỗi nếu DHP thuộc ngăn xếp DHP. Số lượng gọi hồi quy được khởi tạo đến zero ở bước 802. Tuy nhiên, bước 802 này sẽ được bỏ qua nếu điều chỉnh tập hợp con 801 được gọi hồi quy. Sau đó, việc kiểm tra tập hợp con 803 được thực hiện mà xác nhận nếu kết quả của hàm kiểm tra tương ứng bằng các trị số từ ngăn xếp trị số đích. Việc kiểm tra 803 này gồm có việc tính toán trị số hàm kiểm tra đối với mỗi DHP 804 và so sánh các trị số này với các trị số đích 805.

Nếu tính cân bằng này ổn định đối với tất cả DHP của ngăn xếp DHP đầu vào, việc điều chỉnh tập con hoàn thành. Bước thoát ngay 813 sẽ được thực hiện, thậm chí nếu việc điều chỉnh tập hợp con 801 được gọi hồi quy từ bước 815.

Theo cách khác, việc tìm kiếm điều chỉnh hệ số tiếp tục. Cần lưu ý rằng do các DHP trong chồn được giải ghép, các trị số đích của hàm kiểm tra có thể đạt được bằng cách điều chỉnh tối đa các hệ số *M*. Tuy nhiên, phụ thuộc vào trạng thái, số lần điều chỉnh được đòi hỏi có thể nhỏ hơn *M*.

Việc điều chỉnh hệ số bắt đầu với việc lưu trữ các trị số hệ số trong mảng tạm thời 806, do đó các lần điều chỉnh bất kỳ trong tìm kiếm lặp lại 807 có thể được khôi phục về trạng thái ban đầu. Việc tìm kiếm lặp lại 807 này được thực hiện đối với tất cả các hệ số của tập hợp con đầu vào ngoại trừ các hệ số đã được biến đổi ở quá trình gọi hồi quy trước. Đối với hệ số được chọn, việc điều chỉnh 808 được thực hiện. Cụ thể là, việc điều chỉnh này có thể có việc bổ sung trị số không đổi nhất định (tích cực hoặc bất lợi) hoặc làm thay đổi các trị số bit của hệ số. Bên cạnh đó, ở bước 808, chi phí điều chỉnh được tính toán. Sau đó, tập hợp hệ số được cuộn trở về trạng thái ban đầu 809 và hệ số tiếp theo được chọn.

Khi tất cả các hệ số được lặp lại, số lượng vòng lặp được gia tăng ở bước 811. Bước kiểm tra chung 810 dựa trên số lượng này được thực hiện để phát hiện các sai số có thể xảy ra. Bước 810 cũng có thể được bỏ qua do nó chỉ là sự lựa chọn. Cụ thể là, nếu số lượng hồi quy vượt quá số lượng DHP trong ngăn xếp *M,* có nghĩa rằng bước kiểm tra tập hợp con 803 không thành công đối với các hệ số được điều chỉnh *M*. Trạng thái này chỉ có thể thực hiện được trong trường hợp khi các DHP của ngăn xếp không được giải ghép. Khi nó xảy ra, bước kiểm tra 810 không thành công và sai số 812 sẽ được xử lý. Thông thường, bước kiểm tra 810 sẽ đánh giá đúng trong tất cả các trường hợp. Bên cạnh đó, số lượng hồi quy 811 gia tăng, các hệ số đầu vào được điều chỉnh theo chi phí tốt nhất được chọn từ các chi phí được tính toán ở bước 808. Việc điều chỉnh hệ số tạo ra trị số chi phí tốt nhất được thực hiện ở bước 814, các hệ số được điều chỉnh được loại trừ ra khỏi kiểm tra 807 được thực hiện trong các bước lặp tiếp theo và cuối cùng việc điều chỉnh tập hợp con được gọi hồi quy (bước 815).

Rõ ràng là, quy trình điều chỉnh tập hợp con 801 được mô tả trên đây biến đổi *M* hoặc số hệ số ít hơn với chi phí điều chỉnh tối thiểu. Quy trình điều chỉnh 801 có thể là gần tối ưu nhưng sẽ luôn tạo ra kết quả có trị số đối với các đối số đầu vào có trị số. Cần lưu ý rằng, quy trình này cũng có thể được thực hiện ở dạng vòng, do bước gọi hồi quy 815 là bước cuối cùng của quy trình này.

Đối với trường hợp ẩn dữ liệu chung trong hai lớp, sơ đồ đơn giản hơn 901 có thể được xem xét, như được minh hoạ trên Fig.9. Trong ví dụ này, được giả định chỉ đối với các mục đích làm ví dụ mà các DHP gốc tương ứng với các TU và các DHP con tương ứng với các CG. Bước thứ nhất của quy trình là sự khởi tạo chi phí tốt nhất và cờ ẩn 902 được thực hiện. Các cách để khởi tạo chi phí tốt nhất là tương tự như đối với bước 703 của sơ đồ khái quát. Trị số ban đầu của cờ ẩn phù hợp là. Khi bước lặp 903 mà vòng qua bước 904-908 kết thúc, CG với chi phí điều chỉnh tối thiểu được xác định. Bước kiểm tra 906 kiểm tra các bước khác của sơ đồ phụ thuộc vào nếu nhu cầu điều chỉnh hệ số tồn tại đối với lớp 0. Nếu nhu cầu này được phát hiện đối với ít nhất một CG,

cờ ẩn phù hợp được trở về ở bước 908.

Các hoạt động theo bước 903 phụ thuộc vào nếu lớp 0 cần điều chỉnh. Nếu có, các bước 909 và 910 điều chỉnh tất cả CG cần thiết ngoại trừ CG với chi phí tối thiểu. Theo cách khác, hệ số với chi phí điều chỉnh tối thiểu được tìm kiếm trong tất cả các CG (bước 911).

Bước 912 tiếp theo để tính toán trị số hàm kiểm tra ở lớp 1 (đối với TU). Trị số này được kiểm tra 913 bằng cách so sánh với trị số đích. Nếu đối với điều chỉnh TU sẽ được thực hiện ở các bước 914 và 916 điều chỉnh hệ số với chi phí tối thiểu mà được chọn bởi DHP của TU. Phụ thuộc vào trị số cờ ẩn phù hợp, hệ số thứ hai sẽ được điều chỉnh ở các bước 915 và 917. Việc điều chỉnh này là cần thiết để làm phù hợp các điều chỉnh đối với lớp 1 với các điều chỉnh đối với lớp 0.

Nếu đánh giá hàm kiểm tra TU 913 thành công và cờ ẩn phù hợp không bằng zero, có thể điều chỉnh hệ số đơn lẻ không thuộc DHP của TU. Do đó, các giai đoạn 915,917 được thực hiện đối với trường hợp đó.

Nếu đánh giá hàm kiểm tra TU 913 thành công và cờ ẩn phù hợp bằng 0, không cần phải điều chỉnh và quy trình 901 được kết thúc (918).

Trong phần mô tả trên đây, hãy xem các chi phí ẩn do biến đổi bộ dữ liệu đầu vào. Trong nội dung mã hoá video hoặc ảnh, chi phí ẩn có thể là ví dụ được xác định bởi hàm chi phí nhất định, mà đánh giá hoặc xác định quá trình giảm chất lượng ảnh mà do biến đổi bộ dữ liệu đầu vào đã nêu. Quá trình giảm chất lượng ảnh như vậy có thể ví dụ được ước tính bằng cách sử dụng các hàm chi phí mà xác định hoặc ước tính sự méo theo tỷ lệ do biến đổi bộ dữ liệu đầu vào. Đặc biệt là, khi tính toán sự méo theo tỷ lệ có thể là đắt khi xem xét sử dụng tài nguyên, tốt hơn là có thể chọn các hàm chi phí mà cho phép ước tính sâu rộng ít tính toán về chi phí và chỉ có thể ước tính giảm chất lượng.

Quy trình giải mã dữ liệu được ẩn có thể được thực hiện như sau. Thiết bị giải mã thu đơn vị mã được mã hoá tương ứng từ dòng dữ liệu được mã hoá. Khi ngăn xếp mô hình ẩn dữ liệu được giải ghép được sử dụng bởi thiết bị mã hoá có thể là tĩnh, có thể tạo cấu hình hoặc có thể suy ra từ cấu trúc của đơn vị mã được mã hoá (như được mô tả trên đây), thiết bị giải mã nhận biết mô hình

ẩn dữ liệu và bộ dữ liệu đầu vào tạo ra cơ sở của các hoạt động ẩn dữ liệu ở thiết bị mã hoá. Do đó, thiết bị giải mã có thể tính toán đơn giản hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu tương ứng bằng cách sử dụng các bộ dữ liệu đầu vào thích hợp. Các trị số đầu ra này của (các) hàm kiểm tra thể hiện dữ liệu được ẩn được khôi phục.

Liên quan đến việc chọn các hàm kiểm tra dùng cho các hoạt động ẩn dữ liệu, chỉ có yêu cầu đối với hàm kiểm tra rằng nó sẽ có một trị số đầu ra (nhị phân hoặc không nhị phân) đối với bộ trị số đích đầu vào. Dạng thông thường nhất của hàm kiểm tra là hàm kiểm tra chẵn lẻ mà suy ra trị số đầu ra nhị phân bằng cách kiểm tra nếu tổng trị số đích đầu vào là chẵn hoặc lẻ. Trong danh mục sau đây, một số ví dụ có giá trị khác về hàm kiểm tra được đưa ra:

- tính cân bằng đến zero của phần còn lại do phân chia kết quả hàm khoảng cách nhất định (ví dụ, hàm sum) theo $x \in \mathbb{N}$,
- chẵn lẻ của các số trị số zero (hoặc khác zero)
- so sánh trị số của đặc điểm thống kê nhất định (nghĩa là, độ lệch, v.v) với ngưỡng

Trị số đầu ra của hàm kiểm tra có thể được xác định cũng là không nhị phân. Ví dụ,

- phần còn lại do phân chia trị số hàm khoảng cách nhất định (ví dụ, hàm sum) theo $x \in \mathbb{N}, x > 1$. Trong trường hợp này, trị số đầu ra của hàm kiểm tra được giới hạn đến khoảng [0, …, x-1]
- trị số được lượng tử hoá của đặc điểm thống kê nhất định (nghĩa là, độ lệch, v.v)
- hàm gồm nhiều phần tử trong tập hợp trị số đã nêu mà đáp ứng một số tiêu chuẩn

Quy trình chi tiết hơn về giải mã dòng video theo phương án làm ví dụ của sáng chế được thể hiện trên Fig.10. Quy trình giải mã này là thích hợp để giải mã dòng video được mã hoá, mà đã được mã hoá bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả kết hợp với các hình vẽ Fig.7 và Fig.8 trên đây. Dòng bit đầu vào được mã hoá 1001 được xử lý bằng bộ giải mã entropy 1002. Một

vài trị số được giải mã tương ứng với các trị số tuyệt đối của các hệ số biến đổi được lượng tử hoá 1005. Các trị số này còn được xử lý bằng bộ giải lượng tử hoá. Kết quả của quy trình này là các trị số tuyệt đối của các hệ số mà thích hợp đối với quy trình biến đổi ngược 1004 sau khi các dấu hiệu chính xác được gán cho chúng.

Các dấu hiệu trị số có thể là ví dụ được báo hiệu rõ ràng trong dòng bit đầu vào được mã hoá 1001 hoặc có thể được bao gồm như dữ liệu được ẩn trong đó. Trong trường hợp thứ nhất, sự suy ra các dấu hiệu có thể được thực hiện một cách rõ ràng bằng bộ giải mã entropy 1002 và trong trường hợp thứ hai hoàn toàn bằng cách áp dụng DHP thích hợp cho tập hợp hệ số biến đổi được lượng tử hoá tương ứng. Bộ chọn DHP 1006 thực hiện việc chọn DHP phụ thuộc vào các hệ số biến đổi được lượng tử hoá sẵn có 1005 được cung cấp bởi bộ giải mã entropy 1002. Khi các hệ số sẵn có chỉ đối với nhóm hệ số (CG), bộ chọn DHP 1006 chiết xuất trị số (hoặc các trị số) dấu hiệu đối với CG và cung cấp các dấu hiệu 1008 này để thu được các trị số chính xác của các hệ số để biến đổi ngược 1004.

Khi các hệ số biến đổi được lượng tử hoá là sẵn có đối với phần tử cấu trúc lớn hơn mà có thể bao gồm nhiều hơn một CG, bộ chọn DHP 1006 áp dụng tất cả DHP mà có thể được áp dụng cho tập hợp (con) các hệ số đã nêu. Phụ thuộc vào DHP được chọn, các trị số đầu ra được gửi đi bởi công tắc mức 1007. Như được mô tả đối với các dấu hiệu hệ số 1008, dữ liệu đầu ra của 1007 có thể có một phần dữ liệu được giải mã. Trong trường hợp đó, theo cach khác, phần còn lại của dữ liệu sẽ được giải mã. Một trong số các cách rõ ràng nhất là giải mã phần này một cách rõ ràng và khôi phục nó bằng cách sử dụng bộ giải mã entropy 1002.

Như được thể hiện trên Fig.10, dữ liệu đầu ra có thể thực hiện được đối với bộ chọn DHP 1007 có thể có một hoặc nhiều dữ liệu sau đây:

- dấu hiệu hệ số 1008,
- cờ để lọc các mẫu tham chiếu 1009 (việc sử dụng nó còn được minh hoạ trên Fig.12),
- chế độ liên dự đoán 1010,

- các tham số lọc vòng 1011,
- bit hình mờ 1012.

Tuy nhiên, Fig.10 chỉ đưa ra vài ví dụ về dữ liệu mà có thể được ẩn trong các hệ số biến đổi được lượng tử hoá. Các dạng dữ liệu được ẩn có thể thực hiện được là không bị giới hạn ở danh mục được nêu trên đây.

Sau khi các hệ số biến đổi được biến đổi ngược, tín hiệu dư được khôi phục, mà còn được bổ sung với tín hiệu dự đoán 1019. Tín hiệu dự đoán được tạo ra bằng cách sử dụng các cơ chế dự đoán nội bộ 1013 hoặc dự đoán nội bộ 1014 phụ thuộc vào chế độ dự đoán được chọn. Việc lựa chọn này có thể được thực hiện ở dạng thiết bị chuyển mạch 1018. Cả dự đoán nội bộ và dự đoán nội bộ sử dụng các điểm ảnh được giải mã trước, mà được khôi phục trong vùng đệm khung 1017. Tuy nhiên, cơ chế dự đoán nội bộ có thể sử dụng các điểm ảnh mà không được biến đổi bởi bộ lọc vòng 1015.

Bên cạnh ứng dụng mã hoá video, sáng chế cũng có thể giải quyết các mục đích bổ sung, như hình mờ. Bộ chọn DHP 1006 có thể khôi phục các bit hình mờ được ẩn 1012 và phụ thuộc vào kết quả được hoàn lại bởi bộ hợp thức hình mờ 1016 đối với các bit này, các khung dữ liệu đầu ra được ngăn ngừa khỏi dữ liệu đầu ra, như được minh hoạ bởi thiết bị chuyển mạch 1020. Nếu sự hợp thức thành công, thiết bị chuyển mạch 1020 "được đóng" và ảnh đầu ra 1021 được xuất ra bởi bộ giải mã. Theo cách khác, thiết bị chuyển mạch 1020 "được mở" và bộ hợp thức hình mờ 1016 có thể báo hiệu không phù hợp hình mờ.

Fig.11 thể hiện cấu trúc làm ví dụ về thiết bị mã hoá video theo phương án của sáng chế. Thiết bị mã hoá này cũng bao gồm các khối để giải mã (1112-1115), mà cũng có thể được tạo ra một cách riêng biệt trong thiết bị giải mã, mà còn gồm có bộ giải mã entropy 1002. Thiết bị trên Fig.11 có thể ví dụ được thực hiện trên thiết bị tính toán cho mục đích chuyên dụng hoặc mục đích chung (xem các hình vẽ Fig.14 và Fig.15). Thiết bị mã hoá này nhận tín hiệu video, gồm có các khung/lát riêng rẽ 1102 mà cần được mã hoá và tạo ra dòng bit được mã hoá 1110. Thiết bị giải mã như được thể hiện trên Fig.15 có thể nhận dòng bit được mã hoá 1110 và xuất ra các khung/lát video được giải mã

đối với mỗi khung/lát của tín hiệu video.

Thiết bị mã hoá gồm có khối ước tính chuyển động/bù chuyển động 1101, khối quyết định chế độ 1105, khối biến đổi 1106, bộ lượng tử hoá 1107 và bộ mã hoá entropy (CABAC) 1109. Khối quyết định chế độ 1105 có thể xác định chế độ mã hoá thích hợp đối với nguồn video. Khối quyết định chế độ 1105 có thể ví dụ quyết định, nếu khung/lát đối tượng là khung/lát I, P hoặc B và/hoặc nếu các đơn vị mã cụ thể trong khung/lát được mã hoá trong hoặc được mã hoá nội bộ.

Khối biến đổi 1106 thực hiện việc biến đổi phụ thuộc vào dữ liệu miền không gian. Việc biến đổi khối biến đổi 1106 như vậy có thể là phép biến đổi dựa trên khối để chuyển đổi dữ liệu miền không gian thành các thành phần phổ. Ví dụ, phép biến đổi cosin rời rạc (DCT) có thể được sử dụng để biến đổi. Các phép biến đổi khác, như phép biển đổi cosin rời rạc hoặc các phép biến đổi khác cũng có thể được sử dụng. Phép biến đổi dựa trên khối được thực hiện trên đơn vị mã phụ thuộc vào cỡ của đơn vị mã. Phép biến đổi dựa trên khối của khối dữ liệu điểm ảnh dẫn đến tập hợp hệ số biến đổi như được mô tả trên đây. Các hệ số biến đổi được lượng tử hoá bởi bộ lượng tử hoá 1107. Sau đó, các hệ số được lượng tử hoá và các thông tin phụ kết hợp được mã hoá bởi bộ mã hoá entropy (CABAC) 1109. Khối hoặc ma trận hệ số biến đổi được lượng tử hoá có thể được dùng để chỉ bộ biến đổi (TU). Trong một số trường hợp, TU có thể là không bình phương, ví dụ phép biến đổi cầu phương không bình phương (NSQT).

Các khung/lát được mã hoá nội bộ (nghĩa là typ I) được mã hoá mà không phải tham chiếu đến các khung/lát 1103 khác và do đó không dùng dự đoán tạm thời. Các khung được mã hoá nội bộ (xem khối 1104) dựa vào dự đoán không gian trong khung/lát. Khi mã hoá khối điểm ảnh cụ thể trong khối có thể được so với dữ liệu của các điểm ảnh gần trong các khối đã được mã hoá đối với khung/lát đó. Bằng cách sử dụng thuật toán dự đoán, dữ liệu nguồn của khối có thể được chuyển đổi thành dữ liệu dư. Sau đó, khối biến đổi 1106 mã hoá dữ liệu dư.

Quá trình liên dự đoán được thực hiện trên các mẫu tham chiếu mà được

tạo ra bởi khối sinh ra mẫu tham chiếu 1111. Khối 1111 có thể xuất ra các mẫu tham chiếu được lọc hoặc không được lọc dùng cho liên dự đoán và lựa chọn trong số chúng được sử dụng được báo hiệu bằng các phương tiện cờ lọc. Trong ví dụ trên Fig.11, được giả định làm ví dụ rằng cờ lọc mẫu tham chiếu được bổ sung như dữ liệu được ẩn vào dòng bit đầu ra 1110. Khối ẩn cờ RSAF 1108 thực hiện hoạt động ẩn như được mô tả kết hợp với các hình vẽ Fig.7 và Fig.8 trên đây và tuỳ ý cũng có thể ẩn các thông tin phụ khác, như một vài hoặc tất cả các dấu hiệu của hệ số biến đổi thu được từ khối biến đổi 1106 (không được thể hiện trên Fig.11).

Để hỗ trợ dự đoán/bù chuyển động để có được ưu điểm dự đoán tạm thời, thiết bị mã hoá có vòng phản hồi mà gồm có bộ lượng tử hoá ngược 1112, khối biến đổi ngược 1113, bộ lọc giải chặn 1114 và tuỳ ý khối bù thích ứng mẫu 1114. Bộ lọc giải chặn 1114 có thể có bộ xử lý giải chặn và bộ xử lý lọc. Các phần tử 1112-1115 phản chiếu quy trình giải mã được thực hiện bởi thiết bị giải mã để tai tạo khung/lát ban đầu, như nêu trên. Bộ lưu khung hình (các khung tham chiếu 1103) được sử dụng để lưu các khung được tái tạo. Theo cách này, dự đoán chuyển động được dựa trên những điều sẽ là các khung được tạo khôi phục 1116 và không phải trên khung ban đầu, mà có thể khác với các khung được tạo khôi phục 1116 do nén bị mất liên quan đến mã hoá/giải mã. Quá trình ước tính chuyển động/bù chuyển động 1101 sử dụng các khung/lát được lưu trong quá trình lưu khung là các khung/lát nguồn để so sánh với khung hiện thời đối với mục đích nhận dạng các khối tương tự. Các dữ liệu được cung cấp bởi quá trình ước tính chuyển động/bù chuyển động 1101 có thể bao gồm, làm thông tin phụ, các thông tin liên quan đến khung tham chiếu, vectơ chuyển động và dữ liệu điểm ảnh dư mà thể hiện sự khác nhau (nếu có) giữa khối tham chiếu và khối hiện thời. Tín hiệu dư được cung cấp cho quá trình ước tính chuyển động/bù chuyển động 1101 để mã hoá tiếp. Các thông tin liên quan đến khung tham chiếu và/hoặc vectơ chuyển động có thể không được xử lý bởi khối biến đổi 1106 và/hoặc bộ lượng tử hoá 1107, nhưng thay vì có thể được cấp cho bộ mã hoá entropy (CABAC) 1109 để mã hoá như một phần của dòng bit cùng với các hệ số được lượng tử hoá.

Thiết bị giải mã có thể có bộ giải mã entropy mà đảo ngược mã hoá entropy của phía bộ mã hoá cũng như các khối 1112 đến 1115 được thể hiện trên Fig.11.

Sáng chế có phạm vi ứng dụng rộng rãi. Như nêu trên, một ví dụ về ứng dụng như vậy bao gồm cờ báo hiệu để lọc mẫu tham chiếu đối với liên dự đoán ITU T H.265/HEVC có thể được hiển thị như được mô tả trên đây. Tuy nhiên, như nêu trên, các thông tin phụ khác nữa mà tạo ra một phần cấu trúc dữ liệu được sinh ra trong quá trình mã hoá có thể được ẩn nhờ các phương tiện của sáng chế. Theo ITU T H.265/HEVC, quyết định về cách mà áp dụng bộ lọc thông thấp đối với các mẫu tham chiếu được thực hiện theo chế độ dự đoán được chọn và cỡ của khối đang được dự đoán. Quyết định này có thể được huỷ bỏ bởi cờ mà có thể được báo hiệu hoàn toàn trong các hệ số biến đổi được lượng tử hoá bằng cách sử dụng sáng chế. Việc biến đổi này được minh hoạ trên Fig.12.

Ngoài quá trình nén truyền thông, tập hợp lớn các trường hợp sử dụng đối với sáng chế có thể được tìm thấy trong các ứng dụng hình mờ. Các hình vẽ Fig.13a và Fig.13b và Fig.13c thể hiện một vài phương án này. Trường hợp sử dụng được thể hiện trên các hình vẽ Fig.13a và Fig.13b và Fig.13c là các phép thể hiện quy trình nhận thực mà bao gồm trong bộ nhận dạng hợp thức của thẻ ID bằng cách sử dụng dữ liệu được ẩn mà có thể được chiết xuất bằng cách áp dụng các DHP cho các điểm ảnh hoặc cho các hệ số biến đổi được lượng tử hoá của hình ảnh kỹ thuật số được lưu giữ trên thẻ này. Quá trình hợp thức có thể được thực hiện theo các cách khác nhau, ví dụ, bằng cách tính toán trị số tổng kiểm tra và so sánh nó với dữ liệu được chiết xuất. Quá trình nhận thực bị lỗi nếu sự không phù hợp so sánh xảy ra. Sự không phù hợp này cho biết rằng hình ảnh kỹ thuật số hoặc bộ nhận dạng đã bị thay đổi mà không có sự cho phép. Nếu quá trình so sánh thành công, quá trình hợp thức sẽ dẫn đến quá trình nhận thực tích cực.

Fig.13b đưa ra ví dụ về ứng dụng dự đoán chèn. Đối với trường hợp đó, giả định rằng ảnh kỹ thuật số đã được tạo ra có dữ liệu then chốt được ẩn trong các khối của nó, ví dụ, trong các trị số điểm ảnh hoặc hệ số biến đổi. Hoạt động

đọc hình mờ tìm kiếm khoá được ẩn này từ các khối ảnh bằng cách sử dụng các DHP, mà còn được hợp thức bằng cách sử dụng khoá bảo mật. Quy trình hợp thức này là tương tự như đối với trường hợp được thể hiện trên Fig.8a, do đó sự không phù hợp dẫn đến phát hiện các khối ảnh cụ thể mà đã được chèn.

Trường hợp sử dụng khác (Fig.13c) giả định nó được đòi hỏi để phát thông tin ẩn theo cách rõ ràng mà khó phát hiện sự có mặt của thông tin ẩn này. Trong ví dụ về trường hợp sử dụng được thể hiện trên Fig.8c này, thông tin ẩn được khôi phục bằng cách áp dụng các DHP cho các trị số được lượng tử hoá trong quá trình giải mã thông tin ẩn.

Fig.14 thể hiện sơ đồ khối đơn giản về phương án làm ví dụ của bộ mã hoá 1400. Bộ mã hoá 1400 gồm có bộ xử lý 1401, bộ nhớ 1402 và ứng dụng mã hoá 1406. Ứng dụng mã hoá 1403 có thể có chương trình máy tính hoặc ứng dụng được lưu giữ trong bộ nhớ 1402 và chứa các hướng dẫn để tạo cấu hình bộ xử lý 1401 để thực hiện các hoạt động như các hoạt động được mô tả trên đây. Ví dụ, ứng dụng mã hoá 1403 có thể mã hoá và xuất ra dòng bit được mã hoá theo quy trình mã hoá theo các phương án khác nhau được mô tả trong bản mô tả này, ví dụ kết hợp với các hình vẽ Fig.7 và Fig.8 trên đây. Sẽ được hiểu rằng ứng dụng mã hoá 1403 có thể được lưu giữ trên vật ghi đọc được bằng máy tính. Ví dụ, dòng bit đầu ra có thể được phát thông qua hệ thống truyền thông 1404 hoặc được lưu giữ trên vật ghi đọc được bằng máy tính.

Theo Fig.15, mà thể hiện sơ đồ khối đơn giản của phương án làm ví dụ của bộ giải mã 1500. Bộ giải mã 1500 này gồm có bộ xử lý 1501, bộ nhớ 1502 và ứng dụng giải mã 1503. Ứng dụng giải mã 1503 có thể có chương trình máy tính hoặc ứng dụng được lưu giữ trong bộ nhớ 1501 và chứa các hướng dẫn để tạo cấu hình bộ xử lý 1501 để thực hiện quá trình giải mã dòng bit đầu vào theo một trong số các phương án khác nhau trong bản mô tả này, ví dụ như đã nêu kết hợp với Fig.10 trên đây. Sẽ được hiểu rằng ứng dụng giải mã 1503 có thể được lưu giữ trên vật ghi đọc được bằng máy tính. Ví dụ, dòng bit đầu vào có thể nhận được thông qua hệ thống truyền thông 1404 hoặc có thể được đọc từ vật ghi đọc được bằng máy tính.

Mặc dù một số khía cạnh của sáng chế đã được mô tả trong phần mô tả

về phương pháp, sẽ rõ ràng là các khía cạnh này cũng thể hiện phần mô tả về thiết bị tương ứng thích hợp được làm thích ứng để thực hiện phương pháp này. Trong thiết bị này, khối (chức năng hoặc hữu hình) có thể tương ứng với một hoặc nhiều bước của phương pháp hoặc dấu hiệu kỹ thuật của bước của phương pháp. Tương tự, các khía cạnh được mô tả trong nội dung của khối tương ứng hoặc bộ phận hoặc dấu hiệu kỹ thuật của thiết bị tương ứng cũng có thể tương ứng với các bước của phương pháp riêng rẽ của phương pháp tương ứng.

Hơn nữa, các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này cũng có thể được thực hiện bởi (hoặc bằng cách sử dụng) thiết bị phần cứng, (các) bộ xử lý tương tự, (các) bộ vi xử lý, máy tính có thể lập trình được hoặc mạch điện tử. Một vài hoặc nhiều bước của phương pháp quan trọng nhất có thể được thực hiện bằng phương pháp này. Trong đó, thiết bị đã được mô tả trong bản mô tả này xét đến các khối chức năng, sẽ được hiểu hơn nữa rằng các bộ phận của thiết bị này có thể được thực hiện hoàn toàn hoặc một phần trong bộ phận phần cứng/hệ mạch. Phần cứng riêng rẽ, (các) bộ xử lý tương tự hoặc (các) bộ vi xử lý, v.v có thể được sử dụng để thực hiện chức năng của một hoặc nhiều bộ phận của thiết bị.

Ngoài ra, khi thông tin hoặc dữ liệu cần được lưu giữ trong quy trình thực hiện bước của phương pháp của bộ phận chức năng của thiết bị trong phần cứng, thiết bị có thể bao gồm bộ nhớ hoặc vật ghi lưu giữ, mà có thể được ghép nối truyền thông với một hoặc nhiều bộ phận phần cứng/hệ mạch của thiết bị.

Cũng được dự định thực hiện các khía cạnh của sáng chế trong phần cứng hoặc trong phần mềm hoặc tổ hợp của chúng. Việc này có thể là sử dụng vật ghi lưu giữ kỹ thuật số, ví dụ đĩa mềm, DVD, Blu-Ray, CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM hoặc bộ nhớ FLASH, có tín hiệu hoặc hướng dẫn điều khiển đọc điện tử được lưu giữ trên đó, mà phối hợp (hoặc có khả năng phối hợp) với hệ thống máy tính có thể lập trình được sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Vật mang dữ liệu có thể được cung cấp mà có tín hiệu hoặc hướng dẫn điều khiển đọc điện tử, mà có khả năng phối hợp với hệ thống máy tính có thể lập trình được, sao cho phương pháp được mô tả trong bản mô tả này được thực hiện.

Cũng được dự định thực hiện các khía cạnh của sáng chế ở dạng sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình này hoạt động để thực hiện phương pháp khi sản phẩm chương trình máy tính chạy trên máy tính. Mã chương trình có thể được lưu giữ trên vật mang đọc được bằng máy.

Phần mô tả trên đây chỉ đơn thuần là minh hoạ sáng chế và cần phải hiểu rằng các biến đổi và thay đổi về các bố trí và phần mô tả chi tiết được mô tả trong bản mô tả này sẽ dễ hiểu đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực tương ứng của sáng chế. Do đó, phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế được xác định theo phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và sáng chế không giới hạn bởi phần mô tả chi tiết cụ thể được thể hiện bởi phần mô tả và giải thích trên đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp ẩn các trị số của đơn vị mã phân lớp theo trật tự trong các trị số khác được bao gồm bởi đơn vị mã này, phương pháp bao gồm các bước:

tạo ngăn xếp phân lớp của các mô hình ẩn dữ liệu, mà tương ứng với đơn vị mã ở các lớp khác nhau, để ẩn các trị số này đơn vị mã ở các lớp khác nhau của đơn vị mã, trong đó mỗi mô hình trong các mô hình ẩn dữ liệu có hàm kiểm tra kết hợp với nó để ẩn một hoặc nhiều trị số này của đơn vị mã ở một trong số các lớp của đơn vị mã;

đối với mỗi trong số các mô hình ẩn dữ liệu, thực hiện các bước sau:

(i) tính toán hàm kiểm tra của một trong số các mô hình ẩn dữ liệu dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã;

(ii) xác định liệu kết quả của hàm kiểm tra tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng; và

(iii) nếu không, biến đổi ít nhất một trong các trị số này được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã sao cho kết quả của hàm kiểm tra ở bước (ii) tương ứng với trị số này của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng;

trong đó đơn vị mã được mã hóa bao gồm các trị số khác của đơn vị mã như được biến đổi ở bước (iii) đối với tất cả các mô hình ẩn dữ liệu; và

trong đó đơn vị mã có một hoặc nhiều bộ dự đoán, một hoặc nhiều bộ biến đổi, và một hoặc nhiều nhóm hệ số, và các mô hình ẩn dữ liệu được kết hợp với các lớp đơn vị mã tương ứng với các nhóm hệ số, các bộ dự đoán, các bộ biến đổi và đơn vị mã, một cách lần lượt, trong đó nhóm hệ số là một phần lớp thấp nhất của đơn vị mã.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các mô hình ẩn dữ liệu gồm ít nhất một trong các mô hình ẩn dữ liệu dựa trên thập phân được tạo theo cách sao cho mỗi phần tử thứ n của tập giá trị cụ thể có thể được sử dụng để ẩn dữ liệu, một hoặc nhiều mô hình ẩn dữ liệu thông thường mà các phần tử của tập này được chọn theo một số mô hình thông thường, và một hoặc nhiều mô hình ẩn dữ liệu

giả ngẫu nhiên.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phương pháp còn bao gồm đối với mỗi trong số các mô hình ẩn dữ liệu:

trong trường hợp thuật toán được sử dụng để cải biến ít nhất một trong các trị số này được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã ở bước (iii) không cải biến các giá trị sao cho kết quả của hàm kiểm tra ở bước (ii) tương ứng với trị số này của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng, lặp lại các bước từ (i) đến (iii) cho đến khi kết quả của hàm kiểm tra ở bước (ii) tương ứng với trị số này của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó khi thực hiện các bước từ (i) đến (iii) bằng cách sử dụng mô hình ẩn dữ liệu thứ nhất và mô hình ẩn dữ liệu thứ hai của các mô hình ẩn dữ liệu này, một cách lần lượt, một hoặc nhiều giá trị khác của đơn vị mã mà đã được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu thứ nhất và đã được cải biến ở bước (iii), không được cải biến lại ở bước (iii) khi thực hiện các bước (i) đến (iii) cho mô hình ẩn dữ liệu thứ hai, trong trường hợp chúng được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu thứ hai trong vòng lặp thứ hai.

5. Phương pháp khôi phục các giá trị bị ẩn từ đơn vị mã được mã hóa, phương pháp bao gồm các bước:

tạo ngăn xếp phân lớp của các mô hình ẩn dữ liệu, mà tương ứng với đơn vị mã ở các lớp khác nhau, đã được sử dụng bởi bộ mã hóa để ẩn các trị số này đơn vị mã, trong đó mỗi mô hình trong các mô hình ẩn dữ liệu có hàm kiểm tra kết hợp với nó; và

đối với mỗi trong số các mô hình ẩn dữ liệu, tính toán hàm kiểm tra của một trong số các mô hình ẩn dữ liệu dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã, trong đó kết quả của hàm kiểm tra tương ứng với một trong các giá trị bị ẩn được khôi phục; và

trong đó đơn vị mã có một hoặc nhiều bộ dự đoán, một hoặc nhiều bộ biến đổi, và một hoặc nhiều nhóm hệ số, và các mô hình ẩn dữ liệu được kết hợp với các lớp của đơn vị mã tương ứng với nhóm hệ số, các bộ dự đoán, bộ biến đổi và đơn vị mã, một cách lần lượt, trong đó nhóm hệ số là một phần lớp thấp nhất của đơn vị mã.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó các trị số này được bao gồm bởi đơn vị mã này dựa trên việc các hàm kiểm tra của các mô hình ẩn dữ liệu này được tính toán là các giá trị của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã;

trong đó các hàm kiểm tra của các mô hình ẩn dữ liệu này kết hợp với lớp khác với lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã được tính toán trên các trị số được chọn bởi một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các tập hợp con tương ứng của các giá trị của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó cỡ của một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được xác định dựa trên cỡ của tập hợp con trên đó hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được tính toán; và, trong đó tập hợp con tương ứng ở lớp khác lớp theo trật tự thấp nhất bao gồm các giá trị đó của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã mà thuộc đơn vị dữ liệu tổ chức của lớp tương ứng.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó số lượng và/hoặc cỡ của các mô hình ẩn dữ liệu áp dụng được cho khối dữ liệu tổ chức tương ứng của lớp tương ứng được xác định dựa trên cỡ của tập hợp con của các giá trị thuộc khối dữ liệu tổ chức tương ứng của lớp tương ứng mà trên đó hàm kiểm tra được tính toán.

9. Phương pháp theo điểm 6 hoặc 7, trong đó cỡ của mô hình tương ứng trong các mô hình ẩn dữ liệu bằng hoặc số chia của cỡ của tập hợp con trên đó hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được tính toán.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó các

giá trị của đơn vị mã này biểu diễn khối điểm ảnh thể hiện khối điểm ảnh, và đơn vị mã có một hoặc nhiều bộ dự đoán, một hoặc nhiều bộ biến đổi, và một hoặc nhiều nhóm hệ số, trong đó các mô hình ẩn dữ liệu được kết hợp với các lớp của đơn vị mã tương ứng với các bộ dự đoán, bộ biến đổi và đơn vị mã, một cách lần lượt, và

mỗi mô hình trong các mô hình ẩn dữ liệu ẩn một hoặc nhiều trị số của lớp kết hợp của đơn vị mã;

trong đó các mô hình ẩn dữ liệu được kết hợp với các lớp của đơn vị mã tương ứng với nhóm hệ số, các bộ dự đoán, bộ biến đổi và đơn vị mã, một cách lần lượt, trong đó nhóm hệ số là một phần lớp thấp nhất của đơn vị mã.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó các mô hình ẩn dữ liệu bao gồm một hoặc nhiều các mô hình ẩn dữ liệu để ẩn cờ lọc mẫu tham chiếu để dự đoán trong cho bộ biến đổi của đơn vị mã; hoặc,

trong đó các mô hình ẩn dữ liệu bao gồm một hoặc nhiều các mô hình ẩn dữ liệu để ẩn ít nhất một trong chỉ mục chế độ dự đoán và cỡ bộ dự đoán của các bộ dự đoán; hoặc,

trong đó các mô hình ẩn dữ liệu bao gồm ở mô hình ẩn dữ liệu để nhúng hình mờ vào đơn vị mã; hoặc,

trong đó các mô hình ẩn dữ liệu bao gồm ở mô hình ẩn dữ liệu để ẩn các bit dấu của các hệ số của nhóm hệ số.

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó một trong các trị số ẩn cho phép xác định tính xác thực của các trị số được bao gồm trong đơn vị mã.

13. Thiết bị mã hóa để ẩn các giá trị của đơn vị mã phân lớp theo trật tự trong các trị số khác được bao gồm bởi đơn vị mã này, trong đó thiết bị mã hóa có ngăn xếp phân lớp của các mô hình ẩn dữ liệu, mà tương ứng với đơn vị mã ở các lớp khác nhau, để ẩn các trị số này đơn vị mã ở các lớp khác nhau của đơn vị mã, trong đó mỗi mô hình trong các mô hình ẩn dữ liệu có hàm kiểm tra kết

hợp với nó để ẩn một hoặc nhiều trị số này của đơn vị mã ở một trong số các lớp của đơn vị mã, thiết bị mã hóa bao gồm:

khối xử lý được tạo cấu hình để thực hiện các bước sau đối với mỗi trong số các mô hình ẩn dữ liệu :

(i) tính toán hàm kiểm tra của một trong số các mô hình ẩn dữ liệu dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã;

(ii) xác định liệu kết quả của hàm kiểm tra tương ứng với trị số của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng; và

(iii) nếu không, biến đổi ít nhất một trong các trị số này được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã sao cho kết quả của hàm kiểm tra ở bước (ii) tương ứng với trị số này của đơn vị mã mà cần được ẩn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng; và

thiết bị đầu ra được tạo cấu hình để xuất ra đơn vị mã được mã hóa, đơn vị mã được mã hóa bao gồm các trị số khác của đơn vị mã như được biến đổi ở bước (iii) đối với tất cả các mô hình ẩn dữ liệu; và

trong đó đơn vị mã có một hoặc nhiều bộ dự đoán, một hoặc nhiều bộ biến đổi, và một hoặc nhiều nhóm hệ số, và các mô hình ẩn dữ liệu được kết hợp với các lớp của đơn vị mã tương ứng với nhóm hệ số, các bộ dự đoán, bộ biến đổi và đơn vị mã, một cách lần lượt, trong đó nhóm hệ số là một phần lớp thấp nhất của đơn vị mã.

14. Thiết bị mã hóa theo điểm 13 trong đó thiết bị mã hóa được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4.

15. Thiết bị giải mã để khôi phục các trị số bị ẩn từ đơn vị mã được mã hóa, trong đó thiết bị giải mã có ngăn xếp phân lớp của các mô hình ẩn dữ liệu, mà tương ứng với đơn vị mã ở các lớp khác nhau, đã được sử dụng bởi bộ mã hóa để ẩn các trị số này đơn vị mã, trong đó mỗi mô hình trong các mô hình ẩn dữ liệu có hàm kiểm tra kết hợp với nó; và trong đó thiết bị giải mã bao gồm:

khối xử lý được tạo cấu hình để tính toán, đối với mỗi trong số các mô hình

ẩn dữ liệu, hàm kiểm tra của một trong số các mô hình ẩn dữ liệu dựa trên các trị số được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các trị số khác của đơn vị mã được mã hóa, trong đó kết quả của hàm kiểm tra tương ứng với một trong các giá trị bị ẩn được khôi phục; và

thiết bị đầu ra để xuất ra đơn vị mã được giải mã bao gồm, dưới dạng một phần dữ liệu được giải mã, các trị số bị ẩn được khôi phục này; và

trong đó đơn vị mã có một hoặc nhiều bộ dự đoán, một hoặc nhiều bộ biến đổi, và một hoặc nhiều nhóm hệ số, và các mô hình ẩn dữ liệu được kết hợp với các lớp của đơn vị mã tương ứng với nhóm hệ số, các bộ dự đoán, bộ biến đổi và đơn vị mã, một cách lần lượt, trong đó nhóm hệ số là một phần lớp thấp nhất của đơn vị mã

16. Thiết bị giải mã theo điểm 15, trong đó các trị số này được chọn bởi mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ đơn vị mã được mã hóa là các trị số của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã;

trong đó khối xử lý còn được tạo cấu hình để tính toán các hàm kiểm tra của các mô hình ẩn dữ liệu này kết hợp với lớp khác lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã được mã hóa trên các trị số được chọn bởi một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng từ các tập hợp con tương ứng của các giá trị của lớp theo trật tự thấp nhất của đơn vị mã;

trong đó khối xử lý được tạo cấu hình để xác định cỡ của một mô hình ẩn dữ liệu tương ứng dựa trên cỡ của tập hợp con trên đó hàm kiểm tra của mô hình ẩn dữ liệu tương ứng được tính toán.

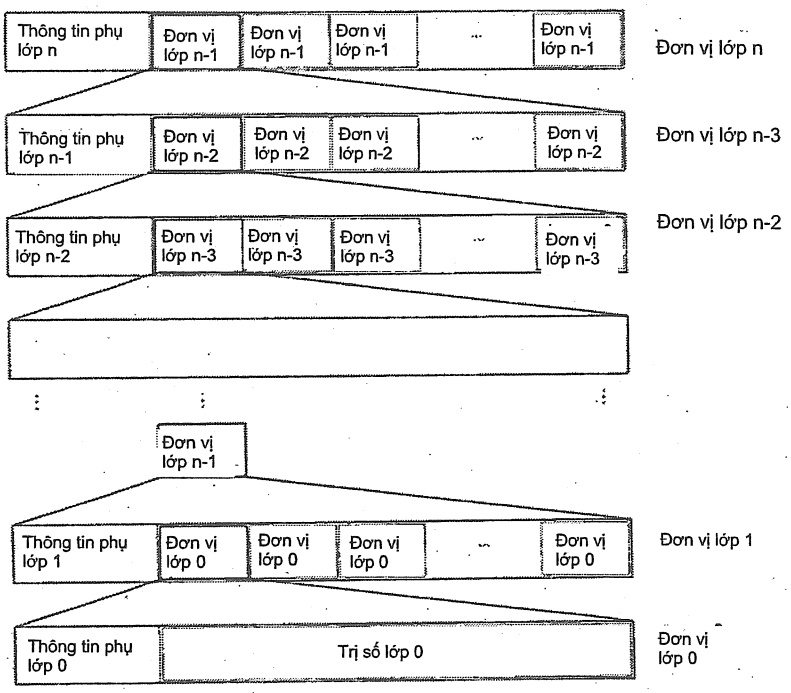

Thông tin phụ lớp n
Đơn vị lớp n-1
Đơn vị lớp n-1
Đơn vị lớp n-1
...
Đơn vị lớp n-1
Đơn vị lớp n
Thông tin phụ lớp n-1
Đơn vị lớp n-2
Đơn vị lớp n-2
Đơn vị lớp n-2
...
Đơn vị lớp n-2
Đơn vị lớp n-3
Thông tin phụ lớp n-2
Đơn vị lớp n-3
Đơn vị lớp n-3
Đơn vị lớp n-3
...
Đơn vị lớp n-3
Đơn vị lớp n-2
Đơn vị lớp n-1
Thông tin phụ lớp 1
Đơn vị lớp 0
Đơn vị lớp 0
Đơn vị lớp 0
...
Đơn vị lớp 0
Đơn vị lớp 1
Thông tin phụ lớp 0
Trị số lớp 0
Đơn vị lớp 0

Fig. 1

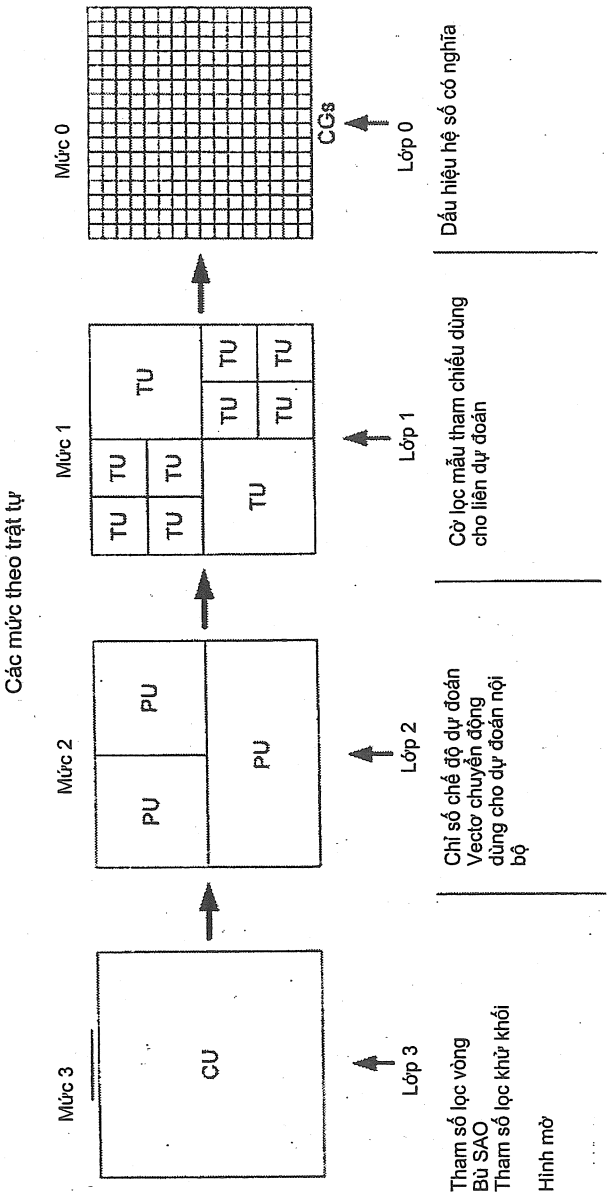

Các mức theo trật tự
Mức 0
CGs
Lớp 0
Dấu hiệu hệ số có nghĩa
Mức 1
TU
Lớp 1
Cờ lọc mẫu tham chiếu dùng cho liên dự đoán
Mức 2
PU
Lớp 2
Chỉ số chế độ dự đoán
Vectơ chuyển động dùng cho dự đoán nội bộ
Mức 3
CU
Lớp 3
Tham số lọc vòng
Bù SAO
Tham số lọc khử khối
Hình mờ

Fig. 2

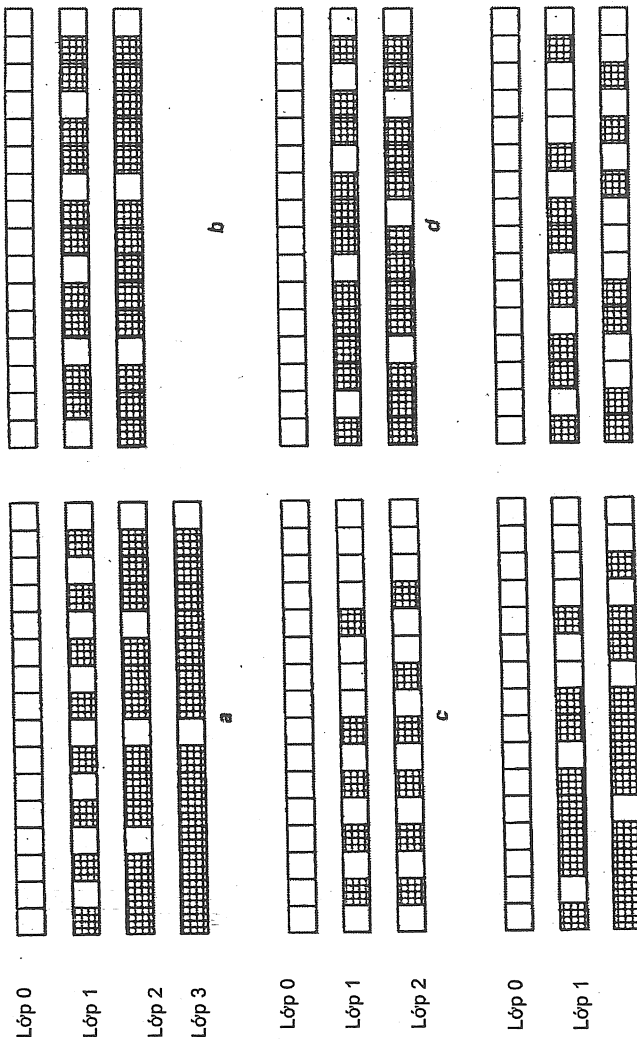

Lớp 0
Lớp 1
Lớp 2
Lớp 3
a
b
Lớp 0
Lớp 1
Lớp 2
c
d
Lớp 0
Lớp 1
Lớp 2
e
f
Hệ số được lượng tử hoá mà không được chọn theo mô hình ẩn dữ liệu (DHP) và do đó nó có thể không được sử dụng để ẩn dữ liệu
Hệ số được lượng tử hoá mà được chọn theo DHP và do đó nó có thể được sử dụng để ẩn dữ liệu

Fig. 3

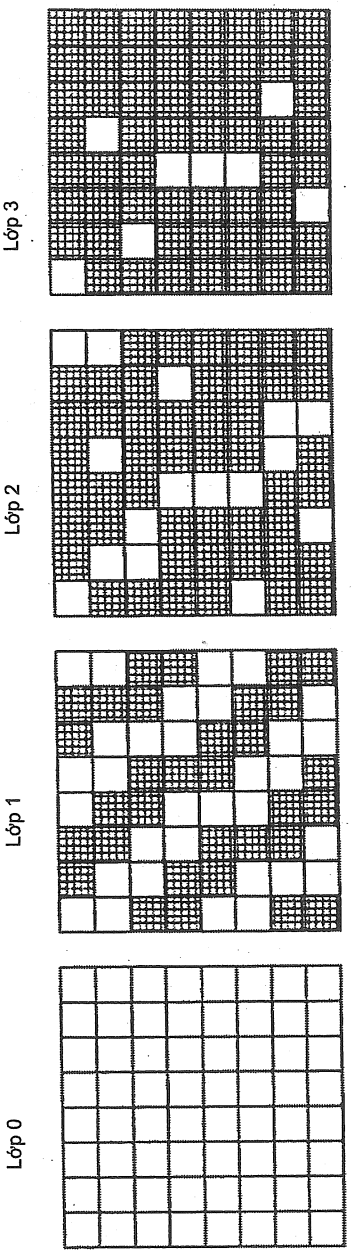

Lớp 0
Lớp 1
Lớp 2
Lớp 3
Hệ số được lượng tử hoá mà không được chọn theo mô hình ẩn dữ liệu (DHP) và do đó nó có thể không được sử dụng để ẩn dữ liệu
Hệ số được lượng tử hoá mà được chọn theo DHP và do đó nó có thể được sử dụng để ẩn dữ liệu

Fig. 4

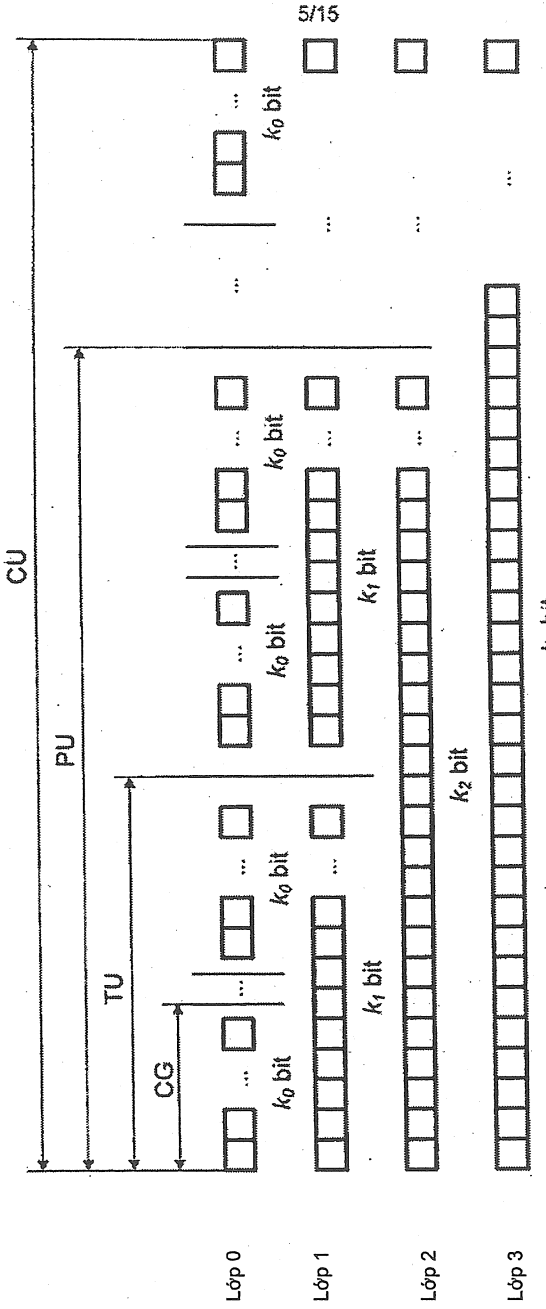


Fig. 5

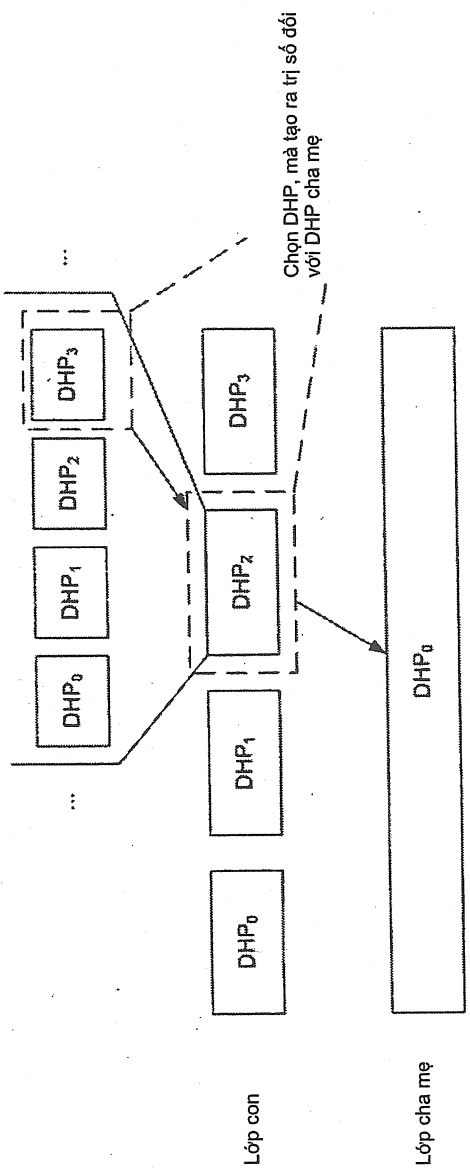

Chọn DHP, mà tạo ra trị số đối với DHP cha mẹ
DHP3
DHP2
DHP1
DHP0
Lớp con
Lớp cha mẹ

Fig. 6

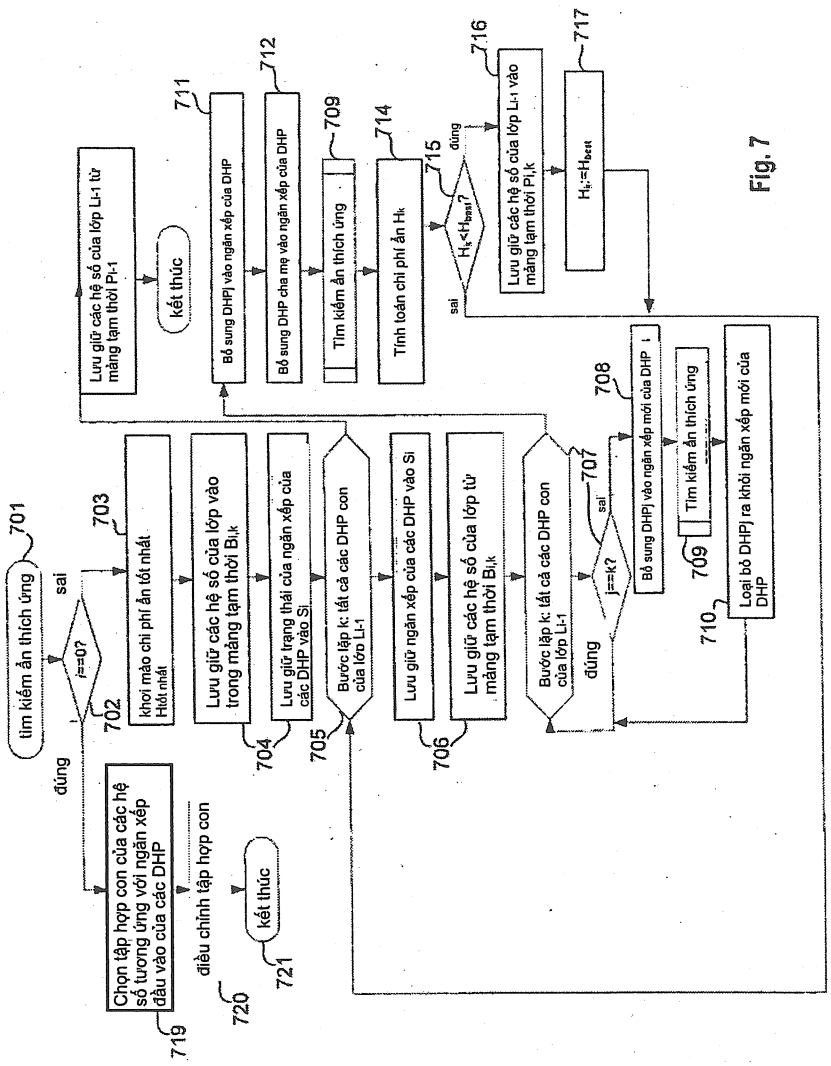

tìm kiếm ấn thích ứng
701
j==0?
sai
đúng
703
khởi mào chi phí ấn tốt nhất Hiđt nhất
Lưu giữ các hệ số của lớp vào trong mảng tạm thời Bi,k
704
Lưu giữ trạng thái của ngăn xếp của các DHP vào Si
705
Bước lặp k: tất cả các DHP con của lớp Li-1
Lưu giữ ngăn xếp của các DHP vào Si
706
Lưu giữ các hệ số của lớp từ mảng tạm thời Bi,k
Bước lặp k: tất cả các DHP con của lớp Li-1
707
j==k?
sai
đúng
708
Bổ sung DHPj vào ngăn xếp mới của DHP i
709
Tìm kiếm ấn thích ứng
710
Loại bỏ DHPj ra khỏi ngăn xếp mới của DHP
Chọn tập hợp con của các hệ số tương ứng với ngăn xếp đầu vào của các DHP
719
điều chỉnh tập hợp con
720
kết thúc
721
Lưu giữ các hệ số của lớp Li-1 từ mảng tạm thời Pi-1
kết thúc
711
Bổ sung DHPj vào ngăn xếp của DHP
712
Bổ sung DHP cha mẹ vào ngăn xếp của DHP
709
Tìm kiếm ấn thích ứng
714
Tính toán chi phí ấn Hk
715
Hk<Hbest?
sai
đúng
716
Lưu giữ các hệ số của lớp Li-1 vào mảng tạm thời Pi,k
717
Hi,:=Hbest

Fig. 7

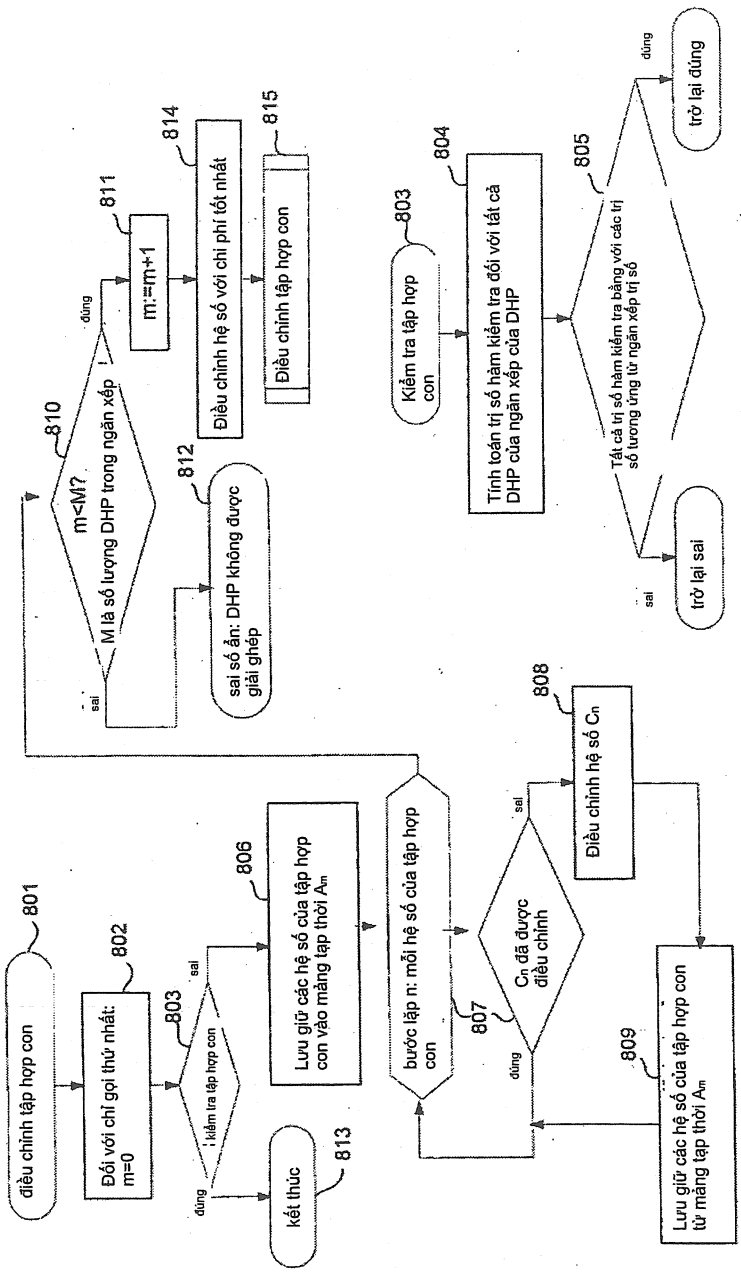

điều chỉnh tập hợp con
801
Đối với chỉ gọi thứ nhất: m=0
802
kiểm tra tập hợp con
803
sai
đúng
Lưu giữ các hệ số của tập hợp con vào mảng tạp thời A_m
806
kết thúc
813
bước lặp n: mỗi hệ số của tập hợp con
807
C_n đã được điều chỉnh
sai
đúng
Điều chỉnh hệ số C_n
808
Lưu giữ các hệ số của tập hợp con từ mảng tạp thời A_m
809
m<M?
810
M là số lượng DHP trong ngăn xếp
sai
đúng
m:=m+1
811
sai số ấn: DHP không được giải ghép
812
Điều chỉnh hệ số với chi phí tốt nhất
814
Điều chỉnh tập hợp con
815
Kiểm tra tập hợp con
803
Tính toán trị số hàm kiểm tra đối với tất cả DHP của ngăn xếp của DHP
804
Tất cả trị số hàm kiểm tra bằng với các trị số tương ứng từ ngăn xếp trị số
805
sai
đúng
trở lại sai
trở lại đúng

Fig. 8

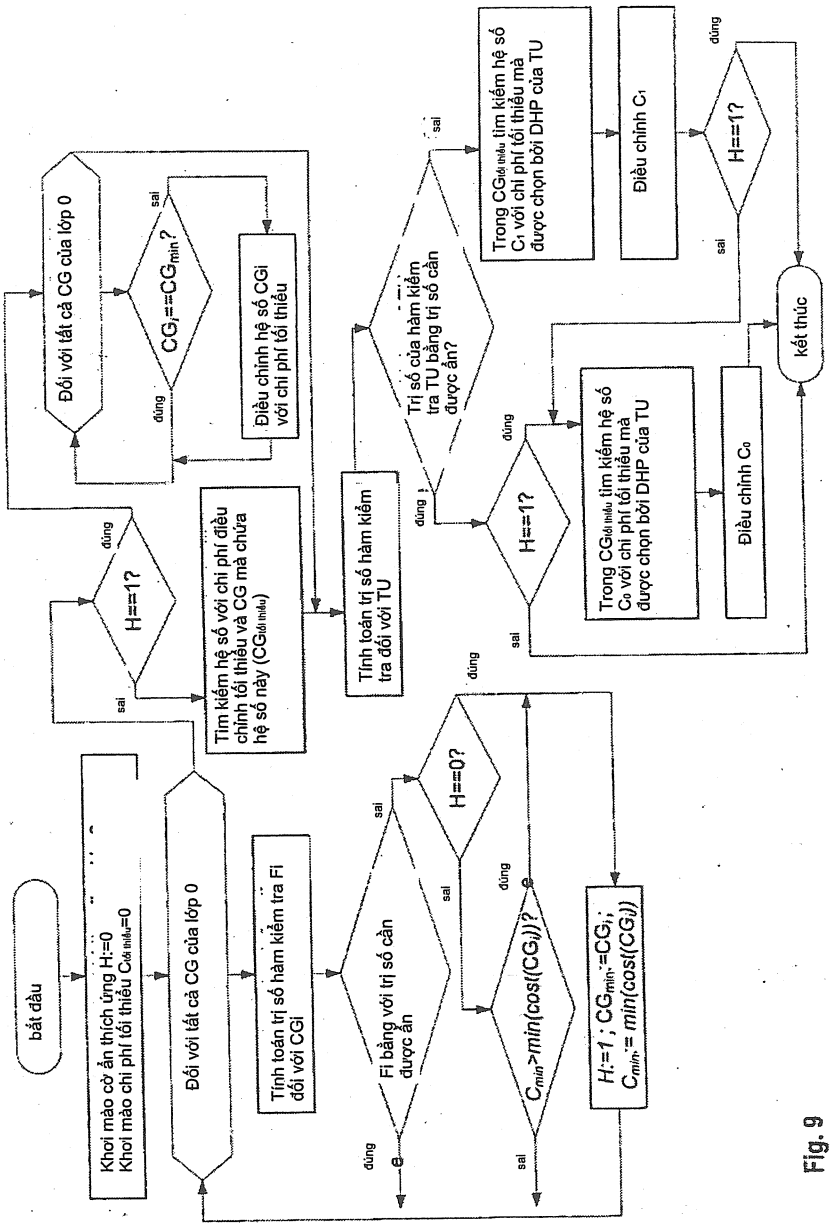

bắt đầu
Khoi mào cờ ẩn thích ứng H:=0
Khoi mào chi phí tối thiểu C$_{tối\ thiểu}$=0
Đối với tất cả CG của lớp 0
Tính toán trị số hàm kiểm tra FI đối với CGi
Fi bằng với trị số cần được ẩn
đúng
sai
H==0?
đúng
sai
C$_{min}$>min(cost(CG$_i$))?
đúng
sai
H:=1 ; CG$_{min}$:=CG$_i$; C$_{min}$:= min(cost(CG$_i$))
Đối với tất cả CG của lớp 0
CGj==CG$_{min}$?
đúng
sai
Điều chỉnh hệ số CGi với chi phí tối thiểu
H==1?
đúng
sai
Tìm kiếm hệ số với chi phí điều chỉnh tối thiểu và CG mà chứa hệ số này (CG$_{tối\ thiểu}$)
Tính toán trị số hàm kiểm tra đối với TU
Trị số của hàm kiểm tra TU bằng trị số cần được ẩn?
đúng
sai
H==1?
đúng
sai
Trong CG$_{tối\ thiểu}$ tìm kiếm hệ số C$_0$ với chi phí tối thiểu mà được chọn bởi DHP của TU
Điều chỉnh C$_0$
Trong CG$_{tối\ thiểu}$ tìm kiếm hệ số C$_1$ với chi phí tối thiểu mà được chọn bởi DHP của TU
Điều chỉnh C$_1$
H==1?
đúng
sai
kết thúc

Fig. 9

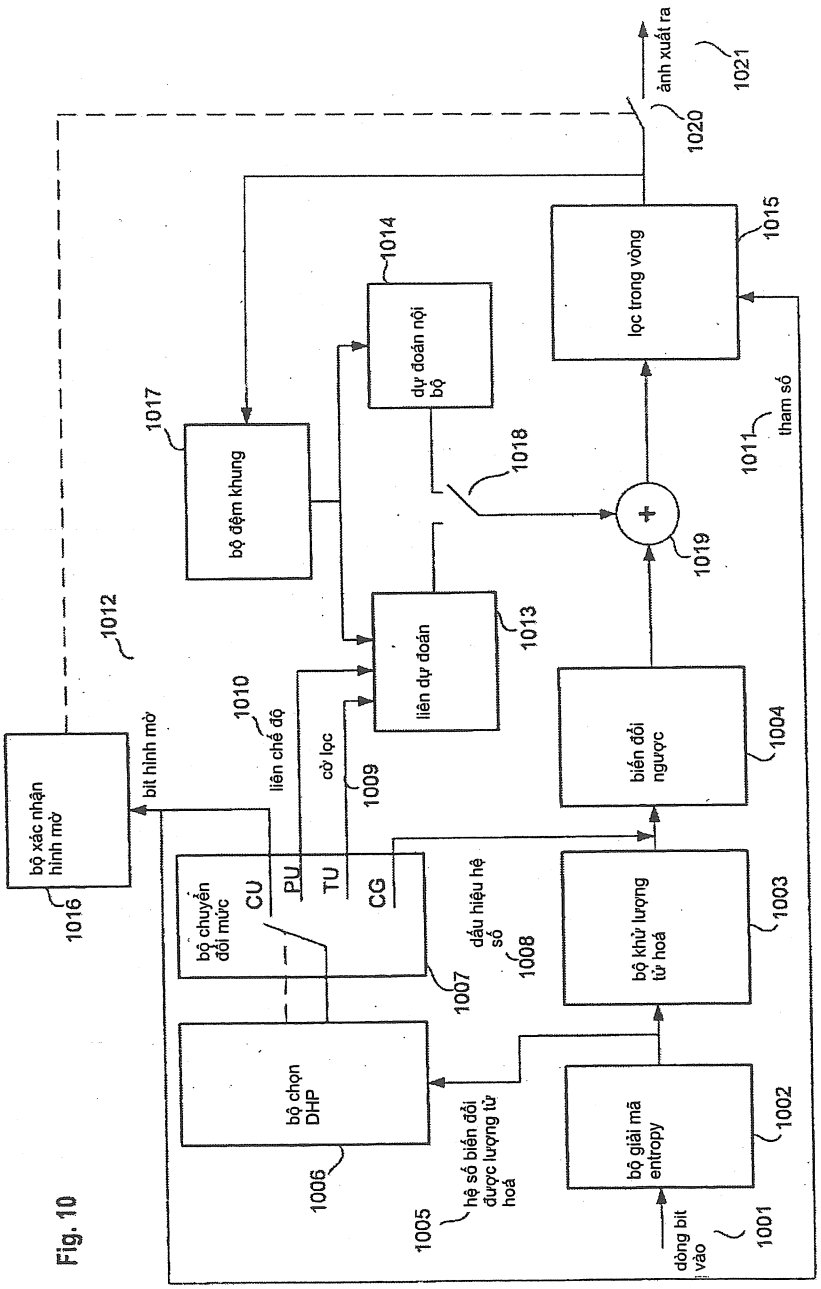

dòng bit vào
1001
bộ giải mã entropy
1002
bộ khử lượng tử hoá
1003
biến đổi ngược
1004
hệ số biến đổi được lượng tử hoá
1005
bộ chọn DHP
1006
dấu hiệu hệ số
1008
cờ lọc
1009
liên chế độ
1010
tham số
1011
bộ xác nhận hình mờ
1016
bit hình mờ
1012
bộ đệm khung
1017
dự đoán nội bộ
1014
liên dự đoán
1013
lọc trong vòng
1015
ảnh xuất ra
1021
1020
1018
1019
CU
PU
TU
CG
bộ chuyển đổi mức
1007

Fig. 10

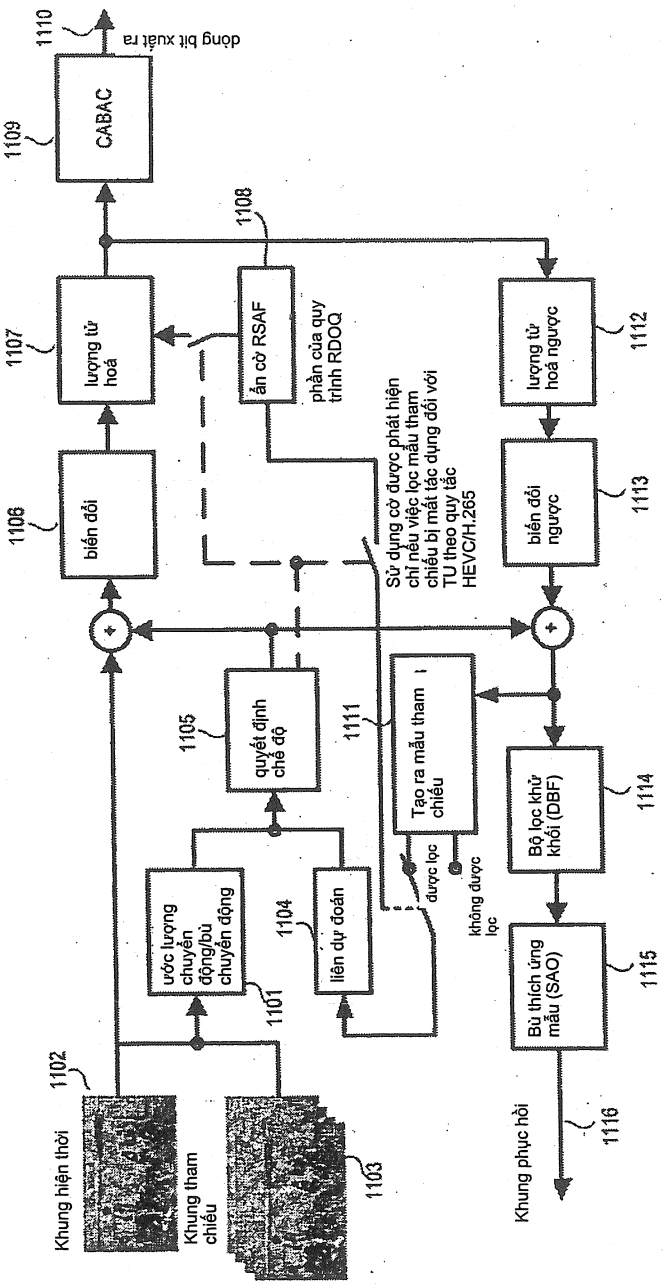

1110
dòng bit xuất ra
1109
CABAC
1108
1107
lượng tử hoá
ẩn cờ RSAF
phần của quy trình RDOQ
1112
lượng tử hoá ngược
1106
biến đổi
Sử dụng cờ được phát hiện chỉ nếu việc lọc mẫu tham chiếu bị mất tác dụng đối với TU theo quy tắc HEVC/H.265
1113
biến đổi ngược
1105
quyết định chế độ
1111
Tạo ra mẫu tham chiếu
được lọc
không được lọc
1114
Bộ lọc khử khối (DBF)
ước lượng chuyển động/bù chuyển động
1104
liên dự đoán
1101
1115
Bù thích ứng mẫu (SAO)
1102
Khung hiện thời
Khung tham chiếu
1103
Khung phục hồi
1116

Fig. 11

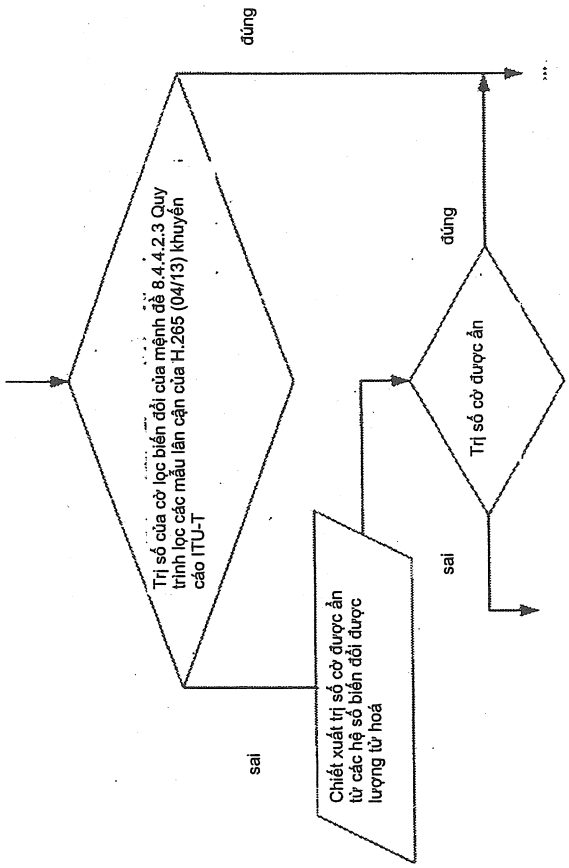

đúng
Trị số của cờ lọc biến đổi của mệnh đề 8.4.4.2.3 Quy trình lọc các mẫu lân cận của H.265 (04/13) khuyến cáo ITU-T
sai
Chiết xuất trị số cờ được ẩn từ các hệ số biến đổi được lượng tử hoá
đúng
Trị số cờ được ẩn
sai

Fig. 12

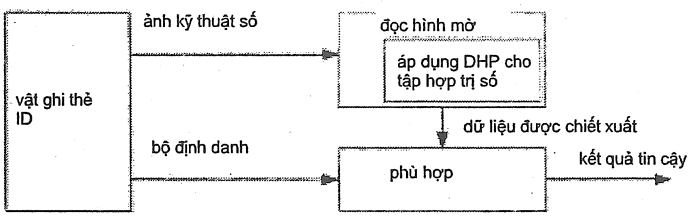


Fig. 13a

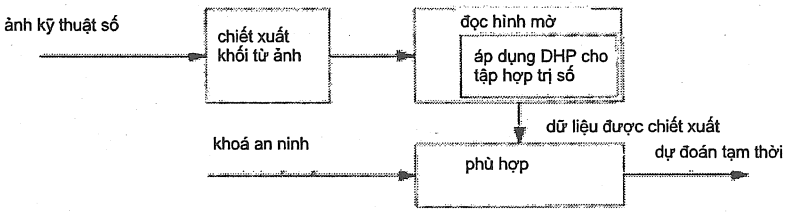


Fig. 13b

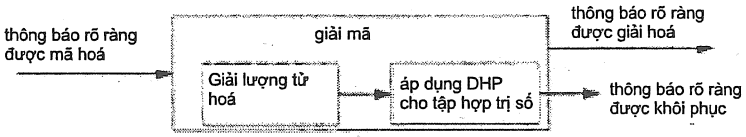


Fig. 13c

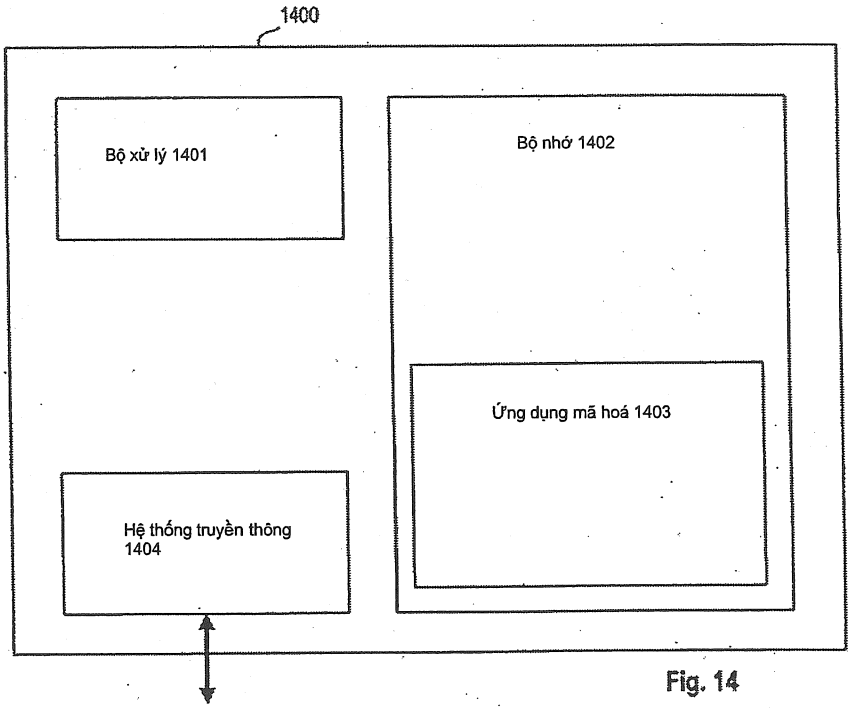

1400
Bộ xử lý 1401
Bộ nhớ 1402
Ứng dụng mã hoá 1403
Hệ thống truyền thông
1404

Fig. 14

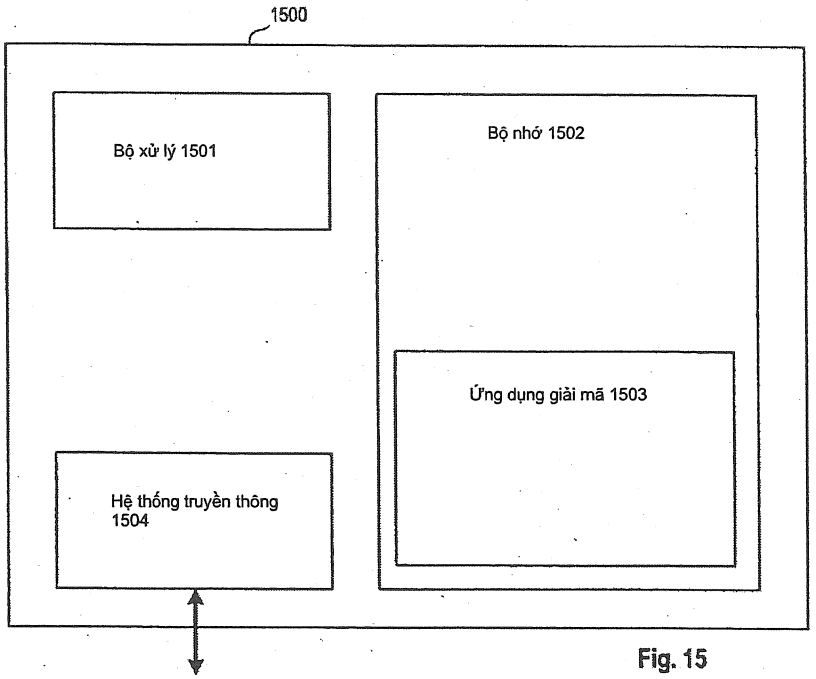

1500
Bộ xử lý 1501
Bộ nhớ 1502
Ứng dụng giải mã 1503
Hệ thống truyền thông 1504

Fig. 15