



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
1-0020465

(51)⁷ H04N 7/26, H03M 7/42, H04N 7/50

(13) B

(21) 1-2017-02908

(22) 18.06.2012

(62) 1-2014-00151

(30) 61/497,794 16.06.2011 US

61/508,506 15.07.2011 US

(45) 25.02.2019 371

(43) 25.09.2017 354

(73) GE Video Compression, LLC (US)

8 Southwoods Boulevard, Albany, New York 12211, United States of America

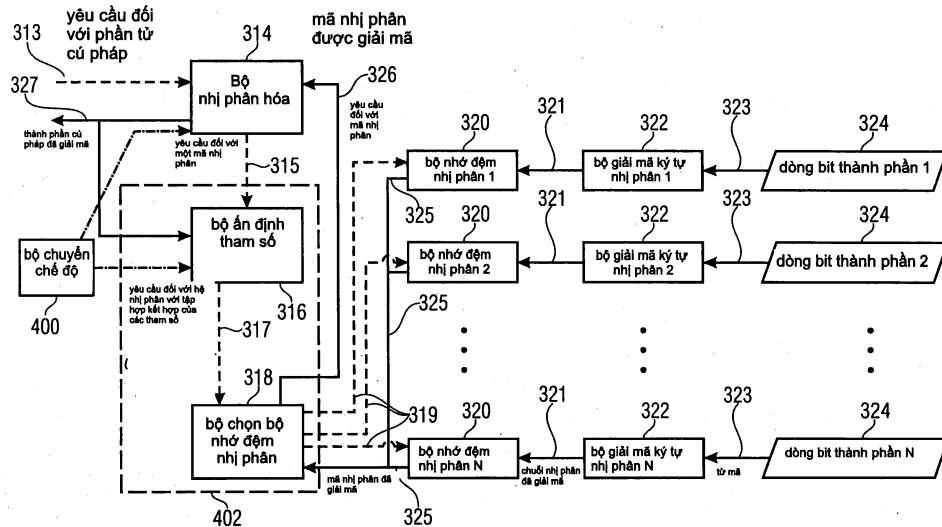
(72) GEORGE, Valeri (DE), BROSS, Benjamin (DE), KIRCHHOFFER, Heiner (DE),
MARPE, Detlev (DE), NGUYEN, Tung (DE), PREISS, Matthias (DE), SIEKMANN,
Mischa (DE), STEGEMANN, Jan (DE), WIEGAND, Thomas (DE)

(74) Công ty Luật TNHH AMBYS Hà Nội (AMBYS HANOI)

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

(57) Sáng chế đề cập đến bộ giải mã để giải mã video, phương pháp giải mã video và phương pháp mã hóa video. Bộ giải mã để giải mã video từ dòng dữ liệu mà các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động được mã hoá thành bằng cách lần lượt sử dụng sự nhị phân hoá các thành phần ngang và dọc đã mô tả, sự nhị phân hoá cân bằng mã đơn phân rút gọn của các thành phần ngang và dọc trong khoảng thứ nhất của miền chứa các thành phần ngang và dọc dưới giá trị ngưỡng, và lần lượt, sự kết hợp của tiền tố dưới dạng mã đơn phân rút gọn cho giá trị ngưỡng và hậu tố dưới dạng mã Exp-Golomb của các thành phần ngang và dọc tương ứng trong khoảng thứ hai của miền chứa các thành phần ngang và dọc bao hàm và trên giá trị ngưỡng, trong đó giá trị ngưỡng là hai hoặc mã Exp-Golomb có bậc một. Bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để, đối với các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, nhận mã đơn phân rút gọn từ dòng dữ liệu sử dụng sự mã hoá entropi nhị phân thích ứng ngữ cảnh với chính xác một ngữ cảnh trên mỗi vị trí nhị phân của mã đơn phân rút gọn mà là chung cho các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, và mã Exp-Golomb sử dụng chế độ đường vòng xác suất bằng nhau không đổi để

thu được sự nhị phân hoá các hiệu vectơ chuyển động. Bộ giải biểu tượng được tạo cấu hình để giải nhị phân sự nhị phân hoá của các phần tử cú pháp hiệu vectơ chuyển động để thu được các giá trị nguyên của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động; bộ khôi phục được tạo cấu hình để khôi phục video dựa trên các giá trị số nguyên của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động.



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến khái niệm mã hóa entropi để mã hóa dữ liệu video.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Có rất nhiều bộ mã hóa-giải mã video đã được biết đến trong lĩnh vực này. Nói chung, các bộ mã hóa-giải mã làm giảm lượng dữ liệu cần thiết để truyền tải nội dung video, tức là, chúng nén dữ liệu. Trong trường hợp mã hóa video, đã biết rằng việc nén dữ liệu video đạt được một cách thuận lợi bằng cách áp dụng lần lượt các kỹ thuật mã hóa khác nhau: dự báo bù chuyển động được sử dụng để dự báo nội dung hình. Các vectơ chuyển động được xác định trong dự báo bù chuyển động cũng như các số dư dự báo được mã hóa entropi không tổn hao. Để giảm thêm lượng dữ liệu, chính các vectơ chuyển động được dự báo để chỉ các hiệu vectơ chuyển động biểu diễn số dư dự báo vectơ chuyển động, phải được mã hóa entropi. Ví dụ, trong H.264, quy trình vừa trình bày được áp dụng để truyền thông tin trên các hiệu vectơ chuyển động. Cụ thể, các hiệu vectơ chuyển động được nhị phân hóa thành các chuỗi ký tự nhị phân tương ứng với tổ hợp của mã đơn phân rút gọn, từ giá trị ngưỡng trở đi, mã Golomb số mũ (mã Exp-Golomb). Trong khi các ký tự nhị phân của mã Golomb số mũ dễ dàng được mã hóa bằng cách sử dụng chế độ đường vòng xác suất bằng nhau với xác suất cố định là 0,5, nhiều ngữ cảnh được cung cấp cho các ký tự nhị phân thứ nhất. Giá trị ngưỡng được chọn là chín. Theo đó, lượng lớn ngữ cảnh được cung cấp để mã hóa các hiệu vectơ chuyển động.

Tuy nhiên, việc cung cấp số lượng lớn ngữ cảnh không chỉ làm tăng độ phức tạp mã hóa mà có thể còn ảnh hưởng xấu đến hiệu suất mã hóa: nếu ngữ cảnh được xem quá ít, tính thích ứng xác suất, tức là, tính thích ứng của phép ước lượng xác suất kết hợp với ngữ cảnh tương ứng trong suốt quá trình mã hóa entropi không thực hiện được một cách hiệu quả. Theo đó, các phép ước lượng xác suất sử dụng ước lượng thống kê biểu tượng thực không phù hợp. Hơn nữa, nếu đối với ký tự nhị phân nhất định của sự nhị phân hóa, một số ngữ cảnh được cung cấp, sự lựa chọn trong số chúng có thể cần phải có sự xem xét các ký tự nhị phân lân cận/giá trị phần tử cú pháp mà sự cần thiết của chúng có thể cản trở việc thực hiện quy trình giải mã. Mặt khác, nếu số lượng ngữ cảnh được cung cấp quá thấp, các ký tự nhị phân của thống kê biểu tượng

thực thay đổi nhiều được nhóm lại với nhau trong một ngữ cảnh và theo đó, ước lượng xác suất liên quan đến ngữ cảnh đó không mã hóa một cách hiệu quả các ký tự nhị phân liên quan đến nó.

Do đó luôn tồn tại nhu cầu để tăng thêm hiệu suất mã hóa của quá trình mã hóa entropi của các hiệu véctor chuyển động.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất khái niệm mã hóa này.

Mục đích này đạt được bằng đối tượng của các yêu cầu bảo hộ độc lập kèm theo đây.

Phát hiện cơ bản của sáng chế là ở chỗ hiệu quả mã hóa của phép mã hóa entropi của các hiệu véctor chuyển động có thể tiếp tục được tăng lên bằng cách làm giảm giá trị ngưỡng đến giá trị mà mã đơn phân rút gọn được sử dụng để nhị phân hóa các hiệu véctor chuyển động, giảm xuống đến hai để chỉ có hai vị trí nhị phân của mã đơn phân rút gọn, và nếu thứ tự của một vị trí được sử dụng cho mã Golomb số mũ cho sự nhị phân hóa của các hiệu véctor chuyển động từ giá trị ngưỡng trở đi và ngoài ra nếu chính xác một ngữ cảnh được cung cấp cho hai vị trí nhị phân của mã đơn phân rút gọn tương ứng thì không cần thiết lựa chọn ngữ cảnh dựa vào các ký tự nhị phân hoặc các giá trị phần tử cú pháp của các khối hình lân cận và tránh được sự phân loại quá chính xác của các ký tự nhị phân tại các vị trí nhị phân này thành các ngữ cảnh, vì vậy phép thích ứng xác suất làm việc một cách phù hợp, và nếu các ngữ cảnh giống nhau được sử dụng cho các thành phần dọc và thành phần ngang, tiếp tục làm giảm các tác dụng bất lợi của sự chia nhỏ ngữ cảnh quá trình.

Hơn nữa, phát hiện ra rằng các thiết lập vừa đề cập đối với sự mã hóa entropi của các hiệu véctor chuyển động đặc biệt có giá trị khi kết hợp tương tự với các phương pháp dự báo tiên tiến các véctor chuyển động và làm giảm lượng hiệu véctor chuyển động cần thiết được truyền. Ví dụ, nhiều bộ dự báo véctor chuyển động có thể được cung cấp để thu được danh sách các bộ dự báo véctor theo thứ tự, và chỉ số cho danh sách này có thể được sử dụng để xác định bộ dự báo véctor chuyển động thực, số dư dự báo của nó được biểu diễn bằng hiệu véctor chuyển động đang nói đến. Mặc dù thông tin trong chỉ số danh sách được sử dụng phải lấy được từ dòng dữ liệu tại phía giải mã, nhưng chất lượng dự báo tổng thể của các véctor chuyển động tăng lên và theo đó, độ lớn của các hiệu véctor chuyển động giảm thêm, do đó nhìn chung hiệu suất mã hóa

tăng thêm và sự giảm giá trị ngưỡng và sử dụng thông thường ngữ cảnh cho các thành phần ngang và dọc của các hiệu véctor chuyển động khớp với dự báo véctor chuyển động cải thiện. Mặt khác, phép hợp nhất có thể được sử dụng để làm giảm số lượng hiệu véctor chuyển động được truyền ở bên trong dòng dữ liệu: thông tin hợp nhất có thể được truyền ở bên trong dòng dữ liệu phát tín hiệu đến các khối giải mã của một phép chia nhỏ các khối mà được nhóm thành một nhóm khối. Các hiệu véctor chuyển động sau đó có thể được truyền ở bên trong dòng dữ liệu trong các đơn vị của các nhóm hợp nhất này thay vì các khối riêng lẻ, từ đó làm giảm số lượng hiệu véctor chuyển động phải được truyền. Do sự kết nhóm này của các khối làm giảm sự liên hệ lẫn nhau giữa các hiệu véctor chuyển động lân cận nên việc bỏ qua sự cung cấp một số ngữ cảnh cho một vị trí nhị phân nói trên ký tự nhị phân ngăn ngừa sơ đồ mã hóa entropi không bị phân loại quá tinh thành các ngữ cảnh phụ thuộc vào các hiệu véctor chuyển động lân cận. Đúng hơn là, khái niệm hợp nhất đã khai thác sự tương quan lẫn nhau giữa các hiệu véctor chuyển động của các khối lân cận và theo đó, một ngữ cảnh cho một vị trí nhị phân tương tự cho các thành phần dọc và thành phần ngang là đủ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án ưu tiên của sáng chế được mô tả trong phần dưới đây kèm theo các hình vẽ, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện bộ mã hóa theo phương án thực hiện sáng chế;

Các hình vẽ Fig.2a đến Fig.2c là sơ đồ thể hiện các cách chia nhỏ khác nhau của mảng mẫu chẳng hạn như hình ảnh thành các khối;

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện bộ giải mã theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện bộ mã hóa theo phương án thực hiện sáng chế một cách chi tiết hơn;

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện bộ giải mã theo phương án thực hiện sáng chế một cách chi tiết hơn;

Fig.6 minh họa dưới dạng sơ đồ sự biến đổi khối từ miền không gian thành miền quang phổ, khối biến đổi tạo thành và sự biến đổi lại của nó;

Fig.7 là sơ đồ khối thể hiện bộ mã hóa theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ khối thể hiện bộ giải mã thích hợp để giải mã dòng bit được tạo ra từ bộ mã hóa theo Fig.7, theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ minh họa gói dữ liệu với dòng bit được dồn kênh một phần theo phương án của sáng chế;

Fig.10 là sơ đồ minh họa gói dữ liệu với phân khúc đan xen sử dụng các phân đoạn kích thước cố định theo phương án khác của sáng chế;

Fig.11 là hình vẽ thể hiện bộ giải mã hỗ trợ chuyển chế độ theo phương án của sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện bộ giải mã hỗ trợ chuyển chế độ theo phương án khác của sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện bộ mã hóa phù hợp với bộ giải mã trên Fig.11 theo phương án của sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện bộ mã hóa phù hợp với bộ giải mã trên Fig.12 theo phương án của sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ thể hiện sự ánh xạ pStateCtx và fullCtxState/256**E**.

Fig.16 là hình vẽ thể hiện bộ giải mã theo phương án của sáng chế; và

Fig.17 là hình vẽ thể hiện bộ mã hóa theo một phương án của sáng chế.

Fig.18 thể hiện dưới dạng sơ đồ sự nhị phân hóa hiệu vectơ theo phương án của sáng chế;

Fig.19 minh họa dưới dạng sơ đồ khái niệm hợp nhất theo phương án của sáng chế; và

Fig.20 minh họa dưới dạng sơ đồ dự báo vectơ chuyển động theo phương án của sáng chế.

Lưu ý rằng trong suốt phần mô tả các hình vẽ, các phần tử xuất hiện trong một số hình vẽ được thể hiện với cùng một dấu hiệu tham chiếu và sự mô tả lặp đi lặp lại các phần tử đó cũng như các chức năng liên quan được lược bỏ để tránh sự lặp lại không cần thiết. Tuy nhiên, các chức năng và sự mô tả được thực hiện trên một hình vẽ cũng sẽ được áp dụng cho các hình vẽ khác trừ khi có sự chỉ định ngược lại rõ ràng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước hết các phương án về khái niệm mã hóa video nói chung sẽ được mô tả sau đây, kết hợp với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.10. Các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.6 liên quan đến phần hoạt động mã hóa-giải mã video trên mức độ cú pháp. Các hình vẽ tiếp theo từ Fig.8 đến Fig.10 liên quan đến các phương án đề cập đến phần mã liên quan đến việc biến đổi dòng phần tử cú pháp thành dòng dữ liệu và ngược lại. Sau đó,

các khía cạnh và các phương án cụ thể của sáng chế sẽ được mô tả ở dạng các phương án thực hiện khả thi của khái niệm chung được nêu ra kết hợp với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.10.

Fig.1 thể hiện ví dụ cho bộ mã hóa 10 trong đó các khía cạnh của sáng chế có thể được thực hiện.

Bộ mã hóa mã hóa mảng mẫu thông tin 20 thành dòng dữ liệu. Mảng mẫu thông tin có thể thể hiện các mẫu thông tin tương ứng với, ví dụ, các giá trị độ sáng, giá trị màu sắc, giá trị âm tiếng, giá trị sắc độ hoặc tương tự. Tuy nhiên, các mẫu thông tin cũng có thể là các giá trị độ sâu trong trường hợp mảng mẫu 20 là bản đồ chiều sâu được tạo ra bởi, ví dụ, cảm biến thời gian sáng hoặc tương tự.

Bộ mã hóa 10 là bộ mã hóa dựa trên khối. Tức là bộ mã hóa 10 mã hóa mảng mẫu 20 thành dòng dữ liệu 30 trong các đơn vị của các khối 40. Sự mã hóa trong các đơn vị của các khối 40 không nhất thiết có nghĩa là bộ mã hóa 10 mã hóa các khối 40 này hoàn toàn độc lập với nhau. Thay vào đó, bộ mã hóa 10 có thể sử dụng sự khôi phục của các khối đã mã hóa trước đó để ngoại suy hoặc dự báo nội bộ các khối còn lại, và có thể sử dụng độ chi tiết của các khối để thiết lập các tham số mã hóa, tức là, để thiết lập cách thức từng khu vực mảng mẫu tương ứng với khối tương ứng được mã hóa.

Hơn nữa, bộ mã hóa 10 còn là bộ mã hóa biến đổi. Tức là, bộ mã hóa 10 mã hóa các khối 40 bằng cách sử dụng phép biến đổi để chuyển các mẫu thông tin trong mỗi khối 40 từ miền không gian thành miền quang phổ. Phép biến đổi hai chiều chẳng hạn như DCT (Discrete Cosine Transform – biến đổi cosin rời rạc) hoặc FFT (Fast Fourier Transform – Biến đổi Fourier nhanh) hoặc tương tự có thể được sử dụng. Tốt hơn là, các khối 40 có dạng hình vuông hoặc hình chữ nhật.

Sự chia nhỏ mảng mẫu 20 thành các khối 40 như được thể hiện trên Fig.1 chỉ nhằm mục đích minh họa. Fig.1 thể hiện mảng mẫu 20 đã được chia nhỏ thành các khối 40 hình vuông hoặc chữ nhật có sự sắp xếp đều đặn hai chiều, trong đó các khối 40 tiếp giáp nhau theo cách thức không chồng lấp. Kích thước của các khối 40 có thể được định trước. Tức là, bộ mã hóa 10 có thể không chuyển thông tin về kích thước khối của các khối 40 trong dòng dữ liệu 30 tới phía giải mã. Ví dụ, bộ giải mã có thể kỳ vọng kích thước khối định trước.

Tuy nhiên, có thể có nhiều sự thay thế. Ví dụ, các khối có thể chồng lấp lên nhau. Tuy nhiên, việc chồng lấp lên nhau có thể bị hạn chế ở phạm vi mà mỗi khối có một phần không bị chồng lấp bởi khối bên cạnh bất kỳ hoặc sao cho mỗi mẫu của các khối bị chồng lấp ở mức độ tối đa bởi một khối trong số các khối bên cạnh được sắp xếp ở vị trí liền kề với khối hiện thời dọc theo hướng đã được định trước. Trường hợp sau có nghĩa là các khối lân cận bên trái và phải có thể chồng lên khối hiện thời để che phủ hoàn toàn khối hiện thời nhưng chúng có thể không chồng lên nhau, và điều tương tự cũng áp dụng cho các khối bên cạnh theo hướng ngang và dọc.

Với sự thay thế khác, sự chia nhỏ mảng mẫu 20 thành các khối 40 có thể được làm thích ứng với nội dung của mảng mẫu 20 bởi bộ mã hóa 10 với thông tin chia nhỏ trên sự chia nhỏ được sử dụng được chuyển tới phía bộ giải mã thông qua dòng bit 30.

Các hình vẽ từ Fig.2a đến Fig.2c thể hiện các ví dụ khác nhau về sự chia nhỏ mảng mẫu 20 thành các khối 40. Fig.2a thể hiện sự chia nhỏ trên cơ sở cây tứ phân mảng mẫu 20 thành các khối 40 có các kích thước khác nhau, được thể hiện với các khối đại diện được biểu thị tại 40a, 40b, 40c và 40d có kích thước tăng dần. Theo sự chia nhỏ được thể hiện trên Fig.2a, mảng mẫu 20 trước tiên sẽ được chia thành sự sắp xếp hai chiều đều đặn của các khối cây 40d mà, lần lượt, có thông tin chia nhỏ riêng được kết hợp mà theo đó khối cây 40d nhất định có thể được chia nhỏ thêm nữa theo cấu trúc cây tứ phân hoặc không. Khối cây bên trái khối cây 40d được chia nhỏ thành các khối nhỏ hơn theo cấu trúc cây tứ phân. Bộ mã hóa 10 có thể thực hiện một phép biến đổi hai chiều với mỗi khối được thể hiện bằng các đường nét liền và nét đứt trên Fig.2a. Nói cách khác, bộ mã hóa 10 có thể biến đổi mảng 20 trong các đơn vị phân chia khối.

Thay vì sự chia nhỏ dựa trên cây tứ phân, sự chia nhỏ dựa trên cây đa phân chung có thể được sử dụng và số lượng các nút con trên mỗi mức phân cấp có thể khác nhau giữa các mức phân cấp khác nhau.

Fig.2b thể hiện ví dụ về sự chia nhỏ khác. Theo Fig.2b, mảng mẫu 20 trước tiên được chia thành các khối macro 40b được sắp xếp hai chiều đều đặn theo cách thức tiếp giáp không chồng lấp nhau trong đó mỗi khối macro 40b được kết hợp với các thông tin chia nhỏ mà theo đó khối macro không bị chia nhỏ, hoặc, nếu được chia nhỏ, thì được chia nhỏ theo cách thức hai chiều đều đặn thành các khối con có kích thước bằng nhau để đạt được các độ chi tiết chia nhỏ khác nhau cho các khối macro khác

nhau. Kết quả là sự chia nhỏ mảng mẫu 20 thành các khối có kích thước khác nhau 40 mà đại diện là các khối có kích thước khác nhau như được biểu thị ở 49a, 40b và 40a'. Như được thể hiện trên Fig.2a, bộ mã hóa 10 thực hiện việc biến đổi hai chiều trên mỗi khối được thể hiện bằng các đường nét liền và nét đứt trên Fig.2b. Fig.2c sẽ được mô tả sau đây.

Fig.3 thể hiện bộ giải mã 50 có khả năng giải mã dòng dữ liệu 30 được tạo ra bởi bộ mã hóa 10 để khôi phục phiên bản được khôi phục 60 của mảng mẫu 20. Bộ giải mã 50 trích xuất từ dòng dữ liệu 30 khối hệ số biến đổi đối cho mỗi khối 40 và khôi phục phiên bản được khôi phục 60 bằng cách thực hiện biến đổi nghịch đảo trên mỗi khối hệ số biến đổi.

Bộ mã hóa 10 và bộ giải mã 50 có thể được tạo cấu hình để thực hiện việc mã hóa/giải mã entropi nhằm chèn thông tin về các khối hệ số biến đổi vào, và trích xuất thông tin này từ dòng dữ liệu một cách tương ứng. Chi tiết của vấn đề này sẽ được mô tả cụ thể sau trong các phương án khác nhau của sáng chế. Lưu ý rằng, dòng dữ liệu 30 không cần thiết phải bao gồm các thông tin về các khối hệ số biến đổi cho tất cả các khối 40 của mảng mẫu 20. Thay vào đó, tập hợp con của các khối 40 có thể được mã hóa thành dòng bit 30 theo cách khác. Ví dụ, bộ mã hóa 10 có thể quyết định không chèn khối hệ số biến đổi cho một khối nhất định trong các khối 40 mà thay vào đó là chèn vào dòng bit 30 các tham số mã hóa luân phiên nhau mà có thể làm cho bộ giải mã 50 dự báo hoặc nếu không thì điền đầy khối tương ứng trong phiên bản được khôi phục 60. Ví dụ, bộ mã hóa 10, có thể thực hiện sự phân tích cấu trúc nhằm bố trí các khối trong mảng mẫu 20, mà có thể được điền đầy tại phía bộ giải mã bởi bộ giải mã bằng cách tổng hợp cấu trúc và theo đó, hiển thị nó trong dòng bit.

Như đã được mô tả kết hợp với các hình vẽ, các khối hệ số biến đổi không nhất thiết thể hiện phép biểu diễn miền quang phổ của các mẫu thông tin ban đầu của khối tương ứng 40 của mảng mẫu 20. Thay vào đó, khối hệ số biến đổi như vậy có thể thể hiện phép biểu diễn miền quang phổ của phần dư dự báo của khối 40 tương ứng. Fig.4 thể hiện một phương án khác của bộ mã hóa. Bộ mã hóa trên Fig.4 bao gồm bộ biến đổi 100, bộ mã hóa entropi 102, và bộ biến đổi nghịch đảo 104, bộ dự báo 106 và bộ trừ 108, cũng như bộ cộng 110. Bộ trừ 108, bộ biến đổi 100 và bộ mã hóa entropi 102 được nối nối chuỗi theo đúng thứ tự như được đề cập giữa đầu vào 112 và đầu ra 114 của bộ mã hóa trên Fig.4. Bộ biến đổi nghịch đảo 104, bộ cộng 110 và bộ dự báo 106

được nối với nhau theo thứ tự được đề cập giữa bộ biến đổi 100 và đầu vào nghịch đảo của bộ trừ 108, với đầu ra của bộ dự báo 106 cũng được nối thêm với đầu vào của bộ cộng 110.

Bộ mã hóa trên Fig.4 là bộ mã hóa khối dựa trên sự biến đổi dự báo. Tức là các khối của mảng mẫu 20 nhập dữ liệu đầu vào 112 được dự báo từ các phần được mã hóa và khôi phục trước đó của cùng một mảng mẫu 20 hoặc các mảng mẫu khác được mã hóa và khôi phục trước đó mà có thể đặt trước hoặc đặt sau mảng mẫu 20 hiện thời trong trong thời gian trình diễn. Phép dự báo được thực hiện bởi bộ dự báo 106. Bộ trừ 108 trừ phần dự báo từ khối ban đầu và bộ biến đổi 100 thực hiện phép biến đổi hai chiều trên các phần dư dự báo. Bản thân phép biến đổi hai chiều hoặc phép đo lường tiếp theo bên trong bộ biến đổi 100 có thể dẫn đến phép lượng tử hóa các hệ số biến đổi bên trong các khối hệ số biến đổi. Các khối hệ số biến đổi đã lượng tử hóa được mã hóa chính xác bằng cách, ví dụ, mã hóa entropi trong bộ mã hóa entropi 102 với dòng dữ liệu tạo ra được xuất tại đầu ra 114. Bộ biến đổi nghịch đảo 104 khôi phục phần dư đã lượng tử hóa và bộ cộng 110 lần lượt kết hợp phần dư được khôi phục với phần dự báo tương ứng để thu được các mẫu thông tin khôi phục mà dựa vào đó bộ dự báo 106 có thể dự báo các khối dự báo đã được mã hóa hiện thời nêu trên. Bộ dự báo 106 có thể sử dụng các chế độ dự báo khác nhau chẳng hạn như các chế độ dự báo trong khối và chế độ dự báo liên khối nhằm dự báo các khối và các tham số dự báo được đưa đến bộ mã hóa entropi 102 để chèn vào dòng dữ liệu. Với mỗi khối dự báo được dự báo liên khối, dữ liệu chuyển động tương ứng được chèn vào dòng bit thông qua bộ mã hóa entropi 102 để cho phép phía giải mã thực hiện lại dự báo. Dữ liệu chuyển động cho khối dự báo của hình ảnh có thể bao hàm phần cú pháp gồm có các phần tử cú pháp biểu diễn hiệu vectơ chuyển động mã hóa vì phân vectơ chuyển động cho khối dự báo hiện thời liên quan đến bộ dự báo vectơ chuyển động được suy ra, ví dụ, bằng cách thức của phương pháp được quy định từ các vectơ chuyển động của các khối dự báo đã mã hóa bên cạnh.

Tức là, theo phương án trên Fig.4, các khối hệ số biến đổi thể hiện phép biểu diễn phổ của phần dư của mảng mẫu chứ không phải các mẫu thông tin thực tế của nó. Tức là, theo phương án trên Fig.4, chuỗi phần tử cú pháp có thể nhập vào bộ mã hóa entropi 102 để được mã hóa entropi thành dòng dữ liệu 114. Chuỗi phần tử cú pháp có thể bao gồm các phần tử cú pháp hiệu vectơ chuyển động cho các khối dự báo liên

khối và các phần tử cú pháp liên quan đến các vị trí thể hiện bản đồ mức quan trọng biểu thị các vị trí của các mức hệ số biến đổi quan trọng cũng như các phần tử cú pháp xác định các mức hệ số biến đổi quan trọng của chúng, đối với các khối biến đổi.

Lưu ý rằng có nhiều sự thay thế cho phương án trên Fig.4 với một số trong số đó đã được mô tả trong phần giới thiệu của bản mô tả với sự kết hợp với phần mô tả Fig.4 kèm theo.

Fig.5 thể hiện bộ giải mã có khả năng giải mã dòng dữ liệu được tạo ra bởi bộ mã hóa trên Fig.4. Bộ giải mã trên Fig.5 bao gồm bộ giải mã entropi 150, bộ biến đổi nghịch đảo 152, và bộ cộng 154, bộ dự báo 156. Bộ giải mã entropi 150, bộ biến đổi nghịch đảo 152, và bộ cộng 154 được nối theo chuỗi ở giữa đầu vào 158 và đầu ra 160 của bộ giải mã trên Fig.5 theo thứ tự như trên. Đầu ra khác của bộ giải mã 150 được nối với bộ dự báo 156 và tiếp đó bộ dự báo được nối giữa đầu ra và đầu vào khác của bộ cộng 154. Bộ giải mã 150 trích xuất từ dòng dữ liệu vào bộ giải mã trên Fig.5 tại đầu vào 158, các khối hệ số biến đổi trong đó phép biến đổi nghịch đảo được sử dụng để biến đổi các khối hệ số biến đổi tại bộ biến đổi nghịch đảo 152 để thu được tín hiệu dư. Tín hiệu dư được kết hợp với phần dự báo từ bộ dự báo 156 tại bộ cộng 154 để thu được khối khôi phục của phiên bản khôi phục của mảng mẫu tại đầu ra 160. Dựa trên phiên bản khôi phục, bộ dự báo 156 tạo ra các phần dự báo từ đó xây dựng lại các phép dự báo được thực hiện bởi bộ dự báo 106 ở bên bộ mã hóa. Để đạt được các phần dự báo tương tự như được sử dụng ở bên bộ mã hóa, bộ dự báo 156 sử dụng các tham số dự báo mà bộ giải mã entropi 150 cũng có được từ dòng dữ liệu tại đầu vào 158.

Cần lưu ý rằng trong các phương án được mô tả trên đây, độ chi tiết trong không gian mà tại đó phép dự báo và biến đổi của phần dư được thực hiện không cần phải bằng nhau. Điều này được thể hiện trên Fig.2C. Hình vẽ này thể hiện sự chia nhỏ các khối dự báo của độ chi tiết dự báo được thể hiện bằng các đường nét liền và các độ chi tiết phần dư được thể hiện bằng các đường nét đứt. Như có thể nhìn thấy, các phần chia nhỏ có thể được chọn bởi bộ mã hóa độc lập nhau. Để chính xác hơn, cú pháp dòng dữ liệu có thể cho phép xác định sự chia nhỏ phần dư độc lập từ sự chia nhỏ phần dự báo. Ngoài ra, sự chia nhỏ phần dư có thể là sự mở rộng của sự chia nhỏ phần dự báo sao cho mỗi khối dư bằng nhau hoặc là các tập hợp con thích hợp của khối dự báo. Điều này được thể hiện trên Fig.2a và Fig.2b, ví dụ, các độ chi tiết dự báo được thể hiện bằng các đường nét liền và các độ chi tiết phần dư được thể hiện bằng các đường

nét đứt. Trong các hình vẽ từ Fig.2a đến Fig.2c, tất cả các khối có biểu tượng tham chiếu gắn với chúng thể hiện các khối phần dư thể hiện phép biến đổi hai chiều sẽ được thực hiện trong khi các khối được thể hiện bằng đường nét liền lớn hơn bao quanh các khối được thể hiện bằng đường nét đứt 40a, ví dụ, sẽ là các khối dự báo trong đó việc xây dựng tham số dự báo được thực hiện riêng rẽ.

Các phương án trên đây có điểm chung là khối mẫu (dư hoặc ban đầu) sẽ được biến đổi tại phía bộ mã hóa thành khối hệ số biến đổi, mà sau đó các khối hệ số biến đổi này sẽ biến đổi nghịch đảo thành khối khôi phục của các mẫu tại phía bộ giải mã. Điều này được thể hiện trên Fig.6. Fig.6 thể hiện các khối mẫu 200. Trong trường hợp ở Fig.6, khối 200 này ví dụ là khối vuông và có 4x4 mẫu 202 bên trong. Các mẫu 202 được sắp xếp tuần tự dọc theo hướng ngang x và hướng dọc y. Bằng phép biến đổi hai chiều T như mô tả trên đây, khối 200 được biến đổi sang miền quang phổ, cụ thể là biến đổi thành khối 204 của các hệ số biến đổi 206, khối biến đổi 204 có cùng kích thước với khối 200. Tức là, khối biến đổi 204 có nhiều hệ số biến đổi 206 tương tự như khối 200 có các mẫu, ở cả hướng ngang và hướng dọc. Tuy nhiên, phép biến đổi T là sự biến đổi phổ, các vị trí của các hệ số biến đổi 206 trong khối biến đổi 204 không tương ứng với các vị trí không gian mà tương ứng với các thành phần phổ của nội dung khối 200. Đặc biệt, trục ngang của khối biến đổi 204 tương ứng với trục theo đó tần số phổ trên trục ngang tăng dần trong khi trục đứng tương ứng với trục theo đó tần số quang phổ theo hướng ngang cũng tăng dần trong đó hệ số biến đổi thành phần DC (discrete cosine - cosin rời rạc) được định vị ở góc – ở đây ví dụ là góc trên bên trái – của khối 204 sao cho tại góc dưới bên phải, hệ số biến đổi 206 tương ứng với tần số cao nhất theo cả hướng ngang và hướng dọc đã được định vị. Bỏ qua hướng không gian, tần số không gian chứa hệ số biến đổi định trước 206, thường tăng từ góc trên bên trái đến góc dưới bên phải. Bằng phép biến đổi nghịch đảo TP^{-1P} , khối biến đổi 204 được biến đổi lại từ miền quang phổ sang miền không gian, sao cho thu lại được bản sao 208 của khối 200. Trong trường hợp không có sự lượng tử hóa/tồn thất xảy ra trong suốt quá trình biến đổi thì việc khôi phục sẽ hoàn hảo.

Như đã lưu ý ở trên, có thể thấy được trên Fig.6 là các kích thước khối lớn hơn của khối 200 làm tăng độ phân giải phổ của kết quả biểu diễn phổ 204. Mặt khác, nhiều lượng tử hóa có khuynh hướng trải rộng trên toàn bộ khối 208 và do đó, các đối tượng được định vị đột ngột trong các khối 200 có xu hướng dẫn đến sự sai lệch của

khối tái biến đổi liên quan đến khối 200 ban đầu do nhiều lượng tử hóa. Tuy nhiên, ưu điểm chính của việc sử dụng các khối có kích thước lớn hơn là tỷ lệ giữa một mặt là số lượng đáng kể, tức là hệ số biến đổi (lượng tử hóa) khác không, tức là, các mức, và mặt khác là số lượng hệ số biến đổi không quan trọng có thể giảm trong các khối lớn hơn so với các khối nhỏ hơn do đó có thể có được hiệu quả mã hóa tốt hơn. Nói cách khác, thông thường, các mức hệ số biến đổi quan trọng, tức là các hệ số biến đổi không được lượng tử hóa đến không, được phân phối thừa thớt trên các khối biến đổi 204. Do đó, theo như các phương án đã được mô tả chi tiết dưới đây, vị trí của các mức hệ số biến đổi quan trọng được đánh dấu trong dòng dữ liệu bằng các bản đồ mức quan trọng. Từ đó, các giá trị của hệ số biến đổi quan trọng, tức là mức hệ số biến đổi trong trường hợp các hệ số biến đổi đã được lượng tử hóa sẽ được truyền trong dòng dữ liệu.

Do đó, tất cả các bộ mã hóa và giải mã đã được mô tả ở trên được tạo cấu hình để giải quyết các cú pháp nhất định của các phần tử cú pháp. Có nghĩa là, các phần tử cú pháp được đề cập ở trên chẳng hạn như các mức hệ số biến đổi, các phần tử cú pháp liên quan đến bản đồ mức quan trọng của các khối chuyển đổi, các phần tử cú pháp dữ liệu chuyển động liên quan đến các khối dự báo liên khối và như vậy được cho là sắp xếp tuần tự trong dòng dữ liệu theo cách được quy định. Cách được quy định như vậy có thể được biểu diễn dưới hình thức của mã giả như nó được thực hiện, ví dụ theo tiêu chuẩn H.264 hoặc các bộ mã hóa - giải mã video khác.

Nói cách khác, phần mô tả ở trên, chủ yếu tập trung xử lý việc chuyển đổi dữ liệu truyền thông, ví dụ ở đây là dữ liệu video, thành chuỗi phần tử cú pháp theo cấu trúc cú pháp định trước quy định các kiểu phần tử cú pháp nhất định, ý nghĩa của nó và thứ tự của chúng. Bộ mã hóa entropi và bộ giải mã entropi trên Fig.4 và Fig.5 có thể được tạo cấu hình để hoạt động, và có thể được tạo cấu trúc, như được nêu ra sau đây. Cũng tương tự đối với việc thực hiện sự chuyển đổi giữa chuỗi phần tử cú pháp và dòng dữ liệu, tức là biểu tượng hoặc dòng bit.

Bộ mã hóa entropi theo phương án của sáng chế được minh họa trên Fig.7. Bộ mã hóa biến đổi không tổn hao dòng phần tử cú pháp 301 thành tập hợp của hai hoặc nhiều dòng bit thành phần 132.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, mỗi phần tử cú pháp 301 được kết hợp với một loại tập hợp của một hoặc nhiều loại, tức là kiểu phần tử cú pháp. Ví dụ, các loại

có thể chỉ rõ kiểu phân tử cú pháp. Trong trường hợp mã hóa video lai, loại riêng biệt có thể được kết hợp với các chế độ mã hóa khối macro, các chế độ mã hóa khối, các chỉ số hình ảnh tham khảo, các hiệu vectơ chuyển động, các chỉ hiệu chia nhỏ, các chỉ số khối mã hóa, các tham số lượng tử hóa, các mức hệ số biến đổi, v.v.. Trong các lĩnh vực ứng dụng khác, chẳng hạn như mã hóa âm thanh, lời nói, văn bản, tài liệu hoặc dữ liệu chung, các loại khác nhau của các phân tử cú pháp là có thể thực hiện được.

Nói chung, mỗi phân tử cú pháp có thể có giá trị hữu hạn hoặc tập hợp các giá trị vô hạn có thể đếm được, với tập hợp các giá trị phân tử cú pháp có khả năng có thể khác nhau đối với các thể loại phân tử cú pháp khác nhau. Ví dụ, có các phân tử cú pháp nhị phân cũng như các phân tử cú pháp giá trị nguyên.

Để giảm sự phức tạp của thuật toán mã hóa và giải mã và cho phép thiết kế mã hóa và giải mã chung cho các phân tử cú pháp khác nhau và các loại phân tử cú pháp khác nhau, các phân tử cú pháp 301 được chuyển thành các tập hợp lệnh của các quyết định nhị phân và các quyết định nhị phân này sau đó được xử lý bằng các thuật toán mã hóa nhị phân đơn giản. Do đó, bộ nhị phân hóa 302 sẽ ánh xạ song ánh giá trị mỗi phân tử cú pháp 301 thành chuỗi (chuỗi hoặc từ) các ký tự nhị phân 303. Chuỗi ký tự nhị phân 303 biểu diễn tập hợp các quyết định nhị phân theo thứ tự. Mỗi ký tự nhị phân 303 hoặc quyết định nhị phân có thể có một giá trị trong số tập hợp hai giá trị, ví dụ, một trong hai giá trị 0 và 1. Sơ đồ nhị phân hóa có thể là khác nhau với các thể loại phân tử cú pháp khác nhau. Sơ đồ nhị phân hóa đối với thể loại phân tử cú pháp cụ thể có thể phụ thuộc vào tập hợp các giá trị phân tử cú pháp có khả năng và/hoặc các đặc tính khác của phân tử cú pháp đối với loại cụ thể.

Bảng 1 minh họa ba ví dụ về sơ đồ nhị phân hóa đối với các tập hợp vô hạn có thể đếm được. Sơ đồ nhị phân hóa đối với các tập hợp vô hạn có thể đếm được cũng có thể được áp dụng cho các tập hợp hữu hạn của các giá trị phân tử cú pháp. Đặc biệt, đối với các tập hợp hữu hạn lớn của các giá trị phân tử cú pháp, sự không hiệu quả (do các chuỗi ký tự nhị phân không được sử dụng) có thể sẽ không đáng kể, nhưng tính phổ quát của các sơ đồ nhị phân hóa như vậy sẽ tạo ra một lợi thế về mặt các yêu cầu về độ phức tạp và bộ nhớ. Đối với các tập hợp hữu hạn nhỏ của các giá trị các phân tử cú pháp, thường thích hợp hơn (về mặt hiệu quả mã hóa) để thích ứng với sơ đồ nhị phân hóa cho hàng loạt các giá trị biểu tượng có khả năng.

Bảng 2 minh họa ba sơ đồ nhị phân hóa đối làm ví dụ với các tập hợp hữu hạn có 8 giá trị. Các sơ đồ nhị phân hóa cho các tập hợp hữu hạn có thể được bắt nguồn từ các sơ đồ nhị phân hóa phổ quát cho các tập vô hạn có thể đếm được bằng cách thay đổi một số chuỗi ký tự nhị phân theo cách các tập hợp hữu hạn của các chuỗi ký tự nhị phân thể hiện mã dự phòng (và có khả năng sắp xếp lại các chuỗi ký tự nhị phân). Ví dụ, sơ đồ nhị phân hóa đơn phân rút gọn trong bảng 2 được tạo ra bằng cách thay đổi chuỗi ký tự nhị phân đối với phần tử cú pháp 7 của phép nhị phân hóa đơn phân phổ quát (tham khảo bảng 1). Phép nhị phân hóa Exp-Golomb bậc 0 được rút gọn và sắp xếp lại trong bảng 2 được tạo ra bằng cách thay đổi chuỗi ký tự nhị phân cho phần tử cú pháp 7 của phép nhị phân hóa Exp-Golomb bậc 0 phổ quát (tham khảo bảng 1) và bằng cách sắp xếp lại các chuỗi ký tự nhị phân (chuỗi ký tự nhị phân được rút gọn cho biểu tượng 7 được ấn định cho biểu tượng 1). Với các tập hợp hữu hạn của các phần tử cú pháp, cũng có thể sử dụng các sơ đồ nhị phân hóa không hệ thống/không phổ quát, như được mô tả trong cột cuối cùng của bảng 2.

Bảng 1: Các ví dụ về sự nhị phân hóa cho các tập hợp vô hạn có thể đếm được (hoặc các tập hợp hữu hạn lớn).

Giá trị biểu tượng	Nhị phân hóa đơn phân	Nhị phân hóa Exp-Golomb bậc 0	Nhị phân hóa Exp-Golomb bậc 1
0	1	1	10
1	01	010	11
2	001	011	0100
3	0001	0010 0	0101
4	0000 1	0010 1	0110
5	0000 01	0011 0	0111
6	0000 001	0011 1	0010 00
7	0000 0001	0001 000	0010 01
...	...	...	...

Bảng 2: Các ví dụ nhị phân hóa cho các tập hợp hữu hạn.

Giá trị biểu tượng	Nhị phân hóa đơn phân rút gọn	Nhị phân hóa Exp-Golomb bậc 0 được rút gọn và sắp xếp lại	Nhị phân hóa không hệ thống
0	1	1	000
1	01	000	001
2	001	010	01
3	0001	011	1000
4	0000 1	0010 0	1001
5	0000 01	0010 1	1010
6	0000 001	0011 0	1011 0
7	0000 000	0011 1	1011 1

Mỗi ký tự nhị phân 303 của chuỗi ký tự nhị phân được tạo ra bởi bộ nhị phân hóa 302 được đưa vào bộ ấn định tham số 304 một cách tuần tự. Bộ ấn định tham số ấn định tập hợp một hoặc nhiều tham số cho mỗi ký tự nhị phân 303 và xuất ra ký tự nhị phân với tập hợp các tham số được kết hợp 305. Tập hợp các tham số được xác định chính xác theo cách tương tự tại bộ mã hóa và bộ giải mã. Tập hợp các tham số có thể gồm một hoặc nhiều trong số các tham số sau đây.

Cụ thể, bộ ấn định tham số 304 có thể được tạo cấu hình để ấn định mô hình ngữ cảnh cho ký tự nhị phân hiện thời 303. Ví dụ, bộ ấn định tham số 304 có thể lựa chọn một trong số các chỉ số ngữ cảnh có sẵn cho các ký tự nhị phân hiện thời. Tập hợp các ngữ cảnh hiện có cho ký tự nhị phân hiện thời 303 có thể phụ thuộc vào loại ký tự nhị phân mà sau đó ký tự nhị phân đó có thể xác định nhờ kiểu/loại của các phần tử cú pháp 301, sự nhị phân hóa mà ký tự nhị phân hiện thời 303 là một phần của, và vị trí của ký tự nhị phân hiện thời 303 trong sự nhị phân hóa sau đó. Việc lựa chọn ngữ cảnh trong tập hợp ngữ cảnh khả dụng có thể phụ thuộc vào các ký tự nhị phân trước đó và các phần tử cú pháp kết hợp với nó sau này. Mỗi ngữ cảnh này có mô hình xác suất kết hợp với nó, tức là phạm vi để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân hiện thời. Mô hình xác suất có thể là phạm vi cụ thể để ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân ít có khả năng hoặc có khả năng cao đối với ký tự nhị phân hiện thời, với mô hình xác suất bổ sung được xác định bởi chỉ số nhận dạng chỉ rõ phép ước lượng mà một trong hai giá trị nhị phân có khả năng biểu diễn giá trị nhị phân ít có khả năng hoặc có khả năng cao đối với ký tự nhị phân 303 hiện thời. Trong trường hợp chỉ đơn thuần có một ngữ cảnh khả dụng cho ký tự nhị phân hiện thời, sự lựa chọn ngữ cảnh có thể bị bỏ qua. Như được mô tả chi tiết dưới đây, bộ ấn định tham số 304 cũng có thể thực hiện mô hình xác suất thích ứng để thích ứng với các mô hình xác suất kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau cho phép thống kê ký tự nhị phân thực tế của các ký tự nhị phân tương ứng thuộc các ngữ cảnh tương ứng.

Như cũng sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, bộ ấn định tham số 304 có thể hoạt động thay đổi tùy thuộc vào chế độ hiệu suất cao HE (High Efficiency) hoặc chế độ có độ phức tạp thấp LC (Low Complexity) được kích hoạt. Trong cả hai chế độ mô hình xác suất kết hợp ký tự nhị phân 303 hiện thời với các bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 như đã mô tả trên đây, nhưng chế độ hoạt động của bộ ấn định tham số 304 có khuynh hướng là chế độ phức tạp thấp LC, tuy nhiên hiệu quả mã hóa sẽ được nâng lên trong

chế độ hiệu suất cao HC do bộ ấn định tham số 304 gây ra sự kết hợp của các ký tự nhị phân 303 đơn lẻ với các bộ mã hóa 310 đơn lẻ được làm cho thích ứng hơn nữa với các số liệu thống kê nhị phân, từ đó tối ưu hóa entropi liên quan đến chế độ LC.

Mỗi ký tự nhị phân với tập hợp các tham số 305 được kết hợp là thông số đầu ra của các bộ ấn định tham số 304 được đưa vào bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306. Bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 điều khiển giá trị các ký tự nhị phân đầu vào 305 dựa trên giá trị nhị phân đầu vào và các tham số kết hợp 305 và cấp dữ liệu ký tự nhị phân đầu ra 307 – với giá trị có khả năng điều khiển – vào một trong hai bộ nhớ đệm nhị phân 308. Bộ nhớ đệm nhị phân 308 mà ký tự nhị phân đầu ra 307 được gửi tới được xác định dựa trên giá trị của ký tự nhị phân đầu vào 305 và/hoặc giá trị của các tham số kết hợp 305.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 không điều khiển giá trị của ký tự nhị phân, tức là ký tự nhị phân đầu ra 307 luôn có giá trị giống như ký tự nhị phân đầu vào 305. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 xác định giá trị nhị phân đầu ra 307 dựa trên giá trị nhị phân đầu vào 305 và phạm vi được kết hợp để ước lượng xác suất cho một hoặc hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, giá trị nhị phân đầu ra 307 được thiết lập bằng với giá trị nhị phân đầu vào 305 nếu số đo xác suất của một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân hiện thời là nhỏ hơn (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng) ngưỡng cụ thể; nếu số đo xác suất của một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân hiện thời là lớn hơn hoặc bằng (hoặc lớn hơn) ngưỡng cụ thể, giá trị nhị phân đầu ra 307 được điều khiển (tức là, nó được thiết lập để ngược với giá trị nhị phân đầu vào). Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, giá trị nhị phân đầu ra 307 được thiết lập bằng giá trị nhị phân đầu vào 305 nếu số đo xác suất của một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân hiện thời là lớn hơn (hoặc lớn hơn hoặc bằng) ngưỡng cụ thể; nếu số đo xác suất của một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân hiện thời là nhỏ hơn hoặc bằng (hoặc nhỏ hơn) ngưỡng cụ thể, giá trị nhị phân đầu ra 307 được điều khiển (ví dụ, nó sẽ được thiết lập để ngược với giá trị nhị phân đầu vào). Theo phương án ưu tiên của sáng chế, giá trị ngưỡng tương ứng với giá trị 0,5 đối với xác suất ước tính cho cả hai giá trị nhị phân có khả năng.

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 xác định giá trị nhị phân đầu ra 307 dựa trên giá trị nhị phân đầu vào 305 và chỉ số nhận dạng kết hợp thể hiện sự ước lượng đối với hai giá trị nhị phân có khả năng biểu diễn các giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có nhiều khả năng hơn đối với ký tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, giá trị nhị phân đầu ra 307 được thiết lập bằng giá trị nhị phân đầu vào 305 nếu chỉ số nhận dạng chỉ ra rằng giá trị nhị phân thứ nhất trong số hai giá trị nhị phân có khả năng biểu diễn giá trị nhị phân ít có khả năng hơn (hoặc có khả năng hơn) cho ký tự nhị phân hiện thời, và giá trị nhị phân đầu ra 307 được điều khiển (ví dụ, nó sẽ được thiết lập để ngược với giá trị nhị phân đầu vào) nếu chỉ số nhận dạng chỉ ra rằng giá trị nhị phân thứ hai trong hai giá trị có khả năng biểu diễn giá trị nhị phân có ít khả năng xảy (hoặc có khả năng xảy ra cao hơn) cho ký tự nhị phân hiện thời.

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 xác định bộ nhớ đệm nhị phân 308 mà ký tự nhị phân đầu ra 307 được gửi tới dựa trên phạm vi được kết hợp để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tập hợp các giá trị số đo có khả năng để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng là hữu hạn và bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm nhị phân 308 với mỗi giá trị có khả năng để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng, các giá trị số đo khác nhau để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm nhị phân 308. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, khoảng giá trị đo có khả năng để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng được chia thành một số đoạn, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 xác định chỉ số đoạn đối với số đo hiện thời để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng, và bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm nhị phân 308 với mỗi giá trị chỉ số đoạn có khả năng, các giá trị chỉ số đoạn khác nhau có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm nhị phân 308. Theo phương án ưu tiên theo sáng chế, ký tự nhị phân đầu vào 305 với các số đo đối ngược để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng (số đo đối ngược thể hiện ước lượng xác suất P và $1-P$) được đưa vào cùng bộ nhớ đệm nhị phân 308. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, sự kết hợp của số đo đối với phép ước

lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân hiện thời với bộ nhớ đệm nhị phân riêng biệt được làm thích ứng theo thời gian, ví dụ để đảm bảo dòng bit thành phần được tạo ra có cùng tốc độ bit. Thêm vào đó, chỉ số đoạn cũng sẽ được gọi là chỉ số entropi phân chia khoảng xác suất, trong khi chỉ số entropi phân chia khoảng xác suất cùng với chỉ số lọc và chỉ báo biểu thị các chỉ số giá trị nhị phân có khả năng hơn mô hình xác suất thực tế, ví dụ ước lượng xác suất.

Theo phương án ưu tiên khác theo sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 xác định bộ nhớ đệm nhị phân 308 mà ký tự nhị phân đầu ra 307 được gửi tới dựa trên số đo được kết hợp để ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao cho ký tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tập hợp các giá trị số đo có khả năng để ước lượng xác suất cho các giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao được xác định và bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 chứa bảng kết hợp chính xác bộ nhớ đệm nhị phân 308 với mỗi giá trị có khả năng của phép ước lượng xác suất đối với các giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao, trong đó giá trị số đo khác nhau để ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao có thể được kết với cùng một bộ nhớ đệm nhị phân 308. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, phạm vi các giá trị số đo có khả năng đối với phép ước lượng xác suất cho các giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao được phân chia thành một số đoạn, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 xác định chỉ số đoạn cho số đo hiện thời để ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao, và bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 306 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm nhị phân 308 với mỗi giá trị chỉ số đoạn có khả năng, các giá trị khác nhau cho chỉ số đoạn có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm nhị phân 308. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, sự kết hợp của số đo đối với phép ước lượng xác suất cho các giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao cho ký tự nhị phân hiện thời với bộ nhớ đệm nhị phân riêng biệt được làm thích ứng theo thời gian, ví dụ để đảm bảo các dòng bit thành phần được tạo ra có tốc độ bit giống nhau.

Mỗi bộ nhớ đệm nhị phân trong số hai hoặc nhiều hơn hai bộ nhớ đệm nhị phân 308 được kết nối chính xác với một bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 và mỗi bộ mã hóa ký tự nhị phân chỉ được kết nối với một bộ nhớ đệm nhị phân 308. Mỗi bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 đọc các ký tự nhị phân từ bộ nhớ đệm nhị phân được kết hợp 308 và

chuyển đổi chuỗi các ký tự nhị phân 309 thành từ mã 311 thể hiện chuỗi bit. Các bộ nhớ đệm nhị phân 308 là các bộ nhớ đệm vào trước – ra trước; các ký tự nhị phân được đưa sau (theo thứ tự liên tiếp nhau) vào bộ nhớ đệm nhị phân 308 không được mã hóa trước khi các ký tự nhị phân được đưa sớm hơn (theo thứ tự liên tiếp nhau) vào bộ nhớ đệm nhị phân. Các từ mã 311 mà là đầu ra của bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 riêng biệt được ghi thành dòng dữ liệu nhị phân riêng biệt 312. Các thuật toán mã hóa tổng thể để biến đổi các phần tử cú pháp 301 thành hai hoặc nhiều hơn hai dòng bit thành phần 312, trong đó số lượng dòng bit thành phần bằng số lượng các bộ nhớ đệm nhị phân và bộ mã hóa ký tự nhị phân. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 chuyển đổi số ký tự nhị phân 309 có thể thay đổi thành từ mã 311 của số bit có thể thay đổi. Một lợi thế của các phương án được nêu trên hoặc được nêu dưới đây theo sáng chế là sự mã hóa các ký tự nhị phân có thể được thực hiện song song (ví dụ các nhóm khác nhau của các số đo xác suất), làm giảm thời gian xử lý cho việc thực hiện.

Lợi thế khác của các phương án ưu tiên theo sáng chế là sự mã hóa ký tự nhị phân được thực hiện bởi các bộ mã hóa ký tự nhị phân 310, có thể được chỉ định chính xác cho các tập hợp khác nhau của các tham số 305. Cụ thể là, việc mã hóa và việc mã hóa ký tự nhị phân có thể được tối ưu hóa (về mặt hiệu quả mã hóa và/hoặc độ phức tạp) cho các nhóm xác suất được ước lượng khác nhau. Mặt khác, điều này cho phép giảm thiểu độ phức tạp mã hóa/giải mã, và mặt khác nữa, cho phép cải thiện hiệu quả mã hóa. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 thực hiện các thuật toán mã hóa khác nhau (ví dụ ánh xạ chuỗi ký tự nhị phân trên các từ mã) đối với các nhóm số đo khác nhau đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng 305 đối với ký tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 thực hiện các thuật toán mã hóa khác nhau cho các nhóm số đo khác nhau đối với phép ước lượng xác suất cho các ký tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao đối với ký tự nhị phân hiện thời.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ mã hóa ký tự nhị phân – là các bộ mã hóa entropi ánh xạ trực tiếp các chuỗi ký tự nhị phân đầu vào 309 trên các từ mã 310. Sự ánh xạ như vậy có thể thực hiện một cách hiệu quả và không yêu cầu phương tiện mã hóa số học phức tạp. Việc ánh xạ ngược các từ mã trên các chuỗi ký tự nhị phân (được thực hiện trên bộ

giải mã) nên là duy nhất để đảm bảo giải mã hoàn hảo chuỗi đầu vào, nhưng việc ánh xạ các chuỗi ký tự nhị phân 309 lên các từ mã 310 không nhất thiết phải là duy nhất, tức là có khả năng chuỗi ký tự nhị phân cụ thể có thể được ánh xạ lên một hoặc nhiều chuỗi từ mã. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, việc ánh xạ các chuỗi của ký tự nhị phân đầu vào 309 lên các từ mã 310 là song ánh. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, các bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ mã hóa ký tự nhị phân – là các bộ mã hóa entropi ánh xạ trực tiếp các chuỗi có thể thay đổi độ dài của các ký tự nhị phân đầu vào 309 lên các từ mã có thể thay đổi độ dài 310. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các từ mã đầu ra thể hiện các mã không dư thừa chẳng hạn như các mã huffman thông thường hoặc các mã huffman chính tắc.

Hai ví dụ về sự ánh xạ song ánh của các chuỗi ký tự nhị phân thành các mã không dư được thể hiện trên bảng 3. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, các từ mã đầu ra thể hiện các mã dư thừa phù hợp để phát hiện lỗi và khắc phục lỗi. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, các từ mã đầu ra thể hiện mã mật mã hóa phù hợp để mật mã hóa các phần tử cú pháp.

Bảng 3: Các ví dụ về sự ánh xạ giữa các chuỗi ký tự nhị phân và các từ mã.

chuỗi ký tự nhị phân (thứ tự ký tự nhị phân từ trái sang phải)	từ mã (thứ tự bit từ trái sang phải)
0000 0000	1
0000 0001	0000
0000 001	0001
0000 01	0010
0000 1	0011
0001	0100
001	0101
01	0110
1	0111

chuỗi ký tự nhị phân (thứ tự ký tự nhị phân từ trái sang phải)	từ mã (thứ tự bit từ trái sang phải)
000	10
01	11
001	010
11	011
1000 0	0001
1001	0010
1010	0011
1000 1	0000 0
1011	0000 1

Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, các bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ mã hóa ký tự nhị phân – là các bộ mã hóa entropi ánh xạ trực tiếp các chuỗi có độ dài có thể biến đổi của ký tự nhị phân đầu vào 309 trên các từ mã có độ dài cố định 310. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, các bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ mã hóa ký tự nhị phân – là các bộ mã hóa entropi ánh xạ trực tiếp các chuỗi có độ dài cố định của các ký tự nhị phân đầu vào 309 trên các từ mã có thể thay đổi độ dài 310.

Bộ giải mã theo phương án ưu tiên của sáng chế được minh họa trên Fig.8. Bộ giải mã về cơ bản thực hiện các hoạt động ngược lại bộ mã hóa, sao cho chuỗi các phần tử cú pháp 327 (đã được mã hóa trước đó) được giải mã từ tập hợp hai hoặc nhiều dòng bit thành phần 324. Bộ giải mã gồm có hai dòng quá trình khác nhau: một dòng cho các yêu cầu dữ liệu để sao chép dòng dữ liệu của bộ mã hóa, và một dòng dữ liệu thể hiện sự biến đổi nghịch đảo dòng dữ liệu của bộ mã hóa. Như được minh họa trên Fig.8, các đường mũi tên đứt nét thể hiện dòng yêu cầu dữ liệu, trong khi đó các đường mũi tên liền nét thể hiện dòng dữ liệu. Các khối xây dựng của bộ giải mã sao chép cơ bản các khối xây dựng của bộ mã hóa, nhưng thực hiện các hoạt động ngược lại.

Việc giải mã phần tử cú pháp được kích hoạt bằng một yêu cầu đối với phần tử cú pháp được giải mã mới 313 được gửi tới bộ nhị phân hóa 314. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, mỗi yêu cầu đối với phần tử cú pháp được giải mã mới 313 được kết hợp với loại tập hợp của một hoặc nhiều loại. Loại được kết hợp với yêu cầu đối với phần tử cú pháp là tương tự như loại được kết hợp với các phần tử cú pháp tương ứng trong khi mã hóa.

Bộ nhị phân hóa 314 ánh xạ yêu cầu đối với phần tử cú pháp 313 thành một hoặc nhiều yêu cầu đối với ký tự nhị phân được gửi tới bộ ấn định tham số 316. Phản hồi cuối cùng tới yêu cầu đối với ký tự nhị phân được gửi tới bộ ấn định tham số 316 bằng bộ nhị phân hóa 314, bộ nhị phân hóa 314 nhận ký tự nhị phân đã giải mã 326 từ bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318. Bộ nhị phân hóa 314 so sánh chuỗi ký tự nhị phân đã giải mã 326 nhận được với các chuỗi ký tự nhị phân của sơ đồ nhị phân hóa cụ thể đối với phần tử cú pháp được yêu cầu và, nếu chuỗi ký tự nhị phân được giải mã 26 phù hợp với sự nhị phân hóa của phần tử cú pháp, bộ nhị phân hóa làm trống bộ nhớ đệm nhị phân của nó và xuất phần tử cú pháp được mã hóa dưới dạng phản hồi cuối cùng

đối với yêu cầu đối với biểu tượng được mã hóa mới. Nếu chuỗi ký tự nhị phân được giải mã nhận được không phù hợp với bất kỳ chuỗi ký tự nhị phân cho sơ đồ nhị phân hóa cho phần tử cú được pháp yêu cầu, thì bộ nhị phân hóa sẽ gửi yêu cầu khác đối với ký tự nhị phân tới bộ ấn định tham số cho đến khi chuỗi ký tự nhị phân được giải mã phù hợp với một trong các chuỗi ký tự nhị phân của sơ đồ nhị phân hóa cho phần tử cú pháp được yêu cầu. Với mỗi yêu cầu đối với phần tử cú pháp, bộ giải mã sử dụng sơ đồ nhị phân hóa giống nhau được sử dụng để mã hóa các phần tử cú pháp tương ứng. Sơ đồ nhị phân hóa có thể khác nhau cho các loại phần tử cú pháp khác nhau. Sơ đồ nhị phân hóa cho loại phần tử cú pháp cụ thể có thể phụ thuộc vào tập hợp các giá trị phần tử cú pháp có khả năng và/hoặc các đặc tính khác của các phần tử cú pháp có loại cụ thể.

Bộ ấn định tham số 316 ấn định tập hợp của một hoặc nhiều tham số cho mỗi yêu cầu đối với ký tự nhị phân và gửi yêu cầu đối với ký tự nhị phân với tập hợp các tham số được kết hợp tới bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân. Tập hợp các tham số được ấn định cho ký tự nhị phân được yêu cầu bởi các bộ ấn định tham số là giống với tập hợp các tham số được ấn định cho ký tự nhị phân tương ứng trong khi mã hóa. Tập hợp các tham số có thể gồm có một hoặc nhiều tham số như đã được đề cập trong phần mô tả bộ mã hóa trên Fig.7.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ ấn định tham số 316 kết hợp mỗi yêu cầu đối với ký tự nhị phân với các tham số giống như bộ ấn định 304 đã đưa ra, tức là, ngữ cảnh và số đo được kết hợp của nó đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời, chẳng hạn như số đo đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời và bộ nhận biết xác định phép ước lượng cho hai giá trị nhị phân có khả năng thể hiện các giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời.

Các bộ ấn định tham số 316 có thể xác định một hoặc nhiều số đo xác suất được đề cập (số đo đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời, số đo đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời, bộ nhận biết xác định phép ước lượng cho hai giá trị nhị phân có khả năng biểu diễn các giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao

đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời) dựa trên tập hợp của một hoặc nhiều biểu tượng được mã hóa. Sự xác định số đo xác suất đối với yêu cầu cụ thể cho ký tự nhị phân sao chép quy trình tại bộ mã hóa đối với ký tự nhị phân tương ứng. Các biểu tượng được mã hóa được sử dụng để xác định các số đo xác suất có thể bao gồm một hoặc nhiều biểu tượng đã được mã hóa có cùng phân loại, một hoặc nhiều biểu tượng đã được mã hóa có phân loại biểu tượng giống như phân loại tương ứng với các tập hợp dữ liệu (chẳng hạn như các khối hoặc các nhóm mẫu) của các khu vực không gian/thời gian bên cạnh (liên quan đến tập hợp dữ liệu được kết hợp với yêu cầu hiện thời đối với phần tử cú pháp), hoặc một hoặc nhiều biểu tượng đã được mã hóa có phân loại biểu tượng khác với phân loại tương ứng với các tập hợp dữ liệu của các khu vực không gian/thời gian giống nhau và/hoặc cạnh nhau (liên quan đến tập hợp dữ liệu được kết hợp với yêu cầu hiện thời đối với các phần tử cú pháp).

Mỗi yêu cầu đối với ký tự nhị phân với tập hợp các tham số được kết hợp 317 là đầu ra của bộ ấn định tham số 316 được đưa vào bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318. Dựa trên tập hợp các tham số kết hợp 317, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 gửi yêu cầu đối với ký tự nhị phân 319 tới một trong số hai hoặc nhiều hơn hai bộ nhớ đệm nhị phân 320 và nhận ký tự nhị phân được giải mã 325 từ bộ nhớ đệm nhị phân 320 được chọn. Ký tự nhị phân đầu vào được giải mã 325 có khả năng được điều khiển và ký tự nhị phân đầu ra được giải mã 326 – với giá trị có khả năng được điều khiển – được gửi tới bộ nhị phân hóa 314 dưới dạng phản hồi cuối cùng đối với yêu cầu đối với ký tự nhị phân với tập hợp các tham số được kết hợp 317.

Bộ nhớ đệm nhị phân 320 có yêu cầu đối với ký tự nhị phân được chuyển tới được lựa chọn theo cách tương tự như bộ nhớ đệm nhị phân mà ký tự nhị phân đầu ra của bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân tại bên mã hóa đã được gửi đi.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 xác định bộ nhớ đệm nhị phân 320 có yêu cầu đối với ký tự nhị phân 319 được gửi đi dựa trên số đo được kết hợp với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tập hợp các giá trị số đo có khả năng đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng bị hạn chế và bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 bao gồm bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm nhị phân 320 với mỗi giá trị có khả năng của phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả

năng, với các giá trị số đo đối với phép ước lượng xác suất khác nhau cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, phạm vi các giá trị có khả năng đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng được phân chia thành một số đoạn, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 xác định chỉ số đoạn cho số đo của phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng, và bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm nhị phân 320 với mỗi giá trị chỉ số đoạn có khả năng, với các giá trị chỉ số đoạn khác nhau có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các yêu cầu đối với các ký tự nhị phân 317 với các số đo nghịch đảo đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng (số đo nghịch đảo thể hiện ước lượng xác suất P và $1 - P$) được chuyển tới cùng bộ nhớ đệm nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, sự kết hợp của số đo đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với yêu cầu đối với ký tự nhị phân hiện thời với bộ nhớ đệm nhị phân cụ thể được thích ứng theo thời gian.

Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 xác định bộ nhớ đệm nhị phân 320 có yêu cầu đối với ký tự nhị phân 319 được gửi dựa trên số đo được kết hợp đối với phép ước lượng xác suất cho các giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tập hợp các giá trị số đo có khả năng đối với phép ước lượng xác suất cho các giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao là hữu hạn và bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm nhị phân 320 với mỗi giá trị có khả năng đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao, với các giá trị số đo đối với phép ước lượng xác suất khác nhau cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, phạm vi các giá trị số đo có khả năng đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao được phân chia thành một số đoạn, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 xác định chỉ số đoạn cho số đo hiện thời đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao, và bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ

nhớ đệm nhị phân 320 với mỗi giá trị chỉ số đoạn có khả năng, với các giá trị chỉ số đoạn khác nhau có thể được kết hợp với cùng bộ nhớ đệm nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, sự kết hợp của số đo đối với ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao đối với yêu cầu đối với ký tự nhị phân hiện thời với bộ nhớ đệm nhị phân cụ thể được thích ứng theo thời gian.

Sau khi nhận ký tự nhị phân được giải mã 325 từ bộ nhớ đệm nhị phân 320 được chọn, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 điều khiển theo khả năng ký tự nhị phân đầu vào 325 và gửi ký tự nhị phân đầu ra 326 – với giá trị được điều khiển theo khả năng – tới bộ nhị phân hóa 314. Việc ánh xạ ký tự nhị phân đầu vào/đầu ra của bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 là ngược với phép ánh xạ ký tự nhị phân đầu vào/đầu ra của bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân ở phía bộ mã hóa.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 không điều khiển giá trị nhị phân, tức là, ký tự nhị phân đầu ra 326 luôn có giá trị giống như ký tự nhị phân đầu vào 325. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 xác định giá trị nhị phân đầu ra 326 dựa trên giá trị nhị phân đầu vào 325 và số đo đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời được kết hợp với yêu cầu đối với ký tự nhị phân 317. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, giá trị nhị phân đầu ra 326 được thiết lập bằng giá trị nhị phân đầu vào 325 nếu số đo xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với yêu cầu ký tự nhị phân hiện thời là nhỏ hơn (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng) ngưỡng cụ thể; nếu số đo xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với yêu cầu ký tự nhị phân hiện thời là lớn hơn hoặc bằng (hoặc lớn hơn) ngưỡng cụ thể, giá trị nhị phân đầu ra 326 được điều khiển (ví dụ, được thiết lập nghịch đảo với giá trị nhị phân đầu vào). Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, giá trị nhị phân đầu ra 326 được thiết lập bằng giá trị nhị phân đầu vào 325 nếu số đo xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng đối với yêu cầu ký tự nhị phân hiện thời là lớn hơn (hoặc lớn hơn hoặc bằng) ngưỡng cụ thể; nếu số đo xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng cho yêu cầu ký tự nhị phân hiện thời là nhỏ hơn hoặc bằng (hoặc nhỏ hơn) ngưỡng cụ thể, giá trị nhị phân đầu ra 326 được điều khiển (ví dụ, được thiết lập nghịch đảo giá trị nhị phân đầu vào). Theo phương án ưu tiên của sáng chế, giá trị ngưỡng tương ứng với giá trị xác suất ước lượng là 0,5 cho hai giá trị nhị phân có khả năng.

Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 xác định giá trị nhị phân đầu ra 326 dựa trên giá trị nhị phân đầu vào 325 và bộ nhận biết, xác định phép ước lượng mà hai giá trị nhị phân có khả năng biểu diễn giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao đối với yêu cầu ký tự nhị phân hiện thời, được kết hợp với yêu cầu đối với ký tự nhị phân 317. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, giá trị nhị phân đầu ra 326 được thiết lập bằng giá trị nhị phân đầu vào 325 nếu bộ nhận biết chỉ định rằng giá trị thứ nhất trong hai giá trị nhị phân có khả năng là giá trị nhị phân có thể ít có khả năng (hoặc có khả năng cao) đối với yêu cầu ký tự nhị phân hiện thời, và giá trị nhị phân đầu ra 326 được điều khiển (tức là, được thiết lập nghịch đảo với giá trị nhị phân đầu vào) nếu bộ nhận biết chỉ định rằng giá trị thứ hai của hai giá trị nhị phân có khả năng là giá trị nhị phân có ít khả năng (hoặc có khả năng cao) đối với yêu cầu ký tự nhị phân hiện thời.

Như đã được mô tả trên đây, bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân gửi yêu cầu đối với ký tự nhị phân 319 tới một trong số hai hoặc nhiều hơn hai bộ nhớ đệm nhị phân 320. Bộ nhớ đệm nhị phân 320 là các bộ nhớ đệm vào trước ra trước, được đưa vào với các chuỗi ký tự nhị phân đã được giải mã 321 từ bộ giải mã ký tự nhị phân 322 đã được kết nối. Do phản hồi tới yêu cầu đối với ký tự nhị phân 319 được gửi tới bộ nhớ đệm nhị phân 320 từ bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318, nên bộ nhớ đệm nhị phân chuyển ký tự nhị phân chứa nội dung của nó đã được đưa vào bộ nhớ đệm nhị phân 320 trước và gửi nó tới bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318. Các ký tự nhị phân được gửi tới bộ nhớ đệm nhị phân 320 trước sẽ được chuyển đi trước và được gửi tới bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 trước.

Mỗi bộ nhớ đệm nhị phân trong số hai hoặc nhiều hơn hai bộ nhớ đệm nhị phân 320 được nối chính xác với một bộ giải mã ký tự nhị phân 322 và mỗi bộ giải mã ký tự nhị phân chỉ được nối duy nhất với một bộ nhớ đệm nhị phân 320. Mỗi bộ giải mã ký tự nhị phân 322 sẽ đọc các từ mã 323 thể hiện các chuỗi ký tự nhị phân, từ dòng bit thành phần riêng lẻ 324. Bộ giải mã ký tự nhị phân biến đổi từ mã 323 thành chuỗi ký tự nhị phân 321 sau đó gửi tới bộ nhớ đệm nhị phân đã kết nối 320. Toàn bộ thuật toán giải mã để biến đổi hai hoặc nhiều dòng bit thành phần 324 thành số lượng các phần tử cú pháp được mã hóa, trong đó số lượng dòng bit thành phần bằng số lượng các bộ nhớ đệm nhị phân và các bộ giải mã ký tự nhị phân và sự giải mã các phần tử cú pháp được kích hoạt bởi các yêu cầu đối với các phần tử cú pháp mới. Theo phương án ưu

tiên của sáng chế, bộ giải mã ký tự nhị phân 322 biến đổi các từ mã 323 của có số lượng bit có thể thay đổi thành chuỗi có số lượng ký tự nhị phân có thể thay đổi 321. Một lợi thế của các phương án ưu tiên theo sáng chế đó là việc giải mã các ký tự nhị phân từ hai hoặc nhiều dòng bit thành phần có thể được thực hiện song song (ví dụ với các nhóm số đo xác suất khác nhau), điều này làm giảm thời gian xử lý cho hệ thống.

Lợi thế khác nữa của các phương án ưu tiên theo sáng chế là việc giải mã ký tự nhị phân được thực hiện bởi bộ giải mã 322, có thể được chỉ định chính xác với các tập hợp các tham số khác nhau 317. Cụ thể, việc mã hóa và giải mã ký tự nhị phân có thể được tối ưu hóa (trong khía cạnh hiệu quả mã hóa và/hoặc độ phức tạp mã hóa) đối với các nhóm xác suất được ước lượng khác nhau. Một mặt, điều này cho phép giảm thiểu độ phức tạp trong mã hóa/ giải mã liên quan đến các thuật toán mã hóa entropi cải tiến nhất với hiệu quả mã hóa tương tự. Mặt khác, nó cho phép cải thiện hiệu quả mã hóa liên quan đến thuật toán mã hóa entropi tiên tiến nhất với độ phức tạp của mã hóa/giải mã tương tự. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ giải mã ký tự nhị phân 322 thực hiện nhiều thuật toán giải mã khác nhau (ví dụ ánh xạ các chuỗi ký tự nhị phân thành các từ mã) cho các nhóm số đo khác nhau đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị nhị phân có khả năng 317 đối với yêu cầu ký tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bộ giải mã ký tự nhị phân 322 thực hiện các thuật toán giải mã khác nhau cho các nhóm số đo khác nhau đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao đối với ký tự nhị phân được yêu cầu hiện thời.

Bộ giải mã ký tự nhị phân 322 thực hiện ánh xạ ngược với các bộ mã hóa ký tự nhị phân tương ứng phía bộ mã hóa.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các bộ giải mã ký tự nhị phân 322 – hoặc một hoặc nhiều bộ giải mã ký tự nhị phân – là các bộ giải mã entropi ánh xạ trực tiếp các từ mã 323 trên các chuỗi ký tự nhị phân 321. Các ánh xạ như vậy có thể được thực hiện hiệu quả và không yêu cầu phương tiện mã hóa số học phức tạp. Sự ánh xạ các từ mã trên chuỗi các ký tự nhị phân phải là duy nhất. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, việc ánh xạ các từ mã 323 trên các chuỗi ký tự nhị phân 321 là song ánh. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, các bộ giải mã ký tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ giải mã ký tự nhị phân – là các bộ giải mã entropi ánh xạ trực tiếp các từ mã có độ dài có thể thay đổi 323 thành các chuỗi ký tự nhị phân có độ dài có thể

thay đổi 321. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các từ mã đầu vào là các mã không dư thừa chẳng hạn như các mã huffman thông thường hoặc các mã huffman chính tắc. Hai ví dụ về sự ánh xạ song ánh các mã không dư thừa tới các chuỗi ký tự nhị phân được minh họa trên bảng 3.

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, các bộ giải mã ký tự nhị phân 322 – hoặc một hoặc nhiều bộ giải mã ký tự nhị phân – là các bộ giải mã entropi ánh xạ trực tiếp các từ mã có độ dài cố định 323 trên các chuỗi ký tự nhị phân có độ dài có thể thay đổi 321. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, các bộ giải mã ký tự nhị phân 322 – hoặc một hoặc nhiều bộ giải mã ký tự nhị phân – là các bộ giải mã entropi biến đổi ánh xạ trực tiếp các từ mã có độ dài có thể thay đổi 323 thành các chuỗi ký tự nhị phân có độ dài cố định 321.

Do đó các hình vẽ Fig.7 và Fig.8 thể hiện phương án bộ mã hóa để mã hóa chuỗi biểu tượng 3 và bộ giải mã để khôi phục chuỗi biểu tượng như cũ. Bộ giải mã bao gồm bộ ấn định 304 được tạo cấu hình để ấn định số lượng các tham số 305 cho mỗi biểu tượng thuộc chuỗi biểu tượng. Sự ấn định dựa trên thông tin chứa trong các biểu tượng trước đó của chuỗi biểu tượng chẳng hạn như loại phân tử cú pháp 1 thành phép biểu diễn - chẳng hạn như sự nhị phân hóa – trong đó các biểu tượng hiện thời thuộc về và, theo cấu trúc cú pháp của phân tử cú pháp 1, hiện được mong đợi, mà sau đó sự mong chờ này có thể suy ra từ lịch sử các phân tử cú pháp 1 và các biểu tượng 3. Ngoài ra, bộ mã hóa bao gồm nhiều bộ mã hóa entropi 10 được tạo cấu hình để chuyển đổi các biểu tượng 3 được chuyển đến bộ mã hóa entropi tương ứng thành dòng bit tương ứng 312, và bộ chọn 306 được tạo cấu hình để chuyển mỗi biểu tượng 3 tới bộ mã hóa entropi được chọn trong số các bộ mã hóa entropi 10, sự lựa chọn phụ thuộc vào số lượng các tham số 305 được ấn định cho biểu tượng tương ứng 3. Bộ ấn định 304 có thể được coi là được tích hợp vào bộ chọn 206 để tạo ra bộ chọn 502 tương ứng.

Bộ giải mã để khôi phục chuỗi biểu tượng bao gồm nhiều bộ giải mã entropi 322, mỗi bộ giải mã đó được tạo cấu hình để chuyển đổi dòng bit 323 tương ứng thành các biểu tượng 321; bộ ấn định 316 được tạo cấu hình để ấn định số lượng các tham số 317 cho mỗi biểu tượng 315 của chuỗi biểu tượng để được khôi phục dựa trên thông tin chứa bên trong các biểu tượng được khôi phục trước đó của chuỗi biểu tượng (tham khảo các số tham chiếu 326 và 327 trên Fig.8); và bộ chọn 318 được tạo cấu hình để tìm lại mỗi biểu tượng của chuỗi biểu tượng được khôi phục từ một bộ giải mã entropi

được chọn trong số nhiều bộ giải mã entropi 322, sự lựa chọn phụ thuộc vào số lượng các tham số được xác định cho biểu tượng tương ứng. Bộ ẩn định 316 có thể được tạo cấu hình sao cho số lượng các tham số được ẩn định cho mỗi biểu tượng bao gồm, hoặc là, số đo đối với phép ước lượng xác suất phân bố trong số các giá trị biểu tượng có khả năng mà biểu tượng tương ứng có thể giả định. Thêm nữa, bộ ẩn định 316 và bộ chọn 318 có thể được coi là được tích hợp thành một khối, đó là bộ chọn 402. Chuỗi biểu tượng sẽ được khôi phục có thể là của bảng ký tự nhị phân và bộ ẩn định 316 có thể được tạo cấu hình sao cho phép ước lượng phân bố xác suất gồm có số đo ước lượng xác suất của giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao của hai giá trị nhị phân có khả năng của bảng ký tự nhị phân và bộ nhận biết xác định phép ước lượng mà hai giá trị nhị phân có khả năng thể hiện giá trị nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao. Bộ ẩn định 316 còn có thể được tạo cấu hình để ẩn định nội bộ ngữ cảnh cho mỗi biểu tượng của chuỗi biểu tượng 315 để được khôi phục dựa trên thông tin chứa bên trong các biểu tượng được khôi phục trước đó của chuỗi biểu tượng cần được khôi phục với mỗi ngữ cảnh có phép ước lượng phân bố xác suất tương ứng kết hợp với nó, và để thích ứng phép ước lượng phân bố xác suất đối với mỗi ngữ cảnh mà phép thống kê biểu tượng thực tế dựa trên các giá trị biểu tượng của các biểu tượng được khôi phục trước đó mà ngữ cảnh tương ứng được ẩn định. Ngữ cảnh có thể tính đến mỗi liên hệ không gian hoặc các vị trí bên cạnh mà các phần tử cú pháp thuộc về chẳng hạn như trong mã hóa video hoặc hình ảnh, hoặc thậm chí trong các bảng trong trường hợp các ứng dụng tài chính. Sau đó, số đo đối với ước lượng phân bố xác suất cho mỗi biểu tượng có thể được xác định dựa trên sự ước lượng phân bố xác suất được kết hợp với ngữ cảnh được ẩn định cho biểu tượng tương ứng chẳng hạn như bằng cách lượng tử hóa, hoặc sử dụng dưới dạng chỉ số trong bảng tương ứng, sự ước lượng phân bố xác suất được kết hợp với ngữ cảnh được ẩn định với biểu tượng tương ứng (trong phương án dưới đây được ẩn định chỉ số bằng chỉ số pipe (pipe - probability interval partitioning entropi: entropi phân chia khoảng xác suất) cùng với chỉ số lọc) tới một trong số nhiều đại diện ước lượng phân bố xác suất tương ứng (sự cắt xén liên tục chỉ số lọc) nhằm thu được số đo ước lượng phân bố xác suất (chỉ số pipe biểu thị cho dòng bit thành phần 312). Bộ chọn có thể được tạo cấu hình sao cho sự kết hợp song ánh được xác định giữa nhiều bộ mã hóa entropi và nhiều đại diện ước lượng phân bố xác suất. Bộ chọn 18 có thể được tạo cấu hình để thay đổi việc ánh xạ lượng

tử hóa từ phạm vi ước lượng phân bố xác suất thành nhiều đại diện ước lượng phân bố xác suất theo cách được xác định trước phụ thuộc vào các biểu tượng được khôi phục trước đó của chuỗi biểu tượng, theo thời gian. Tức là, bộ chọn 318 có thể thay đổi kích thước bước lượng tử hóa, nghĩa là các khoảng của sự phân bố xác suất được ánh xạ trên các chỉ số xác suất riêng lẻ được kết hợp song ánh với các bộ giải mã entropi riêng biệt. Các bộ giải mã entropi 322, sau đó, có thể được tạo cấu hình để thích ứng với cách biến đổi các biểu tượng thành các dòng bit phản hồi lại sự thay đổi trong ánh xạ lượng tử hóa. Ví dụ, mỗi bộ giải mã entropi 322 có thể được tối ưu hóa để, tức là có thể có tỷ lệ nén tối ưu cho, phép ước lượng phân bố xác suất nhất định trong khoảng lượng tử ước lượng phân bố xác suất tương ứng, và có thể thay đổi việc ánh xạ chuỗi từ mã/biểu tượng để thích ứng với vị trí của phép ước lượng phân bố xác suất nhất định này trong khoảng lượng tử ước lượng phân bố xác suất tương ứng khi thay đổi lần cuối cùng để tối ưu hóa. Bộ chọn có thể được tạo cấu hình để thay đổi việc ánh xạ lượng tử hóa sao cho các tỷ lệ mà nhờ đó các biểu tượng được khôi phục lại từ nhiều bộ giải mã entropi, được làm giảm phân tán. Về phần bộ nhị phân hóa 314, cần lưu ý rằng có thể bỏ qua nếu các phần tử cú pháp là ký tự nhị phân. Ngoài ra, tùy thuộc vào loại bộ giải mã 322, sự duy trì bộ nhớ đệm 320 là không cần thiết. Hơn nữa, các bộ nhớ đệm có thể được tích hợp trong các bộ giải mã.

Đầu cuối của các chuỗi phần tử cú pháp hữu hạn

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, việc mã hóa và giải mã được thực hiện với tập hợp các phần tử cú pháp hữu hạn. Thông thường lượng dữ liệu nhất định chẳng hạn như hình ảnh tĩnh, khung hoặc trường của chuỗi video, lát cắt hình ảnh, lát cắt của khung hoặc trường của chuỗi video, hoặc tập hợp các mẫu âm thanh liên tiếp, v.v. được mã hóa. Đối với các tập hợp các phần tử cú pháp hữu hạn, nói chung, dòng bit thành phần được tạo ra ở bộ mã hóa phải được kết thúc, tức là, phải đảm bảo rằng tất cả các phần tử cú pháp có thể được giải từ mã dòng bit thành phần được truyền tới hoặc được lựa chọn. Sau khi ký tự nhị phân cuối cùng được chèn vào bộ nhớ đệm nhị phân tương ứng 308, bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 phải đảm bảo rằng từ mã hoàn thành được ghi thành dòng bit thành phần 312. Nếu bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 là bộ mã hóa entropi thực hiện phép ánh xạ trực tiếp các chuỗi ký tự nhị phân theo các từ mã, chuỗi ký tự nhị phân được lưu trong bộ nhớ đệm nhị phân sau khi ghi ký tự nhị phân cuối cùng vào bộ nhớ đệm nhị phân có thể không thể hiện chuỗi ký tự nhị phân được

kết hợp với từ mã (tức là, nó có thể biểu diễn tiền tố của hai hoặc nhiều chuỗi ký tự nhị phân được kết hợp với các từ mã). Trong trường hợp đó, bất kỳ từ mã nào kết hợp với chuỗi ký tự nhị phân mà chứa chuỗi ký tự nhị phân trong bộ nhớ đệm nhị phân dưới dạng tiền tố phải được ghi thành dòng bit thành phần (bộ nhớ đệm nhị phân phải truy cập nhanh). Điều này có thể được thực hiện bằng cách chen các ký tự nhị phân với giá trị cụ thể hoặc tùy ý vào bộ nhớ đệm nhị phân đến khi từ mã được ghi lại. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ mã hóa ký tự nhị phân lựa chọn một trong số các từ mã có độ dài nhỏ nhất (thêm vào đó đặc tính mà chuỗi ký tự nhị phân kết hợp phải chứa chuỗi ký tự nhị phân trong bộ nhớ đệm nhị phân dưới dạng tiền tố). Ở phía bộ giải mã, bộ giải mã ký tự nhị phân 322 có thể giải mã nhiều ký tự nhị phân hơn yêu cầu đối với từ mã cuối cùng trong dòng bit thành phần; các ký tự nhị phân này không được yêu cầu bởi bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 318 và bị loại bỏ và bỏ qua. Việc giải mã tập hợp các biểu tượng hữu hạn được kiểm soát bằng các yêu cầu đối với các phần tử cú pháp được giải mã; nếu không còn phần tử cú pháp nào được yêu cầu đối với chất lượng dữ liệu, sự giải mã sẽ được kết thúc.

Truyền và ghép dòng bit thành phần

Các dòng bit thành phần 312 được tạo ra bởi bộ mã hóa có khả năng có thể được truyền độc lập, hoặc chúng có thể được ghép thành dòng bit đơn, hoặc các từ mã của các dòng bit thành phần có thể được đan xen trong dòng bit đơn.

Theo phương án của sáng chế, mỗi dòng bit thành phần cho lượng dữ liệu được ghi thành một gói dữ liệu. Lượng dữ liệu có thể là tập hợp các phần tử cú pháp tùy ý chẳng hạn như hình ảnh tĩnh, trường hoặc khung của chuỗi video, lát cắt hình ảnh tĩnh, lát cắt của trường hoặc khung của chuỗi video, hoặc khung của các mẫu âm thanh, v.v..

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, hai hoặc nhiều dòng bit thành phần cho lượng dữ liệu hoặc tất cả các dòng bit thành phần cho lượng dữ liệu được ghép thành một gói dữ liệu. Cấu trúc của gói dữ liệu chứa các dòng bit thành phần được ghép với nhau được thể hiện trên Fig.9.

Gói dữ liệu 400 gồm có phần đầu và một phần dữ liệu của mỗi dòng bit thành phần (đối với lượng dữ liệu được xem xét). Phần đầu 400 của gói dữ liệu chứa các biểu thị phân chia của (phần còn lại của) gói dữ liệu thành các đoạn dữ liệu của dòng bit 402. Bên cạnh các biểu thị cho việc phân chia, phần đầu có thể chứa thông tin bổ

sung. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, sự biểu thị cho việc phân chia gói dữ liệu là các vị trí của phần mở đầu của các đoạn dữ liệu trong các đơn vị là bit hoặc byte hoặc bội số của bit hoặc bội số của byte. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các vị trí của phần mở đầu của các đoạn dữ liệu được mã hóa dưới dạng các giá trị tuyệt đối trong phần đầu của gói dữ liệu, hoặc là liên quan đến phần mở đầu của gói dữ liệu hoặc là liên quan đến điểm cuối của phần đầu hoặc liên quan đến phần mở đầu của gói dữ liệu trước đó. Theo phương án ưu tiên khác theo sáng chế, các vị trí của phần mở đầu các đoạn dữ liệu được mã hóa khác nhau, tức là, chỉ có một sự khác biệt duy nhất giữa phần mở đầu thực tế của đoạn dữ liệu và dự báo cho phần mở đầu của đoạn dữ liệu được mã hóa. Dự báo có thể được suy ra dựa trên thông tin đã biết hoặc đã truyền chẳng hạn như kích cỡ tổng thể của gói dữ liệu, kích cỡ của phần đầu, số lượng đoạn dữ liệu trong gói dữ liệu, vị trí của phần đầu các đoạn dữ liệu trước. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, vị trí bắt đầu của gói dữ liệu thứ nhất không được mã hóa, mà phỏng đoán đưa ra dựa trên kích cỡ của phần đầu gói dữ liệu. Tại phía bộ giải mã, sự thể hiện một phần được truyền được sử dụng để suy ra phần mở đầu của các đoạn dữ liệu. Các đoạn dữ liệu sau đó cũng được sử dụng dưới dạng các dòng bit thành phần và dữ liệu chứa trong các đoạn dữ liệu được đưa vào các bộ giải mã ký tự nhị phân tương ứng theo thứ tự liên tiếp nhau.

Có một số thay đổi cho việc ghép các dòng bit thành phần thành gói dữ liệu. Một trong số đó là có thể giảm thông tin phụ yêu cầu, đặc biệt cho các trường hợp trong đó các kích cỡ của các dòng bit thành phần là rất tương tự nhau, như được minh họa trên Fig.10. Tải trọng của gói dữ liệu, tức là, gói dữ liệu 410 không bao gồm phần đầu 411, được phân chia thành các phân đoạn 412 theo cách xác định trước. Ví dụ như, tải trọng gói dữ liệu có thể được ký tự nhị phân phân thành các phân đoạn cùng kích cỡ. Sau đó mỗi phân đoạn được kết hợp với dòng bit thành phần hoặc với phần thứ nhất của dòng bit thành phần 413. Nếu dòng bit thành phần lớn hơn phân đoạn dữ liệu kết hợp, phần còn lại của nó 414 được đặt vào khoảng trống chưa sử dụng tại phần cuối của các đoạn dữ liệu khác. Điều này có thể được thực hiện theo cách mà phần còn lại của các dòng bit được chèn vào theo thứ tự ngược lại (bắt đầu từ đầu cuối của đoạn dữ liệu) làm giảm thông tin kích thước. Sự kết hợp phần còn lại của các dòng bit thành phần với các phân đoạn dữ liệu và, khi có hơn một phần còn lại được thêm vào phân đoạn dữ

liệu, thì điểm bắt đầu cho một hoặc nhiều phần còn lại phải được báo hiệu bên trong các dòng bit, ví dụ trong phần đầu của gói dữ liệu.

Sự đan xen các từ mã có độ dài có thể thay đổi

Đối với một số ứng dụng, việc ghép các dòng bit thành phần như được mô tả trên đây (cho lượng các phần tử cú pháp) trong một gói dữ liệu có thể có một số điểm hạn chế như sau: một mặt, đối với các gói dữ liệu nhỏ, số lượng bit cho thông tin phụ được yêu cầu để báo hiệu sự phân chia có thể trở nên đáng kể tương đối so với dữ liệu thực tế trong các dòng bit thành phần, mà cuối cùng làm giảm hiệu quả mã hóa. Mặt khác, việc ghép kênh có thể không phù hợp đối với các ứng dụng yêu cầu độ trễ thấp (ví dụ các ứng dụng cho hội thảo qua video). Với việc ghép kênh như đã được mô tả, bộ mã hóa không thể bắt đầu việc truyền gói dữ liệu trước khi các dòng bit thành phần được tạo ra hoàn toàn, do các vị trí bắt đầu các phần không được biết trước đó. Ngoài ra, nói chung, bộ giải mã phải chờ cho đến khi nó nhận được phần mở đầu của phân đoạn dữ liệu cuối trước khi nó có thể bắt đầu giải mã gói dữ liệu. Với các ứng dụng dưới dạng các hệ thống hội thảo qua video, các độ trễ này có thể tăng lên tới độ trễ tổng thể bổ sung của hệ thống của nhiều hình ảnh video (cụ thể đối với tốc độ bit gần bằng tốc độ bit truyền và đối với các bộ mã hóa/bộ giải mã yêu cầu gần khoảng thời gian giữa hai hình ảnh để mã hóa/giải mã hình ảnh), điều này mang tính quyết định đối với các ứng dụng như vậy. Để khắc phục các nhược điểm nêu trên cho các ứng dụng nhất định, bộ mã hóa theo phương án ưu tiên của sáng chế có thể được tạo cấu hình theo cách để các từ mã được tạo ra bởi hai hoặc nhiều bộ mã hóa ký tự nhị phân được đan xen vào dòng bit đơn. Các dòng bit với các từ mã đan xen có thể được gửi trực tiếp tới bộ giải mã (khi bỏ qua độ trễ bộ nhớ đệm trung gian nhỏ, tham khảo dưới đây). Tại phía bộ giải mã, hai hoặc nhiều bộ giải mã ký tự nhị phân đọc các từ mã trực tiếp từ các dòng bit theo thứ tự giải mã; việc giải mã có thể được bắt đầu với bit nhận được thứ nhất. Ngoài ra, không có thông tin phụ được yêu cầu để báo hiệu việc ghép (hoặc đan xen) các dòng bit thành phần. Cách khác để làm giảm độ phức tạp giải mã có thể đạt được khi mà các bộ giải mã ký tự nhị phân 322 không đọc các từ mã có độ dài có thể thay đổi từ bộ nhớ đệm bit tổng quát, mà thay vào đó là chúng luôn đọc các chuỗi bit có độ dài cố định từ bộ nhớ đệm bit tổng quát và bổ sung các chuỗi bit có độ dài cố định vào bộ nhớ đệm bit cục bộ, với mỗi bộ giải mã ký tự nhị phân 322 được nối với một bộ nhớ đệm bit cục bộ riêng biệt. Các từ mã có độ dài có thể thay đổi được đọc từ bộ nhớ

đệm bit cục bộ. Do đó, sự phân tích cú pháp các từ mã có độ dài có thể thay đổi có thể được thực hiện song song, chỉ sự truy cập của các chuỗi bit có độ dài cố định phải được thực hiện theo cách đồng bộ, nhưng sự truy cập các chuỗi bit có độ dài cố định như vậy thường rất nhanh, sao cho độ phức tạp giải mã tổng thể có thể được giảm thiểu đối với một vài cấu trúc. Số lượng ký tự nhị phân cố định được gửi tới bộ nhớ đệm bit cục bộ cụ thể có thể là khác nhau đối với các bộ nhớ đệm bit cục bộ khác nhau và nó có thể cũng biến đổi theo thời gian, tùy thuộc vào các tham số nhất định dưới dạng các sự kiện trong bộ giải mã ký tự nhị phân, bộ nhớ đệm nhị phân, hoặc bộ nhớ đệm bit. Tuy nhiên, số lượng bit được đọc bởi phép truy cập cụ thể không phụ thuộc vào các bit thực tế được đọc trong lúc truy cập cụ thể, đây là điểm khác biệt quan trọng đối với việc đọc các từ mã có độ dài có thể thay đổi. Việc đọc các chuỗi bit có độ dài cố định được kích hoạt bởi các sự kiện nhất định trong các bộ nhớ đệm nhị phân, các bộ giải mã ký tự nhị phân, hoặc các bộ nhớ đệm bit cục bộ. Ví dụ, có thể có yêu cầu cho việc đọc của chuỗi bit có độ dài cố định mới khi số lượng bit hiện có trong bộ nhớ đệm bit được kết nối giảm xuống dưới ngưỡng định trước, với các giá trị ngưỡng khác nhau có thể được sử dụng cho các bộ nhớ đệm bit khác nhau. Tại bộ mã hóa, phải được đảm bảo rằng các chuỗi bit có độ dài cố định được chèn theo thứ tự không đổi vào các dòng bit, trong đó chúng được đọc từ các dòng bit tại phía bộ giải mã. Cũng có thể kết hợp sự đan xen các chuỗi có độ dài cố định này với điều khiển độ trễ thấp tương tự như đã được mô tả ở trên. Sau đây, phương án ưu tiên đối với việc đan xen các chuỗi bit có độ dài cố định được mô tả. Để hiểu chi tiết hơn về kỹ thuật đan xen gần nhất, cần tham khảo công bố đơn quốc tế số WO2011/128268A1.

Sau khi có các phương án được mô tả mà theo đó việc mã hóa trước đây được sử dụng để nén các dữ liệu video, được mô tả dưới dạng phương án khác với các phương án thực hiện theo sáng chế đưa ra cách thực hiện đặc biệt hiệu quả về mặt dung hòa tốt giữa một mặt là tỷ lệ nén và mặt khác là bảng tra cứu và mặt khác nữa là tổng chi phí hoạt động. Cụ thể, các phương án dưới đây cho phép sử dụng các mã có độ dài có thể thay đổi ít phức tạp để mã hóa entropi các dòng bit cụ thể và các phần bao hàm các phép ước lượng xác suất hiệu quả. Theo các phương án được mô tả dưới đây, các biểu tượng có bản chất nhị phân và các mã VLC (VLC: Variable Length Coding - mã hóa độ dài có thể thay đổi) thể hiện phép bao hàm hiệu quả đối với phép ước lượng xác suất có hiệu quả được đại diện bởi, ví dụ RB_{LPSB} , mở rộng trong $[0;0,5]$

Cụ thể, các phương án được nêu ra dưới đây mô tả các cách thực hiện có khả năng đối với các bộ mã hóa entropi 310 và các bộ giải mã entropi 322 riêng lẻ trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.17, tương ứng. Chúng phù hợp để mã hóa các ký tự nhị phân, tức là các biểu tượng nhị phân, do chúng xuất hiện trong các ứng dụng nén hình ảnh hoặc video. Theo đó, các phương án này cũng có thể áp dụng được cho mã hóa hình ảnh hoặc video trong đó các biểu tượng nhị phân được chia thành một hoặc nhiều các dòng ký tự nhị phân 307 sẽ được mã hóa và các dòng bit 324 sẽ được giải mã tương ứng, trong đó mỗi dòng ký tự nhị phân có thể được xem như là sự thể hiện của phép xử lý Bernoulli. Các phương án được mô tả dưới đây sử dụng một hoặc nhiều mã được gọi là các mã thay đổi-thay đổi (variable-to-variable-codes: v2v-codes) khác nhau được giải thích dưới đây để mã hóa các dòng ký tự nhị phân. Mã v2v có thể được xem như là hai mã phi tiền tố có cùng số lượng từ mã là mã phi tiền tố thứ nhất và mã phi tiền tố thứ hai. Mỗi từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất được kết hợp với một từ mã của mã phi tiền tố thứ hai. Theo các phương án được nêu ra dưới đây, ít nhất một số bộ mã hóa 310 và bộ giải mã 322 hoạt động như sau: để mã hóa chuỗi ký tự nhị phân 307 cụ thể, mỗi khi từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất được đọc từ bộ nhớ đệm 308, từ mã tương ứng của mã phi tiền tố thứ hai được ghi vào dòng bit 312. Thủ tục tương tự được sử dụng để giải mã dòng bit 312 này, nhưng có sự thay đổi giữa mã phi tiền tố thứ nhất và mã phi tiền tố thứ hai. Có nghĩa là, để giải mã dòng bit 324, mỗi khi từ mã của mã phi tiền tố thứ hai được đọc từ dòng bit 324 tương ứng, từ mã tương ứng của mã phi tiền tố thứ nhất được ghi vào bộ nhớ đệm 320.

Có lợi là, các mã được mô tả dưới đây không cần có các bảng tra cứu. Các mã có thể thực hiện ở dạng các máy trạng thái hữu hạn. Các mã v2v được biểu diễn ở đây, có thể được tạo ra bởi quy tắc xây dựng đơn giản sao cho không cần các bảng lưu trữ lớn cho các từ mã. Thay vào đó, thuật toán đơn giản có thể được sử dụng để thực hiện việc mã hóa hoặc giải mã. Ba quy tắc xây dựng sẽ được mô tả dưới đây với hai trong số đó có thể được tham số hóa. Chúng bao hàm các phần rời khác nhau hoặc đều nhau của khoảng xác suất được đề cập ở trên và theo đó có các ưu điểm rõ rệt nếu được sử dụng cùng nhau, chẳng hạn như cả ba mã song song (mỗi mã dùng cho một trong số bộ mã hóa 11/bộ giải mã 22), hoặc hai trong số chúng. Với các quy tắc xây dựng được mô tả dưới đây, có thể tạo ra tập hợp các mã v2v, sao cho đối với các phép xử lý Bernoulli

với xác suất tùy ý p , một trong số các mã thực hiện tốt trong điều kiện độ dài mã dư thừa.

Như được đề cập ở trên, việc mã hóa và giải mã các dòng dữ liệu 312 và 324 tương ứng có thể được thực hiện độc lập đối với mỗi dòng dữ liệu hoặc theo cách thức xen kẽ. Tuy nhiên, điều này là không đặc trưng cho các lớp đại diện của các mã v2v và do đó chỉ có mã hóa và giải từ mã mã cụ thể được mô tả cho mỗi quy tắc trong ba quy tắc xây dựng sau đây. Tuy nhiên, nhấn mạnh rằng tất cả các phương án ở trên liên quan đến các giải pháp đan xen cũng có thể kết hợp được với các mã đã được mô tả ở đây hoặc các bộ mã hóa 310 và bộ giải mã 322 tương ứng.

Quy tắc xây dựng 1: Các mã 'PIPE nhị phân đơn phân' hoặc bộ mã hóa 310/bộ giải mã 322

Các mã PIPE nhị phân đơn phân (PIPE- probability interval partitioning entropy: entropi phân chia khoảng xác suất) là phiên bản đặc biệt của các mã 'PIPE nhị phân', tức là, các mã thích hợp để mã hóa các dòng bit riêng biệt 12 và 24 bất kỳ, mỗi dữ liệu truyền đi của các số liệu thống kê biểu tượng nhị phân thuộc về khoảng con xác suất nhất định trong khoảng xác suất $[0;0,5]$ đã đề cập ở trên. Sự xây dựng của các mã PIPE nhị phân được mô tả trước. Mã PIPE nhị phân có thể được xây dựng từ mã phi tiền tố bất kỳ với ít nhất ba từ mã. Để tạo ra mã v2v, sử dụng mã phi tiền tố dưới dạng mã thứ nhất và mã thứ hai, tuy nhiên có hai từ mã của mã phi tiền tố thứ hai được hoán đổi. Điều này có nghĩa là ngoại trừ hai từ mã, các ký tự nhị phân được ghi với dòng bit không thay đổi. Với kỹ thuật này, chỉ một mã phi tiền tố cần được lưu giữ cùng với thông tin, mà hai từ mã được hoán đổi và do đó lượng tiêu hao bộ nhớ được giảm xuống. Lưu ý rằng, nó chỉ có ý nghĩa để hoán đổi các từ mã có chiều dài khác nhau vì nếu không thì dòng bit sẽ có cùng chiều dài giống như dòng nhị phân (bỏ qua các tác dụng có thể xảy ra tại phần cuối của dòng nhị phân).

Do quy tắc xây dựng này, đặc tính nổi bật của các mã PIPE nhị phân là nếu các mã phi tiền tố thứ nhất và thứ hai được hoán đổi (trong khi việc ánh xạ các từ mã được giữ nguyên), thì mã v2v thu được là giống như mã v2v ban đầu. Nhờ đó, thuật toán mã hóa và thuật toán giải mã là giống nhau đối với các mã PIPE nhị phân.

Mã PIPE nhị phân đơn phân được xây dựng từ mã phi tiền tố đặc biệt. Mã phi tiền tố đặc biệt được xây dựng như sau. Đầu tiên, mã phi tiền tố gồm có n từ mã đơn phân được tạo ra bắt đầu với '01', '001', '0001', ... cho đến khi tạo ra n từ mã. n là

tham số cho mã PIPE nhị phân đơn phân. Phần cuối 1 được loại bỏ khỏi từ mã dài nhất. Điều này tương ứng với mã đơn phân rút gọn (nhưng không có từ mã '0'). Sau đó, $n-1$ từ mã đơn phân được tạo ra bắt đầu với '10', '110', '1110', ... đến khi tạo ra $n-1$ từ mã. Phần cuối 0 được loại bỏ khỏi từ mã dài nhất trong số các từ mã này. Tập hợp giao của hai mã phi tiền tố này được sử dụng dưới dạng đầu vào để tạo ra mã PIPE nhị phân đơn phân. Hai từ mã được hoán đổi gồm một từ mã chỉ gồm có các ký tự 0 và một từ mã chỉ bao gồm các ký tự 1.

Ví dụ với $n = 4$:

Thứ tự	mã phi tiền tố thứ nhất	mã phi tiền tố thứ hai
1	0000	111
2	0001	0001
3	001	001
4	01	01
5	10	10
6	110	110
7	111	0000

Quy tắc xây dựng 2: Các mã 'đơn phân thành Rice' và các bộ mã hóa/bộ giải mã đơn phân thành Rice 10 và 22:

Các mã đơn phân thành Rice sử dụng mã đơn phân rút gọn dưới dạng mã thứ nhất. Nghĩa là các từ mã đơn phân được tạo ra bắt đầu với '1', '01', '001', ... cho đến $2^n + 1$ từ mã được tạo ra và phần cuối 1 được loại bỏ khỏi từ mã dài nhất. n là tham số của mã đơn phân thành Rice. Mã phi tiền tố thứ hai được xây dựng từ các từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất như sau. Để từ mã thứ nhất chỉ gồm có các ký tự 0, từ mã '1' được ấn định. Tất cả các từ mã khác bao gồm việc ghép của từ mã '0' với phép biểu diễn nhị phân n bit của số lượng các ký tự 0 của từ mã tương ứng của mã phi tiền tố thứ nhất.

Ví dụ với $n = 3$:

Thứ tự	mã phi tiền tố thứ nhất	mã phi tiền tố thứ hai
1	1	0000
2	01	0001
3	001	0010
4	0001	0011
5	00001	0100
6	000001	0101
7	0000001	0110
8	00000001	0111
9	00000000	1

Lưu ý rằng, điều này là giống với việc ánh xạ mã đơn phân vô hạn lên mã Rice với tham số Rice 2ⁿ.

Quy tắc xây dựng 3: mã 'ba ký tự nhị phân'

Mã ba ký tự nhị phân được cho như sau:

Thứ tự	mã phi tiền tố thứ nhất	mã phi tiền tố thứ hai
1	000	0
2	001	100
3	010	101
4	100	110
5	110	11100
6	101	11101
7	011	11110
8	111	11111

Nó có đặc tính là mã thứ nhất (các chuỗi biểu tượng) có chiều dài cố định (luôn là ba ký tự nhị phân) và các từ mã được sắp xếp bằng cách tăng dần số lượng của các ký tự 1.

Tiếp theo, sự thực hiện hiệu quả mã ba ký tự nhị phân sẽ được mô tả. Bộ mã hóa và bộ giải mã cho mã ba ký tự nhị phân có thể được thực hiện mà không cần các bảng lưu giữ theo cách sau đây.

Trong bộ mã hóa (bộ mã hóa bất kỳ trong số các bộ mã hóa 10), ba ký tự nhị phân được đọc từ chuỗi ký tự nhị phân (ví dụ 7). Nếu ba ký tự nhị phân chứa chính xác một ký tự 1, từ mã '1' được ghi vào dòng bit tiếp theo với hai ký tự nhị phân gồm có phép biểu diễn nhị phân của vị trí của ký tự 1 (bắt đầu từ bên phải với 00). Nếu ba ký tự nhị phân có chính xác một ký tự 0, từ mã '111' được ghi vào dòng bit tiếp theo với hai ký tự nhị phân gồm có phép biểu diễn nhị phân của vị trí ký tự 0 (bắt đầu từ bên phải với 00). Các từ mã còn lại '000' và '111' lần lượt được ánh xạ thành '0' và '11111'.

Trong bộ giải mã (bộ giải mã bất kỳ trong số các bộ giải mã 22), một ký tự nhị phân hoặc bit được đọc từ dòng bit tương ứng 24. Nếu bằng '0', từ mã '000' được giải mã thành dòng bit 21. Nếu bằng '1', hai ký tự nhị phân nữa được đọc từ dòng bit 24. Nếu hai bit này không bằng '11', chúng được thể hiện dưới dạng phép biểu diễn nhị phân của số lượng và hai ký tự 0 và một ký tự 1 được giải mã thành dòng bit sao cho vị trí của ký tự 1 được xác định bởi số lượng. Nếu hai bit này bằng '11', hai ký tự nhị phân nữa được đọc và được thể hiện như phép biểu diễn nhị phân của số lượng. Nếu số

này nhỏ hơn 3, hai ký tự 1 và một ký tự 0 được giải mã và số lượng xác định vị trí của ký tự 0. Nếu số này bằng 3, '111' được giải mã thành dòng ký tự nhị phân.

Tiếp theo sự thực hiện hiệu quả các mã PIPE nhị phân đơn phân được mô tả. Bộ mã hóa và giải mã cho các mã PIPE nhị phân đơn phân có thể được thực hiện hiệu quả bằng cách sử dụng bộ đếm. Do cấu trúc của các mã PIPE nhị phân, việc mã hóa và giải mã các mã PIPE nhị phân sẽ dễ dàng thực hiện:

Trong bộ mã hóa (bộ mã hóa bất kỳ trong số các bộ mã hóa 10), nếu ký tự nhị phân thứ nhất của từ mã bằng '0', các ký tự nhị phân được xử lý cho đến khi ký tự '1' xuất hiện hoặc cho đến khi n ký tự 0 được đọc (bao gồm ký tự '0' thứ nhất của từ mã). Nếu xuất hiện ký tự '1', các ký tự nhị phân được đọc sẽ được ghi vào dòng bit không thay đổi. Ngược lại, (tức là n ký tự 0 được đọc), $n-1$ ký tự 1 được ghi vào dòng bit. Nếu ký tự nhị phân thứ nhất của từ mã bằng '1', các ký tự nhị phân được xử lý cho đến khi ký tự '0' xuất hiện hoặc cho đến khi $n-1$ ký tự 1 được đọc (bao gồm ký tự '1' thứ nhất của từ mã). Nếu xuất hiện ký tự '0', các ký tự nhị phân được đọc sẽ được ghi vào dòng bit không thay đổi. Ngược lại, (tức là $n-1$ ký tự 1 được đọc), n ký tự 0 được ghi vào dòng bit.

Trong bộ giải mã (bộ giải mã bất kỳ trong số các bộ giải mã 322), thuật toán tương tự được sử dụng như đối với bộ mã hóa, vì điều này là tương tự đối với các mã PIPE nhị phân như được mô tả ở trên.

Tiếp theo, việc thực hiện hiệu quả của các mã đơn phân thành Rice sẽ được mô tả. Bộ mã hóa và bộ giải mã cho các mã đơn phân thành Rice có thể được thực hiện hiệu quả bằng cách sử dụng bộ đếm như sẽ được mô tả sau đây.

Trong bộ mã hóa (bộ mã hóa bất kỳ trong số các bộ mã hóa 310), các ký tự nhị phân được đọc từ dòng ký tự nhị phân (ví dụ 7) cho đến khi xuất hiện ký tự '1' hoặc cho đến khi 2^n ký tự 0 được đọc. Nếu số lượng đếm được bằng 2^n , từ mã '1' được ghi lên dòng bit. Nếu không thì '0' sẽ được ghi, được theo sau bởi phép biểu diễn nhị phân của số lượng được đếm, được ghi với n bit.

Trong bộ giải mã (bộ giải mã bất kỳ trong số các bộ giải mã 322), một bit được đọc. Nếu bằng '1' thì 2^n ký tự 0 được giải mã vào dãy ký tự nhị phân. Nếu bằng '0' thì n bit nữa được đọc và được thể hiện như phép biểu diễn nhị phân của số lượng. Số lượng của các ký tự '0' này được giải mã thành dòng ký tự nhị phân, được theo sau bởi ký tự '1'.

Nói cách khác, các phương án vừa được mô tả ở trên mô tả bộ mã hóa để mã hóa chuỗi biểu tượng 303, bao gồm bộ ấn định 316 được tạo cấu hình để ấn định số lượng các tham số 305 cho mỗi biểu tượng của chuỗi biểu tượng dựa trên thông tin chứa bên trong các biểu tượng trước đó của chuỗi biểu tượng; mỗi bộ mã hóa trong số nhiều bộ mã hóa entropi 310 được tạo cấu hình để chuyển đổi các biểu tượng 307 được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi 310 tương ứng vào dòng bit 312 tương ứng; và bộ chọn 6 được tạo cấu hình để chuyển tiếp mỗi biểu tượng 303 đến một bộ mã hóa entropi được chọn trong số nhiều bộ mã hóa entropi 10, sự lựa chọn phụ thuộc vào số lượng tham số 305 được ấn định cho biểu tượng 303 tương ứng. Theo các phương án vừa được mô tả, ít nhất tập hợp con thứ nhất của các bộ mã hóa entropi có thể là bộ mã hóa chiều dài có thể thay đổi được tạo cấu hình để ánh xạ các chuỗi biểu tượng có chiều dài thay đổi bên trong chuỗi biểu tượng 307 để các từ mã có chiều dài thay đổi được chèn vào trong dòng bit 312 tương ứng, với mỗi bộ mã hóa entropi 310 của tập hợp con thứ nhất sử dụng quy tắc ánh xạ song ánh theo các từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất với $(2n-1) \geq 3$ từ mã được ánh xạ với các từ mã của mã phi tiền tố thứ hai mà giống hệt các từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất sao cho gần như hai từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất được ánh xạ để giống hệt các từ mã của mã phi tiền tố thứ hai trong khi hai từ mã của các mã phi tiền tố thứ nhất và thứ hai có chiều dài khác nhau và được ánh xạ lên nhau theo cách hoán đổi, trong đó các bộ mã hóa entropi có thể sử dụng n khác nhau để bao hàm các phần khác nhau của khoảng xác suất được đề cập bên trên. Mã phi tiền tố thứ nhất có thể được tạo cấu trúc sao cho các từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất là $((a,b)_2, (a,a,b)_3, \dots, (a,\dots,a,b)_n, (a,\dots,a)_n, (b,a)_2, (b,b,a)_3, \dots, (b,\dots,b,a)_{n-1}, (b,\dots,b)_{n-1}$, và hai từ mã được ánh xạ vào nhau theo cách hoán đổi là $(a,\dots,a)_n$ và $(b,\dots,b)_{n-1}$ với $b \neq a$ và $a, b \in \{0,1\}$. Tuy nhiên, các phương án thay thế là có thể thực hiện được.

Nói cách khác, mỗi tập hợp con thứ nhất của các bộ mã hóa entropi có thể được tạo cấu hình để, trong việc chuyển đổi các biểu tượng được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng vào trong dòng bit tương ứng, kiểm tra biểu tượng thứ nhất được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng để xác định liệu (1) biểu tượng thứ nhất có bằng $a \in \{0,1\}$, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi tương ứng được tạo cấu hình để kiểm tra các biểu tượng tiếp theo được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng để xác định liệu (1.1) biểu tượng b với $b \neq a$ và $b \in \{0,1\}$ xuất hiện trong n -

1 biểu tượng tiếp theo sau biểu tượng thứ nhất, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi tương ứng được tạo cấu hình để ghi từ mã lên dòng bit tương ứng, bằng biểu tượng thứ nhất được theo sau bởi các biểu tượng sau được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng, lên đến biểu tượng b; (1.2) không có biểu tượng b xuất hiện trong n-1 biểu tượng tiếp theo sau biểu tượng thứ nhất, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi tương ứng được tạo cấu hình để ghi từ mã lên dòng bit tương ứng, mà bằng $(b, \dots, b)_{n-1}$; hoặc (2) biểu tượng thứ nhất bằng b, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi tương ứng được tạo cấu hình để kiểm tra các biểu tượng tiếp theo được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng để xác định liệu (2.1) biểu tượng a có xuất hiện trong n-2 biểu tượng tiếp theo sau biểu tượng thứ nhất, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi tương ứng được tạo cấu hình để ghi từ mã lên dòng bit tương ứng, bằng biểu tượng thứ nhất được theo sau bởi biểu tượng sau được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng lên đến biểu tượng a; hoặc (2.2) không có biểu tượng a xuất hiện trong n-2 biểu tượng tiếp theo sau biểu tượng thứ nhất, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi tương ứng được tạo cấu hình để ghi từ mã lên dòng bit tương ứng, bằng $(a, \dots, a)_n$.

Ngoài ra, tập hợp con thứ hai của các bộ mã hóa entropi 10 có thể là bộ mã hóa chiều dài thay đổi được tạo cấu hình để ánh xạ các chuỗi biểu tượng có chiều dài thay đổi lên các từ mã có chiều dài cố định, tương ứng, với mỗi bộ mã hóa entropi của tập hợp con thứ hai sử dụng quy tắc ánh xạ song ánh theo các từ mã của mã đơn phân rút gọn thứ nhất với 2^n+1 từ mã của loại tập hợp $\{(a), (ba), (bba), \dots, (b\dots ba), (bb\dots b)\}$ với $b \neq a$ và $a, b \in \{0, 1\}$ được ánh xạ lên các từ mã của mã phi tiền tố thứ hai sao cho từ mã $(bb\dots b)$ của mã đơn phân rút gọn thứ nhất được ánh xạ lên từ mã (c) của mã phi tiền tố thứ hai và toàn bộ các từ mã khác $\{(a), (ba), (bba), \dots, (b\dots ba)\}$ của mã đơn phân rút gọn thứ nhất được ánh xạ trên các từ mã có (d) với $c \neq d$ và $c, d \in \{0, 1\}$ dưới dạng tiền tố và từ n bit như hậu tố, trong đó các bộ mã hóa entropi sử dụng n khác nhau. Mỗi tập hợp con thứ hai của các bộ mã hóa entropi có thể được tạo cấu hình sao cho từ n bit là phép biểu diễn n bit của số lượng các biểu tượng b trong từ mã tương ứng của mã đơn phân rút gọn thứ nhất. Tuy nhiên, các phương án thay thế là có thể thực hiện được.

Ngoài ra, từ quan điểm của chế độ hoạt động của bộ mã hóa tương ứng 10, mỗi tập hợp con thứ hai của các bộ mã hóa entropi có thể được tạo cấu hình để, trong việc chuyển đổi các biểu tượng được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng vào

trong dòng bit tương ứng, đếm số lượng các biểu tượng b trong chuỗi biểu tượng được chuyển tiếp tới bộ mã hóa entropi tương ứng, cho đến khi ký tự a xuất hiện, hoặc cho đến khi số lượng của chuỗi biểu tượng được chuyển tiếp tới bộ mã hóa entropi lên đến 2^n với 2^n biểu tượng của chuỗi là b , và (1) nếu số lượng của các biểu tượng b bằng 2^n , ghi c với $c \in \{0,1\}$ như từ mã của mã phi tiền tố thứ hai lên dòng bit tương ứng, và (2) nếu số lượng của các biểu tượng b nhỏ hơn 2^n , ghi từ mã của mã phi tiền tố thứ hai lên dòng bit tương ứng, có (d) với $c \neq d$ và $d \in \{0,1\}$ dưới dạng tiền tố và từ n bit được xác định phụ thuộc vào số lượng của các biểu tượng b như hậu tố.

Hơn nữa, một bộ mã hóa entropi định trước trong số các bộ mã hóa entropi 10 có thể là bộ mã hóa chiều dài thay đổi được tạo cấu hình để ánh xạ các chuỗi biểu tượng có các chiều dài cố định lên các từ mã có chiều dài thay đổi, tương ứng, với bộ mã hóa entropi định trước sử dụng quy tắc ánh xạ song ánh theo 2^3 từ mã có chiều dài 3 của mã thứ nhất được ánh xạ lên các từ mã của mã phi tiền tố thứ hai sao cho từ mã $(aaa)_3$ của mã thứ nhất với $a \in \{0,1\}$ được ánh xạ trên từ mã (c) với $c \in \{0,1\}$, cả ba từ mã của mã thứ nhất có chính xác một biểu tượng b với $b \neq a$ và $b \in \{0,1\}$ được ánh xạ trên từ mã có (d) với $c \neq d$ và $d \in \{0,1\}$ dưới dạng tiền tố và từ 2 bit thứ nhất tương ứng trong tập hợp thứ nhất của các từ 2 bit như hậu tố, cả ba từ mã của mã thứ nhất có chính xác một biểu tượng a được ánh xạ trên các từ mã có (d) dưới dạng tiền tố và ghép nối từ 2 bit thứ nhất không là phần tử của tập hợp thứ nhất và từ 2 bit thứ hai trong tập hợp thứ hai như hậu tố, và trong đó từ mã $(bbb)_3$ được ánh xạ lên từ mã có (d) dưới dạng tiền tố và ghép nối từ 2 bit thứ nhất không phải là phần tử của tập hợp thứ nhất và từ 2 bit thứ hai không phải là phần tử của tập hợp thứ hai như hậu tố. Từ 2 bit thứ nhất của các từ mã của mã thứ nhất có chính xác một biểu tượng b có thể là phép biểu diễn 2 bit của vị trí biểu tượng b trong từ mã tương ứng của mã thứ nhất, và từ 2 bit thứ hai của các từ mã của mã thứ nhất có chính xác một biểu tượng a có thể là phép biểu diễn 2 bit của vị trí biểu tượng a trong từ mã tương ứng của mã thứ nhất. Tuy nhiên, các phương án thay thế là có thể thực hiện được.

Ngoài ra, một bộ mã hóa entropi được định trước trong số các bộ mã hóa entropi có thể được tạo cấu hình để chuyển đổi các biểu tượng được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi định trước vào dòng bit tương ứng, kiểm tra các biểu tượng với bộ mã hóa entropi định trước trong byte gồm ba bit về mặt liệu (1) byte gồm ba bit gồm có các

biểu tượng a, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi định trước được tạo cấu hình để ghi từ mã (c) lên dòng bit tương ứng, (2) byte gồm ba bit có chính xác một biểu tượng b, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi định trước được tạo cấu hình để ghi từ mã có (d) dưới dạng tiền tố và sự biểu diễn 2 bit của vị trí b trong byte gồm ba bit như hậu tố, lên dòng bit tương ứng; (3) byte gồm ba bit gồm có chính xác một biểu tượng a, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi định trước được tạo cấu hình để ghi từ mã có (d) dưới dạng tiền tố và sự ghép nối từ 2 bit thứ nhất không là phần tử của tập hợp thứ nhất và sự biểu diễn 2 bit của vị trí của a trong byte gồm ba bit như hậu tố, lên dòng bit tương ứng; hay (4) byte gồm ba bit gồm có các biểu tượng b, trong trường hợp bộ mã hóa entropi định trước được tạo cấu hình để ghi từ mã có (d) dưới dạng tiền tố và sự ghép nối từ 2 bit thứ nhất không là phần tử của tập hợp thứ nhất và từ 2 bit thứ nhất không là phần tử của tập hợp thứ hai như hậu tố, lên dòng bit tương ứng.

Liên quan đến khía cạnh giải mã, các phương án thực hiện được mô tả ở trên đã bộc lộ bộ giải mã để khôi phục trình tự của các biểu tượng 326, bao gồm nhiều bộ giải mã entropi 322, mỗi bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để chuyển đổi dòng bit tương ứng 324 thành các biểu tượng 321; bộ ấn định 316 được tạo cấu hình để ấn định số lượng của các tham số tới mỗi biểu tượng 326 của chuỗi biểu tượng sẽ được khôi phục dựa trên thông tin được chứa bên trong các biểu tượng khôi phục trước đó của chuỗi biểu tượng; và bộ chọn 318 được tạo cấu hình để lấy lại mỗi biểu tượng 325 của chuỗi biểu tượng sẽ được khôi phục từ một bộ giải mã entropi được chọn trong số nhiều bộ giải mã entropi, sự lựa chọn phụ thuộc vào số lượng các tham số được xác định với biểu tượng tương ứng. Theo các phương án vừa được mô tả ít nhất tập hợp con thứ nhất của các bộ giải mã entropi 322 là các bộ giải mã chiều dài có thể thay đổi được tạo cấu hình để ánh xạ các từ mã có chiều dài có thể thay đổi lên chuỗi biểu tượng có chiều dài thay đổi, tương ứng, với mỗi bộ giải mã entropi 322 của tập hợp con thứ nhất sử dụng quy tắc ánh xạ song ánh theo các từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất với $(2n-1) \geq 3$ từ mã được ánh xạ với từ mã của mã phi tiền tố thứ hai là giống hệt mã phi tiền tố thứ nhất sao cho hầu như hai từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất được ánh xạ để giống hệt các từ mã của mã phi tiền tố thứ hai trong khi hai từ mã của các mã phi tiền tố thứ nhất và thứ hai có chiều dài khác nhau và được ánh xạ lên nhau theo cách hoán đổi, trong đó các bộ giải mã entropi có thể sử dụng n khác nhau. Mã phi tiền tố thứ nhất có thể được xây dựng cấu trúc sao cho các từ mã của mã phi tiền tố thứ nhất

là $(a,b)_2, (a,a,b)_3, \dots, (a,\dots,a,b)_n, (a,\dots,a)_n, (b,a)_2, (b,b,a)_3, \dots, (b,\dots,b,a)_{n-1}, (b,\dots,b)_{n-1}$, và hai từ mã được ánh xạ lên nhau theo cách hoán đổi có thể là $(a,\dots,a)_n$ và $(b,\dots,b)_{n-1}$ với $b \neq a$ và $a,b \in \{0,1\}$. Tuy nhiên, các phương án thay thế có thể được thực hiện.

Mỗi tập hợp con thứ nhất của các bộ mã hóa entropi có thể được tạo cấu hình để chuyển đổi dòng bit tương ứng thành các biểu tượng, kiểm tra bit thứ nhất của dòng bit tương ứng để xác định liệu (1) bit thứ nhất bằng a 0 $\{0,1\}$ hay không, trong đó trường hợp bộ mã hóa entropi tương ứng được tạo cấu hình để kiểm tra các bit tiếp theo của dòng bit tương ứng để xác định liệu (1.1) b với $b \neq a$ và b 0 $\{0,1\}$ xuất hiện trong n-1 bit tiếp theo sau bit thứ nhất, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi tương ứng được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng, mà bằng bit thứ nhất được theo sau bởi các bit tiếp theo của dòng bit tương ứng lên đến b; hay (1.2) không có b xuất hiện trong n-1 bit tiếp theo sau bit thứ nhất, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi tương ứng được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng, mà bằng $(b,\dots,b)_{n-1}$; hoặc (2) bit thứ nhất bằng b, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi tương ứng được tạo cấu hình để kiểm tra các bit tiếp theo của dòng bit tương ứng để xác định liệu (2.1) a xuất hiện trên trong n-2 bit tiếp theo sau bit thứ nhất, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi tương ứng được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng, bằng bit thứ nhất được theo sau bởi các bit tiếp theo của dòng bit tương ứng lên đến biểu tượng a; hay (2.2) không có a xuất hiện trong n-2 bit tiếp theo sau bit thứ nhất, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi tương ứng được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng, mà bằng $(a,\dots,a)_n$.

Ngoài ra, ít nhất tập hợp con thứ hai của các bộ giải mã entropi 322 có thể là bộ giải mã chiều dài có thể thay đổi được tạo cấu hình để ánh xạ các từ mã có chiều dài cố định lên các chuỗi biểu tượng có chiều dài có thể thay đổi, tương ứng, với mỗi bộ giải mã entropi của tập hợp con thứ hai sử dụng quy tắc ánh xạ song ánh theo các từ mã của mã phi tiền tố thứ hai được ánh xạ lên các từ mã của mã đơn phân rút gọn thứ nhất với 2^n+1 từ mã của loại tập hợp $\{(a), (ba), (bba), \dots, (b\dots ba), (bb\dots b)\}$ với $b \neq a$ và $a,b \in \{0,1\}$ sao cho từ mã (c) của mã phi tiền tố thứ hai được ánh xạ lên từ mã $(bb\dots b)$ của mã đơn phân rút gọn thứ nhất và các từ mã có (d) với $c \neq d$ và $c,d \in \{0,1\}$ dưới dạng tiền tố và từ n bit như hậu tố được ánh xạ lên một trong các từ mã tương ứng khác $\{(a), (ba), (bba), \dots, (b\dots ba)\}$ của mã đơn phân rút gọn thứ nhất, trong đó

các bộ giải mã entrôpi sử dụng n khác nhau. Mỗi tập hợp con thứ hai của các bộ giải mã entrôpi có thể được tạo cấu hình sao cho từ n bit là sự biểu diễn n bit của số lượng các biểu tượng b trong từ mã tương ứng của mã đơn phân rút gọn thứ nhất. Tuy nhiên, các phương án thay thế là có thể thực hiện được.

Mỗi tập hợp con thứ hai của các bộ giải mã entrôpi có thể là bộ giải mã chiều dài có thể thay đổi được tạo cấu hình để ánh xạ các từ mã có chiều dài cố định lên các chuỗi biểu tượng có chiều dài thay đổi, tương ứng, và được tạo cấu hình để, trong việc chuyển đổi dòng bit của bộ giải mã entrôpi tương ứng thành các biểu tượng, kiểm tra bit thứ nhất của dòng bit tương ứng để xác định liệu (1) cùng bằng c với $c \in \{0,1\}$, trong đó trường hợp bộ giải mã entrôpi tương ứng được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng bằng $(bb...b)_2^n$ với $b \in \{0,1\}$; hoặc (2) cùng bằng d với $c \neq d$ và $c, d \in \{0,1\}$, trong đó trường hợp bộ giải mã entrôpi tương ứng được tạo cấu hình để xác định từ n bit từ n các bit nữa của dòng bit tương ứng tiếp theo bit thứ nhất, và khôi phục chuỗi biểu tượng từ loại tập hợp $\{(a), (ba), (bba), \dots, (b...ba), (bb...b)\}$ với $b \neq a$ và $b \in \{0,1\}$ với số lượng các bit b phụ thuộc vào từ n bit.

Ngoài ra, một trong số các bộ giải mã entrôpi 322 định trước có thể là bộ giải mã chiều dài thay đổi được tạo cấu hình để ánh xạ các từ mã có chiều dài có thể thay đổi lên các chuỗi biểu tượng có chiều dài cố định, tương ứng, với bộ giải mã entrôpi định trước sử dụng quy tắc ánh xạ song ánh theo các từ mã của mã phi tiền tố thứ hai được ánh xạ lên 2^3 từ mã có chiều dài 3 của mã thứ nhất sao cho từ mã (c) với $c \in \{0,1\}$ được ánh xạ lên từ mã $(aaa)_3$ của mã thứ nhất với $a \in \{0,1\}$, các từ mã có (d) với $c \neq d$ và $d \in \{0,1\}$ dưới dạng tiền tố và từ 2 bit thứ nhất tương ứng ngoài tập hợp thứ nhất như hậu tố được ánh xạ trên cả ba từ mã của mã thứ nhất có chính xác một b với $b \neq a$ và $b \in \{0,1\}$, các từ mã có (d) dưới dạng tiền tố và sự ghép nối từ 2 bit thứ nhất không là phần tử của tập hợp thứ nhất và từ 2 bit thứ hai ngoài tập hợp thứ hai của ba từ 2 bit như hậu tố được ánh xạ trên cả ba từ mã của mã thứ nhất có chính xác một a , và từ mã có (d) dưới dạng tiền tố và sự ghép nối từ 2 bit thứ nhất không phải là phần tử của tập hợp thứ nhất và từ 2 bit thứ hai không phải là phần tử của tập hợp thứ hai như hậu tố được ánh xạ trên từ mã $(bbb)_3$. Từ 2 bit thứ nhất của các từ mã của mã thứ nhất có chính xác một b có thể là sự biểu diễn 2 bit của vị trí b trong từ mã tương ứng của mã thứ nhất, và từ 2 bit thứ hai của các từ mã của mã thứ nhất có chính xác một a có thể là

sự biểu diễn 2 bit của vị trí a trong từ mã tương ứng của mã thứ nhất. Tuy nhiên, các phương án thay thế là có thể thực hiện được.

Một bộ giải mã entropi định trước trong số các bộ giải mã có thể là bộ giải mã chiều dài có thể thay đổi được tạo cấu hình để ánh xạ các từ mã có chiều dài thay đổi lên các chuỗi biểu tượng của mỗi ba biểu tượng, tương ứng, và được tạo cấu hình để, trong việc chuyển đổi dòng bit của bộ giải mã entropi tương ứng thành các biểu tượng, kiểm tra bit thứ nhất của dòng bit tương ứng để xác định liệu (1) bit thứ nhất của dòng bit tương ứng bằng c với $c \in \{0,1\}$, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng bằng $(aaa)_3$ với $a \in \{0,1\}$; hoặc (2) bit thứ nhất của dòng bit tương ứng bằng d với $c \neq d$ và $c, d \in \{0,1\}$, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để xác định từ 2 bit thứ nhất từ 2 bit nữa của dòng bit tương ứng, theo sau bit thứ nhất, và kiểm tra từ 2 bit thứ nhất để xác định liệu (2.1) từ 2 bit thứ nhất không phải là phần tử của tập hợp thứ nhất của ba từ 2 bit, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng có chính xác một b với $b \neq a$ và $b \in \{0,1\}$, với vị trí của b trong chuỗi biểu tượng tương ứng phụ thuộc vào từ 2 bit thứ nhất, hoặc (2.2) từ 2 bit thứ nhất là phần tử của tập hợp thứ nhất, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để xác định từ 2 bit thứ hai từ 2 bit nữa của dòng bit tương ứng, theo sau 2 bit từ từ 2 bit thứ nhất đã được xác định, và kiểm tra từ 2 bit thứ hai để xác định liệu (3.1) từ 2 bit thứ hai không phải là phần tử của tập hợp thứ hai của ba từ 2 bit, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng có chính xác một a, với vị trí của a trong chuỗi biểu tượng tương ứng phụ thuộc vào từ 2 bit thứ hai, hoặc (3.2) từ 2 bit thứ hai là phần tử của tập hợp thứ hai của ba từ 2 bit, trong đó trường hợp bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng bằng $(bbb)_3$.

Ngay sau đây, sau khi đã mô tả các khái niệm chung về sơ đồ mã hóa video, các phương án của sáng chế được mô tả phù hợp với các phương án nêu trên. Nói cách khác, các phương án được tóm tắt dưới đây có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các sơ đồ ở trên, và ngược lại, các sơ đồ mã hóa ở trên có thể được thực hiện bằng cách sử dụng và khai thác các phương án được tóm tắt dưới đây.

Trong các phương án nêu trên được mô tả dựa trên các hình vẽ từ Fig.7 đến 9, các bộ mã hóa và bộ giải mã entropi trên các hình vẽ từ Fig.1 đến 6, được sử dụng theo khái niệm PIPE. Một phương án đặc biệt sử dụng các bộ mã hóa 310/bộ giải mã 322 số học trạng thái xác suất đơn. Như được mô tả dưới đây, theo phương án thay thế của sáng chế, các bộ phận 306-310 và các bộ phận tương ứng 318 đến 322 có thể được thay thế bởi các bộ phận mã hóa entropi thông thường. Ví dụ, hình dung bộ phận mã hóa số học mà chỉ quản lý một trạng thái chung R và L và mã hóa tất cả biểu tượng thành một dòng bit chung, do đó bỏ mất các khía cạnh có lợi của khái niệm PIPE hiện thời liên quan đến quá trình xử lý song song, nhưng lại tránh được yêu cầu đan xen của các dòng bit riêng phần như được mô tả bên dưới. Bằng cách như vậy, số lượng các trạng thái xác suất mà các xác suất của ngữ cảnh được ước lượng bằng bản cập nhật (bảng tra cứu), có thể cao hơn số lượng các trạng thái xác suất mà sự chia nhỏ khoảng xác suất được thực hiện. Tức là, tương tự với việc lượng tử hóa giá trị độ rộng khoảng xác suất trước khi ghi chỉ số vào bảng Rtab, cũng như chỉ số trạng thái có thể được lượng tử hóa. Phần mô tả bên trên cho việc thực hiện có khả năng đối với bộ mã hóa 310/bộ giải mã đơn 322 có thể được mở rộng cho việc thực hiện của bộ mã hóa 306-310/bộ giải mã 318-322 như bộ phận mã hóa/giải mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh:

Chính xác hơn, theo phương án của sáng chế, bộ mã hóa entropi được gắn với đầu ra của bộ ấn định tham số (mà ở đây hoạt động như bộ ấn định ngữ cảnh) có thể hoạt động theo cách sau:

0. Bộ ấn định 304 chuyển tiếp giá trị nhị phân cùng với tham số xác suất. Xác suất là `pState_current[bin]`.

1. Do đó, bộ phận mã hóa entropi nhận: 1) `valLPS`, 2) ký tự nhị phân và 3) sự ước lượng phân bố xác suất `pState_current[bin]`. `pState_current[bin]` có thể có nhiều trạng thái hơn số lượng các chỉ số trạng thái xác suất có thể phân biệt được của Rtab. Nếu thế, `pState_current[bin]` có thể được lượng tử hóa như ví dụ bỏ qua `m` LSB với `m` lớn hơn hoặc bằng 1 và tốt nhất là bằng 2 hoặc 3 để thu được `p_state`, nghĩa là, chỉ số sau đó được sử dụng để truy cập bảng Rtab. Tuy nhiên, phép lượng tử hóa có thể được bỏ đi, nghĩa là `p_state` có thể là `pState_current[bin]`.

2. Sau đó, thực hiện phép lượng tử hóa R (như được đề cập ở trên: hoặc là một R (và L tương ứng với một dòng bit chung) được sử dụng/quản lý đối với tất cả các giá

trị có thể phân biệt được của p_state , hoặc một R (và L tương ứng với dòng bit riêng phần liên quan trên mỗi cặp R/L) trên mỗi giá trị có thể phân biệt được của p_state mà trường hợp sau sẽ tương ứng với việc có một bộ mã hóa ký tự nhị phân 310 trên mỗi giá trị như vậy)

$q_index = Qtab[R \gg q]$ (hoặc một số dạng khác của phép lượng tử hóa)

3. Sau đó, thực hiện việc xác định R_{LPS} và R :

$R_{LPS} = Rtab[p_state][q_index]$; $Rtab$ đã lưu giữ trong đó các giá trị trước khi tính cho $p[p_state] \cdot Q[q_index]$

$R = R - R_{LPS}$ [tức là, R là sơ bộ trước khi cập nhật như là “bin” là MPS]

4. Tính toán khoảng riêng mới:

if (bin = 1 - valMPS) then

$L \leftarrow L + R$

$R \leftarrow R_{LPS}$

5. Phép tái chuẩn hóa của L và R , ghi các bit,

Tương tự, bộ giải mã entropi được gắn với đầu ra của bộ ấn định tham số (ở đây hoạt động như bộ ấn định ngữ cảnh) có thể hoạt động theo cách như sau:

0. Bộ ấn định 304 chuyển tiếp giá trị nhị phân cùng với tham số xác suất. Xác suất là $pState_current[bin]$.

1. Do đó, bộ phận giải mã entropi nhận yêu cầu cho dòng bit cùng với: 1) $valLPS$, và 2) sự ước lượng phân bố xác suất $pState_current[bin]$. $pState_current[bin]$ có thể có nhiều trạng thái hơn số lượng các chỉ số trạng thái xác suất có thể phân biệt được của $Rtab$. Nếu thế, $pState_current[bin]$ có thể được lượng tử hóa như ví dụ bằng cách bỏ qua m LSB với m lớn hơn hoặc bằng 1 và tốt hơn là bằng 2 hoặc 3 để thu được p_state , nghĩa là, chỉ số sau đó được sử dụng để truy cập bảng $Rtab$. Tuy nhiên, phép lượng tử hóa có thể được bỏ đi, nghĩa là p_state có thể là $pState_current[bin]$.

2. Sau đó, thực hiện phép lượng tử hóa của R (như mô tả ở trên: hoặc là một R (và V tương ứng với một dòng bit chung) được sử dụng/quản lý cho tất cả các giá trị có thể phân biệt được của p_state , hoặc một R (và V tương ứng với dòng bit riêng phần liên quan trên mỗi cặp R/V) trên mỗi giá trị có thể phân biệt được của p_state mà trường hợp sau là tương ứng với việc có một bộ mã hoá nhị phân 310 trên mỗi giá trị này)

$q_index = Qtab[R \gg q]$ (hoặc dạng lượng tử hoá khác nào đó)

3. Tiếp đó, sự xác định R_{LPS} và R được thực hiện:

$R_{LPS} = Rtab[p_state][q_index]$; $Rtab$ đã được lưu trữ trong đó các trị số đã được tính toán trước đối với $p[p_state] \cdot Q[q_index]$

$R = R - R_{LPS}$ [tức là, R đã được cập nhật trước đó một cách sơ bộ như thể “bin” là MPS]

4. Xác định ký tự nhị phân phụ thuộc vào vị trí của khoảng riêng phần:

if ($V \geq R$) then

$bin \leftarrow 1 - valMPS$ (ký tự nhị phân được giải mã như LPS; bộ chọn bộ nhớ đệm nhị phân 18 sẽ thu được trị số ký tự nhị phân thực tế bằng cách sử dụng thông tin ký tự nhị phân này và $valMPS$)

$V \leftarrow V - R$

$R \leftarrow R_{LPS}$

else

$bin \leftarrow valMPS$ (ký tự nhị phân được giải mã như MPS; trị số ký tự nhị phân thực tế thu được bằng cách sử dụng thông tin nhị phân này và $valMPS$)

5. Tái chuẩn hóa R , đọc ra một bit và cập nhật V ,

Như được mô tả ở trên, bộ ấn định 4 ấn định giá trị $pState_current[bin]$ cho mỗi ký tự nhị phân. Sự kết hợp có thể được thực hiện dựa trên sự lựa chọn ngữ cảnh. Tức là, bộ ấn định 4 có thể lựa chọn ngữ cảnh sử dụng chỉ số ngữ cảnh $ctxIdx$, lần lượt có $pState_current$ tương ứng kết hợp với nó. Sự cập nhật xác suất có thể được thực hiện mỗi lần, $pState_current[bin]$ xác suất được áp dụng cho ký tự nhị phân hiện thời. Việc cập nhật của trạng thái xác suất $pState_current[bin]$ được thực hiện phụ thuộc vào giá trị của bit được mã hóa:

if ($bit = 1 - valMPS$) then

$pState_current \leftarrow Next_State_LPS[pState_current]$

if ($pState_current = 0$) then $valMPS \leftarrow 1 - valMPS$

else

$pState_current \leftarrow Next_State_MPS[pState_current]$

Nếu ngữ cảnh được cung cấp nhiều hơn một, sự thích ứng được thực hiện theo ngữ cảnh, nghĩa là $pState_current[ctxIdx]$ được sử dụng để mã hóa và sau đó được cập nhật sử dụng giá trị nhị phân hiện thời (được mã hóa hoặc giải mã, tương ứng).

Như được mô tả chi tiết hơn dưới đây, theo phương án của sáng chế được mô tả sau đây, bộ mã hóa và bộ giải mã có thể tùy chọn được thực hiện để vận hành theo các chế độ khác nhau, cụ thể là chế độ có độ phức tạp thấp (Low complexity-LC), và chế độ hiệu suất cao (High efficiency-HE). Điều này được minh họa chủ yếu liên quan đến mã hóa PIPE như sau (sau đó đề cập đến các chế độ PIPE HE và LC), nhưng phần mô tả chi tiết khả năng thay đổi độ phức tạp là có thể chuyển dễ dàng cho việc thực hiện khác của bộ phận mã hóa/giải mã entropi như phương án sử dụng bộ mã hóa/giải mã số học thích ứng ngữ cảnh chung.

Theo các phương án được nêu dưới đây, cả hai chế độ mã hóa entropi có thể dùng chung

- cú pháp và ngữ nghĩa tương tự (lần lượt đối với trình tự phần tử cú pháp 301 và 327)
- các sơ đồ nhị phân hóa tương tự cho tất cả các phần tử cú pháp (như được định rõ hiện thời cho mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh CABAC (Context-adaptive binary arithmetic coding-CABAC)) (tức là các bộ nhị phân hóa có thể hoạt động bất kể chế độ được kích hoạt)
- sử dụng các mã PIPE tương tự (tức là các bộ mã hóa/bộ giải mã ký tự nhị phân có thể hoạt động bất kể chế độ được kích hoạt)
- sử dụng các giá trị khởi tạo mô hình xác suất 8 bit (thay vì các giá trị khởi tạo 16 bit như được định rõ hiện thời đối với CABAC)

Nói chung, LC-PIPE khác với HE-PIPE về độ phức tạp trong xử lý, như độ phức tạp của việc lựa chọn đường dẫn PIPE 312 cho mỗi ký tự nhị phân.

Ví dụ, chế độ LC có thể được vận hành dưới các điều kiện ràng buộc sau đây: đối với mỗi ký tự nhị phân (binIdx), có thể có chính xác một mô hình xác suất, nghĩa là một ctxIdx. Tức là, không có sự thích ứng/lựa chọn ngữ cảnh có thể được cung cấp trong LC PIPE. Các phần tử cú pháp cụ thể như chúng được sử dụng để mã hóa phần còn lại, tuy nhiên có thể được mã hóa sử dụng các ngữ cảnh như được mô tả dưới đây. Ngoài ra, tất cả các mô hình xác suất có thể không thích ứng, nghĩa là tất cả các mô hình có thể được khởi tạo pử vị trí bắt đầu mỗi lớp với các xác suất mô hình thích hợp (phụ thuộc vào lựa chọn kiểu lớp và lớp QP) và có thể giữ cố định trong suốt quá trình xử lý của lớp. Ví dụ, chỉ có 8 mô hình xác suất khác nhau tương ứng với 8 mã PIPE khác nhau 310/322 có thể được hỗ trợ cho cả mô hình hóa ngữ cảnh và mã hóa. Các

phần tử cú pháp cụ thể cho việc mã hóa phần còn lại, nghĩa là *significance_coeff_flag* và *coeff_abs_level_greaterX* (với $X=1,2$), ngữ nghĩa của chúng được mô tả chi tiết bên dưới, có thể được ấn định cho các mô hình xác suất sao cho (ít nhất) các nhóm của, ví dụ, 4 phần tử cú pháp được mã hóa/giải mã với cùng mô hình xác suất. So với CAVLC, chế độ LC-PIPE đạt được gần như cùng hiệu suất R-D và cùng thông lượng.

HE-PIPE có thể được tạo cấu hình để có khái niệm tương tự với CABAC của mô hình H.264 với các khác biệt sau đây: mã hóa số học nhị phân (Binary arithmetic coding-BAC) được thay thế bằng mã hóa PIPE (tương tự như trong trường hợp LC-PIPE). Mỗi mô hình xác suất, nghĩa là mỗi *ctxIdx* có thể được biểu diễn bởi *pipeIdx* và *refineIdx*, tại đó *pipeIdx* có các giá trị trong phạm vi từ 0...7 biểu diễn xác suất mô hình của 8 mã PIPE khác nhau. Sự thay đổi này chỉ ảnh hưởng đến sự biểu diễn bên trong của các trạng thái, không phải là cách xử lý của máy trạng thái của nó (nghĩa là, ước lượng xác suất). Như sẽ được mô tả chi tiết bên dưới, sự khởi tạo các mô hình xác suất có thể sử dụng các giá trị khởi tạo 8 bit như nêu ở trên. Việc quét theo chiều ngược của các phần tử cú pháp *coeff_abs_level_greaterX* (với $X = 1, 2$), *coeff_abs_level_minus3*, và *coeff_sign_flag* (ngữ nghĩa của chúng sẽ được mô tả rõ ràng hơn dưới đây) có thể được thực hiện dọc theo đường dẫn quét tương tự như quét theo chiều thuận (ví dụ, sử dụng trong mã hóa ánh xạ quan trọng). Sự suy ra ngữ cảnh để mã hóa của *coeff_abs_level_greaterX* (với $X = 1, 2$) có thể cũng được đơn giản hóa. So với CABAC, chế độ HE-PIPE đạt được gần như cùng hiệu suất R-D ở lưu lượng tốt hơn.

Dễ dàng thấy rằng, các mô hình nêu trên được tạo ra dễ dàng bằng cách hoàn trả, ví dụ, bộ phận mã hóa/giải mã số học nhị phân đáp ứng ngữ cảnh nêu trên sao cho hoạt động tương tự trong các chế độ khác nhau.

Do đó, theo các phương án theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ giải mã để giải mã dòng dữ liệu có thể được xây dựng như được thể hiện trên Fig.11. Bộ giải mã để giải mã dòng dữ liệu 401, như dòng bit đan xen 340, thành dữ liệu truyền thông như dữ liệu video được mã hóa. Bộ giải mã bao gồm bộ chuyển chế độ 400 được tạo cấu hình để kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp hoặc chế độ hiệu suất cao phụ thuộc vào dòng dữ liệu 401. Với mục đích này, dòng dữ liệu 401 có thể bao gồm các phần tử cú pháp như phần tử cú pháp nhị phân có giá trị nhị phân là 1 trong trường hợp chế độ có độ phức tạp thấp được kích hoạt, và có giá trị nhị phân là 0 trong trường hợp chế độ

hiệu suất cao được kích hoạt. Rõ ràng, sự kết hợp giữa giá trị nhị phân và chế độ mã hóa có thể được chuyển đổi, và các phần tử cú pháp không nhị phân có nhiều hơn hai giá trị phù hợp có thể cũng được sử dụng. Vì sự lựa chọn thực tế giữa cả hai chế độ là không rõ ràng trước khi nhận các phần tử cú pháp tương ứng, phần tử cú pháp này có thể chứa bên trong một số tiêu đề đầu của dòng dữ liệu 401 được mã hóa, ví dụ, với ước lượng xác suất cố định hoặc mô hình xác suất hoặc được ghi vào trong dòng dữ liệu 401 như nó đang sử dụng chế độ đường vòng.

Ngoài ra, bộ giải mã trên Fig.11 bao gồm nhiều bộ giải mã entropi 322, mỗi bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để chuyển đổi các từ mã trong dòng dữ liệu 401 đến chuỗi biểu tượng thành phần 321. Như được mô tả ở trên, bộ phận hủy đan xen 404 có thể được nối giữa các đầu vào của các bộ giải mã entropi 322 trên một đầu và đầu còn lại với đầu vào của bộ giải mã trên Fig.11 mà tại đó dòng dữ liệu 401 được áp dụng. Hơn nữa, như đã được mô tả bên trên, mỗi bộ giải mã entropi 322 có thể phù hợp với khoảng xác suất tương ứng, các khoảng xác suất của các bộ giải mã entropi khác nhau cùng bao hàm toàn bộ khoảng xác suất từ 0 đến 1 hoặc từ 0 đến 0,5 trong trường hợp các bộ giải mã entropi 322 giải quyết MPS và LPS hơn là các giá trị tuyệt đối. Các chi tiết liên quan đến vấn đề này đã được mô tả ở trên. Sau đây, giả sử là số lượng các bộ mã hóa 322 là 8 có chỉ số PIPE được ấn định giá trị cho mỗi bộ giải mã, tuy nhiên số lượng khác cũng có thể được cho phép. Ngoài ra, một trong các bộ mã hóa này, ở ví dụ sau đây có chỉ số PIPE 0 được tối ưu hóa cho các ký tự nhị phân có các số liệu thống kê xác suất ngang nhau, nghĩa là các giá trị nhị phân của chúng đều có xác suất bằng 0 và 1. Theo đó, bộ giải mã có thể chỉ đơn thuần đi tiếp qua các ký tự nhị phân. Các bộ mã hóa tương ứng 310 hoạt động tương tự. Thậm chí bất kỳ thao tác nhị phân phụ thuộc vào giá trị của giá trị nhị phân chắc chắn nhất, valMPS, bằng các bộ chọn 402 và 502, tương ứng, có thể được bỏ đi. Nói cách khác, entropi của các dòng thành phần tương ứng đã tối ưu.

Hơn nữa, bộ giải mã trên Fig.11 bao gồm bộ chọn 402 được tạo cấu hình để lấy lại mỗi biểu tượng của chuỗi biểu tượng 326 từ một trong nhiều bộ giải mã entropi 322 được lựa chọn. Như được mô tả ở trên, bộ chọn 402 có thể được chia nhỏ thành bộ phận ấn định giá trị tham số 316 và bộ phận chọn lọc 318. Bộ giải biểu tượng hóa 314 được tạo cấu hình để giải biểu tượng của chuỗi biểu tượng 326 để thu được chuỗi các phần tử cú pháp 327. Bộ khôi phục 404 được tạo cấu hình để khôi phục dữ liệu truyền

thông 405 dựa trên trình tự các phần tử cú pháp 327. Bộ chọn 402 được tạo cấu hình để thực hiện việc chọn lọc phụ thuộc vào một chế độ được kích hoạt trong số chế độ có độ phức tạp thấp và chế độ có hiệu suất cao như được biểu thị bởi mũi tên 406.

Như đã lưu ý ở trên, bộ khôi phục 404 có thể là bộ phận của bộ giải mã video dựa trên khối dự báo hoạt động trên cú pháp và các ngữ nghĩa cố định của các phần tử cú pháp, nghĩa là, được cố định tương ứng với sự lựa chọn chế độ bởi bộ chuyển chế độ 400. Tức là, sự xây dựng của bộ khôi phục 404 không bị ảnh hưởng do khả năng chuyển chế độ. Để chính xác hơn, bộ khôi phục 404 không tăng phần đầu thực hiện do khả năng chuyển chế độ được đưa ra bởi bộ chuyển chế độ 400 và ít nhất chức năng về mặt dữ liệu còn lại và dữ liệu dự báo được giữ nguyên bất kể chế độ được chọn bởi bộ biến đổi 400. Tuy nhiên, điều tương tự cũng áp dụng đối với các bộ giải mã entropi 322. Tất cả các bộ giải mã 322 này được sử dụng lại trong cả hai chế độ, và theo đó, không có phần đầu thực hiện bổ sung mặc dù bộ giải mã được thể hiện trên Fig.11 tương thích với cả hai chế độ, chế độ có độ phức tạp thấp và chế độ hiệu suất cao.

Theo khía cạnh khác, cần lưu ý rằng bộ giải mã trên Fig.11 không chỉ hoạt động trên dòng dữ liệu độc lập hoặc trong chế độ này hoặc trong chế độ kia. Thay vào đó, bộ giải mã trên Fig.11 cũng như dòng dữ liệu 401 có thể được tạo cấu hình sao cho sự chuyển đổi giữa cả hai chế độ thậm chí sẽ có thể trong suốt một đoạn của dữ liệu truyền thông như trong suốt đoạn video hoặc một số đoạn âm thanh, ví dụ để kiểm soát độ phức tạp mã hóa ở phía giải mã phụ thuộc vào điều kiện bên ngoài hoặc điều kiện môi trường như trạng thái ắc quy hoặc tương tự có sử dụng kênh phản hồi từ bộ giải mã đến bộ mã hóa để theo đó điều khiển vòng bị khóa sự lựa chọn chế độ.

Do vậy, bộ giải mã trên Fig.11 hoạt động tương tự trong cả hai trường hợp, trong trường hợp lựa chọn chế độ LC hoặc trong trường hợp lựa chọn chế độ HE. Bộ khôi phục 404 thực hiện sự khôi phục sử dụng các phần tử cú pháp và yêu cầu phần tử cú pháp hiện thời của loại phần tử cú pháp định trước bằng cách xử lý hoặc tuân theo một số quy tắc xây dựng cú pháp. Bộ giải biểu tượng hóa 314 yêu cầu số lượng các ký tự nhị phân để chuyển phép nhị phân hóa có giá trị cho phần tử cú pháp được yêu cầu bởi bộ khôi phục 404. Hiên nhiên, trong trường hợp bảng chữ cái nhị phân, phép nhị phân hóa được thực hiện bởi bộ giải biểu tượng hóa 314 làm giảm xuống để chỉ đi qua ký tự nhị phân/biểu tượng 326 tương ứng đến bộ khôi phục 404 như phần tử cú pháp nhị phân được yêu cầu hiện thời.

Tuy nhiên, bộ chọn 402 hoạt động độc lập theo chế độ được lựa chọn bởi bộ biến đổi 400. Chế độ hoạt động của bộ chọn 402 có xu hướng phức tạp hơn trong trường hợp ở chế độ hiệu suất cao, và ít phức tạp hơn trong trường hợp ở chế độ có độ phức tạp thấp. Hơn nữa, phân mô tả sau đây thể hiện rằng chế độ hoạt động của bộ chọn 402 ở chế độ có độ phức tạp thấp cũng có xu hướng giảm tốc độ tại đó bộ chọn 402 thay đổi sự lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 để lấy lại các biểu tượng liên tiếp từ các bộ giải mã entropi 322. Nói cách khác, ở chế độ có độ phức tạp thấp, xác suất tăng ngay lập tức khi các biểu tượng liên tiếp được lấy lại từ cùng bộ giải mã entropi trong số nhiều bộ giải mã entropi 322. Kết quả là, điều này cho phép lấy lại nhanh hơn các biểu tượng từ các bộ giải mã entropi 322. Nói cách khác, ở chế độ hiệu suất cao, chế độ hoạt động của bộ chọn 402 có xu hướng dẫn đến sự lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 mà tại đó khoảng xác suất liên quan đến bộ giải mã entropi 322 được lựa chọn tương ứng thích hợp hơn nhiều số liệu thống kê biểu tượng thực tế của biểu tượng được lấy lại hiện thời bởi bộ chọn 402, nhờ đó mang lại tỉ lệ nén tốt hơn ở khía cạnh mã hóa khi tạo dòng dữ liệu tương ứng theo chế độ hiệu suất cao.

Ví dụ, trạng thái khác nhau của bộ chọn 402 ở cả hai chế độ có thể được thực hiện như sau. Ví dụ, đối với biểu tượng xác định trước, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để thực hiện sự lựa chọn trong số nhiều bộ giải mã entropi 322 phụ thuộc vào các biểu tượng được lấy lại trước đó của chuỗi biểu tượng 326 trong trường hợp kích hoạt chế độ hiệu suất cao và độc lập với bất kỳ biểu tượng nào được lấy lại trước đó của chuỗi biểu tượng trong trường hợp kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp. Sự phụ thuộc vào các biểu tượng được lấy lại trước đó của chuỗi biểu tượng 326 có thể là kết quả của khả năng thích ứng ngữ cảnh và/hoặc khả năng thích ứng xác suất. Cả hai khả năng thích ứng có thể được ngắt trong suốt chế độ có độ phức tạp thấp bằng bộ chọn 402.

Theo phương án khác của sáng chế, dòng dữ liệu 401 có thể được xây dựng thành các thành phần liên tiếp như các lớp, khung, nhóm hình ảnh, chuỗi khung hoặc tương tự, và mỗi biểu tượng của chuỗi biểu tượng có thể kết hợp với một trong số nhiều loại biểu tượng tương ứng. Trong trường hợp này, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để thay đổi, đối với các biểu tượng của loại biểu tượng xác định trước trong phần hiện thời, sự lựa chọn phụ thuộc vào các biểu tượng lấy lại trước đó của chuỗi biểu tượng của loại biểu tượng xác định trước trong phần hiện thời trong trường hợp

kích hoạt chế độ có độ phức tạp cao, và loại bỏ hằng số lựa chọn trong phần hiện thời trong trường hợp kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp. Tức là, bộ chọn 402 có thể cho phép thay đổi sự lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 đối với loại biểu tượng định trước, nhưng các thay đổi này bị hạn chế xảy ra giữa các chuyển tiếp giữa các phần liên tiếp. Bằng biện pháp này, các đánh giá số liệu thống kê biểu tượng thực tế bị hạn chế để ít xảy ra các nấc thời gian trong khi giảm độ phức tạp mã hóa trong phần lớn thời gian.

Ngoài ra, mỗi biểu tượng của chuỗi biểu tượng 326 có thể kết hợp với một loại biểu tượng tương ứng trong số nhiều loại biểu tượng, và bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để, đối với biểu tượng định trước của loại biểu tượng định trước, lựa chọn một trong số nhiều ngữ cảnh phụ thuộc vào các biểu tượng lấy lại trước đó của chuỗi biểu tượng 326 và thực hiện việc lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 phụ thuộc vào mô hình xác suất kết hợp với ngữ cảnh được lựa chọn cùng với việc cập nhật mô hình xác suất kết hợp với ngữ cảnh được lựa chọn phụ thuộc vào biểu tượng định trước trong trường hợp kích hoạt chế độ hiệu suất cao, và thực hiện việc lựa chọn một trong số nhiều ngữ cảnh phụ thuộc vào các biểu tượng lấy lại trước đó của chuỗi biểu tượng 326 và thực hiện việc lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 phụ thuộc vào mô hình xác suất kết hợp với ngữ cảnh được lựa chọn cùng với việc loại bỏ mô hình xác suất kết hợp với hằng số ngữ cảnh được lựa chọn trong trường hợp kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp. Tức là, bộ chọn 402 có thể sử dụng sự thích ứng ngữ cảnh với loại phần tử cú pháp nhất định trong cả hai chế độ, trong khi chặn sự thích ứng xác suất trong trường hợp chế độ LC.

Ngoài ra, thay vì chặn hoàn toàn sự thích ứng xác suất, bộ chọn 402 có thể chỉ giảm tốc độ cập nhật của thích ứng xác suất của chế độ LC liên quan đến chế độ HE.

Hơn nữa, nói cách khác, các dạng cụ thể PIPE LC có khả năng, nghĩa là các dạng của chế độ LC, có thể được mô tả như dưới đây. Cụ thể là, các mô hình xác suất không thích ứng có thể được sử dụng ở chế độ LC. Mô hình xác suất không thích ứng có thể có xác suất được mã hóa cứng, nghĩa là toàn bộ xác suất không đổi hoặc có thể xác suất của nó được giữ cố định suốt quá trình xử lý của chỉ một lớp và do đó có thể được thiết lập phụ thuộc vào kiểu lớp và tham số lượng tử hóa QP (Quantization Parameter-QP), nghĩa là tham số lượng tử hóa mà, ví dụ, được báo hiệu trong dòng dữ liệu 401 cho mỗi lớp. Giả sử rằng, các ký tự nhị phân liên tiếp được ấn định cho ngữ cảnh

tương tự theo mô hình xác suất cố định, có khả năng giải mã một số trong số các ký tự nhị phân đó ở một bước vì chúng được mã hóa bằng mã PIPE tương tự, tức là sử dụng bộ giải mã entropi tương tự, và cập nhật xác suất sau khi bỏ qua mỗi nhị phân đã được giải mã. Việc bỏ qua cập nhật xác suất tránh được các hoạt động trong suốt quá trình mã hóa và giải mã, nhờ đó giảm độ phức tạp và đơn giản hóa đáng kể về thiết kế phần cứng.

Hạn chế không thích ứng có thể được nói lỏng cho toàn bộ hoặc một số mô hình xác suất được lựa chọn theo cách mà các cập nhật xác suất được cho phép sau khi số lượng các ký tự nhị phân nhất định được mã hóa/giải mã bằng cách sử dụng mô hình này. Khoảng thời gian cập nhật thích hợp cho phép sự thích ứng xác suất trong khi có thể giải mã nhiều nhị phân cùng lúc.

Sau đây là phần mô tả chi tiết hơn về các dạng có khả năng thay đổi độ phức tạp và dạng phổ biến có khả năng của PIPE HC và PIPE LC được biểu diễn. Cụ thể là, trong phần sau đây, các dạng được mô tả có thể được sử dụng cho chế độ PIPE LC và chế độ PIPE HC theo cùng một cách hoặc theo cách có khả năng thay đổi độ phức tạp. Khả năng thay đổi độ phức tạp nghĩa là trường hợp LC được suy ra từ trường hợp HC bằng cách loại bỏ các phần cụ thể hoặc bằng cách thay thế chúng bởi một số phần có độ phức tạp thấp hơn. Tuy nhiên, trước khi tiến hành điều này, cần đề cập đến phương án trên Fig.11 là có thể dễ dàng chuyển lên phương án mã hóa/giải mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh được đề cập bên trên: bộ chọn 402 và các bộ giải mã entropi 322 sẽ được nén thành bộ giải mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh sẽ nhận trực tiếp dòng dữ liệu 401 và lựa chọn ngữ cảnh đối với ký tự nhị phân hiện thời được lấy ra từ dòng dữ liệu. Điều này đặc biệt đúng với thích ứng ngữ cảnh và/hoặc thích ứng xác suất. Cả hai chức năng/thích ứng có thể được tắt, hoặc được thiết kế linh hoạt hơn trong chế độ có độ phức tạp thấp.

Ví dụ, khi thực hiện phương án trên Fig.11, bước mã hóa entropi PIPE bao gồm các bộ giải mã entropi 322 có thể sử dụng tám mã biến đổi sang biến đổi (variable-to-variable - v2v) có tính hệ thống, nghĩa là mỗi bộ giải mã entropi 322 có thể là loại v2v đã được mô tả ở trên. Khái niệm mã hóa PIPE sử dụng các mã v2v có tính hệ thống được đơn giản hóa bằng cách hạn chế số lượng mã v2v. Trong trường hợp bộ giải mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh, mã v2v có thể quản lý các trạng thái xác suất tương tự đối với các ngữ cảnh khác nhau và sử dụng mã v2v - hoặc các phiên bản

lượng tử hóa của nó - để chia nhỏ xác suất. Việc ánh xạ CABAC hoặc các trạng thái mô hình xác suất, tức là các trạng thái được sử dụng để cập nhật xác suất, thành các chỉ số PIPE hoặc các chỉ số xác suất để tra cứu với bảng R có thể được thể hiện trên bảng A.

Trạng thái CABAC	Chỉ số PIPE
0	0
1	
2	
3	1
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	2
11	
12	
13	
14	
15	3
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	4
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	

Trạng thái CABAC	Chỉ số PIPE
32	5
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	6
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	7

Bảng A: Ánh xạ các trạng thái CABAC thành các chỉ số PIPE

Sơ đồ mã hóa biến đổi này có thể được sử dụng như cơ sở cho phương pháp mã hóa video có khả năng thay đổi độ phức tạp. Khi thực hiện chế độ thích ứng xác suất,

bộ chọn 402 hoặc bộ giải mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh, tương ứng, sẽ lựa chọn bộ giải mã PIPE 322, nghĩa là đưa ra chỉ số PIPE, sẽ được sử dụng, và chỉ số xác suất vào bảng R, tương ứng, trên cơ sở chỉ số trạng thái xác suất trong phạm vi ví dụ ở đây từ 0 đến 62 liên quan đến biểu tượng sẽ được giải mã hiện thời như thông qua ngữ cảnh sử dụng phép ánh xạ được thể hiện trên bảng A, và sẽ cập nhật chỉ số trạng thái xác suất này phụ thuộc vào biểu tượng đã giải mã hiện thời bằng cách sử dụng, ví dụ, các giá trị truyền bước bảng cụ thể hướng đến chỉ số trạng thái xác suất tiếp theo để được truy cập trong trường hợp MPS và LPS, tương ứng. Trong trường hợp chế độ LC, bản cập nhật sau này có thể được bỏ đi. Ngay cả việc ánh xạ cũng có thể bỏ đi trong trường hợp các chế độ xác suất cố định tổng thể.

Tuy nhiên, việc cài đặt mã hóa entropi tùy chọn có thể được sử dụng và các kỹ thuật trong tài liệu này cũng có thể được sử dụng với các điều khiển nhỏ.

Sự mô tả ở trên của Fig.11 đúng hơn là thường viện dẫn đến các phần tử cú pháp và các loại phần tử cú pháp. Trong phần tiếp theo, sự mã hóa cấu hình độ phức tạp của các mức hệ số biến đổi được mô tả.

Ví dụ, bộ khôi phục 404 có thể được tạo cấu hình để khôi phục khối biến đổi 200 của các mức hệ số biến đổi 202 dựa trên một phần của trình tự các phần tử cú pháp không phụ thuộc vào chế độ hiệu suất cao hoặc chế độ có độ phức tạp thấp được kích hoạt, một phần của chuỗi các phần tử cú pháp 327 bao gồm, theo cách không đan xen, các phần tử cú pháp ánh xạ quan trọng xác định các vị trí biểu thị ánh xạ quan trọng của các mức hệ số biến đổi khác không trong khối biến đổi 200, và sau đó (tiếp theo) các phần tử cú pháp theo mức xác định các mức hệ số biến đổi khác không. Cụ thể là, các phần tử sau đây có thể bao gồm: các phần tử cú pháp vị trí cuối (*last_significant_pos_x*, *last_significant_pos_y*) biểu thị vị trí của mức hệ số biến đổi khác không cuối cùng trong khối biến đổi; các phần tử cú pháp thứ nhất (*coeff_significant_flag*) cùng xác định sự ánh xạ quan trọng và biểu thị, cho mỗi vị trí dọc theo đường dẫn một chiều 274 dẫn hướng từ vị trí DC đến vị trí của mức hệ số biến đổi khác không cuối trong khối biến đổi 200, để liệu mức hệ số biến đổi tại vị trí tương ứng có khác không hay không; các phần tử cú pháp thứ hai (*coeff_abs_greater1*) biểu thị, đối với mỗi vị trí của đường dẫn một chiều 274 ở vị trí phù hợp với các phần tử cú pháp nhị phân thứ nhất, mức hệ số biến đổi khác không được xác định vị trí, để xem liệu mức hệ số biến đổi tại vị trí tương ứng có lớn hơn

một hay không; và phần tử cú pháp thứ ba (*coeff_abs_greater2*, *coeff_abs_minus3*) thể hiện, đối với mỗi vị trí của đường dẫn một chiều ở vị trí phù hợp với các phần tử cú pháp nhị phân thứ nhất, mức hệ số biến đổi lớn hơn một được xác định vị trí, số lượng mức hệ số biến đổi tương ứng tại vị trí tương ứng có vượt quá một hay không.

Thứ tự trong các phần tử cú pháp vị trí cuối, các phần tử cú pháp thứ nhất, thứ hai và thứ ba có thể là giống nhau đối với chế độ hiệu suất cao và chế độ có độ phức tạp thấp, và bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để thực hiện việc lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 cho các biểu tượng mà bộ giải biểu tượng hóa 314 thu được các phần tử cú pháp vị trí cuối, các phần tử cú pháp thứ nhất, các phần tử cú pháp thứ hai và/hoặc các phần tử cú pháp thứ ba, phụ thuộc một cách khác nhau vào chế độ có độ phức tạp thấp hoặc chế độ hiệu suất cao được kích hoạt.

Cụ thể là, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình, đối với các biểu tượng của các loại biểu tượng định trước trong số chuỗi biểu tượng mà từ đó bộ giải biểu tượng hóa 314 thu được các phần tử cú pháp thứ nhất và các phần tử cú pháp thứ hai, để lựa chọn cho mỗi biểu tượng của một loại biểu tượng định trước trong số nhiều ngữ cảnh phụ thuộc vào các biểu tượng được lấy lại trước đó của loại biểu tượng định trước trong số chuỗi biểu tượng và thực hiện sự lựa chọn phụ thuộc vào mô hình xác suất kết hợp với ngữ cảnh được lựa chọn trong trường hợp chế độ hiệu suất cao được kích hoạt, và thực hiện lựa chọn theo cách không đổi theo từng mảnh sao cho sự lựa chọn là không đổi trên toàn bộ các phần phụ liên tục nối tiếp của phân dãy trong trường hợp chế độ có độ phức tạp thấp được kích hoạt. Như được mô tả ở trên, các phần phụ có thể được đo theo số lượng các vị trí trên đó các phần phụ tương ứng kéo dài khi được đo dọc theo đường dẫn một chiều 274, hoặc theo số lượng các phần tử cú pháp của loại tương ứng đã được mã hóa với ngữ cảnh hiện thời. Tức là, các phần tử cú pháp nhị phân ví dụ *coeff_significant_flag*, *coeff_abs_greater1* và *coeff_abs_greater2* được mã hóa ngữ cảnh thích ứng với việc lựa chọn bộ giải mã 322 dựa trên mô hình xác suất của ngữ cảnh được lựa chọn trong chế độ HE. Sự thích ứng xác suất cũng được sử dụng. Ở chế độ LC, cũng có các ngữ cảnh khác nhau được sử dụng cho mỗi phần tử cú pháp nhị phân *coeff_significant_flag*, *coeff_abs_greater1* và *coeff_abs_greater2*. Tuy nhiên, đối với mỗi phần tử cú pháp này, ngữ cảnh được giữ ổn định đối với phần thứ nhất dọc theo đường dẫn 274 với việc thay đổi ngữ cảnh chỉ ở quá trình chuyển tiếp sang phần tiếp theo, phần ngay sau dọc theo đường dẫn một chiều 274. Ví dụ, mỗi phần có thể

xác định là 4, 8, 16 vị trí của khối 200 kéo dài, độc lập với việc liệu đối với vị trí tương ứng, phần tử cú pháp tương ứng có mặt hay không. Ví dụ *coeff_abs_greater1* và *coeff_abs_greater2* chỉ có mặt đối với các vị trí quan trọng, nghĩa là vị trí mà tại đó hoặc là đối với *coeff_significant_flag* là 1. Ngoài ra, mỗi phần có thể được xác định là 4, 8, 16 phần tử cú pháp kéo dài, độc lập với việc liệu phần kết quả tương ứng theo đó kéo dài qua số vị trí khối cao hơn hay không. Ví dụ, *coeff_abs_greater1* và *coeff_abs_greater2* chỉ có mặt đối với các vị trí quan trọng, và do đó, các phần của bốn phần tử cú pháp có thể kéo dài qua nhiều hơn 4 vị trí khối do các vị trí ở giữa chúng dọc theo đường dẫn 274 mà không có phần tử cú pháp được truyền chẳng hạn như không có *coeff_abs_greater1* và *coeff_abs_greater2* bởi vì các mức tương ứng tại vị trí này là không.

Bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để, đối với các biểu tượng của loại biểu tượng định trước trong số chuỗi biểu tượng mà từ đó bộ giải biểu tượng hóa thu được các phần tử cú pháp thứ nhất và các phần tử cú pháp thứ hai, lựa chọn, cho mỗi biểu tượng của loại biểu tượng định trước, một trong số nhiều ngữ cảnh phụ thuộc vào số lượng các biểu tượng lấy lại trước đó của loại biểu tượng định trước trong chuỗi biểu tượng mà có giá trị biểu tượng định trước và thuộc về cùng phần phụ, hoặc số lượng các biểu tượng lấy lại trước đó của loại biểu tượng định trước trong chuỗi biểu tượng mà thuộc về cùng phần phụ. Lựa chọn thứ nhất là đúng đối với *coeff_abs_greater1* và lựa chọn thứ hai là đúng đối với *coeff_abs_greater2* theo các phương án cụ thể ở trên.

Hơn nữa, việc phát hiện các phần tử cú pháp thứ ba, đối với mỗi vị trí của đường dẫn một chiều mà, theo các phần tử cú pháp nhị phân thứ nhất, mức hệ số biến đổi lớn hơn một được xác định vị trí, lượng mà mức hệ số biến đổi tương ứng tại vị trí tương ứng vượt quá một, có thể bao gồm các phần tử cú pháp giá trị nguyên, nghĩa là *coeff_abs_minus3*, và bộ giải biểu tượng hóa 314 có thể được tạo cấu hình để sử dụng hàm ánh xạ có thể điều khiển bằng tham số điều khiển để ánh xạ miền của các từ của chuỗi biểu tượng đến cùng miền của các phần tử cú pháp có giá trị nguyên, và để thiết lập tham số điều khiển cho mỗi phần tử cú pháp giá trị nguyên phụ thuộc vào các phần tử cú pháp giá trị nguyên của phần tử cú pháp thứ ba trước đó nếu chế độ hiệu suất cao được kích hoạt, và thực hiện việc thiết lập theo cách ổn định theo mảnh sao cho việc thiết lập là không đổi trên các phần phụ liên tục nối tiếp của phân dãy trong trường hợp chế độ có độ phức tạp thấp được kích hoạt, trong đó bộ chọn 402 có thể được tạo

cấu hình để lựa chọn một trong số các bộ giải mã entropi định trước 322 cho các biểu tượng của các từ chuỗi biểu tượng được ánh xạ trên các phần tử cú pháp giá trị nguyên, liên quan đến sự phân bố xác suất đều, trong cả chế độ hiệu suất cao và chế độ có độ phức tạp thấp. Tức là, ngay cả bộ giải biểu tượng hóa có thể hoạt động phụ thuộc vào chế độ được lựa chọn là bộ biến đổi 400 được minh họa bằng nét gạch 407. Thay vì việc thiết lập không đổi theo mảnh của tham số điều khiển, ví dụ bộ giải biểu tượng hóa 314 có thể giữ tham số điều khiển không đổi trong suốt lớp hiện thời, hoặc không đổi tổng thể theo thời gian.

Tiếp theo, mô hình hóa ngữ cảnh có khả năng thay đổi độ phức tạp sẽ được mô tả.

Sự đánh giá của phần tử cú pháp tương tự của lân cận đỉnh và lân cận trái cho nguồn gốc của chỉ số mô hình ngữ cảnh là cách tiếp cận phổ biến và thường được sử dụng trong chế độ HE, ví dụ đối với phần tử cú pháp khác biệt vectơ chuyển động. Tuy nhiên, sự đánh giá đòi hỏi nhiều vùng lưu trữ đệm và không cho phép việc mã hóa trực tiếp của phần tử cú pháp. Ngoài ra, để đạt được hiệu suất mã hóa cao hơn, nhiều lân cận có sẵn hơn có thể được đánh giá.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, toàn bộ các phần tử cú pháp đánh giá bước mô hình hóa ngữ cảnh của các khối hình vuông hoặc chữ nhật gần kề hoặc các bộ phận dự báo được cố định vào một mô hình ngữ cảnh. Điều này bằng với việc làm bất hoạt khả năng thích ứng của bước lựa chọn mô hình ngữ cảnh. Đối với phương án ưu tiên này, sự lựa chọn mô hình ngữ cảnh phụ thuộc vào chỉ số ký tự nhị phân của dải ký tự nhị phân sau khi sự nhị phân hóa không bị thay đổi so với thiết kế hiện thời cho CABAC. Theo phương án ưu tiên khác, ngoài mô hình ngữ cảnh cố định cho các phần tử cú pháp sử dụng sự đánh giá của các khối lân cận, mô hình ngữ cảnh đối với chỉ số ký tự nhị phân khác nhau cũng được cố định. Lưu ý rằng, phần mô tả không bao gồm sự nhị phân hóa và sự lựa chọn mô hình ngữ cảnh đối với hiệu vectơ chuyển động và các phần tử cú pháp liên quan đến việc mã hóa của các mức hệ số biến đổi.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, chỉ cho phép đánh giá các lân cận trái. Điều này dẫn đến giảm bộ nhớ đệm trong chuỗi xử lý bởi vì khối cuối cùng hoặc dãy bộ phận mã hóa không phải lưu trữ thêm nữa. Theo phương án ưu tiên khác nữa, chỉ các lân cận nằm trong cùng bộ phận mã hóa được đánh giá.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tất cả lân cận có sẵn được đánh giá. Ví dụ, ngoài lân cận đỉnh và lân cận trái, đỉnh bên trái, đỉnh bên phải, và lân cận dưới bên trái được đánh giá trong trường hợp có sẵn.

Tức là, bộ chọn 402 trên Fig.11 có thể được tạo cấu hình để sử dụng, đối với biểu tượng định trước liên quan đến khối định trước của dữ liệu truyền thông, các biểu tượng lấy lại trước đó của chuỗi biểu tượng liên quan đến số lượng cao hơn của các khối lân cận khác nhau của dữ liệu truyền thông trong trường hợp chế độ hiệu suất cao được kích hoạt để lựa chọn một trong số nhiều ngữ cảnh và thực hiện lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 phụ thuộc vào mô hình xác suất phù hợp với ngữ cảnh được lựa chọn. Tức là, các khối lân cận có thể là lân cận theo miền thời gian và/hoặc không gian. Ví dụ, khối các lân cận không gian là nhìn thấy được như trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3. Sau đó, bộ chọn 402 có thể phản hồi sự lựa chọn chế độ bởi bộ biến đổi 400 để thực hiện sự thích ứng liên hệ dựa trên các biểu tượng lấy lại trước đó hoặc các phân tử cú pháp liên quan đến số lượng cao hơn của các lân cận trong trường hợp chế độ HE so với chế độ LC, nhờ đó giảm chi phí gián tiếp lưu giữ như được mô tả bên trên.

Tiếp theo, việc mã hóa độ phức tạp giảm của các hiệu vectơ chuyển động theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Theo tiêu chuẩn mã hóa-giải mã video H.264/AVC, vectơ chuyển động được kết hợp với khối macro được truyền bằng cách báo hiệu sự chênh lệch giữa vectơ chuyển động của khối macro hiện thời và bộ dự báo vectơ chuyển động trung bình (hiệu vectơ chuyển động—*mvd*). Khi CABAC được sử dụng như bộ mã hóa entropi, *mvd* được mã hóa như sau. *mvd* giá trị nguyên được tách ra thành phần tuyệt đối và phần dấu hiệu. Phần tuyệt đối được nhị phân hóa sử dụng tổ hợp của mã đơn phân rút gọn và mã Exp-Golomb bậc 3, được tham chiếu dưới dạng tiền tố và hậu tố của dải nhị phân kết quả. Các ký tự nhị phân liên quan đến sự nhị phân hóa đơn phân rút gọn được mã hóa sử dụng các mô hình ngữ cảnh, trong khi các ký tự nhị phân liên quan đến sự nhị phân hóa Exp-Golomb được mã hóa bằng chế độ đường vòng, nghĩa là có xác suất cố định là 0,5 với CABAC. Sự nhị phân hóa đơn phân thực hiện như sau. Cho phép giá trị nguyên tuyệt đối của *mvd* là n , sau đó dải nhị phân kết quả bao gồm n lần '1' và một đầu cuối '0'. Ví dụ, cho $n=4$ thì dải nhị phân là '11110'. Trong trường hợp mã đơn phân rút gọn, giới hạn tồn tại và nếu giá trị vượt quá giới hạn này thì dải nhị phân bao

gồm $n + 1$ lần '1'. Đối với trường hợp của mvd , giới hạn là bằng 9. Điều này có nghĩa là nếu mvd tuyệt đối lớn hơn hoặc bằng 9 được mã hóa, kết quả của dải nhị phân là 9 lần '1', dải nhị phân bao gồm tiền tố và hậu tố với sự nhị phân hóa mã Exp-Golomb. Mô hình ngữ cảnh cho phần đơn phân rút gọn được thực hiện như sau. Đối với ký tự nhị phân thứ nhất của dải nhị phân, giá trị mvd tuyệt đối từ các khối macro lân cận đỉnh và lân cận trái lấy được nếu có (nếu không có sẵn, giá trị được suy ra là 0). Nếu tổng của các thành phần cụ thể (hướng dọc hoặc hướng ngang) là lớn hơn 2, mô hình ngữ cảnh thứ hai được lựa chọn, nếu tổng tuyệt đối lớn hơn 3 thì mô hình ngữ cảnh thứ ba được lựa chọn, mặt khác (nếu tổng tuyệt đối nhỏ hơn 3) thì mô hình ngữ cảnh thứ nhất được lựa chọn. Ngoài ra, các mô hình ngữ cảnh là khác nhau đối với mỗi thành phần. Đối với ký tự nhị phân thứ hai của dải ký tự nhị phân, mô hình ngữ cảnh thứ tư được sử dụng và mô hình ngữ cảnh thứ năm được sử dụng cho các ký tự nhị phân còn lại của phần đơn phân. Khi mvd tuyệt đối lớn hơn hoặc bằng 9, ví dụ, tất cả các ký tự nhị phân của phần đơn phân rút gọn bằng '1', sự chênh lệch giữa giá trị mvd tuyệt đối và 9 được mã hóa theo chế độ đường vòng với sự nhị phân hóa mã Exp-Golomb bậc 3. Ở bước cuối, dấu hiệu của mvd được mã hóa theo chế độ đường vòng.

Kỹ thuật mã hóa cuối cùng cho mvd khi sử dụng CABAC như bộ mã hóa entropi được định rõ trong mô hình thử nghiệm hiện thời (HM) của dự án mã hóa video hiệu suất cao (High Efficiency Video Coding - HEVC). Theo HEVC, kích thước khối là có thể thay đổi và hình dạng được xác định bởi vectơ chuyển động được tham chiếu như đơn vị dự báo (prediction unit - PU). Kích thước PU của lân cận đỉnh và lân cận trái có thể có hình dạng và kích thước khác PU hiện thời. Vì vậy, một khi có liên quan, sự xác định lân cận đỉnh và lân cận trái được tham chiếu lúc này như lân cận đỉnh và lân cận trái của góc trên bên trái của PU hiện thời. Đối với việc tự mã hóa, chỉ có quy trình dẫn xuất đối với ký tự nhị phân thứ nhất có thể thay đổi phù hợp với phương án của sáng chế. Thay vì đánh giá tổng tuyệt đối của các MV từ các lân cận, mỗi lân cận có thể được đánh giá riêng. Nếu MV tuyệt đối của lân cận là có giá trị và lớn hơn 16, chỉ số mô hình ngữ cảnh có thể tăng dẫn đến cùng số lượng các mô hình ngữ cảnh cho ký tự nhị phân thứ nhất, trong khi việc mã hóa mức MVD tuyệt đối còn lại và dấu hiệu là chính xác tương tự như trong H.264/AVC.

Theo kỹ thuật được mô tả trên về mã hóa mvd , có tới 9 ký tự nhị phân phải được mã hóa với mô hình ngữ cảnh, trong khi giá trị còn lại của mvd có thể được mã hóa

theo chế độ đường vòng cùng với thông tin dấu hiệu. Phương án thực hiện này mô tả kỹ thuật để giảm số lượng ký tự nhị phân được mã hóa với các mô hình ngữ cảnh dẫn đến số lượng đường rẽ tăng và số lượng các mô hình ngữ cảnh giảm được yêu cầu cho việc mã hóa *mvd*. Đối với điều này, giá trị ngưỡng được giảm từ 9 xuống 1 hoặc 2. Điều này có nghĩa là chỉ ký tự nhị phân thứ nhất định rõ nếu *mvd* tuyệt đối là lớn hơn không được mã hóa sử dụng mô hình ngữ cảnh hoặc ký tự nhị phân thứ nhất và ký tự nhị phân thứ hai định rõ nếu *mvd* tuyệt đối là lớn hơn không và một được mã hóa sử dụng mô hình ngữ cảnh, trong khi giá trị còn lại được mã hóa theo chế độ đường vòng và/hoặc sử dụng mã VLC. Toàn bộ các ký tự nhị phân thu được từ phép nhị phân hóa sử dụng mã VLC - không sử dụng mã đơn phân hoặc mã đơn phân rút gọn - được mã hóa sử dụng chế độ đường vòng độ phức tạp thấp. Trong trường hợp PIPE, có thể chèn trực tiếp vào trong và từ dòng bit. Hơn nữa, định nghĩa khác của lân cận đỉnh và lân cận trái để suy ra sự lựa chọn mô hình ngữ cảnh tốt hơn cho ký tự nhị phân thứ nhất có thể được sử dụng nếu chắc chắn.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các mã Exp-Golomb được sử dụng để nhị phân hóa phần còn lại của các thành phần MVD tuyệt đối. Để thực hiện điều này, bậc của mã Exp-Golomb có thể thay đổi. Bậc của mã Exp-Golomb được suy ra như sau. Sau khi mô hình ngữ cảnh cho ký tự nhị phân thứ nhất, và do đó chỉ số của mô hình ngữ cảnh đó, được suy ra và mã hóa, chỉ số được sử dụng như bậc đối với phân nhị phân hóa Exp-Golomb. Trong phương án ưu tiên này, mô hình ngữ cảnh cho ký tự nhị phân thứ nhất nằm trong khoảng từ 1 đến 3 dẫn đến chỉ số từ 0 đến 2, mà được sử dụng như bậc của mã Exp-Golomb. Phương án ưu tiên này có thể được sử dụng cho trường hợp HE.

Trong kỹ thuật thay thế cho kỹ thuật được mô tả ở trên sử dụng hai lần năm ngữ cảnh trong việc mã hóa của MVD tuyệt đối, để mã hóa 9 ký tự nhị phân phân hóa mã đơn phân, 14 mô hình ngữ cảnh (7 cho mỗi thành phần) có thể cũng được sử dụng. Ví dụ, trong khi các ký tự nhị phân thứ nhất và thứ hai của phần đơn phân có thể được mã hóa với bốn ngữ cảnh khác nhau như được mô tả ở trên, ngữ cảnh thứ năm có thể được sử dụng cho ký tự nhị phân thứ ba và ngữ cảnh thứ sáu có thể được sử dụng tương ứng với ký tự nhị phân thứ tư, trong khi các ký tự nhị phân thứ năm đến thứ chín được mã hóa sử dụng ngữ cảnh thứ bảy. Do đó, ngay cả trong trường hợp này, 14 ngữ cảnh sẽ được yêu cầu và chỉ giá trị còn lại có thể được mã hóa theo chế độ đường

vòng độ phức tạp thấp. Kỹ thuật để giảm số lượng các ký tự nhị phân được mã hóa với các mô hình ngữ cảnh dẫn đến tăng số lượng đường rẽ và giảm số lượng mô hình ngữ cảnh đòi hỏi cho việc mã hóa của MVD, để giảm giá trị ngưỡng, ví dụ từ 9 xuống 1 hoặc 2. Điều này có nghĩa là chỉ xác định nhị phân thứ nhất nếu MVD tuyệt đối lớn hơn không sẽ được mã hóa sử dụng mô hình ngữ cảnh hoặc xác định ký tự nhị phân thứ nhất và thứ hai nếu MVD tuyệt đối lớn hơn không và một trong số đó sẽ được mã hóa sử dụng mô hình ngữ cảnh tương ứng, trong khi giá trị còn lại sẽ được mã hóa với mã VLC. Tất cả ký tự nhị phân thu được từ việc nhị phân hóa sử dụng mã VLC được mã hóa sử dụng chế độ đường vòng độ phức tạp thấp. Trong trường hợp PIPE, có thể chèn trực tiếp vào hoặc từ dòng bit. Ngoài ra, phương án thực hiện này dùng định nghĩa khác về lân cận đỉnh và lân cận trái để suy ra lựa chọn mô hình ngữ cảnh tốt hơn cho ký tự nhị phân thứ nhất. Ngoài ra, việc mô hình hóa ngữ cảnh được biến đổi theo cách sao cho giảm số lượng mô hình ngữ cảnh yêu cầu đối với ký tự nhị phân thứ nhất và thứ hai nhờ đó giảm bộ nhớ thêm. Hơn nữa, sự đánh giá của các lân cận như lân cận nêu trên có thể bị mất tác dụng dẫn đến tiết kiệm bộ nhớ/bộ nhớ đệm được yêu cầu để lưu giữ các giá trị *mvd* của các lân cận. Cuối cùng, thứ tự mã hóa của các thành phần có thể chia ra theo cách cho phép việc mã hóa của các ký tự nhị phân tiền tố cho cả hai thành phần (nghĩa là các ký tự nhị phân được mã hóa với các mô hình ngữ cảnh) tiếp theo bởi việc mã hóa của các ký tự nhị phân rẽ nhánh.

Theo phương án ưu tiên, các mã Exp-Golomb được sử dụng để nhị phân hóa phần còn lại của các thành phần *mvd* tuyệt đối. Để đạt được điều này, bậc của các mã Exp-Golomb được thay đổi. Bậc của mã Exp-Golomb có thể được suy ra như sau. Sau khi mô hình ngữ cảnh đối với nhị phân thứ nhất, và do đó suy ra chỉ số của mô hình ngữ cảnh được suy ra, chỉ số được sử dụng như bậc đối với quá trình nhị phân hóa Exp-Golomb. Theo phương án ưu tiên, mô hình ngữ cảnh cho ký tự nhị phân thứ nhất nằm trong khoảng từ 1 đến 3 dẫn đến chỉ số từ 0 đến 2 được sử dụng như bậc của mã Exp-Golomb. Phương án ưu tiên có thể sử dụng cho trường hợp HE và số lượng các mô hình ngữ cảnh có thể giảm xuống 6. Để giảm tiếp số lượng mô hình ngữ cảnh và nhờ đó tiết kiệm bộ nhớ, các thành phần dọc và ngang có thể dùng chung các mô hình ngữ cảnh tương tự như trong phương án ưu tiên khác. Trong trường hợp này, chỉ yêu cầu 3 mô hình ngữ cảnh. Ngoài ra, chỉ lân cận trái có thể được lưu tâm tới để đánh giá theo phương án ưu tiên khác của sáng chế. Theo phương án này, giá trị ngưỡng có thể

không biến đổi (ví dụ, chỉ một ngưỡng bằng 16 dẫn đến tham số Exp-Golomb là 0 hoặc 1 hoặc chỉ một ngưỡng bằng 32 dẫn đến tham số Exp-Golomb là 0 hoặc 2). Phương án ưu tiên này tiết kiệm được bộ nhớ đệm theo đường yêu cầu để lưu giữ *mvd*. Theo phương án ưu tiên khác, ngưỡng được biến đổi bằng 2 và 16. Đối với phương án này, trong tổng số 3 mô hình ngữ cảnh được yêu cầu cho việc mã hóa *mvd* và tham số Exp-Golomb có khả năng nằm trong khoảng từ 0 đến 2. Theo phương án ưu tiên khác, ngưỡng bằng 16 và 32. Hơn nữa, phương án được mô tả là phù hợp với trường hợp HE.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, giá trị ngưỡng được giảm từ 9 xuống 2. Trong phương án ưu tiên này, ký tự nhị phân thứ nhất và ký tự nhị phân thứ hai có thể được mã hóa sử dụng các mô hình ngữ cảnh. Sự lựa chọn mô hình ngữ cảnh cho ký tự nhị phân thứ nhất có thể được thực hiện như trong tình trạng kỹ thuật hoặc được biến đổi theo cách được mô tả trong phương án ưu tiên ở trên. Đối với ký tự nhị phân thứ hai, mô hình ngữ cảnh độc lập được lựa chọn như trong tình trạng kỹ thuật. Theo phương án ưu tiên khác nữa, mô hình ngữ cảnh cho ký tự nhị phân thứ hai được lựa chọn bằng việc đánh giá *mvd* của lân cận trái. Trong trường hợp này, chỉ số mô hình ngữ cảnh là tương tự như đối với ký tự nhị phân thứ nhất, trong khi các mô hình ngữ cảnh khả dụng là khác biệt với các mô hình ngữ cảnh đối với nhị phân thứ nhất. Tổng cộng, 6 mô hình ngữ cảnh được yêu cầu (chú ý rằng các thành phần dùng chung các mô hình ngữ cảnh). Mặt khác, tham số Exp-Golomb có thể phụ thuộc vào chỉ số mô hình ngữ cảnh được lựa chọn của ký tự nhị phân thứ nhất. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, tham số Exp-Golomb phụ thuộc vào chỉ số mô hình ngữ cảnh được lựa chọn của ký tự nhị phân thứ hai. Các phương án được mô tả ở trên của sáng chế có thể được sử dụng cho trường hợp HE.

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, các mô hình ngữ cảnh cho cả hai ký tự nhị phân được cố định và không được suy ra bằng cách đánh giá lân cận trái hoặc lân cận trên. Đối với phương án ưu tiên này, tổng số các mô hình ngữ cảnh bằng 2. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, ký tự nhị phân thứ nhất và ký tự nhị phân thứ hai dùng chung cùng mô hình ngữ cảnh. Kết quả là, chỉ một mô hình ngữ cảnh được yêu cầu để mã hóa *mvd*. Trong cả hai phương án ưu tiên của sáng chế, tham số Exp-Golomb có thể được cố định và bằng 1. Phương án ưu tiên được mô tả ở trên của sáng chế phù hợp cho cả hai cấu hình HE và LC.

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, bậc của phần Exp-Golomb được suy ra độc lập với chỉ số mô hình ngữ cảnh của ký tự nhị phân thứ nhất. Trong trường hợp này, tổng tuyệt đối của lựa chọn mô hình ngữ cảnh thông thường của H.264/AVC được sử dụng để suy ra bậc của phần Exp-Golomb. Phương án ưu tiên này có thể được sử dụng cho trường hợp HE.

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, bậc của các mã Exp-Golomb được cố định và thiết lập bằng 0. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bậc của các mã Exp-Golomb được cố định và thiết lập bằng 1. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bậc của các mã Exp-Golomb được cố định bằng 2. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bậc của các mã Exp-Golomb được cố định bằng 3. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bậc của các mã Exp-Golomb được cố định theo hình dạng và kích thước của PU hiện thời. Các phương án ưu tiên này có thể được sử dụng cho trường hợp LC. Lưu ý rằng bậc được cố định của các phần Exp-Golomb được xem xét với số lượng giảm của các ký tự nhị phân được mã hóa với các mô hình ngữ cảnh.

Theo phương án ưu tiên, các lân cận được xác định như sau. Đối với PU nêu trên, toàn bộ các PU bao hàm PU hiện thời được tính đến và PU có MV lớn nhất được sử dụng. Điều này cũng được thực hiện đối với các lân cận trái. Toàn bộ các PU bao hàm PU hiện thời được đánh giá và PU có MV lớn nhất được sử dụng. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, giá trị vectơ chuyển động tuyệt đối trung bình từ toàn bộ các PU bao hàm biên trái và biên đỉnh PU hiện thời được sử dụng để suy ra ký tự nhị phân thứ nhất.

Đối với các phương án ưu tiên nêu trên của sáng chế, có thể thay đổi thứ tự mã hóa như sau. mvd phải được xác định theo hướng ngang và đứng lần lượt cái nọ sau cái kia (hoặc ngược lại). Do đó, hai dải nhị phân được mã hóa. Để giảm số lượng việc biến đổi chế độ đối với phương tiện mã hóa entropi (nghĩa là biến đổi giữa chế độ thông thường và chế độ đường vòng), có thể mã hóa các ký tự nhị phân được mã hóa với các mô hình ngữ cảnh cho cả hai thành phần trong bước thứ nhất theo sau là các ký tự nhị phân được mã hóa theo chế độ đường vòng trong bước thứ hai. Lưu ý rằng đây chỉ là sắp xếp lại.

Cần lưu ý rằng các ký tự nhị phân thu được từ sự nhị phân hóa đơn phân hoặc nhị phân hóa đơn phân rút gọn cũng có thể được biểu diễn bằng sự nhị phân hóa chiều dài cố định tương đương của một dấu hiệu cho mỗi chỉ số ký tự nhị phân xác định xem giá

trị có lớn hơn chỉ số ký tự nhị phân hiện thời. Ví dụ, giá trị ngưỡng cho nhị phân hóa đơn phân rút gọn của *mvd* được thiết lập là 2 dẫn đến từ mã 0, 10, 11 đối với các giá trị 0, 1, 2. Trong sự nhị phân hóa chiều dài cố định tương đương với một dấu hiệu cho mỗi chỉ số ký tự nhị phân, một dấu hiệu cho chỉ số ký tự nhị phân 0 (nghĩa là ký tự nhị phân thứ nhất) xác định liệu giá trị *mvd* tuyệt đối có lớn hơn 0 hay không và một dấu hiệu cho ký tự nhị phân thứ hai với chỉ số ký tự nhị phân 1 xác định liệu giá trị *mvd* tuyệt đối có lớn hơn 1 hay không. Khi dấu hiệu thứ hai chỉ được mã hóa khi dấu hiệu thứ nhất bằng 1, điều này dẫn đến cùng từ mã 0, 10, 11.

Tiếp theo, sự biểu thị có khả năng thay đổi độ phức tạp của trạng thái bên trong của các mô hình xác suất theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Trong thiết lập HE-PIPE, trạng thái bên trong của mô hình xác suất được cập nhật sau khi mã hóa ký tự nhị phân với mô hình xác suất. Trạng thái được cập nhật được suy ra bằng cách tra cứu bảng chuyển tiếp trạng thái sử dụng trạng thái cũ và giá trị của ký tự nhị phân được mã hóa. Trong trường hợp CABAC, mô hình xác suất có thể lấy 63 trạng thái khác nhau tại đó mỗi trạng thái tương ứng với xác suất mô hình trong khoảng (0,0; 0,5). Mỗi trạng thái trong số các trạng thái này được sử dụng để thực hiện hai xác suất mô hình. Ngoài xác suất ấn định cho trạng thái, 1,0 trừ xác suất cũng được sử dụng và dấu hiệu được gọi là *valMps* lưu giữ thông tin liệu xác suất hay 1,0 trừ xác suất được sử dụng. Điều này dẫn đến có tổng 126 trạng thái. Để sử dụng mô hình xác suất với khái niệm mã hóa PIPE, mỗi trạng thái trong số 126 trạng thái cần được ánh xạ lên một trong các bộ mã hóa PIPE khả dụng. Trong hệ thống xử lý hiện thời của các bộ mã hóa PIPE, điều này được thực hiện bằng cách sử dụng bảng tra cứu. Ví dụ việc ánh xạ này được thể hiện trên Bảng A.

Sau đây, phương án mô tả cách mà trạng thái bên trong của mô hình xác suất có thể được biểu diễn để tránh sử dụng bảng tra cứu để biến đổi trạng thái bên trong sang chỉ số PIPE. Chỉ có một số hoạt động che giấu bit đơn giản là cần thiết để trích xuất chỉ số PIPE từ biến số trạng thái bên trong của mô hình xác suất. Sự biểu diễn có khả năng thay đổi độ phức tạp mới này của trạng thái bên trong của mô hình xác suất được thiết kế theo hai mức độ. Đối với các ứng dụng mà hoạt động ở độ phức tạp thấp chỉ bắt buộc mức độ thứ nhất được sử dụng. Trong phần mô tả này chỉ có chỉ số PIPE và dấu hiệu *valMps* được sử dụng để mã hóa hoặc giải mã các ký tự nhị phân liên quan. Trong trường hợp sơ đồ mã hóa entropi PIPE được mô tả, mức độ thứ nhất có thể được

sử dụng để phân biệt giữa 8 xác suất mô hình khác nhau. Theo đó, mức độ độ thứ nhất sẽ cần 3 bit cho chỉ số PIPE và một ký tự nhị phân nữa cho dấu hiệu valMps. Với mỗi mức độ thứ hai trong các phạm vi xác suất thô của mức độ thứ nhất được tinh lọc thành nhiều khoảng nhỏ hơn để hỗ trợ biểu diễn các xác suất có độ chính xác cao hơn. Sự biểu diễn chi tiết hơn này cho phép vận hành các bộ ước lượng xác suất chính xác hơn. Thông thường, phù hợp với các ứng dụng mã hóa hướng tới các hiệu suất RD cao. Ví dụ, sự biểu diễn định tỷ lên độ phức tạp này của trạng thái bên trong của các mô hình ngữ cảnh có sử dụng PIPE được minh họa như sau:

Mức độ thứ nhất				Mức độ thứ hai			
bB _{7B}	bB _{6B}	bB _{5B}	bB _{4B}	bB _{3B}	bB _{2B}	bB _{1B}	bB _{0B}
MPS	Chỉ số PIPE (0-7)			Chỉ số tinh lọc (0-15)			

Mức độ thứ nhất và mức độ thứ hai được lưu giữ trong bộ nhớ 8 bit đơn lẻ. 4 bit được yêu cầu để lưu giữ mức độ thứ nhất - chỉ số xác định chỉ số PIPE với giá trị của PS trên bit quan trọng nhất và 4 bit khác được sử dụng để lưu giữ mức độ thứ hai. Để thực hiện các trạng thái của bộ ước lượng xác suất CABAC, mỗi chỉ số PIPE có số lượng cụ thể của các chỉ số tinh lọc cho phép phụ thuộc vào có bao nhiêu trạng thái CABAC được ánh xạ lên chỉ số PIPE. Ví dụ để ánh xạ trên bảng A, số lượng trạng thái CABAC trên mỗi chỉ số PIPE được thể hiện trên Bảng B.

Chỉ số PIPE	0	1	2	3	4	5	6	7
Số lượng các trạng thái CABAC	3	7	5	7	10	14	16	1

Bảng B: Số lượng trạng thái CABAC trên mỗi chỉ số PIPE cho ví dụ Bảng A.

Trong suốt quá trình mã hóa hoặc giải mã ký tự nhị phân, chỉ số PIPE và valMps có thể được truy cập trực tiếp bằng cách sử dụng các thao tác che giấu bit hoặc thay đổi bit đơn giản. Các quá trình mã hóa phức tạp thấp chỉ đòi hỏi 4 bit của các quy trình mã hóa chỉ có mức độ thứ nhất và mã hóa hiệu suất cao có thể sử dụng thêm 4 bit của mức độ thứ hai để thực hiện cập nhật mô hình xác suất của bộ ước lượng xác suất CABAC. Để thực hiện việc cập nhật này, bảng tra cứu biến đổi trạng thái có thể được thiết kế để thực hiện các chuyển tiếp trạng thái tương tự như bảng gốc, nhưng sử dụng sự biểu diễn hai mức độ có khả năng thay đổi độ phức tạp của các trạng thái. Bảng chuyển tiếp trạng thái gốc bao gồm hai lần 63 phần tử. Đối với mỗi trạng thái đầu vào có hai trạng thái đầu ra. Khi sử dụng sự biểu diễn có khả năng thay đổi độ phức tạp,

kích thước của bảng chuyển tiếp trạng thái không vượt quá hai lần 128 phần tử mà được chấp nhận tăng kích thước của bảng. Sự tăng kích thước này phụ thuộc vào có bao nhiêu bit được sử dụng để biểu diễn chỉ số tình lọc và để mô phỏng chính xác trạng thái của bộ ước lượng xác suất CABAC, đòi hỏi có 4 bit. Tuy nhiên, bộ ước lượng xác suất khác biệt có thể được sử dụng, có thể hoạt động trên tập hợp các trạng thái CABAC giảm sao cho đối với mỗi chỉ số PIPE không nhiều hơn 8 trạng thái được cho phép. Theo đó mức tiêu thụ bộ nhớ có thể phù hợp với mức độ phức tạp đã cho của quá trình mã hóa bằng cách thích ứng số lượng bit được sử dụng để biểu diễn chỉ số tình lọc. So sánh với trạng thái bên trong của các xác suất mô hình với CABAC, tại đó có 64 chỉ số trạng thái xác suất, tránh việc sử dụng việc tra cứu bảng để ánh xạ các xác suất mô hình lên mã PIPE cụ thể và không đòi hỏi việc chuyển đổi nữa.

Tiếp theo, mô hình ngữ cảnh có khả năng thay đổi độ phức tạp được cập nhật theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Để cập nhật mô hình ngữ cảnh, chỉ số trạng thái xác suất có thể được cập nhật dựa trên một hoặc nhiều ký tự nhị phân được mã hóa trước đó. Trong quá trình thiết lập HE-PIPE, việc cập nhật này được thực hiện sau khi mã hóa hoặc giải mã mỗi ký tự nhị phân. Ngược lại, trong khi thiết lập LC-PIPE, việc cập nhật này có thể không bao giờ được thực hiện.

Tuy nhiên, có thể thực hiện cập nhật các mô hình ngữ cảnh theo cách có khả năng thay đổi độ phức tạp. Tức là, quyết định có cập nhật mô hình ngữ cảnh hay không có thể dựa trên các khía cạnh khác nhau. Ví dụ, thiết lập bộ mã hóa có thể chỉ không thực hiện cập nhật cho các mô hình ngữ cảnh cụ thể ví dụ các mô hình ngữ cảnh của phần tử cú pháp *coeff_significant_flag*, và luôn thực hiện cập nhật đối với toàn bộ các mô hình ngữ cảnh khác.

Theo cách khác, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để, đối với các biểu tượng của mỗi loại biểu tượng định trước, thực hiện việc lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 phụ thuộc vào mô hình xác suất tương ứng phù hợp với biểu tượng định trước tương ứng sao cho số lượng các loại biểu tượng định trước ở chế độ có độ phức tạp thấp là thấp hơn so với chế độ hiệu suất cao.

Ngoài ra, tiêu chuẩn để kiểm tra liệu có cập nhật mô hình ngữ cảnh hay không có thể là, ví dụ, kích thước gói dòng bit, số lượng các ký tự nhị phân được giải mã cho

đến hiện thời, hoặc việc cập nhật chỉ được thực hiện sau khi mã hóa số lượng các ký tự nhị phân cố định cụ thể hoặc có thể thay đổi đối với mô hình ngữ cảnh.

Với sơ đồ này để việc quyết định liệu có cập nhật mô hình ngữ cảnh hay không, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh có khả năng thay đổi độ phức tạp có thể được thực hiện. Điều này cho phép tăng hoặc giảm phần của các ký tự nhị phân trong dòng bit mà các cập nhật mô hình ngữ cảnh được thực hiện. Số lượng của các bản cập nhật mô hình ngữ cảnh càng cao thì hiệu quả mã hóa càng tốt và độ phức tạp tính toán càng cao. Do đó, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh có khả năng thay đổi độ phức tạp có thể đạt được với sơ đồ được mô tả.

Theo phương án ưu tiên, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh được thực hiện cho các ký tự nhị phân của toàn bộ các phần tử cú pháp ngoại trừ phần tử cú pháp *coeff_significant_flag*, *coeff_abs_greater1*, và *coeff_abs_greater2*.

Theo phương án ưu tiên khác, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh chỉ được thực hiện cho các ký tự nhị phân của các phần tử cú pháp *coeff_significant_flag*, *coeff_abs_greater1*, và *coeff_abs_greater2*.

Theo phương án ưu tiên khác, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh được thực hiện cho toàn bộ mô hình ngữ cảnh khi việc mã hóa hoặc giải mã của lớp bắt đầu. Sau khi số lượng định trước cụ thể của các khối biến đổi được xử lý, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh bị mất tác dụng đối với toàn bộ các mô hình ngữ cảnh cho đến khi đi đến kết thúc của lớp.

Ví dụ, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình cho các biểu tượng của loại biểu tượng định trước, thực hiện việc lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 phụ thuộc vào mô hình xác suất phù hợp với loại biểu tượng định trước cùng với hoặc không cập nhật mô hình xác suất kết hợp sao cho chiều dài của pha học tập của chuỗi các biểu tượng mà việc lựa chọn đối với biểu tượng của loại biểu tượng định trước được thực hiện cùng với việc cập nhật ở chế độ có độ phức tạp thấp là ngắn hơn so với chế độ hiệu suất cao.

Phương án ưu tiên khác của sáng chế giống như phương án ưu tiên được mô tả trên đây, nhưng sử dụng sự biểu diễn có khả năng thay đổi độ phức tạp của trạng thái bên trong của các mô hình ngữ cảnh theo cách sao cho một bảng lưu giữ “phần thứ nhất” (chỉ số PIPE và valMps) của toàn bộ các mô hình ngữ cảnh và bảng thứ hai lưu giữ “phần thứ hai” (chỉ số tinh lọc) của toàn bộ các mô hình ngữ cảnh. Tại thời điểm

này, khi việc cập nhật mô hình ngữ cảnh bị mất tác dụng đối với toàn bộ các mô hình ngữ cảnh (như được mô tả trong phương án ưu tiên trước), bảng lưu giữ “phần thứ hai” là không cần thiết và có thể loại bỏ.

Tiếp theo, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh cho chuỗi các ký tự nhị phân theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Ở cấu hình LC-PIPE, các ký tự nhị phân của các phần tử cú pháp của loại *coeff_significant_flag*, *coeff_abs_greater1*, và *coeff_abs_greater2* được nhóm vào thành các tập hợp con. Đối với mỗi tập hợp con, mô hình ngữ cảnh đơn được sử dụng để mã hóa các ký tự nhị phân của tập hợp con. Trong trường hợp này, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh có thể được thực hiện sau khi mã hóa số lượng cố định các ký tự nhị phân của trình tự này. Việc cập nhật nhiều ký tự nhị phân được biểu thị như sau. Tuy nhiên, bản cập nhật này có thể khác với bản cập nhật chỉ sử dụng nhị phân được mã hóa mới nhất và trạng thái bên trong của mô hình ngữ cảnh. Ví dụ, đối với mỗi ký tự nhị phân đã được mã hóa, một bước cập nhật mô hình ngữ cảnh được thực hiện.

Trong phần tiếp theo, các ví dụ được đưa ra cho việc mã hóa tập hợp con dẫn chứng gồm 8 ký tự nhị phân. Chữ cái ‘b’ biểu thị việc giải mã của một nhị phân và chữ cái ‘u’ biểu thị bản cập nhật của mô hình ngữ cảnh. Trong trường hợp LC-PIPE chỉ thực hiện việc giải mã ký tự nhị phân mà không thực hiện cập nhật mô hình ngữ cảnh:

b b b b b b b b

Trong trường hợp HE-PIPE, sau khi giải mã mỗi nhị phân, thực hiện cập nhật mô hình ngữ cảnh:

b u b u b u b u b u b u b u

Để giảm một phần độ phức tạp, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh có thể thực hiện sau chuỗi các ký tự nhị phân (trong ví dụ này sau mỗi 4 nhị phân, việc cập nhật của 4 nhị phân này được thực hiện):

b b b b u u u u b b b b u u u u

Tức là, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để, đối với các biểu tượng của loại biểu tượng định trước, thực hiện việc lựa chọn trong số các bộ giải mã 322 phụ thuộc vào mô hình xác suất kết hợp với loại biểu tượng định trước cùng với hoặc không có cập nhật mô hình xác suất tương ứng sao cho tần số mà việc lựa chọn đối với các biểu tượng của loại biểu tượng định trước được thực hiện cùng với cập nhật ở chế độ có độ phức tạp thấp là thấp hơn so với chế độ hiệu suất cao.

Trong trường hợp này, sau khi giải mã 4 ký tự nhị phân, 4 bước cập nhật tiếp theo dựa trên 4 ký tự nhị phân vừa được giải mã. Lưu ý rằng bốn bước cập nhật này có thể được thực hiện trong một bước duy nhất bằng cách sử dụng bảng tra cứu đặc biệt. Bảng tra cứu này lưu giữ cho mỗi sự kết hợp có khả năng của 4 ký tự nhị phân và mỗi trạng thái bên trong có khả năng của mô hình ngữ cảnh dẫn đến trạng thái mới sau bốn bước cập nhật thông thường.

Ở chế độ nhất định, sự cập nhật nhiều ký tự nhị phân được sử dụng cho phần tử cú pháp *coeff_significant_flag*. Đối với các ký tự nhị phân của toàn bộ các phần tử cú pháp khác, không có cập nhật mô hình ngữ cảnh được sử dụng. Số lượng các ký tự nhị phân được mã hóa trước bước cập nhật nhiều ký tự nhị phân được thực hiện và được thiết lập đến n . Khi số lượng các ký tự nhị phân được thiết lập không chia hết cho n , các ký tự nhị phân 1 đến $n-1$ được giữ lại tại đầu cuối của tập hợp con sau khi cập nhật nhiều ký tự nhị phân cuối cùng. Đối với mỗi ký tự nhị phân này, cập nhật ký tự nhị phân đơn lẻ thông thường được thực hiện sau khi mã hóa toàn bộ các ký tự nhị phân này. Số lượng n có thể là số dương bất kỳ lớn hơn 1. Chế độ khác có thể giống với các chế độ trước, ngoại trừ việc cập nhật nhiều ký tự nhị phân được thực hiện đối với các tổ hợp tùy ý của *coeff_significant_flag*, *coeff_abs_greater1* và *coeff_abs_greater2* (thay vì chỉ với *coeff_significant_flag*). Do đó, chế độ này sẽ phức tạp hơn chế độ khác. Tất cả các phần tử cú pháp khác (mà việc cập nhật nhiều ký tự nhị phân không được sử dụng) có thể được chia thành hai tập hợp con rời nhau mà đối với một trong số các tập hợp con, cập nhật nhị phân đơn lẻ được sử dụng và đối với tập hợp con còn lại, không có cập nhật mô hình ngữ cảnh nào được sử dụng. Bất kỳ tập hợp con rời nhau nào cũng có giá trị (bao gồm tập hợp con rỗng).

Trong phương án thay thế, sự cập nhật nhiều ký tự nhị phân có thể chỉ dựa trên m ký tự nhị phân cuối cùng được mã hóa ngay trước bước cập nhật nhiều ký tự nhị phân. m có thể là số tự nhiên bất kỳ nhỏ hơn n . Do đó, việc giải mã có thể được thực hiện như sau:

b b b b u u b b b b u u b b b b u u b b b b...

với $n=4$ và $m=2$.

Tức là, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để, đối với các biểu tượng của loại biểu tượng định trước, thực hiện việc lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 phụ thuộc vào mô hình xác suất kết hợp với loại biểu tượng định trước, cùng với cập nhật

mô hình xác suất tương ứng mỗi biểu tượng thứ n của loại định trước dựa trên m biểu tượng gần nhất của loại biểu tượng định trước sao cho tỷ lệ n/m ở chế độ có độ phức tạp thấp là cao hơn so với chế độ hiệu suất cao.

Theo phương án ưu tiên khác, đối với phân tử cú pháp *coeff_significant_flag*, sơ đồ mô hình hóa ngữ cảnh sử dụng mẫu cục bộ như mô tả ở trên cho cấu hình HE-PIPE có thể được sử dụng để ấn định các mô hình ngữ cảnh cho các ký tự nhị phân của phân tử cú pháp. Tuy nhiên, đối với các ký tự nhị phân này, không có cập nhật mô hình ngữ cảnh được sử dụng.

Ngoài ra, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để, đối với các biểu tượng của loại biểu tượng định trước, lựa chọn một trong số các ngữ cảnh phụ thuộc vào số lượng các biểu tượng lấy lại trước đó của chuỗi biểu tượng, và thực hiện việc lựa chọn trong số các bộ giải mã 322 phụ thuộc vào mô hình xác suất phù hợp với ngữ cảnh được lựa chọn sao cho số lượng ngữ cảnh, và/hoặc số lượng các biểu tượng lấy lại trước đó ở chế độ có độ phức tạp thấp là thấp hơn so với chế độ hiệu suất cao.

Khởi tạo mô hình xác suất sử dụng các giá trị khởi tạo 8 bit

Phần này mô tả quy trình khởi tạo trạng thái bên trong có khả năng thay đổi độ phức tạp của các mô hình xác suất sử dụng cái gọi là giá trị khởi tạo 8 bit thay cho hai giá trị 8 bit như trong trường hợp chuẩn mã hóa video H.265/AVC đã có. Nó gồm có hai phần có thể so sánh với các cặp giá trị khởi tạo được sử dụng đối với các mô hình xác suất trong CABAC của chuẩn H.264/AVC. Hai phần này biểu diễn hai tham số của phương trình tuyến tính để tính toán trạng thái khởi tạo của mô hình xác suất, biểu diễn xác suất cụ thể (ví dụ, ở dạng chỉ số PIPE) từ QP (quantization parameter – tham số lượng tử hóa):

- Phần thứ nhất mô tả hệ số góc và phần này khai thác sự phụ thuộc của trạng thái bên trong đối với tham số lượng tử hóa (QP) được sử dụng trong quá trình mã hóa và giải mã.

- Phần thứ hai xác định chỉ số PIPE ở QP cũng như *valMps* đã cho.

Hai chế độ khác nhau có thể sử dụng để khởi tạo mô hình xác suất sử dụng giá trị khởi tạo đã cho. Chế độ thứ nhất được chỉ định để khởi tạo độc lập với QP. Nó chỉ sử dụng chỉ số PIPE và *valMps* được xác định trong phần thứ hai của giá trị khởi tạo cho tất cả các QP. Điều này giống như trường hợp khi hệ số góc bằng 0. Chế độ thứ hai được chỉ định cho sự khởi tạo phụ thuộc QP và nó sử dụng thêm hệ số góc của phần

thứ nhất của giá trị khởi tạo để thay đổi chỉ số PIPE và để xác định chỉ số lọc. Hai phần của giá trị khởi tạo 8 bit được minh họa như sau:

Phần thứ nhất				Phần thứ hai			
bB _{7B}	bB _{6B}	bB _{5B}	bB _{4B}	bB _{3B}	bB _{2B}	bB _{1B}	bB _{0B}
Chỉ số hệ số góc				Chỉ số xác suất PIPE			

Giá trị khởi tạo gồm có hai phần 4 bit. Phần thứ nhất chứa chỉ số cho thấy 1 trong ký tự 16 hệ số góc định trước khác nhau được lưu trong mảng. Các hệ số góc định trước gồm có 7 hệ số góc âm (các chỉ số hệ số góc 0-6), một hệ số góc bằng không (chỉ số hệ số góc 7) và 8 hệ số góc dương (các chỉ số hệ số góc 8 -15). Các hệ số góc được minh họa trong bảng C.

Chỉ số hệ số góc	0	1	2	3	4	5	6	7
Giá trị hệ số góc	-239	-143	-85	-51	-31	-19	-11	0
Chỉ số hệ số góc	8	9	10	11	12	13	14	15
Giá trị hệ số góc	11	19	31	51	85	143	239	399

Bảng C

Tất cả các giá trị được định tỷ lệ theo hệ số 256 để tránh sử dụng các hoạt động điểm nổi. Phần thứ hai là chỉ số PIPE mà bao gồm xác suất tăng là $\text{valMps} = 1$ giữa khoảng xác suất $p = 0$ và $p = 1$. Nói cách khác, bộ mã hóa PIPE n phải hoạt động ở xác suất mô hình cao hơn bộ mã hóa PIPE $n - 1$. Chỉ một chỉ số xác suất PIPE có thể sử dụng đối với mọi mô hình xác suất, và nó nhận diện bộ mã hóa PIPE có khoảng xác suất chứa xác suất $p_{\text{valMps}=1} \text{ Bcho } QP = 26$.

Chỉ số xác suất PIPE	0	1	2	3	4	5	6	7
Bộ mã hóa PIPE	UR5	UR4	UR3	UR2	TB	BP2	BP3	EP
MPS	0	0	0	0	0	0	0	0
Chỉ số xác suất PIPE	8	9	10	11	12	13	14	15
Bộ mã hóa PIPE	EP	BP3	BP2	TB	UR2	UR3	UR4	UR5
MPS	1	1	1	1	1	1	1	1

Bảng D: Ánh xạ phần thứ hai của giá trị khởi tạo lên các bộ mã hóa PIPE và valMps : UR = mã biến đổi từ đơn phân thành Rice, TB = mã ba ký tự nhị phân, BP = mã pipe nhị phân, EP = xác suất cân bằng (không mã hóa)

QP và giá trị khởi tạo 8 bit là cần thiết để tính toán sự khởi tạo trạng thái bên trong của các mô hình xác suất bằng cách tính phương trình tuyến tính đơn giản dưới dạng $y = m * (QP - QPref) + 256 * b$. Lưu ý rằng m là hệ số góc được lấy từ bảng C bằng cách sử dụng chỉ số hệ số góc (phần thứ nhất của giá trị khởi tạo 8 bit) và b biểu thị bộ mã hóa PIPE ở $QPref = 26$ (phần thứ hai của giá trị khởi tạo 8 bit: “chỉ số xác suất PIPE”). Khi đó, valMPS là 1 và pipeIdx bằng $(y - 2048) \gg 8$ nếu y lớn hơn 2047. Ngược lại, valMPS là 0 và pipeIdx bằng $(2047 - y) \gg 8$. Chỉ số lọc bằng $((y - 2048) \& 255) * numStates \gg 8$ nếu valMPS bằng 1. Nếu không thì chỉ số lọc bằng $((2047 - y) \& 255) * numStates \gg 8$. Trong cả hai trường hợp, numStates bằng số trạng thái CABAC của pipeIdx như được chỉ ra trong bảng B.

Mô hình ở trên có thể không chỉ được sử dụng kết hợp với các bộ mã hóa PIPE, mà còn kết hợp với các sơ đồ CABAC được đề cập ở trên. Khi không có mặt PIPE, số lượng trạng thái CABAC, tức là các trạng thái xác suất mà giữa chúng sự chuyển tiếp trạng thái trong cập nhật xác suất được thực hiện (`pState_current[bin]`), trên mỗi chỉ số PIPE (tức là, các bit quan trọng nhất tương ứng `pState_current[bin]`) chỉ là tập hợp các tham số thực hiện nội suy tuyến tính từng khúc của trạng thái CABAC phụ thuộc vào QP trên thực tế. Ngoài ra, phép nội suy tuyến tính theo mảnh cũng có thể hầu như bị vô hiệu trong trường hợp tham số numStates sử dụng giá trị duy nhất cho mọi chỉ số PIPE. Ví dụ, đặt numStates bằng 8 cho tất cả các trường hợp mang lại tất cả $16 * 8$ trạng thái và việc tính toán chỉ số lọc đơn giản hóa là $((y - 2048) \& 255) \gg 5$ với valMPS bằng 1 hoặc $((2047 - y) \& 255) \gg 5$ với valMPS bằng không 0. Trong trường hợp này, việc ánh xạ chỉ số thể hiện sử dụng valMPS, chỉ số PIPE, và chỉ số lọc trở thành chỉ số thể hiện được sử dụng bởi CABAC ban đầu của chuẩn H.264/AVC là rất đơn giản. Trạng thái CABAC được cho là $(\text{chỉ số PIPE} \ll 3) + \text{chỉ số lọc}$. Khía cạnh này được mô tả rõ hơn dưới đây có dựa Fig.16.

Trừ khi hệ số góc của giá trị khởi tạo 8 bit bằng không hoặc trừ khi QP bằng 26, cần tính toán trạng thái bên trong bằng cách sử dụng phương trình tuyến tính với QP của quy trình mã hóa hoặc giải mã. Trong trường hợp hệ số góc bằng không hoặc trong trường hợp QP của quy trình mã hóa hiện thời bằng 26, phần thứ hai của giá trị khởi tạo 8 bit có thể được sử dụng trực tiếp để khởi tạo trạng thái bên trong của mô hình xác suất. Nếu không thì phần thập phân của trạng thái bên trong thu được có thể được khai thác thêm để xác định chỉ số lọc trong các ứng dụng mã hóa hiệu suất cao

nhờ phép nội suy tuyến tính giữa các giới hạn của bộ mã hóa PIPE cụ thể. Theo phương án ưu tiên này, việc nội suy tuyến tính được thực hiện bằng các nhân đơn giản phần thập phân với tổng số chỉ số lọc có thể sử dụng cho bộ mã hóa PIPE hiện thời và ánh xạ kết quả tới chỉ số lọc nguyên gần nhất.

Quy trình khởi tạo trạng thái bên trong của các mô hình xác suất có thể thay đổi theo số lượng các trạng thái chỉ số xác suất PIPE. Cụ thể, việc xảy ra kép của chế độ xác suất sử dụng bộ mã hóa PIPE E1, tức là, sử dụng hai chỉ số PIPE khác nhau để phân biệt giữa MPS là 1 hoặc 0, có thể tránh được như dưới đây. Hơn nữa, quy trình có thể được dẫn ra trong khi bắt đầu phân tích dữ liệu lớp, và đầu vào của quy trình này có thể là giá trị khởi tạo 8 bit như được chỉ ra trong Bảng E, mà đó có thể là, ví dụ, được truyền trong dòng bit cho mọi mô hình ngữ cảnh sẽ được khởi tạo.

Bảng E: Thiết lập 8 bit của initValue cho mô hình xác suất

	4 bit đầu				4 bit sau			
Các bit initValue	bB _{7B}	bB _{6B}	bB _{5B}	bB _{4B}	bB _{3B}	bB _{2B}	bB _{1B}	bB _{0B}
Biến số	slopeIdx				probIdx			

4 bit đầu xác định chỉ số hệ số góc và được lấy lại bằng cách che các bit b4 – b7.

Với mọi chỉ số hệ số góc, hệ số góc (m) được xác định và hiển thị trong bảng F.

Bảng F: Các giá trị biến số m cho slopeIdx

slopeIdx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
m	-239	-143	-85	-51	-31	-19	-11	0	11	19	31	51	85	143	239	399

Các bit b0 –b3, 4 bit cuối của giá trị khởi tạo 8 bit, giống probIdx và mô tả xác suất ở QP định trước. probIdx 0 biểu thị xác suất cao nhất cho các biểu tượng với giá trị 0 và tương ứng, probIdx 14 biểu thị xác suất cao nhất cho các biểu tượng với giá trị 1. Bảng G thể hiện pipeCoder tương ứng và valMps của nó cho mỗi probIdx.

Bảng G: Ánh xạ phần 4 bit cuối của giá trị khởi tạo cho các bộ mã hóa PIPE và valMps: UR = mã biến đổi từ đơn phân thành Rice, TB = mã ba ký tự nhị phân, BP = mã pipe nhị phân, EP = xác suất bằng (không bị mã hóa)

probIdx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
pipeCoder	UR5	UR4	UR3	UR2	TBC	BP2	BP3	EP	BP3	BP2	TBC	UR2	UR3	UR4	UR5
valMps	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Với cả hai giá trị, sự tính toán của trạng thái bên trong có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phương trình tuyến tính như $y = m * x + 256 * b$, với m là hệ số góc,

x là QP của lớp hiện thời và b được suy ra từ probIdx như được thể hiện trong phần mô tả dưới đây. Tất cả các giá trị trong quy trình này được thay đổi bởi hệ số 256 để tránh sử dụng các hoạt động điểm nổi. Đầu ra (y) của quy trình này biểu diễn trạng thái bên trong của mô hình xác suất ở QP hiện thời và được lưu trong bộ nhớ 8 bit. Như được thể hiện trong bảng G, trạng thái bên trong gồm có valMps, pipeIdx và refineIdx.

Bảng H Thiết lập trạng thái bên trong của mô hình xác suất

	4 bit đầu				4 bit sau			
Các bit initValue	bB _{7B}	bB _{6B}	bB _{5B}	bB _{4B}	bB _{3B}	bB _{2B}	bB _{1B}	bB _{0B}
Biến số	valMps	pipeIdx			refineIdx			

Sự ấn định refineIdx và pipeIdx tương tự như trạng thái bên trong của các mô hình xác suất CABAC (pStateCtx) và được thể hiện trong bảng H.

Bảng I: Sự ấn định pipeIdx, refineIdx và pStateCtx

pipeIdx	0			1							2											
refineIdx	0	1	2	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4							
pStateCtx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							
pipeIdx	3							4														
refineIdx	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9					
pStateCtx	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
pipeIdx	5																					
refineIdx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13								
pStateCtx	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45								
pipeIdx	6																7					
refineIdx	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0					
pStateCtx	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62					

Theo phương án ưu tiên, probIdx được xác định ở QP26. Dựa trên giá trị khởi tạo 8 bit, trạng thái bên trong (valMps, pipeIdx và refineIdx) của mô hình xác suất được xử lý như được mô tả trong mã giả sau đây:

$$n = (\text{probIdx} \ll 8) - m * 26$$

$$\text{fullCtxState} = \max(0, \min(3839, (m * \max(0, \min(51, \text{SliceQPB}_{\text{YB}})))) + n + 128)$$

$$\text{remCtxState} = \text{fullCtxState} \& 255$$

$$\text{preCtxState} = \text{fullCtxState} \gg 8$$

if(preCtxState < 8) {

$$\text{pipeIdx} = 7 - \text{preCtxState}$$

```

    valMPS = 0
} else {
    pipeIdx = preCtxState - 8
    valMPS = 1
}
offset = { 3, 7, 5, 7, 10, 14, 16, 1 }
if( pipeIdx == 0 ) {
    if( remCtxState <= 127 )
        remCtxState = 127 - remCtxState
    else
        remCtxState = remCtxState - 128
    refineIdx = ( ( remCtxState << 1 ) * offset ) >> 8
} else {
    if( valMPS == 0 )
        remCtxState = 255 - remCtxState
    refineIdx = ( remCtxState * offset[pipeIdx] ) >> 8
}

```

Như được thể hiện trong mã giả, refineIdx được tính bằng cách nội suy tuyến tính giữa khoảng pipeIdx và lượng tử hóa kết quả thành refineIdx tương ứng. Chỉ số offset chỉ ra tổng của refineIdx cho mỗi pipeIdx. Khoảng [7, 8) của fullCtxState/256 được chia thành hai nửa. Khoảng [7, 7,5) được ánh xạ tới pipeIdx = 0 và valMps = 0 và khoảng [7,5, 8) được ánh xạ tới pipeIdx = 0 và valMps = 1. Fig.16 mô tả quy trình suy ra trạng thái bên trong và hiển thị việc ánh xạ fullCtxState/256 lên pStateCtx.

Lưu ý là hệ số góc chỉ ra sự phụ thuộc của probIdx và QP. Nếu slopeIdx của giá trị khởi tạo 8 bit bằng 7, trạng thái bên trong thu được của mô hình xác suất là giống nhau cho tất cả các QP của lát cắt hình ảnh – do đó quy trình khởi tạo trạng thái bên trong độc lập với QP hiện thời của lát cắt hình ảnh.

Tức là, bộ chọn 402 có thể khởi tạo các chỉ số pipe sẽ được dùng trong giải mã phần dòng dữ liệu sau đây chẳng hạn như toàn bộ dòng hoặc lát cắt hình ảnh tiếp theo, sử dụng phần tử cú pháp chỉ ra quy mô bước lượng tử hóa QP được sử dụng để lượng tử hóa dữ liệu của phần này, ví dụ như các mức hệ số biến đổi chứa trong đó sử dụng phần tử cú pháp này dưới dạng chỉ số thành bảng có thể dùng chung cho cả hai chế độ,

LC và HE. Bảng ví dụ như bảng D có thể bao gồm các chỉ số pipe cho mỗi loại biểu tượng, đối với QPref tham chiếu tương ứng, hoặc dữ liệu khác cho mỗi loại biểu tượng. Phụ thuộc vào QP thực tế của phần hiện thời, bộ chọn có thể tính giá trị chỉ số pipe sử dụng việc nhập vào bảng tương ứng chỉ số của QP hiện thời QP, ví dụ như nhân với (QP-QPref). Sự khác nhau duy nhất trong các chế độ LC và HE là trong trường hợp ở chế độ LC, bộ chọn tính kết quả chỉ đơn thuần ở độ chính xác thấp hơn so với chế độ HE. Bộ chọn có thể, ví dụ, đơn thuần sử dụng phần nguyên của kết quả tính toán. Ở chế độ HE, phần dư, chẳng hạn như phần thập phân, có độ chính xác cao hơn được sử dụng để chọn một trong số các chỉ số lọc có sẵn đối với chỉ số pipe tương ứng như được chỉ ra bởi phần có độ chính xác thấp hơn hoặc phần nguyên. Chỉ số lọc được sử dụng trong chế độ HE (trong khả năng ít xảy ra hơn cũng trong chế độ LC) để thực hiện sự thích ứng xác suất chẳng hạn như bằng cách sử dụng sự di động bảng được đề cập ở trên. Khi để các chỉ số có sẵn cho chỉ số pipe hiện thời ở giới hạn cao hơn, sau đó chỉ số pipe cao hơn được chọn cùng với giảm thiểu chỉ số lọc tiếp theo. Khi để các chỉ số có sẵn cho chỉ số pipe hiện thời ở giới hạn thấp hơn, thì chỉ số pipe thấp hơn tiếp theo được chọn cùng với sự tối đa hóa chỉ số lọc tới giá trị lớn nhất sẵn sàng cho chỉ số pipe mới. Các chỉ số pipe cùng với chỉ số lọc định rõ trạng thái xác suất, nhưng đối với sự lựa chọn trong số các dòng riêng phần, bộ chọn chỉ đơn thuần sử dụng chỉ số pipe. Chỉ số lọc chỉ đóng vai trò dò tìm xác suất kỹ lưỡng hơn, hoặc ở độ chính xác tốt hơn.

Tuy nhiên, phần mô tả ở trên cũng đã thể hiện rằng khả năng thay đổi độ phức tạp độc lập với khái niệm mã hóa PIPE trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.10 hoặc CABAC, sử dụng bộ giải mã như được thể hiện trên Fig.12. Bộ giải mã trên Fig.12 là để giải mã dòng dữ liệu 601 trong đó dữ liệu truyền thông được mã hóa, và bao gồm bộ chuyển chế độ 600 được tạo cấu hình để kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp hoặc chế độ có hiệu suất cao phụ thuộc vào dòng dữ liệu 601, cũng như bộ giải biểu tượng hóa 602 được tạo cấu hình để giải biểu tượng hóa chuỗi 603 của các biểu tượng thu được hoặc là trực tiếp hoặc là bằng cách giải mã entrôpi, ví dụ, từ dòng dữ liệu 601 để thu được các phần tử cú pháp giá trị nguyên 604 sử dụng hàm ánh xạ có thể điều khiển được bởi tham số điều khiển, để ánh xạ miền của các từ chuỗi biểu tượng thành cùng một miền của các phần tử cú pháp giá trị nguyên. Bộ khôi phục 605 được tạo cấu hình để khôi phục dữ liệu truyền thông 606 dựa trên các phần tử cú pháp giá trị nguyên. Bộ

giải biểu tượng hóa 602 được tạo cấu hình để thực hiện việc giải biểu tượng hóa sao cho tham số điều khiển thay đổi theo dòng dữ liệu ở tốc độ thứ nhất trong trường hợp chế độ có hiệu suất cao được kích hoạt và tham số điều khiển không đổi không phân biệt dòng dữ liệu hoặc thay đổi phụ thuộc vào dòng dữ liệu nhưng ở tốc độ thứ hai nhỏ hơn tốc độ thứ nhất trong trường hợp chế độ có độ phức tạp thấp được kích hoạt, như được minh họa bởi mũi tên 607. Ví dụ, tham số điều khiển có thể thay đổi theo các biểu tượng đã được giải biểu tượng hóa từ trước.

Một số phương án trong số các phương án nêu trên đã sử dụng khía cạnh trên Fig.12. Các phần tử cú pháp *coeff_abs_minus3* và MVD thuộc chuỗi 327, ví dụ, được nhị phân hóa trong bộ giải biểu tượng hóa 314 phụ thuộc vào chế độ được chọn như được chỉ ra bởi mũi tên 407, và bộ khôi phục 605 đã sử dụng các phần tử cú pháp này để khôi phục. Rõ ràng là, cả hai khía cạnh trên Fig.11 và Fig.19 thực sự có thể kết hợp, nhưng khía cạnh trên Fig.12 có thể cũng có thể được kết hợp với các môi trường mã hóa khác.

Ví dụ, xem việc mã hóa hiệu vectơ chuyển động được chỉ ra ở trên. Bộ giải biểu tượng hóa 602 có thể được tạo cấu hình sao cho hàm ánh xạ sử dụng mã đơn phân rút gọn để thực hiện ánh xạ trong khoảng thứ nhất của miền của các phần tử cú pháp giá trị nguyên dưới giá trị ngưỡng và sự tổ hợp của hợp tiền tố dưới dạng mã đơn phân rút gọn đối với giá trị ngưỡng và hậu tố dưới dạng từ mã VLC trong khoảng thứ hai của miền của các phần tử cú pháp giá trị nguyên bao gồm và trên giá trị ngưỡng, trong đó bộ giải mã có thể bao gồm bộ giải mã entropi 608 được tạo cấu hình để suy ra số lượng ký tự nhị phân thứ nhất của mã đơn phân rút gọn từ dòng dữ liệu 601 sử dụng sự giải mã entropi với thay đổi ước lượng xác suất và số lượng ký tự nhị phân thứ hai của từ mã VLC sử dụng chế độ đường vòng xác suất bằng nhau không đổi. Ở chế độ HE, mã hóa entropi có thể phức tạp hơn trong mã hóa LC như được minh họa bởi mũi tên 609. Tức là, độ thích ứng ngữ cảnh và/hoặc thích ứng xác suất có thể được áp dụng trong chế độ HE và bị chặn ở chế độ LC, hoặc độ phức tạp có thể được mở rộng trong các điều kiện khác, như được thiết lập ở trên đối với các phương án khác nhau.

Bộ mã hóa phù hợp với bộ giải mã trên Fig.11, để mã hóa dữ liệu truyền thông thành dòng dữ liệu được thể hiện trên Fig.13. Bộ mã hóa này có thể bao gồm bộ chèn 500 được tạo cấu hình để báo hiệu kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp hoặc chế độ có hiệu suất cao trong dòng dữ liệu 501, bộ tạo dựng 504 được tạo cấu hình để mã hóa

trước dữ liệu truyền thông 505 thành chuỗi 506 các phần tử cú pháp, bộ biểu tượng hóa 507 được tạo cấu hình để biểu tượng hóa chuỗi 506 các phần tử cú pháp thành chuỗi 508 các biểu tượng, nhiều bộ mã hóa entropi 310, trong đó mỗi bộ này được tạo cấu hình để biến đổi một phần các chuỗi biểu tượng thành các từ mã trong dòng dữ liệu, và bộ chọn 502 được tạo cấu hình để chuyển tiếp mỗi biểu tượng của chuỗi 508 chứa các biểu tượng tới một trong số các bộ mã hóa entropi 310, trong đó bộ chọn 502 được tạo cấu hình để thực hiện sự lựa chọn phụ thuộc vào chế độ được kích hoạt trong số chế độ có độ phức tạp thấp và chế độ có hiệu suất cao như được minh họa bởi mũi tên 511. Bộ đan xen 510 có thể được cung cấp tùy chọn để đan xen các từ mã của các bộ mã hóa 310.

Bộ mã hóa phù hợp với bộ giải mã trên Fig.12, để mã hóa dữ liệu truyền thông thành dòng dữ liệu được thể hiện trên Fig.14 như bao gồm bộ chèn 700 được tạo cấu hình để báo hiệu sự kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp hoặc chế độ có hiệu suất cao trong dòng dữ liệu 701, bộ tạo dựng 704 được tạo cấu hình để mã hóa trước dữ liệu truyền thông 705 thành chuỗi 706 các phần tử cú pháp bao gồm các phần tử cú pháp giá trị nguyên, và bộ biểu tượng hóa 707 được tạo cấu hình để biểu tượng hóa phần tử cú pháp giá trị nguyên sử dụng hàm ánh xạ có thể điều khiển bởi tham số điều khiển, để ánh xạ miền của các phần tử cú pháp giá trị nguyên thành cùng một miền đối với các từ chuỗi biểu tượng, trong đó bộ biểu tượng hóa 707 được kết cấu để thực hiện sự biểu tượng hóa sao cho tham số điều khiển thay đổi theo dòng dữ liệu ở tốc độ thứ nhất trong trường hợp chế độ có hiệu suất cao được kích hoạt và tham số điều khiển không đổi không phụ thuộc dòng dữ liệu hoặc thay đổi phụ thuộc vào dòng dữ liệu, nhưng ở tốc độ thứ hai thấp hơn tốc độ thứ nhất trong trường hợp chế độ có độ phức tạp thấp được kích hoạt như được minh họa bởi mũi tên 708. Kết quả biểu tượng hóa được mã hóa thành dòng dữ liệu 701.

Thêm nữa, cần đề cập là phương án trên Fig.14 có thể chuyển dễ dàng trên phương án mã hóa/giải mã số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh được đề cập ở trên: bộ chọn 509 và các bộ mã hóa entropi 310 sẽ hợp thành bộ mã hóa số học nhị phân thích ứng ngữ cảnh mà bộ mã hóa này sẽ xuất ra dòng dữ liệu 401 trực tiếp và lựa chọn ngữ cảnh để ký tự nhị phân hiện thời được suy ra từ dòng dữ liệu. Điều này đặc biệt đúng đối với sự thích ứng ngữ cảnh và/hoặc thích ứng xác suất. Cả hai chức năng/thích ứng có thể được tắt, hoặc được thiết kế thoải mái hơn, trong chế độ có độ phức tạp thấp.

Đã được lưu ý ngắn gọn ở trên là khả năng chuyển chế độ được giải thích đối với một số phương án trong số các phương án nêu trên có thể được bỏ qua theo các phương án khác. Để làm rõ điều này, dựa vào Fig.16, trong đó tóm tắt phần mô tả ở trên trong phạm vi chỉ đơn thuần loại bỏ khả năng chuyển chế độ phân biệt phương án trên Fig.16 ra khỏi các phương án ở trên. Ngoài ra, phần mô tả sau đây sẽ bộc lộ các lợi thế đạt được từ việc khởi tạo các ước lượng xác suất của ngữ cảnh sử dụng các tham số có độ chính xác thấp đối với hệ số góc và độ lệch so với, ví dụ, H.264.

Cụ thể, Fig.16 thể hiện bộ giải mã để giải mã video 405 từ dòng dữ liệu 401 mà các thành phần ngang và dọc của hiệu vectơ chuyển động được mã hoá sử dụng sự nhị phân hoá các thành phần ngang và dọc, sự nhị phân hoá giống như sự mã hoá đơn phân rút gọn của các thành phần ngang và dọc, tương ứng, trong khoảng thứ nhất của miền của các thành phần ngang và dọc dưới giá trị ngưỡng, và sự kết hợp của tiền tố dưới dạng mã đơn phân rút gọn. Giá trị ngưỡng và hậu tố dưới dạng mã Golomb số mũ của các thành phần ngang và dọc, tương ứng, trong khoảng thứ hai của miền của các thành phần ngang và dọc bao gồm và trên giá trị ngưỡng, trong đó giá trị ngưỡng là 2 và mã Golomb số mũ có bậc 1. Bộ giải mã gồm có bộ giải mã entropi 409 được tạo cấu hình để, cho các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, suy ra mã đơn phân rút gọn từ dòng dữ liệu sử dụng sự mã hoá entropi nhị phân thích ứng với ngữ cảnh với chính xác một ngữ cảnh trên mỗi vị trí nhị phân của mã đơn phân rút gọn, nó là chung cho các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, và mã Golomb số mũ sử dụng chế độ đường vòng xác suất bằng nhau không đổi để thu được sự nhị phân hoá các hiệu vectơ chuyển động. Để chính xác hơn, như được mô tả ở trên, bộ giải mã entropi 409 có thể được tạo cấu hình để suy ra số lượng ký tự nhị phân 326 của sự nhị phân hoá từ dòng dữ liệu 401 sử dụng sự giải mã entropi nhị phân như sơ đồ CABAC được đề cập ở trên, hoặc sự giải mã PIPE nhị phân, tức là sử dụng sự xây dựng bao gồm một vài bộ giải mã entropi 322 hoạt động song song với bộ chọn/bộ ấn định tương ứng. Bộ giải biểu tượng 314 khử nhị phân hóa sự nhị phân hoá của các phần tử cú pháp hiệu vectơ chuyển động để thu được các giá trị nguyên của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, và bộ khôi phục 404 khôi phục video dựa trên các giá trị nguyên của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động.

Để giải thích điều này chi tiết hơn, sự tham chiếu ngắn gọn được thực hiện đối với Fig.18. 800 chỉ ra một hiệu vectơ chuyển động, tức là, vectơ biểu diễn số dư dự báo giữa vectơ chuyển động đã được dự báo và vectơ chuyển động thực tế/đã được khôi phục. Các thành phần ngang và dọc 802x và 802y cũng được minh hoạ. Chúng có thể được truyền trong các đơn vị của các vị trí ảnh điểm, nghĩa là, bước ảnh điểm, hoặc các vị trí ảnh điểm nhỏ như nửa bước ảnh điểm hoặc một phần tư của nó hoặc tương tự. Các thành phần ngang và dọc 802_{x,y} là các giá trị nguyên. Miền của chúng đặt từ không đến vô hạn. Giá trị dấu có thể được xử lý riêng biệt và không được xem xét thêm ở đây. Nói cách khác, sự mô tả được chỉ ra ở đây tập trung vào độ lớn của các hiệu vectơ chuyển động 802x, y. Miền được minh hoạ ở 804. Trên phía bên phải của trục miền 804, Fig.19 minh hoạ, kết hợp với các giá trị có khả năng của thành phần 802x,y được đặt theo chiều thẳng đứng với nhau, sự nhị phân hoá mà trên đó giá trị có thể tương ứng được ánh xạ (được nhị phân hoá). Như có thể được thấy, dưới giá trị ngưỡng là 2, chỉ mã đơn phân rút gọn 806 diễn ra, trong khi sự nhị phân hoá có, như là một tiền tố, mã Golomb số mũ 808 có bậc từ các giá trị có khả năng bằng hoặc lớn hơn so với giá trị ngưỡng là 2 để tiếp tục nhị phân hoá cho phần còn lại của giá trị nguyên trên giá trị ngưỡng trừ đi 1. Đối với tất cả các ký tự nhị phân, chỉ hai ngữ cảnh được cung cấp: một cho vị trí nhị phân thứ nhất của sự nhị phân hoá của các thành phần ngang và dọc 802x,y, và một cho vị trí nhị phân thứ hai của mã đơn phân rút gọn 806 của cả hai thành phần ngang và dọc 802x,y. Đối với vị trí nhị phân của mã Golomb số mũ 808, chế độ đường vòng xác suất bằng nhau được sử dụng bởi bộ giải mã entropi 409. Tức là, cả hai giá trị nhị phân được cho là diễn ra với khả năng bằng nhau. Ước lượng xác suất cho các ký tự nhị phân này được cố định. So với nó, sự ước lượng xác suất kết hợp với hai ngữ cảnh vừa nêu trên của các ký tự nhị phân của mã đơn phân rút gọn 806 được thích ứng liên tục trong suốt quá trình giải mã.

Trước khi mô tả chi tiết hơn, về cách để bộ giải mã entropi 409 có thể, theo sự mô tả ở trên, được cung cấp để thực hiện các nhiệm vụ vừa được đề cập, ngay sau đây sự mô tả sẽ tập trung vào sự cung cấp có khả năng của bộ khôi phục 404 mà sử dụng các hiệu vectơ chuyển động 800 và các giá trị nguyên của nó thu được bởi bộ giải biểu tượng 314 bằng cách nhị phân hoá lại các ký tự nhị phân của các mã 106 và 108 với sự nhị phân hoá lại được minh hoạ trên Fig.18 sử dụng mũi tên 810. Cụ thể, bộ khôi phục 404 có thể, như được mô tả ở trên, lấy lại từ dòng dữ liệu 401 thông tin đề cập đến sự

chia nhỏ hình ảnh được khôi phục hiện thời thành các khối mà trong các khối này ít nhất một số khối trải qua sự dự báo bù chuyển động. Fig.19 thể hiện hình ảnh được khôi phục thể hiện ở 820 và các khối của sự chia nhỏ đã nêu của hình ảnh 120 đối với sự dự báo bù chuyển động được sử dụng để dự báo nội dung hình ảnh trong đó ở 822. Như được mô tả đối với các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2C, có các khả năng khác nhau cho sự chia nhỏ và các kích thước của các khối 122. Để tránh sự truyền hiệu vectơ chuyển động 800 cho mỗi khối 122 này, bộ khôi phục 404 có thể khai thác khái niệm hợp nhất mà theo khái niệm hợp nhất này dòng dữ liệu truyền thêm thông tin hợp nhất ngoài thông tin chia nhỏ hoặc, trong sự vắng mặt của thông tin chia nhỏ, ngoài thực tế rằng sự chia nhỏ được cố định. Thông tin hợp nhất báo hiệu cho bộ khôi phục 404 về các khối 822 tạo ra các nhóm hợp nhất. Bằng cách thức này, bộ khôi phục 404 có thể áp dụng hiệu vectơ chuyển động nhất định 800 cho toàn bộ nhóm hợp nhất của các khối 822. Tất nhiên, tại bên mã hoá, sự truyền dẫn thông tin hợp nhất trải qua sự cân bằng giữa phần bổ sung truyền dẫn chia nhỏ (nếu có mặt), phần bổ sung truyền dẫn thông tin hợp nhất và phần bổ sung truyền dẫn hiệu vectơ chuyển động giảm với kích thước tăng của các nhóm hợp nhất. Mặt khác, việc làm tăng số khối trên mỗi nhóm hợp nhất làm giảm sự thích ứng của hiệu vectơ chuyển động cho nhóm hợp nhất này tới nhu cầu thực tế của các khối riêng biệt của nhóm hợp nhất tương ứng do đó tạo ra ít sự dự báo bù chuyển động chính xác của các độ chênh lệch vectơ chuyển động của các khối này và đòi hỏi chi phí truyền cao hơn để truyền phần dư dự báo dưới dạng, ví dụ, mức độ hệ số biến đổi. Theo đó, sự cân bằng được nhận thấy trên phía mã hoá theo cách thức thích hợp. Trong trường hợp bất kỳ, khái niệm hợp nhất dẫn đến các hiệu vectơ chuyển động cho các nhóm hợp nhất thể hiện sự tương quan lẫn nhau về mặt không gian ít. Ví dụ, xem Fig.19 minh hoạ bằng cách che thành viên cho nhóm hợp nhất nhất định. Rõ ràng, sự chuyển động thực tế của nội dung hình ảnh trong các khối này cũng là tương tự mà phía mã hoá quyết định hợp nhất các khối tương ứng. Tuy nhiên sự tương quan với sự chuyển động của nội dung hình ảnh trong các nhóm hợp nhất khác là thấp. Theo đó, sự giới hạn để sử dụng chỉ một ngữ cảnh trên mỗi ký tự nhị phân của mã đơn phân rút gọn 806 không ảnh hưởng tiêu cực đến hiệu suất mã hoá entropi vì khái niệm hợp nhất đã cung cấp sự tương quan lẫn nhau về không gian giữa sự chuyển động nội dung hình ảnh lân cận một cách thích đáng. Ngữ cảnh có thể đơn thuần được chọn dựa trên thực tế rằng ký tự nhị phân là một phần của sự nhị phân hoá của

thành phần hiệu vectơ chuyển động $802_{x,y}$ và vị trí nhị phân là 1 hoặc 2 do giá trị ngưỡng là hai. Theo đó, các ký tự nhị phân đã được giải mã khác/các phần tử cú pháp/các thành phần mvd $802_{x,y}$ không ảnh hưởng đến sự lựa chọn ngữ cảnh.

Tương tự, bộ khôi phục 404 có thể được tạo cấu hình để làm giảm nội dung thông tin được truyền bởi các hiệu vectơ chuyển động hơn nữa (vượt sự dự báo theo không gian và/hoặc thời gian của các vectơ chuyển động) bằng cách sử dụng khái niệm dự báo đa giả thuyết mà, trước hết, danh sách bộ dự báo vectơ chuyển động được tạo ra cho mỗi khối hoặc nhóm hợp nhất, với tiếp đó, truyền một cách rõ ràng hoặc hoàn toàn trong thông tin dòng dữ liệu trên chỉ số của bộ dự báo được sử dụng thực tế để dự báo hiệu vectơ chuyển động. Xem, ví dụ, các khối không được đánh bóng 122 trên Fig.20. Bộ khôi phục 404 có thể cung cấp các bộ dự báo khác nhau cho vectơ chuyển động của khối này như bằng cách dự báo vectơ chuyển động không gian như từ bên trái, từ trên đỉnh, sự kết hợp cả hai và vân vân, và dự báo theo thời gian vectơ chuyển động từ vectơ chuyển động của phần được đặt cùng của hình ảnh đã được mã hoá trước đó của video và sự kết hợp thêm nữa của các bộ dự báo đã nêu trên. Các bộ dự báo này được phân loại bởi bộ khôi phục 404 theo cách thức có thể dự báo mà cách thức này có thể dự báo ở phía mã hoá. Một số thông tin được chuyển đến đầu cuối này trong dòng dữ liệu và được sử dụng bởi bộ khôi phục. Tức là, dấu vết nào đó được chứa trong dòng dữ liệu, mà đối với dấu vết này, bộ dự báo ngoài danh sách bộ dự báo được sắp xếp thứ tự sẽ được sử dụng thực tế làm bộ dự báo cho vectơ chuyển động của khối này. Chỉ số này có thể được truyền trong dòng dữ liệu cho khối này rõ ràng. Tuy nhiên, cũng có khả năng là chỉ số được dự báo trước tiên và tiếp đó chỉ dự báo cái được truyền. Các khả năng khác cũng tồn tại. Trong trường hợp bất kỳ, hệ dự báo vừa nêu trên cho phép dự báo rất chính xác vectơ chuyển động của khối hiện thời và do đó, yêu cầu nội dung thông tin được áp đặt trong hiệu vectơ chuyển động được giảm đi. Do đó, giới hạn mã hoá entropi thích ứng ngữ cảnh chỉ trên hai ký tự nhị phân của mã đơn phân rút gọn và sự giảm giá trị ngưỡng xuống 2 như mô tả đối với Fig.18, cũng như sự lựa chọn bậc của mã Golomb số mũ sẽ là 1, không ảnh hưởng tiêu cực đến hiệu suất mã hoá vì các hiệu vectơ chuyển động chỉ ra, do hiệu suất dự báo cao, biểu đồ tần số mà theo nó các giá trị cao hơn của các thành phần hiệu vectơ chuyển động $802_{x,y}$ được xem ít thường xuyên. Ngay cả việc bỏ qua bất cứ việc phân biệt nào giữa các

thành phần dọc và ngang hợp phù với dự báo hiệu quả, vì sự đoán có xu hướng hoạt động ngang nhau trong cả hai hướng của độ chính xác dự báo là cao.

Chủ yếu lưu ý rằng trong sự mô tả ở trên, toàn bộ các chi tiết được cung cấp với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.15 cũng có thể chuyển giao trên các thực thể được thể hiện trên Fig.16 ví dụ như, đến mức chức năng của bộ giải biểu tượng 314, bộ khôi phục 404 và bộ giải mã entropi 409 được quan tâm. Tuy nhiên, với mục đích hoàn chỉnh, một số trong số các chi tiết này được nêu ra một lần nữa dưới đây.

Để hiểu tốt hơn sơ đồ dự báo vừa được chỉ ra, xem Fig.20. Như vừa mô tả, bộ tạo dựng 404 có thể thu được các bộ dự báo khác nhau cho khối hiện thời 822 hoặc nhóm các khối hợp nhất hiện thời, với các bộ dự báo này được thể hiện bằng các vectơ đường nét đậm 824. Các bộ dự báo có thể thu được bởi sự dự báo theo không gian và/hoặc thời gian trong đó, ngoài ra, các phép toán trung bình số học hoặc tương tự có thể được sử dụng sao cho các bộ dự báo riêng lẻ có thể thu được bởi bộ khôi phục 404 theo cách sao cho cùng tương quan với nhau. Độc lập với các vectơ đường 826 đã thu được, bộ khôi phục 404 phân loại các bộ dự báo 126 thành danh sách thứ tự. Điều này được minh họa bởi các số 1 đến 4 trên Fig.21. Ưu tiên nếu quá trình phân loại có thể xác định duy nhất sao cho bộ mã hoá và bộ giải mã có thể hoạt động đồng bộ. Tiếp đó, chỉ số vừa nêu trên có thể thu được bởi bộ khôi phục 404 cho khối hiện thời, hoặc nhóm hợp nhất, ngoài dòng dữ liệu, một cách rõ ràng hoặc hoàn toàn. Ví dụ, bộ dự báo thứ hai "2" có thể đã được chọn và bộ khôi phục 404 bổ sung hiệu vectơ chuyển động 800 vào bộ dự báo 126 được chọn này, do đó tạo ra vectơ chuyển động được khôi phục cuối cùng 128 mà nó tiếp đó được sử dụng để dự báo, bằng cách dự báo bù chuyển động, nội dung của nhóm khối/hợp nhất hiện thời. Trong trường hợp nhóm hợp nhất, có thể bộ khôi phục 404 gồm có các hiệu vectơ chuyển động được cung cấp cho các khối của nhóm hợp nhất, để lọc thêm vectơ chuyển động 128 đối với các khối riêng lẻ của nhóm hợp nhất.

Do đó, việc xử lý thêm với sự mô tả sự cung cấp các thực thể được thể hiện trên Fig.16, có thể là bộ giải mã entropi 409 được tạo cấu hình để suy ra mã đơn phân rút gọn 806 từ dòng dữ liệu 401 sử dụng sự giải mã số học nhị phân hoặc mã hoá PIPE nhị phân. Cả hai khái niệm được mô tả ở trên. Hơn nữa, bộ giải mã entropi 409 có thể được tạo cấu hình để sử dụng các ngữ cảnh khác nhau cho hai vị trí nhị phân của mã đơn phân rút gọn 806 hoặc, cùng ngữ cảnh cho cả hai nhị phân. Bộ giải mã entropi 409

có thể được tạo cấu hình để thực hiện sự cập nhật trạng thái xác suất. Bộ giải mã entropi 409 có thể thực hiện điều này bằng cách, đối với ký tự nhị phân hiện thời được nhận ngoài mã đơn phân rút gọn 806, chuyển tiếp từ trạng thái xác suất hiện thời gắn với ngữ cảnh được chọn cho nhị phân hiện thời được nhận, sang trạng thái xác suất mới phụ thuộc vào ý tứ nhị phân hiện thời được nhận. Xem các bảng Next_State_LPS và Next_State_MPS ở trên, sự tra cứu bảng đối với chúng được thực hiện bởi bộ giải mã entropi ngoài các bước khác 0 đến 5 được liệt kê ở trên. Trong phần mô tả ở trên, trạng thái xác suất hiện thời đã được đề cập bởi pState_current. Nó được xác định cho ngữ cảnh quan tâm tương ứng. Bộ giải mã entropi 409 có thể được tạo cấu hình để giải mã số học nhị phân ký tự nhị phân hiện thời sẽ được suy ra ngoài mã đơn phân rút gọn 806 bằng cách lượng tử hoá giá trị độ rộng khoảng xác suất hiện thời, tức là R, biểu diễn khoảng xác suất hiện thời để thu được chỉ số khoảng xác suất, q_index, và thực hiện sự chia nhỏ khoảng bằng cách ghi chỉ số mục nhập bảng trong số các mục nhập bảng sử dụng chỉ số khoảng xác suất và chỉ số trạng thái xác suất, tức là p_state, mà, lần lượt, phụ thuộc vào trạng thái xác suất hiện thời kết hợp với ngữ cảnh được chọn cho ký tự nhị phân hiện thời được suy ra, để thu được sự chia nhỏ khoảng xác suất hiện thời thành hai khoảng riêng phần. Trong các phương án được nêu trên, các khoảng riêng phần này được kết hợp với ký hiệu có khả năng nhất và ít có khả năng nhất. Như được mô tả ở trên, bộ giải mã entropi 409 có thể được tạo cấu hình để sử dụng phép biểu diễn tám bit cho giá trị độ rộng khoảng xác suất hiện thời R với việc lấy ra, ví dụ, hai hoặc ba, bit quan trọng nhất của phép biểu diễn 8 bit và lượng tử hoá giá trị độ rộng khoảng xác suất hiện thời. Bộ giải mã entropi có thể còn được tạo cấu hình để chọn giữa hai khoảng phần dựa trên giá trị trạng thái ngưỡng từ bên trong khoảng xác suất hiện thời, cụ thể là V, cập nhật giá trị độ rộng khoảng xác suất R và giá trị trạng thái ngưỡng, và suy ra giá trị của ký tự nhị phân hiện thời được suy ra, sử dụng khoảng phần được chọn và thực hiện bình thường hoá lại giá trị chiều rộng khoảng xác suất đã được cập nhật R và giá trị trạng thái ngưỡng V bao gồm sự tiếp tục đọc các bit từ dòng dữ liệu. Bộ giải mã entropi 409 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để giải mã số học nhị phân ký tự nhị phân ngoài mã Exp-Golomb bằng cách chia đôi giá trị độ rộng khoảng xác suất hiện thời để đạt được sự chia nhỏ khoảng xác suất hiện thời thành hai khoảng riêng phần. Phép chia đôi tương ứng với sự ước lượng xác suất được cố định và bằng 0,5. Điều này có thể được thực hiện bởi sự thay đổi bit đơn giản.

Bộ giải mã entrôpi có thể còn được tạo cấu hình để, cho mỗi hiệu véctor chuyển động, suy ra mã đơn phân rút gọn của các thành phần ngang và dọc của hiệu véctor chuyển động tương ứng khác với dòng dữ liệu 401, trước mã Golomb số mũ của các thành phần ngang và dọc của hiệu véctor chuyển động tương ứng. Bằng biện pháp này, bộ giải mã entrôpi 409 có thể khai thác số lượng nhị phân cao hơn cùng với việc tạo ra sự chạy các ký tự nhị phân mà sự ước lượng xác suất cho các ký tự nhị phân này được cố định, cụ thể là 0,5. Điều này có thể làm tăng tốc quy trình giải mã entrôpi. Mặt khác, bộ giải mã entrôpi 409 có thể ưu tiên duy trì thứ tự nằm trong số các hiệu véctor chuyển động bằng cách trước hết suy ra các thành phần ngang và dọc của một hiệu véctor chuyển động với chỉ việc tiếp tục sau đó để suy ra các thành phần ngang và dọc của hiệu véctor chuyển động kế tiếp. Bằng biện pháp này, các yêu cầu bộ nhớ được áp đặt trên thực thể giải mã, tức là, bộ giải mã của Fig.16, được giảm đi vì bộ giải biểu tượng 314 có thể tiến hành việc giải nhị phân hoá các hiệu véctor chuyển động ngay lập tức mà không phải đợi quét cho các hiệu véctor chuyển động. Điều này được cho phép bằng cách lựa chọn ngữ cảnh: vì một ngữ cảnh chính xác đơn thuần là khả dụng cho mỗi vị trí nhị phân của mã 806, không có mối tương quan không gian nào được kiểm tra.

Bộ khôi phục 404 có thể, như được mô tả bên trên, dự báo theo không gian và/hoặc thời gian các thành phần ngang và dọc của các véctor chuyển động để thu được các bộ dự báo 126 cho các thành phần ngang và dọc của các véctor chuyển động và khôi phục các thành phần ngang và dọc của các hiệu véctor chuyển động để lọc các bộ dự báo đối với các thành phần ngang và dọc của các hiệu véctor chuyển động, như đơn giản bằng cách bổ sung hiệu véctor chuyển động cho bộ dự báo tương ứng.

Hơn nữa, bộ khôi phục 404 có thể được tạo cấu hình để dự báo các thành phần ngang và dọc của các véctor chuyển động theo các cách thức khác nhau để thu được một danh sách có thứ tự của các bộ dự báo cho các thành phần ngang và dọc của các véctor chuyển động, thu được chỉ số danh sách từ dòng dữ liệu và khôi phục các thành phần ngang và dọc của các véctor chuyển động bằng cách lọc bộ dự báo của danh sách mà chỉ số danh sách chỉ ra bộ dự báo này nhờ sử dụng các thành phần ngang và dọc của các hiệu véctor chuyển động.

Hơn nữa, như được mô tả ở trên, bộ khôi phục 404 có thể được tạo cấu hình để khôi phục video sử dụng sự dự báo bù chuyển động bằng cách áp dụng các thành phần

ngang và dọc của các vectơ chuyển động $802x,y$ của các vectơ chuyển động ở độ chi tiết không gian được định ra bởi sự chia nhỏ các hình của video thành các khối, trong đó bộ khôi phục 404 có thể sử dụng các phần tử cú pháp hợp nhất có mặt trong dòng dữ liệu 401 để nhóm các khối thành các nhóm hợp nhất và dùng các trị số số nguyên của các thành phần ngang và dọc $802x,y$ của các hiệu vectơ chuyển động thu được bởi bộ nhị phân hoá 314, trong các đơn vị của các nhóm hợp nhất.

Bộ khôi phục 404 có thể nhận sự chia nhỏ các hình của video thành các khối từ một phần của dòng dữ liệu 401 mà phần dòng dữ liệu này loại trừ các phần tử cú pháp hợp nhất. Bộ khôi phục cũng có thể làm thích ứng các thành phần ngang và dọc của vectơ chuyển động được định trước cho tất cả các khối của nhóm hợp nhất liên quan, hoặc lọc như nhau bởi các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động kết hợp với các khối của nhóm hợp nhất.

Với mục đích đầy đủ, Fig.17 thể hiện bộ mã hoá phù hợp với bộ giải mã của Fig.16. Bộ mã hoá của Fig.17 gồm có bộ tạo dựng 504, bộ biểu tượng hoá 507 và bộ mã hoá entropi 513. Bộ mã hoá gồm có bộ tạo dựng 504 được tạo cấu hình để mã hoá dự báo video 505 bằng cách dự báo bù chuyển động sử dụng các vectơ chuyển động và mã hoá dự báo các vectơ chuyển động bằng cách dự báo các vectơ chuyển động và thiết lập các giá trị nguyên 506 của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động để biểu diễn sai số dự báo của các vectơ chuyển động đã được dự báo; bộ biểu tượng hoá 507 được tạo cấu hình để nhị phân hoá các giá trị nguyên để thu được sự nhị phân hoá 508 của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, sự nhị phân hoá bằng mã hoá đơn phân rút gọn của các thành phần ngang và dọc, tương ứng, trong khoảng thứ nhất của miền của các thành phần ngang và dọc dưới giá trị ngưỡng, và sự kết hợp của tiền tố dưới dạng mã đơn phân rút gọn cho giá trị ngưỡng và hậu tố dưới dạng mã Exp-Golomb của các thành phần ngang và dọc, tương ứng, trong khoảng thứ hai của miền của các thành phần ngang và dọc bao gồm và trên giá trị ngưỡng, trong đó giá trị ngưỡng là hai và mã Exp-Golomb có bậc một; và bộ mã hoá entropi 513 được tạo cấu hình để, đối với các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, mã hoá mã đơn phân rút gọn thành dòng dữ liệu sử dụng sự mã hoá entropi nhị phân thích ứng ngữ cảnh với chính xác một ngữ cảnh trên mỗi vị trí nhị phân của mã đơn phân rút gọn, mà là chung cho các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, và mã Exp-Golomb sử dụng chế độ đường vòng xác suất

bằng nhau không đổi. Hơn nữa, các chi tiết thực hiện có khả năng có thể chuyển đổi trực tiếp từ sự mô tả đối với bộ giải mã của Fig.16 trên bộ mã hoá của Fig.17.

Mặc dù một số khía cạnh đã được mô tả trong ngữ cảnh thiết bị, rõ ràng là các khía cạnh này cũng thể hiện sự mô tả cho phương pháp tương ứng, với khối hoặc thiết bị tương ứng với bước thuộc phương pháp hoặc đặc điểm của bước thuộc phương pháp. Tương tự, các khía cạnh khác được mô tả trong nội dung của bước thuộc phương pháp cũng thể hiện sự mô tả của khối hoặc phần hoặc đặc điểm tương ứng của thiết bị tương ứng. Một số hoặc tất cả các bước của phương pháp có thể được thực hiện bằng cách (hoặc sử dụng) thiết bị phần cứng, tương tự ví dụ, bộ vi xử lý, máy tính lập trình được hoặc mạch điện tử. Theo một số phương án, một số một hoặc nhiều bước phương pháp quan trọng nhất có thể được thực hiện bởi thiết bị này.

Tín hiệu đã được mã hoá theo sáng chế có thể được lưu trữ trên vật ghi lưu trữ số hoặc có thể được truyền trên vật ghi truyền như vật ghi truyền dẫn không dây hoặc vật ghi truyền dẫn có dây như Internet.

Phụ thuộc vào các yêu cầu thực hiện nhất định, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện trong phần cứng hoặc trong phần mềm. Các phương án có thể được thực hiện bằng cách sử dụng vật ghi lưu trữ số, ví dụ đĩa mềm, DVD, Blue-Ray, CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM hoặc bộ nhớ FLASH, có các tín hiệu điều khiển đọc được bằng điện tử được lưu trữ trên đó, chúng kết hợp (hoặc có khả năng kết hợp) với hệ thống máy tính lập trình được sao cho phương pháp được thực hiện. Do đó, vật ghi lưu trữ số có thể đọc được bằng máy tính.

Một số phương án theo sáng chế gồm có vật mang dữ liệu có các tín hiệu điều khiển đọc được nhờ điện tử, chúng có khả năng kết hợp với hệ thống máy tính lập trình được, do đó một trong số các phương pháp được mô tả ở đây được thực hiện.

Thông thường, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện như một sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình đang hoạt động để thực hiện một trong số các phương pháp khi sản phẩm chương trình máy tính chạy trên máy tính. Mã chương trình có thể ví dụ được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Các phương án khác gồm có chương trình máy tính được lưu trữ trên vật mang đọc được bằng máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Do đó, nói cách khác, phương án của phương pháp theo sáng chế là, chương trình máy tính có mã chương trình để thực hiện một trong số các phương án được mô tả ở đây, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính.

Phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, vật mang dữ liệu (hoặc vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi có thể đọc được bằng máy tính) gồm có, đã được ghi lại trên đó, chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Vật mang dữ liệu, vật ghi lưu trữ số hoặc vật ghi đã được ghi thường là hữu hình và/hoặc không chuyển tiếp.

Phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu thể hiện chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp đã được mô tả ở đây. Dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để được truyền nhờ sự kết nối truyền thông dữ liệu, ví dụ thông qua Internet.

Phương án khác gồm có phương tiện xử lý, ví dụ, máy tính, hoặc thiết bị logic có thể lập trình được tạo cấu hình để hoặc được làm thích ứng để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án khác gồm có máy tính có chương trình máy tính được cài đặt trên đó để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án khác theo sáng chế gồm có thiết bị hoặc hệ thống được tạo cấu hình để truyền (ví dụ, bằng điện tử hoặc quang học) chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây đến bộ nhận. Ví dụ, bộ nhận có thể là máy tính, thiết bị di động, thiết bị nhớ hoặc tương tự. Ví dụ, thiết bị hoặc hệ thống có thể gồm có máy chủ tập tin để truyền chương trình máy tính đến bộ nhận.

Theo một số phương án, thiết bị logic lập trình được (ví dụ, mảng cổng lập trình được dạng trường) có thể được sử dụng để thực hiện một số hoặc tất cả các chức năng của các phương pháp được mô tả ở đây. Theo một số phương án, mảng cổng lập trình được dạng trường có thể kết hợp với bộ vi xử lý để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Thông thường, các phương pháp ưu tiên được thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kỳ.

Các phương án được mô tả ở trên chỉ mang tính minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các biến thể và biến đổi của các phương án và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng đối với người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, sáng chế chỉ bị giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ và không bị giới hạn bởi các chi tiết cụ thể được thể hiện trong bản mô tả và phân giải thích các phương án ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ giải mã để giải mã video được mã hóa trong dòng dữ liệu bao gồm:

bộ giải biểu tượng được tạo cấu hình để giải nhị phân các phép nhị phân hoá các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, trong đó video được mã hóa dự báo bởi phép dự báo bù chuyển động sử dụng các vectơ chuyển động, các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động biểu diễn sai số dự báo đối với các vectơ chuyển động, và

từng phép nhị phân hóa trong số các phép nhị phân hóa của các thành phần ngang và dọc gồm chuỗi ký tự nhị phân tiền tố có hai ký tự nhị phân dựa trên giá trị ngưỡng bằng hai, và chuỗi ký tự nhị phân hậu tố có mã Exp-Golomb có bậc một, trong đó từng ký tự nhị phân trong số hai ký tự nhị phân của chuỗi ký tự nhị phân tiền tố được mã hóa riêng rẽ như mã nhị phân có chiều dài cố định và biểu diễn cờ kết hợp với giá trị tuyệt đối của hiệu vectơ chuyển động; và

bộ khôi phục được tạo cấu hình để khôi phục video dựa trên các giá trị được giải nhị phân của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động.

2. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó bộ khôi phục được tạo cấu hình để dự báo theo không gian và/hoặc dự báo theo thời gian các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động để thu được các bộ dự báo cho các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động và khôi phục các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động bằng cách lọc các bộ dự báo sử dụng các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động.

3. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó bộ khôi phục được tạo cấu hình để dự báo các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động theo các cách thức khác nhau để thu được danh sách theo thứ tự các bộ dự báo cho các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động, thu được chỉ số danh sách từ dòng dữ liệu và khôi phục các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động bằng cách lọc bộ dự báo thành bộ dự báo của danh sách mà chỉ số danh sách chỉ ra nhờ sử dụng các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động.

4. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó bộ khôi phục được tạo cấu hình để khôi phục video sử dụng sự dự báo bù chuyển động bằng cách dùng các thành phần ngang và dọc

của các vectơ chuyển động ở độ chi tiết không gian được xác định bởi sự chia nhỏ các hình của video thành các khối, trong đó bộ khôi phục sử dụng các phần tử cú pháp hợp nhất có mặt trong dòng dữ liệu để nhóm các khối thành các nhóm hợp nhất và dùng các giá trị được giải nhị phân của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động thu được bởi bộ giải biểu tượng, trong các đơn vị của các nhóm hợp nhất.

5. Bộ giải mã theo điểm 4, trong đó bộ khôi phục được tạo cấu hình để suy ra sự chia nhỏ của các hình của video thành các khối từ một phần của dòng dữ liệu ngoại trừ các phần tử cú pháp hợp nhất.

6. Bộ giải mã theo điểm 4, trong đó bộ khôi phục được tạo cấu hình để nhận các thành phần ngang và dọc của vectơ chuyển động được định trước cho tất cả các khối của nhóm hợp nhất được kết hợp, hoặc để lọc chúng bởi các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động được kết hợp với các khối của nhóm hợp nhất.

7. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất một phần được kết hợp với các mẫu màu của video.

8. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất một phần kết hợp với các giá trị chiều sâu liên quan đến bản đồ chiều sâu kết hợp với video.

9. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó bộ giải mã còn bao gồm bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để giải mã ít nhất các mã nhị phân có chiều dài cố định sử dụng phép giải mã số học nhị phân.

10. Bộ giải mã theo điểm 9, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để, với mỗi hiệu vectơ chuyển động, giải mã các mã nhị phân có chiều dài cố định của các thành phần ngang và dọc của hiệu vectơ chuyển động tương ứng, trước khi giải mã mã Exp-Golomb của các thành phần ngang và dọc của hiệu vectơ chuyển động tương ứng.

11. Phương pháp giải mã video được mã hóa trong dòng dữ liệu bao gồm: 2

giải nhị phân phép nhị phân hoá của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, trong đó video được mã hóa dự báo bởi phép dự báo bù chuyển động sử dụng các vectơ chuyển động, các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động biểu diễn sai số dự báo đối với các vectơ chuyển động, và

từng phép nhị phân hóa trong số các phép nhị phân hóa của các thành phần ngang và dọc gồm chuỗi ký tự nhị phân tiền tố có hai ký tự nhị phân dựa trên giá trị ngưỡng bằng hai, và chuỗi ký tự nhị phân hậu tố có mã Exp-Golomb có bậc một, trong đó từng ký tự nhị phân trong số hai ký tự nhị phân của chuỗi ký tự nhị phân tiền tố được mã hóa riêng rẽ như mã nhị phân có chiều dài cố định và biểu diễn cờ kết hợp với giá trị tuyệt đối của hiệu vectơ chuyển động; và

khôi phục video dựa trên các giá trị được giải nhị phân của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó bước khôi phục bao gồm dự báo theo không gian và/hoặc dự báo theo thời gian các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động để thu được các bộ dự báo cho các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động và khôi phục các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động bằng cách lọc các bộ dự báo sử dụng các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động.

13. Phương pháp theo điểm 11, trong đó bước khôi phục bao gồm dự báo các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động theo các cách thức khác nhau để thu được danh sách theo thứ tự các bộ dự báo cho các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động, thu được chỉ số danh sách từ dòng dữ liệu và khôi phục các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động bằng cách lọc bộ dự báo thành bộ dự báo của danh sách mà chỉ số danh sách chỉ ra nhờ sử dụng các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động.

14. Phương pháp theo điểm 11, trong đó bước khôi phục bao gồm khôi phục video sử dụng phép dự báo bù chuyển động bằng cách dùng các thành phần ngang và dọc của các vectơ chuyển động ở độ chi tiết không gian được xác định bởi sự chia nhỏ các hình của video thành các khối, trong đó các phần tử cú pháp hợp nhất có mặt trong dòng dữ liệu được sử dụng để nhóm các khối thành các nhóm hợp nhất và dùng các giá trị được giải nhị phân của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, trong các đơn vị của các nhóm hợp nhất.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước khôi phục còn bao gồm suy ra sự chia nhỏ của các hình của video thành các khối từ một phần của dòng dữ liệu ngoại trừ các phần tử cú pháp hợp nhất.
16. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước khôi phục còn bao gồm nhận các thành phần ngang và dọc của vectơ chuyển động được định trước cho tất cả các khối của nhóm hợp nhất được kết hợp, hoặc để lọc chúng bởi các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động được kết hợp với các khối của nhóm hợp nhất.
17. Phương pháp theo điểm 11, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất một phần được kết hợp với các mẫu màu của video.
18. Phương pháp theo điểm 11, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất một phần kết hợp với các giá trị chiều sâu liên quan đến bản đồ chiều sâu kết hợp với video.
19. Phương pháp theo điểm 11, trong đó phương pháp còn bao gồm giải mã entropi các mã nhị phân có chiều dài cố định sử dụng phép giải mã số học nhị phân.
20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó bước giải mã entropi bao gồm, với mỗi hiệu vectơ chuyển động, giải mã các mã nhị phân có chiều dài cố định của các thành phần ngang và dọc của hiệu vectơ chuyển động tương ứng, trước khi giải mã mã Exp-Golomb của các thành phần ngang và dọc của hiệu vectơ chuyển động tương ứng.
21. Phương pháp mã hóa video thành dòng dữ liệu bao gồm:

mã hóa dự báo video bằng phép dự báo bù chuyển động sử dụng các vectơ chuyển động và mã hóa dự báo các vectơ chuyển động bằng cách dự báo các vectơ chuyển động và tạo ra các hiệu vectơ chuyển động, trong đó các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động biểu diễn sai số dự báo đối với các vectơ chuyển động;

nhị phân hóa các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, từng phép nhị phân hóa trong số các phép nhị phân hóa của các thành phần ngang và dọc gồm chuỗi ký tự nhị phân tiền tố có hai ký tự nhị phân dựa trên giá trị ngưỡng bằng hai, và chuỗi ký tự nhị phân hậu tố có mã Exp-Golomb có bậc một, trong đó từng ký tự nhị phân trong số hai ký tự nhị phân của chuỗi ký tự nhị phân tiền tố được mã hóa riêng rẽ như mã nhị phân có chiều dài cố định và biểu diễn cò kết hợp với giá trị tuyệt đối của hiệu vectơ chuyển động; và

mã hóa các giá trị được nhị phân hóa của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động thành dòng dữ liệu.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất một phần được kết hợp với các mẫu màu của video.

23. Phương pháp theo điểm 21, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất một phần kết hợp với các giá trị chiều sâu liên quan đến bản đồ chiều sâu kết hợp với video.

24. Phương pháp theo điểm 21, trong đó phương pháp còn bao gồm mã hóa entropi các mã nhị phân có chiều dài cố định sử dụng phép mã hóa số học nhị phân.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó bước mã hóa entropi bao gồm, với mỗi hiệu vectơ chuyển động, mã hóa các mã nhị phân có chiều dài cố định của các thành phần ngang và dọc của hiệu vectơ chuyển động tương ứng, trước khi mã hóa mã Exp-Golomb của các thành phần ngang và dọc của hiệu vectơ chuyển động tương ứng.

26. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp để lưu trữ dữ liệu kết hợp với video bao gồm:

dòng dữ liệu được lưu trữ trong vật ghi có thể đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp, dòng dữ liệu bao gồm các phép nhị phân hóa được mã hóa của các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động, trong đó video được mã hóa dự báo bởi phép dự báo bù chuyển động sử dụng các vectơ chuyển động được mã hóa trong dòng dữ liệu, các thành phần ngang và dọc của các hiệu vectơ chuyển động biểu diễn sai số dự báo đối với các vectơ chuyển động,

từng phép nhị phân hóa trong số các phép nhị phân hóa của các thành phần ngang và dọc gồm chuỗi ký tự nhị phân tiền tố có hai ký tự nhị phân dựa trên giá trị ngưỡng bằng hai, và chuỗi ký tự nhị phân hậu tố có mã Exp-Golomb có bậc một, trong đó từng ký tự nhị phân trong số hai ký tự nhị phân của chuỗi ký tự nhị phân tiền tố được mã hóa riêng rẽ như mã nhị phân có chiều dài cố định và biểu diễn cờ kết hợp với giá trị tuyệt đối của hiệu vectơ chuyển động.

27. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp theo điểm 26, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất một phần được kết hợp với các mẫu màu của video.

28. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp theo điểm 26, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất một phần được kết hợp với các giá trị chiều sâu liên quan đến bản đồ chiều sâu kết hợp với video.
29. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp theo điểm 26, trong đó các mã nhị phân có chiều dài cố định được mã hóa entropi thành dòng dữ liệu sử dụng mã hóa số học nhị phân.
30. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp theo điểm 29, trong đó với mỗi hiệu véctor chuyển động, các mã nhị phân có chiều dài cố định của các thành phần ngang và dọc của hiệu véctor chuyển động tương ứng được mã hóa thành dòng dữ liệu, trước khi mã hóa mã Exp-Golomb của các thành phần ngang và dọc của hiệu véctor chuyển động tương ứng thành dòng dữ liệu.

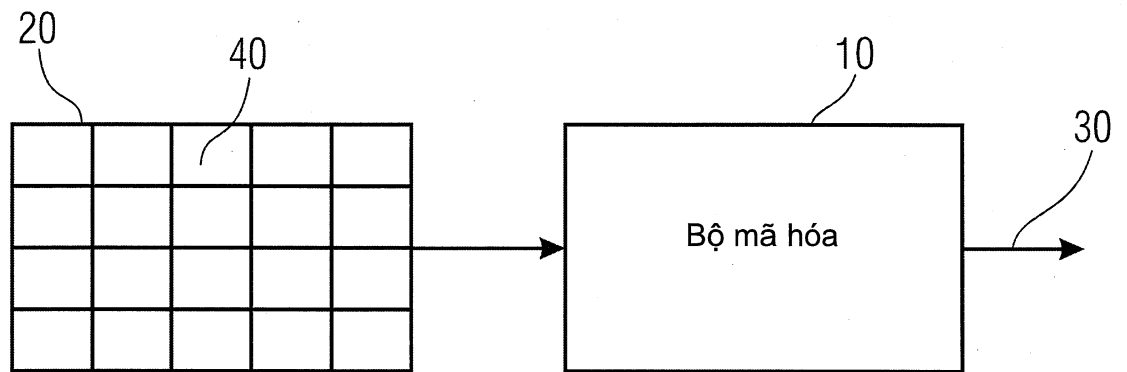


FIG.1

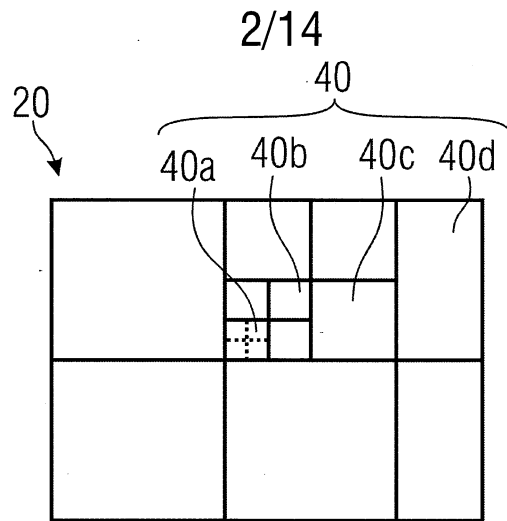


FIG. 2A

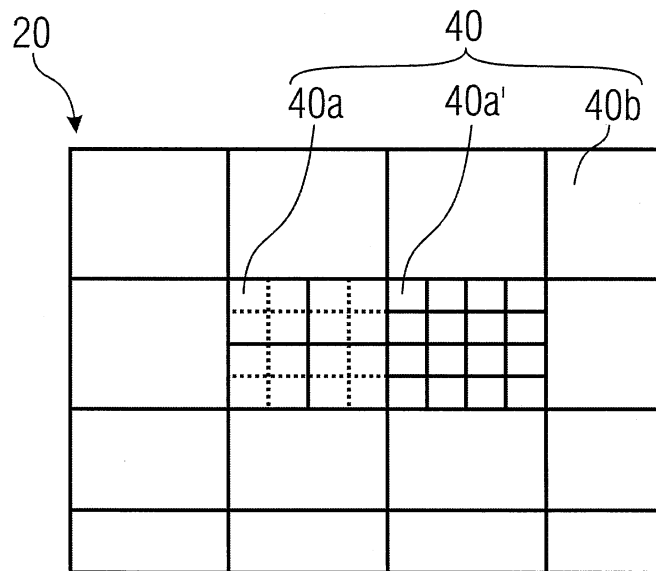


FIG. 2B

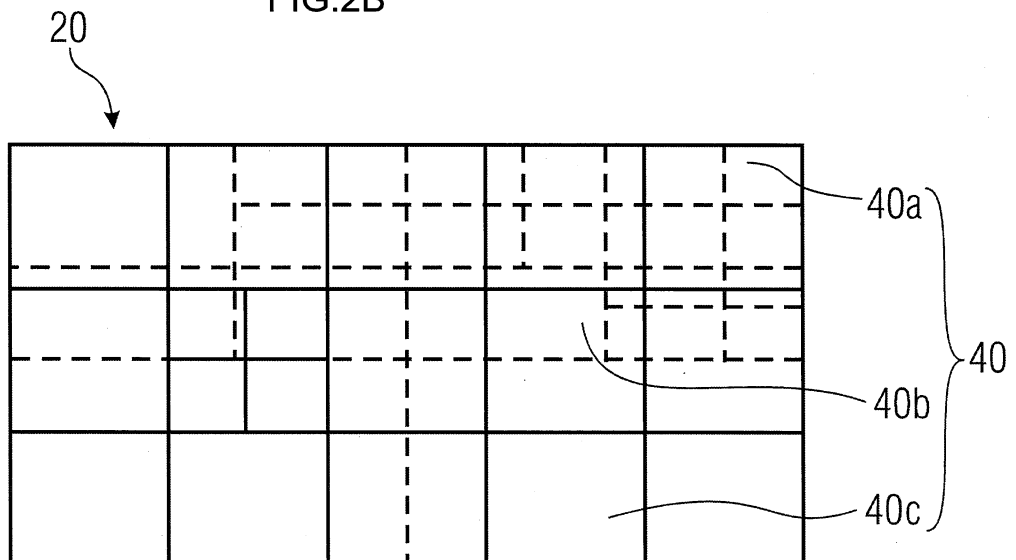


FIG. 2C

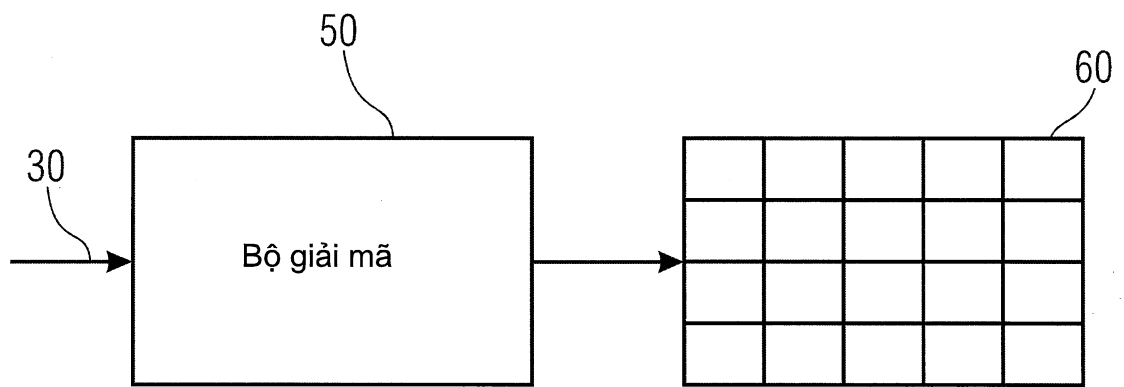


FIG.3

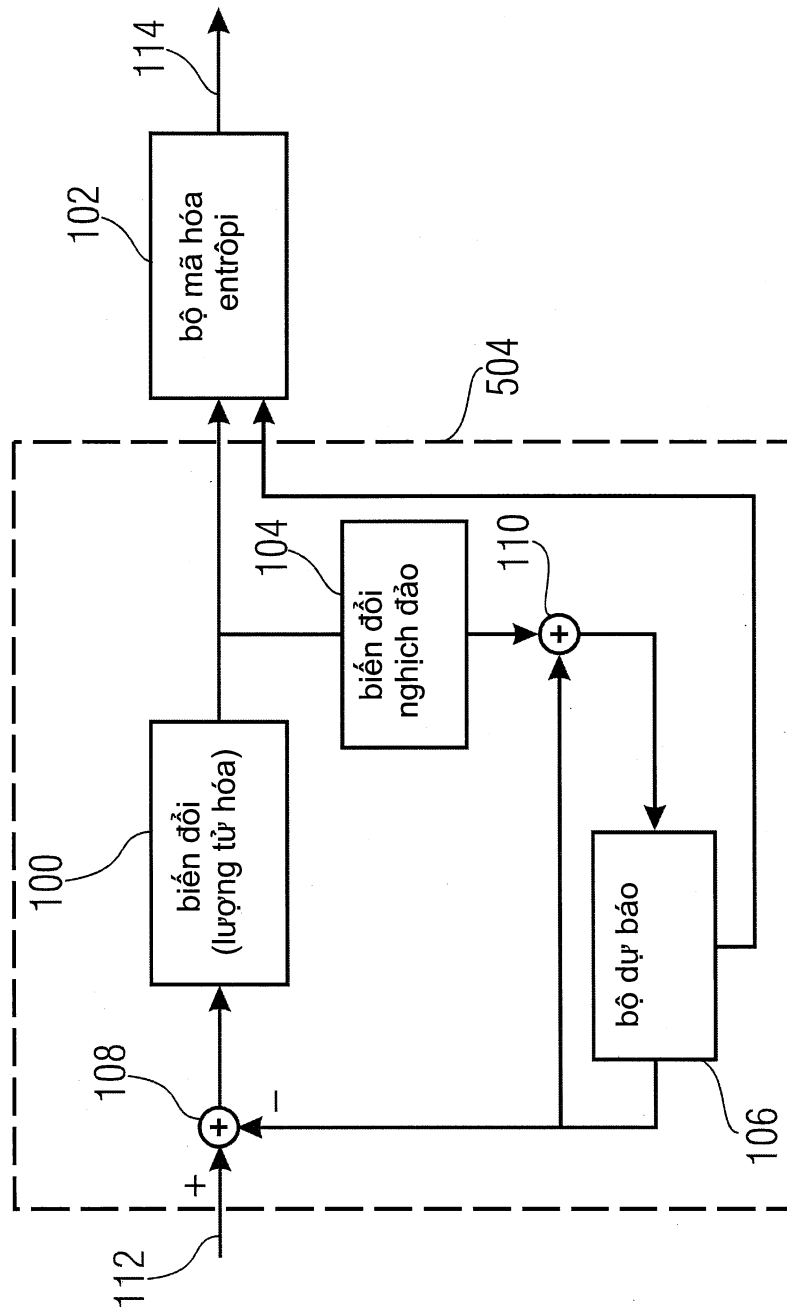


FIG.4

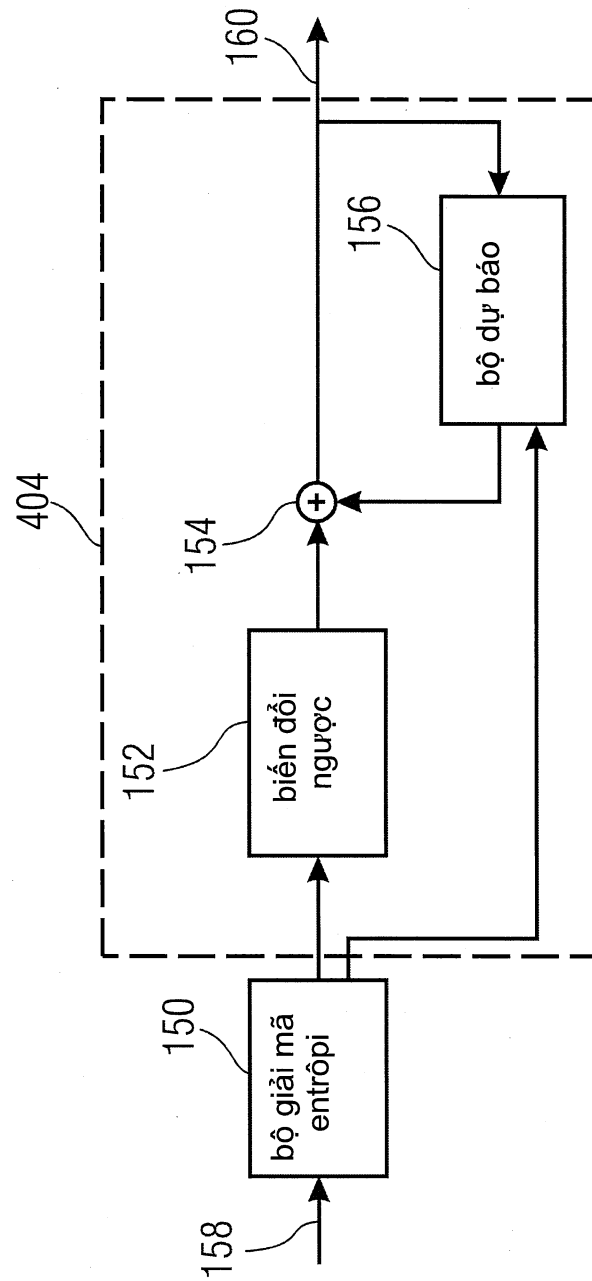


FIG. 5

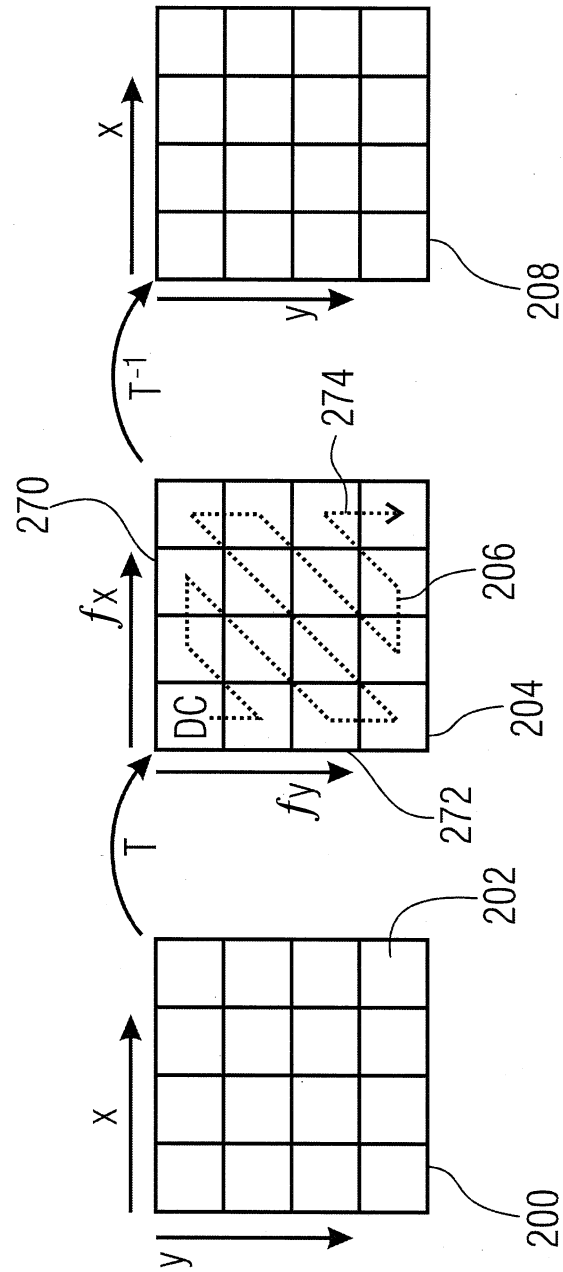


FIG.6

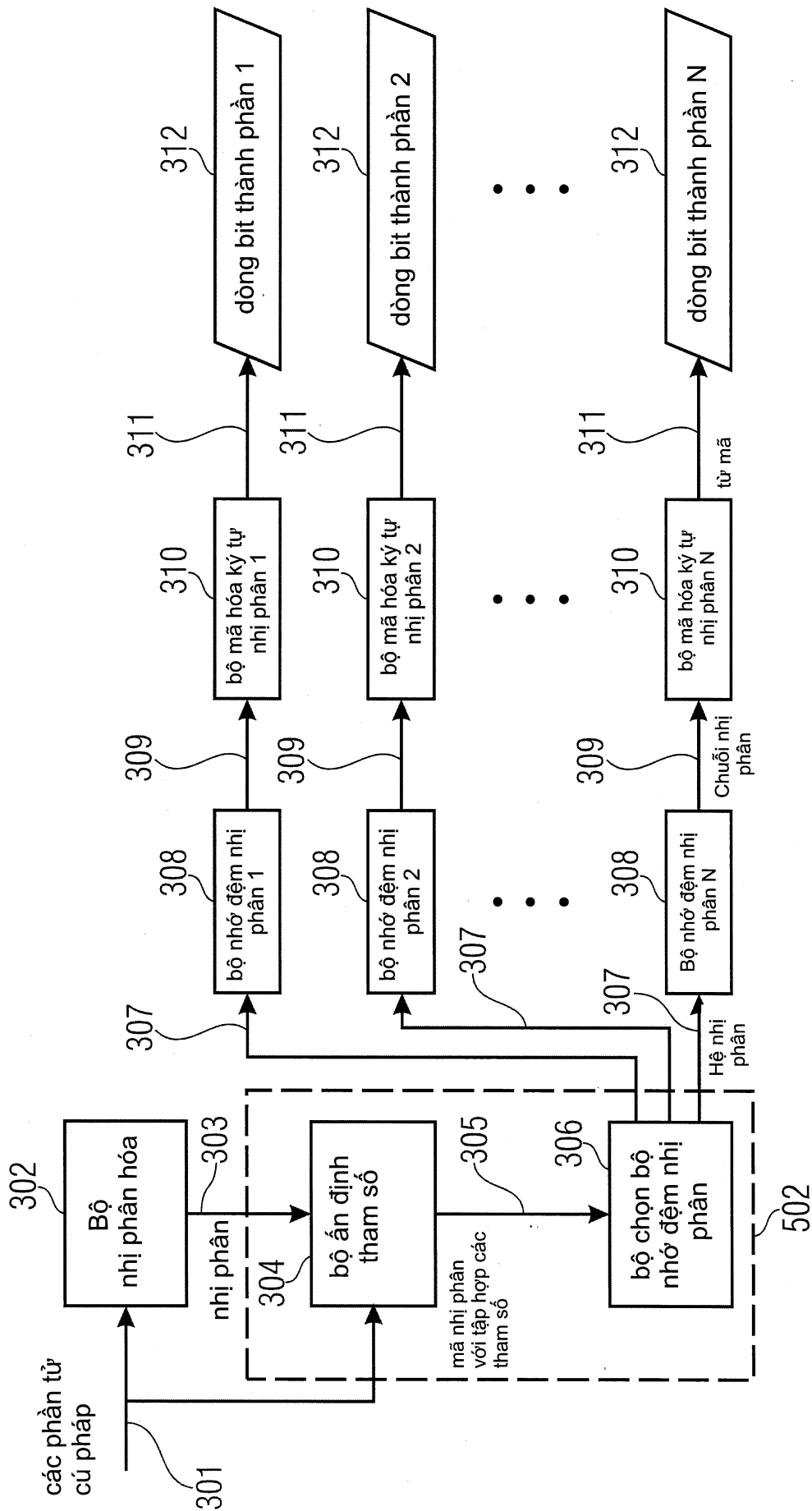


FIG. 7

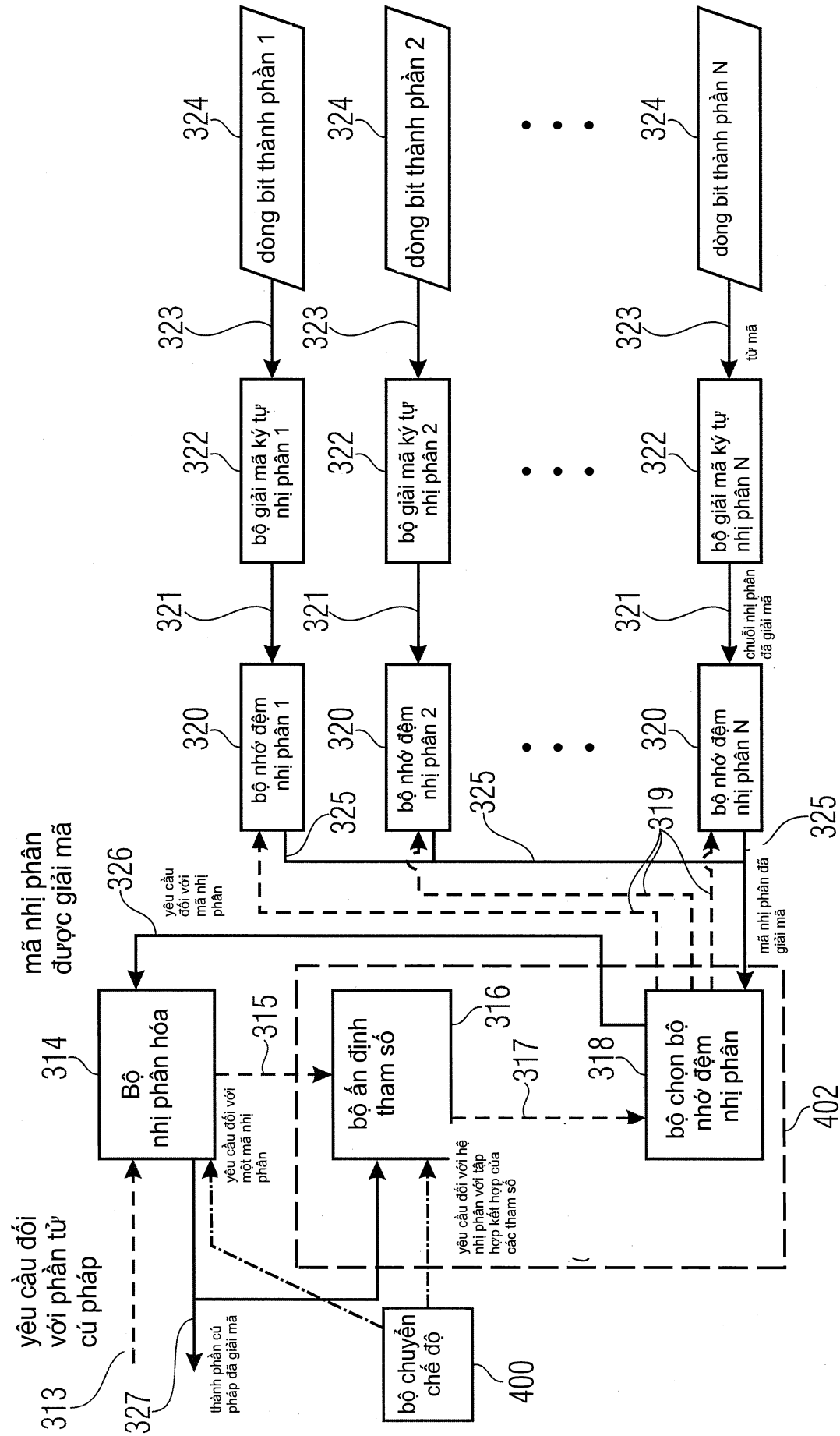


FIG.8

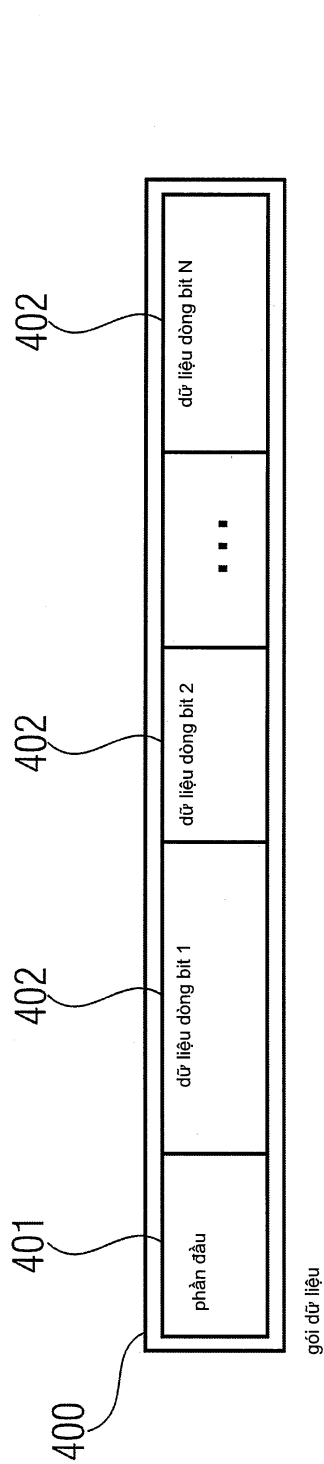


FIG. 9

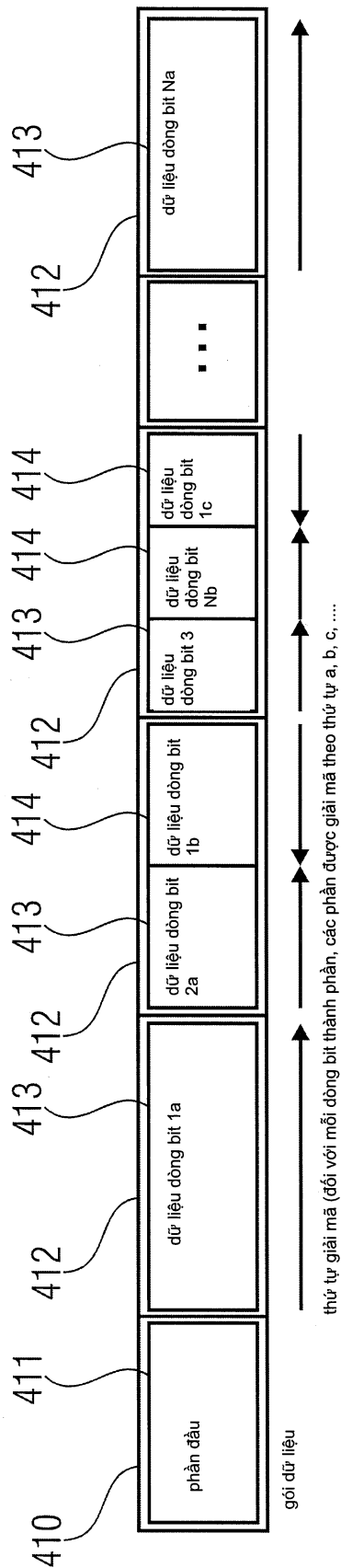


FIG. 10

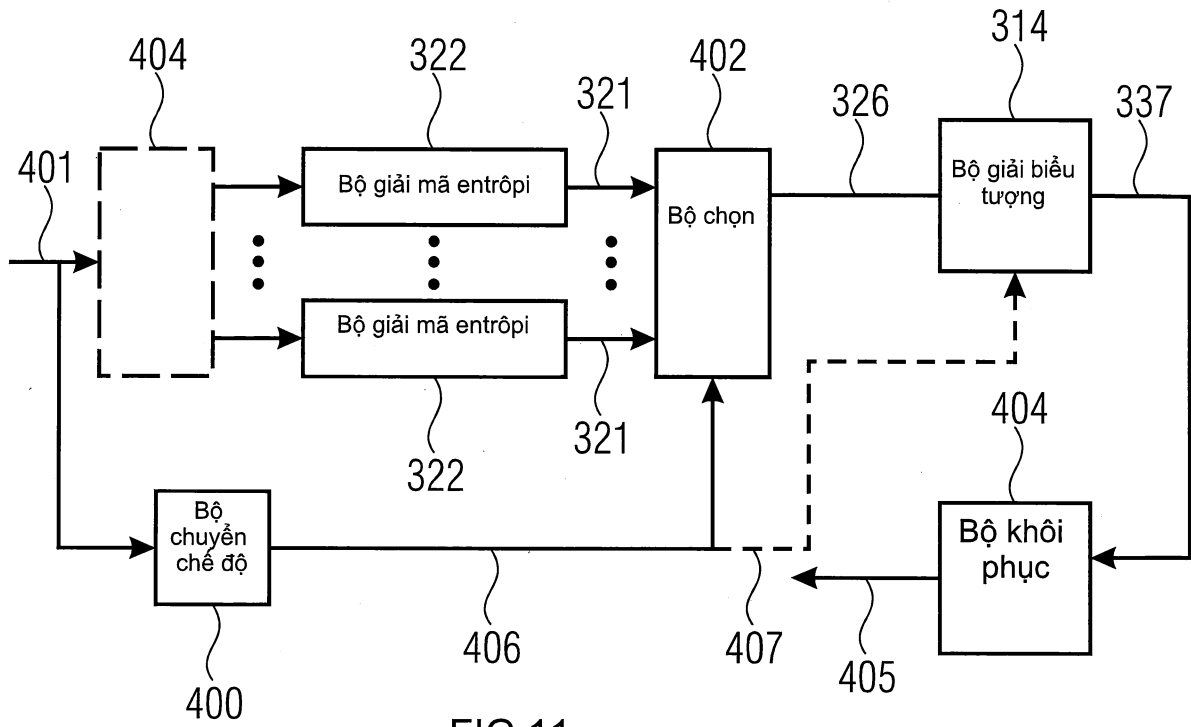


FIG.11

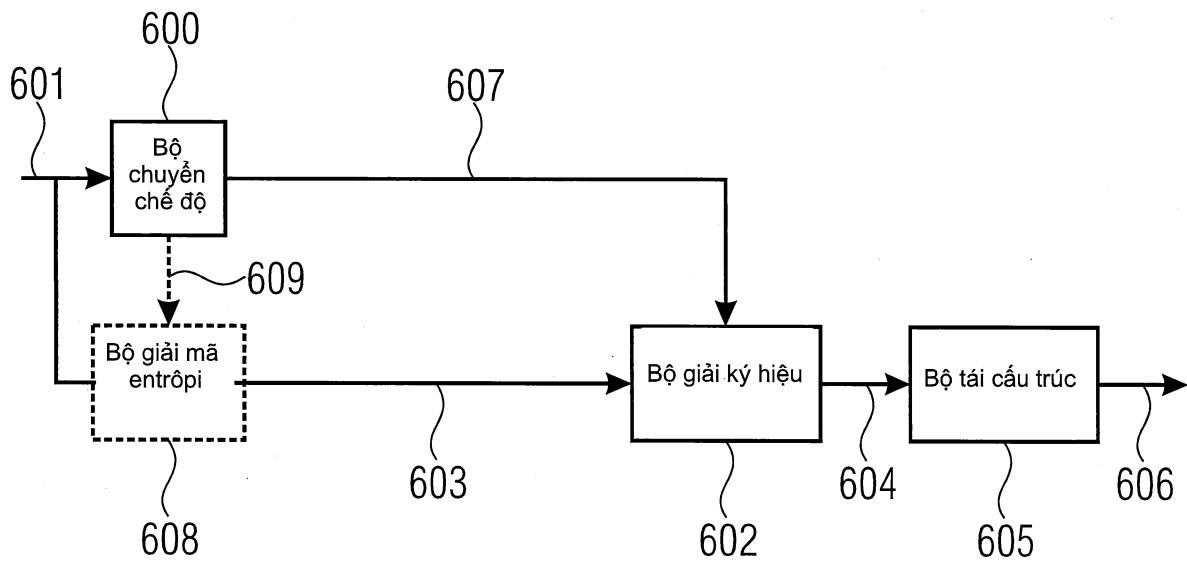


FIG.12

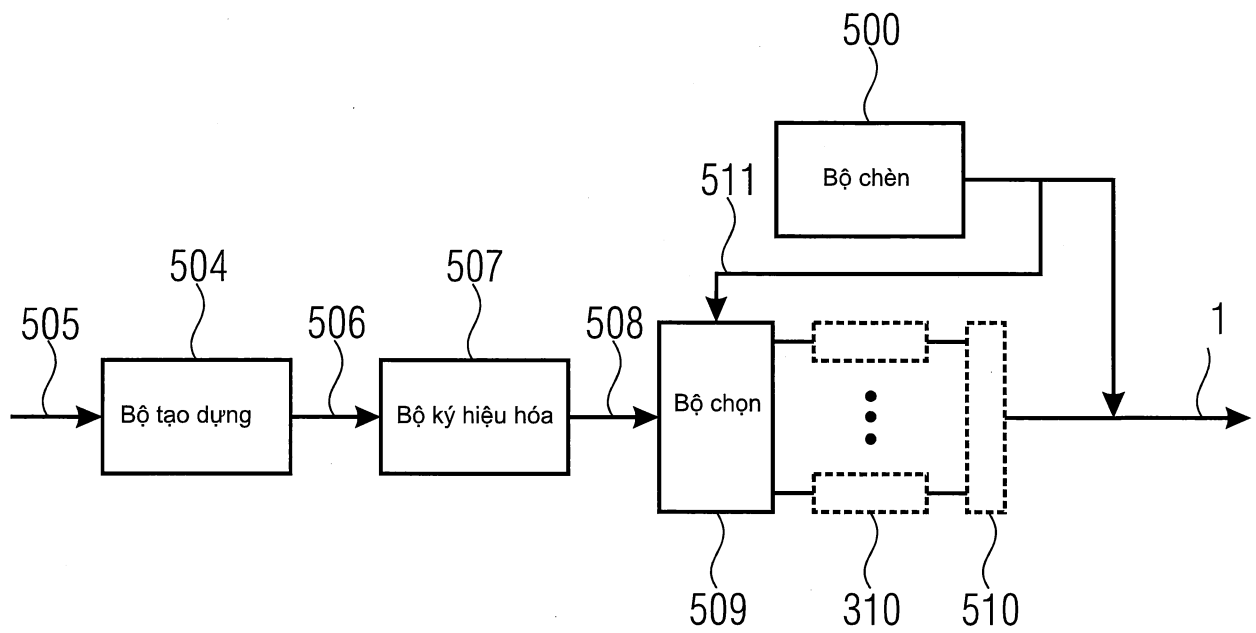


FIG.13

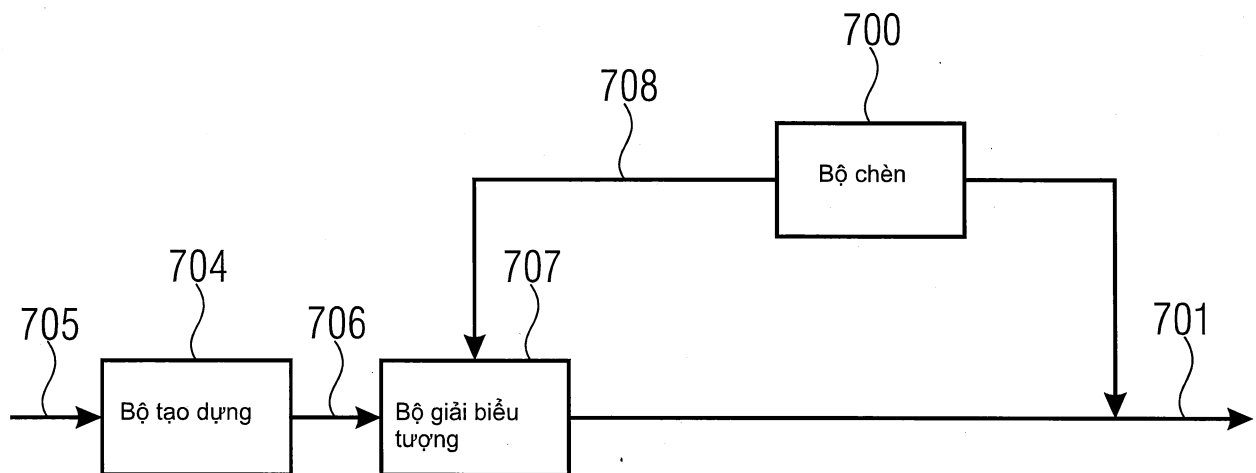


FIG.14

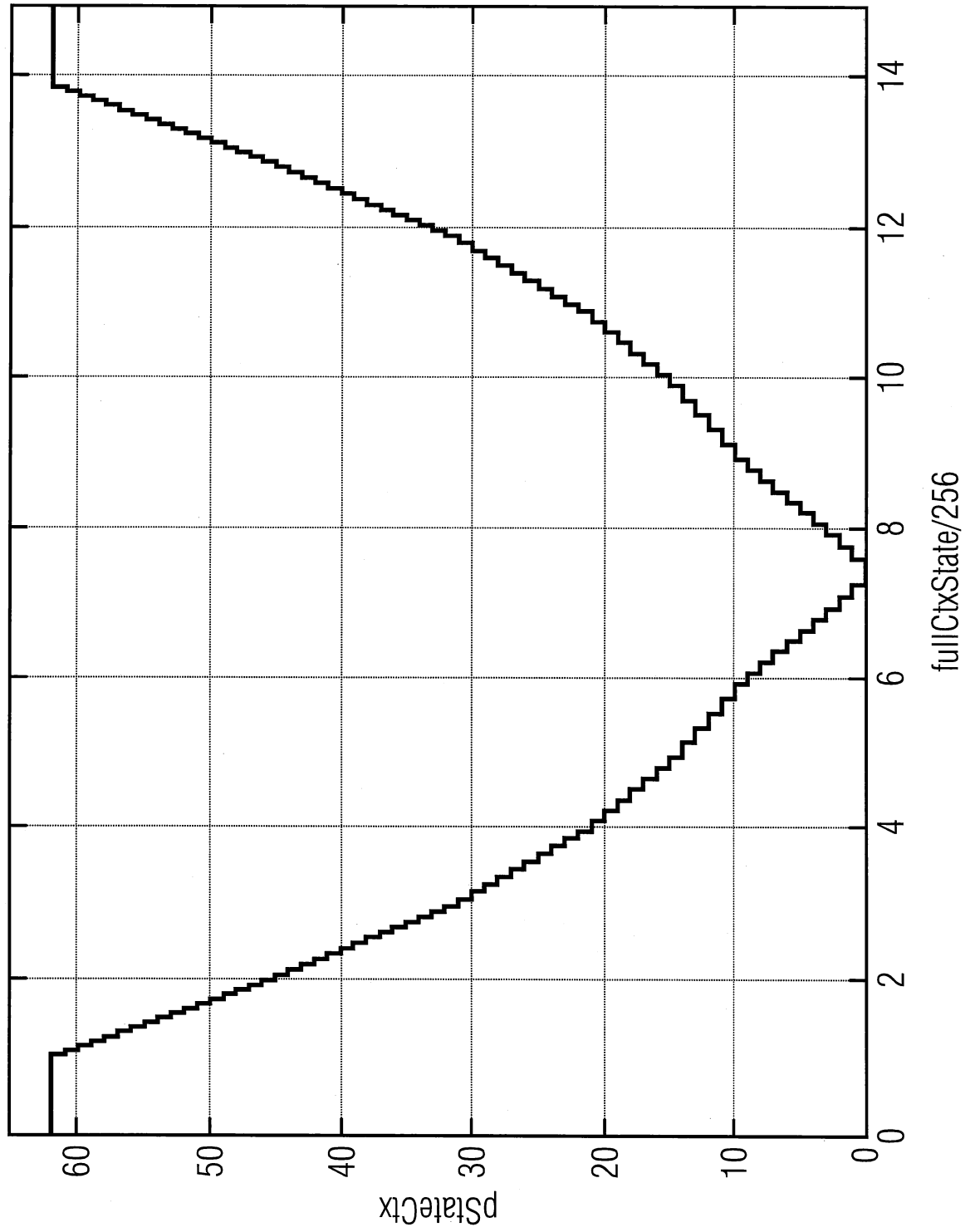


FIG.15

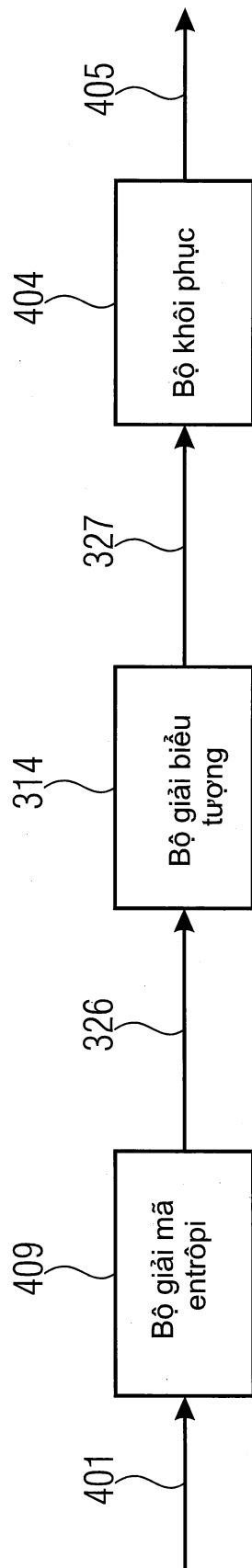


FIG. 16

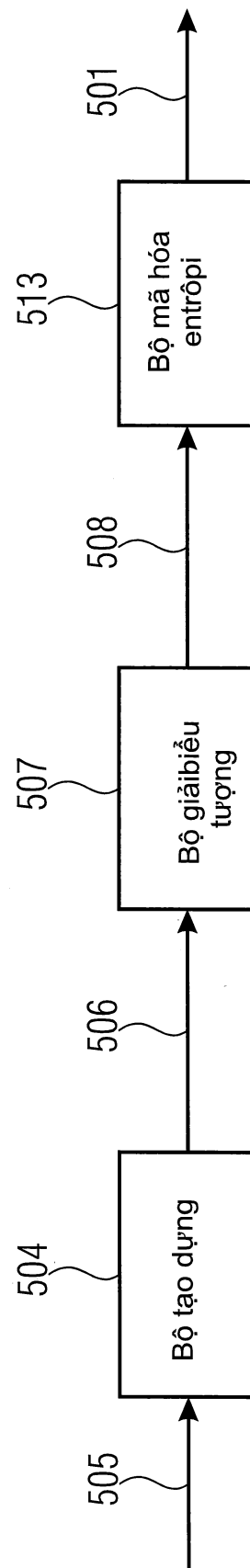


FIG. 17

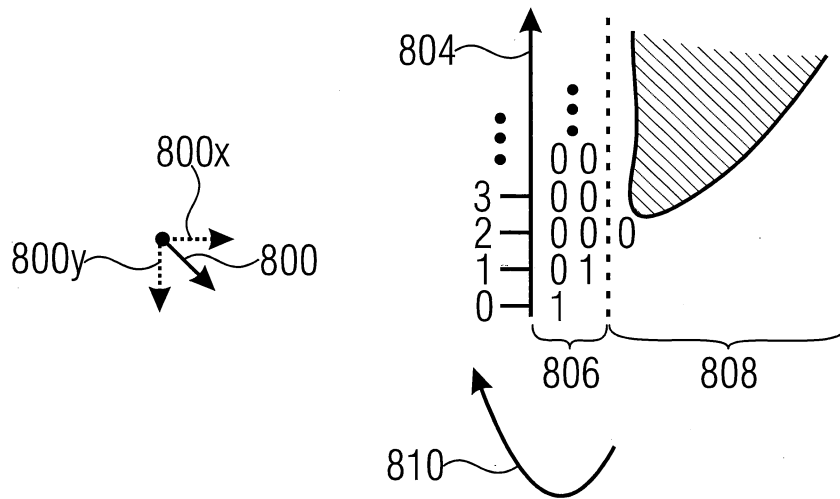


FIG.18

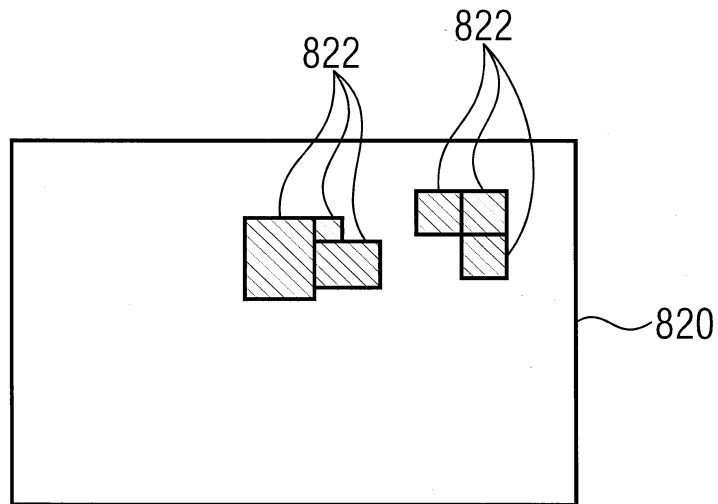


FIG.19

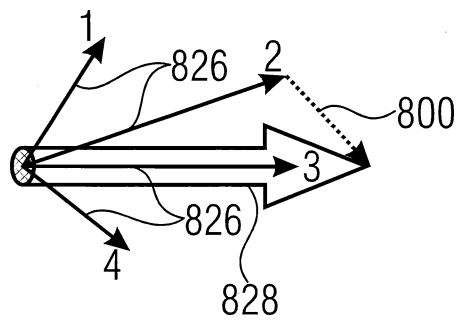


FIG.20