



(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) 

1-0020782

(51)<sup>7</sup> H04N 7/26, 7/50, H03M 7/42

(13) B

(21) 1-2017-02454

(22) 18.06.2012

(62) 1-2014-00152

(30) 61/497,794 16.06.2011 US

61/508,506 15.07.2011 US

(45) 25.04.2019 373

(43) 25.09.2017 354

(73) GE Video Compression, LLC (US)

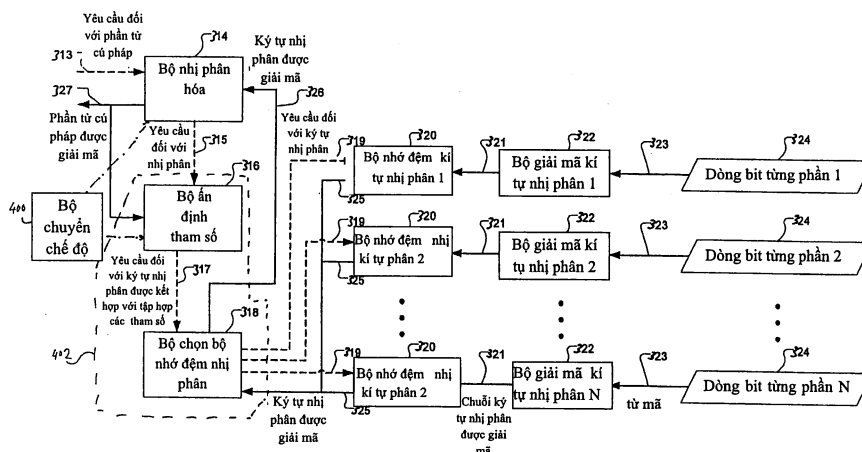
8 Southwoods Boulevard, Albany, New York 12211, United States of America

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

(57) Sáng chế đề cập đến bộ giải mã để giải mã video từ dòng dữ liệu do các phần tử cú pháp được mã hóa thành sử dụng phép nhị phân hóa các phần tử cú pháp, bao gồm bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để suy ra số lượng ký tự nhị phân của phép nhị phân hóa từ dòng dữ liệu sử dụng phép giải mã entropi nhị phân bằng cách lựa chọn ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau và cập nhật trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau, phụ thuộc vào các phần được giải mã trước đó của dòng dữ liệu; bộ giải biểu tượng hóa được tạo cấu hình để giải nhị phân các phép nhị phân hóa các phần tử cú pháp để thu được các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp; bộ khôi phục được tạo cấu hình để khôi phục video dựa trên các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp sử dụng tham số lượng tử hóa, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để phân biệt 126 trạng thái xác suất và khởi tạo các trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau theo phương trình tuyến tính của tham số lượng tử hóa, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để suy ra hệ số góc và độ lệch của phương trình tuyến tính từ các phần 4 bit thứ nhất và thứ hai của giá trị khởi tạo 8 bit, đối với mỗi ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

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 này làm giảm lượng dữ liệu cần thiết để biểu diễn được nội dung video, tức là, chúng nén dữ liệu. Trong mã hóa entropi, điều cần thiết là mã hóa các biểu tượng bằng cách sử dụng phép toán ước lượng xác suất mà tương ứng với số liệu thống kê của biểu tượng thực tế một cách gần đúng nhất có thể. Phép toán ước lượng xác suất kết hợp một giá trị xác suất với mỗi giá trị có thể có của các biểu tượng được mã hóa có thể giả định. Ví dụ, trong trường hợp mã hóa entropi nhị phân, có thể tồn tại các biểu tượng có bản chất nhị phân và chỉ tồn tại hai giá trị có thể có như vậy. Trong trường hợp mã hóa video, các biểu tượng cần được mã hóa thuộc về các phần tử cú pháp khác nhau thực hiện các nhiệm vụ khác nhau để truyền tải nội dung của video: có các hiệu vectơ chuyển động, các chế độ mã hóa, các mức hệ số biến đổi biểu diễn phần dư ước lượng và v.v.. Trước hết, tất cả các phần tử cú pháp này có các miền giá trị có thể có khác nhau và thậm chí các phần tử cú pháp được xác định trong cùng một miền giá trị có thể có, rất có thể thể hiện biểu đồ tần suất khác nhau trên miền của các giá trị có thể có này. Theo đó, các biểu tượng/kí tự nhị phân của các chuỗi biểu tượng/chuỗi kí tự nhị phân của phép biểu tượng hóa/nhị phân hóa của các phần tử cú pháp này cũng thể hiện các phép thống kê khác nhau liên quan đến sự phân bố xác suất trên bảng biểu tượng. Theo đó, phép mã hóa entropi thích ứng ngữ cảnh được sử dụng: các ngữ cảnh khác nhau trước tiên được đề xuất với mỗi ngữ cảnh được kết hợp với một phép ước lượng xác suất khác nhau. Theo đó, rất khả khi để thực hiện, ví dụ, ấn định các kí tự nhị phân của các phần tử cú pháp khác nhau với các ngữ cảnh khác nhau. Thậm chí mối liên quan không gian giữa các kí tự nhị phân/biểu tượng của các phần tử cú pháp liên quan đến các phần giáp danh của hình ảnh trong video có thể được khai thác nhằm lựa chọn trong số các ngữ cảnh khác nhau được đề xuất. Bằng phương

pháp này, có thể phân loại các kí tự nhị phân/biểu tượng thành các nhóm, mà các số liệu thống kê biểu tượng của chúng cũng thay đổi với các nội dung video khác nhau. Tuy nhiên, ngoài ra, các phép ước lượng xác suất kết hợp với các ngữ cảnh này được thích ứng liên tục với phép thống kê biểu tượng thực tế trong quá trình mã hóa.

Kết quả trực tiếp từ phần mô tả nêu trên cho thấy điều quan trọng là phải thiết kế ngữ cảnh một cách thận trọng và khởi tạo các phép ước lượng xác suất của các ngữ cảnh một cách thích hợp nhất. Ví dụ, nếu số ngữ cảnh quá cao thì sự thích ứng của các phép ước lượng xác suất sẽ không đạt được do tần suất của các biểu tượng trong một ngữ cảnh đơn lẻ quá thấp. Mặt khác, nếu số ngữ cảnh quá thấp thì các biểu tượng được gộp lại trong các ngữ cảnh đơn lẻ, trên thực tế, có các số liệu thống kê khác nhau và phép ước lượng xác suất sẽ không đạt được đến mức xấp xỉ gần nhất với các số liệu thống kê biểu tượng thực tế của tất cả các biểu tượng này trong ngữ cảnh tương ứng. Trong phạm vi ảnh hưởng của khởi tạo ước lượng xác suất, có thể đạt được hiệu quả tương tự từ việc thực hiện một số công đoạn huấn luyện trong đó sự pha trộn điển hình (representative blend) của nội dung video là đối tượng để mã hóa nhằm tìm ra các thống kê mẫu của các phân tử cú pháp. Với sự kết hợp này, như đã được khai thác, ví dụ như trong chuẩn H.246, số liệu thống kê biểu tượng của các biểu tượng ở các ngữ cảnh khác nhau của H.264 thể hiện một phần sự phụ thuộc vào các tham số lượng tử hóa QP mà được bộ mã hóa chọn cho các lát cắt hình ảnh riêng lẻ của video. Theo đó, trong H.264, tham số lượng tử hóa phụ thuộc vào sự khởi tạo ước lượng xác suất đã được sử dụng. Đặc biệt, các bộ mã hóa - giải mã H.264 xác định một cặp giá trị cho mỗi ngữ cảnh, cụ thể là yếu tố phụ thuộc tham số lượng tử hóa tuyến tính, tức là hệ số góc, cũng như các giá trị độ lệch, tức là giá trị khởi tạo không phụ thuộc tham số lượng tử hóa. Cả hai giá trị đều được xác định trong 8 bit.

Với mong muốn tăng hiệu quả mã hóa của kỹ thuật mã hóa video hơn nữa, và theo đó sẽ rất hữu dụng nếu kỹ thuật mã hóa entropi nhị phân thích ứng ngữ cảnh được nêu ở trên có thể được cải thiện hơn nữa về mặt hiệu quả, tức là thỏa mãn điều kiện dung hòa giữa tỷ lệ nén và độ phức tạp trong khi thực hiện.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Theo đó, mục đích của sáng chế là đề xuất khái niệm mã hóa entropi như vậy.

Mục đích này đã đạt được nhờ đối tượng yêu cầu bảo hộ trong các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập kèm theo

Theo phương án của sáng chế, bộ giải mã để giải mã video từ dòng dữ liệu do các phần tử cú pháp được mã hóa thành sử dụng các phép nhị phân hóa các phần tử cú pháp có thể có: bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để suy ra số kí tự nhị phân của các phép nhị phân hóa từ dòng dữ liệu sử dụng phép giải mã entropi nhị phân bằng cách lựa chọn ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau và cập nhật các trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau, phụ thuộc vào các phần được giải mã trước đó của dòng dữ liệu; bộ khử biểu tượng được tạo cấu hình để giải nhị phân các phép nhị phân hóa của các phần tử cú pháp để thu được các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp; bộ khôi phục được tạo cấu hình để khôi phục video dựa trên các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp sử dụng tham số lượng tử hóa, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để phân biệt giữa 126 trạng thái xác suất và để khởi tạo các trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau theo phương trình tuyến tính của tham số lượng tử hóa, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để suy ra hệ số góc và độ lệch của phương trình tuyến tính từ các phần bốn-bit thứ nhất và thứ hai của giá trị khởi tạo 8 bit tương ứng cho mỗi ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau.

Theo phương án của sáng chế, bộ mã hóa để mã hóa video thành dòng dữ liệu bằng cách mã hóa các phần tử cú pháp thành dòng dữ liệu sử dụng các phép nhị phân hóa của các phần tử cú pháp có thể có: bộ tạo dựng được tạo cấu hình để biểu diễn video bằng cách thiết lập các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp trong sự phụ thuộc vào tham số lượng tử hóa, bộ biểu tượng hóa được tạo cấu hình để nhị phân hóa các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp để thu được các phép nhị phân hóa của các phần tử cú pháp; bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để mã hóa số kí tự nhị phân của các phép nhị phân hóa thành dòng dữ liệu sử dụng phép mã hóa entropi nhị phân bằng cách lựa chọn ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau và cập nhật các trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau, phụ thuộc vào các phần được mã hóa trước đó của dòng dữ liệu; trong đó bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để phân biệt giữa 126 trạng thái xác suất và để khởi tạo các trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau theo phương trình tuyến tính của tham số lượng tử hóa, trong đó

bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để suy ra hệ số góc và giá trị độ lệch của phương trình tuyến tính từ các phần bốn-bit thứ nhất và thứ hai của giá trị khởi tạo 8 bit tương ứng cho mỗi ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau.

Theo phương án khác của sáng chế, phương pháp giải mã video từ dòng dữ liệu do các phần tử cú pháp được mã hóa thành sử dụng các phép nhị phân hóa các phần tử cú pháp có thể có các bước: suy ra số ký tự nhị phân của các phép nhị phân hóa từ dòng dữ liệu sử dụng phép giải mã entropi nhị phân bằng cách lựa chọn ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau và cập nhật các trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau, phụ thuộc vào các phần được giải mã trước đó của dòng dữ liệu; giải nhị phân các phép nhị phân hóa của các phần tử cú pháp để thu được các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp; khôi phục video dựa trên các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp sử dụng tham số lượng tử hóa, trong đó việc suy ra số ký tự nhị phân của các phép nhị phân hóa phân biệt giữa 126 trạng thái xác suất và phương pháp bao gồm khởi tạo các trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau theo phương trình tuyến tính của tham số lượng tử hóa, và suy ra hệ số góc và độ lệch của phương trình tuyến tính từ các phần bốn-bit thứ nhất và thứ hai của giá trị khởi tạo 8 bit tương ứng cho mỗi ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau.

Theo phương án của sáng chế, phương pháp mã hóa video thành dòng dữ liệu bằng cách mã hóa các phần tử cú pháp thành dòng dữ liệu sử dụng các phép nhị phân hóa của các phần tử cú pháp có thể có các bước: biểu diễn video bằng cách thiết lập các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp trong sự phụ thuộc vào tham số lượng tử hóa, nhị phân hóa các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp để thu được các phép nhị phân hóa của các phần tử cú pháp; mã hóa số ký tự nhị phân của các phép nhị phân hóa thành dòng dữ liệu sử dụng bước mã hóa entropi nhị phân bằng cách lựa chọn ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau và cập nhật các trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau, phụ thuộc vào các phần được mã hóa trước đó của dòng dữ liệu; trong đó việc biểu diễn video phân biệt giữa 126 trạng thái xác suất và phương pháp còn bao gồm khởi tạo các trạng thái xác suất được kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau theo phương trình tuyến tính của tham số lượng tử hóa, và suy ra hệ số góc và độ lệch của phương trình tuyến tính từ các phần bốn-bit thứ nhất và thứ hai của giá trị khởi tạo 8 bit tương ứng cho mỗi ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau.

Phương án khác của sáng chế có thể có chương trình máy tính có mã chương trình để thực hiện phương pháp theo sáng chế khi chương trình máy tính có mã chương trình.

Kết luận cơ bản đạt được từ sáng tạo của các tác giả sáng chế là độ chính xác mà tại đó hệ số góc và độ lệch được xác định ở trên trong mã hóa entropi nhị phân thích ứng ngữ cảnh không nên quá cao để tránh được công đoạn huấn luyện mà trong đó sự pha trộn điển hình của nội dung video được kiểm tra để tìm thấy cặp giá trị hệ số góc và độ lệch cho ngữ cảnh cụ thể tại các giá trị tối ưu nhất mà, trên thực tế, thể hiện sự pha trộn của nội dung video được kiểm tra thực tế chính xác hơn so với giá trị đại diện của tập hợp số liệu thống kê của video. Theo đó, các tác giả của sáng chế phát hiện ra rằng có sự thuận lợi khi giảm độ chính xác trong việc cung cấp các giá trị hệ số góc và độ lệch để khởi tạo phép ước lượng xác suất của các ngữ cảnh. Các tác giả đã nhận thấy rằng, ví dụ, sự giảm này không chỉ hướng tới giảm nhu cầu bộ nhớ trong bộ mã hóa và giải mã video để lưu trữ các cặp giá trị hệ số góc và độ lệch cho mỗi ngữ cảnh, mà còn làm tăng hiệu quả mã hóa khi thử nghiệm hiệu quả mã hóa trong lĩnh vực này.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Các phương án ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ, trong đó:

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

Các hình vẽ từ Fig.2a đến Fig.2c là các giản đồ thể hiện các mức 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 của sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện bộ mã hóa theo phương án của sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện bộ giải mã theo phương án của sáng chế;

Fig.6 là giản đồ minh họa sự biến đổi khối từ miền không gian sang miền quang phổ, khối biến đổi thu được và sự biến đổi lại của nó;

Fig.7 là sơ đồ khối thể hiện bộ mã hóa theo phương án của 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 trên Fig.8, theo một phương án của sáng chế;

Fig.9 là giản đồ minh họa gói dữ liệu có dòng bit từng phần được dồn kênh theo phương án của sáng chế;

Fig.10 là giản 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 đồ thị thể hiện phép ánh xạ pStateCtx và fullCtxState/256;

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 phương án của sáng chế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Lưu ý rằng trong suốt phần mô tả các hình vẽ, các phần tử xuất hiện trong một số hình vẽ được chỉ dẫn với cùng một kí hiệu tham chiếu trong mỗi hình vẽ trong các hình vẽ này 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 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.

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.17. 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.17 liên quan đến các phương án đề cập đến phần mã liên

quan đến việc chuyển đổi dòng phần tử cú pháp thành dòng dữ liệu và ngược lại. Sau đó, các nguyên lý và các phương án cụ thể của sáng chế sẽ được mô tả thông qua các phương án thực hiện có thể có của nguyên lý chung được nêu ra kết hợp với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.17.

Fig.1 thể hiện ví dụ về 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 biểu diễn các mẫu thông tin tương ứng với, ví dụ, các giá trị độ chói, giá trị màu sắc, giá trị độ sáng, giá trị sắc độ hoặc tương tự. Tuy nhiên, các mẫu thông tin cũng có thể là các giá trị chiều 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 trên cơ sở các 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. Việc mã hóa 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 phép 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 khối để thiết lập các tham số mã hóa, tức là, để thiết lập cách thức cho 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.

Việc chia nhỏ mảng mẫu 20 thành các khối 40 như được thể hiện trên Fig.1 chỉ mang tính chất minh họa. Fig.1 thể hiện mảng mẫu 20 đã được chia nhỏ thành các khối 40 hình vuông hoặc chữ nhật có 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 mỗi khối có một phần không bị chồng lấp bởi khối bên cạnh bất kỳ hoặc mỗi khối mẫu 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. Khối 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 cũng áp dụng tương tự cho các khối bên cạnh theo hướng ngang và dọc.

Như một thay thế khác, việc 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 về phép chia nhỏ được sử dụng được chuyển tới phía bộ giải mã thông qua dòng dữ liệu 30.

Các hình vẽ từ Fig.2a đến Fig.2c thể hiện các ví dụ khác nhau về phép chia nhỏ mảng mẫu 20 thành các khối 40. Fig.2a thể hiện phép chia nhỏ trên cơ sở cây tứ phân mảng mẫu 20 thành các khối 40 có các kích thước khác nhau, các khối được biểu diễn với các số chỉ dẫn là 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 các khối sắp xếp theo cây, hai chiều đều đặn 40d, mà chúng lần lượt có thông tin chia nhỏ cụ thể được kết hợp mà theo đó khối theo cây nhất định 40d có thể được chia nhỏ thêm nữa theo cấu trúc cây tứ phân hoặc không. Khối theo cây bên trái khối 40d được chia nhỏ thành các khối nhỏ hơn theo cấu trúc cây tứ phân. Bộ mã hóa 10 có thể thực hiện một 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 trên cơ sở cây tứ phân, sự chia nhỏ trên cơ sở cây đa phân 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 phương án chia nhỏ khác. Theo Fig.2b, mảng mẫu 20 trước tiên được chia thành các khối macro 40b được sắp xếp theo cách sắp xếp hai chiều đều đặn theo cách thức tiếp giáp không chồng lấp 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 sao cho 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 được chỉ dẫn là 40a, 40b và 40a'. Như được thể hiện trên Fig.2a, bộ mã hóa 10 thực hiện phép 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.

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 khôi phục 60 của mảng mẫu 20. Bộ giải mã 50 trích xuất từ dòng dữ liệu 30 khối hệ số biến đổi đối với mỗi khối 40 và khôi phục phiên bản khôi phục 60 bằng cách thực hiện biến đổi nghịch đảo cho mỗi khối hệ số biến đổi.

Bộ mã hóa 10 và bộ giải mã 50 có thể được tạo cấu hình để thực hiện mã hóa/giải mã entropi nhằm chèn thông tin về các khối hệ số biến đổi vào, và trích xuất thông tin này ra khỏi 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 dữ liệu 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 dữ liệu 30 các tham số mã hóa thay thế mà có thể làm cho bộ giải mã 50 dự báo hoặc nếu không thì điền đầy khối tương ứng trong phiên bản 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 phân tích ở trên kết hợp với các hình vẽ, các khối hệ số biến đổi không cần thiết phải biểu diễn 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, các khối hệ số biến đổi như vậy có thể biểu diễn phép biểu diễn miền quang phổ của phần dư dự báo của khối tương ứng 40. Fig.4 thể hiện một phương án khác của bộ mã hóa. Bộ mã hóa trên Fig.4 bao gồm giai đoạn biến đổi 100, bộ mã hóa entropi 102, và giai đoạn biến đổi nghịch đảo 104, bộ dự báo 106 và bộ trừ 108, cũng như bộ cộng 110. Bộ trừ 108, giai đoạn biến đổi 100 và bộ mã hóa entropi 102 được nối nối tiếp nhau theo đúng thứ tự như được đề cập giữa đầu vào 112 và đầu ra 114 của bộ mã hóa trên Fig.4. Giai đoạn biến đổi nghịch đảo 104, bộ cộng 110 và bộ dự báo 106 được nối với nhau theo thứ tự được đề cập giữa đầu ra của giai đoạn 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 trên cơ sở 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 chúng đặt trước hoặc đặt sau mảng mẫu 20 hiện thời trong trong thời gian phát. Phép dự báo được thực hiện bởi bộ dự báo 106. Bộ trừ 108 trừ phần dự báo từ khối ban đầu và giai đoạn 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 tiếp theo bên trong giai đoạn 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 nhờ, ví dụ, mã hóa entropi trong bộ mã hóa entropi 102 với dòng dữ liệu thu được được xuất tại đầu ra 114. Giai đoạn biến đổi nghịch đảo 104 khôi phục phần dư đã lượng tử hóa và sau đó bộ cộng 110 kết hợp các phần dư đã lượng tử hóa với phần dự báo tương ứng để đạt 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 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 liên khối, dữ liệu chuyển động tương ứng được chèn vào dòng dữ liệu thông qua bộ mã hóa entropi 114 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 véctor chuyển động mã hóa vì sai véctor chuyển động cho khối dự báo hiện thời liên quan đến bộ dự báo véctor chuyển động được suy ra, ví dụ, bằng cách thức của phương pháp được quy định từ các véctor chuyển động của các khối dự báo đã mã hóa lân cận.

Tức là, theo phương án trên Fig.4, các khối hệ số biến đổi biểu diễn phép biến đổi quang 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 entropy 102 để được mã hóa entropy thành dòng dữ liệu 114. Chuỗi phần tử cú pháp có thể bao gồm các phần tử cú pháp thể hiện độ lệch véctor chuyển động đối với các khối dự báo liên khối và các phần tử cú pháp liên quan đến các vị trí thể hiện sự ánh xạ độ quan trọng của 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 biến đổi 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 entropy 150, giai đoạn biến đổi nghịch đảo 152, và bộ cộng 154, bộ dự báo 156. Bộ giải mã entropy 150, giai đoạn biến đổi nghịch đảo 152, và bộ cộng 154 được nối nối tiếp 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 áp dụng cho khối hệ số biến đổi tại giai đoạn 152 để thu được tín hiệu dư. Tín hiệu dư được kết hợp với phép 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 phía bộ mã hóa. Để đạt được các phần dự báo tương tự

như được sử dụng ở phía 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 phần dư được thực hiện không cần phải bằng nhau. Điều này được thể hiện trên Fig.2. 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 phép chia nhỏ phần dự báo. Ngoài ra, phép chia nhỏ phần dư có thể là sự mở rộng của phép 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. Trên các hình vẽ từ Fig.2a đến Fig.2c, tất cả các khối có biểu tượng tham chiếu được kết hợp với chúng thể hiện các khối phần dư thể hiện 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 thiết lập tham số dự báo được thực hiện riêng rẽ.

Các phương án trên đây có điểm chung là khối mẫu (dư hoặc ban đầu) 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 bộ giải mã. Điều này được thể hiện trên Fig.6. Fig.6 thể hiện các khối mẫu 200. Trong trường hợp này, khối 200 này ví dụ là khối vuông và có kích cỡ 4x4 mẫu 202. 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 phép biến đổi quang 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 quang phổ của nội dung khối 200. Đặc biệt, trục ngang của khối biến đổi 204 tương ứng với trục theo đó

tần số quang phổ trên trục ngang tăng dần trong khi trục dọc 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  $TP^{-1}$ , khối biến đổi 204 được chuyển 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/tổn 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 quang phổ của kết quả biểu diễn quang phổ 204. Mặt khác, độ nhiễu trong lượng tử hóa có khuynh hướng trải rộng trên toàn bộ khối và do đó, các đối tượng được định vị ngay và đột ngột trong các khối 200 có khuynh hướng dẫn đến sự sai lệch của khối tái biến đổi liên quan đến khối 200 ban đầu do sự nhiễu khi 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 hệ số biến đổi quan trọng, 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, một cách thường xuyên, 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 thưa thớt trên các khối biến đổi 204. Do đó, theo như các phương án đã được mô tả chi tiết dưới đây, các 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 giả định 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 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 trúc để hoạt động, và có thể được cấu trúc, như được nêu ra sau đây. Cũng tương tự đối với việc thực hiện chuyển đổi giữa chuỗi phần tử cú pháp và dòng dữ liệu, ví dụ dòng biểu tượng hoặc dòng bit.

Bộ mã hóa entropi theo phương án của sáng chế như được thể hiện trên Fig.7. Bộ mã hóa chuyển đổi hoàn toàn dòng phần tử cú pháp 301 thành tập hợp của hai hoặc nhiều dòng bit từng 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 phần tử cú pháp. Trong ngữ cảnh 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 cờ hiệu chia nhỏ, các cờ hiệu 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 phần tử cú pháp là có thể được áp dụng.

Nói chung, mỗi phần 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 phần tử cú pháp có thể có thể khác với các loại phần tử cú pháp khác nhau. Ví dụ, có các phần tử cú pháp nhị phân cũng như các phần tử cú pháp giá trị nguyên.

Để giảm sự phức tạp của thuật toán mã hóa và giải mã và cho phép thiết kế sơ đồ mã hóa và giải mã chung các phần tử cú pháp khác nhau và các loại phần tử cú pháp khác nhau, các phần tử cú pháp 301 được chuyển thành các tập lệnh của 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 phần tử cú

pháp 301 thành chuỗi (chuỗi hoặc từ) các kí tự nhị phân 303. Chuỗi kí tự nhị phân 303 biểu diễn tập hợp các quyết định nhị phân theo thứ tự. Mỗi kí 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 khác với các loại phần tử cú pháp khác nhau. Sơ đồ nhị phân hóa đối với loại phần tử cú pháp cụ thể có thể phụ thuộc vào tập hợp các giá trị phần tử cú pháp có thể có và/hoặc các đặc tính khác của phần 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 phần tử cú pháp. Đặc biệt, đối với các tập hợp hữu hạn lớn của các giá trị phần tử cú pháp, sự không hiệu quả (kết quả từ các chuỗi kí 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 nhớ. Đối với các tập hợp hữu hạn nhỏ của các giá trị các phần 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 thể có.

Bảng 2 thể hiện ba sơ đồ nhị phân hóa đối 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 kí tự nhị phân theo cách các tập hợp hữu hạn của các chuỗi kí tự nhị phân thể hiện mã dự phòng (và có khả năng sắp xếp lại các chuỗi kí 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 kí 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 rút gọn hoặc sắp xếp lại của bậc 0 trong bảng 2 được tạo ra bằng cách thay đổi chuỗi kí 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 kí tự nhị phân (chuỗi kí tự nhị phân 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 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 bậc 0 Exp-Golomb 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 kí tự nhị phân 303 của chuỗi kí 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 kí tự nhị phân 303 và xuất kí 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 có một hoặc nhiều 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 kí 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 kí tự nhị phân hiện thời 303. Tập hợp các ngữ cảnh hiện có cho kí tự nhị phân hiện thời 303 có thể phụ thuộc vào loại kí tự nhị phân mà sau đó kí tự nhị phân đó có thể xác định nhờ kiểu/loại của các phần tử cú pháp 301, sự nhị phân hóa mà kí tự nhị phân hiện thời 303 là một phần của, và vị trí của kí tự nhị phân hiện thời 303 trong mã hóa nhị phân sau đó. Việc lựa chọn ngữ cảnh trong tập hợp ngữ cảnh có sẵn có thể phụ thuộc vào các kí 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 số đo để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có đối với kí tự nhị phân hiện thời. Mô hình xác suất có thể là số đo cụ thể để ước lượng xác suất cho giá trị kí tự nhị phân ít có khả năng hoặc có khả năng cao đối với kí tự nhị phân hiện thời, với mô hình xác suất được xác định bổ sung bởi chỉ số nhận dạng chỉ rõ phép ước lượng mà một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có biểu diễn giá trị kí tự nhị phân ít có khả năng hoặc có khả năng cao đối với kí tự nhị phân 303 hiện thời. Trong trường hợp chỉ đơn thuần có một ngữ cảnh sẵn có cho kí 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 kí tự nhị phân thực tế của các kí 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 kí tự nhị phân 303 hiện thời với các bộ mã hóa kí 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 kí tự nhị phân 303 đơn lẻ với các bộ mã hóa 310 đơn lẻ được làm cho thích nghi hơn nữa với các số liệu thống kê nhị phân, từ đó tối ưu hóa entropi liên quan đến chế độ LC.

Mỗi kí 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 kí tự nhị phân 306. Bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 306 điều chỉnh theo khả năng giá trị các kí tự nhị phân đầu vào 305 dựa trên giá trị kí tự nhị phân đầu vào và các tham số được kết hợp 305 và cấp dữ liệu kí tự nhị phân đầu ra 307 – với giá trị có khả năng điều chỉnh – vào một trong hai bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308. Bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308 mà kí tự nhị phân đầu ra 307 được gửi tới được xác định dựa trên giá trị của kí 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 kí tự nhị phân 306 không điều chỉnh giá trị của kí tự nhị phân, tức là kí tự nhị phân đầu ra 307 luôn có giá trị giống như kí tự nhị phân đầu vào 305. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 306 xác định giá trị kí tự nhị phân đầu ra 307 dựa trên giá trị kí tự nhị phân đầu vào 305 và số đo được kết hợp để ước lượng xác suất cho một hoặc hai giá trị kí tự nhị phân có thể có đối với kí tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, giá trị kí tự nhị phân đầu ra 307 được thiết lập bằng với giá trị kí tự nhị phân đầu vào 305 nếu số đo xác suất của một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có đối với kí 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 kí tự nhị phân có thể có đối với kí tự nhị phân hiện thời là lớn hơn hoặc bằng (hoặc lớn hơn) ngưỡng cụ thể, giá trị kí tự nhị phân đầu ra 307 được điều chỉnh (tức là, nó được thiết lập để ngược với giá trị kí tự nhị phân đầu vào). Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, giá trị kí tự nhị phân đầu ra 307 được thiết lập bằng giá trị kí tự nhị phân đầu vào 305 nếu số đo xác suất của một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có đối với kí 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 kí tự nhị phân có thể có đối với kí tự nhị phân hiện thời là nhỏ hơn hoặc bằng (hoặc nhỏ hơn) ngưỡng cụ thể, giá trị kí tự nhị phân đầu ra 307 được điều chỉnh (ví dụ, nó sẽ được thiết lập để ngược với giá trị kí tự 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 kí tự nhị phân có thể có.

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 306 xác định giá trị kí tự nhị phân đầu ra 307 dựa trên giá trị kí tự nhị phân đầu vào

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

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 306 xác định bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308 mà kí tự nhị phân đầu ra 307 được gửi tới dựa trên số đo được kết hợp để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có đối với kí tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tập hợp các giá trị số đo có thể có để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có là hữu hạn và bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 306 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308 với mỗi giá trị có thể có để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có, các giá trị số đo khác nhau để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, khoảng giá trị số đo có thể có để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có được chia thành một số đoạn, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự 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 kí tự nhị phân có thể có, và bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 306 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308 với mỗi giá trị chỉ số đoạn có thể có, các giá trị chỉ số đoạn khác nhau có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308. Theo phương án ưu tiên theo sáng chế, kí tự nhị phân đầu vào 305 với các số đo đối ngược để ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có (số đo đối ngược thể hiện ước lượng xác suất  $P$  và  $1-P$ ) được đưa vào cùng một bộ nhớ đệm kí tự 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 kí tự nhị phân có thể có đối với kí tự nhị phân hiện thời với bộ nhớ đệm kí tự nhị phân riêng biệt được làm thích nghi theo thời gian, ví dụ để đảm bảo dòng bit từng 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 cờ hiệu hiển thị các giá trị kí tự nhị phân có khả năng cao hơn chỉ rõ mô hình xác suất thực tế, ví dụ ước lượng xác suất.

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

Mỗi hai hoặc nhiều hơn hai bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308 được kết nối chính xác với một bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 và mỗi bộ mã hóa kí tự nhị phân chỉ được kết nối với một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308. Mỗi bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 đọc các kí tự nhị phân từ bộ nhớ đệm kí tự nhị phân được kết hợp 308 và chuyển đổi chuỗi các kí tự nhị phân 309 thành từ mã 311 thể hiện chuỗi bit. Các bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308 là các bộ nhớ đệm vào trước – ra trước; các kí tự nhị phân được đưa sau (theo thứ tự liên tiếp nhau) vào bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 308 không được mã hóa trước khi các kí tự nhị phân được đưa sớm hơn (theo thứ tự liên tiếp nhau) vào bộ nhớ đệm kí tự nhị phân. Các từ mã 311 ở đầu ra của bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 cụ thể được viết thành dòng dữ liệu nhị phân cụ thể 312. Các thuật toán mã hóa tổng thể để chuyển đổi các phần tử cú pháp 301 thành hai hoặc nhiều hơn hai dòng bit từng phần 312, trong đó số lượng dòng bit từng phần bằng số lượng các bộ nhớ đệm kí tự nhị phân và bộ mã hóa kí tự nhị phân. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 chuyển đổi số kí tự nhị phân có thể thay đổi 309 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 bước mã hóa các kí 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 hệ thống.

Lợi thế khác của các phương án theo sáng chế là bước mã hóa kí tự nhị phân mà được thực hiện bởi các bộ mã hóa kí tự nhị phân 310, có thể được chỉ định chính xác cho các tập hợp khác nhau của các tham số 305. Ngoài ra, bước mã hóa kí tự nhị phân và mã hóa có thể được tối ưu hóa (về độ 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 theo sáng chế, các bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 thực hiện các thuật toán mã hóa khác nhau (ví dụ ánh xạ chuỗi kí 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 kí tự nhị phân có thể có 305 đối với kí tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bộ mã hóa kí 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 giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn đối với kí tự nhị phân hiện thời.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ mã hóa kí tự nhị phân – là các bộ mã hóa entropi mà ánh xạ trực tiếp các chuỗi kí tự nhị phân đầu vào 309 trên các từ mã 310. Bước 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 kí tự nhị phân (được thực hiện trong bộ giải mã) nên là duy nhất để đảm bảo giải mã hoàn hảo chuỗi đầu vào, nhưng việc ánh xạ các chuỗi kí tự nhị phân 309 trên các từ mã 310 không nhất thiết phải là duy nhất, tức là có khả năng chuỗi kí tự nhị phân cụ thể có thể được ánh xạ trên một hoặc nhiều chuỗi từ mã. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, việc ánh xạ các chuỗi của kí tự nhị phân đầu vào 309 trên các từ mã 310 là song ánh. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, các bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ mã hóa kí tự nhị phân – là các bộ mã hóa entropi mà ánh xạ trực tiếp các chuỗi có thể thay đổi độ dài của các kí tự nhị phân đầu vào 309 trên 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 kí tự nhị phân thành các mã không dư được thể hiện trong 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 cho việc mật mã hóa các phần tử cú pháp.

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

| chuỗi kí tự nhị phân<br>(thứ tự kí tự nhị phân từ trái sang phải) | từ mã<br>(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 kí tự nhị phân<br>(thứ tự kí tự nhị phân từ trái sang phải) | từ mã<br>(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 kí tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ mã hóa kí tự nhị phân – là các bộ mã hóa entropi mà ánh xạ trực tiếp các chuỗi có thể thay đổi độ dài của kí 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 kí tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ mã hóa kí tự nhị phân – là các bộ mã hóa entropi ánh xạ trực tiếp các chuỗi có độ dài cố định của các kí 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 thể hiện trên Fig.8. Bộ giải mã về cơ bản thực hiện các hoạt động ngược lại với 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 hơn hai dòng bit từng 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 thể hiện 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 mà 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 quá trình 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 kí tự nhị phân được gửi tới bộ ấn định tham số 316. Phản hồi cuối cùng tới yêu cầu đối với kí tự nhị phân được gửi tới bộ ấn định tham số 316 bằng bộ nhị phân hóa 314, bộ nhị phân hóa 314 nhận kí tự nhị phân đã giải mã 326 từ bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318. Bộ nhị phân hóa 314 so sánh chuỗi kí tự nhị phân đã giải mã 326 nhận được với các chuỗi kí tự nhị phân của sơ đồ nhị phân hóa cụ thể đối với phần tử cú pháp được yêu cầu và, nếu chuỗi kí tự nhị phân được giải mã nhận được 26 phù hợp với phép nhị phân hóa của phần tử cú pháp, bộ nhị phân hóa làm trống bộ nhớ đệm kí tự nhị phân của nó và xuất ra phần tử cú pháp được giải mã dưới dạng phản hồi cuối cùng cho yêu cầu đối với biểu tượng được giải mã mới. Nếu chuỗi kí tự nhị phân được giải mã đã nhận được không phù hợp với bất kỳ chuỗi kí tự nhị phân cho sơ đồ nhị phân hóa với phần tử cú pháp được yêu cầu, thì bộ nhị phân hóa sẽ gửi yêu cầu khác cho kí tự nhị phân tới bộ ấn định tham số cho đến khi chuỗi kí tự nhị phân được giải mã phù hợp với một trong các chuỗi kí 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 mà 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 thể có 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 kí tự nhị phân và gửi yêu cầu đối với kí tự nhị phân với tập hợp các tham số được kết hợp tới bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân. Tập hợp các tham số được ấn định cho kí 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 kí 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 cho kí 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 cho phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có đối với kí tự nhị phân được yêu cầu hiện thời, chẳng hạn như số đo đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn đối với kí tự nhị phân được yêu cầu hiện thời và bộ nhận dạng xác định phép ước lượng cho giá trị kí tự nhị phân đó trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có thể hiện các giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn đối với kí 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 kí tự nhị phân có thể có đối với kí tự nhị phân được yêu cầu hiện thời, số đo đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn đối với kí tự nhị phân được yêu cầu hiện thời, bộ nhận dạng xác định phép ước lượng cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có biểu diễn các giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn đối với kí tự nhị phân được yêu cầu hiện thời) dựa trên tập hợp của một hoặc nhiều biểu tượng đã được giải mã. Sự xác định số đo xác suất đối với yêu cầu cụ thể cho kí tự nhị phân sao chép quy trình tại bộ mã hóa với kí tự nhị phân tương ứng. Các biểu tượng được giải mã hóa được sử dụng để xác định các số đo xác suất có thể bao gồm một hoặc nhiều biểu tượng đã được giải mã có cùng loại biểu tượng, một hoặc nhiều biểu tượng đã được giải mã của cùng loại biểu tượng mà 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 lân cận (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 giải mã khác loại biểu tượng mà tương ứng với các tập hợp dữ liệu của các khu vực không gian/thời gian giống nhau và/hoặc lân cận 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 kí tự nhị phân với tập hợp các tham số được kết hợp 317 mà được xuất ra bởi bộ ấn định tham số 316 được đưa vào bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318. Dựa trên tập hợp các tham số kết hợp 317, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 gửi yêu cầu về kí tự nhị phân 319 tới một trong hai hoặc nhiều hơn hai bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 và nhận kí tự nhị phân được giải mã 325 từ bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 được chọn. Kí tự nhị phân đầu vào được giải mã 325 được điều chỉnh theo khả năng và kí tự nhị phân đầu ra được giải mã 326 – với giá trị được điều chỉnh theo khả năng – được gửi tới bộ nhị phân hóa 314 dưới dạng phản hồi cuối cùng đối với yêu cầu cho kí tự nhị phân với tập hợp các tham số được kết hợp 317.

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

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 xác định bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 mà yêu cầu đối với kí tự nhị phân 319 được gửi tới dựa trên số đo được kết hợp cho phép ước lượng xác suất của một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có đối với kí tự nhị phân được yêu cầu hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tập hợp các giá trị số đo có thể có đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có là hữu hạn và bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 bao gồm bảng mà kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 với mỗi giá trị có thể có của phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có, trong đó các giá trị số đo đối với phép ước lượng xác suất khác nhau cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, phạm vi các giá trị có thể có đối với phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có được phân chia thành một số đoạn, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 xác định chỉ số đoạn cho số đo của phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có, và bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 với mỗi giá trị chỉ số đoạn có thể có, với các giá trị chỉ số đoạn khác nhau có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các yêu cầu đối với các kí tự nhị phân 317 với các số đo nghịch đảo đối với phép ước lượng xác suất

cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có (số đo nghịch đảo thể hiện ước lượng xác suất  $P$  và  $1 - P$ ) được chuyển tới cùng bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, sự kết hợp của số đo cho phép ước lượng xác suất cho một trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có đối với yêu cầu kí tự nhị phân hiện thời với bộ nhớ đệm kí tự 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 kí tự nhị phân 318 xác định bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 mà yêu cầu đối với kí tự nhị phân 319 được gửi tới dựa trên số đo được kết hợp cho phép ước lượng xác suất cho các giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn đối với kí tự nhị phân được yêu cầu hiện thời. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tập hợp các giá trị số đo có thể có đối với phép ước lượng xác suất cho các giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn là hữu hạn và bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 chứa bảng kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 với mỗi giá trị có thể có của phép ước lượng xác suất cho giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn, trong đó các giá trị số đo đối với phép ước lượng xác suất khác nhau cho giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn có thể được kết hợp với cùng một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, phạm vi các giá trị số đo có thể có đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao được phân chia thành một số đoạn, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 xác định chỉ số đoạn cho số đo hiện thời đối với phép ước lượng xác suất cho giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn, và bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 chứa bảng mà kết hợp chính xác một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 với mỗi giá trị chỉ số đoạn có thể có, với các giá trị chỉ số đoạn khác nhau có thể được kết hợp với cùng bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, sự kết hợp của số đo cho ước lượng xác suất cho giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn đối với yêu cầu đối với kí tự nhị phân hiện thời với bộ nhớ đệm kí tự nhị phân cụ thể được thích ứng theo thời gian.

Sau khi nhận kí tự nhị phân được giải mã 325 từ bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 được chọn, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 điều chỉnh theo khả năng kí tự nhị phân đầu vào 325 và chuyển kí tự nhị phân đầu ra 326 – với giá trị được điều chỉnh

theo khả năng – tới bộ nhị phân hóa 314. Việc ánh xạ kí tự nhị phân đầu vào/đầu ra của bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 là ngược với phép ánh xạ kí tự nhị phân đầu vào/đầu ra của bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân ở phía bộ mã hóa.

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

Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 318 xác định giá trị kí tự nhị phân đầu ra 326 dựa trên giá trị kí tự nhị phân đầu vào 325 và bộ nhận dạng, xác định phép ước lượng mà hai giá trị kí tự nhị phân có thể có biểu diễn giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn đối với yêu cầu kí tự nhị phân hiện thời mà được kết hợp với yêu cầu đối với kí tự nhị phân 317. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, giá trị kí tự nhị phân đầu ra 326 được thiết lập

bằng giá trị kí tự nhị phân đầu vào 325 nếu bộ nhận dạng chỉ định rằng giá trị đầu tiên trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có là giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng (hoặc có khả năng cao) đối với yêu cầu kí tự nhị phân hiện thời, và giá trị kí tự nhị phân đầu ra 326 được điều chỉnh (ví dụ, được thiết lập nghịch đảo với giá trị kí tự nhị phân đầu vào) nếu bộ nhận dạng chỉ định rằng giá trị thứ hai trong hai giá trị kí tự nhị phân có thể có là giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng (hoặc có khả năng cao) đối với yêu cầu kí tự nhị phân hiện thời.

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

Mỗi bộ nhớ đệm kí tự nhị phân trong hai hoặc nhiều hơn hai bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320 được nối chính xác với một bộ giải mã kí tự nhị phân 322 và mỗi bộ giải mã kí tự nhị phân chỉ được nối duy nhất với một bộ nhớ đệm kí tự nhị phân 320. Mỗi bộ giải mã kí tự nhị phân 322 sẽ đọc các từ mã 323 mà biểu diễn các chuỗi kí tự nhị phân, từ dòng bit từng phần riêng lẻ 324. Bộ giải mã kí tự nhị phân chuyển đổi từ mã 323 thành chuỗi kí tự nhị phân 321 mà sau đó gửi tới bộ nhớ đệm kí tự nhị phân đã kết nối 320. Toàn bộ thuật toán giải mã chuyển đổi hai hoặc nhiều dòng bit từng phần 324 thành số lượng các phần tử cú pháp được giải mã, trong đó số lượng dòng bit từng phần bằng số lượng các bộ nhớ đệm kí tự nhị phân và các bộ giải mã kí tự nhị phân và bước 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 kí tự nhị phân 322 chuyển đổi các từ mã 323 của có số lượng bit có thể thay đổi thành chuỗi có số lượng kí 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 kí tự nhị phân từ hai hoặc nhiều hơn hai dòng bit từng 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 kí tự nhị phân được thực hiện bởi bộ giải mã kí tự nhị phân 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 kí tự nhị phân có thể được tối ưu hóa (về 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 thuộc tình trạng kỹ thuật 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 thuộc tình trạng kỹ thuật với độ phức tạp của mã hóa/giải mã tương tự. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ giải mã kí tự nhị phân 322 thực hiện nhiều thuật toán giải mã khác nhau (ví dụ ánh xạ các chuỗi kí 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 kí tự nhị phân có thể có 317 đối với yêu cầu kí tự nhị phân hiện thời. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, bộ giải mã kí 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 kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao hơn đối với kí tự nhị phân được yêu cầu hiện thời.

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

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các bộ giải mã kí tự nhị phân 322 – hoặc một hoặc nhiều bộ giải mã kí tự nhị phân – là các bộ giải mã entropi mà ánh xạ trực tiếp các từ mã 323 trên các chuỗi kí 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. Bước ánh xạ các từ mã trên chuỗi các kí 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 kí tự nhị phân 321 là song ánh. Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, các bộ giải mã kí tự nhị phân 310 – hoặc một hoặc nhiều bộ giải mã kí tự nhị phân – là các bộ giải mã entropi mà ánh xạ trực tiếp các từ mã có độ dài có thể thay đổi 323 thành các chuỗi kí tự nhị phân có độ dài có thể thay đổi 321. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các từ mã đầu ra 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 kí tự nhị phân được minh họa trong bảng 3.

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, các bộ giải mã kí tự nhị phân 322 – hoặc một hoặc nhiều bộ giải mã kí tự nhị phân – là các bộ giải mã entropi mà ánh xạ trực tiếp các từ mã có độ dài cố định 323 trên các chuỗi kí tự nhị phân có độ dài có thể thay đổi 321. Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, các bộ giải mã kí tự nhị phân 322 – hoặc một hoặc nhiều bộ giải mã kí tự nhị phân – là các bộ giải mã entropi mà ánh xạ trực tiếp các từ mã có độ dài có thể thay đổi 323 thành các chuỗi kí 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. 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 phần tử cú pháp 1 thành mã biểu diễn - chẳng hạn như phép nhị phân hóa – trong đó các biểu tượng hiện thời thuộc về và, theo cấu trúc dữ liệu của phần tử cú pháp 1, hiện được mong đợi, mà sau đó sự mong chờ này có thể suy diễn từ lịch sử các phần tử cú pháp 1 và các biểu tượng 3. Ngoài ra, bộ mã hóa bao gồm nhiều bộ mã hóa entropi 10 mà mỗi bộ 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 lại dựa trên thông tin có bên trong các biểu tượng 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 sẽ được khôi phục từ một bộ giải mã 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 ấn định 316 có thể được tạo cấu hình sao cho số lượng các tham số được ấn định cho mỗi biểu tượng bao gồm, hoặc là, số đo đối với phép ước lượng xác suất của phân bố trong số các giá trị biểu tượng có thể có mà biểu tượng tương ứng có thể giả định. Thêm nữa, bộ ấn 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 kí tự nhị phân và bộ ấn 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 kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao của hai giá trị kí tự nhị phân có thể có của bảng kí tự nhị phân và bộ nhận dạng xác định phép ước lượng mà hai giá trị kí tự nhị phân có thể có thể hiện giá trị kí tự nhị phân có ít khả năng hoặc có khả năng cao. Bộ ấn định 316 còn có thể được tạo cấu hình để ấn 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 ấn định. Ngữ cảnh có thể tính đến mỗi liên hệ không gian hoặc các vị trí lân cận 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 ấn 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 ấn định với biểu tượng tương ứng (trong phương án dưới đây được ấn định chỉ số bằng chỉ số pipe (pipe - probability interval partitioning entropi: entropi phân chia khoảng xác suất) theo chỉ số lọc) tới một trong số nhiều phép 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 từng 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 phép biểu diễn 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 phép biểu diễn 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 chuyển 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 đã là kí 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 chuỗi các 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 hình hoặc trường của chuỗi video, lát cắt hình ảnh, lát cắt của khung hình 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 từng 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 mã từ dòng bit từng phần được truyền tới hoặc được lựa chọn. Sau khi kí tự nhị phân cuối cùng được chèn vào bộ nhớ đệm kí tự nhị phân tương ứng 308, bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 phải đảm bảo rằng từ mã hoàn

thành được viết thành dòng bit từng phần 312. Nếu bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 là bộ mã hóa entropi mà thực hiện ánh xạ trực tiếp các chuỗi kí tự nhị phân trên các từ mã, chuỗi kí tự nhị phân mà được lưu trong bộ nhớ đệm kí tự nhị phân sau khi ghi kí tự nhị phân cuối cùng vào bộ nhớ đệm kí tự nhị phân có thể không biểu diễn chuỗi kí tự nhị phân mà được kết hợp với từ mã (tức là, nó có thể biểu diễn tiếp đầu ngữ của hai hoặc nhiều chuỗi kí tự nhị phân được kết hợp với các từ mã). Trong trường hợp đó, bất kỳ từ mã nào kết hợp với chuỗi kí tự nhị phân mà chứa chuỗi kí tự nhị phân trong bộ nhớ đệm kí tự nhị phân dưới dạng tiếp đầu ngữ phải được ghi thành dòng bit từng phần (bộ nhớ đệm kí tự nhị phân phải truy cập nhanh). Điều này có thể được thực hiện bằng cách chen các kí tự nhị phân với giá trị cụ thể hoặc tùy ý vào bộ nhớ đệm kí tự nhị phân đến khi từ mã được ghi lại. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ mã hóa kí tự nhị phân lựa chọn một trong số các từ mã có độ dài nhỏ nhất (thêm vào đó đặc tính mà chuỗi kí tự nhị phân được kết hợp phải chứa chuỗi kí tự nhị phân trong bộ nhớ đệm kí tự nhị phân dưới dạng tiếp đầu ngữ). Ở phía bộ giải mã, bộ giải mã kí tự nhị phân 322 có thể giải mã nhiều kí tự nhị phân hơn yêu cầu đối với từ mã cuối cùng trong dòng bit từng phần; các kí tự nhị phân này không được yêu cầu bởi bộ chọn bộ nhớ đệm kí tự 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 về chất lượng dữ liệu, sự giải mã sẽ được kết thúc.

#### Truyền và dồn kênh dòng bit từng phần

Các dòng bit từng phần 312 mà được tạo ra bởi bộ mã hóa có thể được truyền độc lập, hoặc chúng có thể được dồn kênh thành dòng bit riêng lẻ, hoặc các từ mã của các dòng bit từng phần có thể được đan xen trong dòng bit riêng lẻ.

Theo phương án của sáng chế, mỗi dòng bit từng 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 hình của chuỗi video, lát cắt hình ảnh tĩnh, lát cắt của trường hoặc khung hình 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 từng phần cho lượng dữ liệu hoặc tất cả các dòng bit từng phần cho lượng dữ liệu được dồn kênh thành một gói dữ liệu. Cấu trúc của gói dữ liệu mà chứa các dòng bit từng phần được dồn kênh 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 từng phần (đối với lượng dữ liệu được xem xét). Phần đầu 400 của gói dữ liệu bao gồm các chỉ báo phân chia (phần còn lại của) gói dữ liệu thành các đoạn dữ liệu dòng bit 402. Bên cạnh các chỉ báo cho việc phân chia, phần đầu có thể chứa thông tin bổ sung. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, các chỉ báo phân chia gói dữ liệu là các vị trí bắt đầu 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 bắt đầu của các đoạn dữ liệu được mã hóa dưới dạng các giá trị tuyệt đối trong vị trí bắt đầu của gói dữ liệu, hoặc là liên quan đến phần bắt đầu gói dữ liệu hoặc là liên quan đến phần kết thúc của phần đầu hoặc liên quan đến phần bắt đầu gói dữ liệu trước đó. Theo phương án ưu tiên khác theo sáng chế, các vị trí bắt đầu các đoạn dữ liệu được mã hóa khác nhau, tức là, chỉ có một sự khác biệt duy nhất giữa phần bắt đầu thực tế của đoạn dữ liệu và dự báo cho phần bắt 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 bắt đầu các đoạn dữ liệu đứng trước. Theo phương án ưu tiên của sáng chế, vị trí bắt đầu của gói dữ liệu đầu tiên không được mã hóa, mà phỏng đoán đưa ra dựa trên kích cỡ của phần đầu của gói dữ liệu. Tại phía bộ giải mã, sự chỉ báo một phần được truyền được sử dụng để suy ra phần bắt đầu của các đoạn dữ liệu. Các đoạn dữ liệu sau đó cũng được sử dụng dưới dạng các dòng bit từng phần và dữ liệu chứa trong các đoạn dữ liệu được đưa vào các bộ giải mã kí tự nhị phân tương ứng theo thứ tự liên tiếp nhau.

Có một số thay thế để dồn kênh các dòng bit từng phần thành gói dữ liệu. Một trong số đó là có thể giảm thông tin kích thước yêu cầu, đặc biệt cho các trường hợp trong đó các kích cỡ của các dòng bit từng phần là rất tương tự nhau, như được minh họa trên Fig.10. Dung lượng 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, dung lượng gói dữ liệu có thể được chia thành các phân đoạn cùng kích cỡ. Và

mỗi phân đoạn được kết hợp với dòng bit từng phần hoặc với phần thứ nhất của dòng bit từng phần 413. Nếu dòng bit từng phần lớn hơn đoạn dữ liệu kết hợp, phần còn lại của nó 414 được đặt vào khoảng trống chưa sử dụng tại vị trí kết thúc của các đoạn dữ liệu khác. Điều này có thể được thực hiện theo cách để phần còn lại của các dòng bit được chèn vào theo thứ tự ngược lại (bắt đầu từ vị trí kết thúc của đoạn dữ liệu) làm giảm thông tin kích thước. Sự kết hợp phần còn lại của các dòng bit từng phần với các đoạn dữ liệu và, khi có hơn một phần còn lại được thêm vào 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 dồn kênh dòng bit từng 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 từng phần, mà điều này cuối cùng dẫn đến hiệu quả mã hóa. Mặt khác, việc dồn 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 dồn kênh như đã được mô tả, bộ mã hóa không thể bắt đầu việc truyền gói dữ liệu trước khi các dòng bit từng phần được tạo ra hoàn toàn, do các vị trí bắt đầu các phần không được biết trước. Ngoài ra, nói chung, bộ giải mã phải chờ cho đến khi nó nhận được phần bắt đầu của 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 có 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 kí tự nhị phân được đan xen vào dòng bit riêng lẻ. Các dòng bit với các từ mã đan xen khả năng 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 kí 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 đầu tiên. Ngoài ra, không có thông tin phụ được yêu cầu để báo hiệu việc dồn kênh (hoặc đan xen) các dòng bit từng phần. Cách khác để làm giảm độ phức tạp giải mã có thể đạt được khi mà các bộ giải mã kí 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 kí 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, duy nhất 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 kí 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 kí tự nhị phân, bộ nhớ đệm kí tự 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 kí tự nhị phân, các bộ giải mã kí tự nhị phân, hoặc các bộ nhớ đệm bit cục bộ. Ví dụ, có thể có yêu cầu đọc 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 một phương án nào 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 theo cách tính toán 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 thể có đối với các bộ mã hóa entropi 310 cụ thể và các bộ giải mã 322 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 với các biểu tượng nhị phân này được chia thành một hoặc nhiều các dòng ký tự nhị phân 307 để được mã hóa và các dòng bit 324 để được giải mã tương ứng, với 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 dòng ký tự nhị phân. Mã v2v có thể được xem như là hai mã không có tiền tố có cùng số lượng từ mã. Mã phi tiền tố sơ cấp và mã không có tiền tố thứ cấp. Mỗi từ mã của mã không có tiền tố sơ cấp được kết hợp với một từ mã của mã không có 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 sơ cấp được đọc từ bộ nhớ đệm 308, từ mã tương ứng của mã phi tiền tố thứ cấp được ghi vào dòng bit 312. Quy trình tương tự được sử dụng để giải mã dòng bit 324 này, nhưng có sự thay đổi giữa mã phi tiền tố sơ cấp và mã phi tiền tố thứ cấp. Có nghĩa là, để giải mã dòng bit 324, mỗi khi từ mã của mã phi tiền tố

thứ cấp được đọc từ dòng bit 324 tương ứng, từ mã tương ứng của mã phi tiền tố sơ cấp được ghi vào bộ nhớ đệm 320.

Có sự thuận lợi đó là, các mã được mô tả dưới đây không đòi hỏi phải có các bảng tra cứu. Các mã được thực hiện ở dạng các máy trạng thái hữu hạn. Các mã v2v được đề cập 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 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 tử rời khác nhau hoặc đều nhau của khoảng xác suất được đề cập ở trên và là, theo đó, các ưu điểm rõ rệt nếu được sử dụng cùng nhau, chẳng hạn như cả ba mã song song (mỗi một mã dùng cho một trong số bộ mã hóa 11 và 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 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 mã từ 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 khoảng con xác suất nhất định trong khoảng xác suất  $[0;0,5]$  như đề cập trước. Việc tạo 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 sơ

cấp và mã thứ cấp, tuy nhiên có hai từ mã của mã phi tiền tố thứ cấp được hoán đổi. Điều này có nghĩa là ngoại trừ hai từ mã, các kí 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, dòng bit sẽ có cùng chiều dài giống như dòng nhị phân (bỏ qua các tác dụng có thể xảy ra tại phần kết thúc 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 sơ cấp và thứ cấp 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 tạo dựng từ mã phi tiền tố đặc biệt. Mã phi tiền tố đặc biệt được tạo 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 là chỉ một từ mã gồm có các kí tự 0 và chỉ một từ mã bao gồm các kí tự 1.

Ví dụ với  $n = 4$ :

| Thứ tự | mã phi tiền tố sơ cấp | mã phi tiền tố thứ cấp |
|--------|-----------------------|------------------------|
| 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 mã Rice 10 và 22:

Các mã đơn phân thành mã Rice sử dụng mã đơn phân rút gọn dưới dạng mã sơ cấp. 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 mã Rice. Mã phi tiền tố thứ cấp được tạo dựng từ các từ mã của mã phi tiền tố sơ cấp như sau. Để từ mã sơ cấp chỉ gồm có các kí 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 kí tự 0 của từ mã tương ứng của mã phi tiền tố sơ cấp.

Ví dụ với  $n = 3$ :

| Thứ tự | mã phi tiền tố sơ cấp | mã phi tiền tố thứ cấp |
|--------|-----------------------|------------------------|
| 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 tới mã Rice với tham số Rice  $2^n$ .

Quy tắc tạo dựng 3: mã ‘ba kí tự nhị phân’

Mã ba kí tự nhị phân được cho như sau:

| Thứ tự | mã phi tiền tố sơ cấp | mã phi tiền tố thứ cấp |
|--------|-----------------------|------------------------|
| 1      | 000                   | 0                      |
| 2      | 001                   | 100                    |
| 3      | 010                   | 101                    |
| 4      | 100                   | 110                    |

|   |     |       |
|---|-----|-------|
| 5 | 110 | 11100 |
| 6 | 101 | 11101 |
| 7 | 011 | 11110 |
| 8 | 111 | 11111 |

Có đặc tính là mã sơ cấp (các chuỗi biểu tượng) có chiều dài cố định (luôn là ba kí tự nhị phân) và các từ mã được sắp xếp bằng cách tăng dần số lượng các kí tự 1.

Tiếp theo, sự thực hiện hiệu quả mã ba kí tự nhị phân sẽ được mô tả. Bộ mã hóa và bộ giải mã cho mã ba kí 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 kí tự nhị phân được đọc từ chuỗi kí tự nhị phân (ví dụ 7). Nếu ba kí tự nhị phân chứa chính xác một kí tự 1, từ mã '1' được ghi vào dòng bit tiếp theo với hai kí tự nhị phân gồm có phép biểu diễn nhị phân của vị trí kí tự 1 (bắt đầu từ bên phải với 00). Nếu ba kí tự nhị phân có chính xác một kí tự 0, từ mã '111' được ghi vào dòng bit theo sau bởi hai kí tự nhị phân gồm có phép biểu diễn nhị phân của vị trí kí 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 kí tự nhị phân hoặc bit được đọc từ dòng bit tương ứng 24. Nếu bằng '0', từ mã '000' được giải mã thành dòng kí tự nhị phân 21. Nếu bằng '1', hai kí tự nhị phân nữa được đọc từ dòng bit 24. Nếu hai bit này không bằng '11', chúng được thể hiện dưới dạng biểu diễn nhị phân của số lượng và hai kí tự 0 và một kí tự 1 được giải mã vào dòng bit sao cho vị trí của kí tự 1 được xác định bởi số lượng. Nếu hai bit này bằng '11', hai kí 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 kí tự 1 và một kí tự 0 được giải mã và số lượng xác định vị trí của kí tự 0. Nếu số này bằng 3, '111' được giải mã thành dòng kí 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 đôi với 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 được thực hiện dễ dàng:

Trong bộ mã hóa (bộ mã hóa bất kỳ trong số các bộ mã hóa 10), nếu kí tự nhị phân thứ nhất của từ mã bằng '0', các kí tự nhị phân được xử lý cho đến khi kí tự '1' xuất hiện hoặc cho đến khi  $n$  kí tự 0 được đọc (bao gồm kí tự '0' đầu tiên của từ mã). Nếu xuất hiện kí tự '1', các kí tự nhị phân đọc được được ghi vào dòng bit không thay đổi. Ngược lại, (ví dụ  $n$  kí tự 0 được đọc),  $n-1$  kí tự 1 được ghi vào dòng bit. Nếu kí tự nhị phân thứ nhất của từ mã bằng '1', các kí tự nhị phân được xử lý cho đến khi kí tự '0' xuất hiện hoặc cho đến khi  $n-1$  kí tự 1 được đọc (bao gồm kí tự '1' đầu tiên của từ mã). Nếu xuất hiện kí tự '0', các kí tự nhị phân đọc được được ghi vào dòng bit không thay đổi. Mặt khác (ví dụ  $n-1$  kí tự 1 được đọc),  $n$  kí 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 bên trên.

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

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

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

Nói cách khác, các phương án được mô tả ở trên bộc lộ 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 mà đã chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng 310 thành dòng bit tương ứng 312; và bộ chọn 6

được tạo cấu hình để chuyển tiếp mỗi biểu tượng 303 đến một trong nhiều bộ mã hóa entropi 10 được lựa chọn, sự lựa chọn dựa trên số lượng tham số 305 được ấn định cho biểu tượng 303 tương ứng. Theo các phương án được mô tả ở trên, 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 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 sơ cấp với  $(2n-1) \geq 3$  từ mã mà được ánh xạ sang các từ mã của mã phi tiền tố thứ cấp mà giống hệt các mã tiền tố sơ cấp sao cho tất cả ngoại trừ hai từ mã của mã phi tiền tố sơ cấp được ánh xạ để giống hệt các từ mã của mã phi tiền tố thứ cấp trong khi hai từ mã của các mã phi tiền tố sơ cấp và thứ cấp 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 chuyển đổi các phần khác nhau của khoảng xác suất được đề cập bên trên. Mã phi tiền tố thứ nhất có thể được tạo dựng 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 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.

Nói cách khác, mỗi tập hợp con thứ nhất của các bộ mã hóa entropi có thể được tạo cấu hình để, trong bước chuyển đổi các biểu tượng được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng thành 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 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  $n-1$  các biểu tượng 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 biểu tượng thứ nhất theo sau là 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 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  $n-2$  các biểu tượng 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 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  $n-2$  các 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  $(a, \dots, a)_n$ .

Theo cách bổ sung hoặc thay thế, tập hợp con thứ hai của các bộ mã hóa entropi 10 có thể là bộ mã hóa có chiều dài có thể thay đổi được tạo cấu hình để ánh xạ các chuỗi biểu tượng có chiều dài có thể 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 sơ cấp 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  $a, b \in \{0, 1\}$  mà được ánh xạ lên các từ mã  $(c)$  của mã phi tiền tố thứ cấp sao cho từ mã  $(bb \dots b)$  của mã đơn phân rút gọn thứ nhất được ánh xạ lên trên từ mã  $(c)$  của mã phi tiền tố thứ cấp và toàn bộ các từ mã khác  $\{(a), (ba), (bba), \dots, (b \dots ba)\}$  của mã đơn phân rút gọn sơ cấp 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 của các biểu tượng  $b'$  trong từ mã tương ứng của mã đơn phân rút gọn sơ cấp. Tuy nhiên, các phương án thay thế có thể được thực hiện.

Một lần nữa, từ tổng quát 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, trong bước chuyển đổi các biểu tượng được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi tương ứng thành dòng bit tương ứng, để đếm số lượng các biểu tượng  $b$  trong chuỗi biểu tượng được chuyển tiếp tới bộ mã hóa entropi tương ứng, cho đến khi xuất hiện, hoặc cho đến khi số lượng của chuỗi biểu tượng được chuyển tiếp tới bộ mã hóa entropi tương ứng lên đến  $2^n$  với tất cả  $2^n$  biểu tượng của trình tự 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 cấp 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 cấp lên dòng bit tương ứng, có (d) với  $c \neq d$  và  $d \in \{0,1\}$  như tiền tố và từ n-bit được xác định phụ thuộc vào số lượng của các biểu tượng b như hậu tố.

Theo cách bổ sung hoặc thay thế, một trong số các bộ mã hóa entropi 10 định trước 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 có thể thay đổi, tương ứng, với bộ mã hóa entropi định trước sử dụng quy tắc ánh xạ song ánh mà theo đó  $2^{3P}$  từ mã có chiều dài 3 của mã sơ cấp được ánh xạ lên các từ mã của mã phi tiền tố thứ cấp sao cho từ mã  $(aaa)_3$  của mã sơ cấp với  $a \in \{0,1\}$  được ánh xạ lên trên từ mã (c) với  $c \in \{0,1\}$ , toàn bộ ba từ mã của mã sơ cấp có chính xác một biểu tượng b với  $b \neq a$  và  $b \in \{0,1\}$  được ánh xạ lên trên từ mã có (d) với  $c \neq d$  và  $d \in \{0,1\}$  như tiền tố và từ 2 bit thứ nhất tương ứng không thuộc tập hợp thứ nhất của các từ 2 bit như hậu tố, toàn bộ ba từ mã của mã sơ cấp 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 trên 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 sơ cấp có chính xác một biểu tượng b có thể là phép biểu diễn 2 bit của vị trí của biểu tượng b trong từ mã tương ứng của mã sơ cấp, và từ 2 bit thứ hai của các từ mã của mã sơ cấp 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 sơ cấp. Tuy nhiên, các phương án thay thế có thể được thực hiện.

Một lần nữa, một trong số các bộ mã hóa entropi định trước có thể được tạo cấu hình, trong bước chuyển đổi các biểu tượng được chuyển tiếp đến bộ mã hóa entropi định trước thành dòng bit tương ứng, để kiểm tra các biểu tượng với bộ mã hóa entropi định trước trong byte gồm ba bit xem hoặc là (1) byte gồm ba bit gồm các biểu tượng a, trong trường hợp này thì bộ mã hóa entropi định trước được tạo cấu hình để ghi từ mã (c) lên dòng bit tương ứng, hoặc (2) byte gồm ba bit có chính xác một b, trong trường hợp này thì bộ mã hóa entropi định trước được tạo cấu hình để ghi từ mã có (d)

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

Liên quan đến phía giải mã, các phương án thực hiện được mô tả 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 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 để 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 trong nhiều bộ giải mã entropi được lựa chọn, việc 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 có thể 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 sơ cấp với  $(2n-1) \geq 3$  từ mã được ánh xạ với từ mã của mã phi tiền tố thứ cấp mà giống hệt mã tiền tố sơ cấp sao cho tất cả ngoài trừ hai từ mã của mã phi tiền tố sơ cấp được ánh xạ để giống hệt các từ mã của mã phi tiền tố thứ cấp trong khi hai từ mã của các mã phi tiền tố sơ cấp và thứ cấp 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. Mã phi tiền tố thứ nhất có thể được tạo dựng 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 trên

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

Theo cách bổ sung hoặc thay thế, 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 mà theo đó các từ mã của mã phi tiền tố thứ cấp được ánh xạ lên các từ mã của mã đơn phân rút gọn sơ cấp 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 cấp được ánh xạ lên từ mã  $(bb\dots b)$  của mã đơn phân rút gọn sơ cấp và các từ mã có  $(d)$  với  $c \neq d$  và  $c, d \in \{0, 1\}$  như là tiền tố và từ  $n$ -bit như là 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 sơ cấp, trong đó các bộ giải mã entropi sử dụng  $n$  khác nhau. Mỗi tập hợp con thứ hai của các bộ giải mã 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 sơ cấp. Tuy nhiên, các phương án thay thế có thể được thực hiện.

Mỗi tập hợp con thứ hai của các bộ giải mã entropi 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, và được tạo cấu hình, trong bước chuyển đổi dòng bit của bộ giải mã entropi tương ứng thành các biểu tượng, để kiểm tra bit thứ nhất của dòng bit tương ứng để xác định hoặc là (1) cùng bằng  $c$  với  $c \in \{0,1\}$ , trong trường hợp này thì bộ giải mã entropi 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 trường hợp này bộ giải mã entropi tương ứng được tạo cấu hình để xác định từ  $n$ -bit từ  $n$  các bit khác của dòng bit tương ứng, theo sau 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.

Theo cách bổ sung hoặc thay thế, một trong số các bộ giải mã entropi 322 định trước 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 có thể thay đổi lên các chuỗi biểu tượng có chiều dài cố định, tương ứng, với bộ giải mã entropi định trước sử dụng quy tắc ánh xạ song ánh theo các từ mã của mã phi tiền tố thứ cấp được ánh xạ lên  $2^3$  từ mã có chiều dài 3 của mã sơ cấp sao cho từ mã  $(c)$  với  $c \in \{0,1\}$  được ánh xạ trên từ mã  $(aaa)_3$  của mã sơ cấp với  $a \in \{0,1\}$ , các từ mã có  $(d)$  với  $c \neq d$  và  $d \in \{0,1\}$  như là tiền tố và từ 2 bit thứ nhất tương ứng không thuộc tập hợp thứ nhất của ba từ 2-bit như hậu tố được ánh xạ trên toàn bộ ba từ mã của mã sơ cấp có chính xác một  $b$  với  $b \neq a$  và  $b \in \{0,1\}$ , các từ mã có  $(d)$  như là tiền tố và ghép từ 2 bit thứ nhất không là phần tử của tập hợp thứ nhất và từ 2 bit thứ hai không thuộc tập hợp thứ hai của ba từ 2 bit như hậu tố được ánh xạ trên toàn bộ ba từ mã của mã sơ cấp có chính xác một  $a$ , và từ mã có  $(d)$  dưới dạng tiền tố và ghép 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 sơ cấp có chính xác một  $b$  có thể là phép 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 sơ cấp có chính xác một  $a$  có thể là phép biểu diễn 2 bit của vị trí  $a$  trong từ mã tương ứng của mã sơ cấp. Tuy nhiên, các phương án thay thế có thể được thực hiện.

Một trong số các bộ giải mã định trước 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 có thể thay đổi lên các chuỗi biểu tượng của mỗi ba biểu tượng, tương ứng, và được tạo cấu hình, trong bước chuyển đổi dòng bit của bộ giải mã entropi tương ứng thành các biểu tượng, để kiểm tra bit thứ nhất của dòng bit tương ứng để xác định hoặc là (1) bit thứ nhất của dòng bit tương ứng bằng  $c$  với  $c \in \{0,1\}$ , trong trường hợp này bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng mà bằng  $(aaa)_{B_{3B}}$  với  $a \in \{0,1\}$ ; hoặc là (2) bit thứ nhất của dòng bit tương ứng bằng  $d$  với  $c \neq d$  và  $c, d \in \{0,1\}$ , trong trường hợp này 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 tiếp, theo sau bit thứ nhất, và kiểm tra từ 2 bit thứ nhất để xác định hoặc là (2.1) từ 2 bit thứ nhất không phải là phần tử của tập hợp thứ nhất của ba từ 2 bit, trong trường hợp này bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng mà 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 là (2.2) từ 2 bit thứ nhất là phần tử của tập hợp thứ nhất, trong trường hợp này 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 mà từ đó 2 bit thứ nhất được xác định, và kiểm tra từ 2 bit thứ hai để xác định hoặc là (3.1) từ 2 bit thứ hai không phải là phần tử của tập hợp thứ hai của ba từ 2 bit, trong trường hợp này bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng mà 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 là (3.2) từ 2 bit thứ hai là phần tử của tập hợp thứ hai của ba từ 2 bit, trong trường hợp này bộ giải mã entropi định trước được tạo cấu hình để khôi phục chuỗi biểu tượng bằng  $(bbb)_3$ .

Bây giờ, sau khi đã mô tả các khái niệm chung của giản 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 phác họa dưới đây có thể được thực hiện bằng cách sử dụng

các giản đồ bên trên, và ngược lại, các giản đồ mã hóa bên trên có thể được thực hiện bằng cách sử dụng và khai thác các phương án được phác họa 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 Fig.6, được thực hiện phù hợp với khái niệm PIPE. Một phương án ưu tiên sử dụng các bộ mã hóa 310/bộ giải mã 322 thuật toán 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 phương tiện mã hóa entropi thông thường. Ví dụ, tưởng tượng rằng, phương tiện mã hóa số học, mà chỉ đơn thuần quản lý một trạng thái chung R và L và mã hóa toàn bộ các biểu tượng thành một dòng bit chung, do đó bỏ mất các dấu hiệu thuận lợi của khái niệm PIPE hiện thời liên quan đến xử lý song song, nhưng lại tránh được yêu cầu đan xen của các dòng bit từng phần như được mô tả bên dưới. Bằng cách như vậy, số lượng các trạng thái xác suất do các xác suất của ngữ cảnh được ước lượng thành bằng bản cập nhật (bảng tra cứu), có thể cao hơn số lượng các trạng thái xác suất do phép chia nhỏ khoảng xác suất được thực hiện tạo thành. 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 xác suất có thể được lượng tử hóa. Phần mô tả bên trên có thể thực hiện đối với bộ mã hóa 310/bộ giải mã đơn 322, do đó được mở rộng cho hoạt động của bộ mã hóa 316-310/bộ giải mã 318-322 như phương tiện mã hóa/giải mã thuật toán nhị phân thích ứng ngữ cảnh:

Cụ thể hơn là, theo phương án của sáng chế, bộ mã hóa 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 kí tự nhị phân cùng với tham số xác suất. Xác suất là `pState_current[bin]`.

1. Do đó, phương tiện mã hóa entropi nhận: 1) `valLPS`, 2) kí tự nhị phân và 3) ước lượng 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 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 toàn bộ các giá trị có thể phân biệt được của  $p\_state$ , hoặc một  $R$  (và  $L$  tương ứng với một phần dòng bit liên quan trên mỗi cặp  $R/L$ ) trên giá trị có thể phân biệt của  $p\_state$  mà trường hợp sau này sẽ tương ứng để một bộ mã hóa kí tự nhị phân 310 trên giá trị cùng loại)

$$q\_index = Qtab[R \gg q] \quad (\text{hoặc một số dạng khác của phép lượng tử hóa})$$

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

$R_{LPS} = Rtab[p\_state][q\_index]$ ; Rtab đã lưu giữ trong đó các giá trị được tính trước cho  $p[p\_state] \cdot Q[q\_index]$

$$R = R - R_{LPS} \quad [\text{tức là, } R \text{ là được cập nhật sơ bộ trước như nếu "bin" là MPS}]$$

4. Tính toán khoảng từng phần mới:

if ( $bin = 1 - valMPS$ ) then

$$L \leftarrow L + R$$

$$R \leftarrow R_{LPS}$$

5. 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 kí tự nhị phân cùng với tham số xác suất. Xác suất là  $pState\_current[bin]$ .

1. Do đó, phương tiện giải mã entropi nhận yêu cầu về kí tự nhị phân cùng với:

1)  $valLPS$ , và 2) 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 lượng tử hóa của R (Như mô tả bên trên: hoặc là một R (và V tương ứng với một dòng bit chung) được sử dụng/quản lý đối với toàn bộ các giá trị có thể phân biệt được của p\_state, hoặc một R (và V tương ứng với dòng bit từng phần được kết hợp trên mỗi cặp R/L) trên mỗi giá trị phân biệt được p\_state mà trường hợp sau đây là tương ứng với có một bộ mã hoá nhị phân 310 trên mỗi giá trị này)

$$q\_index = Qtab[R >> q] \quad (\text{hoặc dạng lượng tử hoá khác nào đó})$$

3. Tiếp đó, 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 cho  $p[p\_state] \cdot Q[q\_index]$

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

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

if ( $V \geq R$ ) then

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

$$V \leftarrow V - R$$

$$R \leftarrow R_{LPS}$$

else

bin  $\leftarrow$  valMPS (kí tự nhị phân được giải mã như MPS; trị số kí tự nhị phân thực tế đạt 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 kí 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. Cập nhật xác suất có thể được thực hiện mỗi lần, pState\_current[bin] xác suất được áp dụng cho kí 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 ← Next_State_LPS [pState_current]
    if (pState_current = 0) then valMPS ← 1 - valMPS
else
    pState_current ← Next_State_MPS [pState_current]

```

Nếu ngữ cảnh được đưa ra 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 kí tự nhị phân hiện thời (mã hóa hoặc giải mã, tương ứng).

Như được mô tả chi tiết hơn dưới đây, theo phương án của sáng chế, 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 dễ dàng chuyển cho các thực hiện khác của phương tiện 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 quy định hiện thời cho mã hóa thuật toán 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 (nghĩa là các bộ mã hóa/giải kí 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 quy định hiện thời đối với CABAC)

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

Ví dụ, chế độ LC có thể được vận hành dưới các điều kiện ràng buộc sau đây: đối với mỗi kí tự nhị phân (*binIdx*), có thể có chính xác một mô hình xác suất, nghĩa là một *ctxIdx*. Tức là, không có thích ứng/lựa chọn ngữ cảnh có thể được đưa ra trong LC PIPE. Các phần tử cú pháp cụ thể như chúng được sử dụng để mã hóa phần dư, tuy nhiên có thể được mã hóa sử dụng các ngữ cảnh như được mô tả dưới đây. Ngoài ra, toàn bộ các mô hình xác suất có thể không thích ứng, nghĩa là toàn bộ các mô hình có thể được khởi tạo tại phần bắt đầu mỗi lát cắt hình ảnh với các xác suất mô hình thích hợp (phụ thuộc vào lựa chọn kiểu lát cắt hình ảnh và lát cắt hình ảnh QP) và có thể giữ cố định trong suốt quá trình xử lý của lát cắt hình ảnh. 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 tương tự về khái niệm 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

đối với mã hóa của  $\text{coeff\_abs\_level\_greaterX}$  (với  $X = 1, 2$ ) có thể được đơn giản hóa. So với CABAC, chế độ HE-PIPE đạt được gần như cùng hiệu suất R-D ở thông lượng tốt hơn.

Dễ dàng thấy rằng, các mô hình nêu trên được tạo ra dễ dàng bằng việc kết xuất, ví dụ, phương tiện mã hóa/giải mã số học nhị phân đáp ứng ngữ cảnh nêu trên sao cho cùng hoạt động 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 đổi 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. Để đạt được này, dòng dữ liệu 401 có thể bao gồm các phần tử cú pháp như phần tử cú pháp nhị phân có giá trị kí tự nhị phân là 1 trong trường hợp chế độ có độ phức tạp thấp là chế độ được kích hoạt, và có giá trị kí tự nhị phân là 0 trong trường hợp chế độ hiệu suất cao là chế độ được kích hoạt. Rõ ràng, sự kết hợp giữa giá trị kí tự 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, nghĩa là, sử dụng chế độ rẽ nhánh.

Ngoài ra, bộ giải mã trên Fig.11 bao gồm nhiều bộ giải mã entropi 322, mỗi bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để chuyển đổi các từ mã trong dòng dữ liệu 401 đến chuỗi biểu tượng từng phần 321. Như được mô tả bên trên, một mặt bộ phận hủy đan xen 404 có thể được nối giữa các đầu vào của các bộ mã hóa entropi 322 và mặt khác được nối với đầu vào của bộ giải mã trên Fig.11 tại đó dòng dữ liệu 401 được đưa vào. Hơn nữa, như đã được mô tả bên trên, mỗi bộ giải mã entropi 322 có thể được kết hợp với khoảng xác suất tương ứng, các khoảng xác suất của các bộ giải mã entropi khác nhau cùng bao trùm toàn bộ khoảng xác suất từ 0 đến 1 hoặc từ 0 đến 0,5 trong trường

hợp các bộ giải mã entropi 322 liên kết với MPS và LPS hơn là các giá trị tuyệt đối. Thông tin chi tiết liên quan đến điều này đã được mô tả ở trên. Sau đây, giả sử là số lượng các bộ giải mã 322 là 8 có chỉ số PIPE được ấn định với 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 một bộ mã hóa có pipe\_id 0 được tối ưu hóa cho các kí tự nhị phân có các số liệu thống kê xác suất ngang nhau, nghĩa là các giá trị kí tự 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 kí 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 của giá trị kí tự 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 từng phần tương ứng đã được 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 tham số 316 và bộ chọn 318. Bộ giải biểu tượng hóa 314 được tạo cấu hình để giải biểu tượng chuỗi biểu tượng 326 để thu được chuỗi phần tử cú pháp 327. Bộ khôi phục 404 được tạo cấu hình để khôi phục dữ liệu truyền thông 405 dựa trên chuỗi phần tử cú pháp 327. Bộ chọn 402 được tạo cấu hình để thực hiện việc chọn 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 chỉ thị bởi mũi tên 406.

Như đã lưu ý ở trên, bộ khôi phục 404 có thể là một phần của bộ giải mã video trên cơ sở 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 lựa chọn chế độ bởi bộ thay đổi chế độ 400. Tức là, cấu trúc của bộ khôi phục 404 không bị ảnh hưởng do khả năng thay đổi chế độ. Để chính xác hơn, bộ khôi phục 404 không tăng hệ thống xử lý phần đầu do khả năng thay đổi chế độ được đưa ra bởi bộ thay đổi chế độ 400 và ít nhất chức năng về mặt dữ liệu còn lại và dữ liệu dự báo được giữ nguyên cho bất kể chế độ được chọn bởi bộ biến đổi 400. Tuy nhiên, ứng dụng tương tự đối với các bộ giải mã entropi 322. Toàn bộ các bộ giải mã 322 được sử dụng lại trong cả hai chế độ, và theo đó không có hệ thống xử lý phần đầu 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 có khả năng hoạt động trên dòng dữ liệu độc lập hoặc trong chế độ này hoặc trong chế độ khác. Thay vào đó, bộ giải mã trên Fig.11 cũng như dòng dữ liệu 401 có thể được tạo cấu hình sao cho sự thay đổi giữa 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 sự phức tạp mã hóa ở phía giải mã phụ thuộc vào điều kiện bên ngoài hoặc điều kiện môi trường như trạng thái pin hoặc tương tự có sử dụng kênh phản hồi từ bộ giải mã đến bộ mã hóa để kiểm soát khóa vòng lặp theo 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 xử lý phần tử cú pháp hiện thời của loại phần tử cú pháp định trước hoặc yêu cầu tuân theo một số quy tắc xây dựng cú pháp. Bộ giải biểu tượng hóa 314 đòi hỏi số lượng các ký tự nhị phân để tạo phép nhị phân hóa có giá trị cho phần tử cú pháp được yêu cầu bởi bộ khôi phục 404. Hiển nhiên, trong trường hợp bảng chữ cái nhị phân, phép nhị phân hóa được thực hiện bởi bộ giải biểu tượng hóa 314 giảm xuống chỉ bằng cách chuyển 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 thay đổi chế độ 400. Chế độ hoạt động của bộ chọn 402 có xu hướng phức tạp hơn trong trường hợp chế độ hiệu suất cao, và ít phức tạp trong trường hợp chế độ có độ phức tạp thấp. Ngoài ra, phần mô tả sau đây thể hiện 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 để 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 đưa đến sự lựa chọn trong số các bộ giải mã entropi 322 tại đó khoảng xác suất liên quan đến bộ giải mã entropi được lựa chọn tương ứng 322 gần sát hơn số liệu thống kê biểu tượng thực tế của biểu tượng hiện thời được lấy lại bởi bộ chọn 402, nhờ đó mang lại tỉ lệ nén tốt hơn ở phía mã hóa khi tạo dòng dữ liệu tương ứng phù hợp với 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 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 các biểu tượng 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 tắt 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 kết cấu thành các thành phần liên tiếp như các lát cắt hình ảnh, 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, cho các biểu tượng của loại biểu tượng xác định trước trong phần hiện thời, sự lựa chọn phụ thuộc vào 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 thấp, và bỏ qua sự lựa chọn không đổi trong phần hiện thời trong trường hợp chế độ có độ phức tạp thấp được kích hoạt. 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 sự 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 thời điểm 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 tương ứng với một trong số nhiều loại biểu tượng, và bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình, đối với biểu tượng định trước của kiểu biểu tượng định trước, để 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 trong trường hợp kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp thì thực hiện 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 ngữ cảnh được lựa chọn không đổi. Tức là, bộ chọn 402 có thể sử dụng thích ứng ngữ cảnh với loại phân 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 tương đối với chế độ HE.

Hơn nữa, nói cách khác, các khía cạnh LC PIPE cụ thể có thể có, nghĩa là các khía cạnh 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 hoặc là có xác xuất được mã hóa cứng, nghĩa là toàn bộ xác suất không đổi hoặc là xác suất của nó được giữ cố định suốt quá trình xử lý của chỉ một lát cắt hình ảnh và do đó có thể được thiết lập phụ thuộc vào kiểu lát cắt và tham số lượng tử hóa QP (Quantization Parameter-QP), ví dụ, mà được báo hiệu trong dòng dữ liệu 401 cho mỗi lát cắt hình ảnh. Giả sử rằng, các ký tự nhị phân lần lượt được ấn định cho ngữ cảnh tương tự theo mô hình xác suất cố định, có thể giải mã một số trong các ký tự nhị phân này ở một bước khi 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 ký tự 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 cập nhật xác suất được cho phép sau khi số lượng nhất định các kí tự nhị phân 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, phần mô tả chi tiết các khía cạnh có khả năng thay đổi độ phức tạp và phổ biến của chế độ PIPE HC và PIPE LC. Cụ thể là, các khía cạnh được mô tả sau đây 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. Cách có khả năng thay đổi độ phức tạp mà trường hợp LC được suy ra từ trường hợp HC bằng cách loại bỏ các phần cụ thể hoặc bằng cách thay thế phần cụ thể bằng một số phần có độ phức tạp thấp hơn. Tuy nhiên, trước khi tiến hành điều này, cần nói đến phương án trên Fig.11 có thể dễ dàng chuyển vào 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 mà sẽ nhận trực tiếp dòng dữ liệu 401 và lựa chọn ngữ cảnh cho nhị phân hiện thời được suy 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 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, giai đoạn mã hóa entropi PIPE bao gồm các bộ giải mã entropi 322 có thể sử dụng tám mã có thể thay đổi được sang có thể thay đổi được (variable-to-variable - v2v) có tính hệ thống, nghĩa là mỗi bộ giải mã entropi 322 có thể là loại giải mã 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, tương tự có thể quản lý các trạng thái xác suất tương tự đối với các ngữ cảnh khác nhau và sử dụng tương tự - 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 dẫn xác suất để tra cứu với Rtab 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               |             |

| 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               |             |

|    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 30 |  | 62 | 7 |
| 31 |  |    |   |

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

Sơ đồ mã hóa biến đổi này có thể 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 để sử dụng, và chỉ số xác suất với bảng R, tương ứng, trên cơ sở chỉ số trạng thái xác suất trong phạm vi ví dụ ở đây từ 0 đến 62 được liên kết với biểu tượng đã giải mã hiện thời như thông qua ngữ cảnh sử dụng ánh xạ trên bảng A, và sẽ cập nhật chỉ số trạng thái xác suất này phụ thuộc vào sử dụng biểu tượng đã giải mã hiện thời, ví dụ các giá trị truyền bước bảng cụ thể hướng đến chỉ số trạng thái xác suất tiếp theo để tìm đến 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 bước ánh xạ 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 ý có thể được sử dụng và các kỹ thuật trong tài liệu này có thể được sử dụng với các điều chỉnh nhỏ.

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

Ví dụ, bộ khôi phục 404 được tạo cấu hình để khôi phục khối biến đổi 200 của các mức hệ số biến đổi 202 dựa trên một phần của chuỗi 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 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) mức các phần tử cú pháp 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 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 cùng trong khối biến đổi 200, để xác định xem mức hệ số biến đổi tại vị trí tương ứng có khác không hay không; phần tử cú pháp thứ hai (*coeff\_abs\_greater1*) hiển 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 định vị, để xác định 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*) hiển thị, 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 định vị, số lượng mà mức hệ số biến đổi tại vị trí tương ứng có vượt quá một

Thứ tự giữa các phần tử cú pháp vị trí cuối, các phần tử cú pháp thứ nhất, thứ hai và thứ ba có thể 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 từ đó 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 việc kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp hoặc chế độ hiệu suất cao.

Cụ thể là, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình, cho các biểu tượng của các loại biểu tượng định trước trong số phân dãy biểu tượng 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 phân dãy biểu tượng và thực hiện lựa chọn phụ thuộc vào mô hình xác suất gắn với ngữ cảnh được lựa chọn trong trường hợp kích hoạt chế độ hiệu suất cao, và thực hiện lựa chọn theo cách ổn định từng mảnh sao cho sự lựa chọn là không đổi trên toàn bộ các phần con 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 con có thể được đo theo số lượng các vị trí trên đó các phần con 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 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 đường dẫn 274 với việc thay đổi ngữ cảnh chỉ tại quá trình biến đổi ngay sang phần tiếp theo dọc đường dẫn 274. Ví dụ, mỗi phần có thể xác định là 4, 8, 16 vị trí của khối 200 kéo dài, không phụ thuộc việc liệu vị trí tương ứng của phần tử cú pháp tương ứng có hiện diện hay không. Ví dụ *coeff\_abs\_greater1* và *coeff\_abs\_greater2* chỉ hiện diện 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, không phụ thuộc vào việc có hay không phần kết quả tương ứng theo đó kéo dài qua số vị trí khối cao hơn. Ví dụ, *coeff\_abs\_greater1* và *coeff\_abs\_greater2* chỉ hiện diện cho các vị trí quan trọng, và theo đó mỗi phần gồm 4 phần tử cú pháp có thể kéo dài vượt quá 4 vị trí khối do các vị trí trong khoảng giữa dọc 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, với các biểu tượng của loại biểu tượng định trước trong số phân dãy biểu tượng dựa vào 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 đối với mỗi biểu tượng của loại biểu tượng định trước của một trong nhiều ngữ cảnh phụ thuộc vào số lượng các biểu tượng lấy lại trước đó của loại biểu tượng định trước trong phân dãy biểu tượng mà có giá trị biểu tượng định trước và thuộc về cùng phần con, 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 con. Lựa chọn thứ nhất là đúng đối với *coeff\_abs\_greater1* và lựa chọn thứ hai là đúng đối với *coeff\_abs\_greater2* phù hợp với các phương án mô tả 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, phù hợp với các phần tử cú pháp nhị phân thứ nhất, mức hệ số biến đổi lớn hơn một được định vị, lượng mà nhờ đó 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 chức năng ánh xạ có thể điều khiển bằng tham số điều chỉnh để ánh xạ miền xác định của các từ chuỗi biểu tượng đến cùng miền xác định của các phần tử cú pháp giá trị nguyên, và để thiết lập tham số điều chỉnh 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 kích hoạt chế độ hiệu suất cao, và thực hiện việc cài đặt theo cách ổn định từng mảnh sao cho việc thiết lập là không đổi trên toàn bộ các phần con liên tục nối tiếp của phân dãy trong trường hợp kích hoạt chế độ có độ phức tạp thấp, 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 lên trên các phần tử cú pháp giá trị nguyên, mà được kết hợp với 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 thay đổi 400 được minh họa bằng nét gạch 407. Thay vì việc cài đặt ổn định từng 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 lát cắt hình ảnh 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 cho 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 phần tử cú pháp. Ngoài ra, để đạt được hiệu suất mã hóa cao hơn, nhiều lân cận có giá trị có thể được đánh giá.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, toàn bộ các phần tử cú pháp đánh giá trạng thái mô hình hóa ngữ cảnh của các khối hình vuông hoặc chữ nhật gần kề hoặc các

đơn vị dự báo được cố định với một mô hình ngữ cảnh. Điều này bằng với việc không thể thích ứng trong giai đoạn lựa chọn mô hình ngữ cảnh. Với phương án ưu tiên, việc lựa chọn chế độ ngữ cảnh phụ thuộc vào chỉ số kí tự nhị phân của chuỗi kí tự nhị phân sau khi phép nhị phân hóa không được thay đổi so với thiết kế hiện thời CABAC. Theo phương án ưu tiên khác, bổ sung vào mô hình ngữ cảnh cố định cho các phần tử cú pháp sử dụng đánh giá của các khối lân cận, cũng như mô hình ngữ cảnh đối với chỉ số nhị phân khác nhau được cố định. Lưu ý rằng, phần mô tả bên trên không bao gồm sự nhị phân hóa và sự lựa chọn mô hình ngữ cảnh cho 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 tuyến đơn vị mã hóa không lưu trữ bất cứ cái gì. Theo phương án ưu tiên khác nữa, chỉ các lân cận nằm trong cùng khối mã hóa được đánh giá.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, toàn bộ các lân cận có sẵn được đánh giá. Ví dụ, ngoài lân cận đỉnh và bên 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 kích hoạt chế độ hiệu suất cao 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 miền không gian. Ví dụ, khối các lân cận không gian là nhìn thấy được như trên Fig.1 đến Fig.3. Sau đó, bộ chọn 402 có thể phản hồi sự lựa chọn chế độ bởi bộ thay đổi 400 để thực hiện sự thích ứng liên hệ dựa trên các biểu tượng lấy lại trước đó hoặc các phần tử cú pháp liên quan đến số lượng khối lân cận cao hơn trong trường hợp chế độ HE so với chế độ LC, nhờ đó giảm lưu giữ phần đầu như được mô tả bên trên.

Tiếp theo, việc mã hóa giảm sự phức tạp của các hiệu vectơ chuyển động phù hợp với 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 lớn được truyền bằng cách truyền tín hiệu giữa vectơ chuyển động của khối lớn 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 phép 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 phép nhị phân hóa Exp-Golomb được mã hóa bằng chế độ rẽ nhánh, nghĩa là có xác suất cố định là 0,5 với CABAC. Phép 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, tồn tại giới hạn 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 nhị phân thứ nhất của dải nhị phân, giá trị tuyệt đối *mvd* từ các khối lớn lân cận đỉnh và lân cận trái được lấy nếu có sẵn (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, nếu không (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 nhị phân thứ hai của dải 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 tuyệt đối *mvd* và 9 được mã hóa theo chế độ rẽ nhánh với phép nhị phân hóa mã Exp-Golomb bậc 3. Ở bước cuối cùng, dấu hiệu của *mvd* được mã hóa theo chế độ rẽ nhánh.

Kỹ thuật mã hóa sau nhất 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, 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 quá trình suy ra đối với nhị phân thứ nhất có thể thay đổi phù hợp với phương án thực hiện. 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 sẵn và lớn hơn 16, chỉ số mô hình ngữ cảnh có thể tăng dần 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.

Việc mã hóa của *mvd* theo kỹ thuật được phác thảo bên trên, có tới 9 ký tự nhị phân được mã hóa với mô hình ngữ cảnh, trong khi giá trị còn lại của *mvd* có thể được mã hóa theo chế độ rẽ nhánh cùng với thông tin dấu hiệu. Phương án thực hiện này mô tả kỹ thuật để giảm số lượng nhị phân được mã hóa với các mô hình ngữ cảnh thu được qua số lượng đường nhánh tăng lên và giảm số lượng các mô hình ngữ cảnh được yêu cầu cho việc mã hóa của *mvd*. Đối với điều này, giá trị ngưỡng được giảm từ 9 đến 1 hoặc 2. Điều này có nghĩa là chỉ ký tự nhị phân thứ nhất được 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 thứ hai được định rõ nếu *mvd* tuyệt đối lớn hơn không và một trong số đó được mã hóa sử dụng chế độ ngữ cảnh, trong khi các giá trị còn lại được mã hóa theo chế độ rẽ nhánh và/hoặc sử dụng chế độ 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 rẽ nhánh có 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 chắc chắn được sử dụng.

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 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, được suy ra và mã hóa, chỉ số được sử dụng như bậc đối với phần nhị phân hóa Exp-Golomb. Trong phương án ưu tiên này, mô hình ngữ cảnh cho ký tự nhị phân thứ nhất trong phạm vi từ 1 đến 3 thu được trong chỉ số 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, theo thứ tự để mã hóa 9 ký tự nhị phân của phép nhị phân mã hóa 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 đối 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 rẽ nhánh có 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 MVD, để giảm giá trị ngưỡng, ví dụ từ 9 đến 1 hoặc 2. Điều này có nghĩa là chỉ định rõ ký tự nhị phân thứ nhất nếu MVD tuyệt đối lớn hơn không sẽ được mã hóa sử dụng mô hình ngữ cảnh hoặc định rõ 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. Toàn bộ các ký tự nhị phân thu được từ việc nhị phân hóa sử dụng mã VLC được mã hóa sử dụng chế độ rẽ nhánh có 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, 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 hoặc 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 khả năng dẫn đến tiết kiệm bộ nhớ/bộ nhớ đệm tuyên 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) theo sau 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 có thể thay đổi. Bậc của mã Exp-Golomb có thể được suy ra như sau. Sau mô hình ngữ cảnh đối với nhị phân thứ nhất, và do đó suy ra chỉ số của mô hình ngữ cảnh, chỉ số được sử dụng như bậc của nhị phân hóa Exp-Golomb. Theo phương án ưu tiên, mô hình ngữ cảnh cho ký tự nhị phân thứ nhất trong phạm vi từ 1-3 thu được trong chỉ số 0-2 mà được sử dụng như bậc của mã Exp-Golomb. Phương án ưu tiên có thể được 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 chia sẻ 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 thực hiện khác của sáng chế. Theo phương án thực hiện này, giá trị ngưỡng có thể không biến đổi (ví dụ, chỉ giá trị ngưỡng đơn bằng 16 dẫn đến tham số Exp-Golomb là 0 hoặc 1 hoặc chỉ giá trị ngưỡng đơn bằng 32 dẫn đến tham số Exp-Golomb là 0 hoặc 2). Phương án thực hiện này tiết kiệm được bộ nhớ đệm theo tuyến để cầu để lưu giữ *mvd*. Theo phương án thực hiện khác, giá trị 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 vị trí tham số Exp-Golomb trong phạm vi từ 0 đến 2. Theo phương án thực hiện khác, giá trị 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 theo tình trạng kỹ thuật hoặc được biến đổi theo cách được mô tả trong phương án ưu tiên bên trên. Đối với ký tự nhị phân thứ hai, mô hình ngữ cảnh tách biệt 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 có giá trị khác biệt với các chỉ số 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 chia sẻ 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 chia sẻ 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 không phụ thuộc vào 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 cân nhắc với số lượng đã 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 trùm PU hiện thời được đưa vào tính toán 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 trùm 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 trùm biên trái và biên đỉnh, PU hiện thời được sử dụng để suy ra 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 dọc lần lượt cái nọ sau cái kia (hoặc ngược lại). Do đó, hai dải nhị phân được mã hóa. Để giảm số lượng việc thay đổi chế độ đối với phương tiện mã hóa entropi (nghĩa là thay đổi giữa chế độ thông thường và chế độ rẽ nhánh), 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 rẽ nhánh 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 phép nhị phân hóa đơn phân hoặc nhị phân hóa đơn phân rút gọn cũng có thể được biểu diễn bằng phép nhị phân hóa chiều dài cố định tương đương của một cờ hiệu cho mỗi chỉ số nhị phân xác định xem giá trị có lớn hơn chỉ số ký tự nhị phân hiện thời hay không. Ví dụ, giá trị ngưỡng cho phép nhị phân hóa đơn phân rút gọn của *mvd* được thiết lập là 2 thu được từ mã 0, 10, 11 đối với các giá trị 0, 1, 2. Trong phép nhị phân hóa chiều dài cố định tương đương với một cờ hiệu cho mỗi chỉ số nhị phân, một cờ hiệu cho chỉ số ký tự nhị phân 0 (nghĩa là ký tự nhị phân thứ nhất) xác định xem giá trị *mvd* tuyệt đối có lớn hơn 0 hay không và một cờ hiệu cho ký tự nhị phân thứ hai với chỉ số ký tự nhị phân 1 được xác

định xem giá trị *mvd* tuyệt đối có lớn hơn 1 hay không. Khi cờ hiệu thứ hai chỉ được mã hóa khi cờ hiệu thứ nhất bằng 1, điều này thu được cùng từ mã 0, 10, 11.

Tiếp theo, phép biểu diễn thị 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 việc cài đặt HE-PIPE, trạng thái bên trong của mô hình xác suất được cập nhật sau khi mã hóa kí tự nhị phân với mô hình xác suất. Trạng thái được cập nhật được suy ra bằng cách tra cứu bảng chuyển đổi trạng thái sử dụng trạng thái cũ và giá trị của kí 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 sử dụng để thực hiện hai xác suất mô hình. Ngoài xác suất được ấn định cho trạng thái, 1,0 trừ xác suất cũng có thể được sử dụng và cờ hiệu được gọi là *valMps* lưu giữ thông tin có xác suất hoặc 1,0 trừ xác suất được sử dụng hay không. 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 với một trong các bộ mã hóa PIPE có sẵn. Trong hệ thống xử lý của các bộ mã hóa PIPE hiện thời, điều này được thực hiện bằng cách sử dụng bảng tra cứu. Ví dụ việc ánh xạ được thể hiện trên Bảng A.

Sau đây, phương án mô tả cách trạng thái bên trong của mô hình xác suất có thể được biểu diễn để tránh sử dụng bảng tra cứu để chuyển 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 trạng thái bên trong có khả năng thay đổi của mô hình xác suất. Phép biểu diễn khả năng có thể thay đổi độ phức tạp mới này của trạng thái bên trong của mô hình xác suất được thiết kế theo hai cấp độ. Đối với các ứng dụng mà hoạt động có 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 kí tự nhị phân liên quan. Trong trường hợp giản đồ mã hóa entropi PIPE được mô tả, mức thứ nhất có thể được sử dụng để phân biệt giữa 8 xác suất mô hình khác nhau. Theo đó, mức độ thứ nhất sẽ cần 3 bit cho chỉ số PIPE và một bit nữa cho cờ hiệu *valMps*. Với mỗi mức thứ hai của các phạm vi xác suất thô của mức thứ nhất được tinh lọc thành nhiều khoảng nhỏ hơn để hỗ trợ biểu diễn các xác suất có độ phân giải cao hơn.

Sự biểu diễn cụ thể hơn này cho phép vận hành chính xác hơn của bộ ước lượng xác suất. Thông thường, phù hợp với các ứng dụng mã hóa hướng tới các hiệu suất RD cao. Ví dụ, phép biểu diễn có độ phức tạp được thay đổi 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         |                |                |                |
|-----------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| b <sub>7</sub>  | b <sub>6</sub>    | b <sub>5</sub> | b <sub>4</sub> | b <sub>3</sub>         | b <sub>2</sub> | b <sub>1</sub> | b <sub>0</sub> |
| MPS             | Chỉ số PIPE (0-7) |                |                | Chỉ số tình lọc (0-15) |                |                |                |

Mức 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 thứ nhất-chỉ số xác định chỉ số PIPE với giá trị của MPS trên-bit quan trọng nhất và 4 bit khác được sử dụng để lưu giữ mức 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 tình lọc cho phép phụ thuộc vào bao nhiêu trạng thái CABAC được ánh xạ trên 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 truy cập trực tiếp bằng cách sử dụng các thao tác che giấu bit đơn giản hoặc thay đổi bit. Các quá trình mã hóa có độ phức tạp thấp chỉ đòi hỏi 4 bit của mức thứ nhất và quy trình mã hóa hiệu suất cao có thể sử dụng thêm 4 bit của mức 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 chuyển đổi trạng thái có thể được thiết kế để thực hiện chuyển đổi trạng thái tương tự như bảng gốc, nhưng sử dụng phép biểu diễn hai cấp độ có khả năng thay đổi độ phức tạp của các trạng thái. Bảng chuyển đổi 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 phép biểu diễn có khả năng thay đổi độ phức tạp, kích thước của bảng chuyển đổi không vượt quá hai lần 128 phần tử mà là kích thước bảng có thể tăng kích

thước. Sự tăng kích thước này phụ thuộc vào có bao nhiêu bit được sử dụng để biểu diễn chỉ số tinh 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 để giảm tập hợp các trạng thái CABCA 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 có độ phức tạp nhất định của quy trình mã hóa bằng cách đáp ứng số lượng bit được sử dụng để biểu diễn chỉ số tinh lọc. So sánh với trạng thái bên trong của các xác suất mô hình với CABAC, tại đó tồn tại 64 chỉ số trạng thái xác suất, tránh việc sử dụng bảng tra cứu để ánh xạ các xác suất mô hình tới 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 kí tự nhị phân được mã hóa trước đó. Trong quá trình cài đặt HE-PIPE, việc cập nhật này được thực hiện sau khi mã hóa hoặc giải mã của mỗi kí tự nhị phân. Ngược lại, trong khi cài đặt LC-PIPE, việc cập nhật này có thể không 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 xem có cập nhật mô hình ngữ cảnh hay không có thể dựa trên các khía cạnh khác nhau. Ví dụ, cài đặt 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.

Nói cách khác, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để, đối với các biểu tượng của mỗi số lượng của các 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 được kết 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 soát liệu có cập nhật mô hình ngữ cảnh hay không có thể sẽ là, ví dụ kích thước gói dòng bit, số lượng các kí tự nhị phân được giải mã

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

Với giản 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 kí tự nhị phân trong dòng bit để thực hiện cập nhật mô hình ngữ cảnh. Số lượng của các bản cập nhật mô hình ngữ cảnh càng cao, hiệu quả mã hóa càng tốt hơn, 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 giản đồ được mô tả trên.

Theo phương án ưu tiên, việc cập nhật mô hình ngữ cảnh được thực hiện cho các kí 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 kí 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 bước mã hóa hoặc giải mã của lát cắt hình ảnh 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 đạt đến phần kết thúc của lát cắt hình ảnh.

Ví dụ, bộ chọn 402 có thể được tạo cấu hình để, 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 được kết hợp với loại biểu tượng định trước cùng với hoặc không cập nhật mô hình xác suất được kết hợp sao cho chiều dài của pha học tập của trình tự của các biểu tượng mà việc lựa chọn biểu tượng của loại biểu tượng định trước được thực hiện trên đó cùng với cập nhật là ngắn hơn ở chế độ có độ phức tạp thấp 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 phép 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 chỉ số 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 lâu hơn và có thể loại bỏ.

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

Ở cấu hình LC-PIPE, các kí 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 kí 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 kí tự nhị phân của chuỗi này. Việc cập nhật nhiều kí tự nhị phân được biểu thị như sau. Tuy nhiên, bản cập nhật này có thể khác với bản cập nhật chỉ sử dụng kí tự nhị phân được mã hóa mới nhất và trạng thái bên trong của mô hình ngữ cảnh. Ví dụ, đối với mỗi 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 kí tự nhị phân. Chữ cái ‘b’ biểu thị việc giải mã của một kí tự nhị phân và chữ cái ‘u’ biểu thị bản cập nhật của mô hình ngữ cảnh. Trong trường hợp LC-PIPE chỉ bước giải kí 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 kí tự 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, cập nhật mô hình ngữ cảnh có thể thực hiện sau trình tự các kí tự nhị phân (trong ví dụ này sau mỗi 4 nhị phân, việc cập nhật của 4 kí tự 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, 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 được kết hợp với loại biểu tượng định trước cùng với cập nhật hoặc không cập nhật mô hình xác suất liên kết sao cho tần số mà tại đó 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 kí tự nhị phân, 4 bước cập nhật tiếp theo dựa trên 4 kí tự nhị phân vừa giải mã. Lưu ý rằng 4 bước cập nhật này có thể được thực hiện trong một bước duy nhất bằng cách sử dụng bảng tìm kiếm tra cứu cụ thể. Bảng tìm kiếm này lưu giữ cho mỗi tổ hợp có thể có của 4 kí tự nhị phân và mỗi trạng thái bên trong có thể có của mô hình ngữ cảnh, trạng thái mới thu được sau 4 bước cập nhật thông thường.

Ở chế độ nhất định, sự cập nhật nhiều kí tự nhị phân được sử dụng cho phần tử cú pháp *coeff\_significant\_flag*. Đối với các kí 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 kí tự nhị phân mà được mã hóa trước bước cập nhật nhiều kí tự nhị phân được thực hiện và được thiết lập đến  $n$ . Khi số lượng các kí tự nhị phân được thiết lập không chia hết cho  $n$ , các kí tự nhị phân 1 đến  $n-1$  được giữ lại tại phần kết thúc của tập hợp con sau bản cập nhật nhiều kí tự nhị phân cuối cùng. Đối với mỗi kí tự nhị phân này, bản cập nhật kí tự nhị phân đơn lẻ thông thường được thực hiện sau khi mã hóa toàn bộ các kí 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 kí 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 tại đó bản cập nhật nhiều kí tự nhị phân không được sử dụng) có thể được chia thành hai tập hợp con rời nhau cho

một trong các tập hợp con, bản cập nhật nhị phân đơn lẻ được sử dụng và cho tập hợp con khác không cập nhật mô hình ngữ cảnh được sử dụng. Bất kỳ tập hợp con rời nhau nào là có giá trị (bao gồm tập hợp con rỗng).

Trong phương án thay thế, sự cập nhật nhiều kí tự nhị phân có thể chỉ dựa trên  $m$  kí tự nhị phân cuối cùng mà được mã hóa ngay lập tức trước bước cập nhật nhiều kí 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 kết hợp 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 phần tử cú pháp *coeff\_significant\_flag*, giản đồ mô hình cú pháp 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 kí tự nhị phân của phần tử cú pháp. Tuy nhiên, đối với các kí 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 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 được kết 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 nội tại có thể 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. Quy trình này 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 đại diện cho hai tham số của một phương trình tuyến tính để tính toán trạng thái khởi tạo của mô hình xác suất, đại diện cho xác suất đặc trưng (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 nội tại đối với tham số lượng tử hóa (QP) mà được sử dụng trong quá trình mã hóa hoặc giải mã.

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

Hai chế độ khác nhau sẵn sàng để khởi tạo mô hình xác suất sử dụng giá trị khởi tạo đã cho. Chế độ thứ nhất được chỉ định cho khởi tạo không phụ thuộc QP. Chế độ thứ nhất 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 khởi tạo phụ thuộc QP và chế độ thứ hai 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         |                |                |                |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| b <sub>7</sub>   | b <sub>6</sub> | b <sub>5</sub> | b <sub>4</sub> | b <sub>3</sub>       | b <sub>2</sub> | b <sub>1</sub> | b <sub>0</sub> |
| 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 mà cho thấy 1 không thuộc 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.

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 |

Tất cả các giá trị được định tỷ lệ theo thừa 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 mô hình xác suất cao hơn bộ mã hóa PIPE  $n - 1$ . Chỉ một chỉ số xác suất PIPE là có sẵn đối với mọi mô hình xác suất, và nó nhận dạng bộ mã hóa PIPE mà có khoảng xác suất chứa xác suất  $p_{\text{valMps}=1}$  cho  $QP = 26$ .

|                      |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 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 tới các bộ mã hóa PIPE và  $\text{valMps}$ : 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 mã hóa)

QP và giá trị khởi tạo 8 bit là cần thiết để tính toán sự khởi tạo của trạng thái nội tại của các chế độ xác suất bằng cách tính phương trình tuyến tính đơn giản dưới dạng  $y = m * (QP - Q_{\text{Pref}}) + 256 * b$ . 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  $Q_{\text{Pref}} = 26$  (phần thứ hai của giá trị khởi tạo 8 bit: “chỉ số xác suất PIPE”). Khi đó,  $\text{valMPS}$  là 1 và  $\text{pipeIdx}$  bằng  $(y - 2048) \gg 8$  nếu  $y$  lớn hơn 2047. Ngược lại,  $\text{valMPS}$  là 0 và  $\text{pipeIdx}$  bằng  $(2047 - y) \gg 8$ . Chỉ số lọc bằng  $((y - 2048) \& 255) * \text{numStates} \gg 8$  nếu  $\text{valMPS}$  bằng 1. Ngược lại, chỉ số lọc bằng  $((2047 - y) \& 255) * \text{numStates} \gg 8$  nếu  $\text{valMPS}$  bằng 0.

$\& 255) * \text{numStates} ) \gg 8$ . 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 trạng thái trong cập nhật xác suất được thực hiện ( $\text{pState\_current}[\text{bin}]$ ), trên mỗi PIPE Idx (tức là, các bit quan trọng nhất tương ứng  $\text{pState\_current}[\text{bin}]$ ) chỉ là tập hợp các tham số thực hiện nội suy tuyến tính theo mảnh 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 PIPE Idx. Ví dụ, thiết lập numStates bằng 8 cho tất cả các trường hợp mang lại tổng  $16 * 8$  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 phép biểu diễn sử dụng valMPS, chỉ số PIPE, và chỉ số lọc trở lại phép biểu diễn được sử dụng bởi CABAC ban đầu của chuẩn H.264/AVC là rất đơn giản. Trạng thái CABAC được cho là  $(\text{PIPE Idx} \ll 3) + \text{chỉ số lọc}$ . Khía cạnh này được mô tả rõ hơn dưới đây có dựa trên hình vẽ 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 nội tại 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 nội tại của mô hình xác suất. Ngược lại, phần thập phân của trạng thái nội tại thu được có thể được khai thác thêm để xác định chỉ số lọc trong các ứng dụng mã hóa hiệu suất cao nhờ nội suy tuyến tính giữa các giới hạn của bộ mã hóa PIPE cụ thể. Theo phương án ưu tiên này, sự nội suy tuyến tính được thực hiện bằng các nhân đơn giản phần thập phân với tổng số chỉ số lọc có thể có 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 nội tại của các mô hình xác suất có thể thay đổi theo số lượng các trạng thái chỉ số xác suất PIPE. Cụ thể, việc cùng xảy ra kép chế độ xác

suất bằng 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 lát cắt hình ảnh, 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 cần được khởi tạo.

Bảng E: Thiết lập 8 bit của initValue cho chế độ xác suất

|                   | 4 bit đầu      |                |                |                | 4 bit sau      |                |                |                |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Các bit initValue | b <sub>7</sub> | b <sub>6</sub> | b <sub>5</sub> | b <sub>4</sub> | b <sub>3</sub> | b <sub>2</sub> | b <sub>1</sub> | b <sub>0</sub> |
| Biến số           | slopeIdx       |                |                |                | propIdx        |                |                |                |

4 bit đầu xác định hệ số góc và được gọi ra bằng cách che các bit b<sub>4</sub> – b<sub>7</sub>. Với mọi hệ số góc, hệ số góc (m) được xác định và hiển thị trong bảng F.

Bảng F: Các giá trị biến số m dùng 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 b<sub>0</sub> – b<sub>3</sub>, 4 bit cuối của giá trị khởi tạo 8 bit, chỉ ra propIdx và mô tả xác suất ở QP định trước. propIdx 0 chỉ ra xác suất cao nhất cho các biểu tượng với giá trị 0 và tương ứng, propIdx 14 chỉ ra 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 propIdx.

Bảng G: Ánh xạ phân 4 bit mới nhất 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 kí tự nhị phân, BP = mã pipe nhị phân, EP = xác suất bằng (không bị mã hóa)

| propIdx   | 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 nội tại 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 lát cắt hình ảnh hiện thời và b được suy ra từ propIdx như được thể hiện trong

phần mô tả dưới đây. Tất cả các giá trị trong quy trình này được định tỉ lệ bởi thừa số 256 để tránh sử dụng các hoạt động điểm nổi. Đầu ra (y) của quy trình này biểu diễn trạng thái nội tại của chế độ xác suất ở QP hiện thời và được lưu trong bộ nhớ 8 bit. Như được thể hiện trong bảng G, trạng thái nội tại gồm có valMps, pipeIdx và refineIdx.

Bảng H Thiết lập trạng thái nội tại của mô hình xác suất

|                   | 4 bit đầu      |                |                |                | 4 bit sau      |                |                |                |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Các bit initValue | b <sub>7</sub> | b <sub>6</sub> | b <sub>5</sub> | b <sub>4</sub> | b <sub>3</sub> | b <sub>2</sub> | b <sub>1</sub> | b <sub>0</sub> |
| Biến số           | valMps         | pipeIdx        |                |                | refineIdx      |                |                |                |

Sự ấn định refineIdx và pipeIdx tương tự như trạng thái nội tại 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 nội tại (valMps, pipeIdx và refineIdx) của mô hình xác suất được xử lý như được mô tả trong mã giả sau đây:

```

n = ( probIdx << 8 ) - m * 26
fullCtxState = max( 0, min( 3839, ( m * max( 0, min( 51,
SliceQPy ) ) ) ) + n + 128 )
remCtxState = fullCtxState & 255
preCtxState = fullCtxState >> 8
if( preCtxState < 8 ) {
    pipeIdx = 7 - 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 nội suy tuyến tính giữa khoảng pipeIdx và lượng tử hóa kết quả thành refineIdx tương ứng. Chỉ số độ lệch 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  $\text{pipeIdx} = 0$  và  $\text{valMps} = 1$ . Fig.15 mô tả quy trình suy ra trạng thái nội tại và hiển thị việc ánh xạ  $\text{fullCtxState}/256$  tới  $\text{pStateCtx}$ .

Lưu ý là hệ số góc chỉ ra sự phụ thuộc của  $\text{probIdx}$  và QP. Nếu  $\text{slopeIdx}$  của giá trị khởi tạo 8 bit bằng 7, trạng thái nội tại 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 nội tại 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 dữ liệu hoặc lát cắt hình ảnh tiếp theo, sử dụng phần tử cú pháp chỉ ra kích cỡ bước lượng tử hóa QP được sử dụng để lượng tử hóa dữ liệu của phần này, ví dụ như biến đổi các mức hệ số chứa trong đó sử dụng phần tử cú pháp này dưới dạng chỉ số thành bảng mà 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 kiểu biểu tượng, đối với QPref tham chiếu tương ứng, hoặc dữ liệu khác cho mỗi kiểu biểu tượng. Phụ thuộc vào QP thực tế của phần hiện thời, bộ chọn có thể tính giá trị chỉ số pipe sử dụng chỉ số được nhập vào bảng tương ứng bởi QP hiện thời và chính 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 phần dòng dữ liệu, 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 cho thấy có thể đạt được khả năng thay đổi độ phức tạp độc lập với khái niệm mã hóa PIPE hoặc CABAC trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.17, 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 do dữ liệu truyền thông mã hóa thành, 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 entropi, ví dụ, từ dòng dữ liệu 601 để thu được các phần tử cú pháp giá trị nguyên 604 sử dụng chức năng 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 có 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 có giá trị nguyên. Bộ giải biểu tượng hóa 602 được tạo cấu hình để thực hiện sự 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 bất kể 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. Tất nhiên là, cả hai khía cạnh trên Fig.11 và Fig.12 thực sự có thể kết hợp, nhưng khía cạnh trên Fig.12 có thể cũng 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 chức năng 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 ngắt và kết hợp tiền tố dưới dạng mã đơn phân rút gọn cho giá trị ngắt và hậu tố dưới dạng từ mã VLC trong khoảng thứ hai của miền của các

phần tử cú pháp giá trị nguyên gồm cả giá trị ngắt và trên giá trị ngắt, trong đó bộ giải mã có thể bao gồm bộ giải mã entropi 608 được tạo cấu hình để suy ra số lượng kí tự nhị phân thứ nhất của mã đơn phân rút gọn từ dòng dữ liệu 601 sử dụng giải mã entropi với việc thay đổi ước lượng xác suất và số lượng kí tự nhị phân thứ hai của từ mã VLC sử dụng chế độ rẽ nhánh 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. Nghĩa 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 chuyển 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 bố trí 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 tiền mã hóa 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 chức năng ánh xạ có thể điều khiển bởi tham số điều khiển, để ánh xạ miền của các phần tử cú pháp có 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 phép 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 chỉnh 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 lên trên phương án mã hóa/giải mã thuật toán 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 thuật toán nhị phân thích ứng ngữ cảnh mà bộ mã hóa này sẽ trực tiếp xuất ra dòng dữ liệu 401 và lựa chọn ngữ cảnh để ký tự nhị phân được suy ra hiện thời từ dòng dữ liệu. Điều này đặc biệt đúng đối với sự thích ứng ngữ cảnh và/hoặc thích ứng xác suất. Cả hai đặc tính 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 với 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 từ dòng dữ liệu 401 do các phần tử cú pháp 327 được mã hóa thành sử dụng phép nhị phân hóa các phần tử cú pháp 327. Cần lưu ý rằng trong phần mô tả nêu trên, toàn bộ chi tiết được cung cấp với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.15 cũng có thể chuyển đến các phần tử được thể hiện trên Fig.16 chẳng hạn như, ví dụ, cho đến tận chức năng của bộ giải biểu tượng hóa 314, bộ khôi phục 404 và bộ giải mã entropi 409 có liên quan. Tuy nhiên, vì mục đích hoàn chỉnh, một số trong các chi tiết này được nêu ra một lần nữa dưới đây.

Bộ giải mã bao gồm bộ giải mã entropi 409 được tạo cấu hình để suy ra số lượng kí tự nhị phân 326 của phép nhị phân hóa từ dòng dữ liệu 401 sử dụng giải mã entropi nhị phân bằng cách lựa chọn một ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau và cập nhật các trạng thái xác suất kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau đó, phụ thuộc vào các phần được giải mã trước của dòng dữ liệu 401. Để rõ ràng hơn, như được mô tả ở trên, bộ giải mã entropi 409 có thể được tạo cấu hình để suy ra số lượng kí tự nhị phân 326 của các phép nhị phân hóa từ dòng dữ liệu 401 sử dụng giải mã entropi kí tự nhị phân chẳng hạn như kỹ thuật CABAC, hoặc giải mã PIPE kí tự nhị phân được mô tả ở trên, tức là sử dụng phép tạo dựng liên quan đến một số bộ giải mã entropi hoạt động song song 322 cùng với các bộ chọn/bộ gán tương ứng. Trong phạm vi liên quan đến sự lựa chọn ngữ cảnh, sự phụ thuộc của chúng đối với các phần được giải từ mã trước của dòng dữ liệu 401, có thể được thể hiện như được nêu ra ở trên. Nghĩa là, bộ giải mã entropi có thể được tạo cấu hình để thực hiện lựa chọn ngữ cảnh đối với kí tự nhị phân được suy ra hiện thời phụ thuộc vào vị trí kí tự nhị phân của kí tự nhị phân được suy ra hiện thời từ phép nhị phân hóa mà kí tự nhị phân được suy ra hiện thời thuộc về, kiểu phần tử cú pháp của phần tử cú pháp, mà giá trị nguyên của kí tự nhị phân thu được bằng cách giải nhị phân hóa phép nhị phân hóa mà kí tự nhị phân được suy ra hiện thời thuộc về, hoặc một hoặc nhiều kí tự nhị phân được suy ra trước đó từ dòng dữ liệu 401 hoặc giá trị nguyên của phần tử cú pháp được giải nhị phân hóa trước đó. Ví dụ, ngữ cảnh được chọn có thể khác nhau giữa kí tự nhị phân thứ nhất và kí tự nhị phân thứ hai của phép nhị phân hóa của phần tử cú pháp nhất định. Ngoài ra, các nhóm ngữ cảnh khác nhau có thể được cung cấp cho các kiểu phần tử cú pháp khác nhau chẳng hạn như biến đổi các mức hệ số, các chênh lệch vectơ chuyển động, các tham số chế độ mã hóa và tương tự.

Trong phạm vi liên quan đến cập nhật trạng thái xác suất, bộ giải mã entropi 409 có thể được tạo cấu hình để thực hiện tương tự, đối với kí tự nhị phân được suy ra hiện tại, bằng cách chuyển từ trạng thái xác suất hiện tại liên kết với ngữ cảnh được chọn cho kí tự nhị phân được suy ra hiện tại trong 126 trạng thái xác suất sang trạng thái xác suất mới trong số 126 trạng thái xác suất phụ thuộc vào kí tự nhị phân được suy ra hiện tại. Như được mô tả ở trên, bộ giải mã entropi 409 có thể, ví dụ, truy cập vào bảng ghi sử dụng trạng thái hiện thời và giá trị của kí tự nhị phân được suy ra hiện thời với bảng

ghi được truy cập cho thấy trạng thái xác suất mới. Tham khảo các bảng Next\_State\_LPS và Next\_State\_MPS nêu trên, việc tìm bảng đối với bảng được thực hiện bởi bộ giải mã entropi bên cạnh các bước từ 0 đến 5 khác được liệt kê ở trên. Trong phần mô tả ở trên, trạng thái xác suất đôi khi được biểu tượng là  $pState\_current[bin]$ . Cũng như được mô tả ở trên, bộ giải mã entropi 409 có thể được tạo cấu hình để giải mã thuật toán nhị phân kí tự nhị phân được suy ra hiện thời bằng cách lượng tử hóa giá trị bit khoảng xác suất hiện thời (R) đại diện cho khoảng xác suất hiện tại để thu được chỉ số khoảng xác suất  $q\_index$  và thực hiện chia nhỏ khoảng bằng cách chỉ số hóa bảng ghi trong số các bảng ghi (Rtab) sử dụng chỉ số khoảng xác suất và chỉ số trạng thái xác suất  $p\_state$  phụ thuộc vào trạng thái xác suất hiện tại kết hợp với ngữ cảnh được lựa chọn cho kí tự nhị phân cần suy ra hiện thời, để đạt được sự chia nhỏ khoảng xác suất hiện thời thành hai khoảng nhỏ. Như được mô tả, bộ giải mã entropi 409 có thể sử dụng phép biểu diễn 8 bit đối với giá trị độ rộng khoảng xác suất hiện thời R. Để lượng tử hóa giá trị độ rộng xác suất hiện thời, bộ giải mã entropi 409 có thể, ví dụ, chọn lấy hai hoặc ba bit quan trọng nhất của phép biểu diễn 8 bit.

Bộ giải mã entropi 409 sau đó có thể thực hiện lựa chọn trong số hai khoảng từng phần dựa trên giá trị trạng thái lệch từ bên trong khoảng xác suất hiện thời, cập nhật giá trị độ rộng khoảng xác suất và giá trị trạng thái lệch, và suy ra giá trị kí tự nhị phân cần suy ra hiện tại, sử dụng khoảng xác suất riêng phần được chọn và thực hiện sự tái chuẩn hóa giá trị độ rộng khoảng xác suất đã cập nhật và giá trị trạng thái lệch, cụ thể là V trong phần mô tả ở trên, bao gồm cả sự tiếp nối việc đọc các bit từ dòng dữ liệu 401. Như được mô tả ở trên, sự lựa chọn giữa hai khoảng xác suất riêng phần dựa trên giá trị trạng thái lệch V có thể liên quan đến sự so sánh giữa R và V trong khi việc cập nhật giá trị độ rộng khoảng xác suất và giá trị trạng thái lệch có thể phụ thuộc vào giá trị của kí tự nhị phân cần được suy ra hiện tại.

Để tiến hành mô tả Fig.16, bộ giải mã còn mô tả bộ giải biểu tượng hóa 314 được tạo cấu hình để giải nhị phân hóa các phép nhị phân hóa các phần tử cú pháp 327 để thu được các giá trị nguyên của phần tử cú pháp. Bộ khôi phục 404, cũng được bao gồm trong bộ giải mã trên Fig.16, sau đó khôi phục video 405 dựa trên các giá trị nguyên của phần tử cú pháp sử dụng tham số lượng tử hóa QP. Ví dụ, bộ khôi phục 404 có thể, như được mô tả ở trên, hoạt động theo cách thức dự báo cùng với sử dụng

tham số lượng tử hóa để thiết lập độ chính xác cho phép biểu diễn phần dư dự báo chẳng hạn như các mức hệ số biến đổi đại diện cho phiên bản được biến đổi của phần dư dự báo. Bộ giải mã entropi 409 được tạo cấu hình, như được mô tả ở trên, để phân biệt giữa các trạng thái xác suất 126. Nghĩa là,  $pState\_current[bin]$  kết hợp với số chỉ của  $valMPS$ , tức là số chỉ của MBS giữa 0 và 1, tức là, giữa các trạng thái biểu tượng có thể có, có khả năng giả định 126 trạng thái khác nhau. Bộ giải mã entropi 409 khởi tạo các trạng thái xác suất kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau, tức là,  $pState\_current$  đối với các ngữ cảnh sẵn có khác nhau, theo phương trình tuyến tính của tham số lượng tử hóa, tức là, phương trình theo  $a \cdot QP + d$ . Cần nhắc lại rằng  $pState\_current$  đơn thuần chỉ rõ chính xác xác suất của LSB. Do đó,  $a \cdot QP + d$  bộc lộ cả hai chỉ số, cụ thể là  $pState\_current$  và  $valMPS$ , tức là chỉ số tương ứng với hai trạng thái là MBS và chỉ số LBS. Trong khi  $a \cdot QP + d$  chỉ ra xác suất của biểu tượng nhất định, tức là 1 hoặc 0, mà thực tế là xác định xem  $a \cdot QP + d$  có cao hơn 63 hoặc không, trực tiếp chỉ ra rằng 0 hay 1 là MSB. Bộ giải mã entropi 126 suy ra, đối với mỗi ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau, hệ số góc  $a$  và độ lệch  $b$  của phương trình tuyến tính từ các phần 4 bit thứ nhất và thứ hai của giá trị khởi tạo 8 bit, cụ thể một mặt là bốn MSB và mặt khác là bốn LSB thấp hơn. Trong trường hợp này, bộ giải mã entropi 409 có thể được tạo cấu hình để khởi tạo các trạng thái xác suất kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau như các phần bắt đầu của các lát cắt hình ảnh video. Bộ giải mã entropi có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định cụ thể tham số lượng tử hóa cho mỗi lát cắt hình ảnh của video. Nghĩa là, bộ giải mã entropi 409 có thể suy ra từ dòng dữ liệu 401 thông tin làm cách nào để thiết lập tham số lượng tử hóa cho mỗi lát cắt hình ảnh. Sau đó, sử dụng hệ số góc và độ lệch, ước lượng xác suất được thiết lập tại phần bắt đầu mỗi lát cắt hình ảnh sử dụng tham số lượng tử hóa tương ứng của lát cắt hình ảnh tương ứng. “Tại phần bắt đầu của lát cắt hình ảnh” có thể, ví dụ, có nghĩa là “giải mã trước ký tự nhị phân thứ nhất cần được giải mã entropi sử dụng ngữ cảnh bất kỳ”. Cụ thể, bộ giải mã entropi 409 có thể được tạo cấu hình để khởi tạo các trạng thái xác suất kết hợp với ngữ cảnh khác tại các phần bắt đầu của các lát cắt hình ảnh của video bằng cách đọc tham số lượng tử hóa QP cho lát cắt hình ảnh hiện tại từ dòng dữ liệu 401 và khởi tạo các trạng thái xác suất kết hợp với các ngữ cảnh khác nhau theo phương trình tuyến tính của tham số lượng tử hóa đối với lát cắt hình ảnh hiện thời, trong đó bộ giải mã

entrôpi có thể, với mỗi lát cắt hình ảnh, suy ra hệ số góc và độ lệch của phương trình tuyến tính từ các phần 4 bit thứ nhất và thứ hai của cùng một giá trị khởi tạo 8 bit tương ứng. Nghĩa là, trong khi tham số lượng tử hóa QP thay đổi giữa các lát cắt hình ảnh của video, cặp hệ số góc và độ lệch là không thay đổi.

Bộ khôi phục 404 có thể, như vừa được mô tả, hoạt động theo cách thức dự báo. Theo đó, bộ khôi phục 404 có thể, trong khôi phục video 405 dựa trên các giá trị nguyên của các phân tử cú pháp 327, giải lượng tử hóa các mức hệ số biến đổi chứa trong các phân tử cú pháp sử dụng tham số lượng tử hóa QP, thực hiện tái biến đổi trên các mức hệ số biến đổi đã được giải lượng tử hóa để thu được phần dư dự báo, thực hiện dự báo không gian và/hoặc thời gian để thu được tín hiệu dự báo, và kết hợp phần dư dự đoán và tín hiệu dự báo để khôi phục video 405.

Để thể hiện ví dụ cụ thể, bộ giải mã entrôpi 409 có thể được tạo cấu hình để suy ra, đối với mỗi ngữ cảnh trong số các ngữ cảnh khác nhau, hệ số góc và độ lệch từ các phần 4 bit thứ nhất và thứ hai độc lập với nhau, ví dụ như nhờ bảng tìm kiếm như được mô tả ở trên, hoặc nếu không thì sử dụng các phép toán số học riêng biệt chẳng hạn như các phép toán tuyến tính. Nghĩa là, một mặt để đi ngang qua khe hở giữa 4 bit của hai phần 4 bit của các giá trị khởi tạo 8 bit, và mặt khác là 126 giá trị trạng thái xác suất khác nhau, bộ giải mã entrôpi 409 có thể đưa cả hai phần 4 bit riêng biệt vào các phương trình tuyến tính. Ví dụ, các MSB của giá trị khởi tạo 8 bit,  $p$ , được quay về hệ số góc bằng cách tính theo công thức: hệ số góc =  $m \cdot p + n$ , và bốn LSB của giá trị khởi tạo 8 bit,  $q$ , được sử dụng để tính độ lệch theo công thức: độ lệch =  $s \cdot q + t$ .  $m$ ,  $n$ ,  $t$  và  $s$  là các hằng số được chọn thích hợp. Nhằm mục đích mô tả hoàn chỉnh, Fig.17 thể hiện bộ mã hóa phù hợp với bộ giải mã trên Fig. 16, trong đó bộ mã hóa trên Fig.17 có kết cấu gần như tương ứng với, ví dụ, kết cấu của bộ mã hóa trên Fig.20 và các phương án khác đối với bộ mã hóa theo cách tương tự như bộ giải mã trên Fig.16 được tương ứng bộ giải mã trên Fig.11, tức là, ngoài việc bỏ đi khả năng chuyển chế độ và thực thi bộ mã hóa entrôpi 513 theo nhiều thuật ngữ chung như bao gồm hoặc là khái niệm PIPE hoặc là khái niệm khác chẳng hạn như khái niệm CABAC được kể ra ở trên. Bên cạnh đó, tất cả phần mô tả được cung cấp ở trên đối với Fig.16 có thể chuyển hoàn toàn trên Fig.17.

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

Tín hiệu mã hóa theo sáng chế có thể được lưu trên phương tiện lưu trữ kỹ thuật số hoặc có thể được truyền trên phương tiện truyền dẫn như phương tiện truyền dẫn vô tuyến hoặc phương tiện truyền dẫn hữu tuyến chẳng hạn như mạng Internet.

Phụ thuộc vào các yêu cầu thực hiện nhất định, các phương án theo sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng hoặc phần mềm. Việc cài đặt có thể được thực hiện sử dụng phương tiện lưu trữ kỹ thuật số, ví dụ, đĩa mềm, DVD, Blue-Ray, CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM hoặc bộ nhớ FLASH, có các tín hiệu điều khiển có thể đọc điện tử được lưu trên đó, mà các vật ghi lưu trữ này kết hợp (hoặc có khả năng kết hợp) với hệ thống máy tính có thể lập trình để thực hiện được phương pháp tương ứng. Do đó, vật ghi lưu trữ kỹ thuật số có thể đọc được bằng máy tính.

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

Thông thường, các phương án theo sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình có tác dụng 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 trên vật mang có thể đọc bằng máy.

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

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

Do đó, phương án khác về phương pháp theo sáng chế là vật mang dữ liệu (hoặc phương tiện lưu trữ kỹ thuật số, hoặc phương tiện có thể đọc bằng máy tính) bao gồm chương trình máy tính được ghi lên đó, chương trình máy tính này dùng để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Vật mang dữ liệu, vật ghi lưu trữ kỹ thuật số hoặc vật ghi, thường là hữu hình và/hoặc không tạm thời.

Do đó, phương án khác về phương pháp theo sáng chế là dòng dữ liệu hoặc chuỗi tín hiệu đại diện cho chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Dòng dữ liệu hoặc chuỗi tín hiệu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để được truyền thông qua kết nối truyền thông dữ liệu, ví dụ thông qua mạng Internet.

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

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

Theo một số phương án, thiết bị logic có thể lập trình (ví dụ, mảng công có thể lập trình dạng trường) có thể được sử dụng để thực hiện một số hoặc tất cả các hàm chức năng của các phương pháp được mô tả ở đây. Theo một số phương án, mảng công có thể lập trình 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, tốt nhất là các phương pháp được thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kỳ.

Các phương án được mô tả ở trên chỉ đơn thuần minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các sửa đổi và thay đổi về bố cục và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ trở nên rõ ràng với người có hiểu biết trong lĩnh vực tương ứng. Do đó, sáng chế chỉ bị giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo mà không bị giới hạn ở các chi tiết cụ thể được thể hiện dưới dạng mô tả và diễn giải ở các phương án trong sáng chế.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ giải mã để giải mã video từ dòng dữ liệu do các phần tử cú pháp được mã hóa thành, bộ giải mã bao gồm:

bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để giải mã các phần tử cú pháp dựa trên một hoặc nhiều hơn một ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh được sử dụng trong giải mã entropi nhị phân, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để khởi tạo ít nhất một ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh dựa trên tham số lượng tử hóa, hệ số góc và giá trị độ lệch, trong đó hệ số góc được suy ra từ bốn bit quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit được kết hợp với ít nhất một ngữ cảnh và giá trị độ lệch được suy ra từ bốn bit ít quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit; và

bộ khôi phục được tạo cấu hình để khôi phục video dựa trên các phần tử cú pháp được giải mã entropi và tham số lượng tử hóa.

2. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó:

dòng dữ liệu bao gồm các phép nhị phân hóa được mã hóa của các phần tử cú pháp;

bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để giải mã các phép nhị phân hóa dựa trên việc giải mã entropi nhị phân;

bộ giải mã còn bao gồm bộ khử biểu tượng hóa được tạo cấu hình để giải nhị phân các phép nhị phân hóa của các phần tử cú pháp để thu được các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp; và

bộ khôi phục được tạo cấu hình để khôi phục video dựa trên các giá trị nguyên của các phần tử cú pháp.

3. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để giải mã các phần tử cú pháp dựa trên việc giải mã số học nhị phân.

4. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để lựa chọn ngữ cảnh từ nhiều ngữ cảnh để giải mã phần tử cú pháp dựa trên một hoặc nhiều trong số:

vị trí ký tự nhị phân của ký tự nhị phân của phần tử cú pháp,

loại phần tử cú pháp của phần tử cú pháp; và

giá trị được kết hợp với phần tử cú pháp được giải mã trước đó.

5. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để cập nhật các trạng thái xác suất được kết hợp với mỗi ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh bằng cách chuyển tiếp từ trạng thái xác suất hiện thời được kết hợp với ngữ cảnh sang trạng thái xác suất mới trong số 126 trạng thái xác suất dựa trên phần của phần tử cú pháp đang được giải mã hiện thời.

6. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để giải mã số học nhị phân ký tự nhị phân của phần tử cú pháp đang được giải mã hiện thời bằng cách lượng tử hóa giá trị độ rộng khoảng xác suất hiện thời biểu diễn khoảng xác suất hiện thời để thu được chỉ số khoảng xác suất và thực hiện việc chia nhỏ khoảng xác suất bằng cách chỉ số hóa bảng ghi trong số các bảng ghi sử dụng chỉ số khoảng xác suất và chỉ số trạng thái xác suất phụ thuộc vào trạng thái xác suất hiện thời được kết hợp với ngữ cảnh được chọn cho ký tự nhị phân, để đạt được sự chia nhỏ khoảng xác suất hiện thời thành hai khoảng xác suất riêng phần.

7. Bộ giải mã theo điểm 6, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để sử dụng phép biểu diễn 8 bit thể hiện giá trị độ rộng khoảng xác suất hiện thời và để thu được 2 hoặc 3 bit quan trọng nhất của phép biểu diễn 8 bit trong lượng tử hóa giá trị độ rộng khoảng xác suất hiện thời.

8. Bộ giải mã theo điểm 6, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để:

chọn một khoảng trong số hai khoảng riêng phần dựa trên giá trị trạng thái độ lệch từ trong khoảng xác suất hiện thời;

cập nhật giá trị độ rộng khoảng xác suất và giá trị trạng thái độ lệch;

suy ra giá trị của ký tự nhị phân sử dụng khoảng riêng phần được chọn; và

thực hiện phép tái chuẩn hóa giá trị độ rộng khoảng xác suất đã cập nhật và giá trị trạng thái độ lệch bao gồm việc tiếp tục đọc các bit từ dòng dữ liệu.

9. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó bộ giải mã entropi được tạo cấu hình để khởi tạo nhiều ngữ cảnh tại các phần bắt đầu của mỗi lát cắt hình ảnh của video.

10. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó hệ số góc và giá trị độ lệch được xác định dựa trên giá trị khởi tạo 8 bit sử dụng bảng tìm kiếm.

11. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó hệ số góc được xác định dựa trên phép toán số học thứ nhất sử dụng bốn bit quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit, và giá trị độ lệch được xác định dựa trên phép toán số học thứ hai sử dụng bốn bit ít quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit.

12. Bộ giải mã theo điểm 1, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất phần được kết hợp với các mẫu màu liên quan đến video.

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

14. Bộ mã hóa để mã hóa video thành dòng dữ liệu, bộ mã hóa bao gồm:

bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để mã hóa các phần tử cú pháp liên quan đến video thành dòng dữ liệu dựa trên tham số lượng tử hóa và một hoặc nhiều hơn một ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh được sử dụng trong mã hóa entropi nhị phân, trong đó bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để khởi tạo ít nhất một ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh dựa trên tham số lượng tử hóa, hệ số góc và giá trị độ lệch, trong đó hệ số góc được suy ra từ bốn bit quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit được kết hợp với ít nhất một ngữ cảnh và giá trị độ lệch được suy ra từ bốn bit ít quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit.

15. Bộ mã hóa theo điểm 14, trong đó bộ mã hóa còn bao gồm bộ biểu tượng hóa được tạo cấu hình để nhị phân hóa các phần tử cú pháp để thu được các phép nhị phân hóa của các phần tử cú pháp,

trong đó bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để mã hóa các phép nhị phân hóa dựa trên việc giải mã entropi nhị phân.

16. Bộ mã hóa theo điểm 14, trong đó bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để mã hóa các phần tử cú pháp dựa trên việc mã hóa số học nhị phân.

17. Bộ mã hóa theo điểm 14 trong đó bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để lựa chọn ngữ cảnh từ nhiều ngữ cảnh để mã hóa phần tử cú pháp dựa trên một hoặc nhiều trong số:

vị trí kí tự nhị phân của kí tự nhị phân của phần tử cú pháp,

loại phần tử cú pháp của phần tử cú pháp; và

giá trị được kết hợp với phần tử cú pháp được mã hóa trước đó.

18. Bộ mã hóa theo điểm 14, trong đó bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để cập nhật các trạng thái xác suất được kết hợp với mỗi ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh bằng cách chuyển tiếp từ trạng thái xác suất hiện thời được kết hợp với ngữ cảnh sang trạng thái xác suất mới trong số 126 trạng thái xác suất dựa trên phần của phần tử cú pháp đang được mã hóa hiện thời.

19. Bộ mã hóa theo điểm 14, trong đó bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để mã hóa số học nhị phân kí tự nhị phân của phần tử cú pháp đang được mã hóa hiện thời bằng cách lượng tử hóa giá trị độ rộng khoảng xác suất hiện thời biểu diễn khoảng xác suất hiện thời để thu được chỉ số khoảng xác suất, và thực hiện phép chia nhỏ khoảng xác suất bằng cách chỉ số hóa bằng ghi trong số các bảng ghi sử dụng chỉ số khoảng xác suất và chỉ số trạng thái xác suất phụ thuộc vào trạng thái xác suất hiện thời được kết hợp với ngữ cảnh được chọn cho kí tự nhị phân, để đạt được sự chia nhỏ khoảng xác suất hiện thời thành hai khoảng xác suất riêng phần.

20. Bộ mã hóa theo điểm 14, trong đó bộ mã hóa entropi được tạo cấu hình để khởi tạo nhiều ngữ cảnh tại phần bắt đầu của mỗi lát cắt hình ảnh của video.

21. Bộ mã hóa theo điểm 14, trong đó hệ số góc và giá trị độ lệch được xác định dựa trên các phần khác nhau của giá trị khởi tạo 8 bit sử dụng bảng tìm kiếm.

22. Bộ mã hóa theo điểm 14, trong đó hệ số góc được xác định dựa trên phép toán số học thứ nhất mà sử dụng bốn bit quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit, và giá trị độ lệch được xác định dựa trên phép toán số học thứ hai mà sử dụng bốn bit ít quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit.

23. Bộ mã hóa theo điểm 14, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất phần được kết hợp với các mẫu có màu sắc liên quan đến video.

24. Bộ mã hóa theo điểm 14, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất phần được kết hợp với các giá trị chiều sâu liên quan đến bản đồ chiều sâu liên quan đến video.

25. Phương pháp giải mã video từ dòng dữ liệu do các phần tử cú pháp được mã hóa thành, phương pháp bao gồm:

giải mã các phần tử cú pháp dựa trên một hoặc nhiều hơn một ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh được sử dụng trong việc giải mã entropi nhị phân, trong đó ít nhất một ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh được khởi tạo dựa trên tham số lượng tử hóa, hệ số góc và giá trị độ lệch, trong đó hệ số góc được suy ra từ bốn bit quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit được kết hợp với ít nhất một ngữ cảnh và giá trị độ lệch được suy ra từ bốn bit ít quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit; và

khôi phục video dựa trên các phần tử cú pháp được giải mã entropi và tham số lượng tử hóa.

26. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính, bất biến lưu trữ trên đó chương trình máy tính chứa mã chương trình để thực hiện phương pháp theo điểm 25 khi chương trình máy tính chạy trên máy tính.

27. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính, bất biến để lưu trữ dữ liệu được liên kết với video, vật ghi bao gồm:

dòng dữ liệu được lưu trữ trên vật ghi có thể đọc được bằng máy tính, bất biến, dòng dữ liệu chứa các phần tử cú pháp được mã hóa được liên kết với video, trong đó các phần tử cú pháp được mã hóa entropi dựa trên một hoặc nhiều hơn một ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh được sử dụng trong mã hóa entropi nhị phân, trong đó ít nhất một ngữ cảnh trong số nhiều ngữ cảnh được khởi tạo dựa trên tham số lượng tử hóa, hệ số góc và giá trị độ lệch, trong đó hệ số góc được suy ra từ bốn bit quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit được kết hợp với ít nhất một ngữ cảnh và giá trị độ lệch được suy ra từ bốn bit ít quan trọng nhất của giá trị khởi tạo 8 bit.

28. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính, bất biến theo điểm 27, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất phần được kết hợp với các mẫu có màu sắc liên quan đến video.

29. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính, bất biến theo điểm 27, trong đó dòng dữ liệu bao gồm ít nhất phần được kết hợp với các giá trị chiều sâu liên quan đến bản đồ chiều sâu liên quan đến video.

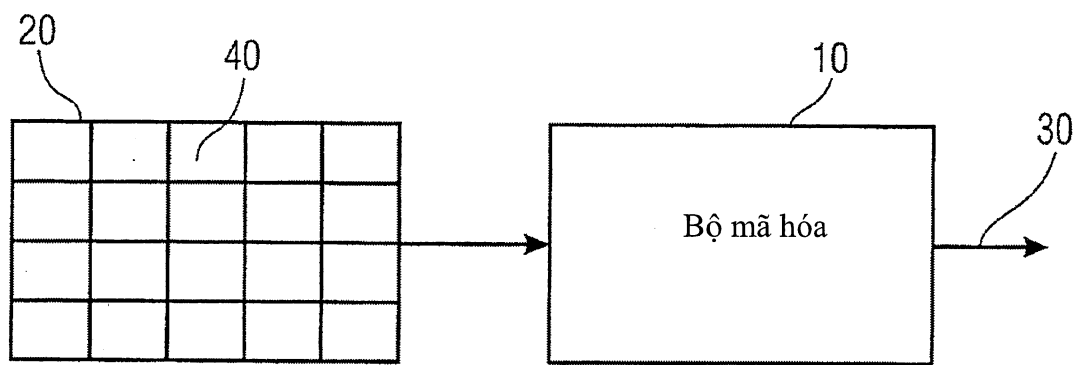


FIG 1

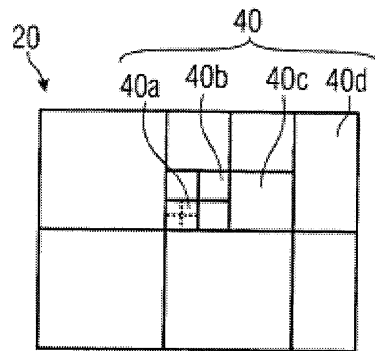


FIG 2A

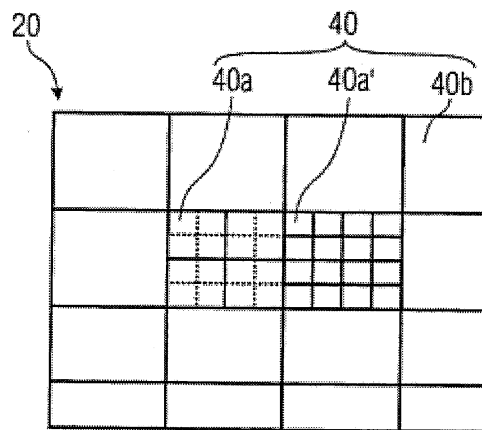


FIG 2B

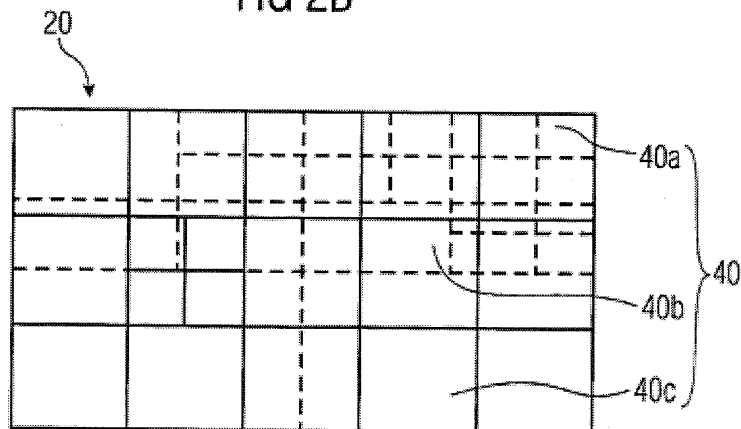


FIG 2C

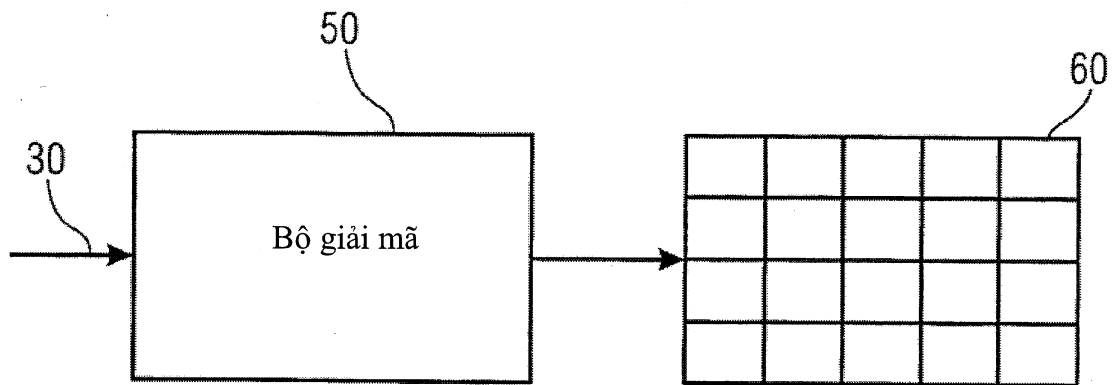


FIG 3

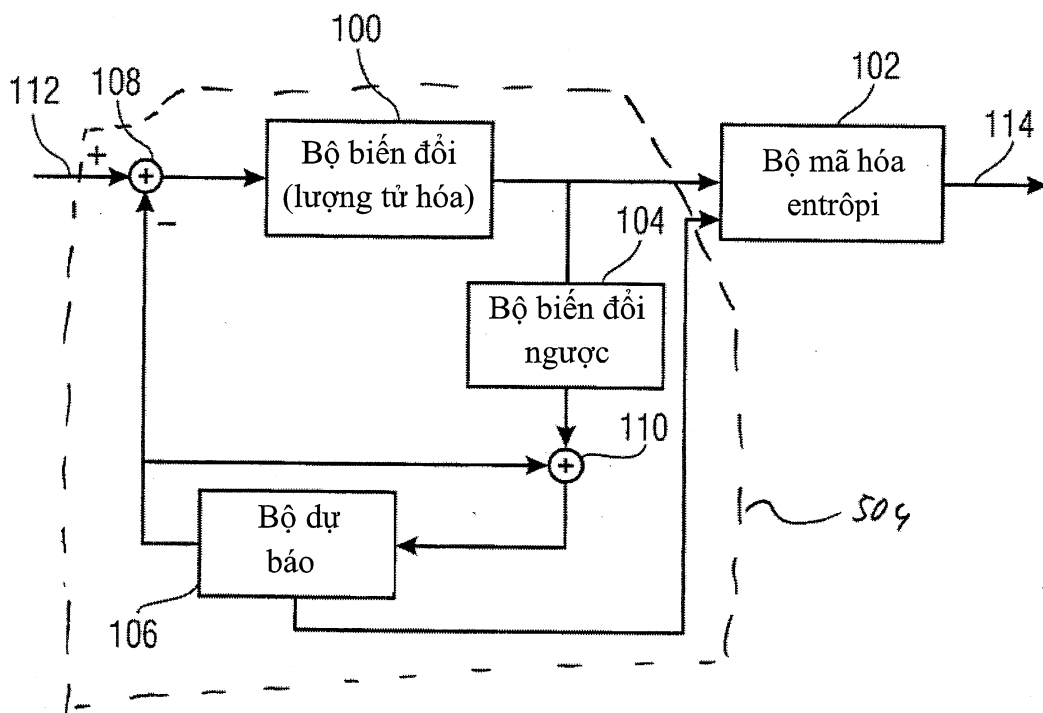


FIG 4

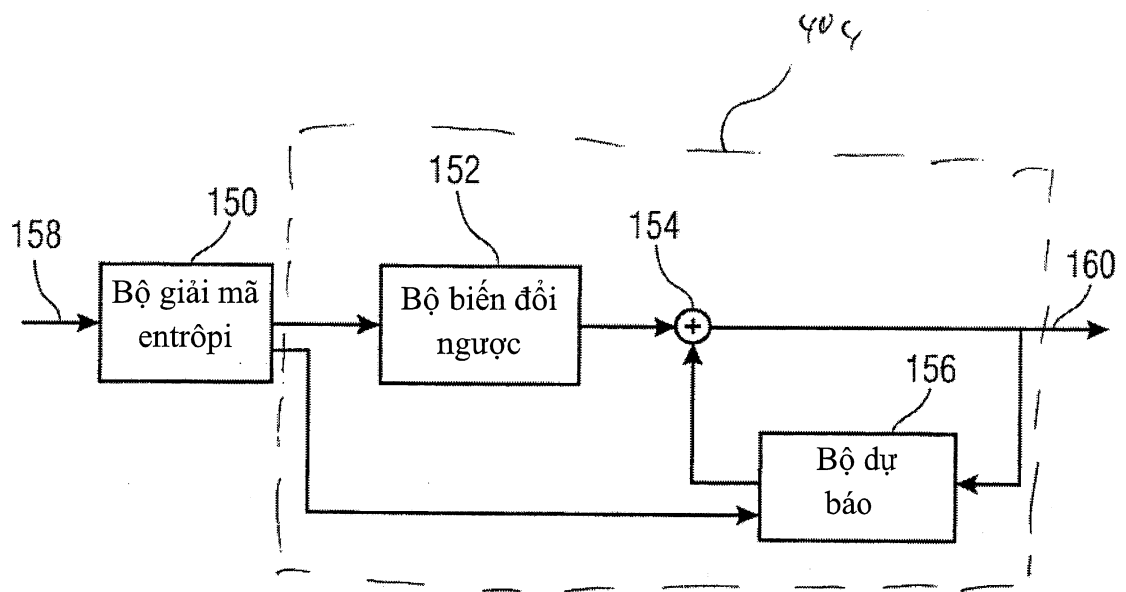


FIG 5

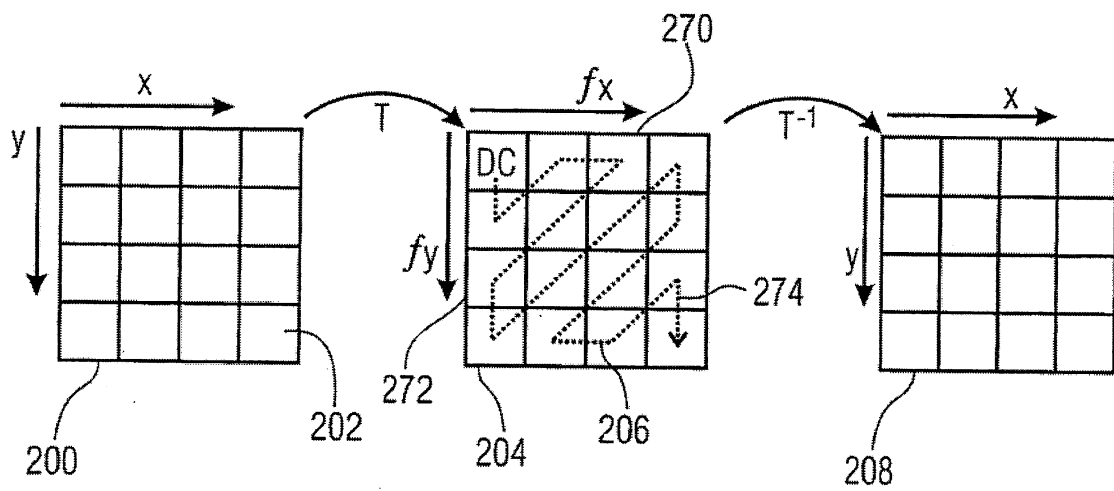


FIG 6

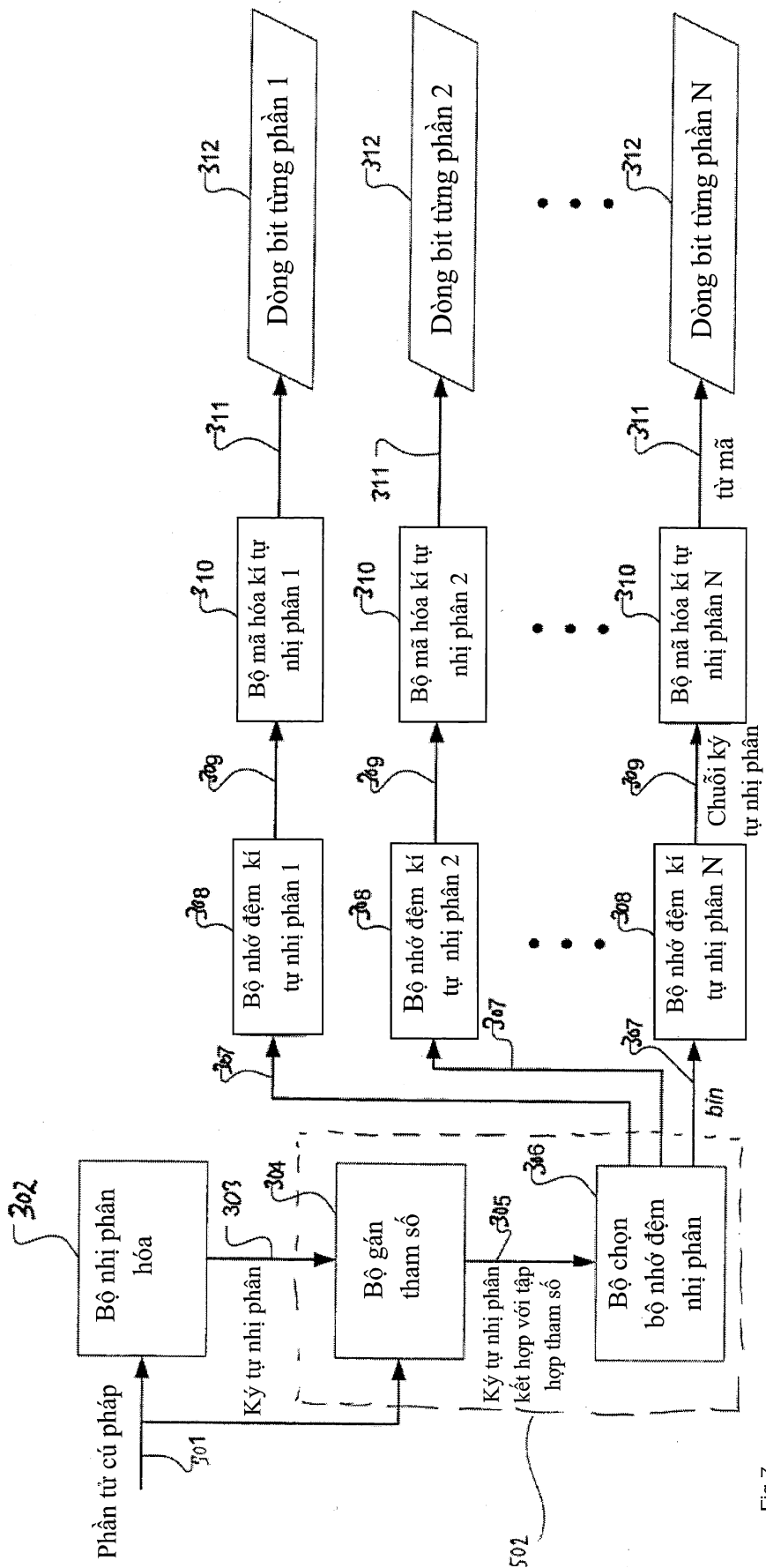


Fig. 7

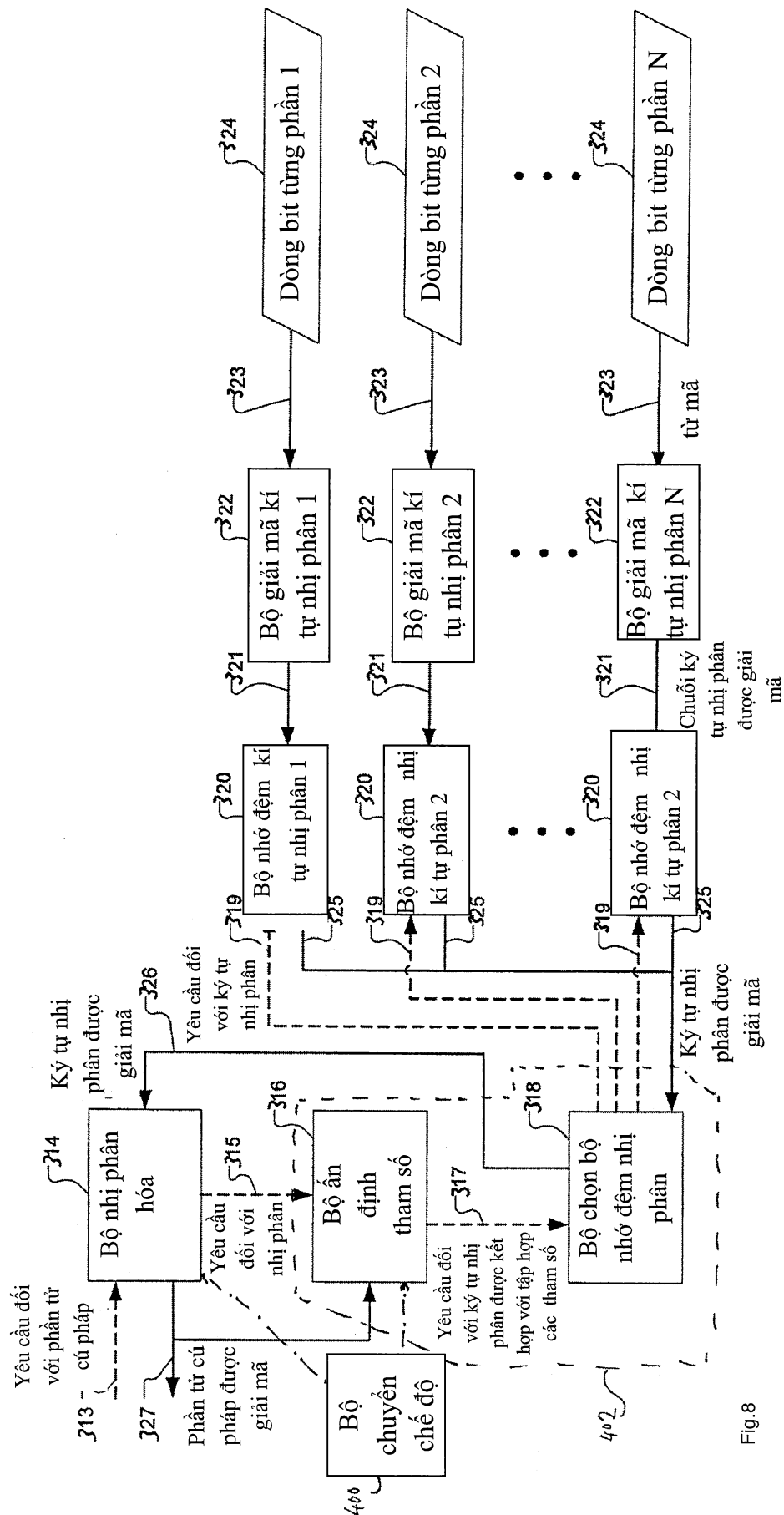


Fig. 8

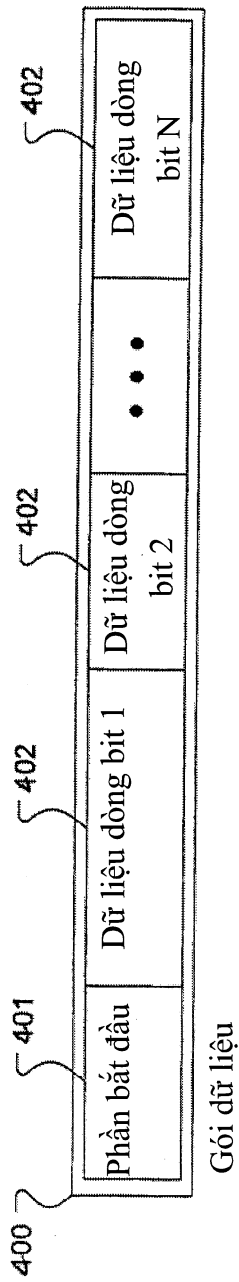


Fig.9

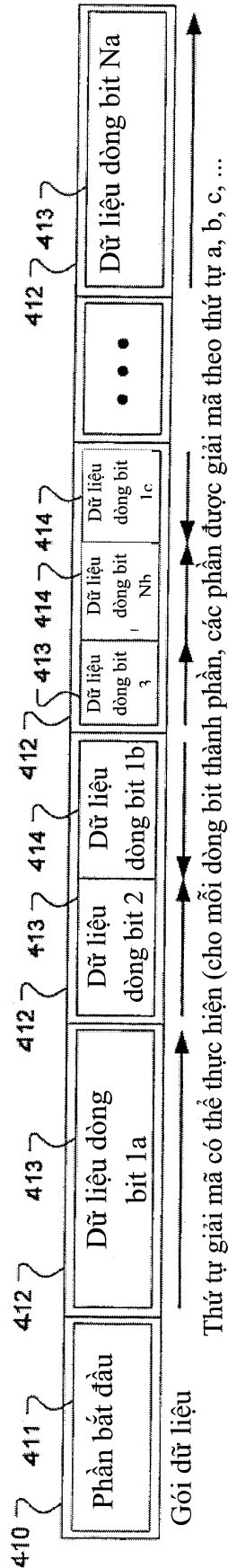


Fig.10

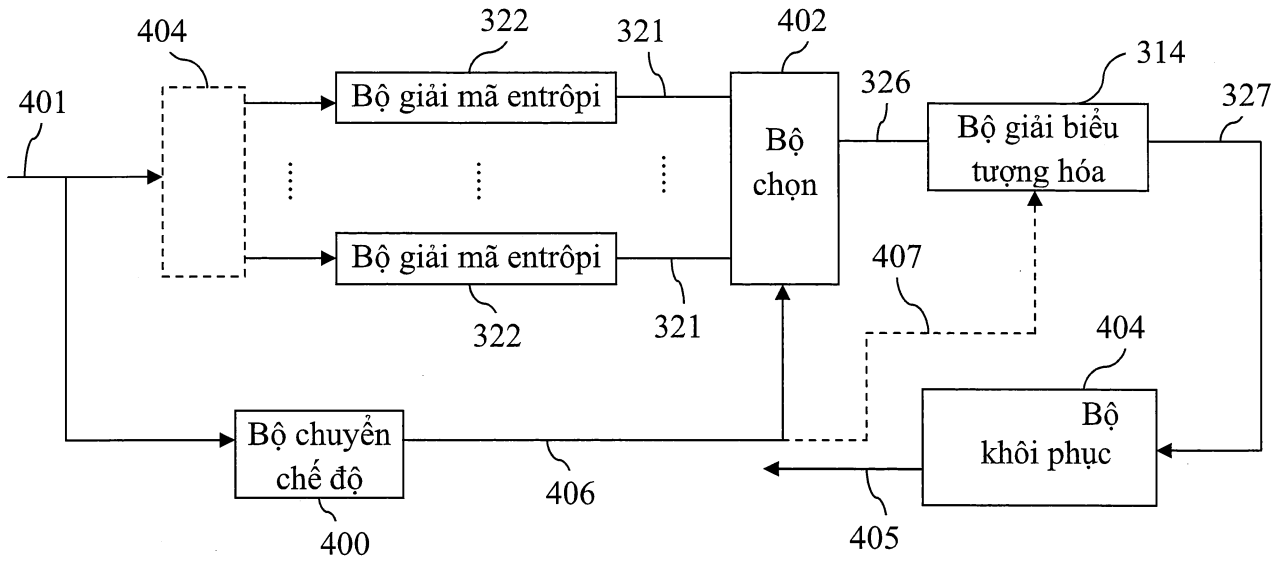


Fig.11

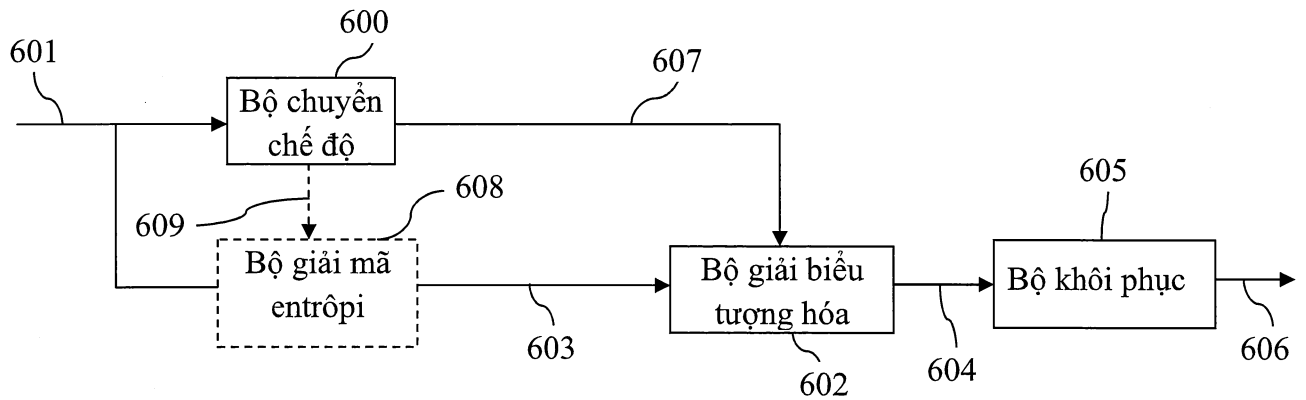


Fig.12

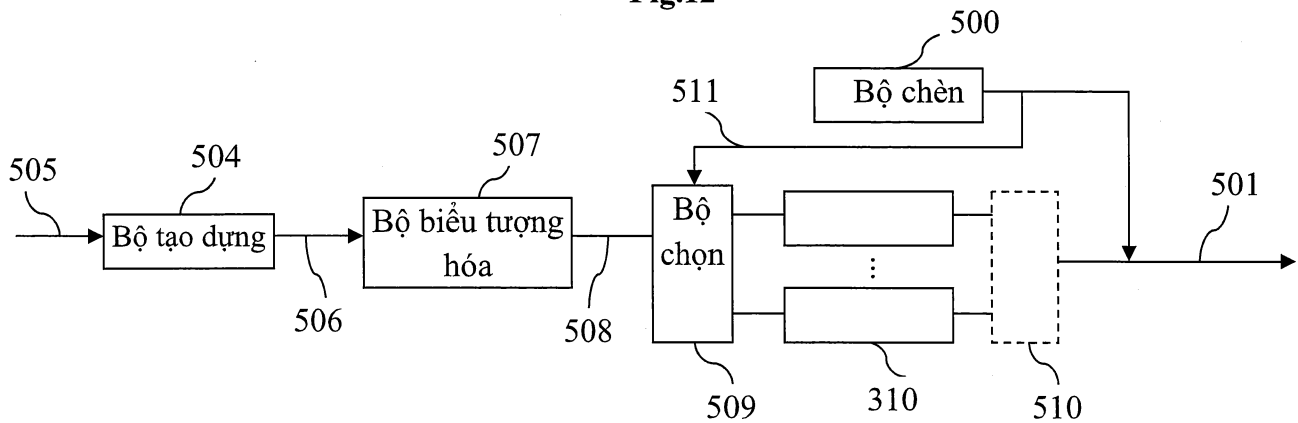


Fig.13

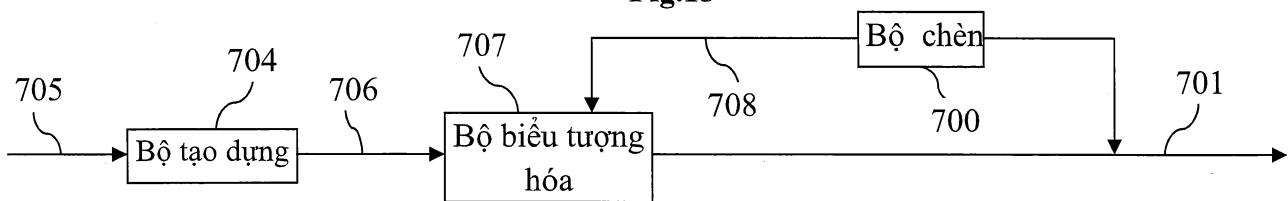
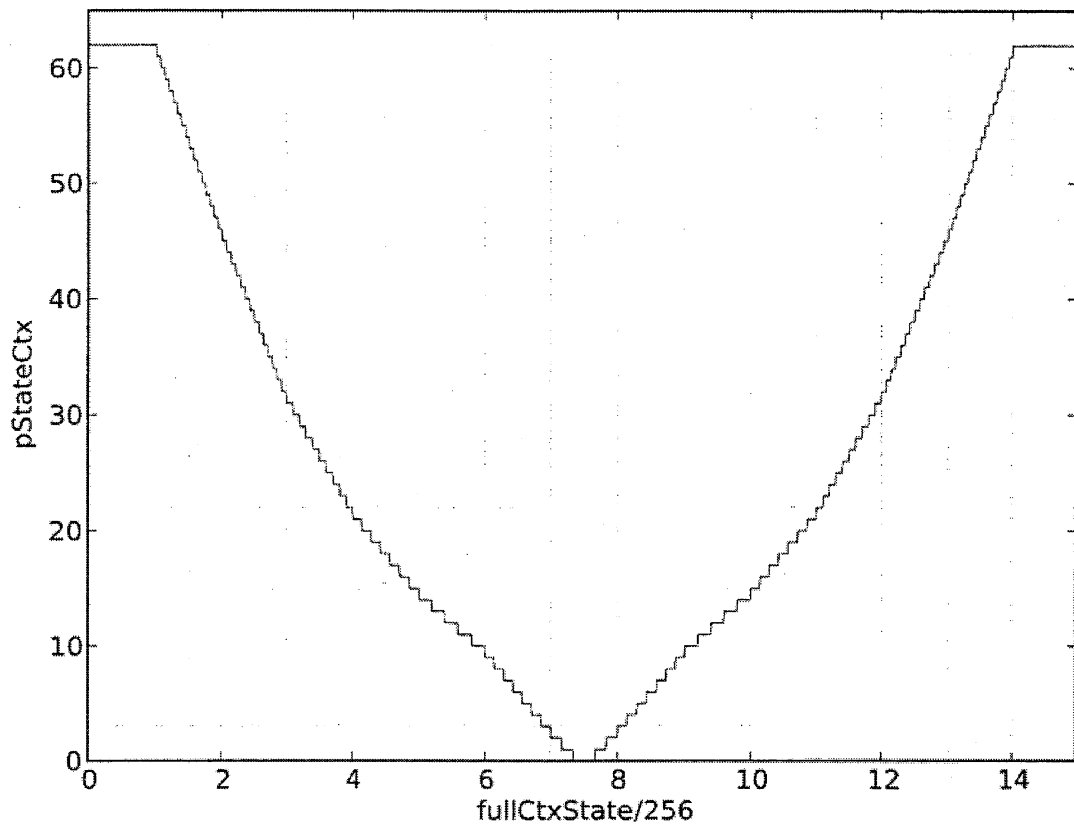


Fig.14

**Fig.15**

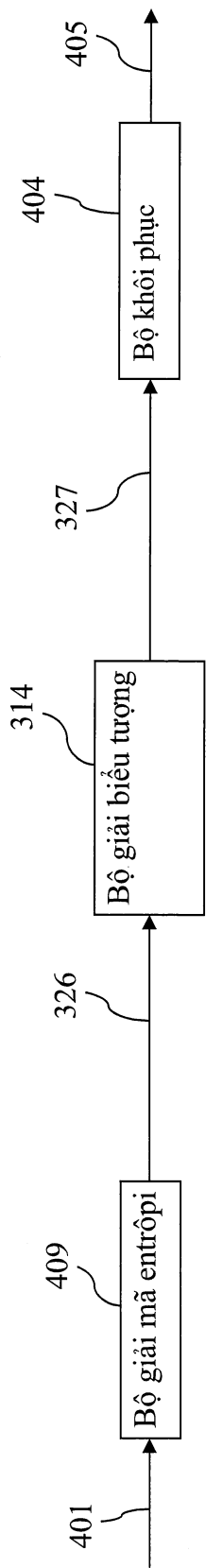


Fig.16

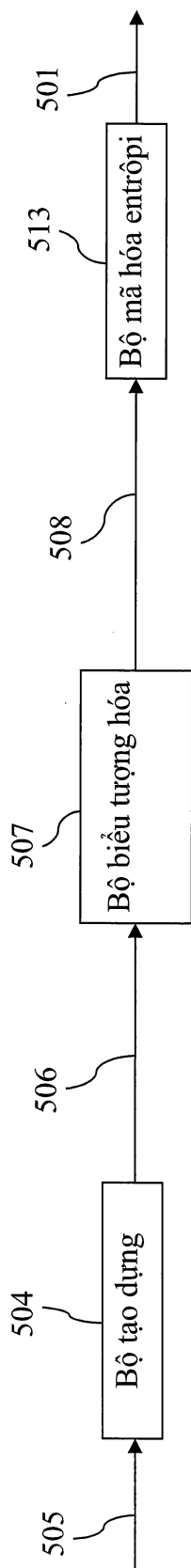


Fig.17