



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

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

(11)



1-0053579

(51)⁷ H04L 1/18

(13) B

(21) 1-2019-03151

(22) 21/03/2018

(86) PCT/CN2018/079909 21/03/2018

(87) WO 2018/233334 27/12/2018

(30) 201710465748.2 19/06/2017 CN; 201710719562.5 21/08/2017 CN

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/03/2020 384A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

Huawei Administration Building Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong
518129, China

(72) MA, Liang (CN); ZENG, Xin (CN); ZHENG, Chen (CN); LIU, Xiaojian (CN); WEI,
Yuejun (CN).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SO KHỚP TỶ LỆ CHO MÃ KIỂM TRA CHẴN LẺ MẬT ĐỘ
THẤP TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG, THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG VÀ
PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2019-03151

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp so khớp tỷ lệ cho mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp trong hệ thống truyền thông, thiết bị truyền thông và phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính. Thiết bị truyền thông được cấu hình để: thu được vị trí bắt đầu trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit đầu ra, và xác định chuỗi bit đầu ra từ chuỗi bộ đệm W dựa trên vị trí bắt đầu, trong đó giá trị của vị trí bắt đầu là phần tử trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$, $0 \leq k < k_{\max}$, $0 \leq p_k < N_{CB}$, p_k là số nguyên, k là số nguyên, N_{CB} là độ dài của chuỗi bộ đệm W, $k_{\max}$ là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4 và có hai hoặc nhiều khoảng lân cận khác nhau trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$. Chuỗi bit để truyền hoặc truyền lại ban đầu được xác định chính xác, do đó hiệu suất giải mã của thiết bị truyền thông ở phía thu sau khi thu chuỗi bit được cải thiện, tốc độ giải mã được tăng cường và giảm thời gian truyền lại.

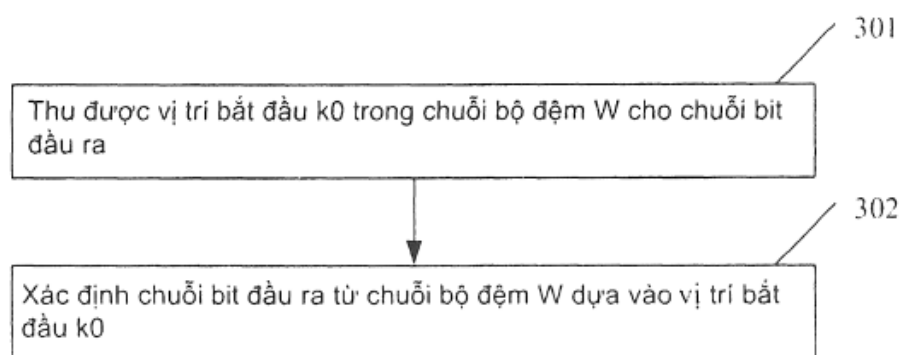


FIG. 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông, và cụ thể, đề cập đến phương pháp xử lý thông tin, thiết bị, thiết bị truyền thông, và hệ thống truyền thông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong hệ thống truyền thông không dây, kỹ thuật yêu cầu lặp lại tự động lại (Yêu cầu lặp tự động lại, HARQ) là một kỹ thuật quan trọng có thể cải thiện độ tin cậy của liên kết dữ liệu.

Mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check, LDPC) là loại mã khối tuyến tính mà có ma trận kiểm tra chẵn lẻ thưa thớt và được đặc trưng bởi cấu trúc linh hoạt và độ phức tạp giải mã thấp. Do sử dụng thuật toán giải mã lặp của tính song song cục bộ, mã LDPC có tỷ lệ lưu lượng cao hơn mã Turbo thông thường. Mã LDPC được coi là mã sửa lỗi thế hệ tiếp theo cho hệ thống truyền thông và có thể được sử dụng để cải thiện độ tin cậy và sử dụng năng lượng của truyền dẫn kênh, và có thể được áp dụng rộng rãi cho truyền thông không gian, truyền thông cáp quang, hệ thống truyền thông cá nhân, ADSL, thiết bị ghi từ tính, và tương tự. Hiện tại, trong truyền thông di động thế hệ thứ 5, mã LDPC đã được xem xét được sử dụng như là một trong các cơ chế mã hóa kênh.

Để hỗ trợ các độ dài mã và tỷ lệ mã khác nhau, thiết bị truyền thông thực hiện so khớp tỷ lệ sau khi mã hóa kênh để điều chỉnh tỷ lệ mã của khối được mã hóa, và thu được chuỗi bit cần gửi, để khớp với tỷ lệ mã giải mã. Thiết bị truyền thông có thể còn thực hiện sự bỏ bit trên khối mã hóa LDPC trong quá trình so khớp tỷ lệ, để tăng tỷ lệ mã; hoặc thiết bị truyền thông thực hiện việc lặp lại bit trên khối mã hóa LDPC trong quá trình so khớp tỷ lệ, để giảm tỷ lệ mã.

Trong quá trình so khớp tỷ lệ, thiết bị truyền thông ở phía truyền chọn chuỗi

bit cần gửi, và gửi chuỗi bit đến thiết bị truyền thông ở phía thu sau khi thực hiện các quy trình như xen kẽ và ánh xạ, v.v.. Thiết bị truyền thông ở phía thu kết hợp các giá trị mềm của chuỗi bit với các bit giá trị mềm được lưu trữ (bit kênh mềm) và thực hiện giải mã, để thu được khối mã hóa.

Trong kỹ thuật đã biết, khi sử dụng phương pháp so khớp tỷ lệ hiện có, thiết bị truyền thông có hiệu suất HARQ kém.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án của sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị xử lý thông tin, thiết bị truyền thông, và hệ thống truyền thông, để cải thiện hiệu suất HARQ.

Theo khía cạnh thứ nhất, phương pháp xử lý thông tin cho hệ thống truyền thông được đề xuất. Phương pháp này bao gồm: thu được vị trí bắt đầu trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit đầu ra, trong đó chuỗi bộ đệm W bao gồm chuỗi bit D hoặc một phần của chuỗi bit D , và độ dài của chuỗi bit D là K_D bit; và xác định chuỗi bit đầu ra từ chuỗi bộ đệm W dựa trên vị trí bắt đầu k_0 .

Theo khía cạnh thứ hai, phương pháp xử lý thông tin cho hệ thống truyền thông được đề xuất. Phương pháp này bao gồm: lấy vị trí bắt đầu k_0 trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit mềm, trong đó chuỗi bộ đệm W bao gồm chuỗi giá trị mềm của chuỗi bit D hoặc một phần của chuỗi giá trị mềm của chuỗi bit D , và độ dài của chuỗi giá trị mềm của chuỗi bit D là K_D ; và kết hợp và lưu trữ chuỗi bit mềm với chuỗi bộ đệm W bắt đầu từ vị trí bắt đầu k_0 .

Trong cách thực hiện có thể của khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai, giá trị của k_0 là p_k , p_k là phần tử của $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$, $0 \leq k < k_{\max}$, $0 \leq p_k < N_{CB}$, p_k là số nguyên, k là số nguyên, N_{CB} là độ dài của chuỗi bộ đệm W , và $k_{\max}$ là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4; và có hai hoặc nhiều khoảng khác nhau giữa các giá trị liên tiếp trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$.

Trong cách thực hiện nêu trên, độ dài của chuỗi giá trị mềm của chuỗi bit D là K_D , và chuỗi bit D là chuỗi bit thu được bằng cách mã hóa chuỗi bit C có độ dài K dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (LDPC), hoặc chuỗi bit D

được thu bằng cách rút ngắn, bởi s_0 bit, chuỗi bit thu được bằng cách mã hóa chuỗi bit C có độ dài K dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (LDPC).

Dựa trên chuỗi bit đầu ra được xác định trong cách thực hiện nêu trên, số lượng bit lặp lại được giảm, do đó làm giảm việc thất thoát hiệu suất giải mã.

Trong cách thực hiện có thể khác của khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai, nếu $k=0$, $p_0=0$ hoặc $p_0=l_0 \cdot r$, tại l_0 là số nguyên dương, r là số lượng bit được bao gồm trong phân đoạn bit đơn vị trong chuỗi bộ đệm W, và r là số nguyên lớn hơn 0.

Ví dụ, $k_{\max}=2^n$, và n là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 2.

Trong cách thực hiện có thể khác dựa trên bất kỳ một trong khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai hoặc cách thực hiện nêu trên, $k_{\max}=4$, và nếu $N_{CB} \geq K_D$ và $k > 0$, $p_k \geq (p_0 + K)$ hoặc $p_k \geq (p_0 - s_0 + K)$; và

$$\begin{aligned} \text{Nếu } N_{CB} < K_D \text{ và } k > 0, \quad p_k &\geq \left(p_0 + \left\lceil K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil \right) \quad \text{hoặc} \\ p_k &\geq \left(p_0 + \left\lfloor K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rfloor \right), \quad \text{hoặc} \quad p_k \geq \left(p_0 - s_0 + \left\lceil K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil \right) \quad \text{hoặc} \\ p_k &\geq \left(p_0 - s_0 + \left\lfloor K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rfloor \right), \end{aligned}$$

$\lceil \cdot \rceil$ thể hiện cho làm tròn lên $\lfloor \cdot \rfloor$ thể hiện cho làm tròn xuống.

Tùy chọn, nếu $p_0 < p_1 < p_2 < p_3$, $(p_1 - p_0) > (p_2 - p_1)$.

Ngoài ra, để làm cho vị trí bắt đầu là bội số của phân đoạn bit đơn vị, $p_k = l_k \cdot r$ và l_k là số nguyên dương.

Tùy chọn, số lượng bit rút ngắn là $s_0 = n \cdot r$, và n là số nguyên dương.

Trong thiết kế có thể, $r = z$ và z là yếu tố nâng của ma trận LDPC.

Trong thiết kế có thể khác, nếu số lượng hàng của ma trận xen kẽ là $R_{subblock}$, r có thể là $R_{subblock}$.

Trong cách thực hiện có thể khác nữa dựa trên bất kỳ một trong các cách thực hiện nêu trên, vị trí bắt đầu k_0 được xác định dựa trên số vị trí bắt đầu của

phiên bản dự phòng rv_{idx} .

Trong thiết kế có thể, vị trí bắt đầu k_0 có thể được thu dựa trên tham số của số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} .

Ví dụ, trong truyền lại thích ứng, số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} có thể thu được từ báo hiệu.

Đối với ví dụ khác, trong truyền lại thích ứng hoặc truyền lại không thích ứng, số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} có thể thu được dựa trên chuỗi của các số vị trí bắt đầu của các phiên bản dự phòng và i , i là số lượng lần truyền.

Chuỗi của các số vị trí bắt đầu của các phiên bản dự phòng được đọc từ bộ nhớ, hoặc chuỗi của các số vị trí bắt đầu của các phiên bản dự phòng được xác định dựa trên tỷ lệ mã hóa của việc truyền ban đầu, hoặc chuỗi của các số vị trí bắt đầu của các phiên bản dự phòng được xác định dựa trên chiều dài của chuỗi bit đầu ra và hệ số nâng z .

Theo khía cạnh thứ ba, thiết bị truyền thông được đề xuất và thiết bị truyền thông có thể bao gồm môđun tương ứng được cấu hình để thực hiện bất kỳ cách thực hiện có thể nào của khía cạnh thứ nhất trong thiết kế phương pháp nêu trên. Môđun có thể là phần mềm và/hoặc phần cứng.

Trong thiết kế có thể, thiết bị truyền thông được đề xuất ở khía cạnh thứ ba bao gồm bộ thu nhận, được cấu hình để thu nhận vị trí bắt đầu trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit đầu ra và bộ xác định, được cấu hình để xác định chuỗi bit đầu ra từ chuỗi bộ đệm W dựa trên vị trí bắt đầu k_0 .

Thiết bị có thể được cấu hình để thực hiện phương pháp được mô tả trong bất kỳ cách thực hiện có thể nào của khía cạnh thứ nhất. Chi tiết, dựa vào phần mô tả của khía cạnh nêu trên.

Trong thiết kế có thể, bộ thu nhận và bộ xác định có thể là một hoặc nhiều bộ xử lý.

Tùy chọn, thiết bị truyền thông còn bao gồm bộ thu phát, và bộ thu phát được cấu hình để nhập/xuất tín hiệu, ví dụ, được cấu hình để xuất tín hiệu tương ứng với chuỗi bit đầu ra.

Bộ thu phát có thể là bộ thu phát, hoặc có thể là mạch đầu vào/dầu ra hoặc giao diện truyền thông. Ví dụ, thiết bị truyền thông có thể là thiết bị đầu cuối hoặc trạm gốc hoặc thiết bị mạng, và bộ thu phát của thiết bị truyền thông có thể là bộ thu phát. Thiết bị truyền thông có thể còn là chip, và thành phần thu phát của thiết bị truyền thông có thể là mạch đầu vào/dầu ra của chip.

Theo khía cạnh thứ tư, thiết bị truyền thông được đề xuất, và thiết bị truyền thông có thể bao gồm môđun tương ứng được cấu hình để thực hiện bất kỳ cách thực hiện có thể nào của khía cạnh thứ hai trong thiết kế phương pháp nêu trên. Môđun có thể là phần mềm và/hoặc phần cứng.

Trong thiết kế có thể, thiết bị truyền thông được đề xuất ở khía cạnh thứ tư bao gồm bộ thu nhận, được cấu hình để thu được thu vị trí bắt đầu k_0 trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit mềm và bộ xử lý, được cấu hình để kết hợp và lưu trữ chuỗi bit mềm trong chuỗi bộ đệm W bắt đầu từ vị trí bắt đầu k_0 .

Thiết bị có thể được cấu hình để thực hiện phương pháp được mô tả trong bất kỳ cách thực hiện có thể nào của khía cạnh thứ hai. Chi tiết, dựa vào phần mô tả của khía cạnh nêu trên.

Trong thiết kế có thể, bộ thu nhận và bộ xử lý có thể là một hoặc nhiều bộ xử lý.

Tùy chọn, thiết bị truyền thông có thể còn bao gồm bộ thu phát và bộ thu phát được cấu hình để nhập/xuất tín hiệu, ví dụ, được cấu hình để thu tín hiệu bao gồm chuỗi bit mềm.

Bộ thu phát có thể là bộ thu phát, hoặc có thể là mạch đầu vào/dầu ra hoặc giao diện truyền thông. Ví dụ, thiết bị truyền thông có thể là thiết bị đầu cuối hoặc trạm gốc hoặc thiết bị mạng, và bộ thu phát của thiết bị truyền thông có thể là bộ thu phát. Thiết bị truyền thông có thể là chip, và thành phần thu phát của thiết bị truyền thông có thể là mạch đầu vào/dầu ra của chip.

Theo khía cạnh thứ năm, thiết bị truyền thông được đề xuất, và thiết bị truyền thông bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý.

Trong thiết kế có thể, một hoặc nhiều bộ xử lý có thể thực hiện các chức năng của khía cạnh thứ nhất và bất kỳ cách thực hiện nào của khía cạnh thứ

nhất. Tùy chọn, ngoài việc thực hiện các chức năng của khía cạnh thứ nhất và bất kỳ cách thực hiện nào của khía cạnh thứ nhất, bộ xử lý có thể còn thực hiện chức năng khác.

Trong thiết kế có thể, một hoặc nhiều bộ xử lý có thể thực hiện các chức năng của khía cạnh thứ hai và bất kỳ cách thực hiện nào của khía cạnh thứ hai. Tùy chọn, ngoài việc thực hiện các chức năng của khía cạnh thứ hai và bất kỳ việc thực hiện khía cạnh thứ hai nào, bộ xử lý có thể tiếp tục thực hiện chức năng khác.

Tùy chọn, thiết bị truyền thông được đề xuất ở khía cạnh thứ năm có thể còn bao gồm bộ thu phát và anten.

Tùy chọn, các thiết bị truyền thông được đề xuất ở khía cạnh thứ ba đến thứ năm có thể còn bao gồm thành phần được cấu hình để tạo ra CRC khối truyền, thành phần được sử dụng để phân đoạn khối mã và kiểm tra CRC, bộ mã hóa, bộ xen kẽ được sử dụng để xen kẽ, bộ điều biến được sử dụng cho xử lý điều biến, hoặc tương tự. Trong thiết kế có thể, một hoặc nhiều bộ xử lý có thể được sử dụng để thực hiện các chức năng của các thành phần.

Tùy chọn, các thiết bị truyền thông được đề xuất ở khía cạnh thứ ba đến thứ năm có thể còn bao gồm bộ giải điều biến được sử dụng cho hoạt động giải điều biến, bộ giải xen kẽ được sử dụng để giải xen kẽ, bộ giải mã hoặc tương tự. Trong thiết kế có thể, một hoặc nhiều bộ xử lý có thể được sử dụng để thực hiện các chức năng của các thành phần.

Theo khía cạnh thứ sáu, phương án của sáng chế đề xuất hệ thống truyền thông. Hệ thống này bao gồm thiết bị truyền thông theo bất kỳ một trong các khía cạnh thứ ba đến thứ năm.

Theo khía cạnh khác, phương án của sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ máy tính, trong đó phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ chương trình, và khi chương trình được chạy, máy tính thực hiện phương pháp theo các khía cạnh nêu trên.

Khía cạnh khác của sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính bao gồm lệnh, và khi sản phẩm chương trình máy tính được chạy trên máy tính, máy

tính thực hiện phương pháp theo các khía cạnh nêu trên.

Dựa trên phương pháp xử lý thông tin, thiết bị, thiết bị truyền thông và hệ thống truyền thông được đề xuất trong các phương án của sáng chế, hiệu suất HARQ có thể được cải thiện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là sơ đồ giản lược của ma trận cơ sở của mã LDPC và ma trận hoán vị tuần hoàn của ma trận cơ sở của mã LDPC;

FIG. 2 là sơ đồ cấu trúc của hệ thống truyền thông theo phương án của sáng chế;

FIG. 3 là lưu đồ của phương pháp xử lý thông tin theo phương án của sáng chế;

FIG. 4-1 là sơ đồ giản lược của khối được mã hóa theo phương án của sáng chế;

FIG. 4-2 là sơ đồ giản lược của phương pháp thiết lập vị trí bắt đầu khả thi và phương pháp truyền lại;

FIG. 4-3 là sơ đồ giản lược của phương pháp thiết lập vị trí bắt đầu khả thi khác và phương pháp truyền lại;

FIG. 4-4 là sơ đồ giản lược của thiết lập vị trí bắt đầu theo phương án của sáng chế;

FIG. 5-1 là lưu đồ của mã LDPC theo phương án của sáng chế;

FIG. 5-2 là sơ đồ mô phỏng hiệu suất dựa trên FIG. 5-1;

FIG. 5-3 là sơ đồ mô phỏng hiệu suất dựa trên FIG. 5-1;

FIG. 5-4 là sơ đồ mô phỏng hiệu suất dựa trên FIG. 5-1;

FIG. 6 là lưu đồ của phương pháp xử lý thông tin theo phương án của sáng chế;

FIG. 7 là sơ đồ cấu trúc của thiết bị xử lý thông tin theo phương án của sáng chế; và

FIG. 8 là lưu đồ của mã LDPC theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để dễ hiểu, một số danh từ được sử dụng trong sáng chế được mô tả dưới đây.

Trong sáng chế, các danh từ "mạng" và "hệ thống" thường được sử dụng luân phiên và "máy móc" và "thiết bị" thường được sử dụng luân phiên và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu ý nghĩa của các danh từ này. "Thiết bị truyền thông" có thể là chip (ví dụ: chip băng tần cơ sở, chip xử lý tín hiệu số, hoặc chip dùng cho mục đích chung), thiết bị đầu cuối, trạm gốc, hoặc thiết bị mạng khác. Thiết bị đầu cuối là thiết bị có chức năng truyền thông, và có thể bao gồm thiết bị cầm tay, thiết bị trên xe, thiết bị đeo được, thiết bị điện toán, thiết bị xử lý khác được kết nối với modem không dây, hoặc tương tự có chức năng giao tiếp không dây. Thiết bị đầu cuối có thể được triển khai trên mặt đất bao gồm cả mặt đất trong nhà hoặc ngoài trời, và thiết bị đầu cuối có thể là thiết bị đầu cuối cầm tay hoặc thiết bị đầu cuối trong xe. Thiết bị đầu cuối có thể còn được triển khai trên mặt nước (ví dụ, trên thuyền). Thiết bị đầu cuối có thể còn được triển khai trong không gian (ví dụ, trên máy bay, khí cầu và vệ tinh). Thiết bị đầu cuối có thể là điện thoại di động (mobile phone), máy tính bảng (Pad), máy tính có chức năng gửi và nhận không dây, thiết bị đầu cuối thực tế ảo (Virtual Reality, VR), thiết bị đầu cuối thực tế tăng cường (Augmented Reality, AR), thiết bị đầu cuối không dây liên quan đến điều khiển công nghiệp (industrial control), thiết bị đầu cuối không dây liên quan đến tự lái (self driving), thiết bị đầu cuối không dây liên quan đến y tế từ xa (remote medical), thiết bị đầu cuối không dây liên quan đến lưới điện thông minh (smart grid), thiết bị đầu cuối không dây liên quan đến an toàn vận chuyển (transportation safety), thiết bị đầu cuối không dây liên quan đến thành phố thông minh (smart city), thiết bị đầu cuối không dây liên quan đến nhà thông minh (smart home) hoặc tương tự. Trong các mạng khác nhau, thiết bị đầu cuối có thể có các tên khác nhau, ví dụ, thiết bị người dùng, trạm di động, đơn vị thuê bao, trạm, điện thoại di động, trợ lý kỹ thuật số cá nhân, modem không dây, thiết bị truyền thông không dây, thiết bị cầm tay, máy tính xách tay, điện thoại không dây, và

bảng mạch vòng không dây cục bộ. Dễ dễ mô tả, thiết bị đầu cuối được gọi tắt là thiết bị đầu cuối trong sáng chế. Trạm gốc (base station, BS) cũng có thể được gọi là thiết bị trạm gốc, và là thiết bị được triển khai trong mạng truy cập vô tuyến và được sử dụng để cung cấp chức năng truyền thông không dây. Trong các hệ thống truy cập vô tuyến khác nhau, trạm gốc có thể có các tên khác nhau. Ví dụ, trong mạng Hệ thống Viễn thông Di động Toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS), trạm gốc được gọi là Nút B (NodeB); trong mạng LTE, trạm gốc được gọi là Nút B cải tiến (NodeB cải tiến, eNB hoặc eNodeB); hoặc trong mạng vô tuyến mới (new radio, NR), trạm gốc được gọi là điểm tiếp nhận truyền (transmission reception point, TRP) hoặc Nút B thế hệ tiếp theo (generation nodeB, gNB). Ngoài ra, trong mạng khác trong đó số lượng lớn các kỹ thuật được tích hợp hoặc trong các mạng phát triển khác nhau, trạm gốc có thể có các tên khác. Sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Các giải pháp kỹ thuật trong các phương án của sáng chế được mô tả dưới đây với tham chiếu đến các hình vẽ đi kèm trong các phương án của sáng chế.

Mã LDPC thường có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng ma trận kiểm tra chẵn lẻ H . Ma trận kiểm tra chẵn lẻ H của mã LDPC có thể thu được bằng cách sử dụng biểu đồ cơ sở (base graph) và giá trị dịch chuyển (shift). Biểu đồ cơ sở thường có thể bao gồm các phần tử ma trận $m \times n$ (mục nhập), và có thể được biểu thị bằng ma trận gồm m hàng và n cột. Giá trị của mỗi phần tử ma trận trong biểu đồ cơ sở là 0 hoặc 1. Phần tử trong biểu đồ cơ sở có giá trị bằng 0 đôi khi được gọi là phần tử 0, có thể được thay thế bằng ma trận không (zero matrix) kích thước $z \times z$. Phần tử trong biểu đồ cơ sở có giá trị là 1 đôi khi được gọi là phần tử khác không, có thể được thay thế bằng ma trận hoán vị tuần hoàn (circulant permutation matrix) có kích thước $z \times z$. Nghĩa là, mỗi phần tử ma trận trong biểu đồ cơ sở thể hiện cho ma trận toàn không hoặc ma trận hoán vị tuần hoàn. Cần lưu ý rằng trong đặc điểm kỹ thuật này, các chỉ số hàng và chỉ số cột của biểu đồ cơ sở và ma trận được đánh số bắt đầu từ 0, nhưng điều này chỉ đơn giản là dễ hiểu. Có thể hiểu rằng các chỉ số hàng và các chỉ số cột thay thế có thể được đánh số bắt đầu từ 1, và các chỉ số hàng và chỉ số cột tương ứng được

tăng thêm 1 dựa trên các chỉ số hàng và các chỉ số cột được thể hiện trong thông số kỹ thuật này.

Nếu giá trị của phần tử trong hàng i và cột j trong biểu đồ cơ sở là 1 và giá trị dịch chuyển của phần tử là $P_{i,j}$, tại $P_{i,j}$ là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 0, nó chỉ ra rằng phần tử trong hàng i và cột j có giá trị là 1 có thể được thay thế bằng ma trận hoán vị tuần hoàn $z \times z$ tương ứng với $P_{i,j}$. Ma trận hoán vị vòng tròn có thể thu được bằng cách dịch chuyển vòng tròn ma trận nhận dạng có kích thước $z \times z$ sang phải cho $P_{i,j}$ lần. Khi xây dựng ma trận kiểm tra chẵn lẻ H của mã LDPC, mỗi phần tử có giá trị bằng 0 trong biểu đồ cơ sở được thay thế bằng ma trận toàn không có kích thước $z \times z$, và mỗi phần tử có giá trị là 1 trong biểu đồ cơ sở được thay thế bởi ma trận hoán vị tuần hoàn có kích thước $z \times z$ tương ứng với giá trị dịch chuyển của phần tử. z là số nguyên dương và có thể được gọi là hệ số nâng (nâng) và có thể được xác định dựa trên kích thước khối mã được hỗ trợ bởi hệ thống và kích thước dữ liệu thông tin. Có thể biết rằng kích thước của ma trận kiểm tra chẵn lẻ H là $(m \times z) \times (n \times z)$.

$P_{i,j}$ có thể thu được dựa trên hệ số nâng z . Đối với phần tử trong biểu đồ cơ sở có giá trị là 1, $P_{i,j}$ có thể khác nhau cho các yếu tố nâng khác nhau z . Để đơn giản hóa việc thực hiện, thông thường, ma trận cơ sở $m \times n$ (ma trận cơ sở) có thể được xác định trong hệ thống, và vị trí của từng phần tử trong ma trận cơ sở tương ứng một - một với vị trí của từng phần tử trong biểu đồ cơ sở. Phần tử không trong biểu đồ cơ sở có cùng vị trí trong ma trận cơ sở và phần tử không được đại diện bởi -1 trong ma trận cơ sở. Phần tử khác không có giá trị là 1 trong hàng i và cột j trong biểu đồ cơ sở có cùng vị trí trong ma trận cơ sở và phần tử khác không có thể được biểu diễn bằng $P_{i,j}$ trong ma trận cơ sở, và $P_{i,j}$ là số nguyên dương lớn hơn hoặc bằng 0. Trong phương án của sáng chế, ma trận cơ sở đôi khi được gọi là ma trận dịch chuyển của biểu đồ cơ sở.

FIG. 1 là sơ đồ giản lược của ma trận cơ sở của mã LDPC trong hệ thống truyền thông và ma trận hoán vị tuần hoàn khi hệ số nâng là 4. Ma trận cơ sở của mã LDPC có các phần tử $m \times n$. FIG. 1 thể hiện ma trận cơ sở của mã LDPC

trong cấu trúc QC trong đó $m = 13$ và $n = 38$, và tốc độ mã của mã LDPC là $(n-m)/n=0,6579$. Nếu hệ số nâng $z = 4$, tất cả các phần tử có giá trị là -1 trong ma trận là các ma trận không 4×4 sau khi nâng, và các phần tử khác là ma trận hoán vị tuần hoàn 4×4 sau khi nâng. Ma trận hoán vị vòng tròn có thể thu được bằng cách thực hiện dịch chuyển theo chu kỳ trên ma trận nhận dạng I cho số lần tương ứng, và số lượng lần dịch chuyển bằng với giá trị của phần tử ma trận tương ứng. Như thể hiện trong FIG. 1, ma trận hoán vị tuần hoàn tương ứng của phần tử có giá trị bằng 0 trong ma trận cơ sở sau khi nâng là ma trận nhận dạng I 4×4 , và ma trận hoán vị tuần hoàn tương ứng của phần tử có giá trị là 1 sau khi nâng là ma trận thu được bằng cách thực hiện dịch chuyển theo chu kỳ trên ma trận nhận dạng trong 1 lần. Phần còn lại có thể được suy luận bằng cách tương tự. Chi tiết không được mô tả ở đây.

Có thể hiểu rằng lưu đồ hoặc ma trận cơ sở được đề xuất trong các phương án của sáng chế được sử dụng làm ví dụ. Ví dụ, ma trận cơ sở được thể hiện trong FIG. 1 hoặc lưu đồ được thể hiện trong FIG. 5-1 được sử dụng làm ví dụ cho việc mô tả; tuy nhiên sáng chế không bị giới hạn đến đó.

Trong hệ thống truyền thông, dữ liệu thông tin được truyền giữa các thiết bị truyền thông (ví dụ, trạm gốc hoặc thiết bị đầu cuối). Môi trường truyền không dây là phức tạp và thay đổi, và dễ dàng bị can thiệp, và dễ xảy ra lỗi. Để gửi dữ liệu thông tin một cách đáng tin cậy, thiết bị truyền thông ở phía truyền thực hiện xử lý như kiểm tra CRC, mã hóa kênh, so khớp tỷ lệ, và xen kẽ trên dữ liệu thông tin, ánh xạ các bit được mã hóa xen kẽ vào các ký hiệu được điều chế, và gửi các ký hiệu được điều chế đến thiết bị truyền thông đến phía thu. Sau khi thu các ký hiệu được điều chế, thiết bị thu thực hiện tương ứng việc giải điều chế, giải xen kẽ, khử so khớp tỷ lệ, giải mã, và kiểm tra CRC để chuyển đổi các ký hiệu được điều chế thành dữ liệu thông tin. Trong các quy trình này, các lỗi truyền có thể được giảm và độ tin cậy truyền dữ liệu có thể được nâng cao.

Hệ thống truyền thông 200 được thể hiện trong FIG. 2 có thể được áp dụng rộng rãi cho các loại truyền thông khác nhau như truyền thông thoại và truyền thông dữ liệu. Hệ thống truyền thông có thể bao gồm nhiều thiết bị truyền thông

không dây. Dễ rõ ràng, FIG. 2 chỉ thể hiện thiết bị truyền thông 20 và thiết bị truyền thông 21. Thông tin điều khiển hoặc thông tin dữ liệu được thu và gửi giữa thiết bị truyền thông 20 và thiết bị truyền thông 21 dưới dạng chuỗi thông tin. Trong thiết kế có thể, thiết bị truyền thông 20 đóng vai trò là thiết bị truyền thông ở đầu phát, gửi chuỗi thông tin dưới dạng các khối vận chuyển (khối truyền, TB), và thực hiện đính kèm CRC cho mỗi khối truyền. Nếu kích thước của khối vận chuyển có tệp đính kèm CRC vượt quá chiều dài khối mã tối đa, khối vận chuyển cần được phân thành nhiều khối mã (khối mã, CB). Tập tin đính kèm CRC của khối mã có thể được thực hiện trên mỗi khối mã, hoặc tập tin đính kèm CRC của nhóm khối có thể được thực hiện trên mỗi nhóm khối mã, các bit điền đầy hơn nữa có thể được chèn vào từng khối mã. Thiết bị truyền thông 20 thực hiện mã hóa kênh trên mỗi khối mã để thu nhận khối mã hóa tương ứng. Mỗi khối được mã hóa bao gồm các bit thông tin và các bit kiểm tra chẵn lẻ, và nếu các bit thông tin bao gồm một hoặc nhiều bit điền đầy, bit điền đầy thường được biểu diễn bởi "null" (Null).

Khối được mã hóa hoặc khối được mã hóa trong đó việc sắp xếp lại bit được thực hiện được lưu trữ trong bộ đệm tuần hoàn của thiết bị truyền thông 20 và thiết bị truyền thông 20 tuần tự thu được một lượng lớn các bit đầu ra từ khối được mã hóa trong bộ đệm tuần hoàn, để thu nhận đầu ra chuỗi bit. Bit đầu ra là bit khác với bit điền đầy trong khối được mã hóa, và do đó chuỗi bit đầu ra không bao gồm bất kỳ bit điền đầy nào. Chuỗi bit đầu ra được gửi sau khi được xen kẽ và ánh xạ thành các ký hiệu điều chế. Trong khi truyền lại, thiết bị truyền thông 20 chọn chuỗi bit đầu ra khác từ khối được mã hóa trong bộ đệm tuần hoàn để gửi. Nếu việc lấy tuần tự các bit đầu ra đạt đến bit cuối cùng của bộ đệm tuần hoàn, việc chọn bit đầu ra tiếp tục từ bit thứ nhất của bộ đệm tuần hoàn.

Sau khi giải điều chế và giải xen kẽ các ký hiệu đã điều chế, thiết bị truyền thông 21 lưu các giá trị mềm của chuỗi bit đầu ra thu ở vị trí tương ứng trong bộ đệm thông tin mềm (bộ đệm mềm). Nếu truyền lại xảy ra, thiết bị truyền thông 21 kết hợp các giá trị mềm của chuỗi bit đầu ra trong tất cả các truyền lại và lưu

trừ các giá trị mềm kết hợp trong bộ đệm thông tin mềm. Kết hợp ở đây có nghĩa là nếu vị trí của các bit đầu ra thu trong hai lần truyền giống nhau, các giá trị mềm của các bit đầu ra thu được trong hai lần truyền được kết hợp. Vị trí của từng giá trị mềm trong bộ đệm thông tin mềm của thiết bị truyền thông 21 tương ứng một-một với vị trí của từng bit trong khối được mã hóa trong bộ đệm tuần hoàn của thiết bị truyền thông 20. Cụ thể, nếu là vị trí của bit đầu ra trong khối được mã hóa trong bộ đệm tuần hoàn của thiết bị truyền thông 20 là bit thứ p , vị trí của giá trị mềm của bit đầu ra trong bộ đệm thông tin mềm của thiết bị truyền thông 21 cũng là bit thứ p .

Thiết bị truyền thông 21 giải mã tất cả các giá trị mềm trong bộ đệm thông tin mềm để thu được khối mã của chuỗi thông tin. Do thiết bị truyền thông 21 có thể thu được kích thước khối truyền, thiết bị truyền thông 21 có thể xác định số lượng khối mã thu được sau khi khối truyền được phân đoạn và độ dài của mỗi khối mã. Nếu khối mã bao gồm phân đoạn bit chẵn lẻ CRC, thiết bị truyền thông 21 có thể còn kiểm tra khối mã bằng cách sử dụng phân đoạn bit chẵn lẻ CRC. Thiết bị truyền thông 21 ghép tất cả các khối mã thành khối truyền, và tiếp tục thực hiện kiểm tra chẵn lẻ và nối trên các khối truyền để cuối cùng thu nhận chuỗi thông tin. Có thể biết rằng thiết bị truyền thông 21 thực hiện quy trình ngược của phương pháp xử lý thông tin được thực hiện bởi thiết bị truyền thông 20.

Cần lưu ý rằng một quá trình nhận và gửi chuỗi thông tin giữa thiết bị truyền thông 20 và thiết bị truyền thông 21 chỉ được sử dụng làm ví dụ để mô tả, và việc phân chia các môđun chỉ là giản lược. Một số môđun có thể là tùy chọn theo yêu cầu của thiết kế hệ thống, và chức năng của một số môđun có thể được kết hợp thành môđun để thực hiện. Điều này không giới hạn. Ngoài ra, các môđun có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý. Sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Trong các phương án của sáng chế, "xen kẽ" có nghĩa là vị trí của một hoặc nhiều phân đoạn bit trong chuỗi bit được thay đổi, và mỗi phân đoạn bit bao gồm một hoặc nhiều bit.

Cần lưu ý rằng trong các phương án của sáng chế, thiết bị truyền thông 20 có thể là thiết bị mạng trong hệ thống truyền thông, ví dụ, trạm gốc và tương ứng, thiết bị truyền thông 21 có thể là thiết bị đầu cuối. Ngoài ra, thiết bị truyền thông 20 có thể là thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông, và tương ứng, thiết bị truyền thông 21 có thể là thiết bị mạng trong hệ thống truyền thông, ví dụ, trạm gốc. Ngoài ra, thiết bị truyền thông 20 và thiết bị truyền thông 21 có thể là chip, và mỗi môđun trong quy trình xử lý nêu trên có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý.

FIG. 3 là lưu đồ giản lược của phương pháp xử lý thông tin theo phương án của sáng chế. Phương pháp này có thể được áp dụng cho hệ thống truyền thông, và hệ thống truyền thông bao gồm thiết bị truyền thông 20 và thiết bị truyền thông 21. Phương pháp này có thể được thực hiện bởi thiết bị truyền thông 20 và bao gồm các bước sau.

301: Thu được vị trí bắt đầu k_0 của chuỗi bit đầu ra trong chuỗi bộ đệm W.

Thiết bị truyền thông 20 thực hiện mã hóa LDPC trên chuỗi bit C có độ dài K. Chuỗi bit C có thể là chuỗi bit thông tin điều khiển hoặc thông tin dữ liệu cần được gửi bởi thiết bị truyền thông 20, hoặc thu được bằng cách thực hiện tối thiểu xử lý phân đoạn khối mã trên chuỗi bit của thông tin điều khiển hoặc thông tin dữ liệu. Chuỗi bit C có độ dài K có thể bao gồm một hoặc nhiều bit kiểm tra dự phòng theo chu kỳ và/hoặc một hoặc nhiều bit điền đầy.

Thiết bị truyền thông 20 xác định, dựa trên độ dài K của chuỗi bit C, ma trận LDPC được sử dụng để mã hóa. Ví dụ, thiết bị truyền thông 20 có thể xác định hệ số nâng z dựa trên K và sau đó thực hiện nâng trên ma trận cơ sở theo tỷ lệ mã dựa trên z để thu được ma trận LDPC. Chuỗi bit được mã hóa (khối mã hóa) thu được sau khi chuỗi bit C được mã hóa bằng cách sử dụng ma trận LDPC.

Nếu việc rút ngắn không được thực hiện, chuỗi bit D có thể là chuỗi bit được mã hóa; hoặc nếu thao tác rút ngắn (shortening) được thực hiện trên chuỗi bit được mã hóa, cụ thể, chuỗi bit được rút ngắn bằng s_0 bit, ví dụ, s_0 bit bị xóa khỏi chuỗi bit được mã hóa, chuỗi bit D có thể là chuỗi bit thu được sau khi chuỗi bit được mã hóa được rút ngắn bởi s_0 bit, với s_0 là số nguyên dương. Ví

dụ, $s_0 = n \cdot r$, n là số nguyên dương và r là số lượng bit được bao gồm trong phân đoạn bit đơn vị của chuỗi bộ đệm W . Phân đoạn bit đơn vị phản ánh mức độ chi tiết để thiết đặt vị trí bắt đầu trong chuỗi bộ đệm W . Ví dụ, vị trí bắt đầu có thể được đặt trong chuỗi bộ đệm W dựa trên bội số nguyên của hệ số nâng, nghĩa là, một lượng r bit có trong đoạn bit đơn vị bằng z . Đối với ví dụ khác, trước khi vào chuỗi bộ đệm W , chuỗi bit D có thể được xen kẽ. Nếu ma trận xen kẽ bao gồm $C_{subblock}$ cột, ma trận xen kẽ bao gồm $R_{subblock}$ hàng. $R_{subblock}$ là số nguyên nhỏ nhất thỏa mãn $K_D \leq C_{subblock} \cdot R_{subblock}$, và số lượng r bit được bao gồm trong phân đoạn bit đơn vị có thể là $R_{subblock}$. Nói cách khác, vị trí bắt đầu có thể được đặt dựa trên bội số tích phân của $R_{subblock}$.

Độ dài của chuỗi bit D là K_D . Chuỗi bit D có thể bao gồm số lượng bit trong chuỗi bit C và có thể còn bao gồm một hoặc nhiều bit kiểm tra chẵn lẻ. Các bit trong chuỗi bit C đôi khi được gọi là bit thông tin hoặc bit hệ thống (bit hệ thống) trong chuỗi bit D . Trong các phương án của sáng chế, chuỗi bit D đôi khi còn được gọi là khối mã hóa (khối được mã hóa).

Thiết bị truyền thông 20 xác định chuỗi bit đầu ra dựa trên chuỗi bit D hoặc một phần của chuỗi bit D . Chuỗi bit đầu ra được gửi sau khi thực hiện các quy trình như điều chế, v.v. Khi hỗ trợ truyền lại, thiết bị truyền thông có thể xác định, dựa trên chuỗi bit D hoặc một phần của chuỗi bit D , chuỗi bit đầu ra được truyền mỗi lần.

Trong thiết kế có thể, thiết bị truyền thông 20 có thể xác định chuỗi bit đầu ra dựa trên chuỗi bộ đệm W . Chuỗi bộ đệm W có độ dài bao gồm chuỗi bit D hoặc một phần của chuỗi bit D .

Trong cách thực hiện có thể, chuỗi bộ đệm W có thể bao gồm tất cả các bit của chuỗi bit D . Ví dụ, chuỗi bộ đệm W có thể bao gồm chuỗi bit D . Đối với ví dụ khác, chuỗi bộ đệm W có thể như là một lựa chọn bao gồm chuỗi bit D sau tại ít nhất là xen kẽ. Đối với ví dụ khác, chuỗi bộ đệm có thể bao gồm chuỗi bit D sau khi ít nhất được đệm. Đối với ví dụ khác, chuỗi bộ đệm có thể bao gồm chuỗi bit D sau khi ít nhất được xen kẽ và đệm.

Trong cách thực hiện có thể khác, chuỗi bộ đệm W có thể bao gồm một số bit của chuỗi bit D . Ví dụ, độ dài của chuỗi bit D vượt quá độ dài tối đa của chuỗi bộ đệm W và do đó, chuỗi bộ đệm W chỉ có thể bao gồm một số Các bit của chuỗi bit D . Tương tự, chuỗi bộ đệm W có thể bao gồm một số bit của chuỗi bit D . Đối với ví dụ khác, chuỗi bộ đệm W có thể bao gồm một số bit của chuỗi bit D mà ít nhất việc xử lý xen kẽ được thực hiện. Đối với ví dụ khác, chuỗi bộ đệm W có thể bao gồm một số bit của chuỗi bit D mà trên đó ít nhất là xử lý đệm được thực hiện. Đối với ví dụ khác nữa, chuỗi bộ đệm W có thể bao gồm một số bit của chuỗi bit D , trong đó ít nhất là xử lý xen kẽ và xử lý đệm được thực hiện.

Chuỗi bộ đệm W có thể được gọi là bộ đệm tuần hoàn. Trong quá trình truyền hoặc truyền lại ban đầu, thiết bị truyền thông 20 xác định chuỗi bit đầu ra cho truyền ban đầu hoặc truyền lại từ chuỗi bit được lưu trong bộ đệm tuần hoàn. Để dễ mô tả, lần truyền thứ i thể hiện cho truyền ban đầu hoặc truyền lại. $i = 0$ thể hiện cho truyền ban đầu và $i > 0$ thể hiện cho truyền lại. i là số nguyên. Ví dụ, $i = 1$ thể hiện cho lần truyền lại thứ nhất và $i = 2$ thể hiện cho lần truyền lại thứ hai. Giới hạn trên của thời gian truyền lại phụ thuộc vào số lần truyền lại tối đa trong hệ thống. Chuỗi bit đầu ra cho mỗi lần truyền hoặc truyền lại ban đầu có thể là phiên bản dự phòng (phiên bản dự phòng, rv) của chuỗi bit D .

k_0 biểu thị vị trí bắt đầu cho chuỗi bit đầu ra trong bộ đệm tuần hoàn, tức là vị trí bắt đầu trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit đầu ra. Với lần truyền thứ i , k_0 cũng có thể được gọi là vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng cho việc truyền lại thứ i . Để phân biệt giữa các lần truyền lại khác nhau, (i) có thể được thêm vào sau tham số tương ứng, ví dụ, các lần truyền lại khác nhau được biểu thị bằng $k_0(i)$ hoặc $rv(i)$.

Giá trị k_0 là p_k , p_k là phần tử trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$, $0 \leq k < k_{\max}$, $0 \leq p_k < N_{\text{CP}}$, p_k là số nguyên, k là số nguyên, $k_{\max}$ thể hiện cho số lượng vị trí bắt đầu tối đa có thể được chọn từ chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit đầu ra, và $k_{\max}$ là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4.

302: Xác định chuỗi bit đầu ra từ chuỗi bộ đệm W dựa trên vị trí bắt đầu k_0 .

Thiết bị truyền thông 20 có thể xác định chuỗi bit đầu ra từ chuỗi bộ đệm W dựa trên vị trí bắt đầu k_0 thu được trong bước 301.

Ví dụ, thiết bị truyền thông 20 tuân tự lấy E các bit làm chuỗi bit đầu ra bắt đầu từ bit k_0 của chuỗi bộ đệm.

Đối với ví dụ khác, sau khi gửi chuỗi bit đầu ra để truyền ban đầu, tức là, lần truyền thứ 0, thiết bị truyền thông 20 thu báo phủ nhận (NACK) từ thiết bị truyền thông 21 và thiết bị truyền thông 20 cần xác định vị trí bắt đầu $k_0(1)$ của chuỗi bit đầu ra cho lần truyền lại thứ nhất, nghĩa là vị trí bắt đầu $k_0(1)$ cho phiên bản dự phòng thứ nhất $rv(1)$. Do đó, thiết bị truyền thông 20 thu nhận vị trí bắt đầu $k_0(1)$ trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit đầu ra, và xác định chuỗi bit đầu ra cho lần truyền lại thứ nhất dựa trên độ dài $E(1)$ và vị trí bắt đầu $k_0(1)$ của chuỗi bit đầu ra, nghĩa là, xác định phiên bản dự phòng $rv(1)$. Thiết bị truyền thông 20 gửi chuỗi bit đầu ra $rv(1)$ đến thiết bị truyền thông 21. Nếu thiết bị truyền thông 20 thu NACK từ thiết bị truyền thông 21, thiết bị truyền thông 20 cần xác định vị trí bắt đầu $k_0(2)$ của chuỗi bit đầu ra cho lần truyền lại thứ hai, nghĩa là vị trí bắt đầu $k_0(2)$ cho phiên bản dự phòng thứ hai $rv(2)$. Thiết bị truyền thông 20 xác định chuỗi bit đầu ra cho lần truyền lại thứ hai dựa trên độ dài $E(2)$ và vị trí bắt đầu $k_0(2)$ của chuỗi bit đầu ra, nghĩa là xác định phiên bản dự phòng $rv(2)$. Phần còn lại có thể được suy luận bằng cách tương tự. Khi đạt đến số lượng thời gian truyền lại tối đa hoặc bộ hẹn giờ truyền lại hết hạn, hoặc thiết bị truyền thông 20 thu báo nhận (ACK) chủ động từ thiết bị truyền thông 21, thiết bị truyền thông có thể kết thúc truyền lại. Chắc chắn, thiết bị truyền thông 20 có thể thực hiện truyền lại nhiều lần mà không cần xem xét NACK hoặc ACK từ thiết bị truyền thông 21.

Trong quá trình giải mã, thiết bị truyền thông 21 ở phía thu cần kết hợp các bit giá trị mềm thu trong quá trình truyền ban đầu với các bit giá trị mềm của tất cả các phiên bản dự phòng thu và thực hiện giải mã. Đối với khối được mã hóa thu được bằng cách thực hiện mã hóa LDPC, để cải thiện hiệu suất giải mã của thiết bị truyền thông ở phía thu, cần giảm số lượng bit lặp lại hoặc bỏ qua tất cả

các phiên bản dự phòng nhận được.

Nói chung, hiệu suất giải mã của mã LDPC có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác nhau. Ví dụ, phân đoạn giải mã cần bao gồm các bit thông tin. Đối với ví dụ khác, các bit kiểm tra chẵn lẻ khác với các bit thông tin cần phải được chọn theo thứ tự mà chúng được tạo trong quá trình mã hóa, để tạo thành từ mã tốc độ bit thấp. Đối với ví dụ khác, khi truyền lại xảy ra, tỷ lệ bit lặp lại thành bit được giải mã cao hơn dẫn đến hiệu suất giải mã kém hơn.

FIG. 4-1 thể hiện khối mã hóa LDPC bao gồm các bit thông tin và các bit kiểm tra chẵn lẻ. Giả định rằng trước khi sự bỏ được thực hiện, ma trận cơ sở của khối mã LDPC hỗ trợ tỷ lệ mã tối đa là $8/9$ và hỗ trợ tốc độ mã tối thiểu là $1/3$. Sự bỏ chỉ ra rằng bit được mã hóa tương ứng với cột bị bỏ không được gửi, do đó tỷ lệ mã thường có thể được tăng lên.

Như thể hiện trong FIG. 4-2, có bốn giá trị p_0 , p_1 , p_2 và p_3 của vị trí bắt đầu. Trong truyền ban đầu, chuỗi bit đầu ra được lấy từ vị trí bắt đầu p_0 thứ 0, nghĩa là phiên bản dự phòng 0. Trong lần truyền lại thứ nhất, chuỗi bit đầu ra được lấy từ vị trí bắt đầu p_2 thứ hai, nghĩa là, phiên bản dự phòng 1. Do đó, phiên bản dự phòng 0 và phiên bản dự phòng 1 không liên tục, và một lượng lớn bit bị bỏ qua không được truyền đi. Sau khi thu hai phiên bản dự phòng, thiết bị truyền thông ở phía thu kết hợp hai phiên bản dự phòng và thực hiện giải mã. Tuy nhiên, vì các bit dư thừa đã bỏ qua trong FIG. 4-2 không được truyền đến thiết bị truyền thông ở phía thu, các bit dự phòng bỏ qua không thể được chọn trước các bit dự phòng trong phiên bản dự phòng 1 để tạo thành từ mã để giải mã. Do đó, hiệu suất giải mã bị mất nghiêm trọng.

Như thể hiện trong FIG. 4-3, trong quá trình truyền ban đầu, chuỗi bit đầu ra được thu từ vị trí bắt đầu p_0 thứ 0, nghĩa là, phiên bản dự phòng 0. Trong lần truyền lại thứ nhất, chuỗi bit đầu ra được lấy từ vị trí bắt đầu p_1 thứ nhất, nghĩa là, phiên bản dự phòng 1. Mặc dù phiên bản dự phòng 0 và phiên bản dự phòng 1 là liên tục, nhưng nếu tỷ lệ mã của truyền ban đầu tương đối thấp, có số lượng bit lặp lại tương đối lớn, do đó hiệu suất giải mã cũng bị mất.

Trong bước 301, giá trị của k_0 có thể p_k , p_k có thể là phần tử trong

$\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$. Nói cách khác, có $k_{\max}$ giá trị cho các vị trí bắt đầu. $k_{\max}$ có thể là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4. Ví dụ, $k_{\max} = 2''$, và n là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 2. và

Chỉ số k của p_k có thể là số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} .

$\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$ có thể được định nghĩa trong nhiều phương diện. Ví dụ, tập hợp có thể là một tập hợp chỉ bao gồm các phần tử $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$, hoặc có thể là tập hợp con của tập hợp khác. Các phần tử trong tập hợp $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$ có thể được sắp xếp theo một trình tự cụ thể, hoặc có thể không được sắp xếp theo một trình tự cụ thể. Điều này không giới hạn trong sáng chế.

Trong cách thực hiện có thể khác với cách thể hiện trong FIG. 4-2 hoặc FIG. 4-3, như thể hiện trong FIG. 4-4, $k_{\max}$ giá trị $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$ có thể được đặt ở các khoảng thời gian không đồng đều. Có ít nhất hai hoặc nhiều khoảng khác nhau giữa các giá trị liên kề trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$. Giả định rằng các giá trị của các vị trí bắt đầu trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$ được sắp xếp theo thứ tự tăng dần của các mục con. Nói cách khác, p_0 là giá trị tối thiểu, $p_{k_{\max}-1}$ là giá trị tối đa, và $p_0 < p_1 < p_2 < \dots < p_{k_{\max}-1}$. Khoảng S giữa các giá trị liên kề là giá trị tuyệt đối $|p_k - p_{k-1}|$ của sự khác biệt giữa hai vị trí bắt đầu liên kề, và $0 < k < k_{\max}$.

Vị trí bắt đầu tối thiểu là $p_0 = 0$ hoặc $p_0 = l_0 \cdot r$, và l_0 là số nguyên dương. Ví dụ, l_0 có thể là 2. Nếu chuỗi bit đầu ra được xác định bắt đầu từ p_0 , $2r$ bit cần phải bỏ qua trước. Và nếu $r=z$, các bit thông tin được mã hóa tương ứng với hai cột đầu tiên của ma trận cơ sở được bỏ qua và hai cột thường có thể là các cột của các bit bỏ tích hợp. Nếu chuỗi bộ đệm W không bao gồm các bit thông tin được mã hóa tương ứng với hai cột đầu tiên của ma trận cơ sở, $p_0 = 0$. Cần lưu ý rằng chỉ có ví dụ được đề xuất ở đây, và sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Khi các vị trí bắt đầu được đặt ở các khoảng bằng nhau, các giá trị tuyệt đối

$|p_k - p_{k+1}|$ là giống nhau. Nói cách khác, khoảng giữa các giá trị liên kế trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$ là giống nhau.

Khi các vị trí bắt đầu được đặt ở các khoảng không đều nhau, có ít nhất hai hoặc nhiều khoảng khác nhau giữa các giá trị liên kế trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$. Ví dụ, có vị trí bắt đầu p_k làm cho $|p_k - p_{k+1}| > |p_{k+1} - p_k|$.

Lấy $k_{\max} = 4$ như là ví dụ: trong thiết kế có thể, nếu $N_{CB} \geq K_{FD}$, $k > 0$, và chuỗi bit D là chuỗi bit thu được sau khi mã hóa, sau đó $p_k \geq (p_0 + K)$. Trong thiết kế này, chuỗi bộ đệm W bao gồm tất cả các bit của chuỗi bit D hoặc các bit khác với các bit được mã hóa tương ứng với các cột của các bit bỏ tích hợp của chuỗi bit D, yêu cầu tỷ lệ mã của từ mã bao gồm các bit giữa p_1 và p_0 ít nhất là ít hơn hoặc bằng 1, và $p_0 < (p_0 + K) \leq p_1 < p_2 < p_3$, sao cho khoảng $|p_i - p_{i+1}|$ lớn hơn hoặc bằng K.

Trong thiết kế có thể khác, nếu $N_{CB} \geq K_{FD}$, $k > 0$, và chuỗi bit D thu được bằng cách rút ngắn, bằng s_0 bit, chuỗi bit thu được sau khi mã hóa, sau đó $p_k \geq (p_0 - s_0 + K)$. Trong thiết kế này, chuỗi bộ đệm W bao gồm tất cả các bit của chuỗi bit D, s_0 bit có thể được sử dụng như một phần bù của vị trí bắt đầu được đặt trong trường hợp rút ngắn không được thực hiện như nêu trên và $p_0 < (p_0 - s_0 + K) \leq p_1 < p_2 < p_3$.

Trong các thiết kế nêu trên, nếu truyền lại xảy ra, vị trí bắt đầu thích hợp có thể được chọn từ p_1 và p_2 dựa trên tỷ lệ mã của truyền ban đầu. Chuỗi bit đầu ra được xác định theo cách này, do đó có số lượng bit lặp lại tương đối nhỏ sau khi chuỗi bit đầu ra được thu và kết hợp bởi phía thu.

Như thể hiện trong FIG. 4-4, FIG. 4-4 thể hiện ví dụ trong đó các vị trí bắt đầu của khối mã hóa LDPC được thể hiện trong FIG. 4-1 được đặt ở các khoảng không đều nhau. Khối mã hóa LDPC hỗ trợ tỷ lệ mã tối thiểu là 1/3, cụ thể, các bit thông tin chiếm 1/3 tổng chiều dài. p_2 được đặt gần vị trí cho tỷ lệ mã là 2/3, nghĩa là ở giữa chuỗi. p_3 được đặt gần vị trí cho tỷ lệ mã là 0,5. p_1 được đặt gần vị trí cho tỷ lệ mã là 0,8. Lấy $K = 1056$ làm ví dụ, nếu tỷ lệ mã là 1/3, thì

độ dài tối đa của khối được mã hóa là 3168 bit, trong đó $p_2 = 1584$, $p_3 = 2122$, $p_1 = 1320$, và $p_0 = 0$. Có thể biết được rằng $(p_1 - p_0) > (p_2 - p_1)$ và có ba khoảng giữa các giá trị liên kề.

Trong thiết kế có thể khác, nếu $N_{CB} < K_D$ và $k > 0$, và chuỗi bộ đệm W bao gồm một số bit của chuỗi bit D, sau đó mỗi bit p_k có thể được chia tỷ lệ bằng nhau so với vị trí bắt đầu tương ứng trong chuỗi bộ đệm W trong trường hợp chuỗi bộ đệm W bao gồm tất cả các bit trong chuỗi bit D.

Nếu chuỗi bit D là chuỗi bit thu được sau khi mã hóa, thì $p_k \geq \left(p_0 + \left\lceil K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil \right)$. Nói cách khác, $p_0 < \left(p_0 + \left\lceil K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil \right) \leq p_1 < p_2 < p_3$ được thỏa mãn và do đó khoảng $|p_1 - p_0|$ là lớn hơn hoặc bằng $\left\lceil K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil$.

Nếu chuỗi bit D thu được bằng cách rút ngắn, bởi s_0 bit, chuỗi bit thu được sau khi mã hóa, sau đó $p_k \geq \left(p_0 - s_0 + \left\lceil K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil \right)$, sao cho khoảng $|p_1 - p_0|$ là lớn hơn hoặc bằng $\left\lceil K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil$.

Cần lưu ý rằng làm tròn xuống có thể còn được thực hiện trên khoảng $|p_1 - p_0|$ ở đây, nghĩa là $\left\lfloor K \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rfloor$.

Hơn nữa, đối với các thiết kế nêu trên, có thể $(p_1 - p_0) > (p_2 - p_1)$ và có ít nhất hai hoặc nhiều khoảng khác nhau giữa các giá trị liên kề trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$.

Dựa trên các thiết kế nêu trên, khi $k > 0$, p_k cần phải ở vị trí bội số nguyên của phân đoạn bit đơn vị trong khi đáp ứng các yêu cầu nêu trên, đó là, $p_k = l_k \cdot r$,

l_k là số nguyên dương. Ví dụ, nếu $N_{CB} \geq K_D$ và $k > 0$, $p_k \geq \left(l_0 \cdot r + \left\lceil \frac{K}{r} \right\rceil \cdot r \right)$. Ví

dụ, nếu $N_{CB} < K_D$ và $k > 0$, $p_k \geq \left(l_0 \cdot r + \left\lceil \frac{K}{r} \cdot \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil \cdot r \right)$. Cần lưu ý rằng chỉ có ví dụ

được đề xuất ở đây và việc chuyển đổi phù hợp có thể được thực hiện trên các công thức. Ví dụ, làm tròn lên được thay đổi thành làm tròn xuống, sao cho vị trí của p_k là bội số tích phân của phân đoạn bit đơn vị. Phương án này của sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Với giá trị p_k trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$, k_0 trong bước 301 có thể đạt được trong các phương diện khác nhau.

Trong cách thực hiện có thể khác, chuỗi các vị trí bắt đầu trong mỗi lần truyền có thể được xác định hoặc chuỗi các chỉ số k của p_k trong mỗi truyền có thể được xác định. Chuỗi như vậy có thể được chỉ định cho thiết bị truyền thông ở phía thu hoặc có thể được lưu trước trong các thiết bị truyền thông ở đầu truyền và phía thu.

Các chỉ số k của p_k có thể là số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} , số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng trong lần truyền thứ i có thể được đại diện bởi $rv_{idx}(i)$, và vị trí bắt đầu $k_0(i)$ có thể được xác định dựa trên số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng $rv_{idx}(i \bmod k_{\max})$.

Phương pháp để thu nhận vị trí bắt đầu trong chuỗi cố định có thể được sử dụng. Trong phương án, chuỗi rv_{idx} có thể được xác định, và số lượng giá trị trong chuỗi rv_{idx} có thể $k_{\max}$ hoặc có thể là số lượng tối đa $R_{\max}$ của lần truyền lại. Ví dụ, khi $k_{\max}=8$, chuỗi rv_{idx} là 0, 3, 6, 2, 5, 7, 4, 1. Trong trường hợp này, trong truyền ban đầu, chuỗi bit đầu ra được xác định bắt đầu từ bit thứ p_0 . $k_0(1)$ trong lần truyền thứ nhất là p_3 , chuỗi bit đầu ra được xác định bắt đầu từ bit thứ p_3 . $k_0(2)$ trong việc truyền thứ hai là p_6 , chuỗi bit đầu ra được xác định bắt đầu từ bit thứ p_6 . Phần còn lại có thể được suy luận bằng cách tương tự. Trong truyền thứ $k_{\max}$, chuỗi bit đầu ra được xác định bắt đầu từ bit thứ p_0 lần nữa. Nghĩa là, với truyền thứ i , $k=rv_{idx}(i \bmod k_{\max})$ và $k_0(i)=p_k$. Với ví dụ khác, $k_{\max}=4$, số lượng tối đa $R_{\max}$ của số lần truyền là 4, và giá trị tập hợp chuỗi rv_{idx} là $\{0, 2, 3, 1\}$, để trong quá trình truyền ban đầu, chuỗi bit đầu ra được xác định bắt đầu từ bit thứ p_0 , và $k_0(1)$ trong lần truyền thứ nhất là p_2 , chuỗi bit đầu ra được xác định bắt đầu từ bit thứ p_2 , và $k_0(2)$ trong truyền thứ hai là p_3 . Với

truyền thứ i , $k=r_{\text{idx}}(i \bmod R_{\text{max}})$ và $k_0(i)=p_k$.

Ngoài ra, chuỗi r_{idx} có thể được xác định dựa trên giá trị tỷ lệ mã của truyền ban đầu hoặc có thể được xác định dựa trên độ dài E của chuỗi bit đầu ra trong mỗi lần truyền và hệ số nâng z . Trong kịch bản truyền lại không thích ứng, độ dài của chuỗi bit đầu ra trong quá trình truyền và truyền lại ban đầu là như nhau.

Ví dụ, chuỗi r_{idx} được xác định dựa vào $\left\lceil \frac{E}{z} \right\rceil$. Đối với ví dụ khác, một hoặc nhiều ngưỡng có thể được đặt và chuỗi r_{idx} được xác định dựa trên mối quan hệ giữa $\left\lceil \frac{E}{z} \right\rceil$ và các ngưỡng.

Ví dụ, $k_{\text{max}}=8$, và ma trận LDPC 66×82 được sử dụng, và số lượng cột tương ứng với các bit thông tin là 16. Đối với khối được mã hóa, sự tương ứng giữa chuỗi r_{idx} và tỷ lệ mã của truyền ban đầu được thể hiện trong Bảng 1. Ví dụ, khi $R_0 \geq 0.8$ chuỗi r_{idx} là $\{0, 2, 4, 6\}$.

Bảng 1

Tỷ lệ mã R_0 của truyền ban đầu	Chuỗi r_{idx}
$R_0 \geq 0.8$	0, 2, 4, 6
$0.53 \leq R_0 < 0.8$	0, 3, 6, 2
$R_0 < 0.53$	0, 4, 2, 6

Cho ví dụ khác, $k_{\text{max}}=8$, và ma trận LDPC 66×82 được sử dụng và số lượng cột tương ứng với các bit thông tin là 16. Đối với khối được mã hóa, sự tương ứng giữa chuỗi r_{idx} , độ dài E của chuỗi bit đầu ra và hệ số nâng z được thể hiện trong Bảng 2. Ví dụ, khi $20 < \left\lceil \frac{E}{z} \right\rceil \leq 30$ chuỗi r_{idx} là $\{0, 3, 6, 2\}$.

Bảng 2

Độ dài L của chuỗi bit đầu ra và hệ số nâng	Chuỗi rv_{idx}
$\left\lceil \frac{L}{z} \right\rceil \leq 20$	0, 2, 4, 6
$20 < \left\lceil \frac{L}{z} \right\rceil \leq 30$	0, 3, 6, 2
$\left\lceil \frac{L}{z} \right\rceil > 30$	0, 4, 2, 6

Cách thực hiện như nêu trên cho chuỗi thu nhận vị trí bắt đầu trong mỗi lần truyền là phù hợp cho việc truyền lại không thích ứng, và thông tin vị trí bắt đầu không cần phải được chỉ định, mỗi lần trước khi truyền, đến thiết bị truyền thông ở phía thu.

Vị trí bắt đầu $k_0(i)$ trong khối được mã hóa cho chuỗi bit đầu ra có thể được lấy thay thế dựa trên rv_{idx} được chỉ định bởi các thiết bị truyền thông ở đầu truyền. Cách thức như vậy là phù hợp để truyền lại thích ứng.

Trong cách thực hiện có thể khác, vị trí bắt đầu k_0 có thể thu được dựa trên tham số $f(rv_{idx})$ của số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} . Ví dụ,

$$k_0 = r \cdot \left\lceil \frac{N_{CB}}{k_{\max} \cdot r} \cdot f(rv_{idx}) \right\rceil + p_0, \text{ và nếu } p_0 = l_0 \cdot r, \quad k_0 = r \cdot \left\lceil \frac{N_{CB}}{k_{\max} \cdot r} \cdot f(rv_{idx}) \right\rceil + l_0, \text{ hoặc nếu}$$

$$p_0 = 0, \quad k_0 = r \cdot \left\lceil \frac{N_{CB}}{k_{\max} \cdot r} \cdot f(rv_{idx}) \right\rceil. \quad r \text{ có thể là hệ số nâng } z \text{ hoặc } R_{subblock}. \text{ Lấy } k_{\max} = 4$$

như là ví dụ, $rv_{idx} = 0, 1, 2, 3$, do đó $f(0) = 0$, $f(1) = 1.67$, $f(2) = 2$, và $f(3) = 3$.

Cần lưu ý rằng làm tròn số có thể được thực hiện trên $\frac{N_{CB}}{k_{\max} \cdot r} \cdot f(rv_{idx})$ ở đây,

hoặc làm tròn xuống có thể được thực hiện trên $\frac{N_{CB}}{k_{\max} \cdot r} \cdot f(rv_{idx})$.

FIG. 5-1 là lưu đồ của mã LDPC có kích thước 46 hàng và 68 cột. Ví dụ,

$$p_0 = 0, \quad k_0 = r \cdot \left\lceil \frac{N_{CB}}{k_{\max} \cdot r} \cdot f(rv_{idx}) \right\rceil, \quad r=z, \text{ và các bit tương ứng với hai cột của các bit}$$

dâm tích hợp không được lưu trữ trong bộ đệm tuần hoàn. Trong cách thực hiện có thể, lấy $N_{CB} = 66z$, và $k_{\max} = 4$, khi $rv_{idx}=0$, $f(0)=0$, và khi $rv_{idx}=1$, $f(1)=1.67$. Có thể biết được rằng vị trí bắt đầu là 0 và 28z. Khi $rv_{idx}=2$, $f(2)=2$, và tương ứng, vị trí bắt đầu là 33z. Khi $rv_{idx}=3$, $f(3)=3$, và tương ứng, vị trí bắt đầu là 50z. Trong trường hợp này, $\{p_0, p_1, p_2, p_3\}$ có thể là $\{0, 28z, 33z, 55z\}$. Trong cách thực hiện có thể khác, với $rv_{idx}=1$, $f(1)$ có thể có giá trị khác. Như được thể hiện trong Bảng 3, Bảng 3 cho thấy các giá trị có thể khác nhau của $f(1)$ và giá trị p_1 của vị trí bắt đầu k_0 tương ứng với $f(1)$:

Bảng 3

$f(1)$	p_1
1,85	31z
1,80	30z
1,75	29z
1,67	28z
1,60	27z
1,55	26z
1,50	25z
1,42	24z
1,35	23z

Trong Bảng 3, giá trị của p_1 làm cho khoảng giữa p_1 và p_0 rơi vào giữa 23z và 31z (bao gồm 23z và 31z). Bởi vì số lượng cột tương ứng với các bit thông tin trong biểu đồ cơ sở được thể hiện trong FIG. 5-1 là 22, K nhỏ hơn hoặc bằng 22z sau khi mã hóa, và p_1 thỏa mãn $p_1 \geq (p_0 + K)$.

Trong cách thực hiện có thể khác, với $rv_{idk}=2$ and $rv_{idk}=3$, kết hợp vị trí bắt đầu của p_2 và p_3 thể hiện trong Bảng 4 có thể được định nghĩa::

Bảng 4

p_2	p_3
36z	51z
35z	51z
34z	51z
33z	51z
35z	50z
34z	50z
33z	50z
32z	50z
34z	49z
33z	49z
32z	49z
31z	49z
33z	48z
32z	48z
31z	48z
30z	48z

Trong trường hợp trên được thể hiện trong Bảng 4, khoảng giữa p_2 và p_3 nằm giữa 15z và 18z (bao gồm 15z và 18z), và khoảng giữa p_2 và p_0 và khoảng giữa p_3 và p_0 cũng thỏa mãn $p_k \geq (p_0 + K)$.

Tùy chọn, vị trí bắt đầu $\{p_0, p_1, p_2, p_3\}$ có thể được định nghĩa dựa trên p_1

trong Bảng 3 và sự kết hợp của p_2 và p_3 trong Bảng 4. p_0 có thể là 0 hoặc $p_0 = l_0 \cdot z$, và l_0 là số nguyên dương. Sự kết hợp của các vị trí bắt đầu cũng thỏa mãn $(p_1 - p_0) > (p_2 - p_1)$.

Ví dụ, $\{p_0, p_1, p_2, p_3\}$ có thể là $\{0, 31z, 33z, 50z\}$ hoặc $\{0, 23z, 36z, 51z\}$ hoặc tương tự, và các kết hợp vị trí bắt đầu khác nhau có thể được lấy dựa trên p_1 trong Bảng 3 và sự kết hợp của p_2 và p_3 trong Bảng 4. Cần lưu ý rằng chỉ có ví dụ được đề xuất ở đây và sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Trong cách thực hiện có thể khác, do bộ đệm tuần hoàn hạn chế (bộ đệm giới hạn), cho biểu đồ cơ sở được thể hiện trong FIG. 5-1, $N_{CB} < 66z$, và kích bản hợp này, các vị trí bắt đầu có thể được chia tỷ lệ bằng nhau so với các vị trí bắt đầu trong Bảng 3 hoặc Bảng 4. Ví dụ, các vị trí bắt đầu vẫn có thể là bội số nguyên của z sau khi các vị trí bắt đầu được chia tỷ lệ bằng nhau và $k_0 = z \cdot \text{Operation}(\frac{R_{rv_{ab}}}{66z} \cdot N_{CB})$. Đối với ví dụ khác, các vị trí bắt đầu có thể được chia tỷ lệ bằng nhau, nhưng các vị trí bắt đầu không cần phải là bội số của z và $k_0 = \text{Operation}(\frac{R_{rv_{ab}}}{66} \cdot N_{CB})$. $R_{rv_{ab}}$ có thể là p_1 trong Bảng 3, hoặc p_2 hoặc p_3 trong Bảng 4. $\text{Operation}(\cdot)$ là thao tác làm tròn có thể làm tròn lên, làm tròn xuống, làm tròn hoặc phương pháp làm tròn khác.

FIG. 5-2 đến FIG. 5-4 là các đường cong mô phỏng hiệu suất của tỷ lệ mã LDPC thu được dựa trên biểu đồ cơ sở được thể hiện trong FIG. 5-1 theo các phương án nêu trên. Trên kênh AWGN, hai phương pháp cài đặt vị trí bắt đầu khác nhau được mô phỏng, và các đường cong BLER trong các phương pháp cài đặt vị trí bắt đầu khác nhau được kiểm tra trong lần truyền lại thứ nhất ở ba tỷ lệ mã khác nhau: 0,93, 8/9 và 5/6 truyền ban đầu. Trong hình, tọa độ ngang biểu thị $E_x N_0$ của tỷ lệ kênh tín hiệu- nhiễu hiện tại, và tọa độ dọc biểu thị tỷ lệ lỗi khối (BLER, block error rate). Trong hình, khoảng cách gần hơn của toàn bộ đường cong ở phía bên trái cho thấy tỷ lệ lỗi khối thấp hơn và hiệu suất của giải pháp tốt hơn trong cùng tỷ lệ tín hiệu- nhiễu. Ở đây, được cho rằng độ dài phân đoạn bit trong truyền lại và truyền ban đầu là như nhau, mã hóa LDPC được thực hiện

trên tất cả các từ mã, và tốc độ mã hóa tối thiểu được ma trận LDPC hỗ trợ là $1/3$.

Đường cong có nhãn tam giác cho thấy phương pháp đặt vị trí bắt đầu theo các khoảng bằng nhau được sử dụng, và đường cong có nhãn khối cho thấy phương pháp đặt vị trí bắt đầu ở các khoảng không đều nhau được thể hiện trong phương án của sáng chế này được sử dụng. Các tham số của số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng $rvidx$ là 0, 1, 67, 2 và 3. Sau khi so sánh, trong mọi trường hợp, đường cong có nhãn khối nằm ở bên trái của đường cong có nhãn tam giác và điều này cho thấy rằng phương pháp để thiết lập các vị trí bắt đầu tại các khoảng thời gian không đồng đều trong phương án của sáng chế này có hiệu suất tốt hơn phương pháp để thiết lập các vị trí bắt đầu tại các khoảng bằng nhau.

Như thể hiện trong FIG. 8, FIG. 8 là lưu đồ của mã LDPC khác có kích thước 42 hàng và 52 cột. Chỉ số hàng được đánh dấu trong cột ngoài cùng bên trái, và chỉ số cột được đánh dấu trong hàng trên cùng. Chỉ các phần tử khác không được thể hiện trong mỗi hàng và cột và mỗi phần tử khác không được biểu thị bằng "1" và mỗi phần trống là phần tử không. Ví dụ, $p_0 = 0$,

$$k_0 = r \cdot \left\lceil \frac{N_{CB}}{k_{\max} \cdot r} \cdot f(rv_{idx}) \right\rceil, r=z, \text{ và các bit tương ứng với hai cột của các bit đậm tích}$$

hợp không được lưu trữ trong bộ đệm tuần hoàn. Trong cách thực hiện có thể, $N_{CB} = 50z$, lấy $k_{\max} = 4$, khi $rv_{idx}=0$, $f(0)=0$, và khi $rv_{idx}=1$, $f(1)=1,10$. Có thể biết được rằng vị trí bắt đầu là 0 và $14z$. Khi $rv_{idx}=2$, $f(2)=2$, và tương ứng, vị trí bắt đầu là $25z$. Khi $rv_{idx}=3$, $f(3)=3$, và tương ứng, vị trí bắt đầu là $38z$. Trong trường hợp này, $\{p_0, p_1, p_2, p_3\}$ có thể là $\{0, 14z, 25z, 38z\}$. Trong cách thực hiện có thể khác, với $rv_{idx}=1$, $f(1)$ có thể có giá trị khác. Như được thể hiện trong Bảng 5, Bảng 5 cho thấy các giá trị khác nhau có thể có của $f(1)$ và các giá trị p_i của vị trí bắt đầu k_0 tương ứng với $f(1)$:

Bảng 5

$f(1)$	p_1
1,10	14z
1,15	15z
1,25	16z
1,32	17z
1,40	18z
1,48	19z
1,56	20z
1,64	21z
1,72	22z
1,80	23z

Trong Bảng 5, giá trị của p_1 làm cho khoảng giữa p_1 và p_0 nằm giữa 14z và 23z (bao gồm cả 14z và 23z). Bởi vì số lượng cột tương ứng với các bit thông tin trong biểu đồ cơ sở được thể hiện trong FIG. 8 là 10, K nhỏ hơn hoặc bằng 10z sau khi mã hóa và p_1 thỏa mãn $p_1 \geq (p_0 + K)$.

Trong cách thực hiện có thể khác, với $rv_{idx}=2$ và $rv_{idx}=3$, kết hợp vị trí bắt đầu của p_2 và p_3 thể hiện trong Bảng 6 có thể được định nghĩa:

Bảng 6

p_2	p_3
28z	39z
27z	39z
26z	39z
25z	39z

27z	38z
26z	38z
25z	38z
24z	38z
26z	37z
25z	37z
24z	37z
23z	37z
25z	36z
24z	36z
23z	36z
22z	36z

Trong trường hợp này, khoảng giữa p_1 và p_3 nằm giữa 11z và 14z (bao gồm cả 11z và 14z), và khoảng giữa p_2 và p_0 và khoảng giữa p_3 và p_0 cũng thỏa mãn $p_k \geq (p_0 + K)$.

Tùy chọn, vị trí bắt đầu $\{p_0, p_1, p_2, p_3\}$ có thể được định nghĩa dựa trên p_1 trong Bảng 5 và sự kết hợp của p_2 và p_3 trong Bảng 6. p_0 có thể là 0 hoặc $p_0 = l_0 \cdot z$, và l_0 là số nguyên dương. Sự kết hợp của các vị trí bắt đầu cũng thỏa mãn $(p_1 - p_0) > (p_2 - p_1)$.

Ví dụ, $\{p_0, p_1, p_2, p_3\}$ có thể là $\{0, 14z, 25z, 38z\}$ hoặc $\{0, 18z, 28z, 39z\}$ hoặc tương tự, và các kết hợp vị trí bắt đầu khác nhau có thể được lấy dựa trên p_1 trong Bảng 5 và sự kết hợp của p_2 và p_3 trong Bảng 6. Cần lưu ý rằng chỉ có ví dụ được đề xuất ở đây và sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Trong cách thực hiện có thể khác, do bộ đệm tuần hoàn hạn chế (bộ đệm giới hạn), cho biểu đồ cơ sở được thể hiện trong FIG. 8, $N_{CR} < 50z$, và trong kịch bản này, các vị trí bắt đầu có thể được chia tỷ lệ bằng nhau so với các vị trí bắt đầu

trong Bảng 5 hoặc Bảng 6. Ví dụ, các vị trí bắt đầu vẫn có thể là bội số nguyên của z sau khi các vị trí bắt đầu được chia tỷ lệ bằng nhau và $k_0 = z \cdot \text{Operation}(\frac{R_{rv_{sb}}}{50z} \cdot N_{CB})$. Đối với ví dụ khác, các vị trí bắt đầu có thể được chia tỷ lệ bằng nhau, nhưng các vị trí bắt đầu không cần phải là bội số của z và $k_0 = \text{Operation}(\frac{R_{rv_{sb}}}{50z} \cdot N_{CB})$. $R_{rv_{sb}}$ có thể là p_1 trong Bảng 5 hoặc p_2 hoặc p_3 trong Bảng 6, $\text{Operation}(\cdot)$ là thao tác làm tròn có thể làm tròn lên, làm tròn xuống, làm tròn hoặc các phương pháp làm tròn khác.

Trong cách thực hiện có thể, vị trí bắt đầu trong khối được mã hóa cho chuỗi bit có thể được lấy dựa trên khoảng giữa các vị trí bắt đầu của hai phiên bản dự phòng liên kề. $\{0, 28z, 33z, 50z\}$ được mô tả ở trên được sử dụng làm ví dụ, vị trí bắt đầu có thể được xác định dựa trên khoảng giữa các vị trí bắt đầu của hai phiên bản dự phòng liên kề được mô tả bên dưới: nếu $p_0 = 0$, khoảng giữa các vị trí bắt đầu của hai phiên bản dự phòng liên kề là $0, 28z, 5z, 17z, 16z$, thì $k_0(1) = p_0 + 28z = 28z$, $k_0(2) = k_0(1) + 5z = 33z$, và tiếp tục.

Tùy chọn, sau khi phương pháp xử lý thông tin được thực hiện, thiết bị truyền thông có thể còn xử lý chuỗi bit đầu ra, để chuỗi bit đầu ra được sử dụng trong quá trình gửi hoặc thu. Ví dụ, thiết bị truyền thông có thể xen kẽ chuỗi bit đầu ra, và ánh xạ chuỗi bit đầu ra được xen kẽ vào các ký hiệu được điều chế. Đối với quá trình xử lý, tham khảo phương pháp xử lý tương ứng trong mục trước, và các chi tiết không được mô tả ở đây.

FIG. 6 là lưu đồ phương pháp xử lý thông tin theo phương án của sáng chế. Phương pháp này có thể được áp dụng cho hệ thống truyền thông, và hệ thống truyền thông bao gồm thiết bị truyền thông 20 và thiết bị truyền thông 21. Phương pháp này có thể được thực hiện bởi thiết bị truyền thông 21 và bao gồm các bước sau.

601: Thu được vị trí bắt đầu k_0 trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit mềm.

602: Kết hợp và lưu trữ chuỗi bit mềm trong chuỗi bộ đệm W bắt đầu từ vị trí bắt đầu k_0 .

Chuỗi bộ đệm W bao gồm chuỗi giá trị mềm của chuỗi bit D hoặc một phần của chuỗi giá trị mềm của chuỗi bit D , độ dài của chuỗi giá trị mềm của chuỗi bit D là K_D bit, và chuỗi bit D là chuỗi bit thu được bằng cách mã hóa chuỗi bit C có độ dài K dựa trên ma trận LDPC kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp hoặc chuỗi bit D thu được bằng cách rút ngắn, bằng cách rút ngắn s_0 bit, chuỗi bit thu được bằng cách mã hóa chuỗi bit C có độ dài K dựa trên ma trận LDPC kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp.

Giá trị của k_0 là p_k , p_k là phần tử trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$, $0 \leq k < k_{\max}$, $0 \leq p_k < N_{CB}$, p_k là số nguyên, k là số nguyên, N_{CB} là độ dài của chuỗi bộ đệm W và $k_{\max}$ là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4.

Có hai hoặc nhiều khoảng khác nhau giữa các giá trị liên kế trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$.

Thiết bị truyền thông 20 gửi chuỗi bit đầu ra thu được trong các phương án nêu trên đến thiết bị truyền thông 21. Có thể hiểu rằng chuỗi bit đầu ra trong các phương án nêu trên là chuỗi bit đầu ra thu được sau khi khớp tốc độ, và thiết bị truyền thông 20 có thể thực hiện xử lý như xen kẽ và điều chế trên chuỗi bit đầu ra thu được sau khi khớp tốc độ, để gửi tín hiệu gửi tương ứng với chuỗi bit đầu ra. Sau khi thu tín hiệu đầu ra và thực hiện giải điều chế và giải xen kẽ trên tín hiệu đầu ra, thiết bị truyền thông 21 thu được chuỗi bit mềm tương ứng với chuỗi bit đầu ra. Nói cách khác, bit trong chuỗi bit đầu ra tương ứng với bit giá trị mềm (bit kênh mềm) trong chuỗi bit mềm. Vị trí của các bit giá trị mềm được lưu trữ trong bộ đệm thông tin mềm của thiết bị truyền thông 21 tương ứng một-một với vị trí của khối được mã hóa trong bộ đệm tuần hoàn của thiết bị truyền thông 20. Kích thước của bộ đệm thông tin mềm và kích thước của khối mã hóa trong bộ đệm tuần hoàn cũng giống nhau và có thể là N_{CB} .

Ví dụ, bit đầu ra được gửi bởi thiết bị truyền thông 20 là 1, và sau khi truyền kênh, thiết bị truyền thông 21 biết rằng bit giá trị mềm tương ứng của bit đầu ra là 1,45 và nếu vị trí của bit đầu ra trong khối được mã hóa là bit thứ 5, bit giá trị mềm thứ 5 trong bộ đệm thông tin mềm của thiết bị truyền thông 21 là 1,45. Cần

lưu ý rằng chỉ có ví dụ được đề xuất ở đây để mô tả và phương án của sáng chế này không bị giới hạn ở đây. Nếu chuỗi bit đầu ra mà thiết bị truyền thông 20 thu được bao gồm n bit đầu ra, thiết bị truyền thông 21 có thể thu được n bit giá trị mềm tương ứng. Nếu thiết bị truyền thông 21 nhận các bit giá trị mềm ở cùng vị trí trong hai lần truyền khác nhau, các giá trị mềm của các bit giá trị mềm thu trong hai lần truyền khác nhau được kết hợp. Ví dụ, nếu bit giá trị mềm thu trong lần truyền thứ nhất là 1,45 và bit giá trị mềm thu trong lần truyền thứ hai là 0,5, thì thu nhận 1,95 sau khi kết hợp 1,45 với 0,5. Cần lưu ý rằng chỉ có ví dụ được đề xuất ở đây và sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Có thể biết được rằng vị trí bắt đầu k_0 và một phương pháp thu được chúng có các tính năng tương ứng của các phương án nêu trên. Để biết các tính năng, hãy tham khảo các mô tả về các phương án nêu trên, và các chi tiết không được mô tả ở đây lần nữa. Cần lưu ý rằng đối với thiết bị truyền thông 20, chuỗi bộ đệm W là khối được mã hóa trong bộ đệm tuần hoàn, và đối với thiết bị truyền thông 21, chuỗi bộ đệm W là chuỗi giá trị mềm trong bộ đệm thông tin mềm. Ở phía thiết bị truyền thông 20, chuỗi bit đầu ra được xác định từ khối được mã hóa trong bộ đệm tuần hoàn và ở phía thiết bị truyền thông 21, chuỗi bit mềm thu được được lưu trữ trong bộ đệm thông tin mềm.

FIG. 7 là sơ đồ cấu trúc giản lược của thiết bị truyền thông 700. Thiết bị 700 có thể được cấu hình để thực hiện các phương pháp được mô tả trong các phương án nêu trên. Thiết bị truyền thông 700 có thể là chip, trạm gốc, thiết bị đầu cuối hoặc thiết bị mạng khác. Ngoài ra, thiết bị truyền thông 700 có thể là thiết bị truyền thông 20 hoặc thiết bị truyền thông 21 trong FIG. 2.

Thiết bị truyền thông 700 bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 701. Bộ xử lý 701 có thể là bộ xử lý chung hoặc bộ xử lý chuyên dụng. Ví dụ, bộ xử lý 701 có thể là bộ xử lý băng tần cơ sở hoặc bộ xử lý trung tâm. Bộ xử lý băng tần cơ sở có thể được cấu hình để thực hiện xử lý trên giao thức truyền dữ liệu và dữ liệu truyền thông, và bộ xử lý trung tâm có thể được cấu hình để điều khiển thiết bị truyền thông (ví dụ, trạm gốc, thiết bị đầu cuối, hoặc chip) để thực thi phần mềm chương trình và xử lý dữ liệu của chương trình phần mềm.

Trong thiết kế có thể, thiết bị truyền thông 700 bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 701, và một hoặc nhiều bộ xử lý 701 có thể thực hiện phương pháp này trong các phương án thể hiện trong FIG. 3. Tùy chọn, ngoài việc thực hiện phương pháp trong các phương án thể hiện trong FIG. 3, bộ xử lý 701 có thể tiếp tục thực hiện các chức năng khác.

Thiết bị truyền thông 700 thu nhận vị trí bắt đầu k_0 trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit đầu ra, trong đó chuỗi bộ đệm W bao gồm chuỗi bit D hoặc một phần của chuỗi bit D; và xác định chuỗi bit đầu ra từ chuỗi bộ đệm W dựa trên vị trí bắt đầu k_0 .

Trong thiết kế có thể, một hoặc nhiều bộ xử lý 701 có thể thực hiện phương pháp trong các phương án được thể hiện trong FIG. 6.

Thiết bị truyền thông 700 thu được vị trí bắt đầu k_0 trong chuỗi bộ đệm W cho chuỗi bit mềm, trong đó chuỗi bộ đệm W bao gồm chuỗi giá trị mềm của chuỗi bit D hoặc một phần của chuỗi giá trị mềm của chuỗi bit D và độ dài của chuỗi giá trị mềm của chuỗi chuỗi bit D là K_D ; và

kết hợp chuỗi bit mềm với chuỗi bộ đệm W để lưu trữ bắt đầu từ vị trí bắt đầu k_0 .

Trong thiết kế có thể nêu trên, độ dài của chuỗi bit D là K_D bit, và chuỗi bit D là chuỗi bit thu được bằng cách mã hóa chuỗi bit C có độ dài K dựa trên ma trận LDPC kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp, hoặc chuỗi bit D thu được bằng cách rút ngắn, bằng cách rút ngắn, bởi s_0 bit, chuỗi bit thu được bằng cách mã hóa chuỗi bit C có độ dài K dựa trên ma trận LDPC kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp, trong đó s_0 là số nguyên lớn hơn 0.

Giá trị của k_0 là p_k , p_k là phần tử trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$, $0 \leq k < k_{\max}$, $0 \leq p_k < N_{CB}$, p_k là số nguyên, k là số nguyên, N_{CB} là độ dài của chuỗi bộ đệm W, và $k_{\max}$ là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4.

Có hai hoặc nhiều khoảng khác nhau của các giá trị liên kế trong $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$.

Trong thiết kế tùy chọn, bộ xử lý 701 cũng có thể bao gồm một lệnh 703, và

lệnh có thể được chạy trên bộ xử lý, do đó thiết bị truyền thông 700 thực hiện các phương pháp được mô tả trong các phương án nêu trên.

Trong thiết kế có thể khác, thiết bị truyền thông 700 có thể còn bao gồm mạch, và mạch có thể thực hiện các chức năng trong các phương án nêu trên. Tùy chọn, thiết bị truyền thông 700 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ nhớ 702 lưu trữ lệnh 704. Lệnh này có thể được chạy trên bộ xử lý, để thiết bị truyền thông 700 thực hiện các phương pháp được mô tả trong các phương án nêu trên. Tùy chọn, bộ nhớ hơn nữa có thể lưu trữ dữ liệu. Tùy chọn, bộ nhớ có thể lưu trữ một hướng dẫn và/hoặc dữ liệu. Bộ xử lý và bộ nhớ có thể được xử lý riêng hoặc có thể được tích hợp với nhau. Tùy chọn, một hoặc nhiều bộ nhớ 702 có thể lưu trữ vị trí bắt đầu, tham số liên quan đến phiên bản dự phòng hoặc tương tự.

Trong thiết kế khác, một hoặc nhiều bộ xử lý 701 có thể được cấu hình để thực hiện các chức năng của các môđun được thể hiện trong FIG. 2, ví dụ, chức năng của các môđun trong thiết bị truyền thông 20 hoặc thiết bị truyền thông 21.

Tùy chọn, thiết bị truyền thông 700 có thể còn bao gồm bộ thu phát 705 và anten 706. Bộ xử lý 701 có thể được gọi là bộ xử lý và được cấu hình để điều khiển thiết bị truyền thông (thiết bị đầu cuối hoặc trạm gốc). Bộ thu phát 705 có thể được gọi là đơn vị thu nhận, bộ thu phát, mạch thu phát hoặc tương tự, và được cấu hình để thực hiện chức năng nhận và gửi của thiết bị truyền thông bằng cách sử dụng anten 706.

Tùy chọn, thiết bị truyền thông 700 có thể còn bao gồm thành phần được cấu hình để tạo CRC khối truyền, thành phần được sử dụng để phân đoạn khối mã và kiểm tra CRC, bộ mã hóa, bộ xen kẽ được sử dụng để xen kẽ, bộ điều chế được sử dụng để xử lý điều chế và tương tự. Chức năng của các thành phần có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý 701.

Tùy chọn, thiết bị truyền thông 700 có thể còn bao gồm bộ giải mã được sử dụng cho hoạt động giải điều chế, bộ giải xen kẽ được sử dụng để giải xen kẽ, bộ giải mã hoặc tương tự. Chức năng của các thành phần có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý 701.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể còn hiểu rằng các khối logic minh họa khác nhau (illustrative logic block) và các bước (step) được liệt kê trong các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phần cứng điện tử, phần mềm máy tính hoặc kết hợp của chúng. Việc các chức năng được thực hiện bằng cách sử dụng phần cứng hoặc phần mềm tùy thuộc vào các ứng dụng cụ thể và yêu cầu thiết kế của toàn bộ hệ thống. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện các chức năng được mô tả cho từng ứng dụng cụ thể, nhưng không nên xem xét rằng việc thực hiện nằm ngoài phạm vi của các phương án của sáng chế.

Các đơn vị logic minh họa khác nhau và mạch được mô tả trong các phương án của sáng chế có thể thực hiện hoặc vận hành các chức năng được mô tả bằng cách sử dụng bộ xử lý chung, bộ xử lý tín hiệu số, mạch tích hợp dành riêng cho ứng dụng (ASIC), mạch tích hợp lập trình được (FPGA) hoặc thiết bị logic lập trình được khác, công riêng biệt hoặc bóng bán dẫn logic, thành phần phần cứng riêng biệt, hoặc thiết kế của bất kỳ sự kết hợp nào của chúng. Bộ xử lý chung có thể là bộ vi xử lý. Tùy chọn, bộ xử lý chung cũng có thể là bất kỳ bộ xử lý, bộ điều khiển, vi điều khiển hoặc máy móc trạng thái nào. Bộ xử lý cũng có thể được thực hiện bởi sự kết hợp của các thiết bị máy tính, chẳng hạn như bộ xử lý tín hiệu số và bộ vi xử lý, nhiều bộ vi xử lý, một hoặc nhiều bộ vi xử lý với lõi bộ xử lý tín hiệu số, hoặc bất kỳ cấu hình tương tự nào khác.

Các bước của các phương pháp hoặc thuật toán được mô tả trong các phương án của sáng chế có thể được nhúng trực tiếp vào phần cứng, lệnh được thực thi bởi bộ xử lý hoặc kết hợp chúng. Bộ nhớ có thể là bộ nhớ RAM, bộ nhớ flash, bộ nhớ ROM, bộ nhớ EPROM, bộ nhớ EEPROM, thanh ghi, đĩa cứng, đĩa từ có thể tháo rời, CD-ROM, hoặc phương tiện lưu trữ ở bất kỳ dạng nào khác trong kỹ thuật. Ví dụ, bộ nhớ có thể kết nối với bộ xử lý để bộ xử lý có thể đọc thông tin từ bộ nhớ và ghi thông tin vào bộ nhớ. Ngoài ra, bộ nhớ có thể còn được tích hợp vào bộ xử lý. Bộ xử lý và bộ nhớ có thể được sắp xếp trong ASIC, và ASIC có thể được sắp xếp trong UE. Tùy chọn, bộ xử lý và bộ nhớ có thể

được sắp xếp ở các phần khác nhau của UI.

Dựa trên các mô tả về các phương án nêu trên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu rõ rằng sáng chế có thể được thực hiện bằng phần cứng, vi chương trình hoặc kết hợp của chúng. Khi sáng chế được thực hiện bằng cách sử dụng chương trình phần mềm, sáng chế có thể được thực hiện đầy đủ hoặc một phần dưới dạng sản phẩm chương trình máy tính và sản phẩm chương trình máy tính bao gồm một hoặc nhiều hướng dẫn máy tính (còn được gọi là chương trình hoặc mã). Khi các lệnh máy tính được tải và thực thi trên máy tính, quy trình hoặc chức năng theo các phương án của sáng chế được tạo ra tất cả hoặc một phần. Khi sáng chế được thực hiện bởi chương trình phần mềm, các chức năng nêu trên có thể được lưu trữ trong phương tiện đọc được bằng máy tính hoặc được truyền dưới dạng một hoặc nhiều hướng dẫn hoặc mã trong phương tiện đọc được bằng máy tính. Máy tính có thể là máy tính chung, máy tính chuyên dùng, mạng máy tính hoặc các thiết bị có thể lập trình khác. Lệnh máy tính có thể được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính hoặc được truyền từ phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính sang phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính khác. Phương tiện đọc được bằng máy tính bao gồm phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính và phương tiện truyền thông, trong đó phương tiện truyền thông bao gồm bất kỳ phương tiện nào cho phép chương trình máy tính được truyền từ nơi này sang nơi khác. Phương tiện lưu trữ có thể là bất kỳ phương tiện có sẵn nào có thể truy cập được vào máy tính. Dưới đây cung cấp ví dụ nhưng không áp đặt giới hạn: Phương tiện đọc được bằng máy tính có thể bao gồm RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM hoặc phương tiện lưu trữ đĩa quang hoặc phương tiện lưu trữ đĩa khác hoặc thiết bị lưu trữ từ tính khác hoặc bất kỳ phương tiện nào khác có thể mang hoặc lưu trữ mã chương trình dự kiến dưới dạng một lệnh hoặc cấu trúc dữ liệu và có thể được truy cập bằng máy tính. Ngoài ra, mọi kết nối có thể được xác định một cách thích hợp là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu phần mềm được truyền từ trang mạng, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác bằng cách sử dụng cáp đồng trục, cáp/cáp quang, cáp xoắn, đường dây thuê bao kỹ thuật số (DSL)

hoặc các kỹ thuật không dây như tia hồng ngoại, vô tuyến và vi sóng, cáp đồng trục, cáp quang / cáp, cáp xoắn, DSL hoặc các kỹ thuật không dây như tia hồng ngoại, vô tuyến và vi sóng được bao gồm trong việc cố định phương tiện mà chúng thuộc về. Ví dụ, đĩa (disk/disc) được sử dụng theo sáng chế bao gồm đĩa CD nén, đĩa laze, đĩa quang, đĩa đa năng kỹ thuật số (DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó đĩa thường sao chép dữ liệu bằng phương tiện từ tính và đĩa sao chép dữ liệu bằng phương tiện laze. Sự kết hợp nêu trên cũng phải được đưa vào phạm vi bảo hộ của phương tiện đọc được bằng máy tính.

Tóm lại, những gì được mô tả ở trên chỉ là các ví dụ minh họa cho các giải pháp kỹ thuật của sáng chế, nhưng không nhằm mục đích giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Mọi sửa đổi, thay thế tương đương hoặc cải tiến được thực hiện mà không đi lệch khỏi bản chất và nguyên tắc của sáng chế phải nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp so khớp tỷ lệ cho mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (LDPC) trong hệ thống truyền thông, phương pháp này bao gồm:

thu được vị trí bắt đầu k_0 trong bộ đếm tuần hoàn có độ dài N_{CB} để xác định chuỗi bit đầu ra,

trong đó bộ đếm tuần hoàn bao gồm N_{CB} bit của chuỗi bit được mã hóa D,

trong đó chuỗi bit được mã hóa D được thu nhận bằng cách mã hóa chuỗi bit mà bao gồm K bit dựa trên ma trận LDPC, chuỗi bit được mã hóa D bao gồm K_D bit, $N_{CB} \leq K_D$ và $0 \leq K \leq K_D$, và

trong đó đối với vị trí bắt đầu k_0 là mỗi giá trị khả thi $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$

nhỏ hơn N_{CB} , $k_{\max}$ là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4 và ít nhất một giá trị p_k thỏa mãn các biểu thức (1) $|p_k - p_{k-1}|$ khác với $|p_{k+1} - p_k|$ và (2) $0 < k < k_{\max} - 1$; và

xuất ra chuỗi bit đầu ra, trong đó chuỗi bit đầu ra bao gồm L bit đầu ra mà bắt đầu từ vị trí bắt đầu k_0 trong bộ đếm tuần hoàn, và mỗi bit đầu ra không là bit điền đầy.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó $p_0 = 0$.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó $p_0 < p_1 < p_2 < p_3$ và $(p_1 - p_0) > (p_2 - p_1)$.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó $k_{\max} = 4$, $N_{CB} \geq K_D$, $k > 0$, và $p_k \geq (p_0 + K)$.

5. Phương pháp theo điểm 3, trong đó $k_{\max} = 4$, $N_{CB} < K_D$, $k > 0$, và

$$p_k \geq \left(p_0 + K \cdot \left\lceil \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil \right).$$

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó $p_k = l_k \cdot r$, và l_k là số nguyên dương và $k > 0$, r là số lượng bit được chứa trong đoạn bit đơn vị trong bộ đếm tuần hoàn, và r là số nguyên lớn hơn 0.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó $r = z$ và z là hệ số nâng của ma trận

LDPC.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc thu nhận vị trí bắt đầu k_0 bao gồm:

thu được vị trí bắt đầu k_0 dựa trên mỗi một trong số sau đây: (a) số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} hoặc (b) tham số của số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} .

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} thu được bằng cách sử dụng báo hiệu hoặc dựa trên chuỗi các số vị trí bắt đầu của các phiên bản dự phòng.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó chuỗi của các số vị trí bắt đầu của các phiên bản dự phòng được đọc từ bộ nhớ.

11. Thiết bị truyền thông, bao gồm:

bộ xử lý; và

phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính loại không chuyên tiếp được ghép đôi với bộ xử lý và lưu trữ các lệnh chương trình, khi lệnh được thực thi bởi bộ xử lý, làm cho bộ xử lý thực hiện các thao tác bao gồm:

thu được vị trí bắt đầu k_0 trong bộ đệm tuần hoàn có độ dài N_{CB} để xác định chuỗi bit đầu ra,

trong đó bộ đệm tuần hoàn bao gồm N_{CB} bit của chuỗi bit được mã hóa D,

trong đó chuỗi bit được mã hóa D được thu nhận bằng cách mã hóa chuỗi bit mà bao gồm K bit dựa trên ma trận LDPC, chuỗi bit được mã hóa D bao gồm K_D bit, $N_{CB} \leq K_D$ và $0 \leq K \leq K_D$, và

trong đó đối với vị trí bắt đầu k_0 là, mỗi giá trị khả thi $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{max}-1}\}$ nhỏ hơn N_{CB} , k_{max} là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4 và ít nhất một trong số các giá trị p_k thỏa mãn các biểu thức (1) $|p_k - p_{k-1}|$ khác với $|p_{k+1} - p_k|$ và (2) $0 < k < k_{max} - 1$; và

xuất ra chuỗi bit đầu ra bao gồm L bit đầu ra, bắt đầu từ vị trí bắt đầu k_0 trong bộ đệm tuần hoàn, và mỗi trong số L bit đầu ra không là bit điền đầy.

12. Thiết bị truyền thông theo điểm 11, trong đó $p_0 = 0$.

13. Thiết bị truyền thông theo điểm 11, trong đó $p_0 < p_1 < p_2 < p_3$ và $(p_1 - p_0) > (p_2 - p_1)$.

14. Thiết bị truyền thông theo điểm 13, trong đó $k_{\max} = 4$, $N_{CB} \geq K_D$, $k > 0$ và $p_k \geq (p_0 + K)$.

15. Thiết bị truyền thông theo điểm 13, trong đó $k_{\max} = 4$, $N_{CB} < K_D$, $k > 0$ và $p_k \geq \left(p_0 + K \cdot \left\lceil \frac{N_{CB}}{K_D} \right\rceil \right)$.

16. Thiết bị truyền thông theo điểm 11, trong đó $p_k = l_k \cdot r$, và l_k là số nguyên dương, $k > 0$, và r là số lượng bit được chứa trong đoạn bit đơn vị trong bộ đệm tuần hoàn, và r là số nguyên lớn hơn 0.

17. Thiết bị truyền thông theo điểm 16, trong đó $r = z$ và z là hệ số nâng của ma trận LDPC.

18. Thiết bị truyền thông theo điểm 11, trong đó các thao tác còn bao gồm:

thu được vị trí bắt đầu k_0 dựa trên mỗi một trong số: (a) số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} hoặc (b) tham số của số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} .

19. Thiết bị truyền thông theo điểm 18, trong đó số vị trí bắt đầu của phiên bản dự phòng rv_{idx} được thu được bằng cách sử dụng báo hiệu hoặc dựa trên chuỗi các số vị trí bắt đầu của các phiên bản dự phòng.

20. Thiết bị truyền thông theo điểm 19, trong đó chuỗi của các số vị trí bắt đầu của các phiên bản dự phòng được đọc từ bộ nhớ.

21. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính loại không chuyển tiếp bao gồm các lệnh được lưu trữ trên đó, khi lệnh được chạy trên máy tính, làm cho máy tính thực hiện các thao tác bao gồm:

thu được vị trí bắt đầu k_0 trong bộ đệm tuần hoàn có độ dài N_{CB} để xác định chuỗi bit đầu ra,

trong đó bộ đệm tuần hoàn bao gồm N_{CB} bit của chuỗi bit được mã hóa D, trong đó chuỗi bit được mã hóa D được thu nhận bằng cách mã hóa chuỗi

bit mà bao gồm K bit dựa trên ma trận LDPC, chuỗi bit được mã hóa D bao gồm K_D bit, $N_{CB} \leq K_D$ và $0 \leq K \leq K_D$, và

trong đó đối với vị trí bắt đầu k_0 là, mỗi giá trị khả thi $\{p_0, p_1, p_2, \dots, p_{k_{\max}-1}\}$ nhỏ hơn N_{CB} , $k_{\max}$ là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4 và ít nhất một giá trị p_k thỏa mãn các biểu thức (1) $|p_k - p_{k-1}|$ khác với $|p_{k+1} - p_k|$ và (2) $0 < k < k_{\max} - 1$; và

xuất ra chuỗi bit đầu ra, trong đó chuỗi bit đầu ra bao gồm E bit đầu ra bắt đầu từ vị trí bắt đầu k_0 trong bộ đệm tuần hoàn, và mỗi bit đầu ra không là bit điền đầy.

22. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính theo điểm 21, trong đó $p_0 < p_1 < p_2 < p_3$ và $(p_1 - p_0) > (p_2 - p_1)$.

23. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính theo điểm 21, trong đó $p_k = l_k \cdot r$, và l_k là số nguyên dương, $k > 0$, và r là số lượng bit được chứa trong đoạn bit đơn vị trong chuỗi bộ đệm W , và r là số nguyên lớn hơn 0.

24. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính theo điểm 23, trong đó $r = z$ và z là hệ số nâng của ma trận LDPC.

1/9

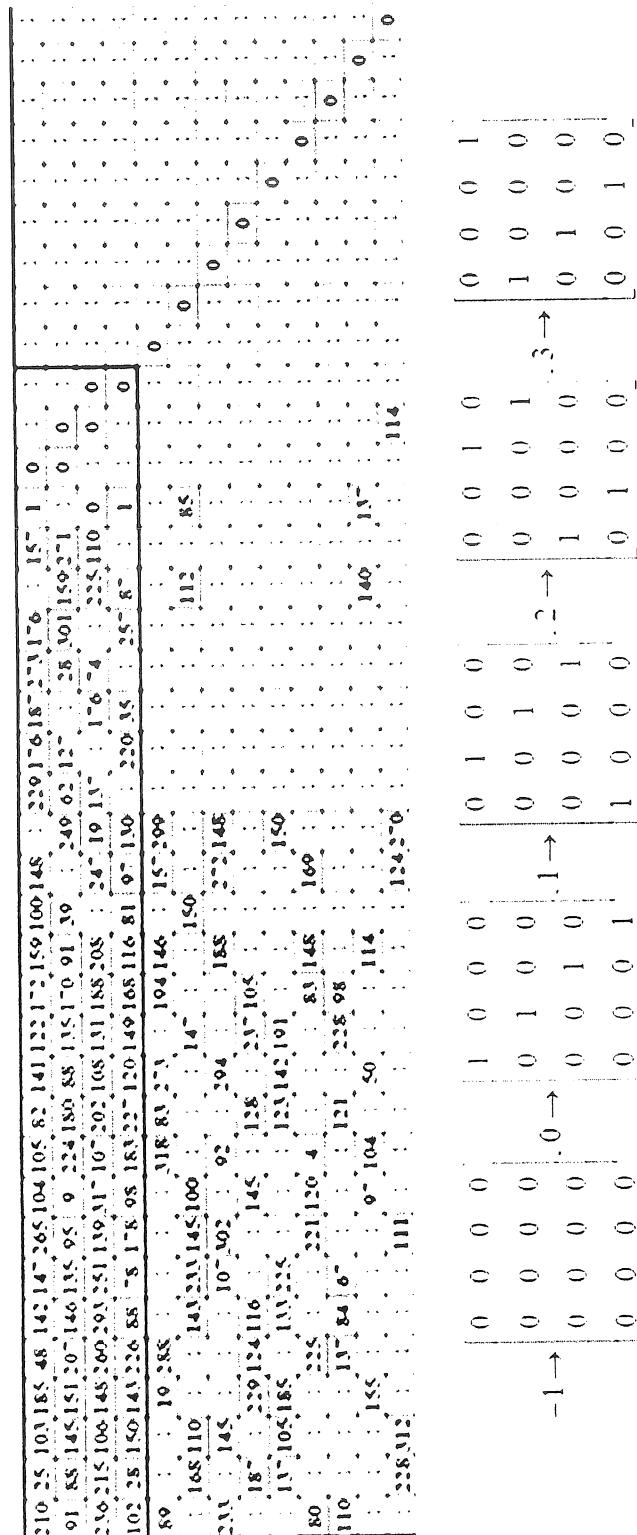


FIG. 1

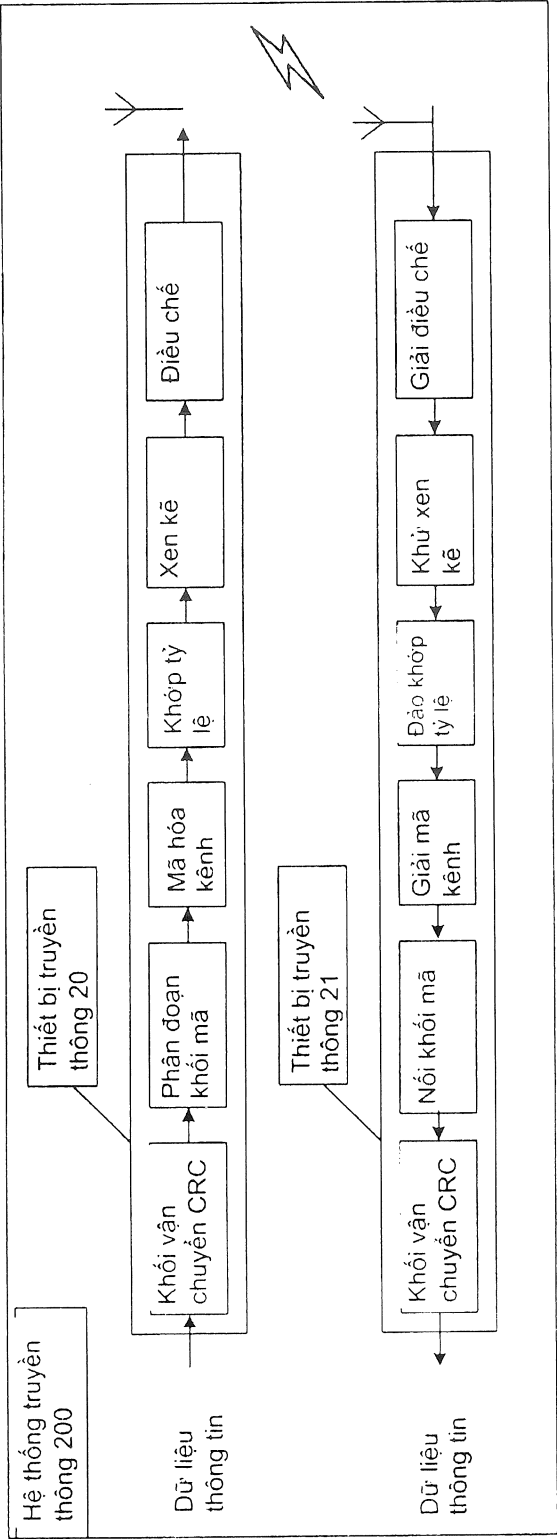


FIG. 2

3/9

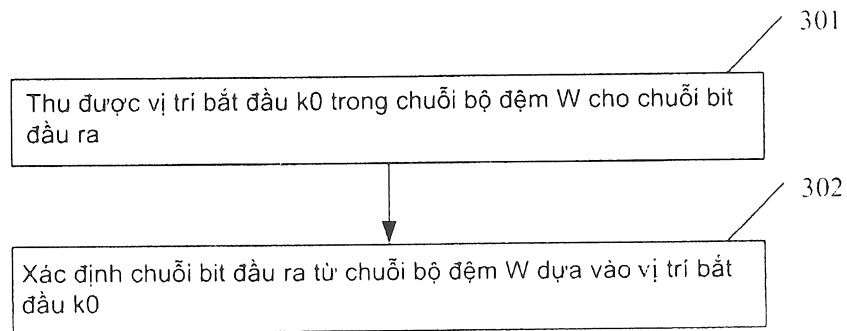


FIG. 3

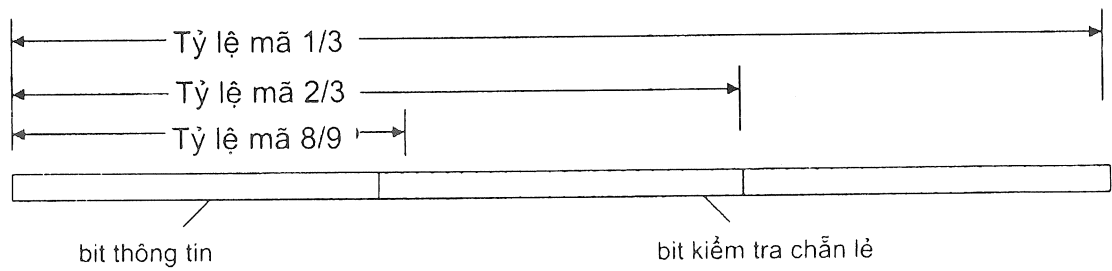


FIG. 4-1

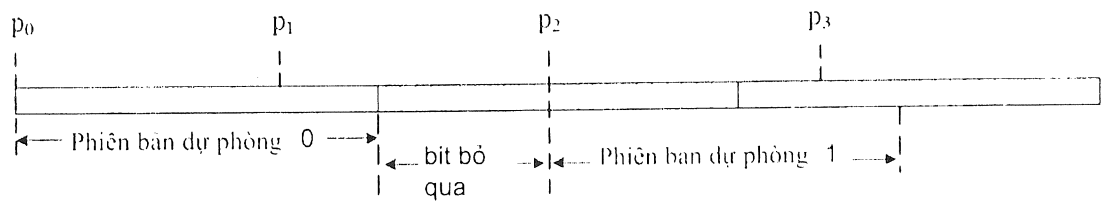


FIG. 4-2

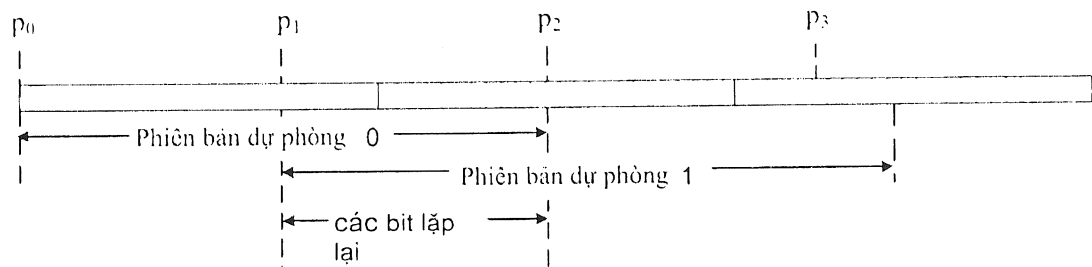


FIG. 4-3

4/9

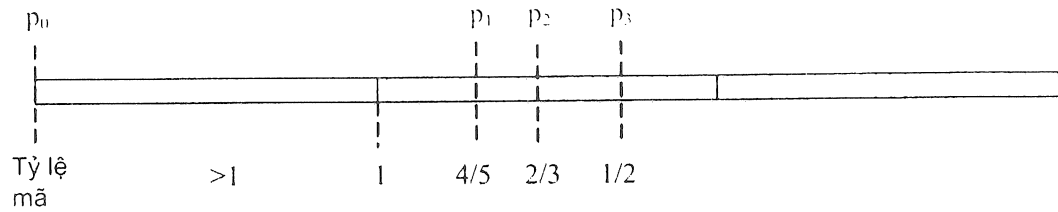


FIG. 4-4

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	...	...	...	...	64	65	66	67
0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0	
2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0	
3	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0	
4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0	
6	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0	
7	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0	
8	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
10	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
11	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
12	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
13	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
14	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
16	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
18	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
19	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
20	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
21	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
22	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
25	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
26	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
28	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
29	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
31	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
32	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
33	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
34	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
36	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
37	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
38	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
39	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
40	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
42	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
43	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
44	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		
45	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	0	0	0		

FIG. 5-1

5/9

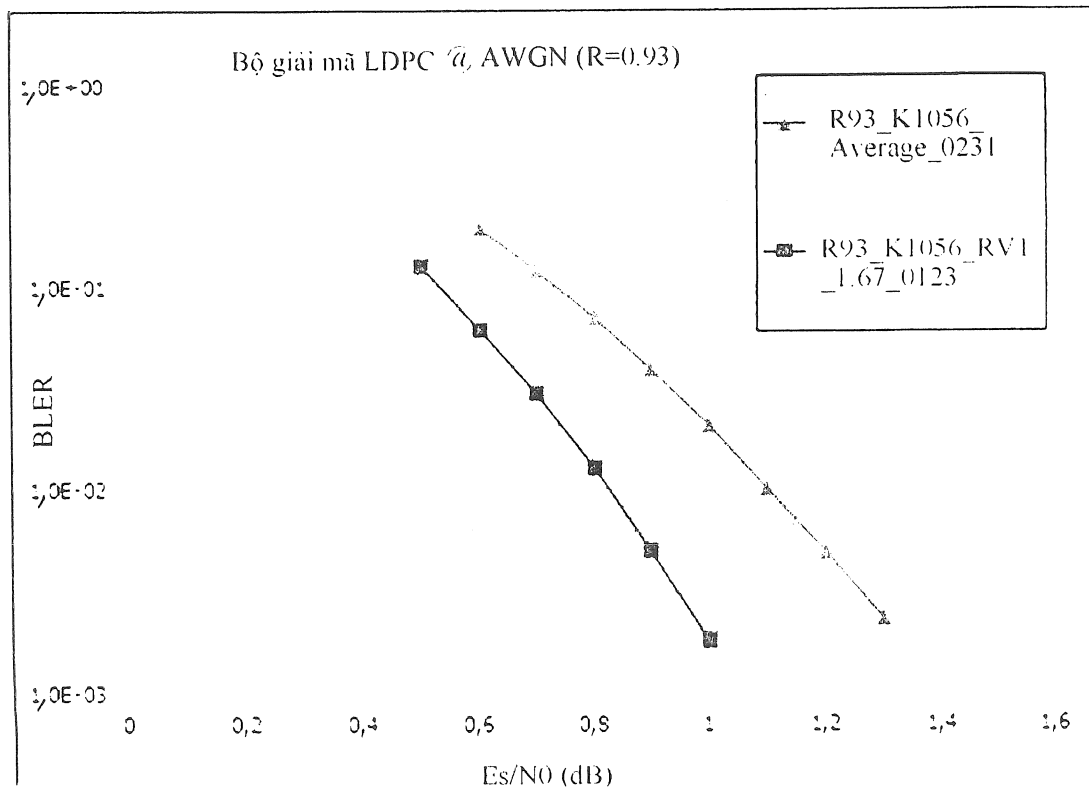


FIG. 5-2

6/9

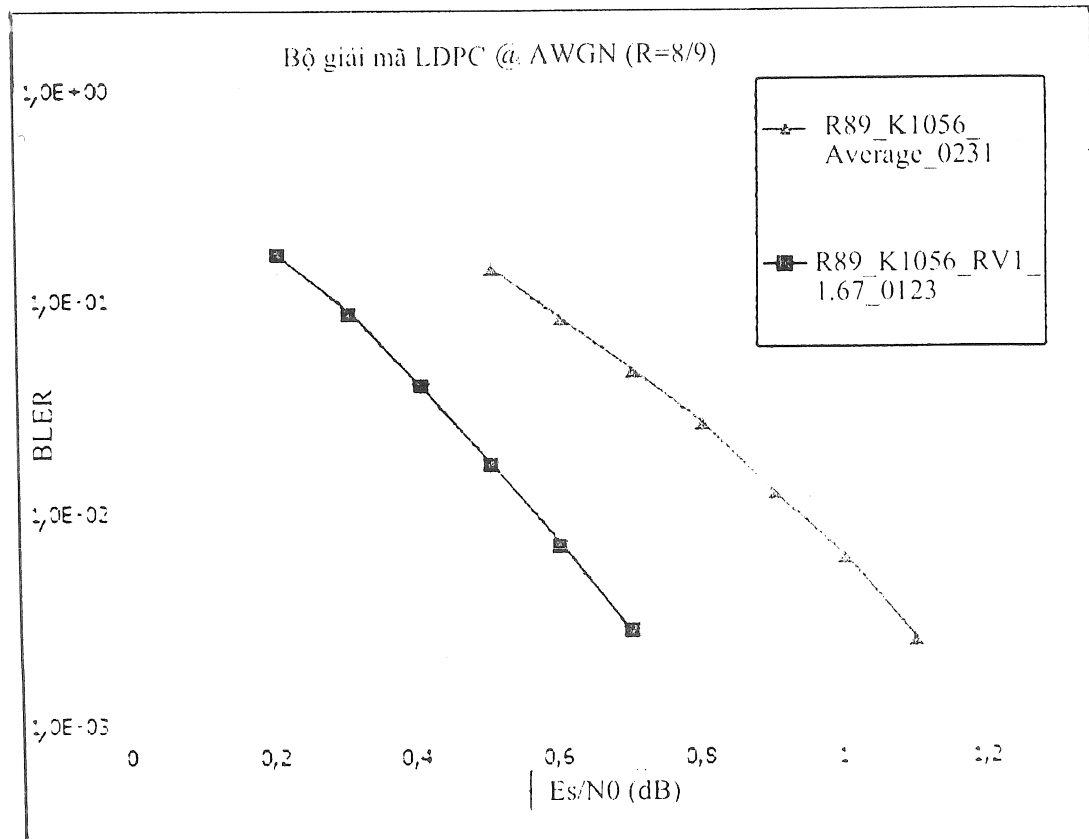


FIG. 5-3

7/9

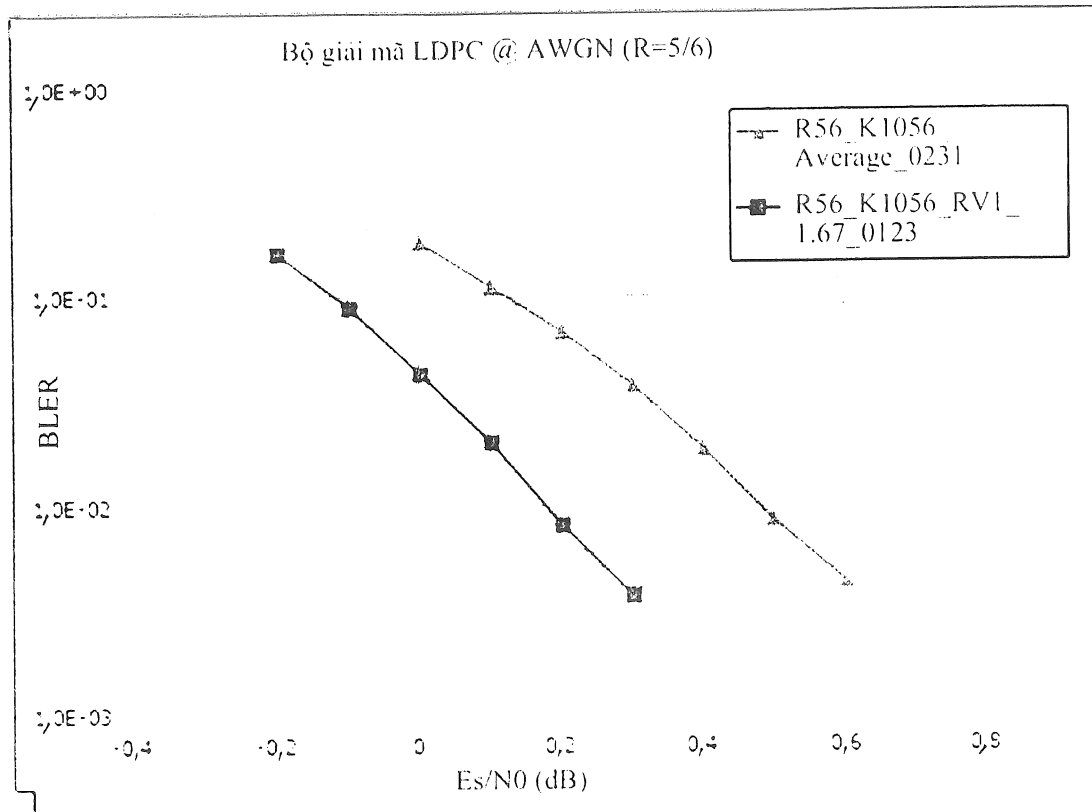


FIG. 5-4

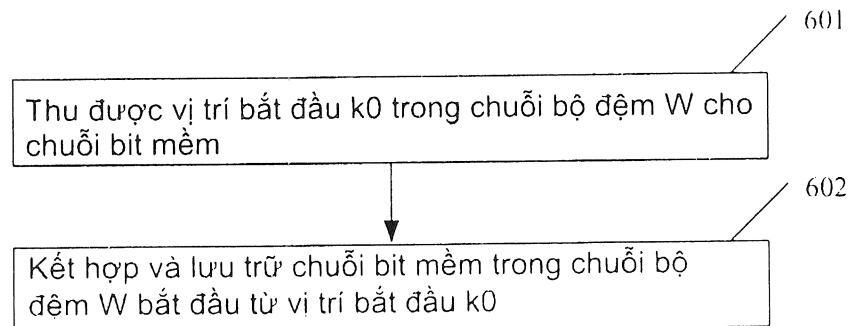


FIG. 6

8/9

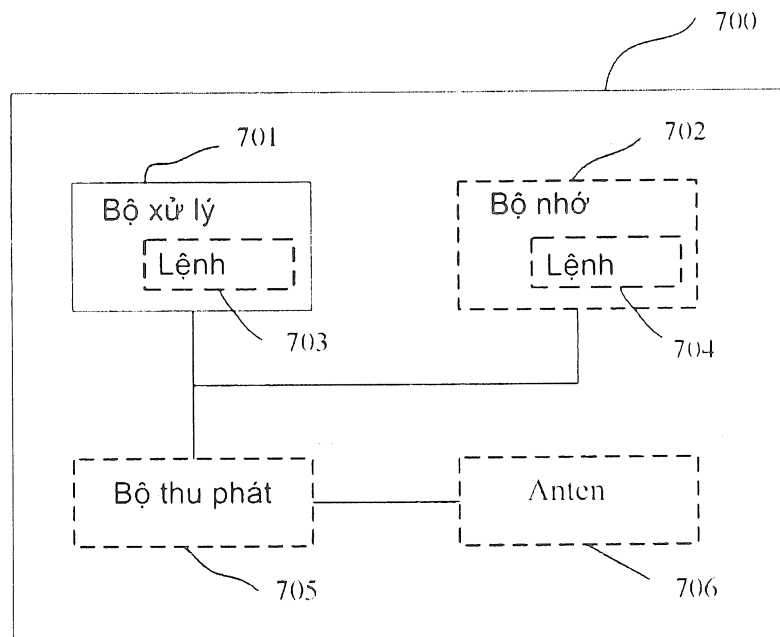


FIG. 7

9/9

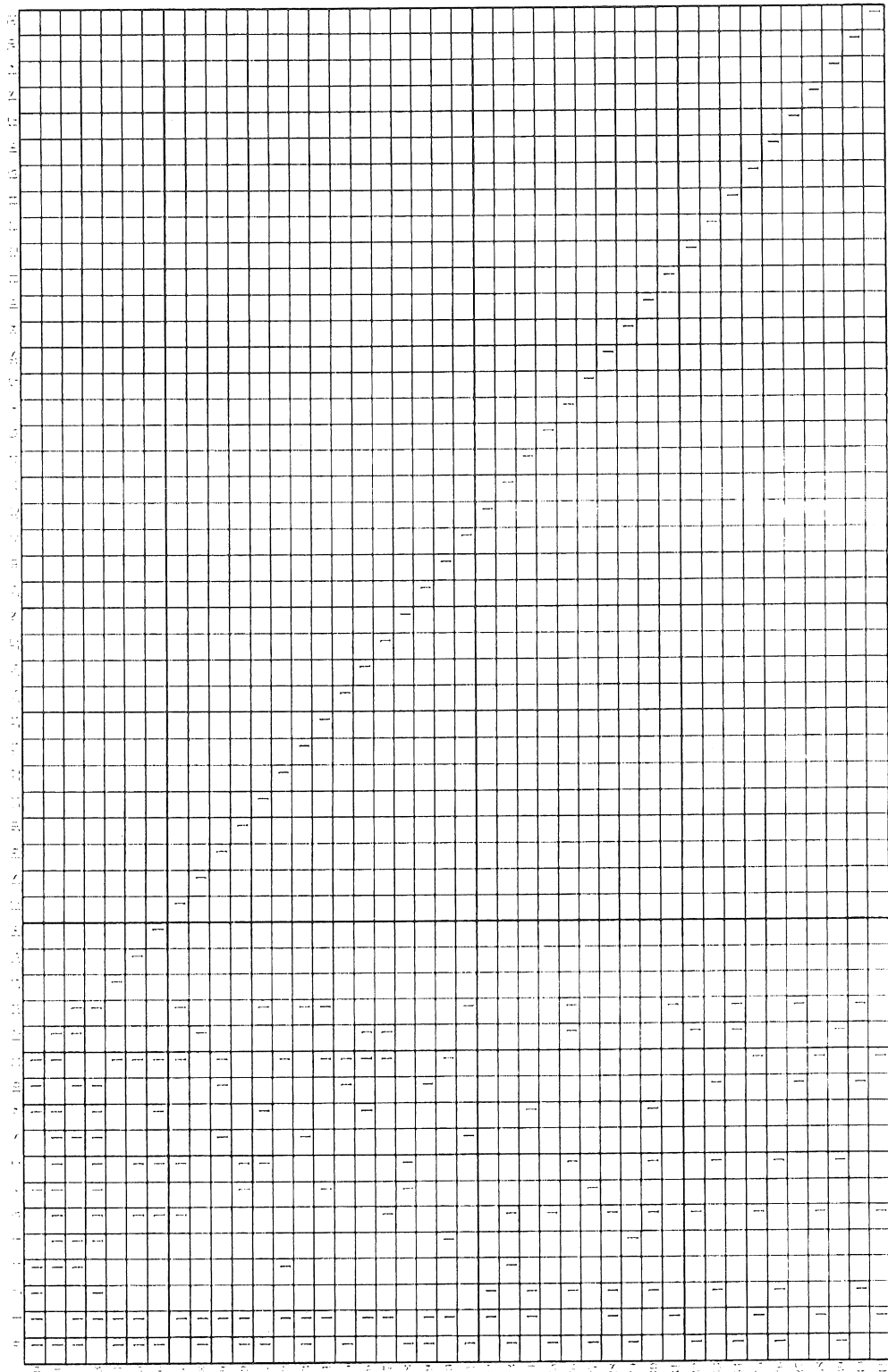


FIG. 8