



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



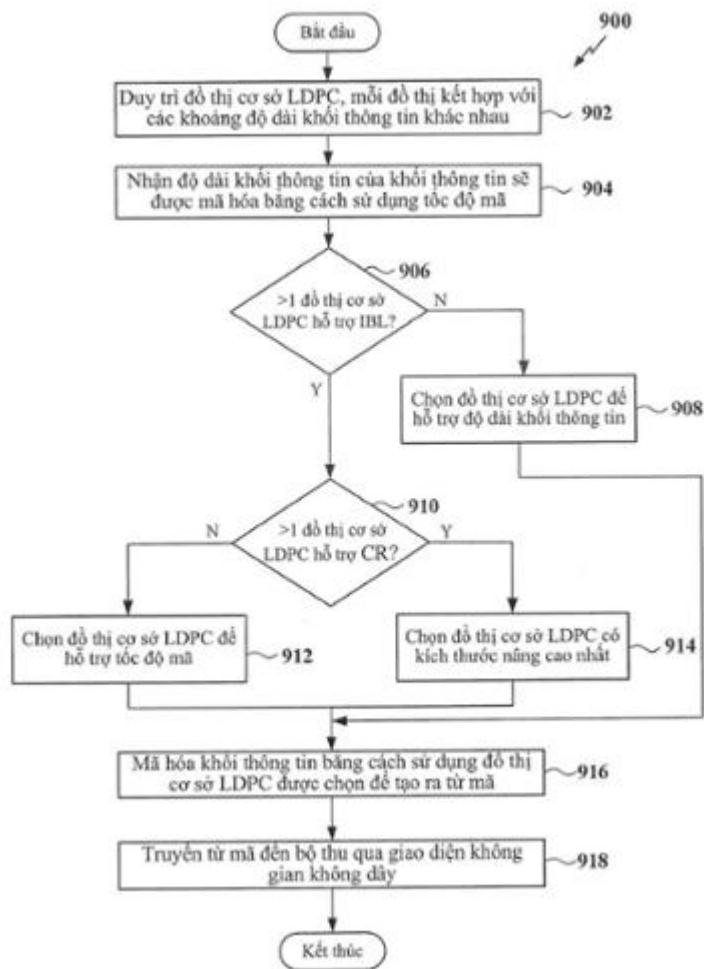
1-0036898

(51)^{2019.01} H03M 13/03; H03M 13/11; H03M 13/00 (13) B

-
- (21) 1-2019-04158 (22) 19/01/2018
(86) PCT/US2018/014528 19/01/2018 (87) WO/2018/144251 09/08/2018
(30) 62/455,450 06/02/2017 US; 15/709,400 19/09/2017 US
(45) 25/09/2023 426 (43) 25/11/2019 380A
(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America
(72) SORIAGA, Joseph Binamira (US); SARKIS, Gabi (CA); KUDEKAR, Shrinivas
(IN); RICHARDSON, Thomas (US); LONCKE, Vincent (US).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)
-

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ MÃ HÓA KIỂM TRA CHẴN LẺ MẬT ĐỘ THẤP,
THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ PHƯƠNG TIỆN BẮT BIẾN ĐỌC
ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị mã hóa kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp, thiết bị truyền thông không dây và phương tiện bắt biến đọc được bằng máy tính. Một số khía cạnh của sáng chế đề cập đến kỹ thuật mã hóa kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (LDPC - low density parity check) sử dụng đồ thị cơ sở LDPC. Hai hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC có thể được duy trì mà được kết hợp với các khoảng độ dài khối thông tin chồng nhau khác nhau. Đồ thị cơ sở LDPC cụ thể có thể được chọn từ khối thông tin dựa trên độ dài khối thông tin của khối thông tin. Các metric bổ sung có thể được cân nhắc khi chọn đồ thị cơ sở LDPC có thể bao gồm tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin và/hoặc kích thước nâng ứng dụng đồ thị cơ sở LDPC để tạo ra độ dài khối thông tin của khối thông tin.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến các hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn đến kỹ thuật mã hóa kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check - LDPC).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các mã khối, hoặc mã hiệu chỉnh lỗi, thường được dùng để tạo ra cuộc truyền thông báo số tin cậy trên các kênh nhiễu. Trong mã khối thông thường, thông báo hoặc chuỗi thông tin được chia thành các khối, và sau đó bộ mã hóa ở thiết bị truyền bổ sung về mặt toán học dữ liệu dư vào thông báo thông tin. Việc sử dụng dữ liệu dư này trong thông báo thông tin đã mã hóa là chìa khóa đối với độ tin cậy của thông báo, cho phép hiệu chỉnh mọi sai số bit có thể xuất hiện do nhiễu. Tức là, bộ giải mã ở thiết bị thu có thể tận dụng dữ liệu dư để khôi phục tin cậy thông báo thông tin mặc dù các sai số bit có thể xảy ra, một phần, do việc thêm nhiễu vào kênh.

Nhiều ví dụ về các mã khối hiệu chỉnh lỗi như vậy đã được biết đến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, bao gồm mã Hamming, mã Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH), mã turbo, và mã LDPC, trong số các mã khác. Nhiều mạng truyền thông không dây hiện nay sử dụng các mã khối này, như các mạng 3GPP LTE sử dụng mã turbo; và các mạng IEEE 802.11n Wi-Fi sử dụng các mã LDPC.

Đối với các mạng trong tương lai, chẳng hạn như mạng vô tuyến mới thế hệ thứ năm (fifth generation - 5G), các mã LDPC có thể tiếp tục được thực hiện để hỗ trợ nhiều độ dài khối thông tin và nhiều tỷ lệ mã hóa. Để đạt được thông lượng cao cùng với việc sử dụng phần cứng hiệu quả, cần phải cải tiến thêm các mã LDPC.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần sau đây thể hiện vắn tắt bản chất kỹ thuật của một hoặc nhiều khía cạnh để có được sự hiểu biết cơ bản về các khía cạnh đó. Phần này không phải là sự khái quát

rộng về tất cả các khía cạnh được dự tính đến và cũng không được xem như là để xác định những yếu tố cơ bản hay quan trọng của tất cả các khía cạnh hoặc để mô tả phạm vi của khía cạnh bất kỳ hay tất cả các khía cạnh của sáng chế. Mục đích của phần này chỉ là trình bày một số khái niệm về một hoặc nhiều khía cạnh được mô tả ở dạng giản lược để mở đầu cho phần mô tả chi tiết hơn sẽ được trình bày sau đó.

Một số khía cạnh của sáng chế đề cập đến các cơ chế mã hóa kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (low density parity check – LDPC) sử dụng đồ thị cơ sở LDPC. Nhiều đồ thị cơ sở LDPC có thể được duy trì, mỗi đồ thị này được kết hợp với một khoảng độ dài khối thông tin khác nhau, sao cho các khoảng độ dài khối thông tin của các đồ thị cơ sở LDPC chồng nhau. Một đồ thị cơ sở LDPC cụ thể có thể được chọn từ khối thông tin dựa trên độ dài khối thông tin của khối thông tin. Các metric bổ sung mà có thể được xem xét khi lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC có thể bao gồm tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin và/hoặc kích thước nâng ứng dụng cho mỗi đồ thị cơ sở LDPC để tạo ra độ dài khối thông tin của khối thông tin.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp mã hóa LDPC. Phương pháp này bao gồm bước duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC, gồm ít nhất đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai, trong đó khoảng độ dài khối thông tin thứ hai bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất. Phương pháp này còn bao gồm bước lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin, mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã, và truyền từ mã qua giao diện không gian không dây.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa LDPC. Thiết bị này bao gồm bộ thu phát, bộ nhớ, và bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ thu phát và bộ nhớ. Bộ xử lý được tạo cấu hình để duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC, bao gồm ít nhất đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai, trong đó khoảng độ dài khối thông tin thứ hai bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất. Bộ xử lý còn được tạo cấu hình để lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC đã chọn từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC cho khối thông tin dựa ít nhất một phần

vào độ dài khối thông tin của khối thông tin, mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã, và truyền từ mã qua giao diện không gian không dây.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị truyền thông không dây. Thiết bị truyền thông không dây này bao gồm phương tiện duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC, bao gồm ít nhất đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai, trong đó khoảng độ dài khối thông tin thứ hai bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất. Thiết bị truyền thông không dây bao gồm phương tiện lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC đã chọn từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin, phương tiện mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã, và phương tiện truyền từ mã qua giao diện không gian không dây.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ mã thực thi được bằng máy tính để duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC, gồm ít nhất đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai, trong đó khoảng độ dài khối thông tin thứ hai bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính này còn bao gồm mã để lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin, mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã, và truyền từ mã qua giao diện không gian không dây.

Ví dụ về các khía cạnh bổ sung của sáng chế như sau. Theo một số khía cạnh của sáng chế, đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất có thể được chọn làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn trong số các đồ thị cơ sở LDPC được duy trì nếu duy nhất một đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin. Theo một số khía cạnh của sáng chế, đồ thị cơ sở LDPC được chọn có thể còn được dựa ít nhất một phần vào kích thước nâng. Theo một số khía cạnh của sáng chế, đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất có thể được chọn làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn nếu kích thước nâng thứ nhất ứng

dùng đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra độ dài khối thông tin lớn hơn kích thước nâng thứ hai ứng dụng đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin.

Theo một số khía cạnh của sáng chế, đồ thị cơ sở LDPC được chọn có thể còn được lựa chọn dựa ít nhất một phần vào tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin. Theo một số khía cạnh của sáng chế, đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai, trong đó khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai bao gồm tập con của khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất. Theo một số khía cạnh của sáng chế, khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai chồng lên khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất và bao gồm các tỷ lệ mã hóa bổ sung bên ngoài khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất. Theo một số khía cạnh của sáng chế, đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất có thể được lựa chọn làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn trong số các đồ thị cơ sở LDPC được duy trì nếu chỉ khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất bao gồm tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin. Theo một số khía cạnh của sáng chế, đồ thị cơ sở LDPC được chọn có thể còn được dựa ít nhất một phần vào kích thước nâng. Theo một số khía cạnh của sáng chế, đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất có thể được chọn làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn nếu kích thước nâng thứ nhất ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra độ dài khối thông tin lớn hơn kích thước nâng thứ hai ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin.

Theo một số khía cạnh của sáng chế, khoảng độ dài khối thông tin thứ hai chồng lên khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và bao gồm độ dài khối thông tin bổ sung bên ngoài khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất. Theo một số khía cạnh của sáng chế, nhiều đồ thị cơ sở LDPC còn bao gồm đồ thị cơ sở LDPC thứ ba kết hợp với khoảng khối thông tin thứ ba, trong đó khoảng khối thông tin thứ ba bao gồm tập con bổ sung của khoảng khối thông tin thứ nhất bao gồm khoảng khối thông tin thứ hai. Theo một số khía cạnh của sáng chế, đồ thị LDP biểu diễn bằng đồ thị cơ sở LDPC lựa chọn có thể được lựa chọn để mã hóa khối thông tin.

Các khía cạnh này và các khía cạnh khác của sáng chế sẽ được hiểu đầy đủ hơn khi xem xét phần mô tả chi tiết sau đây. Các khía cạnh, dấu hiệu và phương án khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, khi xem xét phần mô tả sau đây về các phương án ví dụ cụ thể của sáng chế kết hợp với các hình vẽ kèm theo. Mặc dù các dấu hiệu của sáng chế có thể được mô

tả liên quan đến một số phương án và hình vẽ dưới đây, tất cả các phương án của sáng chế có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu có lợi được mô tả trong sáng chế này. Nói cách khác, mặc dù một hoặc nhiều phương án có thể được mô tả là có một số đặc điểm có lợi, một hoặc nhiều dấu hiệu như vậy cũng có thể được sử dụng theo một số phương án của sáng chế. Tương tự, mặc dù các phương án làm ví dụ có thể được mô tả dưới đây là các phương án thiết bị, hệ thống, hay phương pháp, cần hiểu rằng các phương án làm ví dụ có thể được thực hiện trong một số thiết bị, hệ thống và phương pháp như vậy.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa ví dụ về mạng truy cập vô tuyến theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ minh họa quy trình truyền thông không dây sử dụng các mã khối theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.3 minh họa ví dụ về ma trận kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (LDPC) theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.4 minh họa ví dụ về đồ thị cơ sở LDPC theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.5 là sơ đồ minh họa ví dụ về lựa chọn giữa hai hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về phương án thực hiện bằng phần cứng cho thiết bị truyền thông không dây sử dụng hệ thống xử lý theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa LDPC làm ví dụ theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.8 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa LDPC làm ví dụ khác theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.9 là lưu đồ minh họa phương pháp mã hóa LDPC làm ví dụ khác theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.10 là lưu đồ minh họa phương pháp giải mã LDPC theo một số khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả chi tiết dưới đây, kết hợp với các hình vẽ kèm theo, dự định để mô tả một số cấu hình và không dự định thể hiện các cấu hình duy nhất mà trong đó các ý tưởng sáng tạo được mô tả ở đây có thể được thực hiện. Phần mô tả này bao gồm những chi tiết cụ thể nhằm mục đích giúp người đọc hiểu rõ các ý tưởng sáng tạo của sáng chế. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này phải hiểu rõ là các ý tưởng đó có thể được thực hiện mà không cần đến các chi tiết cụ thể này. Trong một số trường hợp, những cấu trúc và bộ phận đã biết được thể hiện dưới dạng sơ đồ khối để tránh làm tối nghĩa các ý tưởng sáng tạo của sáng chế.

Các khái niệm khác nhau được trình bày trong bản mô tả này có thể được thực hiện trên nhiều hệ thống viễn thông, cấu trúc mạng, và chuẩn truyền thông khác nhau. Như được thể hiện trên Fig.1, dưới dạng ví dụ minh họa và không giới hạn, sơ đồ minh họa đơn giản về mạng truy cập vô tuyến 100 được thể hiện. Mạng truy cập vô tuyến 100 có thể là mạng truy cập vô tuyến thế hệ tiếp theo (ví dụ, thế hệ thứ năm (5G) hoặc vô tuyến mới (NR - New Radio)) hoặc mạng truy cập vô tuyến kế thừa (3G hoặc 4G). Ngoài ra, một hoặc nhiều nút trong mạng truy cập vô tuyến 100 có thể là nút thế hệ tiếp theo hoặc nút kế thừa.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ mạng truy cập vô tuyến kế thừa dùng để chỉ mạng sử dụng công nghệ truyền thông không dây thế hệ thứ ba (3G - third generation) dựa vào tập hợp chuẩn tuân theo các đặc tả kỹ thuật Viễn thông di động quốc tế - 2000 (IMT-2000) hoặc công nghệ truyền thông không dây thế hệ thứ tư (4G - fourth generation) dựa vào tập hợp chuẩn tuân theo đặc tả kỹ thuật Viễn thông di động quốc tế tiên tiến (ITU-Advanced). Ví dụ, một số chuẩn được ban hành bởi Dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project - 3GPP) và Dự án hợp tác thế hệ thứ ba 2 (3rd Generation Partnership Project 2 - 3GPP2) có thể tuân theo IMT-2000 và/hoặc ITU tiên tiến. Ví dụ về các chuẩn kế thừa này được xác định bởi Dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project - 3GPP) bao gồm, nhưng không giới hạn ở, hệ thống phát triển dài hạn (Long-Term Evolution - LTE), LTE tiên tiến, hệ thống gói

cải tiến (Evolved Packet System - EPS), và hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunication System - UMTS). Ví dụ khác về các công nghệ truy cập không dây khác nhau dựa vào một hoặc nhiều chuẩn trong số các chuẩn 3GPP liệt kê trên đây bao gồm, nhưng không giới hạn ở, truy cập vô tuyến mặt đất toàn cầu (Universal Terrestrial Radio Access - UTRA), truy cập vô tuyến mặt đất toàn cầu cải tiến (Evolved Universal Terrestrial Radio Access - eUTRA), dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (General Packet Radio Service - GPRS) và tốc độ dữ liệu tăng cường để cải tiến GSM ((Enhanced Data Rates for GSM Evolution - EDGE). Ví dụ về các chuẩn kế thừa này được xác định bởi Dự án hợp tác thế hệ thứ ba 2 (3rd Generation Partnership Project 2 - 3GPP2) bao gồm, nhưng không giới hạn ở, CDMA2000 và siêu băng rộng di động (Ultra Mobile Broadband - UMB). Ví dụ khác về các chuẩn sử dụng công nghệ truyền thông không dây 3G/4G bao gồm chuẩn IEEE 802.16 (WiMAX) và các chuẩn phù hợp khác.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ mạng truy cập vô tuyến thế hệ tiếp theo thường dùng để chỉ mạng sử dụng các công nghệ truyền thông không dây cải tiến liên tục. Công nghệ này có thể bao gồm, ví dụ, công nghệ truyền thông không dây thế hệ thứ năm (5G) dựa vào tập hợp các chuẩn. Các chuẩn này có thể tuân theo các hướng dẫn được quy định trong Sách trắng 5G xuất bản bởi Liên minh mạng di động thế hệ tiếp theo (Next Generation Mobile Network - NGMN) vào ngày 17/2/2015. Ví dụ, các chuẩn mà có thể được xác định bởi 3GPP sau LTE tiên tiến hoặc bởi 3GPP2 sau CDMA2000 có thể tuân theo Sách trắng 5G của Liên minh NGMN. Các chuẩn cũng có thể bao gồm những nỗ lực trước 3GPP được xác định bởi Diễn đàn kỹ thuật Verizon và SIG viễn thông Hàn Quốc.

Vùng địa lý được phủ sóng bởi mạng truy cập vô tuyến 100 có thể được chia thành một số vùng chia ô (các ô) mà có thể được nhận dạng duy nhất bởi thiết bị người dùng (user equipment - UE) dựa vào ký hiệu nhận dạng được phát rộng qua khu vực địa lý từ một điểm truy cập hoặc trạm cơ sở. Fig.1 minh họa các ô cỡ lớn 102, 104, và 106, và ô cỡ nhỏ 108, mỗi trong số đó có thể bao gồm một hoặc nhiều sector (không được thể hiện trên hình vẽ). Sector là một khu vực con của ô. Tất cả các sector trong một ô được phục vụ bởi cùng trạm cơ sở. Liên kết vô tuyến trong sector có thể được nhận dạng bởi một ký hiệu nhận dạng logic thuộc sector đó. Trong các ô được chia

thành các sector, nhiều sector trong ô có thể được tạo thành bởi các nhóm anten với mỗi anten chịu trách nhiệm truyền thông với các UE trong một phần của ô.

Nói chung, trạm cơ sở (base station - BS) tương ứng phục vụ mỗi ô. Nói chung, trạm cơ sở là phần tử mạng trong mạng truy cập vô tuyến chịu trách nhiệm phát và thu vô tuyến trong một hoặc nhiều ô đến hoặc từ UE. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cũng có thể dùng BS để chỉ trạm thu phát cơ sở (base transceiver station - BTS), trạm cơ sở vô tuyến, trạm thu phát vô tuyến, chức năng thu phát, bộ dịch vụ cơ sở (basic service set - BSS), bộ dịch vụ mở rộng (extended service set - ESS), điểm truy cập (access point - AP), nút B (NB - Node B), nút eNB (eNB), nút gNB, hoặc thuật ngữ phù hợp khác.

Trên Fig.1, hai trạm cơ sở 110 và 112 được thể hiện trong các ô 102 và 104; và trạm cơ sở thứ ba 114 được thể hiện là điều khiển đầu vô tuyến từ xa (Remote radio head - RRH) 116 trong ô 106. Tức là, trạm cơ sở có thể có anten tích hợp hoặc có thể được nối với anten hoặc RRH bằng cáp mỗi. Trong ví dụ được minh họa, các ô 102, 104, và 106 có thể được gọi là các ô cỡ lớn, do các trạm cơ sở 110, 112, và 114 hỗ trợ các ô có kích thước lớn. Hơn nữa, trạm cơ sở 118 được thể hiện trong ô cỡ nhỏ 108 (ví dụ, ô micro, ô pico, ô femto, trạm cơ sở trong nhà, nút B trong nhà, nút eNB trong nhà, v.v.) có thể chồng nhau với một hoặc nhiều ô cỡ lớn. Trong ví dụ này, ô 108 có thể được dùng để chỉ ô cỡ nhỏ, do trạm cơ sở 118 hỗ trợ ô có kích thước tương đối nhỏ. Việc định cỡ ô có thể được thực hiện theo thiết kế hệ thống cũng như ràng buộc về thành phần. Cần hiểu rằng mạng truy cập vô tuyến 100 có thể bao gồm số lượng bất kỳ các trạm cơ sở không dây và các ô. Hơn nữa, nút chuyển tiếp có thể được triển khai để mở rộng kích thước hoặc diện tích phủ sóng của ô nhất định. Các trạm cơ sở 110, 112, 114, 118 cung cấp các điểm truy cập không dây cho mạng lõi cho số lượng thiết bị di động bất kỳ.

Fig.1 còn bao gồm thiết bị bay 4 cánh hoặc thiết bị bay không người lái 120, có thể được tạo cấu hình để đóng vai trò là trạm cơ sở. Tức là, trong một số ví dụ, ô có thể không nhất thiết là ô tĩnh, và khu vực địa lý của ô có thể di chuyển theo vị trí của trạm cơ sở di động ví dụ như thiết bị bay 4 cánh 120.

Nói chung, các trạm cơ sở có thể bao gồm giao diện backhaul để truyền thông với phần backhaul (không được thể hiện trên hình vẽ) của mạng. Backhaul có thể tạo ra liên kết giữa trạm cơ sở và mạng lõi (không được thể hiện trên hình vẽ), và trong một số ví dụ, backhaul có thể tạo ra liên kết giữa các trạm cơ sở tương ứng. Mạng lõi có thể là một phần của hệ thống truyền thông không dây và có thể độc lập với công nghệ truy cập vô tuyến được sử dụng trong mạng truy cập vô tuyến. Các loại giao diện backhaul khác nhau có thể được sử dụng, như kết nối vật lý trực tiếp, mạng ảo, hoặc kết nối tương tự sử dụng mạng truyền tải thích hợp bất kỳ.

Mạng truy cập vô tuyến 100 được minh họa là hỗ trợ truyền thông không dây cho nhiều thiết bị di động. Thiết bị di động thường dùng để chỉ thiết bị người dùng (user equipment - UE) trong các chuẩn và tài liệu kỹ thuật công bố bởi Dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project - 3GPP), nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật cũng có thể dùng để chỉ trạm di động (mobile station - MS), trạm thuê bao, khối di động, khối thuê bao, khối không dây, khối từ xa, thiết bị di động, thiết bị không dây, thiết bị truyền thông không dây, thiết bị từ xa, trạm thuê bao di động, đầu cuối truy cập (access terminal - AT), đầu cuối di động, đầu cuối không dây, đầu cuối từ xa, điện thoại cầm tay, thiết bị đầu cuối, đại lý người dùng, máy khách di động, máy khách, hoặc một số thuật ngữ phù hợp khác. UE có thể là thiết bị cung cấp cho người dùng quyền truy cập vào các dịch vụ mạng.

Trong sáng chế, thiết bị "di động" không nhất thiết có khả năng di chuyển, và có thể ở trạng thái tĩnh. Thuật ngữ máy di động hoặc thiết bị di động nói chung dùng để chỉ một loạt các thiết bị và công nghệ khác nhau. Ví dụ, một số ví dụ không giới hạn về thiết bị di động bao gồm điện thoại di động, điện thoại cầm tay, điện thoại thông minh, điện thoại giao thức khởi tạo phiên (session initiation protocol - SIP), máy tính xách tay, máy tính cá nhân (personal computer - PC), máy tính sổ tay, máy tính netbook, máy tính smartbook, máy tính bảng, thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant - PDA), và một mảng rộng các hệ thống nhúng, ví dụ, tương ứng với internet vạn vật kết nối (Internet-of-things - IoT). Ngoài ra, thiết bị di động có thể là ô tô hoặc phương tiện vận tải khác, bộ cảm biến hoặc bộ dẫn động từ xa, robot hoặc thiết bị robot, thiết bị vô tuyến vệ tinh, thiết bị dùng hệ thống định vị toàn cầu (global positioning system - GPS), thiết bị theo dõi đối tượng, thiết bị bay không

người lái, thiết bị bay nhiều cánh, thiết bị bay bốn cánh, thiết bị điều khiển từ xa, thiết bị dân dụng và/hoặc thiết bị đeo, ví dụ như mắt kính, máy ảnh đeo được, thiết bị thực tế ảo, đồng hồ thông minh, vòng đeo theo dõi sức khỏe, trình phát âm thanh số (chẳng hạn, trình phát MP3), máy ảnh, bàn giao tiếp trò chơi, v.v.. Thiết bị di động còn có thể là thiết bị số gia dụng hoặc thiết bị gia dụng thông minh ví dụ như thiết bị âm thanh, video và/hoặc đa phương tiện dùng trong gia đình, trang thiết bị, máy bán hàng, hệ thống chiếu sáng thông minh, hệ thống an ninh trong nhà, dụng cụ đo thông minh, v.v. Thiết bị di động cũng có thể là thiết bị năng lượng thông minh hoặc thiết bị an ninh, tấm pin mặt trời hoặc mảng pin mặt trời, hệ thống chiếu sáng, thiết bị hạ tầng đô thị điều khiển nguồn điện (ví dụ, điện lưới thông minh), chiếu sáng, nước, v.v.; thiết bị tự động hóa công nghiệp và trong doanh nghiệp; thiết bị điều khiển logistic; thiết bị nông nghiệp; thiết bị, phương tiện quốc phòng, máy bay, tàu thủy, và các vũ khí, v.v.. Hơn nữa, thiết bị di động có thể hỗ trợ cho chữa bệnh kết nối hoặc chữa bệnh từ xa, tức là, chăm sóc sức khỏe từ xa. Thiết bị chăm sóc sức khỏe từ xa bao gồm thiết bị giám sát sức khỏe từ xa và thiết bị quản lý sức khỏe từ xa, việc truyền thông của các thiết bị có thể được cấp quyền điều trị ưu tiên hoặc quyền truy cập ưu tiên so với các loại thông tin khác, ví dụ, xét về truy cập ưu tiên để truyền tải lưu lượng dữ liệu người dùng dịch vụ quan trọng, và/hoặc QoS liên quan để truyền tải lưu lượng dữ liệu người dùng dịch vụ quan trọng.

Trong mạng truy cập vô tuyến 100, các ô có thể bao gồm các UE truyền thông với một hoặc nhiều sector của mỗi ô. Ví dụ, các UE 122 và 124 có thể truyền thông với trạm cơ sở 110; các UE 126 và 128 có thể truyền thông với trạm cơ sở 112; các UE 130 và 132 có thể truyền thông với trạm cơ sở 114 qua RRH 116; UE 134 có thể truyền thông với trạm cơ sở 118; và UE 136 có thể truyền thông với trạm cơ sở di động 120. Tại đây, mỗi trạm cơ sở 110, 112, 114, 118, và 120 có thể được tạo cấu hình để cung cấp điểm truy cập cho mạng lõi (không được thể hiện trên hình vẽ) cho tất cả các UE trong các ô tương ứng.

Trong ví dụ khác, nút mạng di động (ví dụ, thiết bị bay 4 cánh 120) có thể được tạo cấu hình để hoạt động như là một UE. Ví dụ, thiết bị bay 4 cánh 120 có thể hoạt động trong ô 102 bằng cách truyền thông với trạm cơ sở 110. Theo một số khía cạnh của sáng chế, hai hoặc nhiều UE (ví dụ, UE 126 và 128) có thể truyền thông với nhau

bằng cách sử dụng mạng ngang hàng (P2P) hoặc tín hiệu liên kết phụ 127 mà không chuyển tiếp cuộc truyền thông đó qua trạm cơ sở (ví dụ, trạm cơ sở 112).

Các cuộc truyền phát đơn hướng hoặc phát rộng thông tin điều khiển và/hoặc thông tin lưu lượng (ví dụ, lưu lượng dữ liệu người dùng) từ trạm cơ sở (ví dụ, trạm cơ sở 110) đến một hoặc nhiều UE (ví dụ, UE 122 và 124) có thể được gọi là cuộc truyền đường xuống (downlink - DL), còn các cuộc truyền thông tin điều khiển và/hoặc thông tin lưu lượng bắt nguồn tại UE (ví dụ, UE 122) có thể được gọi là cuộc truyền đường lên (uplink - UL). Ngoài ra, thông tin điều khiển đường lên và/hoặc đường xuống và/hoặc thông tin lưu lượng có thể được chia theo thời gian thành các khung, khung con, khe, khe con và/hoặc các ký hiệu. Như được sử dụng ở đây, ký hiệu có thể chỉ đơn vị thời gian, theo dạng sóng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexed - OFDM), mang một phần tử tài nguyên (resource element - RE) trên mỗi sóng mang con. Khe có thể mang 7 hoặc 14 ký hiệu OFDM. Khe con có thể mang ít hơn 7 ký hiệu OFDM hoặc ít hơn 14 ký hiệu OFDM. Khung con có thể chỉ thời khoảng 1ms. Nhiều khung con có thể được nhóm lại với nhau để tạo thành một khung hoặc khung vô tuyến. Tất nhiên, các định nghĩa này là không bắt buộc, và sơ đồ phù hợp bất kỳ để tổ chức các dạng sóng có thể được sử dụng, và các phân đoạn thời gian khác nhau của dạng sóng có thể có thời khoảng phù hợp bất kỳ.

Giao diện không gian trong mạng truy cập vô tuyến 100 có thể sử dụng một hoặc nhiều thuật toán ghép kênh hoặc đa truy cập để cho phép truyền thông đồng thời giữa một số thiết bị. Ví dụ, kỹ thuật đa truy cập cho các cuộc truyền đường lên (uplink - UL) hoặc đường liên kết ngược từ các UE 122 và 124 đến trạm cơ sở 110 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng sơ đồ đa truy cập phân chia theo thời gian (time division multiple access - TDMA), đa truy cập phân chia theo mã (code division multiple access - CDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (frequency division multiple access - FDMA), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiple access - OFDMA), đa truy cập mã thưa (sparse code multiple access - SCMA), đa truy cập phân chia theo tần số một sóng mang (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access - SC-FDMA), đa truy cập trải tài nguyên (resource spread multiple access - RSMA), hoặc các sơ đồ đa truy cập phù hợp khác. Hơn nữa, các cuộc truyền đường liên kết xuôi hoặc đường xuống (downlink - DL)

ghép kênh từ trạm cơ sở 110 đến các UE 122 và 124 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng sơ đồ ghép kênh phân chia theo thời gian (time division multiplexing - TDM), ghép kênh phân chia theo mã (code division multiplexing - CDM), ghép kênh phân chia theo tần số (frequency division multiplexing - FDM), ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM), ghép kênh mã thưa (sparse code multiplexing - SCM), ghép kênh phân chia theo tần số một sóng mang (single-carrier frequency division multiplexing - SC-FDM) hoặc các sơ đồ ghép kênh phù hợp khác.

Ngoài ra, giao diện không gian trong mạng truy cập vô tuyến 100 có thể sử dụng một hoặc nhiều thuật toán song công. Song công chỉ liên kết truyền thông điểm-điểm trong đó cả hai điểm cuối đều có thể truyền thông với nhau theo cả hai chiều. Song công toàn phần nghĩa là cả hai điểm cuối đều có thể truyền thông đồng thời với nhau. Bán song công nghĩa là chỉ một điểm cuối có thể gửi thông tin cho điểm còn lại tại một thời điểm. Trong liên kết không dây, kênh song công toàn phần thường phụ thuộc vào sự cách ly vật lý của bộ phát và bộ thu, và các công nghệ khử nhiễu thích hợp. Mô phỏng song công toàn phần thường được thực hiện đối với các liên kết không dây bằng cách sử dụng song công phân chia theo tần số (frequency division duplex - FDD) hoặc song công phân chia theo thời gian (time division duplex - TDD). Trong FDD, các cuộc truyền theo các chiều khác nhau hoạt động ở các tần số sóng mang khác nhau. Trong TDD, các cuộc truyền theo các chiều khác nhau trên kênh cho trước được tách khỏi nhau bằng cách sử dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo thời gian. Tức là, tại một số thời điểm kênh được dành riêng để truyền theo một chiều, còn ở các thời điểm khác kênh được dành riêng để truyền theo chiều khác, trong đó chiều này có thể thay đổi rất nhanh chóng, ví dụ, vài lần trên mỗi khung con.

Trong mạng truy cập vô tuyến 100, khả năng mà UE truyền thông trong khi đang di chuyển, không phụ thuộc vào vị trí của chúng, được gọi là tính di động. Một số kênh vật lý giữa UE và mạng truy cập vô tuyến thường được thiết lập, duy trì và giải phóng dưới sự điều khiển của thực thể quản lý di động (mobility management entity - MME). Theo một số khía cạnh của sáng chế, mạng truy cập vô tuyến 100 có thể sử dụng tính di động dựa vào DL hoặc tính di động dựa vào UL để kích hoạt tính di động và chuyển giao (tức là, chuyển kết nối của UE từ một kênh vô tuyến sang kênh

khác). Trong mạng được tạo cấu hình cho tính di động dựa vào DL, trong suốt cuộc gọi với thực thể lập lịch, hoặc tại thời điểm bất kỳ khác, UE có thể giám sát các thông số khác nhau của tín hiệu từ ô phục vụ cũng như các thông số khác nhau của các ô lân cận. Tùy thuộc vào chất lượng của các thông số này, UE có thể duy trì truyền thông với một hoặc nhiều ô trong số các ô lân cận. Trong thời gian này, nếu UE di chuyển từ một ô đến ô khác, hoặc nếu chất lượng tín hiệu từ ô lân cận vượt quá chất lượng tín hiệu từ ô phục vụ trong một lượng thời gian cho trước, UE có thể đảm nhận bàn giao (handoff) hoặc chuyển giao (handover) từ ô phục vụ đến ô lân cận (ô đích). Ví dụ, UE 124 có thể di chuyển từ khu vực địa lý tương ứng với ô phục vụ 102 đến khu vực địa lý tương ứng với ô lân cận 106. Khi cường độ tín hiệu hoặc chất lượng tín hiệu từ ô lân cận 106 vượt quá cường độ hoặc chất lượng tín hiệu của ô phục vụ 102 trong một lượng thời gian, UE 124 có thể truyền thông báo báo cáo cho trạm cơ sở phục vụ 110 chỉ báo điều kiện này. Đáp lại, UE 124 có thể thu lệnh chuyển giao, và UE có thể trải qua quá trình chuyển giao sang ô 106.

Trong mạng được tạo cấu hình cho tính di động dựa vào UL, các tín hiệu tham chiếu UL từ mỗi UE có thể được sử dụng bởi mạng để chọn ô phục vụ cho mỗi UE. Trong một số ví dụ, các trạm cơ sở 110, 112, và 114/116 có thể phát rộng các tín hiệu đồng bộ hợp nhất (ví dụ, tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (primary synchronization signal - PSS) hợp nhất, tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (secondary synchronization signal - SSS) hợp nhất và kênh phát rộng vật lý (Physical Broadcast Channel - PBCH) hợp nhất. Các UE 122, 124, 126, 128, 130, và 132 có thể thu các tín hiệu đồng bộ hợp nhất, suy ra tần số sóng mang và thời gian khung con từ các tín hiệu đồng bộ, và đáp lại việc suy ra thời gian, truyền tín hiệu sóng chủ đường lên hoặc tín hiệu tham chiếu. Tín hiệu sóng chủ đường lên được truyền bởi UE (ví dụ, UE 124) có thể được thu đồng thời bởi hai hoặc nhiều ô (ví dụ, trạm cơ sở 110 và 114/116) trong mạng truy cập vô tuyến 100. Mỗi trong số các ô có thể đo cường độ của tín hiệu sóng chủ, và mạng truy cập vô tuyến (ví dụ, một hoặc nhiều trong số các trạm cơ sở 110 và 114/116 và/hoặc nút trung tâm trong mạng lõi) có thể xác định ô phục vụ cho UE 124. Khi UE 124 di chuyển qua mạng truy cập vô tuyến 100, mạng này có thể tiếp tục giám sát tín hiệu sóng chủ đường lên được truyền bởi UE 124. Khi cường độ tín hiệu hoặc chất lượng của tín hiệu sóng chủ được đo bởi ô lân cận vượt quá cường độ tín hiệu hoặc chất lượng được đo

bởi ô phục vụ, mạng 100 có thể chuyển giao UE 124 từ ô phục vụ sang ô lân cận, thông báo hoặc không thông báo cho UE 124.

Mặc dù tín hiệu đồng bộ hóa truyền bởi các trạm cơ sở 110, 112, và 114/116 có thể được hợp nhất, tín hiệu đồng bộ hóa có thể không nhận dạng một ô cụ thể, mà thay vào đó có thể nhận dạng một vùng gồm nhiều ô hoạt động trên cùng tần số và/hoặc với cùng thời gian. Việc sử dụng các vùng trong mạng 5G hoặc các mạng truyền thông thế hệ tiếp theo khác kích hoạt khung di động dựa vào đường lên và cải thiện hiệu quả của cả UE và mạng, bởi vì số lượng thông báo di động cần được trao đổi giữa UE và mạng có thể được giảm bớt.

Theo một số phương án thực hiện, giao diện không gian trong mạng truy cập vô tuyến 100 có thể sử dụng phổ phải đăng ký, phổ không phải đăng ký, hoặc phổ dùng chung. Phổ phải đăng ký thực hiện việc sử dụng riêng một phần của phổ, thường là do nhà khai thác mạng di động mua bản quyền từ cơ quan quản lý của chính phủ. Phổ không phải đăng ký thực hiện việc sử dụng chung một phần của phổ mà không cần giấy phép mà chính phủ cấp. Trong khi vẫn cần phải tuân thủ theo một số quy tắc kỹ thuật để truy cập phổ không phải đăng ký, thì nói chung nhà khai thác mạng hoặc thiết bị bất kỳ có thể có được quyền truy cập. Phổ dùng chung có thể nằm ở giữa phổ phải đăng ký và phổ không phải đăng ký, trong đó các giới hạn hoặc quy tắc kỹ thuật có thể cần thiết để truy cập phổ này, nhưng phổ này vẫn có thể được dùng chung bởi nhiều nhà khai thác mạng và/hoặc nhiều RAT. Ví dụ, chủ của giấy phép cho một phần của phổ phải đăng ký có thể cung cấp quyền truy cập dùng chung phải đăng ký (licensed shared access - LSA) để dùng chung phổ đó với các bên khác, ví dụ, với các điều kiện thích hợp được xác định bởi người được cấp phép để có được quyền truy cập.

Trong một số ví dụ, quyền truy cập vào giao diện không gian có thể được lập lịch, trong đó thực thể lập lịch (ví dụ, trạm cơ sở) phân bổ tài nguyên để truyền giữa một số hoặc tất cả các thiết bị trong vùng dịch vụ hoặc ô của nó. Theo sáng chế, như được mô tả thêm dưới đây, thực thể lập lịch có thể chịu trách nhiệm lập lịch, gán, tạo cấu hình lại, và giải phóng tài nguyên cho một hoặc nhiều thực thể được lập lịch. Tức là, để truyền thông lập lịch, thực thể được lập lịch sử dụng tài nguyên được phân bổ bởi thực thể lập lịch.

Các trạm cơ sở không phải là các thực thể duy nhất có thể đóng vai trò là thực thể lập lịch. Tức là, trong một số ví dụ, UE có thể đóng vai trò là thực thể lập lịch, lập lịch tài nguyên cho một hoặc nhiều thực thể được lập lịch (ví dụ, một hoặc nhiều UE khác). Trong các ví dụ khác, các tín hiệu liên kết phụ có thể được sử dụng giữa các UE mà không nhất thiết phụ thuộc vào việc lập lịch hoặc thông tin điều khiển từ trạm cơ sở. Ví dụ, UE 138 được minh họa là truyền thông với các UE 140 và 142. Trong một số ví dụ, UE 138 đóng vai trò là thực thể lập lịch hoặc thiết bị liên kết phụ sơ cấp, và các UE 140 và 142 có thể đóng vai trò là thực thể được lập lịch hoặc thiết bị liên kết phụ không sơ cấp (ví dụ, thứ cấp). Trong ví dụ khác nữa, UE có thể đóng vai trò là thực thể lập lịch trong mạng nối từ thiết bị đến thiết bị (device-to-device - D2D), mạng ngang hàng (peer-to-peer - P2P), mạng nối từ phương tiện đến phương tiện (vehicle-to-vehicle - V2V) và/hoặc trong mạng kiểu lưới. Trong ví dụ về mạng kiểu lưới, các UE 140 và 142 có thể tùy ý truyền thông trực tiếp với nhau ngoài việc truyền thông với thực thể lập lịch 138.

Fig.2 là sơ đồ minh họa của truyền thông không dây giữa thiết bị truyền thông không dây thứ nhất 202 và thiết bị truyền thông không dây thứ hai 204. Mỗi thiết bị truyền thông không dây 202 và 204 có thể là thiết bị người dùng (UE), trạm cơ sở, hoặc các thiết bị hoặc phương tiện thích hợp khác bất kỳ để truyền thông không dây. Trong ví dụ được minh họa, nguồn 222 trong thiết bị truyền thông không dây thứ nhất 202 truyền thông báo số qua kênh truyền thông 206 (ví dụ, kênh không dây) đến bộ góp dữ liệu 244 trong thiết bị truyền thông không dây thứ hai 204. Để cung cấp cuộc truyền thông tin cậy cho thông báo số, sáng chế thường có lợi khi tính đến nhiễu 208 ảnh hưởng đến kênh truyền thông 206.

Các mã khối, hoặc các mã hiệu chỉnh lỗi, thường được dùng để cung cấp cuộc truyền tin cậy cho các thông báo số qua các kênh như vậy. Trong mã khối điển hình, thông báo hoặc chuỗi thông tin được chia thành các khối, mỗi khối có độ dài K bit. Bộ mã hóa 224 tại thiết bị truyền thông không dây (phát) thứ nhất 202 sau đó bổ sung về mặt toán học dữ liệu dư vào thông báo thông tin, tạo ra các từ mã có độ dài N, trong đó $N > K$. Tại đây, tỷ lệ mã hóa R là tỷ lệ giữa độ dài thông báo và độ dài khối: tức là, $R = K / N$. Việc khai thác dữ liệu dư này trong thông báo thông tin mã hóa là chìa khóa cho độ tin cậy của thông báo, có thể cho phép hiệu chỉnh lỗi bit mà có thể xảy ra do

nhiều 208 hoặc các ảnh hưởng truyền tín hiệu khác. Tức là, bộ giải mã 242 ở thiết bị truyền thông không dây (thụ) thứ hai 204 có thể tận dụng dữ liệu dư để có thể khôi phục thông báo thông tin mặc dù các lỗi bit có thể xảy ra, một phần, do việc thêm nhiễu vào kênh, v.v.

Nhiều ví dụ về các mã khối hiệu chỉnh lỗi như vậy đã được biết đến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, bao gồm mã Hamming, mã Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH), mã turbo, và các mã LDPC, trong số nhiều mã khác. Nhiều mạng truyền thông không dây hiện nay sử dụng các mã khối như vậy, như các mạng 3GPP LTE, sử dụng mã turbo; và các mạng IEEE 802.11n Wi-Fi, sử dụng mã LDPC.

Mã LDPC là các mã hiệu chỉnh lỗi tuyến tính, trong đó mỗi từ mã có độ dài N chứa K bit thông tin và C bit kiểm tra tính chẵn (N=K+C). Các ký hiệu trong từ mã LDPC thỏa mãn C phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ có dạng:

$$c_a \oplus c_b \oplus c_c \oplus \dots \oplus c_z = 0,$$

trong đó $c_a, c_b, c_c, \dots, c_z$ là các bit mã trong phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ và $\oplus$ được dùng để chỉ phép cộng modun 2.

Mã LDPC có thể được xác định bằng ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ thừa H . Ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ là ma trận nhị phân C hàng x N cột. Các hàng đại diện cho các phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ và các cột đại diện cho các bit trong từ mã. Có số “một” trong hàng thứ i và cột thứ j nếu bit mã thứ i được chứa trong phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ thứ j . Ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ thừa là ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ thừa trong đó ma trận có mật độ số một thấp. Mật độ thừa này làm cho quy trình giải mã có độ phức tạp thấp và dẫn đến phương án thực hiện đơn giản.

Ví dụ về ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ H được thể hiện trên Fig.3. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.3, độ dài (N) của từ mã bằng mười hai và số bit kiểm tra tính chẵn lẻ (C) bằng chín. Vì vậy, ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ H là ma trận 12×9 , với chín phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ và mười hai bit. Mỗi phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ được tạo ra từ các bit mã c_1-c_{12} tương ứng với các vị trí khác nhau trong mỗi hàng. Ví dụ, phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ thứ nhất tương ứng với hàng thứ nhất có thể được biểu thị là $c_3 \oplus c_6 \oplus c_7 \oplus c_8 = 0$. Do đó, phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ

đầu tiên bao gồm các bit mã c_3 , c_6 , c_7 , và c_8 trong từ mã. Các phương trình tương tự có thể được tạo cấu trúc cho mỗi trong số các hàng khác dựa vào các mục nhập khác không trong mỗi hàng. Ma trận H thể hiện trên Fig.3 biểu thị mã LDPC thường trong đó mỗi bit mã được chứa trong cùng số phương trình và mỗi phương trình chứa cùng số bit mã. Ví dụ, trên Fig.3, mỗi bit mã c_1 – c_{12} được chứa trong ba phương trình và mỗi phương trình chứa bốn bit mã. Trong các ví dụ khác, mã LDPC có thể là bất quy tắc, mã này bao gồm số lượng số một thay đổi trong các hàng và cột.

Quy trình giải mã các mã LDPC có thể được hiểu rõ nhất bằng mô tả đồ họa. Fig.4 minh họa một ví dụ đồ thị LDPC 400 tương ứng với ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ H thể hiện trên Fig.3. Đồ thị 400 có hai loại nút: nút bit (từ BN1 đến BN12) 402 và nút chẵn lẻ (từ PN1 đến PN9) 404. Mỗi nút bit biểu thị một bit mã và mỗi nút chẵn lẻ biểu thị một phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ. Dòng được vẽ giữa nút bit và nút chẵn lẻ nếu bit mã liên quan đến nút bit được chứa trong phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ liên quan đến nút chẵn lẻ. Mỗi dòng ở đây có thể được gọi là biên 406. Vì vậy, nếu nút bit thứ j 402 được nối với nút chẵn lẻ thứ i 404 bằng biên 406, tức là, hai nút gần nhau, thì có số “1” trong cột thứ i và trong hàng thứ j của ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ H. Tức là, giao điểm của hàng thứ i và cột thứ j chứa số “1” trong đó biên 406 nối các nút tương ứng 402 và 404 và chứa số “0” không có biên. Như vậy, mỗi biên 406 tương ứng với một mục nhập khác không trong ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ. Theo đồ thị được thể hiện trên Fig.4 tương ứng với ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ được thể hiện trên Fig.3, mỗi nút bit 402 có ba biên 406 nối nó với các nút chẵn lẻ 404 và mỗi nút chẵn lẻ 404 có bốn biên 406 nối nó với các nút bit 402.

Chuỗi bit liên kết một-một với chuỗi nút bit là từ mã của mã nếu và chỉ nếu, với mỗi nút chẵn lẻ 404, các bit lân cận nút chẵn lẻ 404 (qua sự kết hợp của chúng với các nút bit 402) tổng bằng không modun hai, tức là, chúng bao gồm số chẵn các số một. Trong một số trường hợp, một số trong số các bit này có thể được đánh thủng hoặc đã biết. Việc đánh thủng chỉ hành động loại bỏ bit khỏi từ mã để tạo ra, trên thực tế, từ mã ngắn hơn có độ chi tiết mong muốn. Trong trường hợp đồ thị LDPC, điều này có nghĩa là một số nút bit 402 trong đồ thị tương ứng với các bit không thực sự được truyền.

Bộ giải mã LDPC và thuật toán giải mã được sử dụng để giải mã từ mã LDPC hoạt động bằng cách trao đổi các thông báo trong đồ thị 400 dọc theo các biên 406 và

cập nhật các thông báo này bằng cách thực hiện các phép tính ở các nút 402 và 404 dựa trên các thông báo đến. Mỗi nút bit 402 trong đồ thị 400 ban đầu được cung cấp bit mềm biểu thị ước lượng xác suất bit là số một, như được xác định bởi các quan sát từ, ví dụ, kênh truyền thông (ví dụ, ước lượng kênh). Nút bit 402 phát rộng bit mềm này (ước lượng ban đầu) cho nút chẵn lẻ 404 trên biên 406 được kết nối với nút bit 402. Mỗi nút chẵn lẻ 404, lần lượt, tạo ra ước lượng mới thứ nhất cho các bit có liên quan trong phương trình kiểm tra tính chẵn lẻ và gửi lại các ước lượng mới thứ nhất này trên các biên 406 quay lại nút bit 402. Ước lượng mới thứ nhất được tính toán dựa trên tất cả các ước lượng ban đầu được cung cấp cho nút chẵn lẻ.

Ví dụ, xem xét nút chẵn lẻ thứ nhất PN1 tương ứng với phương trình $c_3 \oplus c_6 \oplus 7 \oplus c_8 = 0$. Nút chẵn lẻ này có thể nhận ước lượng ban đầu e_3, e_6, e_7 , và e_8 từ các nút bit BN3, BN6, BN7, và BN8 tương ứng với các bit mã c_3, c_6, c_7 , và c_8 . Ước lượng mới thứ nhất cho nút bit BN3 tương ứng với bit mã c_3 có thể được tính toán như sau:

$$e'_3 = e_6(1 - e_7)(1 - e_8) + e_7(1 - e_6)(1 - e_8) + e_8(1 - e_6)(1 - e_7) + e_6e_7e_8.$$

Các tính toán tương tự có thể được hiện cho các ước lượng mới cho các nút bit còn lại.

Kết quả là, mỗi nút bit 402 được cung cấp các ước lượng mới thứ nhất khác nhau bởi mỗi trong số các nút chẵn lẻ 404 nối với nó. Mỗi nút bit 402 sau đó có thể xác định ước lượng mới thứ hai tương ứng cho mỗi trong số các nút chẵn lẻ 404 nối với nó dựa vào ước lượng kênh gốc cùng với sự kết hợp của ước lượng mới thứ nhất nhận được từ mỗi nút chẵn lẻ (trừ nút chẵn lẻ được gửi ước lượng mới bổ sung). Vì vậy, để xác định ước lượng mới thứ hai gửi từ nút bit 402 đến nút chẵn lẻ 404, nút bit 404 bỏ qua ước lượng mới thứ nhất nhận được từ nút chẵn lẻ 404. Ví dụ, nút bit BN3 sẽ bỏ qua ước lượng mới thứ nhất gửi từ nút chẵn lẻ PN1 khi xác định ước lượng mới thứ hai cho nút chẵn lẻ PN1. Ước lượng mới thứ hai cho nút chẵn lẻ riêng biệt sau đó có thể được tính toán, ví dụ, là sản phẩm chuẩn hóa của ước lượng mới thứ nhất nhận từ nút chẵn lẻ khác 404, tính đến việc xem xét ước lượng kênh gốc. Quy trình này lặp lại với các nút chẵn lẻ 404 truyền thông báo biên (ước lượng) cho các nút bit 402 và các nút bit 402 truyền thông báo biên (ước lượng) cho các nút chẵn lẻ 404 đến khi ước

lượng cuối cùng được tính tại mỗi nút bit 402 bằng cách tính toán sản phẩm chuẩn hóa của tất cả các ước lượng. Quyết định chính thức về mỗi bit sau đó có thể được đưa ra bằng cách so sánh ước lượng cuối cùng với ngưỡng (ví dụ, 0,5).

Trong một số ví dụ, đồ thị 400 được thể hiện trên Fig.4 có thể là đồ thị LDPC có kích thước bé hơn cần thiết để tạo ra độ dài từ mã tối thiểu dùng trong mạng truyền thông không dây (ví dụ, mạng truy cập vô tuyến 100 thể hiện trên Fig.1). Nhóm đồ thị LDPC liên quan có thể được biểu thị bởi một trong số các đồ thị LDPC liên quan, chúng có thể được gọi ở đây là “đồ thị cơ sở LDPC.” Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC có thể đại diện cho các đồ thị LDPC có số nút bit K_b (các cột trong ma trận) trong một khoảng cụ thể của số nút bit (ví dụ, $x \leq K_b \leq y$, trong đó x và y định nghĩa số nút bit lớn nhất và nhỏ nhất trong nhóm đồ thị LDPC liên quan). Trong một số ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC là đồ thị LDPC có số nút bit lớn nhất trong nhóm đồ thị LDPC liên quan.

Để tạo ra đồ thị LDPC tương ứng với độ dài khối thông tin mong muốn K và tỷ lệ mã hóa R , mỗi mục trong ma trận LDPC biểu diễn đồ thị LDPC có thể được nâng (ví dụ, thay thế bằng một ma trận khác) bằng kích thước nâng Z (ví dụ, $K_b * Z = K$). Ví dụ, nếu đồ thị LDPC được biểu diễn bằng ma trận 3×3 và kích thước nâng Z của ba được áp dụng cho đồ thị LDPC, thì ma trận nâng kết quả là ma trận 9×9 . Trong thực tế, nâng là kỹ thuật tạo ra mã LDPC tương đối lớn từ nhiều bản sao của mã nhỏ hơn. Kích thước nâng lớn nhất $Z_{\max}$ là mức song song lớn nhất có thể đạt được trên mỗi biên trong đồ thị LDPC, tương ứng với độ dài khối thông tin lớn nhất $K_{\max}$ cho đồ thị LDPC.

Bộ giải mã có thể được thực hiện để tính toán song song ít nhất một nhóm gồm P thông báo biên. Trong một số ví dụ, giá trị P bằng hoặc lớn hơn mức song song cần thiết để đạt đến công suất đỉnh. Ví dụ, P có thể bằng kích thước nâng lớn nhất $Z_{\max}$ mà được dùng trong trường hợp công suất đỉnh. Trong một ví dụ, để đạt độ dài khối thông tin tối đa ($K_{\max}$) 8192 bit, kích thước nâng tối đa tương ứng ($Z_{\max}$), và vì vậy, bậc song song P , có thể bằng 320 để đạt được công suất đỉnh 20 Gb/s. Tuy nhiên, khi kích thước nâng Z bé hơn P , một số tài nguyên phần cứng giải mã có thể rỗi và không được dùng. Ví dụ, như K , và lần lượt, kích thước nâng Z , trở nên bé hơn, hiệu suất và công suất sử dụng tài nguyên của bộ giải mã và có thể giảm.

Theo một số khía cạnh của sáng chế, hai hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC có thể được thiết kế, mỗi đồ thị có một khoảng kích thước đồ thị khác nhau (ví dụ, các khoảng khác nhau bao gồm số lượng nút bit) để cải thiện việc sử dụng tài nguyên bộ giải mã tại các giá trị bé hơn K . Vì vậy, mỗi đồ thị cơ sở LDPC có thể hỗ trợ khoảng độ dài khối thông tin khác nhau (ví dụ, từ K_{low} đến K_{high}). Ngoài ra, mỗi khoảng độ dài khối thông tin có thể chồng nhau.

Trong một số ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC đường gốc có thể có thể được thiết kế để bao gồm tất cả hoặc phần lớn độ dài khối thông tin và tỷ lệ mã hóa sử dụng trong mạng truyền thông không dây. Đồ thị cơ sở LDPC đường gốc sau đó có thể thiết lập độ dài khối thông tin lớn nhất K_{max} và kích thước nâng lớn nhất Z_{max} cho bộ mã hóa và bộ giải mã. Một hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể còn được thiết kế để bao gồm một hoặc nhiều tập con của độ dài khối thông tin và tỷ lệ mã hóa. Trong một số ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể chồng nhau với đồ thị cơ sở LDPC đường gốc, nhưng có thể cũng bao gồm độ dài khối thông tin khác bên ngoài khoảng độ dài khối thông tin bao bởi đồ thị cơ sở LDPC đường gốc. Ví dụ, ít nhất một đồ thị cơ sở LDPC có thể bao gồm độ dài khối thông tin thấp hơn đồ thị bao gồm trong khoảng độ dài khối thông tin liên quan đến đồ thị cơ sở LDPC đường gốc.

Trong một số ví dụ, mỗi đồ thị cơ sở LDPC bổ sung hỗ trợ tất cả các tỷ lệ mã hóa giống như đồ thị cơ sở LDPC đường gốc. Trong các ví dụ khác, một hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể hỗ trợ tập con trong số các tỷ lệ mã hóa hay một hoặc nhiều tỷ lệ mã hóa khác nhau. Ví dụ, dựa vào bảng sơ đồ điều chế và mã hóa (MCS - modulation and coding scheme), tỷ lệ mã hóa được hỗ trợ bởi đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể bao gồm các tỷ lệ mã hóa ngay trên và dưới chuyển tiếp thứ tự điều chế (ví dụ, từ 16QAM đến 32 QAM). Một hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể còn sử dụng kích thước nâng tối đa Z_{max} tại giá trị nhỏ hơn của K ($K < K_{\text{max}}$). Đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể còn được thiết kế cho các lợi ích hiệu năng khác. Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể được thiết kế để hỗ trợ các tỷ lệ mã hóa thấp hơn so với đồ thị cơ sở LDPC khác.

Trong một số ví dụ, đối với khối thông tin có độ dài K tại tỷ lệ mã hóa cho trước R , bộ mã hóa hoặc bộ giải mã có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC cụ thể để tối đa hóa kích thước nâng Z , trong đó $Z \leq Z_{\text{max}}$. Ví dụ, bộ mã hóa hoặc bộ giải mã có thể

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất khi kích thước nâng thứ nhất áp dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra độ dài khối thông tin lớn hơn kích thước nâng thứ hai áp dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin. Tương tự, bộ mã hóa hoặc bộ giải mã có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ hai khi kích thước nâng thứ hai áp dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra độ dài khối thông tin lớn hơn kích thước nâng thứ nhất áp dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin. Đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất có thể tương ứng, trong một số ví dụ, với đồ thị cơ sở LDPC đường gốc, còn đồ thị cơ sở LDPC thứ hai có thể tương ứng với đồ thị cơ sở LDPC thấp hơn (ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC bao gồm số lượng nút bit ít hơn).

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa hoặc bộ giải mã có thể chọn đồ thị LDPC cụ thể dựa vào giá trị ràng buộc song song tại bộ thu. Vì vậy, đồ thị cơ sở LDPC cụ thể có thể được chọn dựa vào độ dài khối thông tin K và giá trị ràng buộc song song P của bộ giải mã, trong đó $P=Z_{\max}$ (ví dụ, giá trị ràng buộc song song thiết lập kích thước nâng tối đa). Ví dụ, giả sử kích thước khối thông tin bé nhất K tại tốc độ cho trước R được hỗ trợ bởi nhiều đồ thị cơ sở LDPC, bộ mã hóa hoặc bộ giải mã có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để cung cấp kích thước nâng lớn nhất Z . Khi K tăng lên, bộ mã hóa hoặc bộ giải mã có thể tiếp tục chọn đồ thị cơ sở LDPC giống nhau trong khi kích thước nâng thấp hơn hoặc bằng giá trị ràng buộc song song P . Tuy nhiên, tại độ dài khối thông tin K trong đó các đồ thị cơ sở LDPC hiện thời có kích thước nâng Z vượt quá P , bộ mã hóa hoặc bộ giải mã có thể chuyển sang đồ thị cơ sở LDPC để tạo ra kích thước nâng lớn nhất Z mà thấp hơn hoặc bằng P . Quy trình này có thể được lặp lại đến khi đạt được độ dài khối thông tin tối đa $K_{\max}$.

Ví dụ, giả sử có ba đồ thị cơ sở LDPC, đồ thị cơ sở LDPC thấp ($8 \leq K_b \leq 10$), đồ thị cơ sở LDPC giữa ($16 \leq K_b \leq 20$), và đồ thị cơ sở LDPC cao ($24 \leq K_b \leq 30$). Đối với giá trị ràng buộc song song hoặc kích thước nâng tối đa 320 và tỷ lệ mã hóa $1/3$, với $K \leq 3200$, đồ thị cơ sở LDPC từ đồ thị cơ sở LDPC thấp có thể được chọn, với $3200 < K \leq 6400$, đồ thị cơ sở LDPC từ đồ thị cơ sở LDPC giữa có thể được chọn, và với $6400 < K \leq 8192$ ($K_{\max}$), đồ thị cơ sở LDPC từ đồ thị cơ sở LDPC cao có thể được chọn.

Trong một số ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC mà không cung cấp kích thước nâng lớn nhất có thể được chọn để cải tiến các yếu tố khác, như hiệu suất. Ngoài ra, các metric

khác kích thước nâng có thể được sử dụng để chọn đồ thị cơ sở LDPC. Ví dụ, tốc độ giải mã có thể được dùng để chọn đồ thị cơ sở LDPC (ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC cung cấp tốc độ giải mã cao nhất mà nhỏ hơn công suất đỉnh đạt được ở giá trị ràng buộc song song P có thể được chọn).

Fig.5 là sơ đồ minh họa ví dụ về thiết bị truyền thông không dây 500 được tạo cấu hình để lựa chọn giữa hai hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC theo một số khía cạnh của sáng chế. Trên Fig.5, trước khi mã hóa khối thông tin, tỷ lệ mã hóa (CR - code rate) 502 và độ dài khối thông tin (IBL - information block length) 504 của khối thông tin có thể được cung cấp cho mạch chọn cơ sở LDPC 506. Mạch chọn cơ sở LDPC 506 này sau đó có thể được chọn từ hai hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC 508, mỗi đồ thị có một khoảng kích thước đồ thị khác nhau (ví dụ, các khoảng nút bit khác nhau). Vì vậy, mỗi đồ thị cơ sở LDPC 508 có thể hỗ trợ một khoảng độ dài khối thông tin khác nhau (ví dụ, từ K_{low} đến K_{high}). Ngoài ra, mỗi khoảng độ dài khối thông tin được hỗ trợ bởi các đồ thị cơ sở LDPC tương ứng 508 có thể chồng nhau. Trong một số ví dụ, mỗi đồ thị cơ sở LDPC 508 được định trước và được nạp vào thiết bị truyền thông không dây 500 trước khi triển khai thiết bị truyền thông không dây 500.

Trong một số ví dụ, một trong số các đồ thị cơ sở LDPC 508 có thể là đồ thị cơ sở LDPC đường gốc được thiết kế để bao gồm tất cả hoặc phần lớn độ dài khối thông tin và tỷ lệ mã hóa được dùng trong mạng truyền thông không dây. Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC đường gốc có thể thiết lập độ dài khối thông tin lớn nhất K_{max} và kích thước nâng lớn nhất Z_{max} cho bộ mã hóa và bộ giải mã. Các đồ thị cơ sở LDPC khác 508 có thể được thiết kế để bao gồm một hoặc nhiều tập con của độ dài khối thông tin và tỷ lệ mã hóa. Trong một số ví dụ, mỗi trong số các đồ thị cơ sở LDPC khác có thể chồng với đồ thị cơ sở LDPC đường gốc, nhưng cũng có thể bao gồm độ dài khối thông tin khác bên ngoài khoảng độ dài khối thông tin được bao gồm bởi đồ thị cơ sở LDPC đường gốc. Ví dụ, ít nhất một trong các đồ thị cơ sở LDPC 508 có thể có khả năng tạo ra độ dài khối thông tin thấp hơn độ dài được tạo ra bởi đồ thị cơ sở LDPC đường gốc.

Mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 ban đầu có thể so sánh IBL 504 của khối thông tin với khoảng độ dài khối thông tin được hỗ trợ bởi mỗi đồ thị cơ sở LDPC 508. Nếu duy nhất một đồ thị cơ sở LDPC 508 hỗ trợ IBL 504 của khối thông tin, thì mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 có thể chọn một đồ thị cơ sở LDPC 508 để hỗ trợ

IBL 504. Tuy nhiên, nếu nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC 508 hỗ trợ IBL 504 của khối thông tin, thì mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 có thể sử dụng các metric khác để chọn đồ thị cơ sở LDPC 508 cho khối thông tin.

Trong một số ví dụ, nếu nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC 508 hỗ trợ IBL 504, thì mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 có thể xem xét CR 502 mà có thể được dùng để mã hóa khối thông tin để chọn đồ thị cơ sở LDPC 508. Ví dụ, mỗi đồ thị cơ sở LDPC có thể hỗ trợ một khoảng tỷ lệ mã hóa tương ứng. Trong các ví dụ trong đó một trong số các đồ thị cơ sở LDPC 508 là đồ thị cơ sở LDPC đường gốc, đồ thị cơ sở LDPC đường gốc có thể hỗ trợ tất cả hoặc phần lớn tỷ lệ mã hóa sử dụng trong mạng truyền thông không dây. Các đồ thị cơ sở LDPC khác 508 có thể hỗ trợ tập con của khoảng tỷ lệ mã hóa của đồ thị cơ sở LDPC đường gốc và/hoặc các tỷ lệ mã hóa khác. Do đó, mỗi đồ thị cơ sở LDPC có thể hỗ trợ một khoảng tỷ lệ mã hóa khác nhau. Nếu CR 502 được dùng cho khối thông tin chỉ được hỗ trợ bởi một trong số các đồ thị cơ sở LDPC, thì mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC 508 để hỗ trợ CR 502.

Tuy nhiên, nếu nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC 508 hỗ trợ CR 502, thì mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC dựa vào kích thước nâng tương ứng sẽ áp dụng vào mỗi đồ thị cơ sở LDPC 508 để tạo ra IBL 504 của khối thông tin 504. Trong một số ví dụ, mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC 508 để cung cấp kích thước nâng lớn nhất để tạo ra IBL 504. Ví dụ, xem xét hai đồ thị cơ sở LDPC (ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai), mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất khi kích thước nâng áp dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra IBL 504 lớn hơn kích thước nâng áp dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra IBL 504, và ngược lại.

Đồ thị cơ sở LDPC được chọn 508 sau đó có thể được đưa vào mạch chọn đồ thị LDPC 510 để lựa chọn đồ thị LDPC riêng 512 dùng để mã hóa khối thông tin. Trong một số trường hợp, mỗi đồ thị cơ sở LDPC 508 có thể đại diện cho tập hợp hai hoặc nhiều đồ thị LDPC 512. Trong một số ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC 508 đại diện cho nhóm các đồ thị LDPC liên quan 512 có một số nút bit K_b (các cột trong ma trận được thể hiện trên Fig.3) trong một khoảng cụ thể bao gồm số nút bit (ví dụ, $x \leq K_b \leq y$,

trong đó x và y xác định số nút bit tối đa và tối thiểu trong nhóm đồ thị LDPC liên quan). Trong một số ví dụ, mỗi đồ thị cơ sở LDPC 508 tương ứng với đồ thị LDPC 512 có số nút bit tối đa trong nhóm đồ thị LDPC liên quan 512. Mạch chọn đồ thị LDPC 510 có thể chọn một trong số các đồ thị LDPC 512 mà có thể là đồ thị cơ sở LDPC 508, trong nhóm các đồ thị LDPC liên quan 512 dùng để mã hóa khối thông tin. Đồ thị LDPC riêng 512 có thể được lựa chọn dựa vào, ví dụ, CR 502, IBL 504, kích thước nâng, hoặc các yếu tố khác có thể liên quan đến hiệu suất của bộ mã hóa và/hoặc bộ giải mã.

Fig.6 là sơ đồ khái niệm minh họa ví dụ về việc thực hiện bằng phần cứng cho thiết bị truyền thông không dây 600 làm ví dụ có sử dụng hệ thống xử lý 614. Ví dụ, thiết bị truyền thông không dây 600 có thể là thiết bị người dùng (UE), trạm cơ sở, hoặc máy hoặc phương tiện thích hợp khác bất kỳ để truyền thông không dây.

Thiết bị truyền thông không dây 600 có thể được thực hiện với hệ thống xử lý 614 mà bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 604. Ví dụ về các bộ xử lý 604 bao gồm các bộ vi xử lý, bộ vi điều khiển, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), mảng công lập trình được bằng trường (field programmable gate array - FPGA), thiết bị logic lập trình được (programmable logic device - PLD), máy trạng thái, logic được tạo công, mạch phần cứng rời rạc, và phần cứng phù hợp khác được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng khác nhau được mô tả trong sáng chế. Theo một số ví dụ, thiết bị truyền thông không dây 600 có thể được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều chức năng bất kỳ được mô tả ở đây. Tức là, bộ xử lý 604, như được sử dụng trong thiết bị truyền thông không dây 600, có thể được sử dụng để thực hiện một hoặc nhiều quy trình bất kỳ được mô tả và minh họa trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.9.

Trong ví dụ này, hệ thống xử lý 614 có thể được thực hiện với kiến trúc bus, được biểu diễn chung bằng bus 602. Bus 602 có thể bao gồm số lượng bus và cầu nối liên kết bất kỳ tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể của hệ thống xử lý 614 và các ràng buộc thiết kế tổng thể. Bus 602 ghép nối truyền thông với một số mạch bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý (được biểu diễn chung bởi bộ xử lý 604), bộ nhớ 605, và phương tiện đọc được bằng máy tính (được biểu diễn chung bởi phương tiện đọc được bằng máy tính 606). Bus 602 cũng có thể liên kết các mạch khác nhau như các nguồn định thời, các thành phần ngoại vi, bộ ổn áp, và các mạch quản lý điện mà đã được biết đến rộng

rãi trong lĩnh vực kỹ thuật này, và do đó, sẽ không được mô tả nữa. Giao diện bus 608 cung cấp giao diện giữa bus 602 và bộ thu phát 610. Bộ thu phát 610 cung cấp phương tiện truyền thông với các thiết bị khác nhau thông qua phương tiện truyền (ví dụ, không khí). Tùy thuộc vào bản chất của thiết bị, giao diện người dùng tùy chọn 612 (ví dụ, bàn phím, màn hình, loa, micro, cần điều khiển) cũng có thể được cung cấp. Cần được hiểu rằng giao diện người dùng 612 có thể không được cung cấp trong một số các thiết bị, như trạm cơ sở.

Bộ xử lý 604 có nhiệm vụ quản lý bus 602 và xử lý chung, bao gồm thực thi phần mềm được lưu trữ trên phương tiện đọc được bằng máy tính 606. Phần mềm này, khi được thực thi bởi bộ xử lý 604, khiến cho hệ thống xử lý 614 thực hiện một số chức năng được mô tả dưới đây cho thiết bị cụ thể bất kỳ. Phương tiện đọc được bằng máy tính 606 và bộ nhớ 605 cũng có thể được sử dụng để lưu trữ dữ liệu mà được thao tác bởi bộ xử lý 604 khi thực thi phần mềm.

Một hoặc nhiều bộ xử lý 604 trong hệ thống xử lý có thể thực thi phần mềm. Phần mềm được hiểu theo nghĩa rộng là các lệnh, tập hợp lệnh, mã, đoạn mã, mã chương trình, chương trình, chương trình con, modul phần mềm, ứng dụng, ứng dụng phần mềm, gói phần mềm, đoạn chương trình, đoạn chương trình con, đối tượng, tập tin thực thi, chuỗi thực thi, quy trình, chức năng, v.v. cho dù được gọi là phần mềm, phần sụn, phần trung gian, vi mã, ngôn ngữ mô tả phần cứng, hoặc tên khác. Phần mềm này có thể nằm trong phương tiện đọc được bằng máy tính 606. Phương tiện đọc được bằng máy tính 606 có thể là phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính bao gồm, ví dụ, thiết bị lưu trữ có từ tính (ví dụ, đĩa cứng, đĩa mềm, băng từ), đĩa quang (ví dụ, đĩa nén (compact disc - CD) hoặc đĩa kỹ thuật số đa năng (digital versatile disc - DVD)), thẻ thông minh, thiết bị nhớ nhanh (ví dụ, thẻ, thẻ nhớ, hoặc ổ đĩa), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory - RAM), bộ nhớ chỉ đọc (read only memory - ROM), ROM lập trình được (programmable ROM - PROM), PROM xóa được (erasable PROM - EPROM), PROM xóa được bằng điện (electrically erasable PROM - EEPROM), thanh ghi, đĩa tháo lắp được, và phương tiện phù hợp khác bất kỳ để lưu trữ phần mềm và/hoặc các lệnh mà có thể được truy cập và đọc bởi máy tính. Phương tiện đọc được bằng máy tính cũng có thể bao gồm, ví dụ, sóng mang, đường truyền, và phương tiện phù hợp

bất kỳ khác dùng để truyền phần phêm và/hoặc các lệnh mà có thể được truy cập và đọc bởi máy tính.

Phương tiện đọc được bằng máy tính 606 có thể nằm trong hệ thống xử lý 614, ở ngoài hệ thống xử lý 614, hoặc được phân bổ trên nhiều thực thể bao gồm hệ thống xử lý 614. Phương tiện đọc được bằng máy tính 606 có thể được đặt trong sản phẩm chương trình máy tính. Ví dụ, sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính trong các nguyên liệu đóng gói. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận biết được cách thức tốt nhất để thực hiện các chức năng được mô tả trình bày trong toàn bộ bản mô tả này, tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể và các ràng buộc thiết kế tổng thể áp dụng trên toàn hệ thống.

Theo một số khía cạnh của sáng chế, bộ xử lý 604 có thể bao gồm hệ mạch được tạo cấu hình cho một số chức năng. Ví dụ, bộ xử lý 604 có thể bao gồm mạch mã hóa kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (LDPC) 642 được tạo cấu hình để nhận khối thông tin của độ dài khối cho trước và để mã hóa khối thông tin bằng cách sử dụng quy trình mã hóa LDPC dựa vào tỷ lệ mã hóa cụ thể. Trong một số ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 có thể được tạo cấu hình để chọn đồ thị cơ sở LDPC từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC 615 được duy trì, ví dụ, trong bộ nhớ 605. Đồ thị cơ sở LDPC 615 có thể tương ứng với đồ thị cơ sở LDPC 508 được thể hiện trên Fig.5. Ngoài ra, mạch mã hóa LDPC 642 có thể bao gồm mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 và mạch chọn đồ thị LDPC 510 được thể hiện trên Fig.5. Mạch mã hóa LDPC 642 sau đó có thể chọn đồ thị LDPC cụ thể biểu thị bởi đồ thị cơ sở LDPC và sử dụng đồ thị LDPC được chọn để mã hóa khối thông tin để tạo ra từ mã để truyền qua giao diện không gian không dây cho thiết bị truyền thông không dây thu qua bộ thu phát 610. Từ mã bao gồm các bit thông tin của khối thông tin và các bit kiểm tra tính chẵn lẻ được tạo ra bằng cách sử dụng đồ thị LDPC được chọn.

Trong một số ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC 615 có thể được thiết kế cho mạng truyền thông không dây mà thiết bị truyền thông không dây truyền và lưu trữ trong bộ nhớ 605. Đồ thị cơ sở LDPC 615 có thể bao gồm, ví dụ, hai hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC, mỗi đồ thị cơ sở kết hợp với một khoảng khối thông tin khác nhau. Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC 615 có thể bao gồm đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài

khối thông tin thứ hai. Khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất có thể bao gồm, ví dụ, khoảng độ dài khối thông tin đường gốc được hỗ trợ bởi mạng truyền thông không dây (ví dụ, giữa 100 và 8192 bit). Khoảng độ dài khối thông tin thứ hai có thể bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất sao cho độ dài khối thông tin thứ hai được chứa hoàn toàn trong khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 100 và 3200 bit) hoặc chồng lên khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 50 và 3200 bit). Đồ thị cơ sở LDPC bổ sung 615 cũng có thể được thiết kế và duy trì trong bộ nhớ 605. Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC thứ ba có thể được thiết kế để kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ ba. Khoảng độ dài khối thông tin thứ ba cũng có thể bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất sao cho khoảng độ dài khối thông tin thứ ba được chứa hoàn toàn trong khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 100 và 6400 bit) hoặc chồng lên khoảng độ dài khối thông tin thứ hai và thứ nhất (ví dụ, giữa 75 và 6400 bit).

Mạch mã hóa LDPC 642 có thể còn được tạo cấu hình để chọn đồ thị cơ sở LDPC từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC 615 để mã hóa khối thông tin dựa vào độ dài khối thông tin của khối thông tin. Trong một số ví dụ, nếu chỉ một đồ thị cơ sở LDPC 615 hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin, mạch mã hóa LDPC 642 có thể chọn một đồ thị cơ sở LDPC 615 để hỗ trợ độ dài khối thông tin. Tuy nhiên, nếu nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC 615 hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin, mạch mã hóa LDPC 642 có thể sử dụng các metric khác để chọn đồ thị cơ sở LDPC 615 cho khối thông tin. Ví dụ của các metric khác bao gồm, nhưng không giới hạn, tỷ lệ mã hóa và kích thước nâng.

Trong một số ví dụ, mỗi trong số các đồ thị cơ sở LDPC 615 bao gồm tất cả các tỷ lệ mã hóa có thể có mà có thể được dùng trong mạng truyền thông không dây. Trong ví dụ này, mạch mã hóa LDPC 642 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC 615 mà sử dụng kích thước nâng cao nhất để tạo ra độ dài khối thông tin của khối thông tin. Trong các ví dụ khác, một hoặc nhiều đồ thị cơ sở LDPC 615 có thể bao gồm khoảng tỷ lệ mã hóa khác với các đồ thị cơ sở LDPC khác. Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất có thể được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất, còn đồ thị cơ sở LDPC thứ hai có thể được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai mà chồng lên khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất, nhưng cũng bao gồm các tỷ lệ mã hóa khác không nằm trong khoảng tỷ lệ mã

hóa thứ nhất. Trong ví dụ này, nếu chỉ một đồ thị cơ sở LDPC 615 hỗ trợ tỷ lệ mã hóa của khối thông tin, thì mạch mã hóa LDPC 642 có thể chọn một đồ thị cơ sở LDPC 615 để hỗ trợ tỷ lệ mã hóa. Tuy nhiên, nếu nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC 615 hỗ trợ tỷ lệ mã hóa của khối thông tin, thì mạch mã hóa LDPC 642 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC 615 để sử dụng kích thước nâng cao nhất để tạo ra độ dài khối thông tin của khối thông tin

Trong một số ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 có thể còn xem xét giá trị ràng buộc song song tại thiết bị truyền thông không dây thu khi chọn đồ thị cơ sở LDPC 615. Giá trị ràng buộc song song biểu thị số lượng thông báo biên tối đa mà có thể được xử lý song song bằng thiết bị truyền thông không dây thu. Trong một số ví dụ, giá trị ràng buộc song song bằng hoặc lớn hơn mức song song cần thiết để đạt được công suất đỉnh. Ví dụ, giá trị ràng buộc song song có thể bằng kích thước nâng lớn nhất được dùng trong trường hợp công suất đỉnh. Trong một ví dụ, để đạt độ dài khối thông tin tối đa 8192 bit, kích thước nâng tối đa tương ứng, và do đó, bậc song song P, có thể bằng 320 để đạt được công suất đỉnh 20 Gb/s. Trong các ví dụ khác, giá trị ràng buộc song song có thể thấp hơn mức song song cần thiết để đạt được công suất đỉnh.

Sử dụng ví dụ trên về ba đồ thị cơ sở LDPC, mạch mã hóa LDPC 642 có thể lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ hai khi kích thước nâng áp dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin của khối thông tin để sẽ được mã hóa thấp hơn hoặc bằng giá trị ràng buộc song song. Mạch mã hóa LDPC 642 còn có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ ba khi kích thước nâng được ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin lớn hơn giá trị ràng buộc song song và kích thước nâng được ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ ba để tạo ra độ dài khối thông tin thấp hơn hoặc bằng giá trị ràng buộc song song. Mạch mã hóa LDPC 642 có thể còn chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất khi kích thước nâng được ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ ba để tạo ra độ dài khối thông tin lớn hơn giá trị ràng buộc song song.

Trong một số ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC dựa vào các yếu tố khác ngoài độ dài khối thông tin, tỷ lệ mã hóa, và/hoặc kích thước nâng. Ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC dựa vào tốc độ giải mã kỳ vọng ở thiết bị truyền thông không dây thu cho mỗi đồ thị cơ sở LDPC (ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC cung cấp tốc độ giải mã cao nhất mà thấp hơn công suất đỉnh

đạt được ở giá trị ràng buộc song song có thể được chọn). Mạch mã hóa LDPC 642 có thể hoạt động phối hợp với phần mềm mã hóa LDPC 652.

Bộ xử lý 604 có thể còn bao gồm mạch giải mã LDPC 644 được tạo cấu hình để nhận từ mã qua giao diện không gian không dây từ thiết bị truyền thông không dây phát qua bộ thu phát 610 và giải mã từ mã sử dụng quy trình giải mã LDPC để tạo ra khối thông tin theo độ dài khối cho trước. Trong một số ví dụ, mạch giải mã LDPC 644 có thể được tạo cấu hình để chọn đồ thị cơ sở LDPC từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC 615 được duy trì, ví dụ, trong bộ nhớ 605. Mạch giải mã LDPC 644 có thể sau đó chọn đồ thị LDPC biểu thị bởi đồ thị cơ sở LDPC và sử dụng đồ thị LDPC được chọn để giải mã từ mã để tạo ra khối thông tin. Mạch giải mã LDPC 644 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để giải mã từ mã dựa vào ít nhất một độ dài khối thông tin của khối thông tin. Mạch giải mã LDPC 644 có thể còn sử dụng tỷ lệ mã hóa, kích thước nâng, giá trị ràng buộc song song của mạch giải mã LDPC 644, và/hoặc các metric khác để chọn đồ thị cơ sở LDPC. Mạch giải mã LDPC 644 có thể hoạt động phối hợp với phần mềm giải mã LDPC 654.

Fig.7 là lưu đồ minh họa quy trình 700 làm ví dụ để mã hóa LDPC theo một số khía cạnh của sáng chế. Như mô tả dưới đây, một số hoặc tất cả các đặc điểm được minh họa có thể được bỏ qua trong một phương án thực hiện cụ thể trong phạm vi của sáng chế, và một số đặc điểm được minh họa có thể không bắt buộc cho việc thực hiện tất cả các phương án. Trong một số ví dụ, quy trình 700 có thể được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây 900 minh họa trên Fig.6. Trong một số ví dụ, quy trình 700 có thể được thực hiện bởi thiết bị hoặc phương tiện thích hợp bất kỳ để thực hiện các chức năng hoặc thuật toán mô tả dưới đây.

Tại khối 702, thiết bị truyền thông không dây có thể duy trì nhiều (ví dụ, hai hoặc nhiều) đồ thị cơ sở LDPC, mỗi đồ thị kết hợp với các khoảng độ dài khối thông tin khác nhau. Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC có thể bao gồm đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai. Khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất có thể bao gồm, ví dụ, khoảng độ dài khối thông tin đường gốc được hỗ trợ bởi mạng truyền thông không dây (ví dụ, giữa 100 và 8192 bit). Khoảng độ dài khối thông tin thứ hai có thể bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất sao cho

khoảng độ dài khối thông tin thứ hai được bao gồm hoàn toàn trong khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 100 và 3200 bit) hoặc chồng lên khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 50 và 3200 bit). Đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể cũng được thiết kế. Đồ thị cơ sở LDPC có thể được duy trì, ví dụ, trong bộ nhớ 605 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6.

Tại khối 704, thiết bị truyền thông không dây có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để mã hóa khối thông tin của độ dài khối thông tin cho trước. Đồ thị cơ sở LDPC có thể được chọn, ví dụ, dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin cho trước của khối thông tin. Ví dụ, thiết bị truyền thông không dây có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin. Nếu nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin, thì thiết bị truyền thông không dây có thể sử dụng các metric khác, như tỷ lệ mã hóa và/hoặc kích thước nâng để chọn đồ thị cơ sở LDPC. Ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để mã hóa khối thông tin.

Tại khối 706, thiết bị truyền thông không dây có thể mã hóa khối thông tin bằng cách sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã chứa các bit thông tin của khối thông tin và kiểm tra tính chẵn lẻ các bit được tạo ra bởi quy trình mã hóa LDPC. Trong một số ví dụ, thiết bị truyền thông không dây có thể lựa chọn đồ thị LDPC được biểu diễn bởi đồ thị cơ sở LDPC mà có thể là đồ thị cơ sở LDPC, để mã hóa khối thông tin. Ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6 có thể mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn. Tại khối 708, thiết bị truyền thông không dây có thể truyền từ mã qua giao diện không gian không dây cho bộ thu (ví dụ, thiết bị truyền thông không dây thu). Ví dụ, bộ thu phát 610 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6 có thể truyền từ mã cho thiết bị truyền thông không dây thu.

Fig.8 là lưu đồ minh họa quy trình 800 làm ví dụ để mã hóa LDPC theo một số khía cạnh của sáng chế. Như mô tả dưới đây, một số hoặc tất cả các đặc điểm được minh họa có thể được bỏ qua trong một phương án thực hiện cụ thể trong phạm vi của sáng chế, và một số đặc điểm minh họa có thể không cần thiết để thực hiện tất cả các phương án. Trong một số ví dụ, quy trình 800 có thể được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây 900 minh họa trên Fig.6. Trong một số ví dụ, quy trình 800 có thể

được thực hiện bởi thiết bị hoặc phương tiện thích hợp bất kỳ để thực hiện các chức năng hoặc thuật toán mô tả dưới đây.

Tại khối 802, thiết bị truyền thông không dây có thể duy trì nhiều (ví dụ, hai hoặc nhiều) đồ thị cơ sở LDPC, mỗi đồ thị kết hợp với các khoảng độ dài khối thông tin khác nhau. Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC có thể bao gồm đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai. Khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất có thể bao gồm, ví dụ, khoảng độ dài khối thông tin đường gốc được hỗ trợ bởi mạng truyền thông không dây (ví dụ, giữa 100 và 8192 bit). Khoảng độ dài khối thông tin thứ hai có thể bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất sao cho khoảng độ dài khối thông tin thứ hai được bao gồm hoàn toàn trong khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 100 và 3200 bit) hoặc chồng lên khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 50 và 3200 bit). Đồ thị cơ sở LDPC bổ sung cũng có thể được thiết kế. Đồ thị cơ sở LDPC có thể được duy trì, ví dụ, trong bộ nhớ 605 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6.

Tại khối 804, thiết bị truyền thông không dây có thể nhận độ dài khối thông tin của khối thông tin sẽ được mã hóa bằng cách sử dụng quy trình mã hóa LDPC. Ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6 có thể nhận độ dài khối thông tin của khối thông tin. Tại khối 806, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định xem nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC có hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin đó hay không.

Nếu chỉ một đồ thị cơ sở LDPC hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin (nhánh KHÔNG của khối 806), tại khối 808, truyền thông không dây có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin để mã hóa khối thông tin. Nếu nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin (nhánh CÓ của khối 806), tại khối 810, thiết bị truyền thông không dây có thể lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC có kích thước nâng cao nhất cần thiết để tạo ra độ dài khối thông tin của khối thông tin. Ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện và mô tả ở trên dựa vào Fig.6 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để mã hóa khối thông tin.

Tại khối 812, thiết bị truyền thông không dây có thể mã hóa khối thông tin bằng cách sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã chứa các bit thông tin của khối thông tin và kiểm tra tính chẵn lẻ các bit được tạo ra bởi quy trình mã hóa LDPC. Trong một số ví dụ, thiết bị truyền thông không dây có thể chọn đồ thị LDPC được biểu diễn bởi đồ thị cơ sở LDPC mà có thể là đồ thị cơ sở LDPC, để mã hóa khối thông tin. Ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6 có thể mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn. Tại khối 814, thiết bị truyền thông không dây có thể truyền từ mã qua giao diện không gian không dây đến bộ thu (ví dụ, thiết bị truyền thông không dây thu). Ví dụ, bộ thu phát 610 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6 có thể truyền từ mã cho thiết bị truyền thông không dây thu.

Fig.9 là lưu đồ minh họa quy trình 900 làm ví dụ để mã hóa LDPC theo một số khía cạnh của sáng chế. Như được mô tả dưới đây, một số hoặc tất cả các đặc điểm được minh họa có thể được bỏ qua trong một phương án thực hiện cụ thể trong phạm vi của sáng chế, và một số đặc điểm được minh họa có thể không cần thiết để thực hiện tất cả các phương án. Trong một số ví dụ, quy trình 900 có thể được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây 900 minh họa trên Fig.6. Trong một số ví dụ, quy trình 900 có thể được thực hiện bởi thiết bị hoặc phương tiện thích hợp bất kỳ để thực hiện các chức năng hoặc thuật toán mô tả dưới đây.

Tại khối 902, thiết bị truyền thông không dây có thể duy trì nhiều (ví dụ, hai hoặc nhiều) đồ thị cơ sở LDPC, mỗi đồ thị kết hợp với các khoảng độ dài khối thông tin khác nhau. Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC có thể bao gồm đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai. Khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất có thể bao gồm, ví dụ, khoảng độ dài khối thông tin đường gốc được hỗ trợ bởi mạng truyền thông không dây (ví dụ, giữa 100 và 8192 bit). Khoảng độ dài khối thông tin thứ hai có thể bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất sao cho khoảng độ dài khối thông tin thứ hai được bao gồm hoàn toàn trong khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 100 và 3200 bit) hoặc chồng lên khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 50 và 3200 bit). Đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể

cũng được thiết kế. Đồ thị cơ sở LDPC có thể được duy trì, ví dụ, trong bộ nhớ 605 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6.

Tại khối 904, thiết bị truyền thông không dây có thể nhận độ dài khối thông tin của khối thông tin sẽ được mã hóa LDPC bằng cách sử dụng tỷ lệ mã hóa cụ thể. Ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện và được mô tả ở trên dựa vào Fig.6 có thể nhận độ dài khối thông tin của khối thông tin. Tại khối 906, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định xem nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC có hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin hay không.

Nếu chỉ một đồ thị cơ sở LDPC hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin (nhánh KHÔNG của khối 906), thì tại khối 908, thiết bị truyền thông không dây có thể lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC để hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin để mã hóa khối thông tin. Nếu nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin (nhánh CÓ của khối 906), thì tại khối 910, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định xem nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC có hỗ trợ tỷ lệ mã hóa để mã hóa khối thông tin hay không.

Nếu chỉ một đồ thị cơ sở LDPC hỗ trợ tỷ lệ mã hóa (nhánh KHÔNG của khối 910), thì tại khối 912, thiết bị truyền thông không dây có thể lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC để hỗ trợ tỷ lệ mã hóa để mã hóa khối thông tin. Nếu nhiều hơn một đồ thị cơ sở LDPC hỗ trợ tỷ lệ mã hóa (nhánh CÓ của khối 910), thì tại khối 914, thiết bị truyền thông không dây có thể lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC có kích thước nâng cao nhất cần thiết để tạo ra độ dài khối thông tin của khối thông tin. Ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện và được mô tả dựa vào Fig.6 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để mã hóa khối thông tin.

Tại khối 916, thiết bị truyền thông không dây có thể mã hóa khối thông tin bằng cách sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã chứa các bit thông tin của khối thông tin và kiểm tra tính chẵn lẻ bit được tạo ra bởi quy trình mã hóa LDPC. Trong một số ví dụ, thiết bị truyền thông không dây có thể chọn đồ thị LDPC được biểu diễn bởi đồ thị cơ sở LDPC mà có thể là đồ thị cơ sở LDPC, để mã hóa khối thông tin. Ví dụ, mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện và được mô tả dựa vào Fig.6 có thể mã hóa khối thông tin bằng cách sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn. Tại

khối 918, thiết bị truyền thông không dây có thể truyền từ mã qua giao diện không gian không dây đến bộ thu (ví dụ, thiết bị truyền thông không dây thu). Ví dụ, bộ thu phát 610 được thể hiện và được mô tả dựa vào Fig.6 có thể truyền từ mã đến thiết bị truyền thông không dây thu.

Fig.10 là lưu đồ thể hiện quy trình ví dụ 1000 để giải mã LDPC theo một số khía cạnh của sáng chế. Như mô tả dưới đây, một số hoặc tất cả các đặc điểm được minh họa có thể được bỏ qua trong một phương án thực hiện cụ thể trong phạm vi của sáng chế, và một số đặc điểm được minh họa có thể không cần thiết để thực hiện tất cả các phương án. Trong một số ví dụ, quy trình 1000 có thể được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây 900 minh họa trên Fig.6. Trong một số ví dụ, quy trình 1000 có thể được thực hiện bởi thiết bị hoặc phương tiện thích hợp bất kỳ để thực hiện các chức năng hoặc thuật toán mô tả dưới đây.

Tại khối 1002, thiết bị truyền thông không dây có thể duy trì nhiều (ví dụ, hai hoặc nhiều) đồ thị cơ sở LDPC, mỗi đồ thị kết hợp với các khoảng độ dài khối thông tin khác nhau. Ví dụ, đồ thị cơ sở LDPC có thể bao gồm đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai. Khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất có thể bao gồm, ví dụ, độ dài khối thông tin đường gốc được hỗ trợ bởi mạng truyền thông không dây (ví dụ, giữa 100 và 8192 bit). Khoảng độ dài khối thông tin thứ hai có thể bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất sao cho khoảng độ dài khối thông tin thứ hai được bao gồm hoàn toàn trong khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 100 và 3200 bit) hoặc chồng lên khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất (ví dụ, giữa 50 và 3200 bit). Đồ thị cơ sở LDPC bổ sung có thể cũng được thiết kế. Đồ thị cơ sở LDPC có thể được duy trì, ví dụ, trong bộ nhớ 605 được thể hiện và được mô tả dựa vào Fig.6.

Tại khối 1004, thiết bị truyền thông không dây có thể nhận từ mã qua giao diện không gian không dây từ bộ thu phát (ví dụ, thiết bị truyền thông không dây phát). Ví dụ, bộ thu phát 610 được thể hiện và được mô tả dựa vào Fig.6 có thể nhận từ mã. Tại khối 1006, thiết bị truyền thông không dây có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để giải mã từ mã chứa khối thông tin của độ dài khối thông tin cho trước. Đồ thị cơ sở LDPC có thể được chọn, ví dụ, dựa vào độ dài khối thông tin cho trước của khối thông tin. Các

metric khác, như tỷ lệ mã hóa và/hoặc kích thước nâng, cũng có thể được sử dụng để chọn đồ thị cơ sở LDPC. Ví dụ, mạch giải mã LDPC 644 được thể hiện và được mô tả dựa vào Fig.6 có thể chọn đồ thị cơ sở LDPC để giải mã khối thông tin.

Tại khối 1008, thiết bị truyền thông không dây có thể giải mã từ mã bằng cách sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra khối thông tin chứa các bit thông tin. Trong một số ví dụ, thiết bị truyền thông không dây có thể chọn đồ thị LDPC biểu thị bởi đồ thị cơ sở LDPC được chọn mà có thể là đồ thị cơ sở LDPC, để giải mã từ mã. Ví dụ, mạch giải mã LDPC 644 được thể hiện và được mô tả dựa vào Fig.6 có thể giải mã từ mã bằng cách sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn.

Trong một cấu hình, thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa LDPC (ví dụ, thiết bị truyền thông không dây 500 được thể hiện trên Fig.5, và/hoặc thiết bị không dây 600 trên Fig.6) bao gồm phương tiện duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC, trong đó nhiều đồ thị cơ sở LDPC bao gồm ít nhất đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết kết với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai, và khoảng độ dài khối thông tin thứ hai bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất. Thiết bị còn bao gồm phương tiện chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC cho khối thông tin dựa vào độ dài khối thông tin của khối thông tin, phương tiện mã hóa khối thông tin bằng cách sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã, và phương tiện truyền từ mã qua giao diện không gian không dây đến bộ thu.

Theo một khía cạnh, phương tiện nêu trên duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC có thể là bộ nhớ 605 được thể hiện trên Fig.6. Theo một khía cạnh khác, phương tiện nêu trên lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn có thể là (các) bộ xử lý 604 thể hiện trên Fig.6 được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng được thể hiện bởi các phương tiện nêu trên. Ví dụ, phương tiện nêu trên lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn có thể bao gồm mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện trên Fig.6, mạch chọn đồ thị cơ sở LDPC 506 được thể hiện trên Fig.5, và/hoặc mạch chọn đồ thị LDPC 510 được thể hiện trên Fig.5. Theo khía cạnh khác nữa, phương tiện nêu trên mã hóa khối thông tin có thể là (các) bộ xử lý 604 trên Fig.6 được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng được thể hiện bởi các phương tiện nêu trên. Ví dụ, phương tiện nêu trên mã hóa khối thông tin có thể bao gồm mạch mã hóa LDPC 642 được thể hiện trên Fig.6. Theo khía

cạnh khác nữa, phương tiện nêu trên truyền từ mã có thể là bộ thu phát 610 được thể hiện trên Fig.6. Theo khía cạnh khác nữa, các phương tiện nêu trên có thể là mạch hoặc thiết bị bất kỳ được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng thể hiện bởi các phương tiện nêu trên.

Một số khía cạnh của mạng truyền thông không dây đã được trình bày dựa vào phương án thực hiện làm ví dụ. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng, một số khía cạnh được mô tả trong sáng chế này có thể được mở rộng cho các hệ thống viễn thông, cấu trúc mạng và chuẩn truyền thông khác.

Ví dụ, một số khía cạnh có thể được thực hiện trong các hệ thống khác được xác định bởi 3GPP, ví dụ như hệ thống phát triển dài hạn (Long-Term Evolution - LTE), hệ thống gói cải tiến (Evolved Packet System - EPS), hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunication System - UMTS), và/hoặc hệ thống di động toàn cầu (Global System for Mobile - GSM). Một số khía cạnh cũng có thể được mở rộng đến các hệ thống được xác định bởi Dự án hợp tác thế hệ thứ ba 2 (3GPP2), ví dụ như CDMA2000 và/hoặc Cải tiến - Tối ưu hóa dữ liệu (EV-DO). Các ví dụ khác có thể được thực hiện trong các hệ thống sử dụng IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, siêu băng rộng di động (UWB), Bluetooth, và/hoặc các hệ thống thích hợp khác. Chuẩn viễn thông thực, cấu trúc mạng, và/hoặc chuẩn truyền thông được sử dụng sẽ phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và các ràng buộc thiết kế tổng thể áp dụng trên hệ thống.

Trong bản mô tả này, thuật ngữ “làm ví dụ” được sử dụng trong bản mô tả này để chỉ việc dùng “làm mẫu, làm ví dụ, hoặc minh họa”. Một khía cạnh hoặc phương án thực hiện bất kỳ được mô tả ở đây là “làm ví dụ” thì không nhất thiết được hiểu là được ưu tiên hoặc có lợi hơn so với các khía cạnh hoặc phương án khác. Tương tự, thuật ngữ “các khía cạnh” không nhất thiết rằng tất cả các khía cạnh của sáng chế đều bao gồm dấu hiệu, ưu điểm hoặc chế độ hoạt động. Thuật ngữ “được ghép nối” được dùng ở đây để chỉ việc ghép nối trực tiếp hoặc gián tiếp giữa hai đối tượng. Ví dụ, nếu đối tượng A tiếp xúc về mặt vật lý với đối tượng B, và đối tượng B tiếp xúc với đối tượng C, thì các đối tượng A và C vẫn có thể được coi là ghép nối với nhau - thậm chí nếu chúng không tiếp xúc trực tiếp về mặt vật lý với nhau. Ví dụ, đối tượng thứ nhất có thể được ghép nối với đối tượng thứ hai mặc dù đối tượng thứ nhất này không bao

giờ tiếp xúc vật lý trực tiếp với đối tượng thứ hai. Các thuật ngữ “mạch” và “hệ mạch” được sử dụng theo nghĩa chung, và được dự định để bao gồm cả các phương án cài đặt phần cứng của các thiết bị điện và dây dẫn, mà khi được nối và tạo cấu hình, cho phép thực hiện các chức năng được mô tả trong bản mô tả này, không giới hạn ở loại mạch điện tử, cũng như các phương án thực hiện phần mềm của thông tin và các lệnh, mà khi được thực thi bởi bộ xử lý, cho phép thực hiện các chức năng được mô tả trong bản mô tả này.

Một hoặc nhiều bộ phận, bước, dấu hiệu và/hoặc chức năng được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.10 có thể được sắp xếp lại và/hoặc được kết hợp thành một bộ phận, bước, dấu hiệu hoặc chức năng hoặc được bao gồm trong một số bộ phận, bước hoặc chức năng. Các thành phần, bước, phần tử và/hoặc chức năng bổ sung cũng có thể được thêm vào mà không nằm ngoài các dấu hiệu mới được mô tả ở đây. Các thiết bị và/hoặc bộ phận được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.6 có thể được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều phương pháp, đặc điểm hoặc bước được mô tả ở đây. Các thuật toán mới được mô tả ở đây cũng có thể được thực hiện hiệu quả trong phần mềm và/hoặc được nhúng trong phần cứng.

Cần phải hiểu rằng, thứ tự cụ thể hoặc sơ đồ phân cấp của các bước thực hiện trong phương pháp được mô tả chỉ là minh họa về các quy trình làm ví dụ. Dựa vào các ưu tiên thiết kế, phải hiểu rằng, thứ tự cụ thể hoặc sơ đồ phân cấp của các bước thực hiện trong các phương pháp có thể được sắp xếp lại. Các điểm yêu cầu bảo hộ về phương pháp kèm theo ở đây trình bày các yếu tố của bước theo thứ tự mẫu, và không có nghĩa rằng chỉ giới hạn ở thứ tự hoặc sơ đồ phân cấp cụ thể được trình bày đó.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (LDPC - Low Density Parity-Check), phương pháp này bao gồm các bước:

duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC, nhiều đồ thị cơ sở LDPC này bao gồm ít nhất đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai, trong đó khoảng độ dài khối thông tin thứ hai bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất;

lựa chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin;

mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã;

và

truyền từ mã qua giao diện không gian không dây.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin còn bao gồm bước:

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ trong số các đồ thị cơ sở LDPC được duy trì nếu chỉ đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin còn bao gồm bước:

chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn dựa thêm ít nhất một phần vào kích thước nâng.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó bước chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn dựa thêm ít nhất một phần vào kích thước nâng còn bao gồm bước:

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn nếu kích thước nâng thứ nhất ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra độ dài khối

thông tin lớn hơn kích thước nâng thứ hai ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin còn bao gồm bước:

chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn dựa thêm ít nhất một phần vào tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai, khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai bao gồm tập con của khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai chồng lên khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất và bao gồm tỷ lệ mã hóa bổ sung bên ngoài khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất.

8. Phương pháp theo điểm 6, trong đó bước chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn dựa thêm ít nhất một phần vào tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin còn bao gồm bước:

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ trong số các đồ thị cơ sở LDPC được duy trì nếu chỉ khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất bao gồm tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn dựa thêm ít nhất một phần vào tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin còn bao gồm bước:

chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn dựa thêm ít nhất một phần vào kích thước nâng.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn dựa thêm ít nhất một phần vào kích thước nâng ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC được chọn còn bao gồm bước:

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn nếu kích thước nâng thứ nhất ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra độ dài khối thông tin lớn hơn kích thước nâng thứ hai ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng độ dài khối thông tin thứ hai chồng lên khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và bao gồm độ dài khối thông tin bổ sung bên ngoài khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhiều đồ thị cơ sở LDPC còn bao gồm đồ thị cơ sở LDPC thứ ba kết hợp với khoảng khối thông tin thứ ba, trong đó khoảng khối thông tin thứ ba bao gồm tập con bổ sung của khoảng khối thông tin thứ nhất bao gồm khoảng khối thông tin thứ hai.

13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã còn bao gồm bước:

chọn đồ thị LDPC được biểu diễn bởi đồ thị cơ sở LDPC được chọn để mã hóa khối thông tin.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó mỗi trong số nhiều đồ thị cơ sở LDPC đại diện cho nhiều đồ thị LDPC tương ứng, mỗi đồ thị LDPC bao gồm nhiều nút bit tương ứng trong khoảng nút bit tương ứng.

15. Thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa LDPC, thiết bị này bao gồm:

bộ thu phát;

bộ nhớ; và

bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ thu phát và bộ nhớ, bộ xử lý được tạo cấu hình để:

duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC, nhiều đồ thị cơ sở LDPC bao gồm ít nhất đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai, trong đó khoảng độ dài khối thông tin thứ hai bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất;

chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin;

mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã; và

truyền từ mã qua giao diện không gian không dây qua bộ thu phát.

16. Thiết bị theo điểm 15, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ trong số các đồ thị cơ sở LDPC được duy trì nếu chỉ đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất hỗ trợ độ dài khối thông tin của khối thông tin.

17. Thiết bị theo điểm 15, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn dựa thêm ít nhất một phần vào kích thước nâng.

18. Thiết bị theo điểm 17, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn nếu kích thước nâng thứ nhất ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra độ dài khối thông tin lớn hơn kích thước nâng thứ hai ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin.

19. Thiết bị theo điểm 15, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn dựa thêm ít nhất một phần vào tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin.

20. Theo thiết bị điểm 19, trong đó đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai được kết hợp với khoảng

tỷ lệ mã hóa thứ hai, khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai bao gồm tập con của khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất.

21. Thiết bị điểm 20, trong đó khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai chồng lên khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất và bao gồm tỷ lệ mã hóa bổ sung bên ngoài khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất.

22. Thiết bị theo điểm 20, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ trong số các đồ thị cơ sở LDPC được duy trì nếu chỉ khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất bao gồm tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin.

23. Thiết bị theo điểm 15, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

chọn đồ thị LDPC được biểu diễn bởi đồ thị cơ sở LDPC được chọn để mã hóa khối thông tin.

24. Thiết bị truyền thông không dây bao gồm:

phương tiện duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC, nhiều đồ thị cơ sở LDPC này bao gồm ít nhất đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai, trong đó khoảng độ dài khối thông tin thứ hai bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất;

phương tiện chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin;

phương tiện mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã; và

phương tiện truyền từ mã qua giao diện không gian không dây.

25. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 24, trong đó phương tiện chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn còn bao gồm:

phương tiện chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn nếu kích thước nâng thứ nhất ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra

độ dài khối thông tin lớn hơn kích thước nâng thứ hai ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin.

26. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 24, trong đó đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai, khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai bao gồm tập con của khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất, và trong đó phương tiện chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn còn bao gồm:

phương tiện chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ trong số các đồ thị cơ sở LDPC được duy trì nếu chỉ khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất bao gồm tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin.

27. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 24, trong đó phương tiện mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã còn bao gồm:

phương tiện chọn đồ thị LDPC được biểu diễn bởi đồ thị cơ sở LDPC được chọn để mã hóa khối thông tin.

28. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ mã thực thi được bằng máy tính, bao gồm mã để:

duy trì nhiều đồ thị cơ sở LDPC, nhiều đồ thị cơ sở LDPC bao gồm ít nhất đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai kết hợp với khoảng độ dài khối thông tin thứ hai, trong đó khoảng độ dài khối thông tin thứ hai bao gồm tập con của khoảng độ dài khối thông tin thứ nhất;

chọn đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ nhiều đồ thị cơ sở LDPC cho khối thông tin dựa ít nhất một phần vào độ dài khối thông tin của khối thông tin;

mã hóa khối thông tin sử dụng đồ thị cơ sở LDPC được chọn để tạo ra từ mã;

và

truyền từ mã qua giao diện không gian không dây.

29. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 28, trong đó phương tiện này còn bao gồm mã để:

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn nếu kích thước nâng thứ nhất ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất để tạo ra độ dài khối thông tin lớn hơn kích thước nâng thứ hai ứng dụng cho đồ thị cơ sở LDPC thứ hai để tạo ra độ dài khối thông tin.

30. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 29, trong đó đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất và đồ thị cơ sở LDPC thứ hai được kết hợp với khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai, khoảng tỷ lệ mã hóa thứ hai bao gồm tập con của khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất, và còn bao gồm mã để:

chọn đồ thị cơ sở LDPC thứ nhất làm đồ thị cơ sở LDPC được chọn từ trong số các đồ thị cơ sở LDPC được duy trì nếu chỉ khoảng tỷ lệ mã hóa thứ nhất bao gồm tỷ lệ mã hóa được dùng để mã hóa khối thông tin.

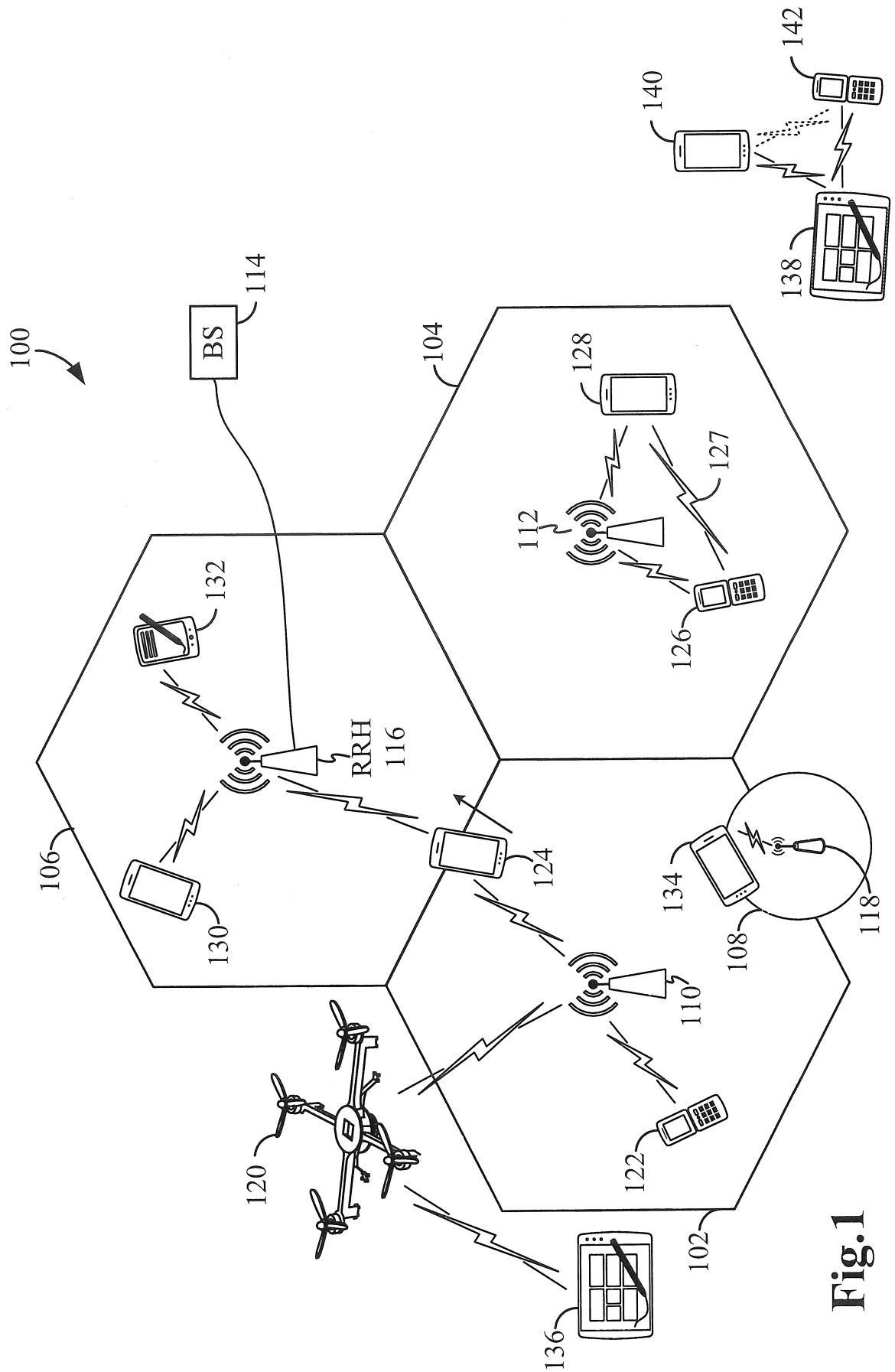
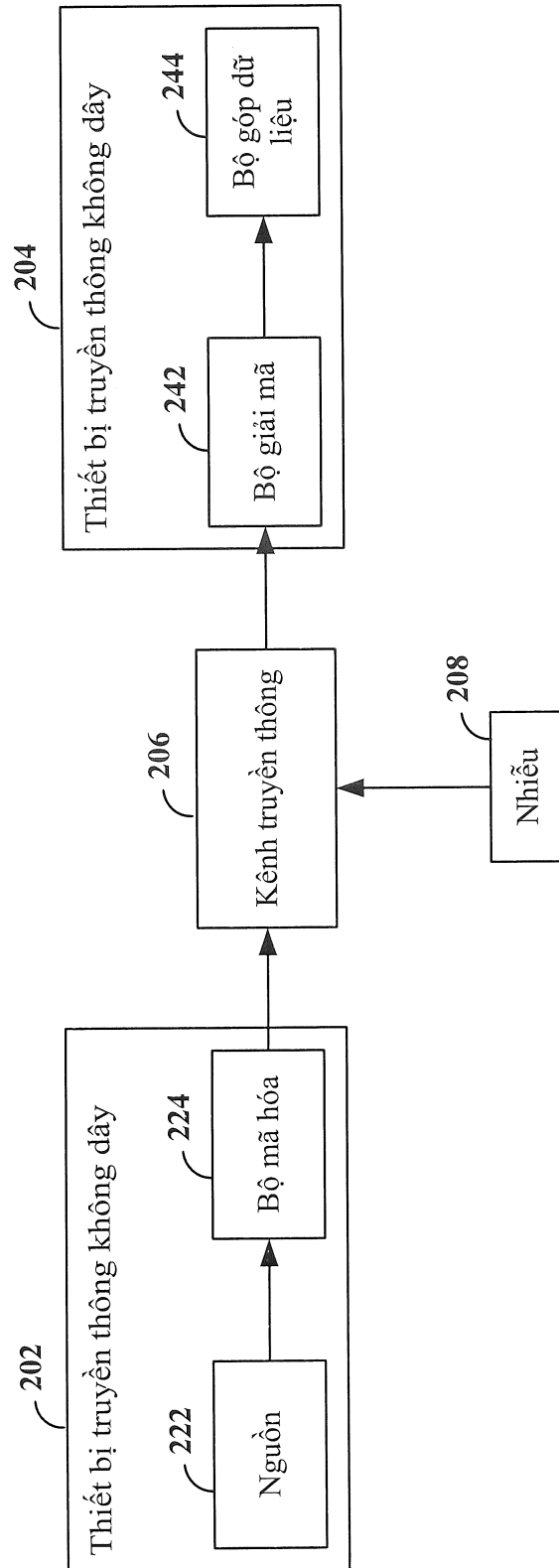


Fig. 1

**Fig.2**

$$H = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & c_3 & c_4 & c_5 & c_6 & c_7 & c_8 & c_9 & c_{10} & c_{11} & c_{12} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Fig.3

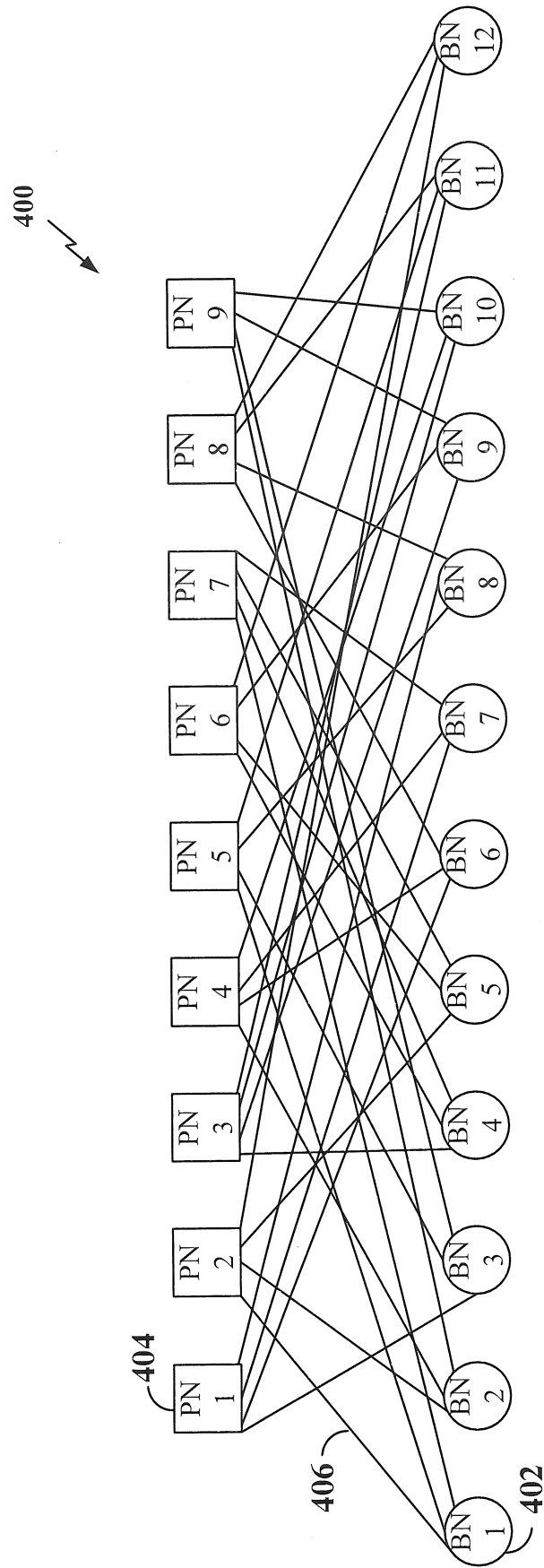


Fig.4

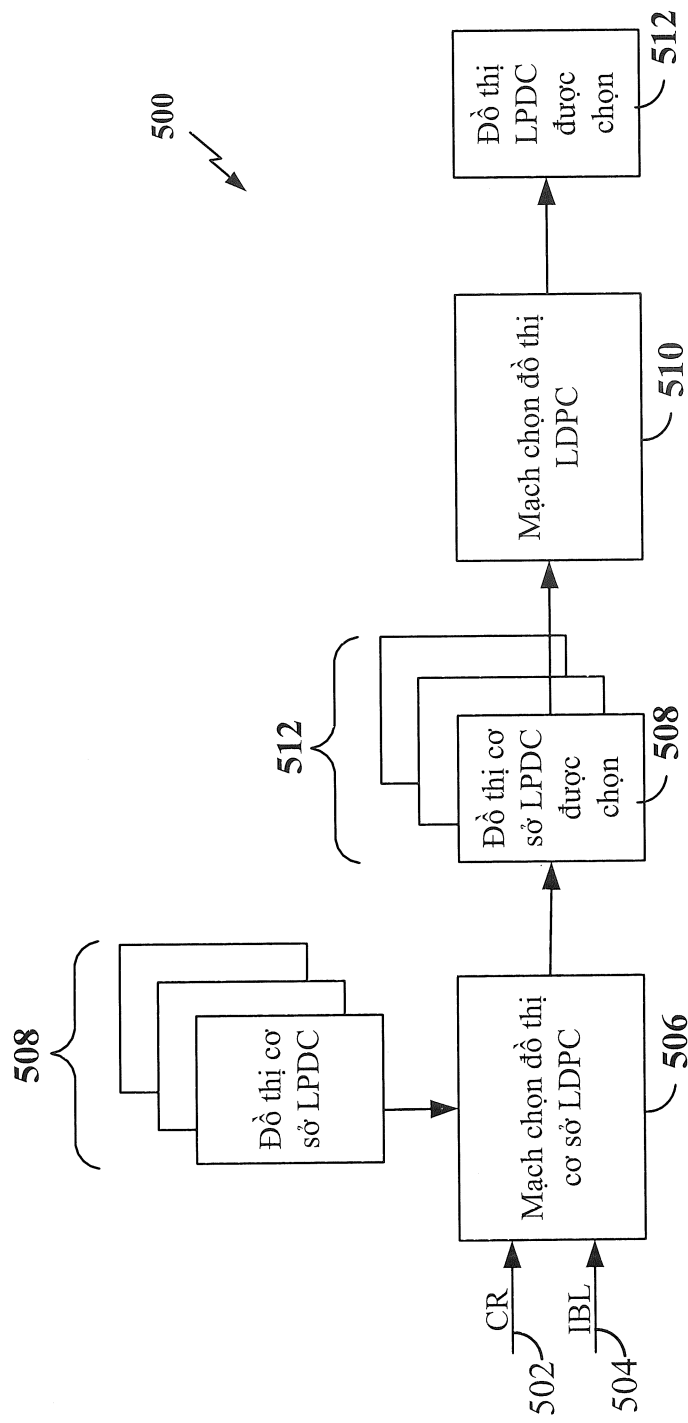


Fig.5

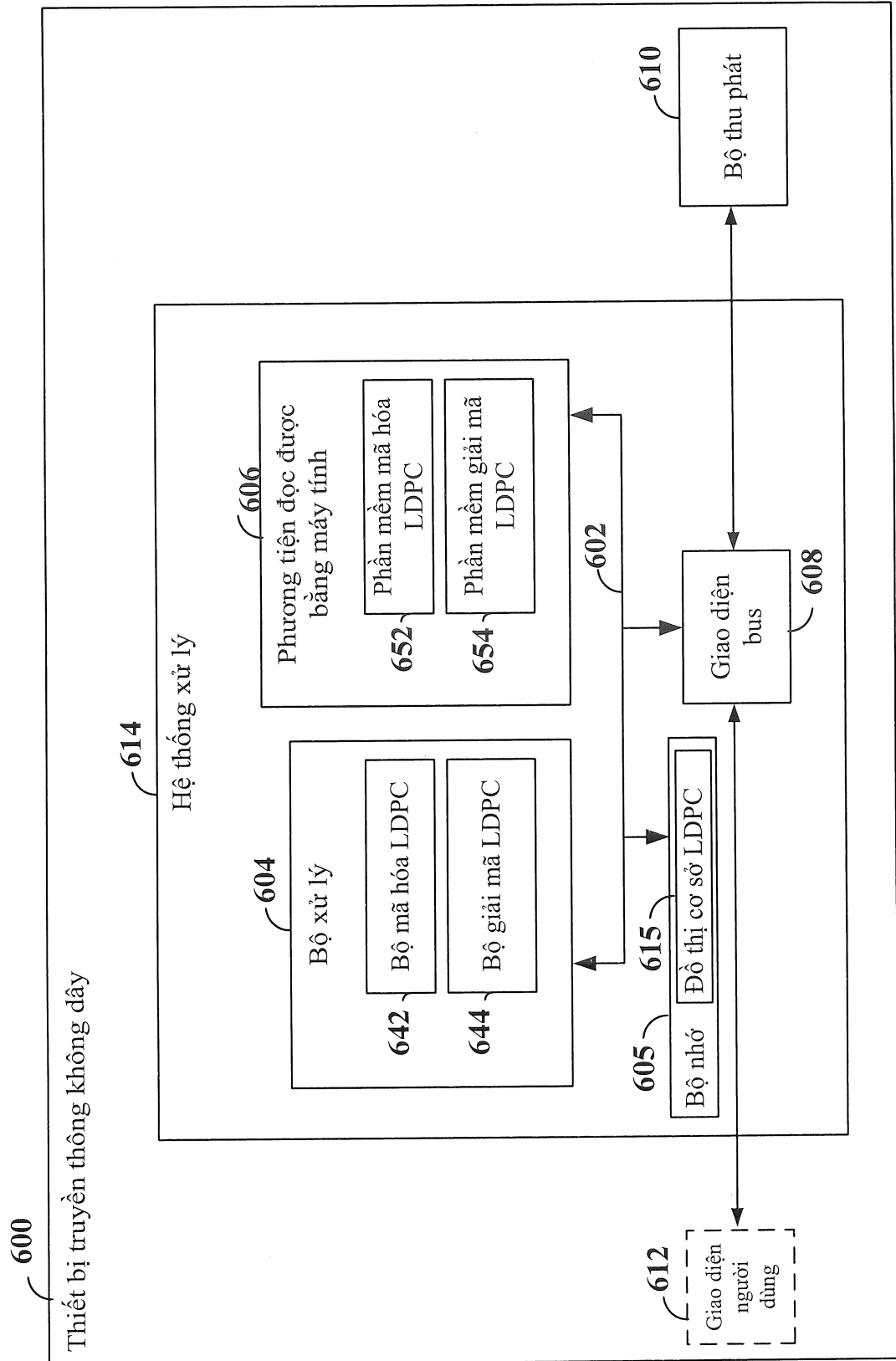


Fig.6

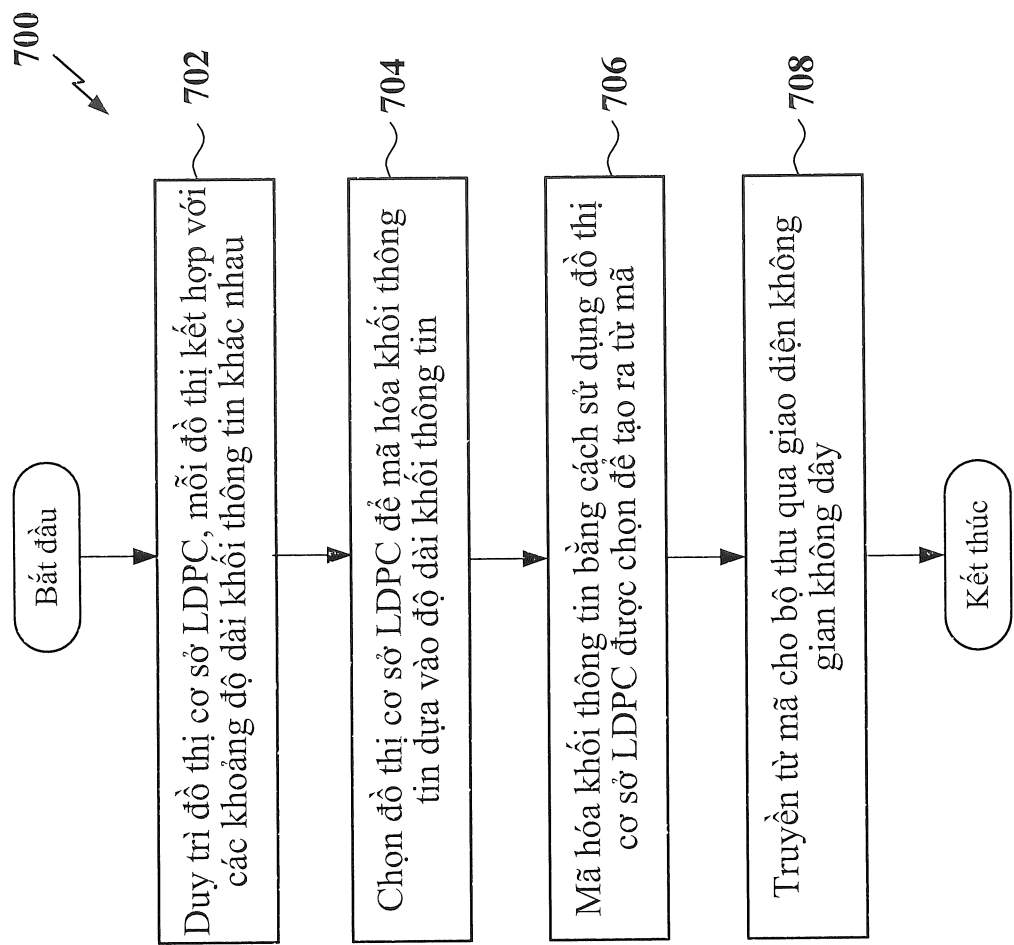
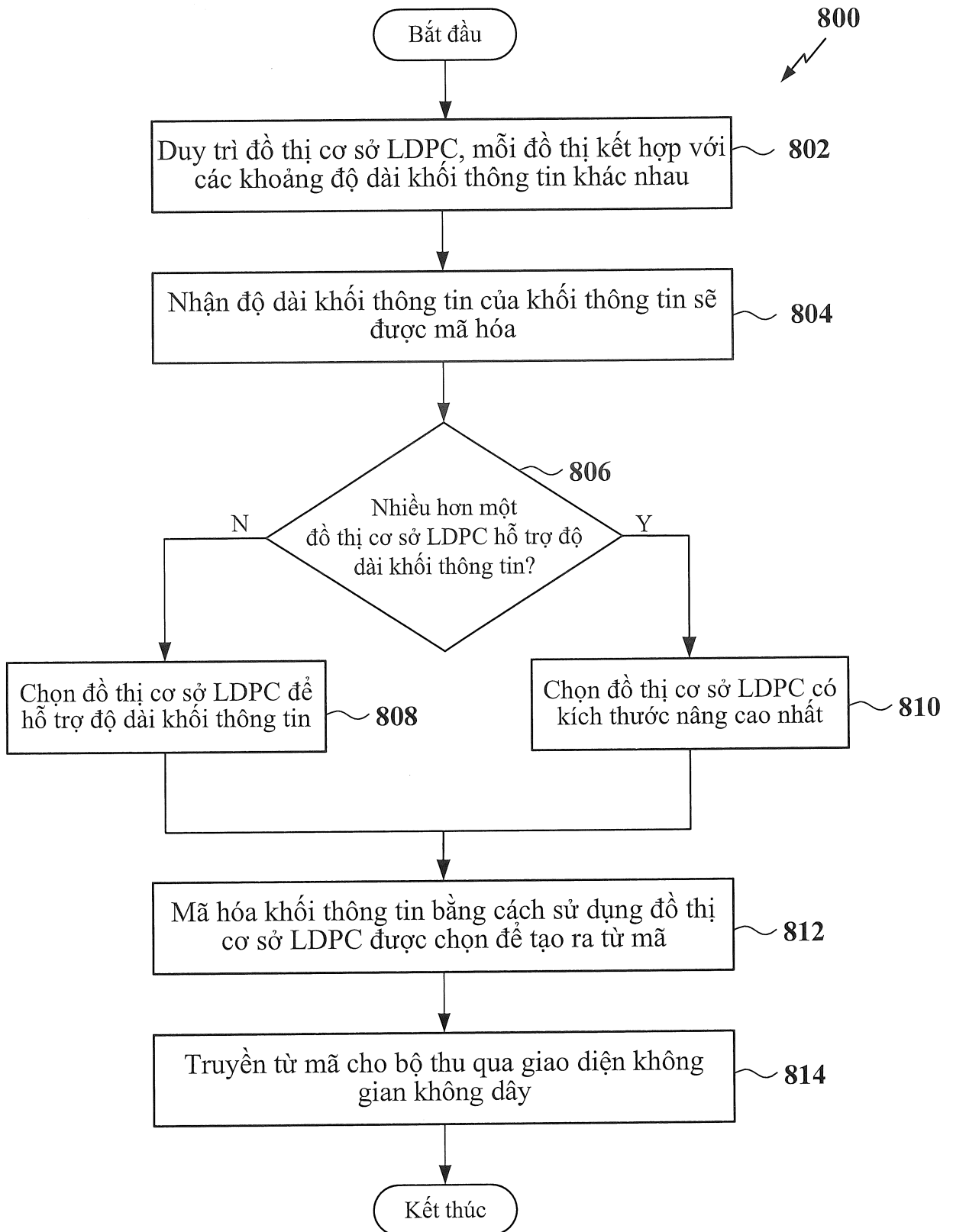


Fig.7

**Fig.8**

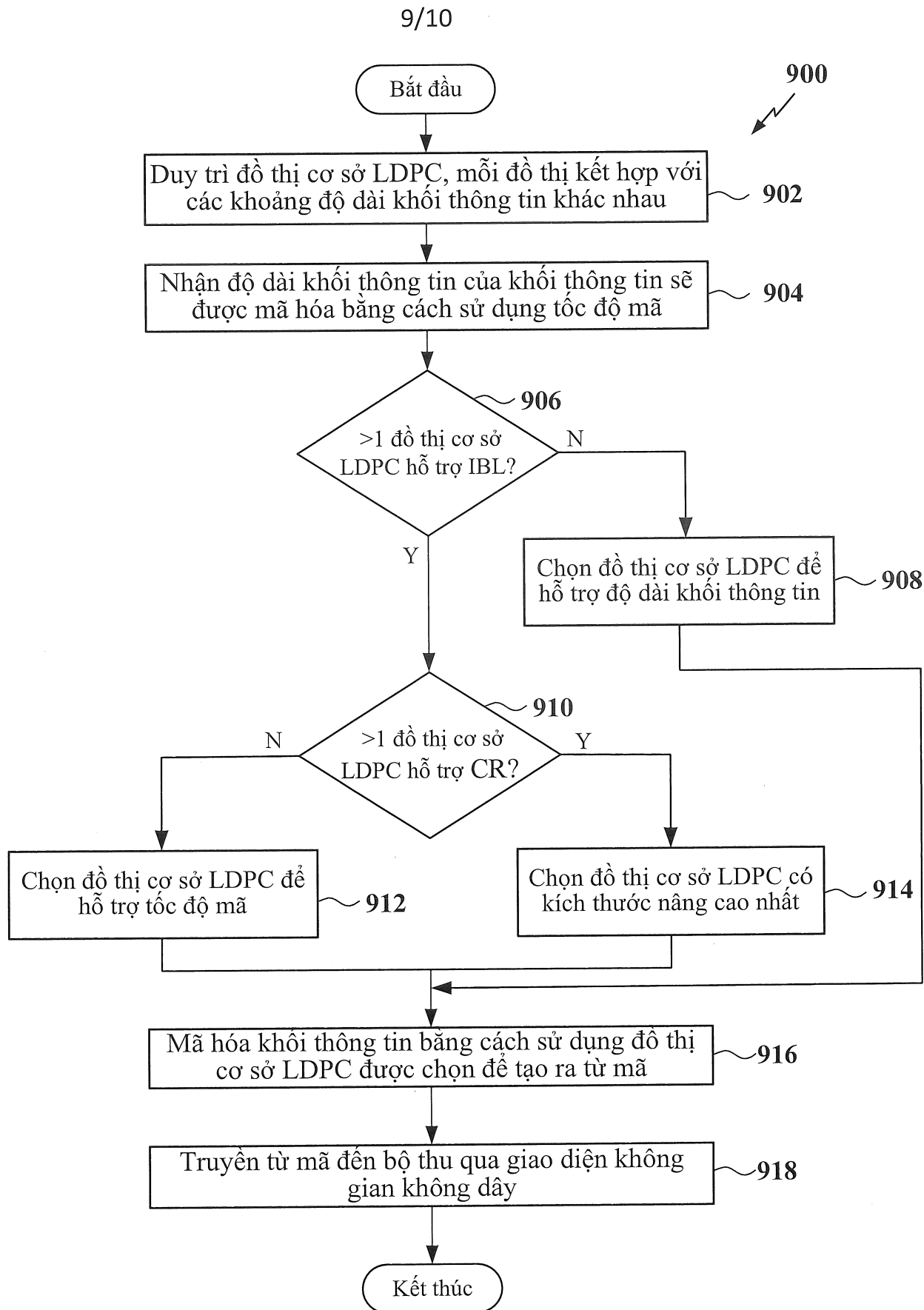


Fig.9

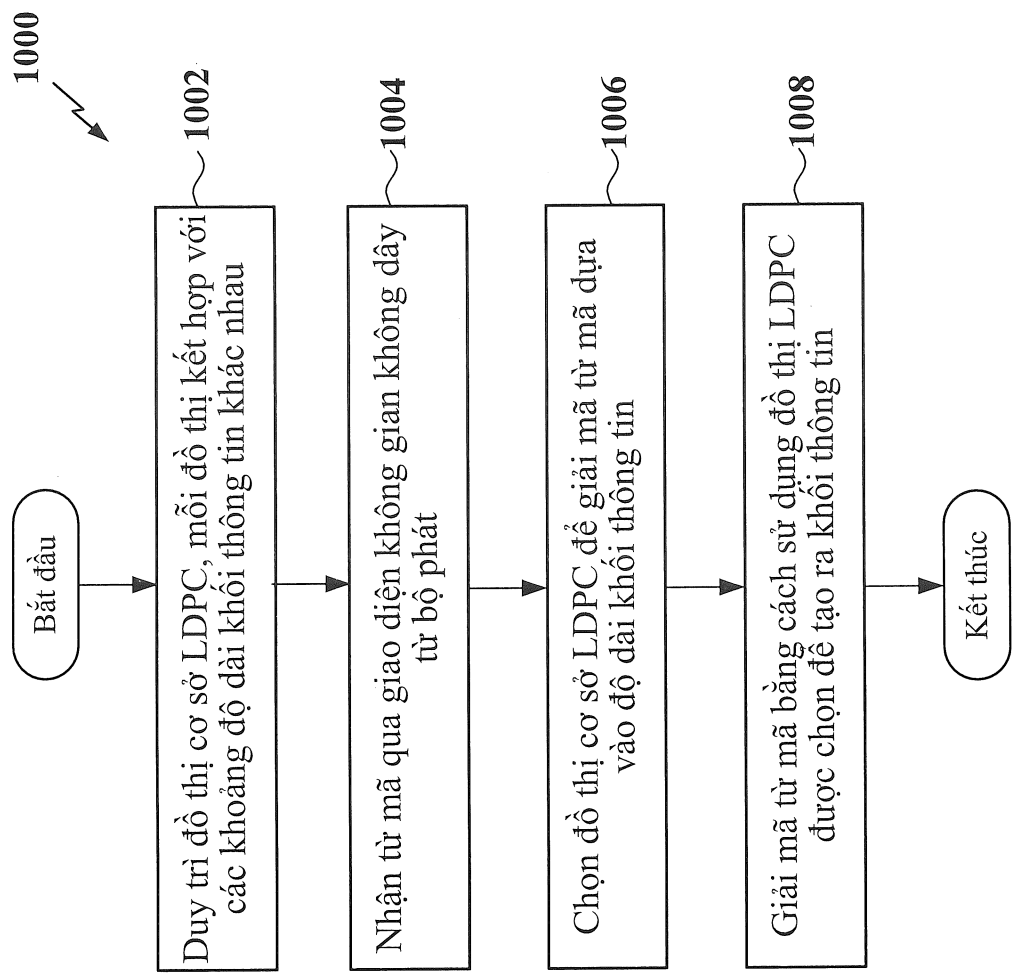


Fig.10