



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

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

(11)



1-0044343

(51)^{2020.01} H04B 7/0417; H04B 7/0456; H04W
28/06; H04B 7/10; H04L 1/00; H04B
7/0452; H04B 7/06

(13) B

(21) 1-2021-06964

(22) 03/04/2020

(86) PCT/FI2020/050220 03/04/2020

(87) WO2020/208297 15/10/2020

(30) 62/830,870 08/04/2019 US

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/01/2022 406A

(71) NOKIA TECHNOLOGIES OY (FI)

Karakaari 7, 02610 Espoo, Finland

(72) TOSATO, Filippo (IT); MASO, Marco (IT); NHAN, Nhat-Quang (VN).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐỂ NÂNG CAO HIỆU SUẤT TRUYỀN THÔNG

(21) 1-2021-06964

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị để nâng cao hiệu suất truyền thông. Phương pháp để nâng cao hiệu suất truyền thông ở thiết bị người dùng bao gồm các bước: nhận sự truyền dẫn trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây từ mạng; xác định các hệ số được liên kết với ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh của phần thu nhận này, trong đó các hệ số này ít nhất xác định một phần ma trận kết hợp; lựa chọn một hệ số trong số các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, hệ số được lựa chọn là hệ số tham chiếu cho trạng thái phân cực yếu hơn; xác định chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai cho hệ số tham chiếu, trong đó chỉ báo thứ nhất biểu thị vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp và chỉ báo thứ hai bao gồm giá trị biên độ được liên kết với hệ số tham chiếu; báo cáo chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai đến mạng.

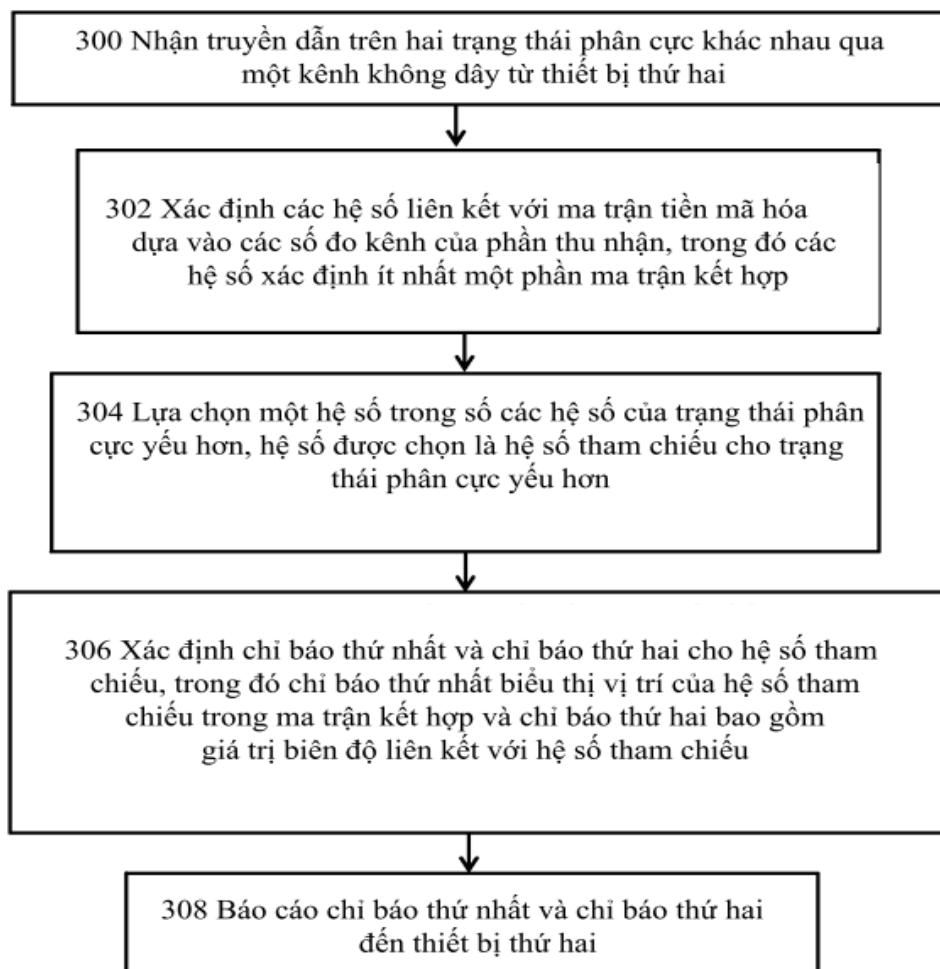


FIG.3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến việc nâng cao hiệu suất truyền thông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc tiền mã hóa có thể diễn ra ở bộ phát sử dụng nhiều anten. Việc tiền mã hóa có thể được thực hiện để điều chỉnh tín hiệu cần truyền thành các tín hiệu khác nhau có thể giao tiếp khi đi qua kênh vô tuyến giữa bộ phát và bộ thu. Để thực hiện việc tiền mã hóa thích hợp, việc phản hồi tiền mã hóa có thể được sử dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một số khía cạnh, sáng chế đề xuất đối tượng theo các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập. Một số khía cạnh khác được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa vào các phương án và các hình vẽ kèm theo, trong đó:

FIG.1 thể hiện mạng truyền thông mà các phương án có thể áp dụng được;

FIG.2A và FIG.2B lần lượt thể hiện các ví dụ về ma trận và ánh xạ bit;

FIG.3 và FIG.4 thể hiện các phương pháp, theo một số phương án;

FIG.5 thể hiện lưu đồ tín hiệu, theo một phương án; và

FIG.6 và FIG.7 thể hiện các thiết bị, theo một số phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án sau đây chỉ là ví dụ. Mặc dù bản mô tả có thể đề cập đến “một”, hoặc “một số” (các) phương án ở một số chỗ trong tài liệu này, nhưng điều này không nhất thiết nghĩa là mỗi tham chiếu được thực hiện cho cùng (các) phương án này, hoặc một dấu hiệu cụ thể chỉ áp dụng cho một phương án đơn lẻ. Các dấu hiệu đơn lẻ của các phương án khác nhau cũng có thể được kết hợp để tạo ra các phương án khác.

Các phương án được mô tả có thể được thực hiện trong hệ thống vô tuyến, như một hệ thống bao gồm ít nhất một công nghệ trong số các công nghệ truy cập vô tuyến (radio access technologies, RAT) sau đây: hệ thống truyền thông mạng có khả năng liên vận

hành toàn cầu với truy nhập vi ba (worldwide interoperability for microwave access, WiMAX), hệ thống truyền thông di động toàn cầu (Global System for Mobile communications, GSM, 2G), mạng truy cập vô tuyến GSM EDGE (GSM EDGE radio access Network, GERAN), công nghệ dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (General Packet Radio Service, GRPS), hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunication System, UMTS, 3G) dựa vào hệ thống đa truy cập phân mã dải rộng (wideband-code division multiple access, W-CDMA) cơ bản, truy cập gói tốc độ cao (high-speed packet access, HSPA), tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution, LTE), LTE tiến tiến, và LTE nâng cao (enhanced LTE, eLTE). Thuật ngữ ‘eLTE’ biểu thị tiến hóa LTE kết nối với lõi 5G. LTE còn được biết đến là truy cập vô tuyến mặt đất UMTS tiến hóa (evolved UMTS terrestrial radio access, EUTRA) hoặc mạng truy cập vô tuyến mặt đất UMTS tiến hóa (evolved UMTS terrestrial radio access network, EUTRAN). Thuật ngữ “tài nguyên” có thể liên quan đến các tài nguyên vô tuyến, như khối tài nguyên vật lý (physical resource block, PRB), khung vô tuyến, khung con, khe thời gian, dải con, vùng tần số, sóng mang con, tia, v.v.. Thuật ngữ “truyền dẫn” và/hoặc “sự thu nhận” có thể liên quan đến truyền và/hoặc nhận không dây thông qua một kênh truyền không dây trên các tài nguyên vô tuyến.

Tuy nhiên, các phương án này không bị giới hạn ở các hệ thống/các RAT cho trước dưới dạng một ví dụ mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể áp dụng giải pháp này cho các hệ thống truyền thông khác có các tính chất cần thiết. Một ví dụ về hệ thống truyền thông thích hợp là hệ thống 5G. Giải pháp 3GPP cho 5G được gọi là vô tuyến mới (New Radio, NR). 5G đã được dự tính để sử dụng các kỹ thuật truyền dẫn nhiều anten nhiều đầu vào-nhiều đầu ra (multiple-input-multiple-output, MIMO), có nhiều trạm cơ sở hoặc nút hơn so với sự triển khai mạng hiện nay của LTE (khái niệm ô nhỏ), bao gồm các vị trí macro hoạt động phối hợp với các nút truy cập vùng cục bộ nhỏ hơn và có thể còn sử dụng cả các công nghệ vô tuyến khác nhau để có độ phủ sóng tốt hơn và tốc độ dữ liệu nâng cao. 5G được trông chờ sẽ bao gồm nhiều hơn một công nghệ truy cập vô tuyến / mạng truy cập vô tuyến (RAT/RAN), mỗi trong số đó được tối ưu hóa cho các trường hợp sử dụng và/hoặc phổ nhất định. Truyền thông di động 5G có thể có phạm vi các trường hợp sử dụng và các ứng dụng liên quan rộng hơn bao gồm phát trực tuyến video, thực tế tăng cường, các cách khác nhau của chia sẻ dữ liệu và các dạng khác nhau của các ứng dụng kiểu máy, bao gồm độ an toàn cho xe, các cảm biến khác nhau và điều khiển thời gian thực.

5G được kỳ vọng sẽ có nhiều giao diện vô tuyến, cụ thể là dưới 6GHz, cmWave và mmWave, và tích hợp được với các công nghệ truy cập vô tuyến kế thừa hiện nay, như LTE chẳng hạn.

Kiến trúc hiện nay trong các mạng LTE được phân bố trong mạng vô tuyến và được tập trung trong mạng lõi. Các ứng dụng và các dịch vụ thời gian trễ thấp trong 5G đòi hỏi phải đưa nội dung gần với vô tuyến dẫn đến sự bùng phát cục bộ và điện toán biên đa truy cập (multi-access edge computing, MEC). 5G cho phép việc tạo ra phân tích và kiến trúc xảy ra ở nguồn dữ liệu. Phương pháp này đòi hỏi các tài nguyên đồn bầy mà có thể không được nối liên tục với mạng như máy tính xách tay, điện thoại thông minh, máy tính bảng và các cảm biến. MEC đề xuất môi trường điện toán phân tán cho máy chủ ứng dụng và dịch vụ. Nó còn có khả năng lưu trữ và xử lý nội dung ở trạng thái lân cận gần với các thuê bao di động để có thời gian đáp ứng nhanh hơn. Điện toán biên bao gồm một phạm vi rộng các công nghệ như các mạng cảm biến không dây, thu thập dữ liệu di động, phân tích chữ ký di động, nối mạng và xử lý đặc biệt ngang hàng phân bố phối hợp còn phân loại được dưới dạng điện toán đám mây/sương mù cục bộ và điện toán dây/lưới, điện toán sương, điện toán biên di động, đám mây nhỏ, lưu trữ và khôi phục dữ liệu được phân bố, các mạng tự khôi phục tự nhiên, các dịch vụ đám mây từ xa, thực tế tăng cường và thực tế ảo, đệm dữ liệu, Internet vạn vật (kết nối khối và/hoặc tới hạn thời gian trễ), các truyền thông tới hạn (xe tự hành, an toàn giao thông, phân tích thời gian thực, điều khiển tới hạn thời gian, các ứng dụng chăm sóc sức khỏe). Đám mây biên có thể được đưa vào RAN nhờ sử dụng việc ảo hóa chức năng mạng (network function virtualization, NVF) và nối mạng điều khiển bằng phần mềm (software defined networking, SDN). Việc sử dụng đám mây biên có thể nghĩa là các hoạt động nút truy cập cần được thực hiện, ít nhất một phần, trong máy tính chủ, máy chủ hoặc nút được nối hoạt động với đầu vô tuyến từ xa hoặc trạm cơ sở bao gồm các bộ phận vô tuyến. Sự tạo phiên mạng cho phép nhiều mạng ảo được tạo ra ở phía trên của cơ sở hạ tầng vật lý được chia sẻ chung. Sau đó, các mạng ảo được tùy biến để đáp ứng các nhu cầu cụ thể của ứng dụng, dịch vụ, thiết bị, khách hàng hoặc nhà khai thác.

Đối với các mạng 5G, dự tính rằng kiến trúc có thể dựa vào việc chia tách đơn vị trung tâm-đơn vị phân bố CU-DU, trong đó một gNB-CU điều khiển một số gNB-DU. Thuật ngữ 'gNB' có thể tương ứng trong 5G với eNB trong LTE. (Một hoặc nhiều) gNB có thể truyền thông với một hoặc nhiều UE 120. gNB-CU (nút trung tâm) có thể điều khiển các gNB-DU riêng biệt theo không gian, có tác dụng ít nhất làm các nút phát/thu (Tx/Rx).

Tuy nhiên, theo một số phương án, các gNB-DU (còn được gọi là DU) có thể bao gồm, ví dụ, điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control, RLC), lớp điều khiển truy cập môi trường (medium access control, MAC) và lớp vật lý (physical, PHY), trong đó gNB-CU (còn được gọi là CU) có thể bao gồm các lớp bên trên lớp RLC, như lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol, PDCP), lớp điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control, RRC) và lớp giao thức internet (internet protocol, IP). Cũng có thể có các chia tách chức năng khác. Đã biết rằng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này đã quen với mô hình OSI và các chức năng trong mỗi lớp.

Một số tiến bộ công nghệ khác có thể sử dụng được là nổi mạng điều khiển bằng phần mềm (Software-Defined Networking, SDN), dữ liệu lớn (Big Data), và tất cả IP, chỉ đề cập một vài ví dụ không nhằm giới hạn. Ví dụ, phiên mạng có thể là một dạng của kiến trúc mạng ảo sử dụng các nguyên lý giống nhau phía sau mạng điều khiển bằng phần mềm (SDN) và ảo hóa chức năng mạng (NFV) trong các mạng cố định. SDN và NFV có thể phân phối độ linh hoạt mạng cao hơn nhờ cho phép kiến trúc mạng truyền thông được ngăn cách thành các phần tử ảo mà có thể được liên kết (cũng nhờ phần mềm). Phiên mạng cho phép nhiều mạng ảo được tạo ra ở phía trên của cơ sở hạ tầng vật lý được chia sẻ chung. Sau đó, các mạng ảo được tùy biến để đáp ứng các nhu cầu cụ thể của các ứng dụng, các dịch vụ, các thiết bị, khách hàng hoặc nhà khai thác.

Các gNB (điểm/nút truy cập), mỗi trong số bao gồm CU và một hoặc nhiều DU, có thể được nối với nhau thông qua giao diện Xn qua các gNB có thể dàn xếp được. Các gNB cũng có thể được nối qua các giao diện thế hệ tiếp theo (next generation, NG) với mạng lõi 5G (5GC), có thể là mạng tương đương 5G cho mạng lõi của LTE. Kiến trúc chia tách CU-DU 5G này có thể được thực hiện sử dụng đám mây/máy chủ sao cho CU có các lớp cao hơn được bố trí trong đám mây và DU là gần hơn hoặc bao gồm đơn vị vô tuyến và anten thực. Có các kế hoạch tương tự cũng đang phát triển cho LTE/LTE-A/eLTE. Khi cả eLTE lẫn 5G đều sử dụng kiến trúc tương tự trong cùng một phần cứng đám mây (HW), bước tiếp theo có thể kết hợp phần mềm (SW) sao cho một SW chung điều khiển cả hai mạng/công nghệ truy cập vô tuyến (RAN/RAT). Sau đó, có thể cho phép các cách mới để điều khiển các tài nguyên vô tuyến của cả hai RAN. Hơn nữa, có thể có các cấu hình trong đó chồng giao thức đầy đủ được điều khiển bởi cùng một HW và được điều khiển bởi cùng một đơn vị vô tuyến với CU.

Ngoài ra, cần hiểu rằng sự phân bố công việc giữa các hoạt động mạng lõi và các

hoạt động trạm cơ sở có thể khác với các hoạt động này của LTE hoặc thậm chí là không tồn tại. Một số tiến bộ công nghệ khác có thể sử dụng được là dữ liệu lớn (Big data) và tất cả IP (all-IP), có thể thay đổi cách thức xây dựng và quản lý các mạng. Các mạng 5G (hoặc vô tuyến mới, NR) được thiết kế để hỗ trợ nhiều nhóm phân cấp, trong đó các máy chủ MEC có thể được đặt giữa lõi và trạm cơ sở hoặc nút B (gNB). Cần lưu ý rằng MEC cũng có thể áp dụng được trong các mạng 4G.

5G có thể còn sử dụng truyền thông vệ tinh để nâng cao hoặc bù cho độ phủ sóng của dịch vụ 5G, ví dụ nhờ cung cấp backhauling. Các trường hợp có thể sử dụng là cung cấp dịch vụ liên tục cho các thiết bị máy đến máy (machine-to-machine, M2M) hoặc Internet vạn vật (IoT) hoặc cho các khách hàng ngồi trên xe, hoặc bảo đảm tính khả dụng của dịch vụ cho các truyền thông tới hạn, và các truyền thông trong đường sắt/đường thủy/đường hàng không trong tương lai. Truyền thông vệ tinh có thể sử dụng không những các hệ thống vệ tinh địa tĩnh quỹ đạo trái đất (geostationary earth orbit, GEO), mà còn cả các hệ thống vệ tinh quỹ đạo trái đất thấp (low earth orbit, LEO), cụ thể là các chòm sao mega (các hệ thống trong đó hàng trăm vệ tinh (nano) được triển khai). Mỗi vệ tinh trong chòm sao mega có thể phủ một số thực thể mạng của vệ tinh được phép tạo ra các ô trên mặt đất. Các ô trên mặt đất có thể được tạo ra nhờ nút chuyển tiếp trên mặt đất hoặc bởi gNB được định vị trên mặt đất hoặc trong một vệ tinh.

Các phương án này cũng có thể áp dụng được cho các hệ thống dải hẹp (narrow-band, NB) Internet vạn vật (Internet-of-things, IoT) có thể cho phép một phạm vi rộng các thiết bị và các dịch vụ được kết nối nhờ sử dụng các dải viễn thông di động. NB-IoT là công nghệ vô tuyến dải hẹp được thiết kế cho Internet vạn vật (IoT) và một công nghệ trong số các công nghệ được chuẩn hóa bởi dự án đối tác thế hệ thứ 3 (3GPP). Các công nghệ IoT 3GPP khác cũng thích hợp để thực hiện các phương án bao gồm truyền thông kiểu máy (machine type communication, MTC) và truyền thông kiểu máy nâng cao eMTC (enhanced Machine-Type Communication). NB-IoT tập trung đặc biệt vào chi phí thấp, tuổi thọ pin dài, và cho phép nối nhiều thiết bị. Công nghệ NB-IoT được triển khai “trong dải” trong phổ được cấp phát cho Tiến hóa dài hạn (LTE) - sử dụng các khối tài nguyên bên trong sóng mang LTE bình thường, hoặc trong các khối tài nguyên không sử dụng bên trong dải bảo vệ của sóng mang LTE hoặc “độc lập” để triển khai trong phổ chuyên dụng.

FIG.1 minh họa ví dụ về hệ thống truyền thông mà các phương án của sáng chế có

thể áp dụng được. Hệ thống này có thể bao gồm nút điều khiển 110 tạo ra ô 100. Ví dụ, mỗi ô có thể là một ô macro, ô micro, femto hoặc ô pico chẳng hạn. Theo một quan điểm khác, ô có thể tạo ra vùng phủ sóng hoặc vùng dịch vụ của nút truy cập 110. Nút điều khiển 110 có thể là nút B tiến hóa (eNB) như trong LTE và LTE-A, ng-eNB như trong eLTE, gNB của 5G, hoặc thiết bị bất kỳ khác có khả năng điều khiển truyền thông vô tuyến và quản lý các tài nguyên vô tuyến trong một ô. Nút điều khiển 110 có thể gọi là trạm cơ sở, nút mạng, hoặc nút truy cập.

Hệ thống này có thể là hệ thống truyền thông di động bao gồm mạng truy cập vô tuyến của các nút truy cập, mỗi thành phần này điều khiển một ô hoặc các ô tương ứng. Nút truy cập 110 có thể cung cấp cho thiết bị người dùng (user equipment, UE) 120 (một hoặc nhiều UE 120, 122) truy cập không dây đến các mạng khác, như Internet chẳng hạn. Truy cập không dây này có thể bao gồm truyền thông đường xuống (downlink, DL) từ nút điều khiển 110 đến UE 120, 122 và truyền thông đường lên (uplink, UL) từ UE 120 đến nút điều khiển 110. Ngoài ra, một hoặc nhiều nút truy cập cục bộ có thể được bố trí bên trong vùng điều khiển của nút truy cập ô macro. Nút truy cập cục bộ có thể cung cấp truy cập không dây bên trong ô phụ mà có thể nằm trong ô macro. Các ví dụ về ô phụ có thể bao gồm ô micro, pico và/hoặc femto. Thông thường, ô phụ tạo ra vệt nóng trong ô macro. Hoạt động của nút truy cập cục bộ có thể được điều khiển bởi nút truy cập dưới vùng điều khiển mà ô phụ được tạo ra.

Trong trường hợp có nhiều nút truy cập trong mạng truyền thông, các nút truy cập có thể được nối với nhau bằng một giao diện. Các thông số LTE gọi giao diện này là giao diện X2. Đối với mạng IEEE 802.11 (tức là mạng cục bộ không dây, WLAN, WiFi), giao diện tương tự Xw có thể được tạo ra giữa các điểm truy cập. Giao diện giữa điểm truy cập eLTE và điểm truy cập 5G có thể được gọi là Xn. Cũng có thể có các phương pháp truyền thông khác giữa các nút truy cập.

Nút truy cập 110 có thể còn được kết nối thông qua giao diện khác với mạng lõi của hệ thống truyền thông di động. Các thông số LTE quy định mạng lõi là lõi gói cải tiến (evolved packet core, EPC), và mạng lõi có thể bao gồm thực thể quản lý di động (mobility management entity, MME) và nút cổng nối. MME có thể giải quyết tính di động của các thiết bị đầu cuối trong vùng theo dõi bao gồm các ô và giải quyết các kết nối tín hiệu giữa các thiết bị đầu cuối và mạng lõi. Nút cổng nối có thể giải quyết việc định tuyến dữ liệu trong mạng lõi và đến/từ các thiết bị đầu cuối. Các thông số 5G quy định mạng lõi là lõi 5G

(5GC), và mạng lõi có thể bao gồm thực thể quản lý di động tiên tiến (AMF) và nút cổng nối. AMF có thể giải quyết sự di động của các thiết bị đầu cuối trong vùng theo dõi bao gồm các ô và giải quyết các kết nối tín hiệu giữa các thiết bị đầu cuối và mạng lõi. Nút cổng nối có thể giải quyết việc định tuyến dữ liệu trong mạng lõi và đến/từ các thiết bị đầu cuối.

UE này thường đề cập tới thiết bị điện toán xách tay bao gồm thiết bị truyền thông di động không dây hoạt động có hoặc không có môđun nhận dạng thuê bao (subscriber identification module, SIM), gồm có, nhưng không giới hạn, các loại thiết bị sau đây: trạm di động (điện thoại di động), điện thoại thông minh, thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant, PDA), bộ thu phát cầm tay, thiết bị sử dụng môđem không dây (thiết bị báo động hoặc đo, v.v.), máy tính xách tay và/hoặc máy tính màn hình cảm ứng, máy tính bảng, máy chơi trò chơi, máy tính notebook, thiết bị trên xe, và thiết bị đa phương tiện.

Trong trường hợp nhiều nút truy cập trong mạng truyền thông, các nút truy cập có thể được nối với nhau bằng giao diện. Các thông số LTE gọi giao diện này là giao diện X2. Đối với mạng IEEE 802.11 (tức là mạng cục bộ không dây, WLAN, WiFi), giao diện tương tự Xw có thể được tạo ra giữa các điểm truy cập. Giao diện giữa điểm truy cập eLTE và điểm truy cập 5G có thể được gọi là Xn. Cũng có thể có các phương pháp truyền thông khác giữa các nút truy cập. Nút truy cập 110 có thể còn được kết nối thông qua giao diện khác với mạng lõi của hệ thống truyền thông di động. Các thông số LTE quy định mạng lõi là lõi gói cải tiến (EPC), và mạng lõi có thể bao gồm thực thể quản lý di động (mobility management entity, MME) và nút cổng nối. MME có thể giải quyết tính di động của các thiết bị đầu cuối trong vùng theo dõi bao gồm các ô và giải quyết các kết nối tín hiệu giữa các thiết bị đầu cuối và mạng lõi. Nút cổng nối có thể giải quyết việc định tuyến dữ liệu trong mạng lõi và đến/từ các thiết bị đầu cuối. Các thông số 5G quy định mạng lõi là lõi 5G (5GC), và mạng lõi này có thể bao gồm thực thể quản lý di động tiên tiến (AMF) và nút cổng nối. AMF có thể giải quyết tính di động của các thiết bị đầu cuối trong vùng theo dõi bao gồm các ô và giải quyết các kết nối tín hiệu giữa các thiết bị đầu cuối và mạng lõi. Nút cổng nối có thể giải quyết việc định tuyến dữ liệu trong mạng lõi và đến/từ các thiết bị đầu cuối.

Trong vô tuyến mới Rel-16 (NR/5G), sơ đồ lượng tử hóa mới mà gần đây đã được chấp thuận để báo cáo các hệ số kết hợp tuyến tính (linear combination, LC) (linear combination coefficient, LCC), tạo thành một phần của chỉ báo ma trận tiền mã hóa

(precoding matrix indicator, PMI) báo cáo từ UE đến mạng, để hỗ trợ nhiều đầu vào nhiều đầu ra nhiều người dùng (multi-user multiple-input multiple-output, MU-MIMO) đường xuống. MU-MIMO bổ sung các khả năng đa truy cập (nhiều người dùng) vào MIMO. Để bộ phát (ví dụ nút truy cập trong truyền thông đường xuống) thực hiện truyền dẫn với nhiều anten đến nhiều người dùng đồng thời tối ưu hóa công suất chẳng hạn, việc tiền mã hóa có thể là cần thiết.

Việc tiền mã hóa là sự tổng quát hóa của việc tạo búp sóng để hỗ trợ truyền dẫn nhiều dòng (hoặc nhiều lớp) trong truyền thông không dây nhiều anten. Trong việc tạo búp sóng dòng đơn thông thường, cùng một tín hiệu được phát ra từ mỗi anten phát có trọng số thích hợp (pha và độ khuếch đại) sao cho công suất tín hiệu được tăng tối đa ở bộ thu đầu ra. Khi bộ thu có nhiều anten, việc tạo búp sóng dòng đơn không thể đồng thời tăng tối đa mức tín hiệu ở tất cả các anten thu. Để tăng tối đa thông lượng trong nhiều hệ thống nhiều anten thu, sự truyền dẫn nhiều dòng thường được yêu cầu. Trong các hệ thống điểm-đến-điểm, việc tiền mã hóa nghĩa là nhiều dòng dữ liệu được phát ra từ các anten phát với các trọng số độc lập và thích hợp sao cho thông lượng liên kết được tăng tối đa ở đầu ra bộ thu. Trong MIMO nhiều người dùng, các dòng dữ liệu dự định dùng cho các người dùng khác nhau (ví dụ đa truy cập chia không gian, SDMA (space-division multiple access)) và một số số đo của tổng thông lượng có thể được tăng tối đa. Nói một cách đơn giản, việc tiền mã hóa ở bộ phát nhằm vào việc biến đổi vector của các ký hiệu truyền sao cho vector này đi đến bộ thu ở dạng mạnh nhất có thể trong kênh cho trước.

Bộ phát có thể cần thông tin của kênh để thực hiện việc tiền mã hóa đúng. Đây là những gì mà chỉ báo ma trận tiền mã hóa (precoding matrix indicator, PMI) có thể dành cho. PMI có thể là một phần của thông tin trạng thái kênh (channel state information, CSI) mà thiết bị thu báo cáo đến thiết bị phát. Trên thực tế, thông tin trạng thái kênh được giới hạn ở bộ phát do các sai số ước lượng và việc lượng tử hóa. Phản hồi của PMI trở nên phức tạp hơn với việc sử dụng các trạng thái phân cực khác nhau bởi thiết bị phát.

Trước tiên, hãy xem xét tổng quan cơ chế nén hai chiều cho PMI báo cáo trong MU-MIMO Rel-16, sau đó là phần mô tả chi tiết hơn một sơ đồ lượng tử hóa. Mặc dù phần mô tả này được viết dựa trên quan điểm đường xuống sao cho, ví dụ, nút truy cập 110 là bộ phát và các UE 120, 122 là các bộ thu, các phương án này cũng áp dụng được cho truyền thông đường lên, hoặc cho truyền thông M2M/D2D, nói chung cho liên kết truyền thông bộ phát-bộ thu bất kỳ. Tương tự, các phương án này cũng áp dụng được cho MIMO một người

dùng (single user, SU).

Trong phản hồi MU-MIMO PMI Rel-16, UE áp dụng việc nén miền không gian (SD) và theo miền tần số (FD) cho ma trận gồm các hệ số biểu diễn tập hợp của các vector tiền mã hóa cho một lớp theo không gian định trước cho tất cả các dải con được tạo cấu hình. Hãy biểu thị W là ma trận PMI dải con có kích thước $2N_1N_2 \times N_3$, trong đó N_1 và N_2 là các số lượng cổng anten liên quan đến hai trạng thái phân cực được sử dụng bởi mảng anten phát phân cực ngang hai chiều và N_3 là số lượng các dải con PMI được tạo cấu hình. Ma trận PMI có thể được gọi là ma trận bộ tiền mã hóa, để đơn giản hóa. Đối với các chỉ báo xếp hạng (rank indicator, RI) lớn hơn một, có một ma trận PMI như vậy cho mỗi lớp theo không gian RI. Để dễ dàng chú thích, trong phần sau đây, hãy xem xét việc nén lớp chung, khi hoạt động lượng tử hóa trong phản hồi MU-MIMO PMI Rel-16 được áp dụng độc lập với mỗi lớp trong số các lớp RI. Các hoạt động nén trên W là tuyến tính và có thể được biểu diễn bằng phương trình sau

$$W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H \quad (1)$$

trong đó các vector cột của ma trận W_1 là các thành phần của cơ sở trực giao SD của kích thước $2L$, các cột của W_f tạo ra cơ sở trực giao FD của kích thước M , và $\tilde{W}_2$ là ma trận $2L \times M$ gồm các hệ số LC có giá trị phức thể hiện một phiên bản nén của ma trận bộ tiền mã hóa. Ma trận $\tilde{W}_2$ có thể được gọi là ma trận kết hợp, hoặc hệ số ma trận kết hợp. Nghĩa là, ma trận bộ tiền mã hóa có thể được nén trong miền không gian, ví dụ $L < 2N_1N_2$, và được nén thêm trong miền tần số, ví dụ $M < N_3$. Mỗi hệ số (còn được gọi là các hệ số kết hợp hoặc các hệ số LC) trong $\tilde{W}_2$ có thể biểu thị cách kênh ảnh hưởng đến tham chiếu tín hiệu trong một búp sóng (thành phần) theo không gian nhất định và trên một búp sóng (hoặc thành phần) tần số nhất định. Các thành phần của các vector cơ sở SD và FD được chọn từ các bảng mã biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform, DFT) thích hợp và tùy chọn được lấy mẫu quá mức. Để giảm thêm chi phí báo hiệu, chỉ một số hệ số LC $2LM$ là được báo cáo, và các hệ số còn lại được đặt bằng không. Nhóm các hệ số LC được báo cáo này được gọi là các hệ số khác không (nonzero, NZ). Ví dụ, chúng là các hệ số vượt quá ngưỡng biên độ định trước nhất định.

Ví dụ, PMI báo cáo từ UE đến nút truy cập, đối với một lớp cho trước có thể gồm có hai chỉ báo để lựa chọn tập hợp con cơ sở SD và FD, một cách tương ứng, ánh xạ bit $2L \times$

M biểu thị vị trí của các hệ số khác không K_{NZ} trong ma trận $\tilde{W}_2$ và các giá trị được lượng tử hóa của các hệ số khác không này.

Tiếp theo, hãy xem xét hoạt động lượng tử hóa các hệ số LC khác không. Biên độ và pha của các hệ số được lượng tử hóa riêng biệt theo sơ đồ sau. Biểu thị hệ số LC liên kết với búp sóng $l \in \{0, 1, \dots, 2L-1\}$ và đơn vị tần số $m \in \{0, 1, \dots, M-1\}$ làm $c_{l,m}$, và hệ số mạnh nhất (ngoài các hệ số khác không K_{NZ} được báo cáo nhờ sử dụng ánh xạ bit) làm các báo cáo c_{l^*,m^*} . UE, trong thông tin điều khiển đường lên (UCI) sau đó để lượng tử hóa các hệ số khác không trong $\tilde{W}_2$

1. Chỉ báo $\lceil \log_2 K_{NZ} \rceil$ -bit cho chỉ số hệ số mạnh nhất (l^*, m^*) trong ánh xạ bit. Nó biểu thị địa điểm (tức là vị trí) của hệ số mạnh nhất. Hệ số mạnh nhất này có thể được xác định bởi các độ lớn của các hệ số này.

a. Hệ số mạnh nhất $c_{l^*,m^*} = 1$ (do đó biên độ/pha của nó không được báo cáo)

2. Hai biên độ tham chiếu phân cực riêng:

a. Đối với trạng thái phân cực được liên kết với hệ số mạnh nhất $c_{l^*,m^*} = 1$, vì biên độ tham chiếu = 1, nên nó được báo cáo

b. Đối với trạng thái phân cực khác, biên độ tham chiếu (tức là biên độ của hệ số mạnh nhất được liên kết với trạng thái phân cực tương ứng) được lượng tử hóa thành 4 bit

▪ Chữ cái là $\{1, (\frac{1}{2})^{\frac{1}{4}}, (\frac{1}{4})^{\frac{1}{4}}, (\frac{1}{8})^{\frac{1}{4}}, \dots, (\frac{1}{2^{14}})^{\frac{1}{4}}, 0\}$ (kích thước bước

-1,5dB)

3. Đối với $\{c_{l,m}, (l, m) \neq (l^*, m^*)\}$:

a. Đối với mỗi trạng thái phân cực, các biên độ khác nhau $p_{diff}(l, m)$ của các hệ số được tính toán so với biên độ tham chiếu phân cực riêng có liên quan $p_{ref}(l, m)$ và được lượng tử hóa thành 3 bit

▪ Chữ cái là $\{1, \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2\sqrt{2}}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4\sqrt{2}}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8\sqrt{2}}\}$ (kích thước bước -3dB)

▪ Chú ý: biên độ được lượng tử hóa cuối cùng $p_{l,m}$ là $p_{ref}(l, m) \times p_{diff}(l, m)$

b. Mỗi pha được lượng tử hóa thành 8PSK (3-bit) hoặc 16PSK (4-bit) (cấu hình được)

Có thể có các vấn đề trong việc báo cáo tham số 2b nêu trên, cụ thể là biên độ tham chiếu của (các) trạng thái phân cực yếu hơn, trong thông điệp thông tin điều khiển đường lên (UCI). Danh sách hiện tại của các trường UCI được chấp thuận được thể hiện trong Bảng 1.

Tham số	Vị trí	Các chi tiết/mô tả
# Các hệ số NZ	Phần UCI 1	
Chỉ báo chất lượng kênh dải rộng (CQI)	Phần UCI 1	Giống như R15
Dải con CQI	Phần UCI 1	Giống như R15
Ánh xạ bit trên lớp	Phần UCI 2	RI=1-2: đối với lớp l , kích thước- $2L_1M_1$
Chỉ báo hệ số mạnh nhất (Strongest coefficient indicator, SCI)	Phần UCI 2	
Chỉ báo lựa chọn tập hợp con vectơ cơ sở SD	Phần UCI 2	
Chỉ báo lựa chọn tập hợp con cơ sở FD	Phần UCI 2	
Các hệ số LC: pha	Phần UCI 2	Được lượng tử hóa độc lập qua các lớp
Các hệ số LC: biên độ	Phần UCI 2	Được lượng tử hóa độc lập qua các lớp (bao gồm biên độ tham chiếu cho trạng thái phân cực yếu hơn, đối với mỗi lớp)

Bảng 1: Danh sách các tham số UCI được chấp thuận

Tham số 2b, tức là, biên độ tham chiếu của trạng thái phân cực yếu hơn, có thể có trong hàng cuối cùng của danh sách nêu trên (biên độ hệ số LC) trong phần UCI 2. Lưu ý rằng thứ tự trong đó các giá trị biên độ này được mã hóa cho trình tự trong trường UCI được xác định bởi ánh xạ bit theo một thứ tự đọc xác định, ví dụ bằng cách tăng chỉ số về kích thước, với các hàng (SD) kích thước thứ nhất và các cột (FD) thứ hai. Tuy nhiên, thứ tự đọc này không thể áp dụng được cho biên độ tham chiếu của trạng thái phân cực yếu hơn. Vấn đề này có thể đòi hỏi việc định nghĩa một quy tắc mới để nhận biết vị trí của biên độ tham chiếu trong trường UCI của các biên độ hệ số LC được lượng tử hóa hoặc, một cách tương đương, đưa vào trường UCI riêng biệt cho tham số này.

Để hiểu được vấn đề này chi tiết hơn, hãy mô tả chi tiết hơn, bằng ví dụ, cách sơ đồ lượng tử hóa hoạt động dựa vào FIG.2A và FIG.2B. FIG.2A thể hiện ma trận $\tilde{W}_2$ có các hệ số LC khác không $K_{NZ} = 10$ trước khi chuẩn hóa và lượng tử hóa. FIG.2B thể hiện ánh xạ bit tương ứng. Hệ số mạnh nhất cho từng trạng thái phân cực được nêu bật bởi ô có nhiều chấm: $c_{1,1}$ cho trạng thái phân cực ngang và $c_{4,0}$ cho trạng thái phân cực dọc. Như được giải thích ở trên, hãy biểu thị $c_{l^*,m^*} = c_{1,1}$ là hệ số mạnh nhất tổng thể (tức là qua tất cả các trạng thái phân cực).

Như đã nói, FIG.2A thể hiện một cấu hình làm ví dụ về các hệ số LC khác không trong $\tilde{W}_2$ trước khi lượng tử hóa. Cho biên độ và pha của một hệ số chung được cho trước bằng: $c_{l,m} = a_{l,m} e^{j\phi_{l,m}}$. Hệ số mạnh nhất cho từng trạng thái phân cực được nêu bật trên hình vẽ và dùng làm biên độ tham chiếu cho biên độ lượng tử hóa của trạng thái phân cực của nó. Hệ số mạnh nhất tổng thể tìm thấy trong trạng thái phân cực ngang trong ví dụ này và được biểu thị bằng c_{l^*,m^*} , trong đó hệ số mạnh nhất của trạng thái phân cực (yếu hơn) là $c_{4,0}$.

Trước khi áp dụng các bộ lượng tử hóa vô hướng cho biên độ và pha, chúng được chuẩn hóa như sau.

- Chuẩn hóa pha: pha này của tất cả các hệ số được chuẩn hóa bởi pha của hệ số mạnh nhất, c_{l^*,m^*} : $\phi_{l,m} \rightarrow \phi_{l,m} - \phi_{l^*,m^*}$.

- Chuẩn hóa biên độ: biên độ của tất cả các hệ số trong trạng thái phân cực được chuẩn hóa bởi tham chiếu biên độ tương ứng. Đối với trạng thái phân cực ngang: $a_{l,m} \rightarrow a_{l,m}/a_{l^*,m^*}$. Đối với trạng thái phân cực dọc: $a_{l,m} \rightarrow a_{l,m}/a_{4,0}$

- Biên độ tham chiếu cho trạng thái phân cực yếu hơn, biểu thị bằng A , được cho trước bằng: $A = a_{4,0}/a_{l^*,m^*}$.

Sau đó, các giá trị được chuẩn hóa của các hệ số khác không trong các ô (l,m) trên FIG.2A trở thành:

- ô $(0,1)$: $\frac{a_{0,1}}{a_{1,1}} e^{j(\phi_{0,1}-\phi_{1,1})}$,

- ô $(1,1)$: $\frac{a_{1,1}}{a_{1,1}} e^{j(\phi_{1,1}-\phi_{1,1})} = 1$, đây là biên độ tham chiếu cho trạng thái phân

cực ngang, trong ví dụ này giả sử là trạng thái phân cực mạnh hơn, tức là tạo ra cường độ mạnh nhất trong ma trận $\tilde{W}_2$,

- $\hat{o}(2,3): \frac{a_{2,3}}{a_{1,1}} e^{j(\phi_{2,3}-\phi_{1,1})}$,
- $\hat{o}(3,2): \frac{a_{3,2}}{a_{1,1}} e^{j(\phi_{3,2}-\phi_{1,1})}$,
- $\hat{o}(4,0): \frac{a_{4,0}}{a_{1,1}} e^{j(\phi_{4,0}-\phi_{1,1})}$, ở đây $A = \frac{a_{4,0}}{a_{1,1}}$ là biên độ tham chiếu cho trạng thái

phân cực dọc, trong ví dụ này giả sử là trạng thái phân cực yếu hơn,

- $\hat{o}(4,1): \frac{a_{4,1}}{a_{4,0}} e^{j(\phi_{4,1}-\phi_{1,1})}$,
- $\hat{o}(5,1): \frac{a_{5,1}}{a_{4,0}} e^{j(\phi_{5,1}-\phi_{1,1})}$,
- $\hat{o}(5,2): \frac{a_{5,2}}{a_{4,0}} e^{j(\phi_{5,2}-\phi_{1,1})}$,
- $\hat{o}(6,6): \frac{a_{6,6}}{a_{4,0}} e^{j(\phi_{6,6}-\phi_{1,1})}$, và
- $\hat{o}(7,5): \frac{a_{7,5}}{a_{4,0}} e^{j(\phi_{7,5}-\phi_{1,1})}$.

Ngoài ra, lượng tử hóa vô hướng có thể được áp dụng riêng biệt cho biên độ và pha của các hệ số khác không. Vì vị trí của hệ số mạnh nhất tổng thể được biểu thị bởi trường đặc biệt UCI ‘chỉ báo hệ số mạnh nhất (SCI)’ trên Bảng 1, và giá trị của nó là 1, biên độ và pha của nó không được lượng tử hóa cũng như không được báo cáo. Vì có tổng cộng $K_{NZ}-1$ biên độ và $K_{NZ}-1$ pha được lượng tử hóa và được báo cáo trong hai trường của phần UCI 2 (hai hàng cuối trên Bảng 1). Các giá trị được lượng tử hóa này được báo cáo trong trình tự bit cho mạng này chẳng hạn.

Thứ tự trong đó các biểu diễn nhị phân của các biên độ hệ số LC được lượng tử hóa và các pha được sắp xếp trong trường UCI tương ứng của chúng có thể được xác định từ ánh xạ bit này, ví dụ nhờ vị trí dọc 1 “theo hàng” hoặc “theo cột”. Có thể có các thứ tự khác, ví dụ, bằng cách trước tiên báo cáo các hệ số khác không của trạng thái phân cực ngang, sau đó là hệ số của trạng thái phân cực dọc, v.v..

Vấn đề ở bộ thu của UCI (hoặc báo hiệu điều khiển khác) có thể cần biết biên độ được lượng tử hóa được báo cáo $K_{NZ}-1$ nào là biên độ tham chiếu được chuẩn hóa được lượng tử hóa A_q cho trạng thái phân cực yếu hơn (trong ví dụ này là trạng thái phân cực dọc). Điều này là bởi vì nút mạng (hoặc bộ thu báo cáo khác) có thể cần tái dựng lại các biên độ trong trạng thái phân cực yếu hơn bằng cách nhân các biên độ được lượng tử hóa được báo cáo của trạng thái phân cực yếu hơn với biên độ tham chiếu được lượng tử hóa A_q . Cần lưu ý rằng nút mạng có thể xác định trạng thái phân cực yếu hơn từ tham số SCI và ánh

xạ bit. Nút mạng này có thể còn xác định từ ánh xạ bit về các biên độ được lượng tử hóa nào thuộc trạng thái phân cực yếu hơn. Tuy nhiên, không có đề xuất nào đối với chỉ báo về vị trí đối với hệ số mạnh nhất cho trạng thái phân cực yếu hơn trong ánh xạ bit và không có cách nào để nút mạng suy ra thông tin này từ các tham số UCI khác. Hơn nữa, biên độ tham chiếu được chuẩn hóa A_q còn được lượng tử hóa bằng 4 bit, nhiều hơn 1 bit so với tất cả các biên độ khác, khiến cho nút mạng không thể phân tích cú pháp trình tự nhị phân của các biên độ hệ số LC trong trường UCI mà không biết vị trí của biên độ tham chiếu được chuẩn hóa A_q .

Để giải quyết ít nhất một phần vấn đề này, một giải pháp có khả năng có thể bổ sung một chỉ báo đối với vị trí của hệ số mạnh nhất của trạng thái phân cực yếu hơn trong UCI. Chỉ báo này có thể yêu cầu $\lceil \log_2 K_{NZ} \rceil$ bit nếu K_{NZ} là đã biết cho mỗi lớp, hoặc $\lceil \log_2 K_0 \rceil$, trong đó K_0 là tham số được tạo cấu hình bởi mạng nhờ báo hiệu lớp cao hơn, thiết lập một số lớn nhất trong số các hệ số khác không từ lớp bất kỳ. Tuy nhiên, việc này có thể yêu cầu chi phí báo hiệu khá lớn.

Do đó, có thể có lợi hơn khi giải quyết vấn đề này bằng giải pháp khác sao cho việc cấp chỉ báo về vị trí/định vị của hệ số mạnh nhất cho trạng thái phân cực yếu hơn trong ánh xạ bit có chi phí báo hiệu nhỏ hơn. Như sẽ được thể hiện, giải pháp này có thể còn tránh được nhu cầu biểu thị vị trí của hệ số này một cách rõ ràng.

Giải pháp này được thể hiện trên FIG.3 từ góc độ của thiết bị thứ nhất, ví dụ thiết bị thu, như UE 120 hoặc 122.

UE trong bước 300 có thể nhận truyền dẫn/truyền thông trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây từ thiết bị thứ hai, ví dụ mạng từ nút truy cập 110. Việc truyền dẫn có thể bao gồm dữ liệu hoặc báo hiệu điều khiển. Việc truyền dẫn này có thể bao gồm các tín hiệu tham chiếu. Ví dụ, các tín hiệu tham chiếu này có thể các tín hiệu tham chiếu ô riêng. Theo một phương án, mạng có thể gửi các tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (channel state information reference signal, CSI-RS) để cho phép ước lượng và tính toán CSI/PMI ở UE. Ví dụ, các trạng thái phân cực có thể bao gồm các trạng thái phân cực ngang và dọc.

Trong bước 302, UE có thể xác định các hệ số liên kết với ma trận tiền mã hóa (như $\mathbf{W}$ chẳng hạn) dựa vào các số đo kênh của phần thu nhận trong bước 300, trong đó các hệ số xác định ít nhất một phần ma trận kết hợp $\tilde{\mathbf{W}}_2$. Như được giải thích ở trên, UE có thể xác

định biên độ (còn được gọi là độ lớn) và pha của các hệ số của PMI tương ứng với các búp sóng miền không gian và tần số nhất định. Các hệ số PMI được xác định có thể tạo ra một ma trận biểu thị cách vectơ tiền mã hóa được liên kết với kênh được đo thay đổi trong miền không gian và tần số.

Trong bước 304, UE có thể lựa chọn một hệ số trong số các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, hệ số được chọn là hệ số tham chiếu cho trạng thái phân cực yếu hơn. Để đơn giản hóa, hay xem xét rằng có hai trạng thái phân cực, chọn trạng thái phân cực ngang và trạng thái phân cực dọc như trên FIG.2A. Hệ số tham chiếu này có thể là hệ số tham chiếu cho trạng thái phân cực được lựa chọn, tức là cho trạng thái phân cực yếu hơn trong số hai trạng thái phân cực.

Theo một phương án, hệ số tham chiếu là hệ số có độ lớn lớn nhất trong các hệ số của hoặc liên kết với trạng thái phân cực yếu hơn. Theo một phương án, trạng thái phân cực mạnh nhất là trạng thái phân cực mà từ đó hệ số có độ lớn lớn nhất được đo. Theo một phương án khác, trạng thái phân cực mạnh nhất có thể được xác định dựa vào biên độ trung bình của tất cả các hệ số. Do đó, theo một phương án, UE có thể xác định trạng thái phân cực mạnh nhất ngoài hai trạng thái phân cực này. Tương tự, UE có thể xác định trạng thái phân cực yếu nhất ngoài hai trạng thái phân cực này. Trong ví dụ liên quan đến FIG.2A, trạng thái phân cực mạnh nhất có thể là trạng thái phân cực ngang, khi hệ số mạnh nhất $c_{1,1}$ liên kết với trạng thái phân cực này, và trạng thái phân cực yếu hơn là trạng thái phân cực dọc. Hệ số tham chiếu là $c_{4,0}$ vì là hệ số mạnh nhất của trạng thái phân cực yếu hơn. Như đã nói, bởi “hệ số mạnh nhất” nghĩa là hệ số có độ lớn lớn nhất.

Trong trường hợp có hai hệ số bằng nhau về độ lớn, một hệ số liên kết với từng trạng thái phân cực trong số hai trạng thái phân cực, thì có thể có quy tắc định trước xác định trạng thái nào trong số hai trạng thái phân cực được xem xét là trạng thái phân cực yếu hơn từ hệ số tham chiếu (ví dụ hệ số còn lại trong số hai hệ số mạnh bằng nhau) được chọn. Trong trường hợp trạng thái phân cực A liên kết với hai hệ số mạnh bằng nhau x và y là các hệ số mạnh nhất trong trạng thái phân cực A nhưng trạng thái phân cực B khác liên kết với một hoặc nhiều hệ số mạnh hơn, thì trạng thái phân cực B là trạng thái phân cực mạnh nhất và trạng thái phân cực B là trạng thái phân cực yếu hơn. Hơn nữa, có thể có các quy tắc định trước để lựa chọn các hệ số x hay y làm hệ số tham chiếu cho các hệ số của trạng thái phân cực B.

Trong bước 306, UE có thể xác định chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai cho hệ số tham chiếu này. Theo một phương án, chỉ báo thứ nhất biểu thị vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp. Theo một phương án, vị trí của chỉ báo thứ nhất trong một trình tự biểu thị vị trí của hệ số tham chiếu $c_{4,0}$ trong ma trận kết hợp. Theo một phương án, chỉ báo thứ hai bao gồm giá trị biên độ liên kết với hệ số tham chiếu.

Trong bước 308, UE có thể báo cáo chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai đến nút truy cập 110. Chúng có thể được báo cáo trong báo hiệu điều khiển đường lên, ví dụ trong kênh điều khiển đường lên vật lý (physical uplink control channel, PUCCH) hoặc trong kênh chia sẻ đường lên vật lý (physical uplink shared channel, PUSCH) chẳng hạn. Báo cáo này có thể là một phần của báo cáo PMI hoặc báo cáo CSI. Theo một phương án, chỉ báo thứ nhất có trong trình tự được truyền đến mạng này.

FIG.4 thể hiện giải pháp được đề xuất từ góc độ thiết bị thứ hai, như nút mạng chẳng hạn (ví dụ nút truy cập 110).

Trong bước 400, nút truy cập có thể truyền trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây đến thiết bị thứ nhất, ví dụ UE 120, 122. Như đã nói trong việc kết nối trong bước 300, sự truyền dẫn có thể bao gồm dữ liệu và/hoặc báo hiệu điều khiển. Ví dụ, sự truyền dẫn này có thể bao gồm các tín hiệu tham chiếu sử dụng được bởi thiết bị thu để xác định kênh này tác động đến các tín hiệu truyền như thế nào.

Trong bước 402, nút truy cập có thể nhận chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai từ UE, chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai là hệ số tham chiếu cho các hệ số kết hợp của trạng thái phân cực yếu hơn, các hệ số kết hợp này liên quan đến ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh (được thực hiện bởi UE), trong đó các hệ số kết hợp xác định ít nhất một phần ma trận kết hợp. Như đã giải thích, trong một số phương án, hệ số tham chiếu là $c_{4,0}$, vì là hệ số mạnh nhất của trạng thái phân cực yếu hơn (dọc).

Trong bước 404, nút truy cập 110 có thể suy ra vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp dựa vào chỉ báo thứ nhất, như sẽ được mô tả.

Trong phương án, UE có thể còn báo cáo đến mạng này ánh xạ bit trên FIG.2B. Ánh xạ bit này có thể tương ứng với ma trận kết hợp. Ví dụ, các '1' trong ánh xạ bit có thể là các hệ số khác không của ma trận, trong khi các '0' có thể tương ứng với hệ số của $\tilde{W}_2$ dưới ngưỡng định trước. Theo cách này, ánh xạ bit có thể biểu thị các vị trí miền không gian và tần số của các hệ số này vượt quá ngưỡng định trước (tức là các hệ số khác không). Ngưỡng

này có thể là ngưỡng biên độ. Theo một phương án, UE có thể báo cáo chỉ báo thứ nhất theo trình tự, trình tự này bao gồm các giá trị biên độ của các hệ số vượt quá ngưỡng định trước ngoại trừ hệ số có độ lớn lớn nhất. Như nêu trên, có tổng cộng $K_{NZ} - 1$ biên độ và $K_{NZ}-1$ pha được lượng tử hóa và được báo cáo trong hai trường của phần UCI 2 (hai hàng cuối cùng trên Bảng 1). Các giá trị được lượng tử hóa này có thể tương ứng với các giá trị biên độ của các hệ số vượt quá ngưỡng định trước ngoại trừ hệ số có độ lớn lớn nhất. Tuy nhiên, theo phương án này, giá trị tương ứng với hệ số $c_{4,0}$ không được báo cáo theo trình tự như $\frac{a_{4,0}}{a_{1,1}}$ được lượng tử hóa bằng bốn bit. Trong phương án này, chỉ báo thứ nhất biểu diễn/biểu thị/bao gồm giá trị định trước theo trình tự, như trình tự bit ‘111’ hoặc ‘1111’, tức là giá trị được lượng tử hóa lớn nhất. Các giá trị định trước khác, UE và mạng đã biết, cũng là khả dụng. Giá trị định trước là ‘1’ có thể thu được bằng cách chia biên độ $a_{4,0}$ cho chính nó.

Cần lưu ý rằng thứ tự của trình tự được xác định bởi ánh xạ bit, ví dụ nhờ đọc vị trí của các giá trị 1s “theo hàng” hoặc “theo cột”. Quy tắc này có thể đã biết bởi cả hai bên của truyền thông. Do đó, một phương án thực hiện của giải pháp được mô tả ở trên bao gồm việc xác định các biên độ LCC trong một trình tự trong trường UCI có các chuỗi nhị phân 3-bit $K_{NZ}-1$, mỗi chuỗi là giá trị được lượng tử hóa của một hệ số khác không trong ánh xạ bit, ngoại trừ đối với hệ số mạnh nhất $c_{1,1}$ chung. Số lượng các chuỗi nhị phân và thứ tự của các hệ số theo trình tự này giống như ở trường pha LCC. Tuy nhiên, biên độ chênh lệch tương ứng với hệ số mạnh nhất của trạng thái phân cực yếu hơn được cho trước bởi chuỗi nhị phân 3-bit là ‘1’.

Trong ví dụ trên FIG.2A và nhờ chấp nhận thứ tự theo hàng của các phần tử khác không từ ánh xạ bit trên FIG.2B, trình tự biên độ LCC của UCI chứa biểu diễn được lượng tử hóa của các giá trị biên độ chênh lệch được chuẩn hóa sau đây:

1	$\frac{a_{0,1}}{a_{1,1}}$	$\frac{a_{4,1}}{a_{4,0}}$	$\frac{a_{5,1}}{a_{4,0}}$	$\frac{a_{3,2}}{a_{1,1}}$	$\frac{a_{5,2}}{a_{4,0}}$	$\frac{a_{2,3}}{a_{1,1}}$	$\frac{a_{7,5}}{a_{4,0}}$	$\frac{a_{6,6}}{a_{4,0}}$
---	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

trong đó ‘1’ nằm trong ô thứ nhất của trình tự vì $c_{4,0}$ là hệ số thứ nhất khi đi qua các hệ số khác không trên FIG.2A hoặc FIG.2B theo hàng. Với hệ số $C_{5,1}$ là hệ số có độ lớn lớn nhất trong trạng thái phân cực yếu hơn, thì vị trí của chỉ báo thứ nhất (‘1’) theo trình tự sẽ là

ô thứ tư (giá trị đọc hiện tại $\frac{a_{5,1}}{a_{4,0}}$), ô thứ nhất của trình tự sẽ là $\frac{a_{4,0}}{a_{5,1}}$, và tất cả các mẫu số theo trình tự giá trị đọc hiện tại $a_{4,0}$ sẽ được thay thế bằng $a_{5,1}$.

Trong các giải pháp kỹ thuật đã biết, ô thứ nhất theo trình tự này sẽ bao gồm giá trị được lượng tử hóa 4-bit của $\frac{a_{4,0}}{a_{1,1}}$. Tuy nhiên, sẽ là không khả thi đối với bộ thu của trình tự suy ra các chuỗi bit nào theo trình tự này tương ứng với hệ số tham chiếu $c_{4,0}$ của trạng thái phân cực yếu hơn. Với dự kiến hiện nay, việc này là khả thi vì bộ thu biết rằng UE sẽ đánh dấu giá trị được lượng tử hóa '1' (hoặc một số giá trị định trước khác) trong vị trí của hệ số tham chiếu $c_{4,0}$ của trạng thái phân cực yếu hơn.

Giá trị định trước '1' có thể được gọi là giá trị biên độ bởi vì nó có thể thu nhận được bằng phương trình $\frac{a_{4,0}}{a_{4,0}}$. Nói cách khác, giá trị toán học này thu được dưới dạng biên độ chênh lệch của hệ số tham chiếu của trạng thái phân cực yếu hơn đề xuất ngầm vị trí của hệ số này trong ánh xạ bit và do đó trong ma trận này. Việc này giữ nguyên bất chấp số lượng các phần tử trong trạng thái phân cực yếu hơn có cùng biên độ của phần tử tham chiếu. Trên thực tế:

- Nếu phần tử tham chiếu của trạng thái phân cực yếu hơn là lớn nhất rõ ràng, thì chỉ một giá trị '1' xuất hiện trong trình tự chung, tức là, trình tự 3-bit '111'.
- Nếu phần tử tham chiếu của trạng thái phân cực yếu hơn có cùng biên độ (phần tử lớn nhất) khi một hoặc nhiều phần tử khác ở trạng thái phân cực yếu hơn, thì sẽ có thể có nhiều giá trị '1' trong trình tự biên độ chênh lệch dưới dạng số của các phần tử có cùng biên độ. Ví dụ, có 4 hệ số ở trạng thái phân cực yếu hơn, hãy gọi chúng là c_1, c_2, c_3, c_4 để đơn giản hóa. Giả sử c_1, c_3 và c_4 có biên độ 3, trong đó c_2 có biên độ 2. Tiếp theo, hãy gắn nhãn c_1 làm giá trị tham chiếu. Biên độ của nó là lớn nhất, kể cả khi giống hệt hai hệ số khác. Trong trường hợp có thể có quy tắc định trước để chọn một hệ số nhất định trong số ba hệ số làm hệ số tham chiếu, thì UE có thể tính toán $c_1/c_1=1$, $c_2/c_1=0,66$, $c_3/c_1=1$ và $c_4/c_1=1$. Trình tự bit biên độ chênh lệch thu được có thể là '111NNN111111', trong đó NNN là trình tự bit liên quan đến 0,66 được lượng tử hóa và (các) trình tự 111 biểu thị vị trí của (các) phần tử có biên độ lớn nhất ở trạng thái phân cực yếu hơn.

Trong cả hai trường hợp, '1' có thể vẫn được sử dụng làm chỉ báo của vị trí của hệ số tham chiếu của trạng thái phân cực yếu hơn, vì nó sẽ luôn là chỉ báo của (các) vị trí của (các)

phần tử mạnh nhất ở trạng thái phân cực yếu hơn.

Nút mạng nhận ánh xạ bit và chỉ báo thứ nhất theo trình tự có thể suy ra vị trí của hệ số tham chiếu $c_{4,0}$ trong ma trận kết hợp dựa vào chỉ báo thứ nhất (ví dụ vị trí của nó theo trình tự) và ánh xạ bit.

Để hoàn thiện, lưu ý rằng, theo một phương án, UE báo cáo trình tự khác đối với pha trong UCI. Ví dụ, trường pha LCC của UCI chứa biểu diễn được lượng tử hóa tương ứng của các giá trị được chuẩn hóa sau đây:

$\phi_{4,0}$	$\phi_{0,1}$	$\phi_{4,1}$	$\phi_{5,1}$	$\phi_{3,2}$	$\phi_{5,2}$	$\phi_{2,3}$	$\phi_{7,5}$	$\phi_{6,6}$
$-\phi_{1,1}$	$-\phi_{1,1}$	$-\phi_{1,1}$	$-\phi_{1,1}$	$-\phi_{1,1}$	$-\phi_{1,1}$	$-\phi_{1,1}$	$-\phi_{1,1}$	$-\phi_{1,1}$

Tức là có thể không cần thay đổi bất kỳ đối với báo cáo của pha này.

Theo một phương án, UE có thể báo cáo chỉ báo thứ hai trong một trường, vị trí của nó độc lập với chỉ báo thứ nhất. Theo một phương án, chỉ báo thứ hai được báo cáo trong trường trong UCI. Trường này có thể là trường mới đối với các trường được liệt kê trong Bảng 1. Theo một phương án khác, chỉ báo thứ hai được báo cáo ở vị trí định trước trong trình tự này. Nói cách khác, có thể có quy tắc riêng định trước nhận biết vị trí của chỉ báo thứ hai theo trình tự của các biên độ được lượng tử hóa. Ví dụ, có thể gắn vào phần bắt đầu hoặc kết thúc của trình tự. Theo cách này, vị trí của chỉ báo thứ hai không được xác định bởi vị trí của hệ số $c_{4,0}$ trong ánh xạ bit này, mà bởi một quy tắc khác.

Theo một phương án, chỉ báo thứ hai là biên độ của hệ số tham chiếu $c_{4,0}$ tương ứng với biên độ $a_{1,1}$ của hệ số có độ lớn lớn nhất $c_{1,1}$, nhờ đó cho phép thiết bị thứ hai suy ra biên độ $a_{4,0}$ của hệ số tham chiếu $c_{4,0}$. Theo một phương án, trường 4-bit được đưa vào, có thể vào phần UCI 2, trong đó trong trường 4 bit này bao gồm biểu diễn được lượng tử hóa của biên độ tham chiếu. Trong ví dụ được sử dụng, biên độ tham chiếu cho hệ số tham chiếu này có thể được báo cáo là chỉ báo thứ hai bởi chuỗi bit được lượng tử hóa có giá trị $\frac{a_{4,0}}{a_{1,1}}$.

Theo một phương án, trong đó $a_{4,0} = a_{1,1}$, giá trị của giá trị được lượng tử hóa của chỉ báo thứ hai có thể là ‘1111’ (giả sử lượng tử hóa bằng bốn bit, số lượng bit có thể thay đổi theo các thông số kỹ thuật chẳng hạn). Sự kiện ‘1111’ này cho trạng thái phân cực yếu hơn là không phù hợp lắm, vì điều này sẽ ngụ ý rằng biên độ của phần tử mạnh nhất của trạng

thái phân cực yếu hơn giống biên độ của phần tử mạnh nhất của trạng thái phân cực mạnh nhất. Nói chung, mong chờ rằng trình tự bốn bit liên quan đến biên độ của giá trị tham chiếu của trạng thái phân cực yếu hơn không phải là ‘1111’ mà là trình tự ‘NNNN’ khác là một giá trị trong đó $\frac{a_{4,0}}{a_{1,1}}$ nhỏ hơn 1.

Sau khi nút mạng nhận được chỉ báo thứ hai, nút mạng có thể suy ra độ lớn $a_{4,0}$ của hệ số tham chiếu $c_{4,0}$ dựa vào chỉ báo thứ hai này. Ví dụ, nói các biên độ $a_{1,1}$ là 5 và $a_{4,0}$ là 3, thì giá trị được cung cấp làm chỉ báo thứ hai (trước khi lượng tử hóa) là $a_{4,0}/a_{1,1} = 3/5 = 0,6$. Tức là nó được lượng tử hóa bằng số lượng bit nhất định, ví dụ 4 bit chẳng hạn, và được gửi đến mạng. Các biên độ của các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn khác được chuẩn hóa thành $a_{4,0}$. Ví dụ biên độ cho hệ số $c_{4,1}$ được chuẩn hóa là $a_{4,1}/a_{4,0}$ theo trình tự. Nói $a_{4,1}=2$, thì giá trị được cung cấp theo trình tự là $2/3=0,66$ (trong các giá trị được lượng tử hóa). Nút mạng nhận chúng có thể còn suy ra tỷ lệ giữa $a_{1,1}$ và $a_{4,1}$, là $0,6*0,66=0,4$. Do đó, nút mạng có thể thực hiện việc tái dựng lại ma trận gốc đến một tỷ lệ và góc quay pha (giả sử các bit lượng tử hóa đủ được sử dụng để bỏ qua sai số lượng tử hóa). Ví dụ, trong trường hợp này nút mạng 110 có thể tái dựng lại: $a_{1,1}=1$, $a_{4,0} = 0,6$, $a_{4,1}=0,4$. Các giá trị này có thể tương ứng với các giá trị gốc của $a_{1,1}$, $a_{4,0}$ và $a_{4,1}$ được mở rộng thêm 5 (giá trị gốc của $a_{1,1}$ trong ví dụ tưởng tượng này).

Hãy xem xét ở giải pháp được đề xuất trong lưu đồ tín hiệu giữa các thiết bị UE 120 và gNB 110, như được thể hiện trên FIG.5. Các bước 400, từ 302 đến 308 và 404 đã được giải thích liên quan đến FIG.3 và FIG.4. Trong bước 500, sau khi nhận UCI bao gồm báo cáo PMI (gồm có các chỉ báo này), nút mạng 110 có thể suy ra vị trí của hệ số tham chiếu của trạng thái phân cực yếu hơn ngoài hệ số tham chiếu của trạng thái phân cực mạnh hơn, và sau đó điều chỉnh việc tiền mã hóa cho UE 120 theo cách thích hợp. Sau đó, nút mạng 110 và UE 120 có thể truyền thông theo việc tiền mã hóa được điều chỉnh theo cách có hiệu quả. Ví dụ, theo một số thông số, gNB có thể sử dụng PMI được truyền thông bởi UE đối với tài nguyên tần số cho trước để phục vụ UE qua tài nguyên tần số này. Ngoài ra, không có gì ngăn cản gNB thực hiện việc xử lý tín hiệu thích hợp qua các PMI nhận được từ các UE khác nhau để bảo đảm rằng một số mối quan hệ trong số chúng được tôn trọng. Với “các mối quan hệ” nghĩa là khi có nhiều hơn một UE được phục vụ trên cùng một tài nguyên tần số (đồng thời) thì gNB có thể muốn bảo đảm rằng các lớp được gửi đến nhiều hơn một UE trong mối quan hệ trực giao với nhau (ví dụ bắt buộc là không). Nếu là trường

hợp này, thì các PMI được gửi bởi nhiều hơn một UE đối với tài nguyên tần số có thể được xử lý để trực giao với nhau.

Giải pháp này có thể cung cấp cách có hiệu quả bao gồm biên độ tham chiếu của trạng thái phân cực yếu hơn, ví dụ, trong thông điệp UCI. Việc này có thể quan trọng do vị trí của nó không thể xác định được bởi ánh xạ bit cho các hệ số khác và biểu thị vị trí này một cách rõ ràng về chi phí. Giải pháp này có thể áp dụng được cho mỗi lớp RI.

Các phương án được đề xuất có thể yêu cầu ít bit hơn so với giải pháp bao gồm chỉ báo rõ ràng, trong đó $\lceil \log_2 K_{NZ} \rceil$ (hoặc $\lceil \log_2 K_0 \rceil$) bit cần thiết cho chỉ báo vị trí này trong UCI. Trên thực tế, K_{NZ} và K_0 thường lớn hơn $2^3 = 8$. Với nhiều hơn ba bit được yêu cầu cho chỉ báo vị trí trong UCI và 4 bit bổ sung cần thiết cho biểu diễn được lượng tử hóa của biên độ của hệ số $c_{4,0}$, đều cùng cần thiết ít nhất 8 bit để chuyển thông tin yêu cầu đến thiết bị mạng. Trong giải pháp được đề xuất, cần ít bit hơn vì giá trị định trước, như ‘1’ chẳng hạn, theo trình tự có thể được biểu thị bằng ba bit và tham số riêng biệt (ví dụ trong UCI), là biên độ tham chiếu được chuẩn hóa được lượng tử hóa A_q , có thể được biểu thị bằng 4 bit. Việc này yêu cầu cả 7 bit, ít hơn ít nhất 8 bit.

Khi xem xét từ góc độ khác, có thể nói rằng UE nhận sự truyền dẫn trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây từ thiết bị thứ hai; đo các hệ số dựa vào việc thu nhận này; xác định một hệ số tham chiếu trong số tập hợp con gồm các hệ số cho tập hợp con gồm các hệ số này; xác định chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai cho biên độ của hệ số tham chiếu; và báo cáo chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai đến thiết bị thứ hai. Nút mạng này, là ví dụ về thiết bị thứ hai, có thể sau đó nhận chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai từ thiết bị thứ nhất, chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai này là biên độ đối với hệ số tham chiếu của tập hợp con gồm các hệ số. Như được mô tả ở trên, cả chỉ báo thứ nhất lẫn chỉ báo thứ hai có thể đều được gọi là các chỉ báo biên độ. Thuật ngữ “đối với một biên độ” có thể đề cập ở đây cho chỉ báo theo một số cách là biên độ/độ lớn của hệ số tham chiếu. Các ví dụ có thể bao gồm biên độ chênh lệch là chênh lệch hoặc tỷ lệ giữa biên độ của hệ số tham chiếu (ví dụ $c_{4,0}$) đối với biên độ khác, ví dụ đối với biên độ của chính hệ số tham chiếu ($c_{4,0}$) hoặc đối với biên độ/độ lớn của hệ số khác, như $c_{1,1}$ hoặc một số hệ số khác. Theo một phương án, hệ số tham chiếu là hệ số có độ lớn lớn nhất trong tập hợp con gồm các hệ số. Theo một phương án, tập hợp con này bao gồm các hệ số của trạng thái phân cực nhất định. Theo một phương án, trạng thái phân cực nhất định là trạng thái phân cực yếu hơn.

Một phương án, như được thể hiện trên FIG.6, đề xuất thiết bị 10 bao gồm hệ mạch điều khiển (CTRL) 12, như ít nhất một bộ xử lý chẳng hạn, và ít nhất một bộ nhớ 14 bao gồm mã chương trình máy tính (PROG), trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính (PROG), được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý này, khiến thiết bị tiến hành quy trình bất kỳ trong số các quy trình được mô tả ở trên. Bộ nhớ này có thể được thực hiện nhờ sử dụng công nghệ lưu trữ dữ liệu thích hợp bất kỳ, như các thiết bị nhớ trên cơ sở bán dẫn, bộ nhớ chớp, các thiết bị và hệ thống nhớ từ, các thiết bị và hệ thống nhớ quang học, bộ nhớ cố định và bộ nhớ tháo ra được.

Theo một phương án, thiết bị 10 có thể bao gồm thiết bị đầu cuối của hệ thống truyền thông, ví dụ thiết bị đầu cuối người dùng (user terminal, UT), máy tính (PC), máy tính xách tay, máy tính thu nhỏ, điện thoại di động, điện thoại di động, phương tiện truyền thông, điện thoại thông minh, máy tính cỡ bàn tay, thiết bị vận chuyển di động (như xe hơi chẳng hạn), thiết bị gia dụng, hoặc thiết bị truyền thông bất kỳ khác, thường được gọi là UE trong bản mô tả này. Theo cách khác, thiết bị này nằm trong một thiết bị đầu cuối. Ngoài ra, thiết bị này có thể hoặc bao gồm môđun (được gắn với UE) tạo ra tính kết nối, như bộ phận cắm, “USB dongle”, hoặc loại bộ phận bất kỳ khác. Bộ phận này có thể được lắp hoặc nằm bên trong UE hoặc được gắn với UE bằng đầu nối hoặc thậm chí là không dây.

Theo một phương án, thiết bị 10 ở hoặc được chứa trong UE 120. Thiết bị này có thể thi hành được các chức năng của một số quy trình được mô tả ở trên, như các bước trên FIG.3.

Thiết bị này có thể còn bao gồm giao diện truyền thông (TRX) 16 gồm có phần cứng và/hoặc phần mềm để thực hiện tính kết nối truyền thông theo một hoặc nhiều giao thức truyền thông. TRX có thể tạo ra thiết bị có các khả năng truyền thông để truy cập mạng truy cập vô tuyến chẳng hạn. Thiết bị này có thể còn bao gồm giao diện người dùng 18 bao gồm, ví dụ, ít nhất một vùng phím, micrô, màn hình cảm ứng, màn hình, loa, v.v.. Giao diện người dùng có thể được sử dụng để điều khiển thiết bị bởi người dùng.

Hệ mạch điều khiển 12 có thể bao gồm hệ mạch điều khiển đo 20 để thực hiện các phép đo của truyền dẫn nhận được và để xác định hệ số dựa vào các phép đo này, theo phương án bất kỳ. Hệ mạch điều khiển 12 có thể còn bao gồm hệ mạch xử lý báo cáo 22 để xử lý các kết quả đo, suy ra chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai và điều khiển việc gửi báo cáo đến mạng, theo phương án bất kỳ này. Ví dụ, việc sử lý và suy ra này có thể bao gồm

các hoạt động như chuẩn hóa và lượng tử hóa.

Một phương án, như được thể hiện trên FIG.7, đề xuất thiết bị 50 bao gồm hệ mạch điều khiển (CTRL) 52, như ít nhất một bộ xử lý, và ít nhất một bộ nhớ 54 bao gồm mã chương trình máy tính (PROG), trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính (PROG), được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý này, khiến thiết bị tiến hành quy trình bất kỳ trong số các quy trình được mô tả ở trên. Bộ nhớ này có thể được thực hiện nhờ sử dụng công nghệ lưu trữ dữ liệu thích hợp bất kỳ, như các thiết bị nhớ trên cơ sở bán dẫn, bộ nhớ chớp, các thiết bị và hệ thống nhớ từ, các thiết bị và hệ thống nhớ quang học, bộ nhớ cố định và bộ nhớ tháo ra được.

Theo một phương án, thiết bị 50 có thể là hoặc được bao gồm trong một nút mạng, như trong gNB/gNB-CU/gNB-DU của 5G. Theo một phương án, thiết bị 50 là hoặc được bao gồm trong nút mạng 110. Thiết bị này có thể thi hành các chức năng của một số quy trình được mô tả ở trên, như các bước trên FIG.4.

Cần lưu ý rằng các mạng trong tương lai có thể sử dụng việc ảo hóa chức năng mạng (network functions virtualization, NFV) là khái niệm kiến trúc mạng đề xuất các chức năng nút mạng ảo hóa thành “các khối xây dựng” hoặc các thực thể mà có thể được kết nối hoặc liên kết hoạt động với nhau để cung cấp các dịch vụ. Chức năng mạng ảo hóa (virtualized network function, VNF) có thể bao gồm một hoặc nhiều máy ảo chạy các mã chương trình máy tính nhờ sử dụng máy chủ kiểu tiêu chuẩn hoặc thông thường thay cho phần cứng được tùy biến. Bộ phận lưu trữ dữ liệu hoặc điện toán đám mây cũng có thể được sử dụng. Trong truyền thông vô tuyến, việc này có thể nghĩa là các hoạt động của nút được thực hiện, ít nhất một phần, trong đơn vị trung tâm/tập trung hóa, CU, (ví dụ máy chủ, máy tính chủ hoặc nút) được nối hoạt động với đơn vị phân bố, DU, (ví dụ đầu/nút vô tuyến). Cũng có thể là các hoạt động của nút sẽ được phân bố trong số các máy chủ, các nút hoặc máy tính chủ. Ngoài ra, cần hiểu rằng sự phân bố nhân lực giữa các hoạt động mạng lõi và các hoạt động trạm cơ sở có thể thay đổi tùy thuộc vào phương án thực hiện.

Theo một phương án, máy chủ có thể tạo ra mạng ảo mà nhờ đó máy chủ truyền thông với nút vô tuyến. Nói chung, việc nối mạng ảo có thể liên quan đến quy trình kết hợp các tài nguyên mạng phần cứng và phần mềm và chức năng mạng thành một thực thể quản lý đơn lẻ dựa vào phần mềm, mạng ảo. Mạng ảo này có thể cung cấp sự phân bố linh hoạt của các hoạt động giữa máy chủ và đầu/nút vô tuyến. Trên thực tế, nhiệm vụ xử lý tín hiệu

số bất kỳ có thể được thực hiện trên CU hoặc DU và ranh giới trong đó trách nhiệm được dịch chuyển giữa CU và DU có thể được lựa chọn theo phương án thực hiện.

Do đó, theo một phương án, kiến trúc CU-DU được thực hiện. Trong trường hợp này thiết bị 50 có thể được bao gồm trong đơn vị trung tâm (ví dụ đơn vị điều khiển, máy chủ đám mây biên, máy chủ) được nối hoạt động (ví dụ thông qua mạng dây hoặc không dây) với đơn vị phân bố (ví dụ đầu/nút vô tuyến từ xa). Nghĩa là, đơn vị trung tâm (ví dụ máy chủ đám mây biên) và nút vô tuyến có thể là các thiết bị độc lập truyền thông với nhau thông qua đường dẫn vô tuyến hoặc thông qua một kết nối dây. Theo cách khác, chúng có thể trong cùng một thực thể truyền thông qua kết nối dây, v.v.. Đám mây biên hoặc máy chủ đám mây biên có thể phục vụ các nút vô tuyến hoặc các mạng truy cập vô tuyến. Theo một phương án, ít nhất một số quy trình được mô tả có thể được thực hiện bởi đơn vị trung tâm. Theo một phương án khác, thay vào đó thiết bị 50 có thể được bao gồm trong đơn vị phân bố, và ít nhất một số quy trình được mô tả có thể được thực hiện bởi đơn vị phân bố này.

Theo một phương án, việc thi hành ít nhất một số chức năng của thiết bị 50 có thể được chia sẻ giữa hai thiết bị tách biệt về vật lý (DU và CU) tạo ra một thực thể hoạt động. Do đó, thiết bị có thể được xem là thể hiện thực thể hoạt động bao gồm một hoặc nhiều thiết bị tách biệt về vật lý để thi hành ít nhất một số quy trình được mô tả. Theo một phương án, kiến trúc CU-DU có thể cung cấp sự phân bố linh hoạt của các hoạt động giữa CU và DU. Trên thực tế, nhiệm vụ xử lý tín hiệu số bất kỳ có thể được thực hiện trên CU hoặc DU và ranh giới trong đó trách nhiệm được dịch chuyển giữa CU và DU có thể được lựa chọn theo phương án thực hiện. Theo một phương án, thiết bị 50 điều khiển việc thi hành các quy trình, bất chấp vị trí của thiết bị và bất chấp việc các quy trình/chức năng này được thực hiện ở đâu.

Thiết bị này có thể còn bao gồm giao diện truyền thông (TRX) 56 gồm có phần cứng và/hoặc phần mềm để thực hiện khả năng kết nối truyền thông theo một hoặc nhiều giao thức truyền thông. TRX có thể tạo ra thiết bị có các khả năng truyền thông để truy cập mạng truy cập vô tuyến chẳng hạn. Thiết bị này có thể còn bao gồm giao diện người dùng 58 bao gồm, ví dụ, ít nhất một vùng phím, micro, màn hình cảm ứng, màn hình, loa, v.v.. Giao diện người dùng có thể được sử dụng để điều khiển thiết bị bởi người dùng.

Hệ mạch điều khiển 52 có thể bao gồm hệ mạch điều khiển truyền dẫn 60 để điều khiển các truyền dẫn đến và từ một hoặc nhiều UE 120, 122. Nó có thể bao gồm việc thiết

lập các vectơ tiền mã hóa thích hợp để thu nhận hoặc nhằm tối ưu hiệu năng MIMO, theo phương án bất kỳ. Ví dụ, hệ mạch điều khiển 12 có thể bao gồm hệ mạch xử lý báo cáo 62 để xử lý báo cáo nhận được bao gồm chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai từ UE, theo các phương án bất kỳ. Ví dụ, việc thu nhận chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai từ UE có thể trợ giúp trong việc thiết lập việc tiền mã hóa phù hợp cho UE này.

Theo một phương án, thiết bị thực hiện ít nhất một số phương án được mô tả bao gồm ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một bộ nhớ bao gồm mã chương trình máy tính, trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính này được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý này, khiến thiết bị tiến hành các chức năng theo một phương án bất kỳ trong số các phương án được mô tả. Theo khía cạnh, khi ít nhất một bộ xử lý thi hành mã chương trình máy tính, mã chương trình máy tính khiến thiết bị này tiến hành các chức năng theo một phương án bất kỳ trong số các phương án được mô tả. Theo một phương án khác, thiết bị này thực hiện ít nhất một số phương án bao gồm ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một bộ nhớ bao gồm mã chương trình máy tính, trong đó ít nhất một bộ xử lý và mã chương trình máy tính này thực hiện ít nhất một số chức năng theo một phương án bất kỳ trong số các phương án được mô tả. Do đó, ít nhất một bộ xử lý, bộ nhớ, và mã chương trình máy tính tạo ra phương tiện xử lý để thực hiện ít nhất một số phương án được mô tả. Theo một phương án khác nữa, thiết bị thực hiện ít nhất một số phương án bao gồm hệ mạch bao gồm ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một bộ nhớ bao gồm mã chương trình máy tính. Khi được kích hoạt, hệ mạch khiến thiết bị thực hiện ít nhất một số chức năng theo một phương án bất kỳ trong số các phương án được mô tả.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ ‘hệ mạch’ liên quan tới tất cả các dấu hiệu sau: (a) các phương án thực hiện mạch chỉ là phần cứng, như các phương án thực hiện chỉ trong hệ mạch tương tự và/hoặc số, và (b) các tổ hợp của các mạch và phần mềm (và/hoặc phần sụn), như (khi áp dụng được): (i) tổ hợp của (các) bộ xử lý hoặc (ii) các phần của (các) bộ xử lý/phần mềm bao gồm (các) bộ xử lý tín hiệu số, phần mềm, và (các) bộ nhớ hoạt động cùng nhau để khiến thiết bị thực hiện các chức năng khác nhau, và (c) các mạch, như (các) bộ vi xử lý hoặc một phần của (các) bộ vi xử lý, yêu cầu phần mềm hoặc phần sụn để hoạt động, kể cả khi phần mềm hoặc phần sụn không tồn tại vật lý. Định nghĩa này của ‘hệ mạch’ áp dụng cho tất cả các việc sử dụng thuật ngữ này trong sáng chế. Theo một ví dụ khác, như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ ‘hệ mạch’ cũng sẽ bao gồm phương án thực hiện chỉ là một bộ xử lý (hoặc nhiều bộ xử lý) hoặc một phần của bộ xử lý

và phần mềm và/hoặc phần sụn kèm theo của nó (hoặc của chúng). Thuật ngữ ‘hệ mạch’ cũng sẽ bao gồm, ví dụ và nếu áp dụng được cho phần tử cụ thể, mạch tích hợp băng tần cơ sở hoặc mạch tích hợp bộ xử lý ứng dụng dùng cho điện thoại di động hoặc mạch tích hợp tương tự trong máy chủ, thiết bị mạng di động hoặc thiết bị mạng khác.

Theo một phương án, ít nhất một số quy trình được mô tả có thể được thực hiện bởi thiết bị bao gồm phương tiện tương ứng để thực hiện ít nhất một số quy trình được mô tả. Một số phương tiện làm ví dụ để thực hiện các quy trình này có thể bao gồm ít nhất một trong số các phương tiện sau: bộ dò, bộ xử lý (bao gồm các bộ xử lý hai lõi và đa lõi), bộ xử lý tín hiệu số, bộ điều khiển, bộ thu, bộ phát, bộ mã hóa, bộ giải mã, bộ nhớ, RAM, ROM, phần mềm, phần sụn, màn hình, giao diện người dùng, hệ mạch hiển thị, hệ mạch giao diện người dùng, phần mềm giao diện người dùng, phần mềm hiển thị, mạch, anten, hệ mạch anten, và hệ mạch.

Các kỹ thuật và phương pháp được mô tả ở trên có thể được thực hiện bởi các phương tiện khác nhau. Ví dụ, các kỹ thuật này có thể được thực hiện trong phần cứng (một hoặc nhiều thiết bị), phần sụn (một hoặc nhiều thiết bị), phần mềm (một hoặc nhiều môđun), hoặc các tổ hợp của chúng. Đối với phương án thực hiện phần cứng, (các) thiết bị trong các phương án có thể được thực hiện trong một hoặc nhiều mạch tích hợp dành riêng cho ứng dụng (application-specific integrated circuit, ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor, DSP), thiết bị xử lý tín hiệu số (digital signal processing device, DSPD), thiết bị logic lập trình được (programmable logic device, PLD), mảng cổng lập trình được theo trường (field programmable gate array, FPGA), bộ xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, bộ vi xử lý, các thiết bị điện tử khác được thiết kế để thực hiện các chức năng được mô tả ở trên, hoặc tổ hợp của chúng. Đối với phần sụn hoặc phần mềm, phương án thực hiện có thể được thực hiện nhờ các môđun của ít nhất một bộ chip (ví dụ các thủ tục, chức năng v.v.) thực hiện các chức năng được mô tả ở đây. Các mã phần mềm có thể được lưu trong bộ nhớ và được thi hành bởi các bộ xử lý. Bộ nhớ có thể được thực hiện trong bộ xử lý hoặc ngoài bộ xử lý. Trong trường hợp sau cùng, nó có thể được nối truyền thông với bộ xử lý thông qua các phương tiện khác nhau, như đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Ngoài ra, các thành phần của các hệ thống được mô tả ở đây có thể được sắp xếp lại và/hoặc được được bù bằng các thành phần bổ sung để giúp đạt được các kết quả của các khía cạnh khác nhau, v.v., được mô tả liên quan đến chúng, và chúng không bị giới hạn ở các cấu hình chính xác nêu trong các hình vẽ cho trước, sẽ hiểu được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực

kỹ thuật này.

Các phương án được mô tả cũng có thể được thực hiện dưới dạng quy trình máy tính được xác định bởi chương trình máy tính hoặc các phần của nó. Các phương án về các phương pháp được mô tả có thể được thực hiện nhờ thi hành ít nhất một phần của chương trình máy tính bao gồm các lệnh tương ứng. Chương trình máy tính này có thể dưới dạng mã nguồn, dưới dạng mã đối tượng hoặc dưới dạng trung gian, và nó có thể được lưu trong một số loại vật mang, có thể là thực thể hoặc thiết bị bất kỳ có khả năng mang chương trình. Ví dụ, chương trình máy tính có thể được lưu trên vật ghi phân phối chương trình máy tính đọc được bởi máy tính hoặc bộ xử lý. Ví dụ, vật ghi chương trình máy tính này có thể là vật ghi, bộ nhớ máy tính, bộ nhớ chỉ đọc, tính hiệu sóng mang điện, tín hiệu viễn thông, và gói phân phối phần mềm chẳng hạn, nhưng không giới hạn ở đó. Vật ghi chương trình máy tính có thể là vật ghi không tạm thời. Việc mã hóa phần mềm để thực hiện các phương án như được thể hiện và được mô tả là nằm trong phạm vi hiểu biết của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Sau đây là danh sách một số khía cạnh của sáng chế.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất thiết bị bao gồm: ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một bộ nhớ bao gồm mã chương trình máy tính, trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính này được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý này, khiến thiết bị thứ nhất: nhận sự truyền dẫn trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây từ thiết bị thứ hai; xác định các hệ số liên kết với ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh của phần thu nhận này, trong đó các hệ số này ít nhất xác định một phần ma trận kết hợp; lựa chọn một hệ số trong số các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, hệ số được lựa chọn là hệ số tham chiếu cho trạng thái phân cực yếu hơn; xác định chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai cho hệ số tham chiếu, trong đó chỉ báo thứ nhất biểu thị vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp và chỉ báo thứ hai bao gồm giá trị biên độ được liên kết với hệ số tham chiếu; báo cáo chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai đến thiết bị thứ hai.

Các phương án khác nhau của khía cạnh thứ nhất có thể bao gồm ít nhất một dấu hiệu từ danh sách được đánh dấu chấm tròn đầu dòng sau đây:

- báo cáo ánh xạ bit tương ứng với ma trận kết hợp đến thiết bị thứ hai, ánh xạ bit này biểu thị các vị trí miền không gian và tần số của các hệ số này vượt quá ngưỡng định trước; báo cáo chỉ báo thứ nhất đến thiết bị thứ hai trong một trình tự bao

gồm các giá trị biên độ của các hệ số vượt quá ngưỡng định trước ngoại trừ hệ số có độ lớn lớn nhất, trong đó thứ tự của trình tự được xác định bởi ánh xạ bit, vị trí của chỉ báo thứ nhất trong trình tự xác định vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp, và trong đó chỉ báo thứ nhất là giá trị định trước theo trình tự này.

- báo cáo chỉ báo thứ hai trong trường, vị trí của nó độc lập với chỉ báo thứ nhất, trong đó chỉ báo thứ hai là biên độ của hệ số tham chiếu đối với biên độ của hệ số có độ lớn lớn nhất.

- trong đó chỉ báo thứ hai được báo cáo trong trường trong thông tin điều khiển đường lên.

- trong đó chỉ báo thứ hai được báo cáo ở vị trí định trước trong trình tự.

- trong đó hệ số tham chiếu là hệ số có độ lớn lớn nhất trong các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị bao gồm: ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một bộ nhớ bao gồm mã chương trình máy tính, trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính này được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý này, khiến thiết bị thứ hai: truyền trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây đến thiết bị thứ nhất; nhận chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai từ thiết bị thứ nhất, chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai là hệ số tham chiếu cho các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, các hệ số này liên kết với ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh, trong đó các hệ số này ít nhất xác định một phần ma trận kết hợp; suy ra vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp dựa vào chỉ báo thứ nhất.

Các phương án khác nhau của khía cạnh thứ hai có thể bao gồm ít nhất một dấu hiệu từ danh sách được đánh dấu chấm tròn đầu dòng sau đây:

- nhận ánh xạ bit tương ứng với ma trận kết hợp từ thiết bị thứ nhất, ánh xạ bit này biểu thị các vị trí miền không gian và tần số của các hệ số này vượt quá ngưỡng định trước; nhận chỉ báo thứ nhất từ thiết bị thứ nhất trong trình tự bao gồm các giá trị biên độ của các hệ số vượt quá ngưỡng định trước ngoại trừ hệ số có độ lớn lớn nhất, trong đó thứ tự của trình tự được xác định bởi ánh xạ bit, và trong đó chỉ báo thứ nhất bao gồm giá trị định trước theo trình tự; và suy ra vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp khác dựa vào ánh xạ bit.

- nhận chỉ báo thứ hai trong trường, vị trí của nó độc lập với chỉ báo thứ nhất, trong đó chỉ báo thứ hai là biên độ của hệ số tham chiếu đối với biên độ của hệ số có

độ lớn lớn nhất; suy ra độ lớn của hệ số tham chiếu dựa vào chỉ báo thứ hai.

- trong đó hệ số tham chiếu là hệ số có độ lớn lớn nhất trong các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp thực hiện ở thiết bị người dùng, phương pháp này bao gồm các bước: nhận sự truyền dẫn trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây từ mạng; xác định các hệ số liên kết với ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh của phần thu nhận này, trong đó các hệ số này ít nhất xác định một phần ma trận kết hợp; lựa chọn một hệ số trong số các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, hệ số được lựa chọn là hệ số tham chiếu cho trạng thái phân cực yếu hơn; xác định chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai cho hệ số tham chiếu, trong đó chỉ báo thứ nhất biểu thị vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp và chỉ báo thứ hai bao gồm giá trị biên độ liên kết với hệ số tham chiếu; báo cáo chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai đến mạng. Các phương án khác nhau của khía cạnh thứ ba có thể bao gồm ít nhất một dấu hiệu từ danh sách được đánh dấu chấm tròn đầu dòng theo khía cạnh thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất phương pháp thực hiện ở nút mạng, phương pháp này bao gồm các bước: truyền trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây đến thiết bị người dùng; nhận chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai từ thiết bị người dùng, chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai là hệ số tham chiếu cho các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, các hệ số này liên kết với ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh, trong đó các hệ số này ít nhất xác định một phần ma trận kết hợp; suy ra vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp dựa vào chỉ báo thứ nhất. Các phương án khác nhau của khía cạnh thứ tư có thể bao gồm ít nhất một dấu hiệu từ danh sách được đánh dấu chấm tròn đầu dòng theo khía cạnh thứ hai.

Theo khía cạnh thứ năm, sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính chứa trong vật ghi phân phối đọc được bởi máy tính và bao gồm các lệnh chương trình, mà khi được tải vào thiết bị, thì hành phương pháp theo khía cạnh thứ ba. Các phương án khác nhau của khía cạnh thứ năm có thể bao gồm ít nhất một dấu hiệu từ danh sách được đánh dấu chấm tròn đầu dòng theo khía cạnh thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ sáu, sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính chứa trong vật ghi phân phối đọc được bởi máy tính và bao gồm các lệnh chương trình, mà khi được tải vào thiết bị, thì hành phương pháp theo khía cạnh thứ tư.

Theo khía cạnh thứ bảy, sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính bao gồm các lệnh chương trình, mà khi được tải vào thiết bị, thì hành phương pháp theo khía cạnh thứ ba.

Theo khía cạnh thứ tám, sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính bao gồm các lệnh chương trình, mà khi được tải vào thiết bị, thì hành phương pháp theo khía cạnh thứ tư.

Theo khía cạnh thứ chín, sáng chế đề xuất thiết bị, bao gồm phương tiện để thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ ba, và/hoặc phương tiện được tạo cấu hình để khiến thiết bị người dùng thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ ba.

Theo khía cạnh thứ mười, sáng chế đề xuất thiết bị, bao gồm phương tiện để thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ tư, và/hoặc phương tiện được tạo cấu hình để khiến thiết bị người dùng thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ tư.

Theo khía cạnh thứ mười một, sáng chế đề xuất hệ thống máy tính bao gồm: một hoặc nhiều bộ xử lý; ít nhất một bộ phận lưu trữ dữ liệu, và một hoặc nhiều lệnh chương trình máy tính được thi hành bởi một hoặc nhiều bộ xử lý liên kết với ít nhất một bộ phận lưu trữ dữ liệu để thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ ba và/hoặc phương pháp theo khía cạnh thứ tư.

Mặc dù sáng chế được mô tả ở trên dựa vào ví dụ theo các hình vẽ kèm theo, nhưng rõ ràng rằng sáng chế không bị giới hạn ở đó mà có thể được cải biến theo một số cách nằm trong phạm vi của Yêu cầu bảo hộ kèm theo. Do đó, tất cả các từ và cụm từ sẽ được hiểu theo nghĩa rộng và nhằm minh họa, chứ không giới hạn, phương án này. Hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này là, do các tiến bộ khoa học, nên nội dung sáng tạo có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau. Ngoài ra, rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này rằng các phương án được mô tả có thể, nhưng không yêu cầu, kết hợp các phương án khác theo nhiều cách khác nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị để nâng cao hiệu suất truyền thông, bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một bộ nhớ bao gồm mã chương trình máy tính, trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính này được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý này, khiến thiết bị này thực hiện:

nhận truyền dẫn ở hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây từ thiết bị;

xác định các hệ số được liên kết với ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh của phần thu nhận này, trong đó các hệ số này ít nhất xác định một phần ma trận kết hợp;

lựa chọn một hệ số trong số các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, hệ số được lựa chọn là hệ số tham chiếu cho trạng thái phân cực yếu hơn;

xác định chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai cho hệ số tham chiếu, trong đó chỉ báo thứ nhất biểu thị vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp và chỉ báo thứ hai bao gồm giá trị biên độ được liên kết với hệ số tham chiếu;

báo cáo chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai đến thiết bị.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý, còn khiến thiết bị thực hiện:

báo cáo ánh xạ bit tương ứng với ma trận kết hợp đến thiết bị, ánh xạ bit này biểu thị các vị trí miền không gian và tần số của các hệ số này vượt quá ngưỡng định trước;

báo cáo chỉ báo thứ nhất đến thiết bị theo trình tự bao gồm các giá trị biên độ của các hệ số vượt quá ngưỡng định trước ngoại trừ hệ số có độ lớn lớn nhất, trong đó chỉ báo thứ nhất bao gồm giá trị định trước theo trình tự,

trong đó thứ tự của trình tự được xác định bởi ánh xạ bit, và vị trí của chỉ báo thứ nhất theo trình tự xác định vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp.

3. Thiết bị theo điểm 2, trong đó chỉ báo thứ hai được báo cáo ở vị trí định trước theo trình tự.

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý, còn khiến thiết bị thực hiện:

báo cáo chỉ báo thứ hai trong một trường, vị trí của nó độc lập với chỉ báo thứ nhất,

trong đó chỉ báo thứ hai biểu thị biên độ của hệ số tham chiếu đối với biên độ của hệ số có độ lớn lớn nhất.

5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó chỉ báo thứ hai được báo cáo trong một trường trong thông tin điều khiển đường lên.

6. Thiết bị theo điểm 1, trong đó hệ số tham chiếu là hệ số có biên độ lớn nhất trong các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn.

7. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này là thiết bị người dùng.

8. Thiết bị để nâng cao hiệu suất truyền thông, bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một bộ nhớ bao gồm mã chương trình máy tính, trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính này được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý này, khiến thiết bị thực hiện:

truyền trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây đến thiết bị;

nhận chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai từ thiết bị, chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai biểu diễn hệ số tham chiếu cho các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, các hệ số này liên kết với ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh, trong đó các hệ số này ít nhất xác định một phần ma trận kết hợp;

suy ra vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp dựa vào chỉ báo thứ nhất.

9. Thiết bị theo điểm 8, trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý, còn khiến thiết bị thực hiện:

nhận ánh xạ bit tương ứng với ma trận kết hợp từ thiết bị, ánh xạ bit này biểu thị các vị trí miền không gian và tần số của các hệ số này vượt quá ngưỡng định trước;

nhận chỉ báo thứ nhất từ thiết bị theo trình tự bao gồm các giá trị biên độ của các hệ số vượt quá ngưỡng định trước ngoại trừ hệ số có độ lớn lớn nhất, trong đó thứ tự của trình tự được xác định bởi ánh xạ bit, và trong đó chỉ báo thứ nhất bao gồm giá trị định trước theo trình tự; và

suy ra vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp còn dựa vào ánh xạ bit.

10. Thiết bị theo điểm 8, trong đó ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một bộ nhớ chứa mã chương trình máy tính, trong đó ít nhất một bộ nhớ và mã chương trình máy tính được tạo cấu hình, với ít nhất một bộ xử lý, khiến thiết bị này còn thực hiện:

nhận chỉ báo thứ hai trong một trường, vị trí của nó độc lập với chỉ báo thứ nhất, trong đó chỉ báo thứ hai biểu thị biên độ của hệ số tham chiếu đối với biên độ của hệ số có độ lớn lớn nhất;

suy ra độ lớn của hệ số tham chiếu dựa vào chỉ báo thứ hai.

11. Thiết bị theo điểm 8, trong đó hệ số tham chiếu là hệ số có biên độ lớn nhất trong các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn.

12. Phương pháp để nâng cao hiệu suất truyền thông, bao gồm các bước:

nhận, tại thiết bị người dùng, sự truyền dẫn trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây từ mạng;

xác định các hệ số được liên kết với ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh của phần thu nhận này, trong đó các hệ số này ít nhất xác định một phần ma trận kết hợp;

lựa chọn một hệ số trong số các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, hệ số được lựa chọn là hệ số tham chiếu cho trạng thái phân cực yếu hơn;

xác định chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai cho hệ số tham chiếu, trong đó chỉ báo thứ nhất biểu thị vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp và chỉ báo thứ hai bao gồm giá trị biên độ được liên kết với hệ số tham chiếu;

báo cáo chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai đến mạng.

13. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm các bước:

báo cáo ánh xạ bit tương ứng với ma trận kết hợp đến mạng, ánh xạ bit này biểu thị các vị trí miền không gian và tần số của các hệ số này vượt quá ngưỡng định trước;

báo cáo chỉ báo thứ nhất đến mạng theo trình tự bao gồm các giá trị biên độ của các hệ số vượt quá ngưỡng định trước ngoại trừ hệ số có độ lớn lớn nhất, trong đó chỉ báo thứ nhất bao gồm giá trị định trước theo trình tự,

trong đó thứ tự của trình tự được xác định bởi ánh xạ bit, và vị trí của chỉ báo thứ nhất theo trình tự xác định vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó chỉ báo thứ hai được báo cáo ở vị trí định trước theo trình tự.

15. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm các bước:

báo cáo chỉ báo thứ hai trong một trường, vị trí của nó độc lập với chỉ báo thứ nhất, trong đó chỉ báo thứ hai biểu thị biên độ của hệ số tham chiếu đối với biên độ của hệ số có độ lớn lớn nhất.

16. Phương pháp theo điểm 12, trong đó chỉ báo thứ hai được báo cáo trong một trường trong thông tin điều khiển đường lên.

17. Phương pháp theo điểm 12, trong đó hệ số tham chiếu là hệ số có độ lớn lớn nhất trong các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn.

18. Phương pháp để nâng cao hiệu suất truyền thông, bao gồm các bước:

truyền, tại nút mạng, trên hai trạng thái phân cực khác nhau qua kênh không dây đến thiết bị;

nhận chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai từ thiết bị, chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai biểu diễn hệ số tham chiếu cho các hệ số của trạng thái phân cực yếu hơn, các hệ số này liên kết với ma trận tiền mã hóa dựa vào các số đo kênh, trong đó các hệ số này ít nhất xác định một phần ma trận kết hợp;

suy ra vị trí của hệ số tham chiếu trong ma trận kết hợp dựa vào chỉ báo thứ nhất.

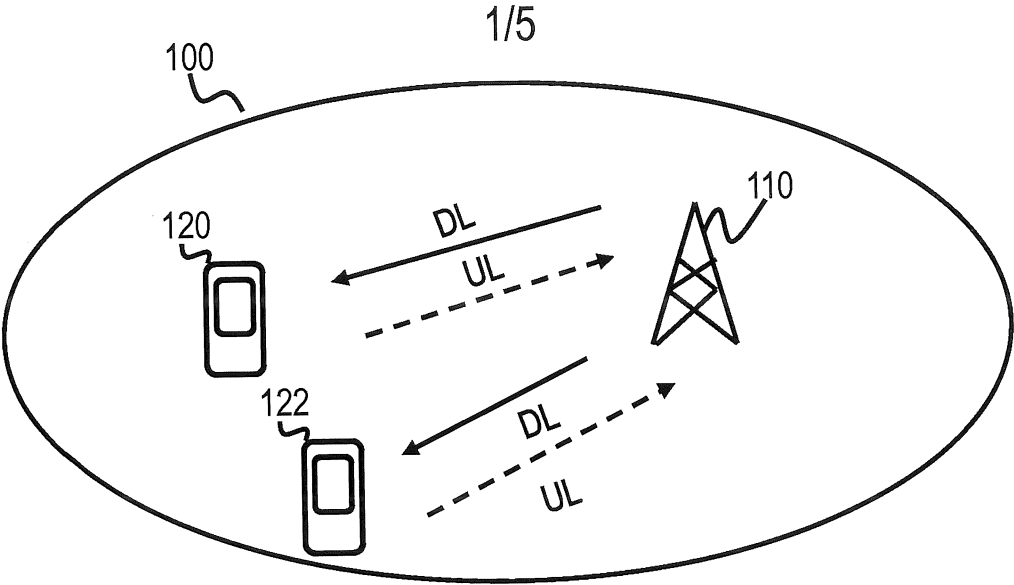


FIG. 1

M thành phần FD

Các thành phần SD L Phân cực ngang		0	$C_{0,1}$	0	0	0	0	0
		0	$C_{1,1} = C_{l^*, m^*}$	0	0	0	0	0
		0	0	0	$C_{2,3}$	0	0	0
		0	0	$C_{3,2}$	0	0	0	0
L Phân cực dọc		$C_{4,0}$	$C_{4,1}$	0	0	0	0	0
		0	$C_{5,1}$	$C_{5,2}$	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	$C_{6,6}$
		0	0	0	0	0	$C_{7,5}$	0

FIG. 2A

2/5

Ánh xạ bit

0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0

FIG. 2B

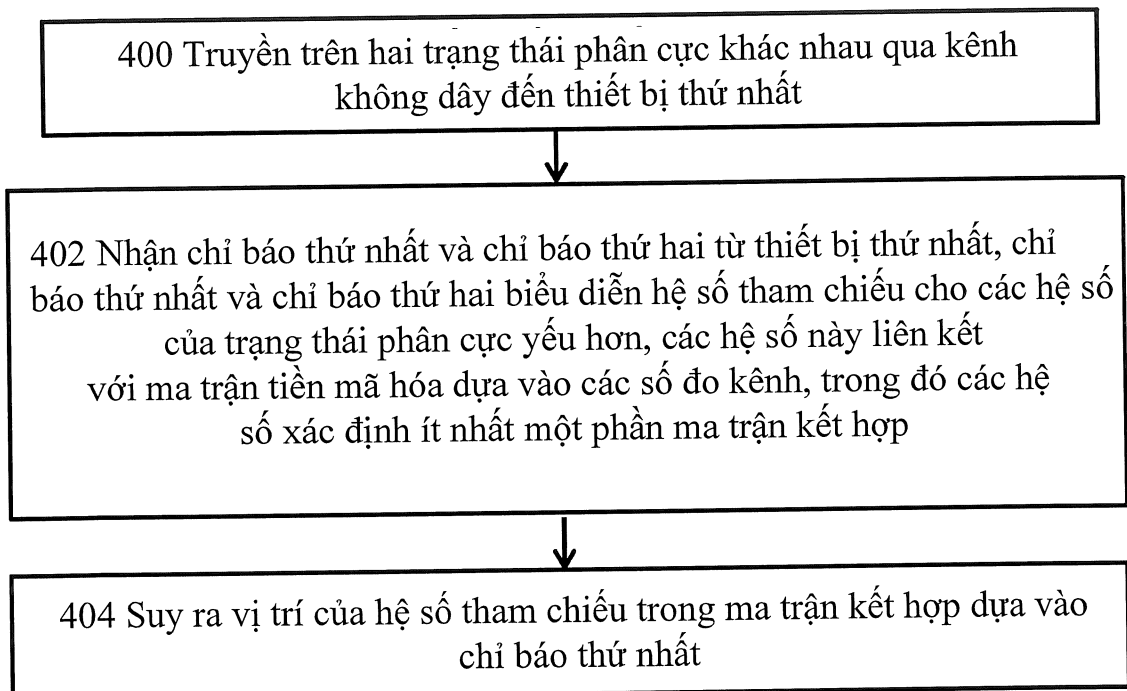


FIG. 4

3/5

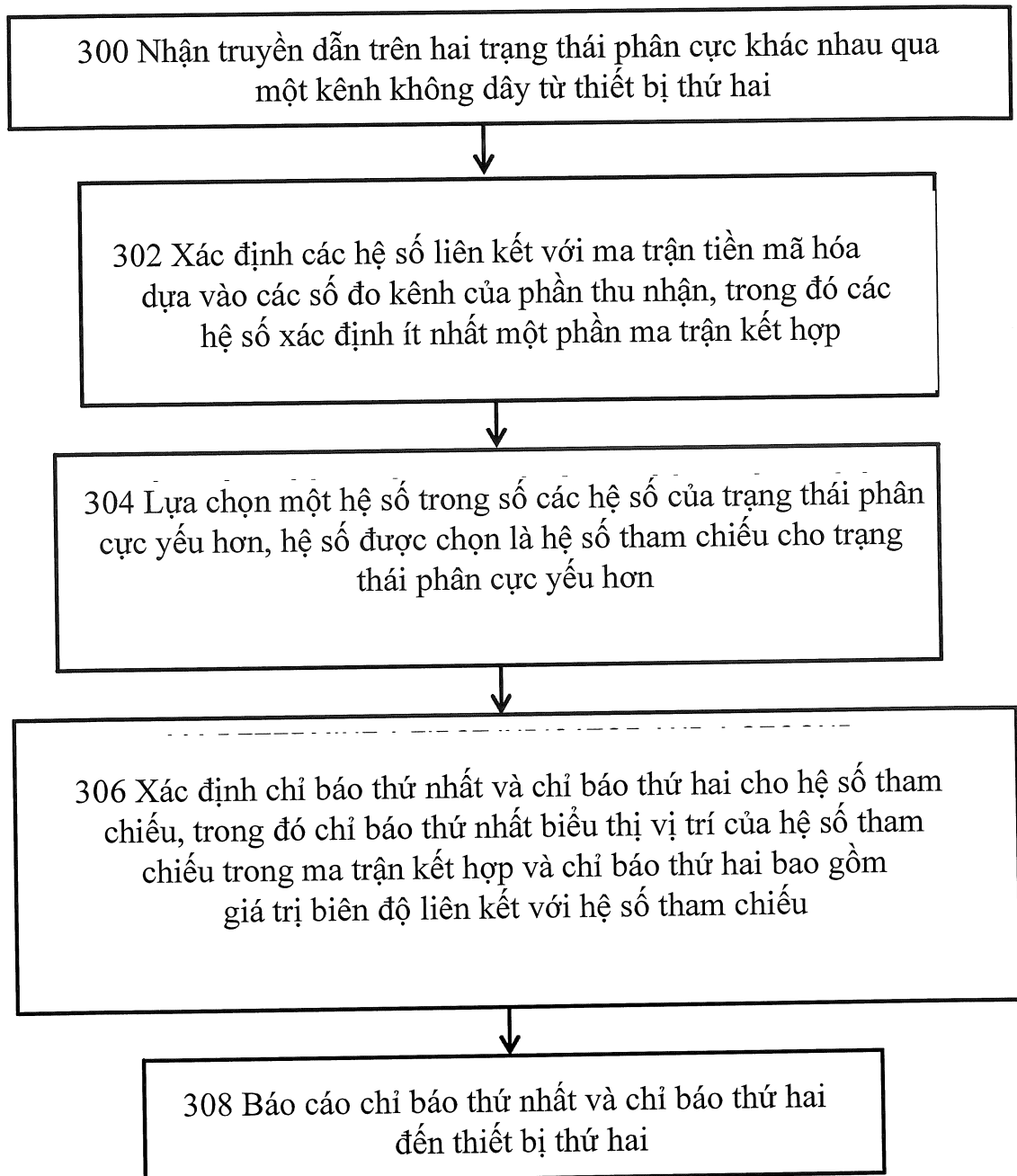


FIG. 3

4/5

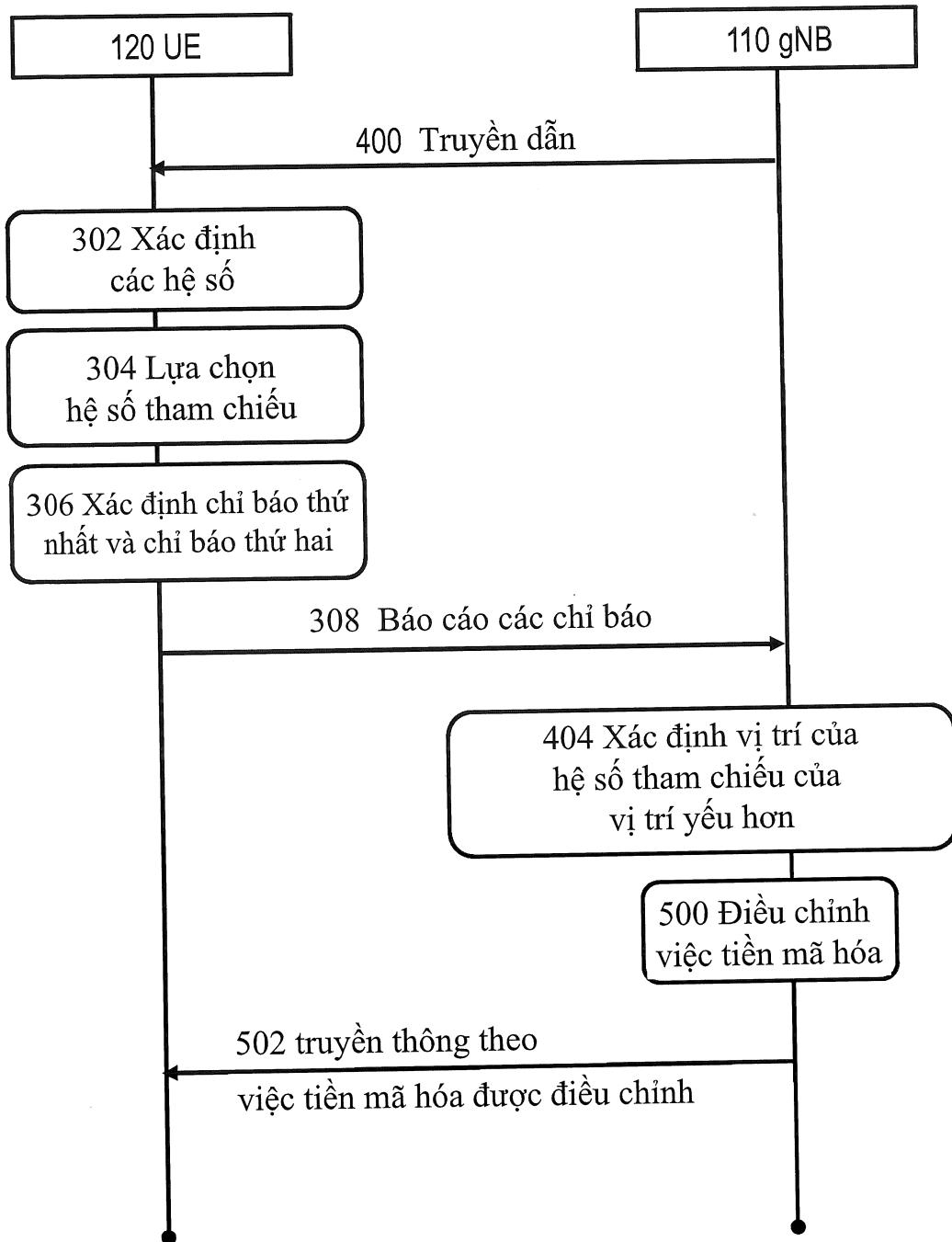


FIG. 5

5/5

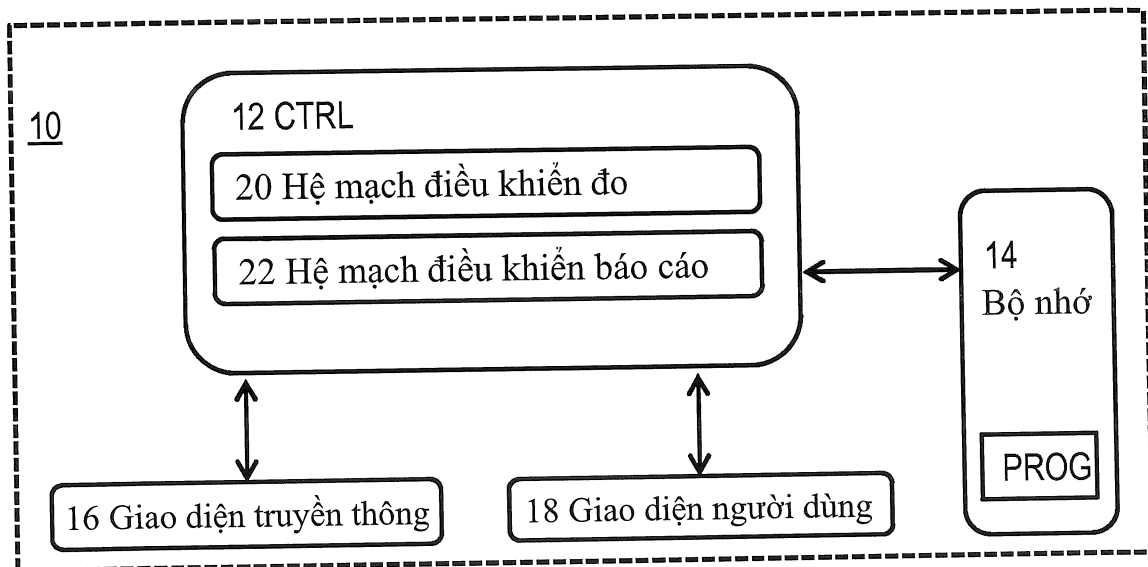


FIG. 6

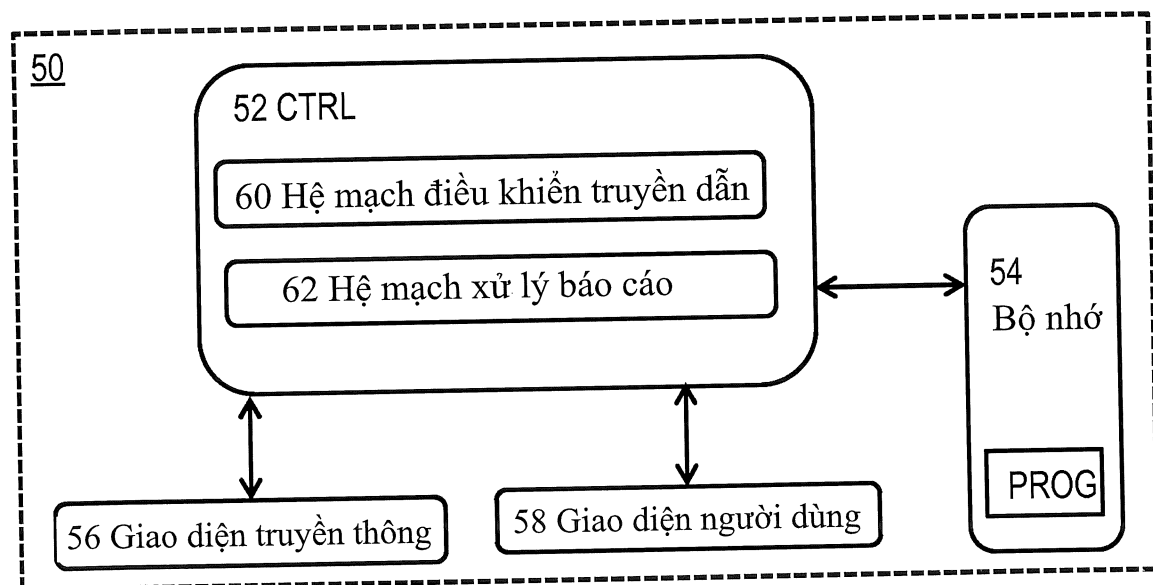


FIG. 7