



(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)



1-0034072

(51)⁷ H04L 1/06; H04L 5/00; H04L 25/02

(13) B

(21) 1-2019-01565

(22) 27/11/2018

(86) PCT/KR2018/014708 27/11/2018

(87) WO/2019/107873 06/06/2019

(30) 62/591,727 28/11/2017 US; 10-2018-0045456 19/04/2018 KR

(45) 25/11/2022 416

(43) 26/08/2019 377A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

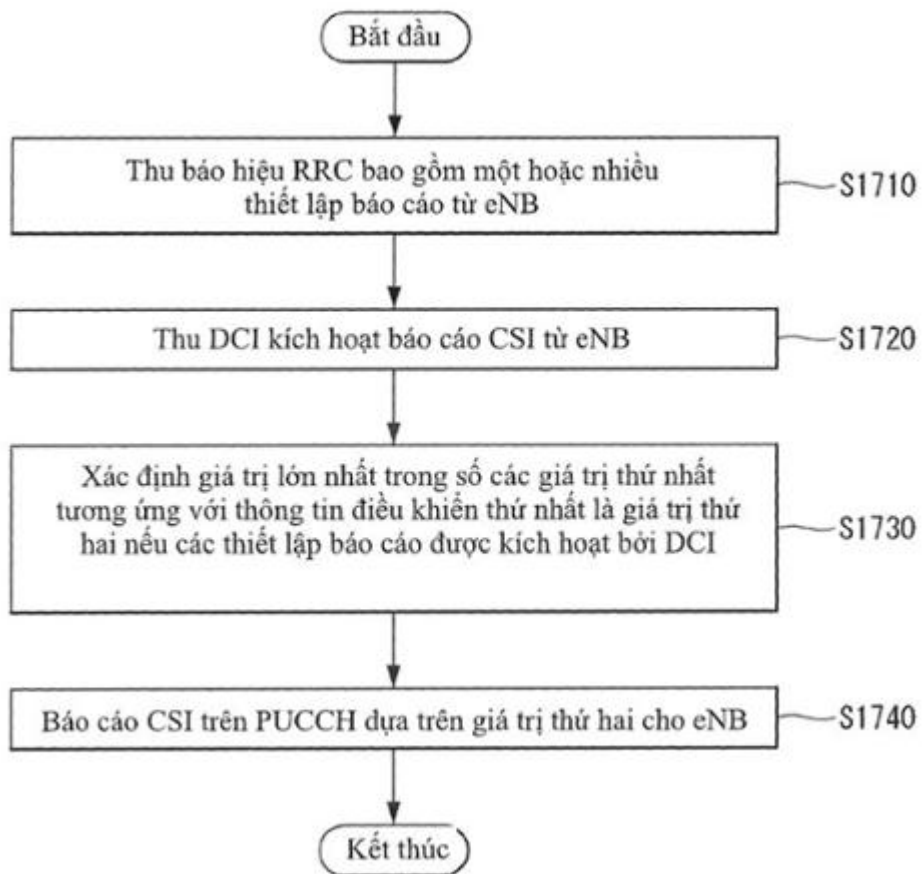
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu, Seoul 07336 Republic of Korea

(72) KIM, Hyungtae (KR); KANG, Jiwon (KR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP BÁO CÁO THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH TRONG HỆ
THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp báo cáo, bởi UE (thiết bị người dùng - user equipment), CSI (thông tin trạng thái kênh - Channel State Information) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm: thu, từ trạm gốc, báo hiệu RRC (điều khiển tài nguyên vô tuyến - radio resource control) mà bao gồm các thiết lập báo cáo, trong đó mỗi thiết lập báo cáo bao gồm danh sách các giá trị thứ nhất tương ứng thể hiện các độ dịch thời gian để truyền báo cáo CSI, tạo ra các danh sách của các giá trị thứ nhất; thu, từ trạm gốc, DCI (thông tin điều khiển đường xuống - downlink control information) kích hoạt báo cáo CSI, trong đó DCI bao gồm giá trị chỉ số liên quan đến ở thời điểm mà để truyền báo cáo CSI trên PUSCH (kênh chia sẻ đường lên vật lý - physical uplink shared channel; xác định, dựa trên DCI, các đường vào danh sách; xác định giá trị thứ hai mà là lớn nhất trong số các đường vào danh sách; và truyền, đến trạm gốc, báo cáo CSI trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến thiết bị người dùng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến truyền thông không dây, và cụ thể là đề cập đến phương pháp báo cáo thông tin trạng thái kênh (CSI- Channel State Information) và thiết bị hỗ trợ phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông di động được phát triển chung để cung cấp các dịch vụ giọng nói trong khi đảm bảo tính di động người dùng. Các hệ thống truyền thông di động như vậy dần mở rộng phạm vi từ các dịch vụ giọng nói qua các dịch vụ dữ liệu lên thành các dịch vụ dữ liệu tốc độ cao. Tuy nhiên, vì các hệ thống truyền thông di động hiện tại bị thiếu hụt tài nguyên và người dùng yêu cầu các dịch vụ tốc độ cao hơn, sự phát triển của các hệ thống truyền thông di động phát triển hơn được yêu cầu.

Các yêu cầu của hệ thống truyền thông di động thế hệ tiếp theo có thể bao gồm việc hỗ trợ lưu lượng dữ liệu lớn, sự gia tăng đáng kể trong việc chuyển tốc độ của mỗi người dùng, vị trí của số lượng ngày càng tăng các thiết bị kết nối, độ trễ đầu cuối rất thấp, và hiệu quả năng lượng cao. Đến cuối cùng, các kỹ thuật khác nhau, như là phát triển ô nhỏ, kết nối kép, đa đầu vào đa đầu ra lớn (MIMO- multiple input multiple output), song công hoàn toàn trong băng, đa truy nhập không trực giao (NOMA- non-orthogonal multiple access), hỗ trợ băng siêu rộng, và mạng thiết bị, được nghiên cứu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Sáng chế đề xuất phương pháp xác định độ dịch khe được kết hợp với báo cáo CSI khi các thiết lập báo cáo được kích hoạt bởi DCI.

Các mục tiêu kỹ thuật của sáng chế không được giới hạn ở các mục tiêu

kỹ thuật nêu trên, và các mục tiêu kỹ thuật khác, mà không được đề cập đến ở trên, sẽ được lưu ý bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật từ phần mô tả sau đây.

Cách thức giải quyết vấn đề

Sáng chế đề xuất phương pháp truyền và thu CSI-RS trong hệ thống truyền thông không dây.

Cụ thể hơn, phương pháp được thực hiện bởi thiết bị người dùng (UE-user equipment) bao gồm thu, từ trạm gốc, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC- radio resource control) mà bao gồm các thiết lập báo cáo, trong đó mỗi thiết lập báo cáo bao gồm danh sách các giá trị thứ nhất tương ứng thể hiện các độ dịch thời gian để truyền báo cáo CSI, tạo ra các danh sách các giá trị thứ nhất; thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (DCI- downlink control information) mà kích hoạt báo cáo CSI, trong đó DCI bao gồm giá trị chỉ số liên quan đến thời điểm mà truyền báo cáo CSI trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH- physical uplink shared channel); xác định, dựa trên DCI, các đường vào danh sách bằng cách xác định, cho mỗi danh sách trong các danh sách của các giá trị thứ nhất, đường vào danh sách tương ứng mà được lập chỉ mục trong danh sách dựa trên giá trị chỉ số; xác định giá trị thứ hai mà là lớn nhất trong số các đường vào danh sách; và truyền, đến trạm gốc, báo cáo CSI trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai.

Cũng vậy, theo sáng chế, báo cáo CSI bao gồm báo cáo CSI không định kỳ.

Cũng vậy, theo sáng chế, việc thu DCI bao gồm thu DCI trên khe n , và truyền báo cáo CSI bao gồm truyền báo cáo CSI trên khe $n + 1$ (giá trị thứ hai).

Cũng vậy, theo sáng chế, giá trị chỉ số được biểu diễn bởi 2 bit, và giá trị chỉ số được biểu diễn bởi một trong số 00, 01, 10 hoặc 11.

Cũng như vậy, theo sáng chế, giá trị chỉ số của 00 tương ứng với đường vào thứ nhất trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ

số của 01 tương ứng với đường vào thứ hai trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ số của 10 tương ứng với đường vào thứ ba trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, và giá trị chỉ số 11 tương ứng với đường vào thứ tư trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất.

Cũng như vậy, theo sáng chế, giá trị chỉ số lớn hơn hoặc bằng không, và mỗi đường vào danh sách được lập chỉ mục trong danh sách tương ứng của các giá trị thứ nhất ở vị trí tương ứng với $1 + (\text{index value})$ trong danh sách.

Cũng như vậy, thiết bị người dùng (UE) được cấu hình để báo cáo thông tin trạng thái kênh (CSI) trong hệ thống truyền thông không dây, UE bao gồm: môđun tần số vô tuyến (RF- radio frequency); ít nhất một bộ xử lý; và ít nhất một bộ nhớ máy tính có hoạt động kết nối được với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ các lệnh mà, khi được thực hiện, khiến cho ít nhất một bộ xử lý thực hiện các hành động bao gồm: thu, từ trạm gốc, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) mà bao gồm các thiết lập báo cáo, trong đó mỗi thiết lập báo cáo bao gồm danh sách các giá trị thứ nhất tương ứng thể hiện các độ dịch thời gian để truyền báo cáo CSI, tạo ra các danh sách của các giá trị thứ nhất; thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) mà kích hoạt báo cáo CSI, trong đó DCI bao gồm giá trị chỉ số liên quan đến thời điểm mà ở đó truyền báo cáo CSI trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH); xác định, dựa trên DCI, các đường vào danh sách bằng cách xác định, cho mỗi danh sách trong các danh sách của các giá trị thứ nhất, đường vào danh sách tương ứng mà được lập chỉ mục trong danh sách dựa trên giá trị chỉ số; xác định giá trị thứ hai mà là lớn nhất trong số các đường vào danh sách; và truyền, đến trạm gốc, báo cáo CSI trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, khi các thiết lập báo cáo được kích hoạt bởi DCI, giá trị lớn nhất trong số các giá trị của độ dịch khe (được liên kết với báo cáo CSI có

trong mỗi thiết lập báo cáo) tương ứng với DCI xác định độ dịch khe liên kết với báo cáo CSI, và kết quả là, UE có thể thực hiện báo cáo CSI một cách bình thường.

Các ưu điểm mà có thể có được theo sáng chế không được giới hạn đến các hiệu quả nêu trên và các ưu điểm không được đề cập đến khác sẽ được hiểu rõ ràng bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật từ phần mô tả sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, mà có ở đây như một phần của việc mô tả chi tiết để giúp hiểu về sáng chế, cung cấp các phương án của sáng chế và mô tả các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế với phần mô tả chi tiết dưới đây.

Fig.1 minh họa một ví dụ về cấu trúc hệ thống tổng thể của NR mà phương pháp được đề xuất bởi bản mô tả này có thể được áp dụng.

Fig.2 minh họa mối liên hệ giữa khung đường lên và khung đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây mà phương pháp được đề xuất bởi bản mô tả này có thể được áp dụng.

Fig.3 minh họa một ví dụ về lưới tài nguyên được hỗ trợ bởi hệ thống truyền thông không dây mà phương pháp được đề xuất bởi bản mô tả này có thể được áp dụng.

Fig.4 minh họa một ví dụ của cấu trúc khung con độc lập mà phương pháp được đề xuất bởi bản mô tả này có thể được áp dụng.

Fig.5 minh họa mô hình bộ thu phát trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế có thể được áp dụng.

Fig.6 là lưu đồ minh họa một ví dụ của quy trình CSI có liên quan.

Fig.7 minh họa một ví dụ của thời điểm mà tại đó CSI-RS theo chu kỳ được thu.

FIG. 8 và 9 minh họa ví dụ khác của việc định thời mà tại đó CSI-RS theo chu kỳ được thu.

Fig.10 minh họa một ví dụ của phương pháp để đo CSI bằng cách sử dụng AP CSI-RS.

Fig.11 minh họa một ví dụ của phương pháp khác để đo CSI bằng cách sử dụng AP CSI-RS.

Fig.12 minh họa một ví dụ của việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho một CSI được đề xuất bởi sáng chế.

Fig.13 minh họa một ví dụ của việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho một CSI có CSI-RS theo chu kỳ được đề xuất bởi sáng chế.

FIG. 14 và 15 minh họa các ví dụ về phương pháp xác định độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI được đề xuất bởi sáng chế.

Fig.16 minh họa việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho một CSI có CSI-RS không định kỳ được đề xuất bởi sáng chế.

FIG.17 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp hoạt động của UE mà thực hiện báo cáo CSI được đề xuất bởi sáng chế.

FIG.18 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp hoạt động của eNB mà thu báo cáo CSI được đề xuất bởi sáng chế.

Fig.19 minh họa sơ đồ khối của thiết bị truyền thông không dây mà các phương pháp được đề xuất theo sáng chế có thể được áp dụng.

Fig.20 minh họa sơ đồ khối của thiết bị truyền thông theo phương án của sáng chế.

Fig.21 là sơ đồ minh họa ví dụ khác của môđun RF của thiết bị truyền thông không dây mà phương pháp được đề xuất bởi sáng chế có thể được áp dụng.

Fig.22 là sơ đồ minh họa ví dụ khác của môđun RF của thiết bị truyền thông không dây mà phương pháp được đề xuất bởi sáng chế có thể được áp dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần dưới đây, các phương án ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả

một cách chi tiết có viện dẫn tới bộ hình vẽ kèm theo. Phần mô tả chi tiết được bộc lộ dưới đây có viện dẫn tới bộ hình vẽ kèm theo nhằm mục đích mô tả các phương án minh họa của sáng chế nhưng không nhằm để thể hiện phương án riêng của sáng chế. Phần mô tả chi tiết dưới đây bao gồm các chi tiết cụ thể để cung cấp việc hiểu sáng chế một cách hoàn toàn. Tuy nhiên, cần được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng sáng chế có thể được thể hiện mà không cần chi tiết cụ thể được đưa ra.

Trong một vài trường hợp, để tránh việc làm thiếu ý chính của sáng chế, các cấu trúc và thiết bị đã biết có thể được bỏ qua hoặc có thể được mô tả dưới dạng sơ đồ khối đối với các chức năng lõi của từng cấu trúc và thiết bị.

Trạm gốc theo tài liệu này liên quan đến nút thiết bị đầu cuối của mạng, mà thực hiện truyền thông trực tiếp với UE. Trong tài liệu này, các thao tác cụ thể có liên quan mà cần được thực hiện bởi trạm gốc có thể được thực hiện bởi nút trên của trạm gốc phụ thuộc vào các trường hợp. Nói cách khác, hiển nhiên rằng trong mạng gồm có các nút mạng bao gồm trạm gốc, các thao tác khác nhau được thực hiện cho truyền thông với UE có thể được thực hiện bởi trạm gốc hoặc bởi các nút mạng ngoài trạm gốc. Thuật ngữ trạm gốc (BS) có thể được thay thế bằng thuật ngữ như trạm cố định, Nút B, Nút B cải tiến (eNB), Hệ thống thu phát gốc (BTS), Điểm truy nhập (AP), hoặc NB chung (gNB). Cũng vậy, thiết bị đầu cuối có thể được cố định hoặc di động; và thuật ngữ có thể được thay thế bằng thuật ngữ như thiết bị người dùng (UE), Trạm di động (MS), Thiết bị đầu cuối người dùng (UT), Trạm thuê bao di động (MSS), Trạm thuê bao (SS), Trạm di động phát triển (AMS), Thiết bị đầu cuối không dây (WT), thiết bị truyền thông kiểu máy (MTC), thiết bị máy đến máy (M2M), hoặc thiết bị thiết bị-tới-thiết bị (D2D).

Trong phần sau đây, đường xuống (DL) đề cập đến việc truyền thông từ trạm gốc đến thiết bị đầu cuối, trong khi đó đường lên (UL) đề cập đến việc truyền thông từ thiết bị đầu cuối đến trạm gốc. Trong truyền đường xuống, bộ

truyền có thể là một phần của trạm gốc, và bộ thu có thể là một phần của thiết bị đầu cuối. Một cách tương tự, trong truyền đường lên, bộ truyền có thể là một phần của thiết bị đầu cuối, và bộ thu có thể là một phần của trạm gốc.

Các thuật ngữ cụ thể được sử dụng trong phần mô tả sau đây được đưa ra để giúp hiểu về sáng chế, và các thuật ngữ cụ thể này có thể được sử dụng theo các cách khác nhau miễn là không nằm ngoài phạm vi kỹ thuật của sáng chế.

Kỹ thuật được mô tả sau đây có thể được sử dụng cho các kiểu hệ thống truy nhập không dây khác nhau dựa trên Đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA), Đa truy nhập phân chia theo tần số (FDMA), Đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA), Đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA), Đa truy nhập phân chia theo tần số sóng mang đơn (SC-FDMA), hoặc Đa truy nhập không trực giao (NOMA). CDMA có thể được thực hiện bởi kỹ thuật vô tuyến này là Truy nhập vô tuyến mặt đất toàn cầu (UTRA) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được thực hiện bởi kỹ thuật vô tuyến này là Hệ thống toàn cầu dùng cho truyền thông di động (GSM), dịch vụ vô tuyến gói chung (GPRS), hoặc Tốc độ dữ liệu được nâng cao cho việc phát triển GSM (EDGE). OFDMA có thể được thực hiện bởi kỹ thuật vô tuyến này là IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, hoặc UTRA phát triển (E-UTRA). UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS). Phát triển dài hạn (LTE) trong Dự án thế hệ thứ ba (3GPP) là một phần của UMTS phát triển (E-UMTS) mà sử dụng E-UTRA, sử dụng OFDMA cho đường lên và SC-FDMA cho việc truyền đường lên. LTE-A (phát triển) là phiên bản cải tiến của hệ thống 3GPP LTE.

5G NR xác định việc truyền phát băng rộng di động cải tiến (eMBB - Enhanced Mobile BroadBand) (eMBB), truyền thông kiểu máy lớn (mMTC), truyền thông cực kỳ đáng tin cậy và độ trễ thấp (URLLC), và xe cộng-đến-vận vật (V2X) phụ thuộc vào các kịch bản sử dụng.

Và tiêu chuẩn 5G NR được chia thành các chế độ độc lập (SA) và không

độc lập (NSA) theo việc cùng tồn tại giữa hệ thống NR và hệ thống LTE.

Và 5G NR hỗ trợ khoảng cách sóng mang con khác nhau và hỗ trợ CP-OFDM cho truyền dẫn đường xuống trong khi CP-OFDM và DFT-s-OFDM (SC-OFDM) cho truyền dẫn đường lên.

Các phương án của sáng chế có thể được hỗ trợ bởi các tài liệu tiêu chuẩn được bộc lộ cho ít nhất một hệ thống truy nhập không dây như là IEEE 802, 3GPP, và 3GPP2. Nói cách khác, các bước này hoặc các phần trong các phương án của sáng chế không được mô tả để minh họa rõ các nguyên tắc kỹ thuật của sáng chế có thể được sao lưu bởi các tài liệu được đề cập trước đây. Cũng vậy, tất cả các thuật ngữ được bộc lộ trong tài liệu này có thể được mô tả bởi các tài liệu tiêu chuẩn được đề cập đến trước đây.

Đối với mục đích làm rõ, phần mô tả được đưa ra chủ yếu đối với 3GPP LTE/LTE-A, nhưng các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở hệ thống cụ thể.

Định nghĩa của các thuật ngữ

eLTE eNB: eLTE eNB là phát triển của eNB mà hỗ trợ kết nối cho EPC và NGC.

gNB: Nút hỗ trợ NR ngoài kết nối với NGC

RAN mới: Mạng truy nhập vô tuyến mà hỗ trợ NR hoặc E-UTRA hoặc tương tác với NGC

Ngăn mạng: Ngăn mạng là mạng được xác định bởi nhà mạng để cung cấp giải pháp tối ưu hóa cho kịch bản thị trường cụ thể mà yêu cầu yêu cầu cụ thể cùng với phạm vi liên thiết bị đầu cuối.

Chức năng mạng: Chức năng mạng là nút logic trong hạ tầng mạng mà có giao diện phía ngoài đã được xác định và thao tác chức năng đã được xác định.

NG-C: Giao diện mặt phẳng điều khiển được sử dụng cho điểm tham chiếu NG2 giữa RAN mới và NGC

NG-U: Giao diện mặt phẳng người dùng được sử dụng cho điểm tham chiếu NG3 giữa RAN mới và NGC

NR không đứng một mình: Cấu hình triển khai mà trong đó gNB yêu cầu LTE eNB là phần neo cho sự kết nối mặt phẳng điều khiển với EPC hoặc yêu cầu eLTE eNB làm phần neo cho sự kết nối mặt phẳng điều khiển với NGC

E-UTRA không đứng một mình: Cấu hình triển khai eLTE eNB yêu cầu gNB làm phần neo cho sự kết nối mặt phẳng điều khiển với NGC.

Cổng mặt phẳng người dùng: Điểm thiết bị đầu cuối của giao diện NG-U

Tham số số học: tương ứng với một khoảng cách sóng mang con trong miền tần số. Tham số số học khác nhau có thể được xác định bằng cách biến đổi tỷ lệ khoảng cách sóng mang con tham chiếu bởi số nguyên N.

NR: Truy nhập vô tuyến NR hoặc Vô tuyến mới

Hệ thống chung

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về cấu trúc tổng thể của hệ thống vô tuyến mới (NR) mà phương pháp được đề xuất bởi sáng chế có thể được thực hiện.

Viện dẫn tới Fig.1, NG-RAN bao gồm các gNB mà cung cấp mặt phẳng người dùng NG-RAN (lớp con AS mới/PDCP/RLC/MAC/PHY) và thiết bị đầu cuối giao thức mặt phẳng điều khiển (RRC) cho UE (thiết bị người dùng).

Các gNB được kết nối với nhau qua giao diện Xn.

Các gNB cũng được kết nối với NGC qua giao diện NG.

Cụ thể hơn, các gNB được kết nối với Chức năng quản lý di động và truy nhập (AMF) qua giao diện N2 và chức năng mặt phẳng người dùng (UPF) qua giao diện N3.

NR (New Rat) tham số số học và cấu trúc khung

Trong hệ thống NR, các tham số số học có thể được hỗ trợ. Các tham số số học có thể được xác định bởi khoảng cách sóng mang con và phần đầu CP (tiền tố vòng). Khoảng cách giữa các sóng mang con có thể được đưa tới bằng

cách biến đổi tỷ lệ khoảng cách sóng mang con gốc thành số nguyên N (hoặc μ). Ngoài ra, mặc dù khoảng cách sóng mang con rất ngắn được giả thiết là không cần được sử dụng ở tần số sóng mang con rất cao, tham số số học cần được sử dụng có thể được lựa chọn độc lập với băng tần số.

Ngoài ra, trong hệ thống NR, các cấu trúc khung theo các tham số số học có thể được hỗ trợ.

Sau đây, tham số số học ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) và cấu trúc khung, mà có thể được xét đến trong hệ thống NR, sẽ được mô tả.

Các tham số số học OFDM được hỗ trợ trong hệ thống NR có thể được xác định trong Bảng 1.

Bảng 1

μ	$\Delta f = 2^\mu \cdot 15$ [kHz]	Tiền tố vòng
0	15	Bình thường
1	30	Bình thường
2	60	Bình thường, Mở rộng
3	120	Bình thường
4	240	Bình thường
5	480	Bình thường

Liên quan đến cấu trúc khung trong hệ thống NR, kích cỡ của các trường khác nhau trong miền thời gian được thể hiện là bội số của đơn vị thời gian của $T_s = 1/(\Delta f_{\max} \cdot N_f)$. Trong trường hợp này, $\Delta f_{\max} = 480 \cdot 10^3$, và $N_f = 4096$. Việc truyền DL và UL được cấu hình như khung vô tuyến có phần $T_f = (\Delta f_{\max} N_f / 100) \cdot T_s = 10 \text{ ms}$. Khung vô tuyến bao gồm mười khung con mỗi khung con có phần $T_{sf} = (\Delta f_{\max} N_f / 1000) \cdot T_s = 1 \text{ ms}$. Trong trường hợp này, có thể là tập khung UL và tập khung DL.

Fig.2 minh họa mối liên hệ giữa khung UL và khung DL trong hệ thống truyền thông không dây mà phương pháp được đề xuất bởi sáng chế có thể được thực hiện.

Như được minh họa trên Fig.2, số khung UL I từ thiết bị người dùng (UE) cần được truyền $T_{TA} = N_{TA}T_s$ trước khi bắt đầu khung DL tương ứng trong UE.

Liên quan đến tham số số học μ , các khe được đánh số theo thứ tự tăng dần của $n_s^\mu \in \{0, \dots, N_{\text{subframe}}^{\text{slots}, \mu} - 1\}$ trong khung con, và theo thứ tự tăng dần của $n_{s,f}^\mu \in \{0, \dots, N_{\text{frame}}^{\text{slots}, \mu} - 1\}$ trong khung vô tuyến. Một khe bao gồm các ký tự OFDM tiếp theo của N_{symb}^μ , và N_{symb}^μ được xác định phụ thuộc vào tham số số học khi sử dụng và cấu hình khe. Sự bắt đầu của các khe n_s^μ trong khung con được căn thẳng tạm thời với sự bắt đầu của các ký tự OFDM $n_s^\mu N_{\text{symb}}^\mu$ trong cùng một khung con.

Không phải tất cả các UE có thể truyền và thu cùng thời điểm, và điều này có nghĩa rằng không phải tất cả các ký tự OFDM trong khe DL hoặc khe UL có sẵn cần được sử dụng.

Bảng 2 thể hiện số lượng các ký tự OFDM trên mỗi khe dùng cho CP thông thường trong tham số số học μ , và Bảng 3 thể hiện số lượng các ký tự OFDM trên mỗi khe cho CP mở rộng trong tham số số học μ .

Bảng 2

μ	Cấu hình khe					
	0			1		
	N_{symb}^μ	$N_{\text{frame}}^{\text{slots}, \mu}$	$N_{\text{subframe}}^{\text{slots}, \mu}$	N_{symb}^μ	$N_{\text{frame}}^{\text{slots}, \mu}$	$N_{\text{subframe}}^{\text{slots}, \mu}$
0	14	10	1	7	20	2
1	14	20	2	7	40	4
2	14	40	4	7	80	8
3	14	80	8	-	-	-
4	14	160	16	-	-	-
5	14	320	32	-	-	-

Bảng 3

μ	Cấu hình khe					
	0			1		
	N_{symb}^{μ}	$N_{\text{frame}}^{\text{slots},\mu}$	$N_{\text{subframe}}^{\text{slots},\mu}$	N_{symb}^{μ}	$N_{\text{frame}}^{\text{slots},\mu}$	$N_{\text{subframe}}^{\text{slots},\mu}$
0	12	10	1	6	20	2
1	12	20	2	6	40	4
2	12	40	4	6	80	8
3	12	80	8	-	-	-
4	12	160	16	-	-	-
5	12	320	32	-	-	-

Tài nguyên vật lý NR

Liên quan đến các tài nguyên vật lý trong hệ thống NR, cổng anten, lưới tài nguyên, phân tử tài nguyên, khối tài nguyên, phần sóng mang, v.v. có thể được xét đến.

Sau đây, các tài nguyên vật lý nêu trên có khả năng được xét đến trong hệ thống NR sẽ được mô tả chi tiết hơn.

Đầu tiên, liên quan đến cổng anten, cổng anten được xác định như kênh qua ký tự trên một cổng anten được truyền có thể được suy ra từ kênh khác thông qua ký tự trên cùng một cổng anten được truyền. Khi tính chất biến đổi tỷ lệ lớn của kênh được thu thông qua ký tự trên một cổng anten có thể được suy ra từ kênh khác qua ký tự trên cổng anten khác được truyền, hai cổng anten có thể nằm trong quan hệ QC/QCL (gần như cùng định vị hoặc gần như cùng vị trí). Ở đây, tính chất biến đổi tỷ lệ lớn có thể bao gồm ít nhất một lan truyền độ trễ, lan truyền Doppler, độ dịch Doppler, sự tăng lên trung bình, và độ trễ trung bình.

Fig.3 minh họa ví dụ về lưới tài nguyên được hỗ trợ trong hệ thống truyền thông không dây mà phương pháp được đề xuất bởi bản mô tả này có thể được thực hiện.

Viện dẫn tới Fig.3, lưới tài nguyên bao gồm $N_{\text{RB}}^{\mu} N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ sóng mang con

trong miền tần số, mỗi khung con bao gồm $14 \cdot 2\mu$ các ký tự OFDM, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Trong hệ thống NR, tín hiệu được truyền được mô tả bởi một hoặc nhiều lưới tài nguyên, bao gồm $N_{\text{RB}}^{\mu} N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ sóng mang con, và $2^{\mu} N_{\text{symb}}^{(\mu)}$ các ký tự OFDM. Ở đây, $N_{\text{RB}}^{\mu} \leq N_{\text{RB}}^{\text{max}, \mu}$. $N_{\text{RB}}^{\text{max}, \mu}$ nêu trên chỉ báo bằng thông truyền lớn nhất, và có thể thay đổi không chỉ giữa các tham số số học, mà còn giữa UL và DL.

Trong trường hợp này, như được minh họa trên Fig.3, một lưới tài nguyên có thể được cấu hình cho tham số số học μ và cổng anten p.

Mỗi phần tử trong lưới tài nguyên cho tham số số học μ và cổng anten p được chỉ báo là phần tử tài nguyên, và có thể chỉ được nhận dạng bởi cặp chỉ số $(k, \bar{l})$. Ở đây, $k = 0, \dots, N_{\text{RB}}^{\mu} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - 1$ là chỉ số trong miền tần số, và $\bar{l} = 0, \dots, 2^{\mu} N_{\text{symb}}^{(\mu)} - 1$ chỉ báo vị trí của ký tự trong khung con. Để chỉ báo phần tử tài nguyên trong khe, cặp chỉ số $(k, \bar{l})$ được sử dụng. Ở đây, $\bar{l} = 0, \dots, N_{\text{symb}}^{\mu} - 1$.

Phần tử tài nguyên $(k, \bar{l})$ cho tham số số học μ và cổng anten p tương ứng với giá trị phức tạp $a_{k, \bar{l}}^{(p, \mu)}$. Khi không có nguy cơ nhầm lẫn hoặc khi cổng anten hoặc tham số số học cụ thể được xác định cụ thể, các chỉ số p và μ có thể được giảm và nhờ đó giá trị phức tạp có thể trở thành $a_{k, \bar{l}}^{(p)}$ hoặc $a_{k, \bar{l}}$.

Ngoài ra, khối tài nguyên vật lý được xác định là $N_{\text{sc}}^{\text{RB}} = 12$ sóng mang con tiếp theo trong miền tần số. Trong miền tần số, các khối tài nguyên vật lý có thể được đánh số từ 0 đến $N_{\text{RB}}^{\mu} - 1$. Ở điểm này, mối liên hệ giữa số khối tài nguyên vật lý n_{PRB} và các phần tử tài nguyên (k, l) có thể được đưa ra trong Phương trình 1.

Phương trình 1

$$n_{\text{PRB}} = \left\lfloor \frac{k}{N_{\text{sc}}^{\text{RB}}} \right\rfloor$$

Ngoài ra, liên quan đến phần sóng mang, UE có thể được cấu hình để thu hoặc truyền phần sóng mang nhờ sử dụng chỉ tập con của lưới tài nguyên. Ở điểm này, tập các khối tài nguyên mà UE được cấu hình để thu hoặc truyền được đánh số từ 0 đến $N''_{\text{URB}} - 1$ trong vùng tần số.

Cấu trúc khung con độc lập

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về cấu trúc khung con độc lập trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế có thể được thực hiện.

Để tối thiểu hóa độ trễ truyền dữ liệu trong hệ thống TDD, 5G RAT mới xét đến cấu trúc khung con độc lập như được thể hiện trên Fig.4.

Trên Fig.4, vùng đường chéo (chỉ số ký tự 0) thể hiện vùng điều khiển UL, và vùng màu đen (chỉ số ký tự 13) thể hiện vùng điều khiển UL. Vùng non0shade có thể được sử dụng cho việc truyền dữ liệu DL hoặc cho việc truyền dữ liệu UL. Cấu trúc này được đặc trưng ở chỗ việc truyền DL và truyền UL được thực hiện tuần tự trong một khung con và do đó việc truyền dữ liệu DL và thu UL ACK/NACK có thể được thực hiện trong khung con. Cuối cùng, có thể giảm thời gian truyền lại dữ liệu khi xuất hiện lỗi truyền dữ liệu và nhờ đó tối thiểu hóa độ trễ của việc truyền dữ liệu cuối cùng.

Trong cấu trúc khung con độc lập này, khoảng thời gian cần thiết cho trạm gốc hoặc UE để chuyển đổi từ chế độ truyền sang chế độ thu hoặc để chuyển đổi từ chế độ thu sang chế độ truyền. Đến cuối cùng, một vài ký tự OFDM ở thời điểm trong thời gian chuyển đổi từ DL sang UL trong cấu trúc khung con độc lập được cấu hình như khoảng bảo vệ (GP).

Điều hướng chùm sóng tương tự

Vì bước sóng ngắn trong phạm vi sóng Milimet (mmW), các phần tử anten có thể được lắp đặt theo cùng một kích cỡ vùng. Tức là, bước sóng trong băng tần số 30GHz là 1cm, và do đó, 64 (8x8) phần tử anten có thể được lắp đặt theo cách bố trí hai chiều với tầm 0,5 lambda (mà là, bước sóng) trong 4 X 4 (4 nhân 4) cm. Do đó, trong phạm vi mmW, sự phủ sóng có thể được nâng cao

hoặc lưu lượng có thể được tăng lên bằng cách tăng sự khuếch đại điều hướng chùm sóng (BF) với các phần tử anten.

Trong trường hợp này, để kích hoạt việc điều chỉnh công suất truyền và pha cho mỗi phần tử anten, nếu bộ thu phát (TXRU) có trong đó, có thể điều hướng chùm sóng độc lập cho mỗi tài nguyên tần số. Tuy nhiên, có thể tốn chi phí khi lắp đặt TXRU ở mỗi trong số khoảng 100 phần tử anten. Do đó, phương pháp được xét đến mà trong đó các phần tử anten được ánh xạ tới một TXRU và hướng chùm sóng được điều chỉnh với bộ dịch pha tương tự. Phương pháp BF tương tự này có thể tạo ra chỉ một hướng chùm sóng qua toàn bộ băng tần số, và có nhược điểm là không cho phép BF chọn lọc tần số.

BF lại có thể được xét đến mà là trung gian giữa BF kỹ thuật số và BF tương tự, và có số B của TXRU nhỏ hơn số Q phần tử anten. Trong trường hợp này, mặc dù việc thay đổi dựa vào phương pháp kết nối số B của TXRU và số Q của phần tử anten, các hướng chùm sóng có khả năng được truyền cùng thời điểm được giới hạn là nhỏ hơn B.

Sau đây, ví dụ điển hình về phương pháp kết nối TXRU và các phần tử anten sẽ được mô tả có viện dẫn tới bộ hình vẽ.

Fig.5 là ví dụ về mô hình bộ thu phát trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế có thể được thực hiện.

Mô hình ảo hóa TXRU thể hiện mối liên hệ giữa các tín hiệu đầu ra từ các TXRU và các tín hiệu đầu ra từ các phần tử anten. Phụ thuộc vào mối liên hệ giữa các phần tử anten và các TXRU, mô hình ảo hóa TXRU có thể được phân loại như tùy chọn mô hình ảo hóa TXRU 1: mô hình chia phần mảng con, như được thể hiện trên Fig.5(a), hoặc như tùy chọn mô hình ảo hóa TXRU 2: mô hình kết nối đầy đủ.

Viện dẫn tới Fig.5(a), trong mô hình chia phần mảng con, các phần tử anten được chia thành nhiều nhóm phần tử anten, và mỗi TXRU có thể được kết nối tới một trong số các nhóm phần tử anten. Trong trường hợp này, các phần tử

anten được kết nối tới chỉ một TXRU.

Viện dẫn tới Fig.5(b), trong mô hình kết nối đầy đủ, các tín hiệu từ các TXRU được kết hợp và được truyền đến một phần tử anten (hoặc sự bố trí của các phần tử anten). Tức là, điều này thể hiện phương pháp mà trong đó TXRU được kết nối với tất cả các phần tử anten. Trong trường hợp này, các phần tử anten được kết nối tới tất cả các TXRU.

Trên Fig.5, q thể hiện vector tín hiệu được truyền của các phần tử anten có số M cùng phân cực trong một cột. W thể hiện vector lượng ảo hóa TXRU bằng rộng, và W thể hiện vector pha được nhân với bộ dịch pha tương tự. Tức là, hướng của điều hướng chùm sóng tương tự được quyết định bởi W. x thể hiện vector tín hiệu của số M_TXRU của các TXRU.

Ở đây, việc ánh xạ các cổng anten và các TXRU có thể được thực hiện trên cơ sở 1-với-1 hoặc 1-với-nhiều.

Ánh xạ TXRU-tới-phần tử trên Fig.5 chỉ là ví dụ, và sáng chế không bị giới hạn ở đây và có thể được áp dụng tương đương ngay cả khi ánh xạ của các TXRU và các phần tử anten mà có thể được thực hiện theo các dạng phân cứng khác nhau.

Phản hồi thông tin trạng thái kênh (CSI)

Trong hầu hết các hệ thống di động bao gồm hệ thống LTE, UE thu tín hiệu hoa tiêu (hoặc tín hiệu tham chiếu) để ước tính kênh từ trạm gốc, tính toán thông tin trạng thái kênh (CSI), và báo cáo CSI cho trạm gốc.

Trạm gốc truyền tín hiệu dữ liệu dựa trên thông tin CSI được phản hồi từ UE.

Thông tin CSI được phản hồi từ UE trong hệ thống LTE bao gồm thông tin chất lượng kênh (CQI), chỉ số ma trận tiền mã hóa (PMI), và chỉ báo thứ hạng (RI).

Phản hồi CQI là thông tin chất lượng kênh không dây mà được cung cấp cho trạm gốc nhằm mục đích (mục đích thích nghi liên kết) cung cấp hướng dẫn

mà cơ chế điều chế & mã hóa (MCS) được áp dụng khi trạm gốc truyền dữ liệu.

Trong trường hợp mà trong đó có chất lượng truyền thông không đầy cao giữa trạm gốc và UE, UE có thể phản hồi giá trị CQI cao và trạm gốc có thể truyền dữ liệu bằng cách sử dụng thứ tự điều chế tương đối cao và tốc độ mã hóa kênh thấp. Trong trường hợp ngược lại, UE có thể phản hồi giá trị CQI thấp và trạm gốc có thể truyền dữ liệu bằng cách sử dụng thứ tự điều chế tương đối thấp và tốc độ mã hóa kênh cao.

Phản hồi PMI là thông tin ma trận tiền mã hóa được ưu tiên hơn mà được cung cấp cho trạm gốc để cung cấp chỉ dẫn khi cơ chế tiền mã hóa MIMO được áp dụng khi trạm gốc lắp đặt các anten.

UE ước tính kênh MIMO đường xuống giữa trạm gốc và UE từ tín hiệu hoa tiêu, và các đề xuất, thông qua phản hồi PMI, mà việc tiền mã hóa MIMO được dành riêng để áp dụng bởi trạm gốc.

Trong hệ thống LTE, chỉ tiền mã hóa MIMO tuyến tính có khả năng đưa ra cấu hình PMI theo dạng ma trận được xét đến.

Trạm gốc và UE chia sẻ sách mã bao gồm các ma trận tiền mã hóa, và mỗi ma trận tiền mã hóa MIMO trong sách mã có duy nhất một chỉ số.

Theo đó, bằng cách phản hồi chỉ số tương ứng với hầu hết ma trận tiền mã hóa MIMO được ưu tiên trong sách mã như PMI, UE tối thiểu hóa lượng thông tin phản hồi của nó.

Giá trị PMI không cần thiết phải bao gồm một chỉ số. Ví dụ, trong trường hợp trong đó có tám cổng anten truyền trong hệ thống LTE, ma trận tiền mã hóa 8tx MIMO cuối cùng có thể chỉ được xuất phát từ khi hai chỉ số (PMI thứ nhất & PMI thứ hai) được kết hợp.

Phản hồi RI là thông tin trên số lớp truyền được ưu tiên, thông tin mà được cung cấp cho trạm gốc để cung cấp chỉ dẫn cho số lớp truyền được ưu tiên của UE khi trạm gốc và UE lắp đặt các anten nhờ đó kích hoạt việc truyền đa lớp thông qua ghép kênh không gian.

RI và PMI có tương quan chặt chẽ với nhau. Vì trạm gốc có thể biết việc tiền mã hóa nào cần được áp dụng mà lớp phụ thuộc vào số lớp truyền.

Liên quan đến cấu hình của phản hồi PMI/RI, sách mã PMI có thể được cấu hình đối với một việc truyền lớp và sau đó PMI có thể được xác định mỗi lớp và phản hồi, nhưng phương pháp này có nhược điểm là lượng thông tin phản hồi PMI/RI tăng đáng kể theo sự tăng lên về số lượng các lớp truyền.

Theo đó, trong hệ thống LTE, sách mã PMI được xác định phụ thuộc vào số lượng các lớp truyền. Tức là, đối với việc truyền R lớp, số N của các ma trận $N_t \times R$ được xác định (ở đây, R thể hiện số lượng các lớp, N_t thể hiện số lượng các cổng anten truyền, và N thể hiện kích cỡ của sách mã).

Theo đó, trong LTE, kích cỡ của sách mã PMI được xác định không kể đến số lượng các lớp truyền. Kết quả là, vì PMI/RI được xác định trong cấu trúc này, số lượng các lớp truyền (R) phù hợp với giá trị thứ hạng của ma trận tiền mã hóa (ma trận $N_t \times R$), và, với lý do này, thuật ngữ “chỉ báo thứ hạng (RI)” được sử dụng.

Không như PMI/RI trong hệ thống LTE, PMI/RI được mô tả trong sáng chế không bị giới hạn ở cách thức là giá trị chỉ số của ma trận tiền mã hóa $N_t \times R$ và giá trị thứ hạng của ma trận tiền mã hóa.

PMI được mô tả trong sáng chế chỉ báo thông tin trên bộ tiền mã hóa MIMO được ưu tiên trong số các bộ tiền mã hóa MIMO có khả năng được sử dụng bởi bộ truyền, và dạng của bộ tiền mã hóa không bị giới hạn ở bộ tiền mã hóa tuyến tính mà có thể được đưa ra dưới dạng ma trận, không giống như trong hệ thống LTE. Ngoài ra, RI được mô tả trong sáng chế có nghĩa rộng hơn RO trong LTE và bao gồm thông tin phản hồi chỉ báo số lớp truyền được ưu tiên.

Thông tin CSI có thể được thu nhận trong tất cả các miền tần số hệ thống hoặc trong một vài miền tần số. Cụ thể là, trong hệ thống băng thông rộng, có thể là hữu ích khi thu nhận thông tin CSI trên một vài miền tần số (ví dụ, băng con) được ưu tiên bởi mỗi UE và sau đó phản hồi thông tin CSI thu được.

Trong hệ thống LTE, phản hồi CSI được thực hiện qua kênh UL, và, nhìn chung, việc phản hồi CSI định kỳ được thực hiện qua kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) và việc phản hồi CSI không định kỳ được thực hiện qua kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) mà là kênh dữ liệu UL.

Việc phản hồi CSI không định kỳ có nghĩa là tạm thời truyền phản hồi chỉ khi trạm gốc cần CSI thông tin phản hồi, và trạm gốc kích hoạt phản hồi CSI qua kênh điều khiển DL như là PDCCH/ePDCCH.

Trong hệ thống LTE, thông tin UE cần để phản hồi để phản hồi việc kích hoạt phản hồi CSI được xác định là chế độ báo cáo PUSCH, như được thể hiện trên Fig.8, và chế độ báo cáo PUSCH CSI mà trong đó UE cần hoạt động được thông báo cho UE trước qua bản tin lớp cao hơn.

Quy trình liên quan đến thông tin trạng thái kênh (CSI)

Trong hệ thống vô tuyến mới (NR), tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS) được sử dụng cho việc theo dõi thời gian/tần số, tính toán CSI, tính toán công suất thu tín hiệu tham chiếu lớp 1(L1) (RSRP), hoặc tính di động

Xuyên suốt sáng chế, “A và/hoặc B” có thể được hiểu giống như “bao gồm ít nhất một trong số A hoặc B”.

Việc tính toán CSI liên quan đến thu nhận CSI, và việc tính toán L1-RSRP liên quan đến quản lý chùm sóng (BM).

CSI chỉ báo tất cả các loại thông tin chỉ báo chất lượng kênh vô tuyến (hoặc liên kết) được tạo ra giữa UE và cổng anten.

Sau đây, hoạt động của UE đối với quy trình CSI có liên quan sẽ được mô tả.

Fig.6 là lưu đồ minh họa ví dụ của quy trình CSI có liên quan.

Để thực hiện một trong các mục tiêu của CSI-RS, thiết bị đầu cuối (ví dụ, UE) thu thông tin cấu hình CSI có liên quan từ trạm gốc (ví dụ, nút B chung (gNB)) qua báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) (S610).

Thông tin cấu hình CSI có liên quan có thể bao gồm ít nhất một trong số thông tin liên quan đến tài nguyên quản lý nhiễu CSI (IM), thông tin liên quan đến cấu hình đo CSI, thông tin liên quan đến cấu hình tài nguyên CSI, thông tin liên quan đến tài nguyên CSI-RS, hoặc thông tin liên quan đến cấu hình báo cáo CSI.

Thông tin liên quan đến tài nguyên CSIIM có thể bao gồm thông tin tài nguyên CSI-IM, thông tin tập tài nguyên CSI-IM, v.v..

Tập tài nguyên CSI-IM được nhận dạng bởi ID (ký hiệu nhận dạng) tập tài nguyên CSI-IM, và một tập tài nguyên bao gồm ít nhất một tài nguyên CSI-IM.

Mỗi tài nguyên CSI-IM được nhận dạng bởi ID tài nguyên CSI-IM.

Thông tin liên quan đến cấu hình tài nguyên CSI xác định nhóm bao gồm ít nhất một tập tài nguyên CSI-RS công suất khác không (NZP), tập tài nguyên CSI-IM, hoặc tập tài nguyên CSI-SSB.

Tức là, thông tin liên quan đến tài nguyên CSI bao gồm danh sách tập tài nguyên CSI-RS, và danh sách tập tài nguyên CSI-RS có thể bao gồm ít nhất một trong số danh sách tập tài nguyên NZP CSI-RS, danh sách tập tài nguyên CSI-IM, hoặc danh sách tập tài nguyên CSI-SSB.

Thông tin liên quan đến cấu hình tài nguyên CSI có thể được thể hiện là CSI-REsourceConfig IE.

Tập tài nguyên CSI-RS được nhận dạng bởi ID tập tài nguyên CSI-RS, và một tập tài nguyên bao gồm ít nhất một tài nguyên CSI-RS.

Mỗi tài nguyên CSI-RS được nhận dạng bởi ID tài nguyên CSI-RS.

Như được thể hiện trên Bảng 4, các tham số (ví dụ: lặp lại tham số liên quan đến BM, và chỉ định (hoặc chỉ báo) trs-Info tham số liên quan đến việc theo dõi mục đích của CSI-RS có thể được thiết đặt cho mỗi tập tài nguyên NZP CSI-RS.

Bảng 4 thể hiện ví dụ của IE tập tài nguyên NZP CSI-RS.

Bảng 4

```

-- ASN1START
-- TAG-NZP-CSI-RS-RESOURCESET-START
NZP-CSI-RS-ResourceSet ::=          SEQUENCE {
    nzp-CSI-ResourceSetId            NZP-CSI-RS-ResourceSetId,
    nzp-CSI-RS-Resources              SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofNZP-
CSI-RS-ResourcesPerSet)) OF NZP-CSI-RS-ResourceId,
    repetition                        ENUMERATED { on, off }
    aperiodicTriggeringOffset        INTEGER(0..4)
    trs-Info                          ENUMERATED {true}
    ...
}
-- TAG-NZP-CSI-RS-RESOURCESET-STOP
-- ASN1STOP

```

Trong Bảng 4, việc lặp lại tham số là chỉ báo tham số để xem có truyền lặp lại cùng một chùm sóng hay không, và chỉ báo xem việc lặp lại được thiết đặt là “ON” hay “OFF” cho mỗi tập tài nguyên NZP CSI-RS.

Thuật ngữ “chùm sóng (Tx) truyền” được sử dụng trong sáng chế có thể được hiểu là tương tự như bộ lọc truyền miền không gian, và thuật ngữ “chùm sóng (Rx) tiếp nhận” được sử dụng trong sáng chế có thể được hiểu là tương tự như bộ lọc thu miền không gian.

Ví dụ, khi việc lặp lại tham số trong Bảng 4 được thiết đặt là “OFF”, UE không giả thiết rằng (các) tài nguyên NZP CSI-RS trong tập tài nguyên được truyền đến cùng một bộ lọc truyền miền không gian DL và Nrofports giống nhau trong tất cả các ký tự.

Ngoài ra, việc lặp lại tham số tương ứng với tham số lớp cao hơn tương ứng với “CSI-RS-ResourceRep” của tham số L1.

Thông tin liên quan đến cấu hình báo cáo CSI bao gồm tham số reportConfigType mà chỉ báo trạng thái miền thời gian và tham số reportQuantity mà chỉ báo số lượng CSI liên quan được báo cáo.

Trạng thái miền thời gian có thể là định kỳ, không định kỳ, hoặc bán ổn định.

Ngoài ra, thông tin liên quan đến cấu hình báo cáo CSI có thể được thể hiện là CSI-ReportConfig IE, và Bảng 5 thể hiện ví dụ của CSI-ReportConfig IE.

Bảng 5

```
-- ASN1START
-- TAG-CSI-RESOURCECONFIG-START

CSI-ReportConfig ::=          SEQUENCE {
    reportConfigId              CSI-ReportConfigId,
    carrier                     ServCellIndex
    OPTIONAL, -- Need S
    resourcesForChannelMeasurement    CSI-ResourceConfigId,
    csi-IM-ResourcesForInterference    CSI-ResourceConfigId
    OPTIONAL, -- Need R
    nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference    CSI-ResourceConfigId
    OPTIONAL, -- Need R
    reportConfigType            CHOICE {
        periodic                SEQUENCE {
            reportSlotConfig      CSI-ReportPeriodicityAndOffset,
            pucch-CSI-ResourceList    SEQUENCE (SIZE
(1..maxNrofBWPs)) OF PUCCH-CSI-Resource
        },
        semiPersistentOnPUCCH    SEQUENCE {
            reportSlotConfig      CSI-ReportPeriodicityAndOffset,
            pucch-CSI-ResourceList    SEQUENCE (SIZE
```

(1..maxNrofBWPs)) OF PUCCH-CSI-Resource

```

    },
    semiPersistentOnPUSCH          SEQUENCE {
        reportSlotConfig            ENUMERATED {sl5, sl10, sl20,
sl140, sl180, sl160, sl320},
        reportSlotOffsetList        SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations)) OF INTEGER(0..32),
        p0alpha                     P0-PUSCH-AlphaSetId
    },
    aperiodic                       SEQUENCE {
        reportSlotOffsetList        SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofUL-
Allocations)) OF INTEGER(0..32)
    }
},
reportQuantity                     CHOICE {
    none                            NULL,
    cri-RI-PMI-CQI                 NULL,
    cri-RI-i1                      NULL,
    cri-RI-i1-CQI                  SEQUENCE {
        pdsch-BundleSizeForCSI     ENUMERATED {n2, n4}
    },
    cri-RI-CQI                     NULL,
    cri-RSRP                       NULL,
    ssb-Index-RSRP                 NULL,
    cri-RI-LI-PMI-CQI              NULL
},

```

Ngoài ra, UE đo lường CSI dựa trên thông tin cấu hình liên quan đến CSI (S620).

Việc đo CSI có thể bao gồm (1) thu CSI-RS bởi UE (S621) và (2) tính toán CSI dựa trên CSI-RS thu được (S622).

Chuỗi dùng cho CSI-RS được tạo ra bởi Phương trình 2, và giá trị khởi tạo của chuỗi ngẫu nhiên giả $C(i)$ được xác định bởi Phương trình 3.

Phương trình 2

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1))$$

Phương trình 3

$$c_{\text{init}} = (2^{10}(N_{\text{symb}}^{\text{slot}} n_{\text{s,f}}^{\mu} + l + 1)(2n_{\text{ID}} + 1) + n_{\text{ID}}) \bmod 2^{31}$$

Trong các Phương trình 2 và 3, $n_{\text{s,f}}^{\mu}$ là số khe nằm trong khung vô tuyến, và bộ tạo chuỗi ngẫu nhiên giả được khởi tạo với C_{int} ở phần khởi đầu của mỗi ký tự OFDM trong đó $n_{\text{s,f}}^{\mu}$ là số khe nằm trong khung vô tuyến.

Ngoài ra, l chỉ báo số ký tự OFDM trong khe, và n_{ID} chỉ báo ID xáo trộn tham số lớp cao hơn.

Ngoài ra, liên quan đến CSI-RS, việc ánh xạ phân tử tài nguyên (RE) của các tài nguyên CSI-RS của CSI-RS được thực hiện trong các miền thời gian và tần số bởi tham số lớp cao hơn CSI-RS-ResourceMapping.

Bảng 6 thể hiện ví dụ của CSI-RS-ResourceMapping IE.

Bảng 6

-- ASN1START	
-- TAG-CSI-RS-RESOURCEMAPPING-START	
CSI-RS-ResourceMapping ::=	SEQUENCE {
frequencyDomainAllocation	CHOICE {
row1	BIT STRING (SIZE (4)),
row2	BIT STRING (SIZE (12)),

row4	BIT STRING (SIZE (3)),
other	BIT STRING (SIZE (6))
},	
nrofPorts	ENUMERATED
{p1,p2,p4,p8,p12,p16,p24,p32},	
firstOFDMSymbolInTimeDomain	INTEGER (0..13),
firstOFDMSymbolInTimeDomain2	INTEGER (2..12)
cdm-Type	ENUMERATED {noCDM, fd-CDM2, cdm4-FD2-TD2, cdm8-FD2-TD4},
density	CHOICE {
dot5	ENUMERATED {evenPRBs, oddPRBs},
one	NULL,
three	NULL,
spare	NULL
},	
freqBand	CSI-FrequencyOccupation,
...	
}	

Trong Bảng 6, mật độ (D) chỉ báo mật độ các tài nguyên CSI-RS được đo trong RE/cổng/khối tài nguyên vật lý (PRB), và nrofPorts chỉ báo số lượng các cổng anten.

Ngoài ra, UE báo cáo CSI được đo cho trạm gốc (S630).

Ở đây, khi số lượng CSI-ReportConfig trong Bảng 6 được thiết đặt là “không (hoặc Không báo cáo)”, UE có thể bỏ qua việc báo cáo.

Tuy nhiên, ngay cả khi số lượng được thiết đặt là “không (hoặc Không báo cáo)”, UE có thể báo cáo CSI được đo cho trạm gốc.

Trường hợp trong đó số lượng được thiết đặt là “không” là t khi TRS không định kỳ được kích hoạt hoặc khi việc lặp lại được thiết đặt.

Ở đây, có thể được xác định rằng việc báo cáo bởi UE được bỏ qua chỉ

khi việc lặp lại được thiết đặt là “ON”.

Một cách ngắn gọn, khi việc lặp lại được thiết đặt là “ON” và “OFF”, báo cáo CSI có thể chỉ báo bất kỳ một trong số “Không báo cáo”, “Chỉ báo tài nguyên SSB (SSBRI) và L1-RSRP”, và “Chỉ báo tài nguyên CSI-RS (CRI) và L1-RSRP”.

Ngoài ra, có thể được xác định để truyền báo cáo CSI chỉ báo “SSBRI và L1-RSRP” hoặc “CRI và L1-RSRP” khi việc lặp lại được thiết đặt là “OFF”, có thể được xác định là, và để truyền báo cáo CSI chỉ báo “Không báo cáo”, “SSBRI và L1-RSRP”, hoặc “CRI và L1-RSRP” khi việc lặp lại là “ON”.

Quy trình đo và báo cáo CSI

Hệ thống NR hỗ trợ nhiều hơn việc đo lường và báo cáo CSI linh hoạt và động.

Đo lường CSI có thể bao gồm thu CSI-RS, và thu nhận CSI bằng cách tính toán CSI-RS thu được.

Như các trạng thái miền thời gian của việc đo lường và báo cáo CSI, việc đo kênh không định kỳ/bán ổn định/định kỳ (CM) và đo nhiều (IM) được hỗ trợ.

Để cấu hình CSI-IM, bốn mẫu cổng NZP CSI-RS RE được sử dụng.

IMR dựa trên CSI-IM của NR có thiết kế tương tự với CSI-IM của LTE và được cấu hình độc lập với các tài nguyên ZP CSI-RS cho việc khớp tỷ lệ PDSCH.

Ngoài ra, mỗi cổng trong IMR dựa trên NZP CSI-RS vượt qua lớp nhiễu có (kênh mong muốn và) NZP CSI-RS được mã hóa trước.

Điều này là dành cho việc đo nhiễu trong tế bào của nhiễu trường hợp người dùng, và chủ yếu nhắm vào nhiễu MU.

Ở mỗi cổng của IMR dựa trên NZP CSI-RS được cấu hình, trạm gốc truyền NZP CSI-RS được mã hóa trước đến UE.

UE giả thiết rằng lớp kênh/nhiễu dùng cho mỗi cổng trong tập tài nguyên, và đo nhiễu.

Nếu không có phản hồi PMI hoặc RI cho kênh, các tài nguyên được cấu hình trong một tập và trạm gốc hoặc mạng chỉ báo, thông qua DCI, tập con của các tài nguyên NZP CSI-RS dùng cho việc đo kênh/nhiều.

Việc thiết lập tài nguyên và cấu hình thiết lập tài nguyên sẽ được mô tả chi tiết hơn.

Thiết lập tài nguyên

Mỗi việc thiết lập tài nguyên CSI “CSI-ResourceConfig” bao gồm cấu hình của tập tài nguyên $S \geq 1$ CSI (mà được đưa ra bởi tham số lớp cao hơn “csi-RS-ResourceSetList”).

Ở đây, việc thiết lập tài nguyên CSI tương ứng với CSI-RS-resourcesetlist.

Ở đây, S thể hiện số lượng các tập tài nguyên CSI-RS được cấu hình.

Ở đây, cấu hình của tập tài nguyên $S \geq 1$ CSI bao gồm mỗi tập tài nguyên CSI bao gồm các tài nguyên CSI-RS (bao gồm NZP CSI-RS hoặc CSI-IM), và tài nguyên khối SS/PBCH (SSB) được sử dụng cho việc tính toán L1-RSRP.

Mỗi thiết lập tài nguyên CSI được định vị tại phân băng thông DL (BWP) được nhận dạng bởi tham số lớp cao hơn bwp-id.

Ngoài ra, tất cả các thiết lập tài nguyên CSI được liên kết với thiết lập báo cáo CSI có cùng một DL BWP.

Trong thiết lập tài nguyên CSI có trong CSI-ResourceConfig IE, trạng thái miền thời gian của tài nguyên CSI-RS có thể được chỉ báo bởi tham số lớp cao hơn resourceType và có thể được cấu hình là không định kỳ, định kỳ, hoặc bán ổn định.

Số S của các tập tài nguyên CSI-RS được cấu hình cho các thiết lập tài nguyên CSI định kỳ và bán ổn định được giới hạn ở “1”.

Tính định kỳ và độ dịch khe được cấu hình for các thiết lập tài nguyên CSI định kỳ và bán ổn định được đưa ra từ tham số số học của DL BWP có liên quan, giống như được đưa ra bởi bwp-id.

Khi UE được cấu hình với các CSI-ResourceConfig bao gồm cùng một ID tài nguyên CSI-RS NZP, cùng một trạng thái miền thời gian được cấu hình cho CSI-ResourceConfig.

Khi UE được cấu hình với các CSI-ResourceConfig bao gồm cùng một ID tài nguyên CSI-IM, cùng một trạng thái miền thời gian được cấu hình cho CSI-ResourceConfig.

Sau đó, một hoặc nhiều thiết lập tài nguyên CSI cho việc đo kênh (CM) và đo nhiễu (IM) được cấu hình thông qua báo hiệu lớp cao hơn.

- Tài nguyên CSI-IM cho việc đo nhiễu.
- Tài nguyên CSI-RS NZP cho việc đo nhiễu.
- Tài nguyên CSI-RS NZP cho việc đo kênh.

Tức là, tài nguyên đo kênh (CMR) có thể là NZP CSI-RS để thu nhận CSI, và tài nguyên đo nhiễu (IMR) có thể là NZP CSI-RS dùng cho CSI-IM và dùng cho IM.

Ở đây, CSI-IM (hoặc ZP CSI-RS cho IM) chủ yếu được sử dụng cho việc đo nhiễu liên tế bào.

Ngoài ra, NZP CSI-RS cho IM chủ yếu được sử dụng cho đo nhiễu trong tế bào từ nhiều người dùng.

UE có thể giả thiết rằng (các) tài nguyên CSI-RS và (các) tài nguyên CSI-IM/NZP CSI-RS để đo nhiễu được cấu hình cho một báo cáo CSI là "QCL-TypeD" cho mỗi tài nguyên.

Cấu hình thiết lập tài nguyên

Như được mô tả ở trên, việc thiết lập tài nguyên có thể thể hiện danh sách tập tài nguyên.

Liên quan đến CSI không định kỳ, mỗi trạng thái kích hoạt được cấu hình bằng cách sử dụng tham số lớp cao hơn "CSI-AperiodicTriggerState" là việc mỗi CSI-ReportConfig được kết hợp với một hoặc nhiều CSI-ReportConfig được liên kết với thiết lập tài nguyên định kỳ, bán ổn định, hoặc không định kỳ.

Một thiết lập báo cáo có thể được kết nối tối đa với ba thiết lập tài nguyên.

- Khi một thiết lập tài nguyên được cấu hình, việc thiết lập tài nguyên (được đưa ra bởi tham số lớp cao hơn `resourcesForChannelMeasurement`) là dành cho việc đo kênh cho tính toán L1-RSRP.

- Khi hai thiết lập tài nguyên được cấu hình, thiết lập tài nguyên thứ nhất (được đưa ra bởi tham số lớp cao hơn `resourcesForChannelMeasurement`) là dùng cho việc đo kênh và thiết lập tài nguyên thứ hai (được đưa ra bởi `csi-IM-ResourcesForInterference` hoặc `nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference`) là dùng cho CSI-IM hoặc dùng cho việc đo nhiễu được thực hiện trên NZP CSI-RS.

- Khi ba thiết lập tài nguyên được cấu hình, thiết lập tài nguyên thứ nhất (được đưa ra bởi `resourcesForChannelMeasurement`) là dùng cho việc đo kênh, thiết lập tài nguyên thứ hai (được đưa ra bởi `csi-IM-ResourcesForInterference`) là dùng cho việc đo nhiễu dựa trên CSI-IM, và thiết lập tài nguyên thứ ba (được đưa ra bởi `nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference`) là dùng cho việc đo nhiễu dựa trên NZP CSI-RS.

Liên quan đến CSI bán ổn định hoặc định kỳ, mỗi `CSI-ReportConfig` được liên kết với thiết lập tài nguyên định kỳ hoặc bán ổn định.

- Khi một thiết lập tài nguyên (được đưa ra bởi `resourcesForChannelMeasurement`) được cấu hình, thiết lập tài nguyên là dành cho việc đo kênh dùng để tính toán L1-RSRP.

- Khi hai thiết lập tài nguyên được cấu hình, thiết lập tài nguyên thứ nhất (được đưa ra bởi `resourcesForChannelMeasurement`) là dùng cho việc đo kênh, và thiết lập tài nguyên thứ hai (được đưa ra bởi tham số lớp cao hơn “`csi-IM-ResourcesForInterference`”) được sử dụng cho việc đo nhiễu được thực hiện trên CSI-IM.

Việc tính toán CSI liên quan đến đo CSI sẽ được mô tả chi tiết hơn.

Nếu đo nhiễu được thực hiện trên CSI-IM, mỗi tài nguyên CSI-RS dùng

cho đo kênh được kết hợp với tài nguyên CSI-RS trong tập tài nguyên tương ứng bởi thứ tự của các tài nguyên CSI-RS và các tài nguyên CSI-IM.

Số lượng các tài nguyên CSI-RS dùng cho việc đo kênh là giống với số lượng các tài nguyên CSI-IM.

Ngoài ra, khi đo nhiễu được thực hiện trên NZP CSI-RS, UE không mong đợi được cấu hình với một hoặc nhiều tài nguyên NZP CSI-RS trong tập tài nguyên được liên kết nằm trong thiết lập tài nguyên dùng cho việc đo kênh.

UE được cấu hình với tham số lớp cao hơn `nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference` không mong đợi được cấu hình với 18 hoặc nhiều hơn các cổng NZP CSI-RS trong tập tài nguyên NZP CSI-RS.

Đối với việc đo CSI, UE giả thiết như sau.

- Mỗi cổng NZP CSI-RS được cấu hình để đo nhiễu tương ứng với lớp truyền nhiễu.
- Mỗi lớp truyền nhiễu của các cổng NZP CSI-RS để đo nhiễu xem xét tỷ lệ năng lượng trên phần tử tài nguyên (EPRE).
- Tín hiệu nhiễu khác nhau trên (các) RE của tài nguyên CSI-RS NZP dùng cho việc đo kênh, tài nguyên CSI-RS NZP dùng cho việc đo nhiễu, hoặc tài nguyên CSI-IM dùng cho việc đo nhiễu.

Quy trình báo cáo CSI sẽ được mô tả chi tiết hơn.

Đối với việc báo cáo CSI, các tài nguyên tần số và thời gian có sẵn cho UE được điều khiển bởi trạm gốc.

CSI có thể bao gồm ít nhất một trong chỉ báo chất lượng kênh (CQI), chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI), chỉ báo tài nguyên CSI-RS (CRI), chỉ báo tài nguyên khối SS/PBCH (SSBRI), chỉ báo lớp (LI), chỉ báo thứ hạng (RI), hoặc L1-RSRP.

Liên quan đến CQI, PMI, CRI, SSBRI, LI, RI, và L1-RSRP, UE có thể được cấu hình với thiết báo cáo $N \geq 1$ CSI-ReportConfig, thiết lập tài nguyên $M \geq 1$ CSI-ResourceConfig, và danh sách một hoặc hai trạng thái kích hoạt (được

cung cấp bởi TriggerStateList không định kỳ và semiPersistentOnPUSCH-TriggerStateList) bởi lớp cao hơn.

Trong TriggerStateList không định kỳ, mỗi trạng thái kích hoạt bao gồm kênh và danh sách CSI-ReportConfigs chỉ báo một cách chọn lọc của các ID tập tài nguyên cho nhiều.

Trong semiPersistentOnPUSCH-TriggerStateList, mỗi trạng thái kích hoạt bao gồm một CSI-ReportConfig được liên kết.

Ngoài ra, trạng thái miễn thời gian của báo cáo CSI hỗ trợ báo cáo CSI định kỳ, bán ổn định, và không định kỳ.

Sau đây, báo cáo CSI định kỳ, bán ổn định, và không định kỳ sẽ được mô tả.

Việc sắp đặt trước CSI định kỳ được thực hiện trên PUCCH ngắn và PUCCH dài.

Tính định kỳ và độ dịch khe của báo cáo CSI định kỳ có thể được cấu hình bởi RRC và dựa vào CSI-ReportConfig IE.

Sau đó, báo cáo SP CSI được thực hiện trên PUCCH ngắn, PUCCH dài, hoặc PUSCH.

Trong trường hợp SP CSI trên PUCCH ngắn/dài, tính định kỳ và độ dịch khe được cấu hình bởi RRC, và báo cáo CSI cho MAC CE bổ sung được kích hoạt/vô hiệu

Trong trường hợp SP CSI trên PUSCH, tính định kỳ của báo cáo SP CSI được cấu hình bởi RRC, nhưng độ dịch khe của nó không được cấu hình bởi RRC và báo cáo SP CSI được kích hoạt/vô hiệu bởi DCI (định dạng 0_1).

Định thời báo cáo CSI thứ nhất tuân theo giá trị cấp phát miễn thời gian PUSCH được chỉ báo bởi DCI, và định thời báo cáo CSI tiếp theo tuân theo tính định kỳ mà được cấu hình bởi RRC.

Đối với báo cáo SP CSI trên PUSCH, RNTI (SP-CSI C-RNTI) tách biệt được sử dụng.

Định dạng DCI 0_1 có thể bao gồm trường yêu cầu CSI và kích hoạt/vô hiệu trạng thái kích hoạt SP-CSI được cấu hình.

Ngoài ra, báo cáo SP CSI được kích hoạt/vô hiệu giống hoặc một cách tương tự với cơ chế có việc truyền dữ liệu trên SPS PUSCH.

Tiếp theo, báo cáo CSI không định kỳ được thực hiện trên PUSCH và được kích hoạt bởi DCI.

Trong trường hợp AP CSI có AP CSI-RS, định thời AP CSI-RS được cấu hình bởi RRC.

Ở đây, định thời của báo cáo AP CSI được điều khiển động bởi DCI.

Phương pháp báo cáo (ví dụ, truyền theo RI, WB, PMI/CQI, và SB PMI/CQI) bởi CSI mà được chia và được báo cáo trong các trường hợp báo cáo, phương pháp mà được áp dụng cho việc báo cáo CSI dựa trên PUCCH trong LTE, không được áp dụng trong NR.

Thay vào đó, NR giới hạn cấu hình báo cáo CSI cụ thể trên PUCCH ngắn/dài, và quy tắc bỏ qua CSI được xác định.

Liên quan đến định thời báo cáo AP CSI, ký tự/vị trí khe PUSCH được chỉ báo động bởi DCI. Ngoài ra, các độ dịch khe ứng viên được cấu hình bởi RRC.

Liên quan đến báo cáo CSI, độ dịch khe (Y) được cấu hình cho mỗi thiết lập báo cáo.

Liên quan đến UL-SCH, độ dịch khe K2 được cấu hình riêng biệt.

Hai lớp trễ CSI (lớp trễ thấp và lớp trễ cao) được xác định theo các thuật ngữ của sự phức tạp tính toán CSI.

CSI trễ thấp là WB CSI mà bao gồm tối đa 4-cổng sách mã Loại-I hoặc tối đa 4-cổng CSI phản hồi không-PMI.

CSI độ trễ cao là CSI ngoài CSI độ trễ thấp.

Liên quan đến UE thông thường, (Z, Z') được xác định trong đơn vị của các ký tự OFDM.

Z thể hiện thời gian xử lý CSI tối thiểu sau khi thu DCI kích hoạt CSI và trước khi thực hiện báo cáo CSI.

Z' thể hiện thời gian xử lý CSI tối thiểu sau khi thu CSI-RS về kênh/nhiều và trước khi thực hiện báo cáo CSI

Ngoài ra, UE báo cáo số lượng CSI mà có thể được tính toán cùng thời điểm.

A-CSI hoặc AP CSI được sử dụng trong sáng chế chỉ báo CSI không định kỳ mà là CSI được báo cáo không định kỳ bởi UE.

Cũng vậy, báo cáo CSI hoặc báo cáo CSI được sử dụng trong sáng chế có thể liên quan để có cùng một ý nghĩa.

Để thông báo về khả năng của UE cho việc tính toán A-CSI hoặc thời gian tính toán, UE báo cáo tập các giá trị Z được hỗ trợ và cấu hình CSI mà có thể được hỗ trợ cho mỗi giá trị Z đến eNB.

Ở đây, Z được xác định bởi số lượng ký tự được yêu cầu tối thiểu dùng cho tính toán CSI cho cấu hình CSI được đưa ra.

Cụ thể hơn, Z đề cập đến lượng thời gian tối thiểu được yêu cầu cho việc tính toán liên quan đến việc xử lý AP CSI, như là thời gian giải mã, đo lường kênh, tính toán CSI, và chuẩn bị TX.

Cấu hình CSI bao gồm thông tin chỉ báo băng rộng (WB) chỉ CSI hoặc băng con (SB) và WB CSI; thông tin về số cổng CSI-RS tối đa; và thông tin về sách mã loại 1 hoặc sách mã loại 2.

Khi UE hỗ trợ các tham số số học, thông tin về CSI có thể được báo cáo cho mỗi tham số số học.

Khi báo cáo A-CSI được kích hoạt ở khe n trên PUSCH, UE bỏ qua báo cáo A-CSI cho các trường hợp sau:

- Trường hợp trong đó khoảng thời gian giữa ký tự cuối cùng của PDCCH và ký tự bắt đầu của PUSCH trong khe n là nhỏ hơn giá trị được báo cáo của Z đối với cấu hình CSI được cho và

- Trường hợp trong đó tài nguyên AP CSI-RS được truyền từ khe n , và khoảng thời gian giữa ký tự cuối cùng của tài nguyên CSI-RS và ký tự bắt đầu của PUSCH nhỏ hơn giá trị được báo cáo của Z đối với cấu hình CSI được cho.

Và các ký tự đó nằm giữa Z ký tự trước khi ký tự bắt đầu của PUSCH và ký tự bắt đầu của PUSCH là không hợp lệ như các tài nguyên tham chiếu (CSI).

Trong phần sau đây, việc kích hoạt báo cáo A-CSI và báo cáo CSI có liên quan sẽ được mô tả.

Khi eNB kích hoạt báo cáo A-CSI thông qua việc truyền thông tin điều khiển đường xuống (DCI) trong khe n , UE thao tác như sau.

A-CSI được truyền bởi UE thông qua PUSCH được cấp phát như tài nguyên bởi DCI.

Định thời việc truyền của PUSCH được chỉ báo bởi trường cụ thể (mà được xác định là giá trị Y) của DCI.

Cụ thể hơn, PUSCH được truyền từ khe thứ $(n+Y)$ (khe $n+Y$) có viện dẫn tới khe n mà tương ứng với thời gian kích hoạt của báo cáo A-CSI.

Ví dụ, khi trường DCI cho giá trị Y được xác định bởi 2 bit, giá trị Y cho 00, 01, 10, và 11 được xác định theo cách tương ứng bằng cách báo hiệu RRC và cụ thể hơn, được xác định nằm trong thiết lập báo cáo được xác định qua báo hiệu RRC.

Thiết lập báo cáo có thể cũng được thể hiện bằng cách thiết lập báo cáo hoặc CSI-ReportConfig.

Việc kích hoạt báo cáo A-CSI có thể kích hoạt một hoặc nhiều thiết lập báo cáo cụ thể, và giá trị của 00, 01, 10, và 11 của trường DCI được xác định theo giá trị Y được xác định nằm trong thiết lập báo cáo được kích hoạt.

Như được mô tả ở trên, khi khoảng thời gian hoặc khoảng định thời giữa ký tự cuối cùng của PDCCH và ký tự bắt đầu của PUSCH nhỏ hơn giá trị Z tương ứng với cấu hình CSI của A-CSI được kích hoạt, UE truyền A-CSI được kích hoạt đến eNB mà không bỏ qua hoặc cập nhật A-CSI.

Vì lượng thời gian được cấp phát cho việc tính toán thực tế nhỏ hơn lượng thời gian tối thiểu Z cần cho việc tính toán của A-CSI, UE không thể tính toán A-CSI.

Kết quả là, UE không bỏ qua hoặc cập nhật CSI được kích hoạt.

Khi (NZP) CSI-RS công suất khác không hoặc (ZP) CSI-RS công suất bằng không được sử dụng cho việc ước lượng kênh hoặc ước lượng nhiễu của A-CSI được kích hoạt là CSI-RS không định kỳ, UE ước lượng kênh hoặc nhiễu qua một lần đo lường từ RS tương ứng.

Nói cách khác, chỉ báo rằng UE ước lượng kênh hoặc nhiễu bằng cách sử dụng chỉ RS tương ứng (NZP CSI-RS hoặc ZP CSI-RS).

Ở thời điểm này, nếu khoảng thời gian giữa ký tự cuối cùng của tài nguyên CSI-RS và ký tự bắt đầu của PUSCH nhỏ hơn giá trị Z tương ứng với cấu hình CSI của A-CSI được kích hoạt, trong cùng một cách thức như thao tác của UE được mô tả nêu trên, UE truyền A-CSI tương ứng đến eNB mà không bỏ qua hoặc cập nhật A-CSI tương ứng.

Và khi UE tính toán CSI, UE thực hiện việc đó bằng cách giả định việc thu dữ liệu cho vùng tài nguyên tần số và/hoặc thời gian cụ thể, mà được gọi là tài nguyên tham chiếu CSI.

Tài nguyên tham chiếu CSI có thể đơn giản được viện dẫn tới như tài nguyên tham chiếu.

Vì UE bắt đầu tính toán CSI từ thời gian tài nguyên tham chiếu CSI, UE có thể tính toán CSI chỉ khi lượng thời gian miễn là Z ký tự từ thời gian tài nguyên tham chiếu CSI được đảm bảo.

Do đó, thời gian tài nguyên tham chiếu phải được xác định ít nhất trước khi z ký tự (hoặc $z+1$ ký tự) đối với thời gian báo cáo CSI.

Đến cuối cùng, khi tính hợp lệ của tài nguyên tham chiếu được kiểm tra, các ký tự hoặc các khe trước khi ít nhất z ký tự (hoặc $z+1$ ký tự) được xác định là hợp lệ đối với thời gian báo cáo CSI, nếu không, sẽ là không hợp lệ.

Ở đây, tài nguyên tham chiếu (CSI) được xác định trong các đơn vị khe.

Cũng vậy, khe mà có số lượng nhỏ hơn hoặc bằng $n - n_{\text{CQI_REF}}$ (cụ thể là khe $n - n_{\text{CQI_REF}}$) được xác định là các tài nguyên tham chiếu (CSI) có viện dẫn tới khe để báo cáo CSI (ví dụ, khe n).

Theo cách thức trên, mà đề cập rằng ‘các ký tự hoặc các khe trước khi ít nhất z ký tự (hoặc $z+1$ ký tự) được xác định là hợp lệ đối với thời gian báo cáo CSI, nếu không, sẽ là không hợp lệ’, có thể chỉ báo rằng $n_{\text{CQI_REF}}$ được cấu hình bởi Phương trình 4 sau đây.

Phương trình 4

$$n_{\text{CQI_REF}} = \text{floor} \left(\frac{z}{\text{The number of OFDM symbols comprising one slot}} \right) + 1$$

Trong Phương trình 4, mức sàn loại bỏ các chữ số sau dấu thập phân và được biểu thị bởi ký tự $\lfloor \cdot \rfloor$.

UE thiết lập khe gần nhất mà thỏa mãn điều kiện hợp lệ cho tài nguyên tham chiếu trong số các khe mà có số lượng nhỏ hơn hoặc bằng $n - n_{\text{CQI_REF}}$ là tài nguyên tham chiếu.

Một cách tương tự, UE có thể đơn giản thiết lập khe $n - n_{\text{CQI_REF}}$ là tài nguyên tham chiếu.

Và độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI có thể được xác định trên cơ sở đề xuất 3 được mô tả sau đây, và các phần mô tả chi tiết về độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI được xác định sẽ được đưa ra bởi đề xuất 3.

Việc kích hoạt báo cáo trường A-CSI có trong DCI có thể được hiểu như sau.

Khi eNB lệnh cho UE thực hiện việc kích hoạt A-CSI cho các thiết lập báo cáo một cách đồng thời, và định nghĩa của giá trị Y là khác nhau cho từng thiết lập báo cáo, vấn đề xảy ra như được mô tả dưới đây, và hoạt động của UE để giải quyết vấn đề thông qua các phương pháp khác nhau sẽ được mô tả.

Ví dụ, giả sử thiết lập báo cáo 1 được xác định là $Y = \{0, 1, 2, 3\}$, và thiết lập báo cáo 2 được xác định là $Y = \{1, 2, 3, 4\}$.

Trong trường hợp này, xảy ra sự không rõ ràng mà trong đó giá trị trường DCI (2 bit) chỉ báo giá trị Y cần được giải thích.

Do đó, để loại bỏ sự không rõ ràng, được đề xuất rằng UE hoạt động theo các phương pháp sau đây.

(Phương pháp 1)

UE mới tạo ra Y' là sự tương giao giữa hai Y khác nhau và giải thích trường DCI theo giá trị Y' .

Nói cách khác, trong ví dụ ở trên, sự tương giao của hai Y khác nhau là $\{1, 2, 3\}$, và UE giải thích 00, 01, 10, và 11 của trường DCI là 1, 2, 3, và 3, theo cách tương ứng.

Nếu sự tương giao giữa hai Y khác nhau là $\{1\}$, UE giải thích 00, 01, 10, và 11 là 1, 1, 1, và 1, theo cách tương ứng.

Nếu sự tương giao giữa hai Y khác nhau là $\{1, 2\}$, UE giải thích 00, 01, 10, và 11 là 1, 2, 2, và 2.

Trong ví dụ ở trên, khi số phần tử thuộc về sự tương giao giữa hai Y khác nhau nhỏ hơn các trạng thái (ví dụ, 00, 01, 10, và 11) của trường DCI, các trạng thái còn lại được xác định bằng cách lặp lại giá trị tương giao cuối cùng.

Tuy nhiên, khác với định nghĩa nêu trên, các trạng thái còn lại có thể được xác định là dành riêng.

(Phương pháp 2)

UE giải thích trường DCI theo giá trị Y được xác định trong một trong số các thiết lập báo cáo.

Ví dụ, trong số các thiết lập báo cáo, UE giải thích trường DCI bằng cách sử dụng giá trị Y cho thiết lập báo cáo có chỉ số thiết lập báo cáo thấp.

Một cách tương tự, trong số các thiết lập báo cáo, UE giải thích trường DCI bằng cách sử dụng giá trị Y cho thiết lập báo cáo có chỉ số thấp dùng cho

sóng mang thành phần (CC).

UE đưa vào các ưu tiên giữa chỉ số thiết lập báo cáo và chỉ số CC và xác định giá trị Y dùng cho thiết lập báo cáo bằng cách sử dụng chỉ số CC.

Nếu chỉ số CC là tương tự, UE có thể sau đó xác định giá trị Y theo chỉ số thiết lập báo cáo.

Hoặc như được mô tả ở trên, ưu tiên có thể được dành riêng (mức ưu tiên cao được thiết đặt cho chỉ số thiết lập báo cáo).

(Phương pháp 3)

UE có thể mong đợi rằng các thiết lập báo cáo luôn có cùng một giá trị Y.

Nói cách khác, eNB cấu hình các thiết lập báo cáo 1 và 2 để có cùng một giá trị Y thông qua báo hiệu RRC.

Ví dụ, eNB có thể cấu hình thiết lập báo cáo 1 bằng cách sử dụng $Y = \{1, 2, 3, 4\}$ và thiết lập báo cáo 2 bằng cách sử dụng $Y = \{1, 2, 3, 4\}$.

(Phương pháp 4)

UE xác định độ dịch thời gian của báo cáo CSI không định kỳ bằng cách sử dụng giá trị lớn hơn của hai giá trị Y khác nhau.

Ví dụ, thiết lập báo cáo 1 có thể được xác định bởi $Y1 = \{0, 1, 2, 3\}$, và thiết lập báo cáo 2 có thể được xác định bởi $Y2 = \{1, 2, 3, 4\}$.

Khi trường DCI cho Y (ví dụ, 2 bit) là '00', $Y1 = 0$, và $Y2 = 1$; và do đó, giá trị Y được xác định bởi '1' mà là phần lớn hơn của hai giá trị.

Khi trường DCI cho Y (ví dụ, 2 bit) là '01', $Y1 = 1$, và $Y2 = 2$; và do đó, giá trị Y được xác định bởi '2' mà là phần lớn hơn của hai giá trị.

Giá trị Y có thể được xác định theo cách tương tự như ở trên khi giá trị trường DCI là '10' và '11', và giá trị Y cho giá trị trường DCI của '10' và '11' được xác định là '3' và '4', theo cách tương ứng.

Nếu ba giá trị Y được xác định, một giá trị lớn nhất trong số ba giá trị này có thể được xác định là độ dịch thời gian bằng cách sử dụng phương pháp tương tự như được mô tả ở trên.

Như được mô tả ở trên, eNB có thể lệnh cho UE thực hiện kích hoạt báo cáo AP CSI qua một DCI và xác định độ dịch thời gian của báo cáo CSI không định kỳ theo các phương pháp được mô tả nêu trên (Các phương pháp 1 đến 4) bằng cách sử dụng các giá trị Y được xác định cho N thiết lập báo cáo AP CSI được kích hoạt tương ứng.

Ngoài ra, eNB có thể chỉ báo dữ liệu thời gian truyền thông qua PUSCH trong khi thực hiện kích hoạt báo cáo AP CSI thông qua cùng một DCI một cách đồng thời.

Ở thời điểm này, dữ liệu thời gian truyền qua PUSCH được xác định là giá trị 'K2', và các tập ứng viên được thiết lập cho UE qua báo hiệu lớp trên trước.

Một trong số các tập ứng viên được xác định (hoặc được lựa chọn) là giá trị K2 cuối cùng thông qua trường DCI (mà cũng được gọi là 'trường độ dịch định thời').

Cũng vậy, trường DCI để lựa chọn giá trị K2 và trường DCI để lựa chọn giá trị Y không được xác định bởi các trường riêng biệt nhưng không được xác định bởi cùng một trường DCI.

Khi kích hoạt báo cáo AP CSI xuất hiện, UE sử dụng trường DCI tương ứng để lựa chọn giá trị Y, và khi việc lập lịch của dữ liệu PUSCH xảy ra, trường DCI tương ứng được sử dụng để lựa chọn giá trị K2.

Khi việc lập lịch dữ liệu PUSCH xảy ra trong khi kích hoạt báo cáo AP CSI được thực hiện đồng thời qua DCI, xuất hiện sự không rõ ràng về việc xác định mỗi giá trị của trường độ dịch thời gian là ứng viên của giá trị Y hay ứng viên cho giá trị K2.

Để giải quyết sự không rõ ràng, có thể trực tiếp mở rộng và sử dụng các phương pháp được đề cập trước đó (Các phương pháp 1 đến 4).

Nói cách khác, các phương pháp được đề xuất (Các phương pháp 1 đến 4) ở trên liên quan đến cách thức để xác định giá trị của trường độ dịch định thời

khi Y tập ứng viên được đưa ra, và các phương pháp 1 đến 4 có thể cũng được áp dụng cho K2 tập ứng viên bằng cách xử lý K2 tập ứng viên như một tập ứng viên Y.

Ví dụ, phương pháp 4 có thể được mở rộng và áp dụng như được mô tả dưới đây.

UE xác định trường độ dịch định thời bằng cách sử dụng phần lớn hơn của các giá trị Y và K2 khác nhau.

Ví dụ, giả sử thiết lập báo cáo 1 được xác định là $Y1 = \{0, 1, 2, 3\}$, và thiết lập báo cáo 2 được xác định là $K2 = \{3, 4, 5, 6\}$.

Nếu trường DCI của độ dịch định thời là '00', $Y1 = 0$, $Y2 = 1$, và $K2 = 3$; và do đó, trường độ dịch định thời được xác định bởi giá trị lớn nhất '3'.

Nếu trường DCI là '01', $Y1 = 1$, $Y2 = 2$, và $K2 = 4$; và do đó, trường độ dịch định thời được xác định bởi giá trị lớn nhất '4'.

Các giá trị trường DCI cho '10' và '11' có thể được xác định theo cùng một cách thức, và trong trường hợp này, các giá trị trường DCI cho '10' và '11' được xác định như '5' và '6', theo cách tương ứng.

UE có thể ghép kênh dữ liệu PUSCH và CSI trong khe $(n + \text{độ dịch định thời})$ đối với khe n mà thu DCI theo giá trị DCI được chỉ báo và báo cáo (hoặc truyền) dữ liệu được ghép kênh và CSI cho eNB một cách đồng thời.

Hiện nay, các phương pháp giải thích khác cho trường DCI liên quan đến việc kích hoạt báo cáo A-CSI ngoài các phương pháp được đề cập đến trước đó (Các phương pháp 1 đến 4) sẽ được mô tả.

(Phương pháp 5)

Trong phương pháp khác, UE xây dựng tập liên kết bằng cách kết hợp các tập ứng viên của Y và K2 tập ứng viên khác nhau và xác định giá trị của trường DCI độ dịch định thời bit n là các giá trị nằm trong khoảng từ phần tử lớn nhất đến phần tử lớn nhất thứ 2n của tập liên kết.

UE ghép kênh dữ liệu PUSCH và CSI trong khe $(n + \text{độ dịch định thời})$

đối với khe n mà thu DCI theo giá trị DCI được chỉ báo và báo cáo (hoặc truyền) dữ liệu được ghép kênh và CSI cho eNB một cách đồng thời.

(Phương pháp 6)

Trong phương pháp khác nữa, sau khi xây dựng một tập từ các tập ứng viên của các Y thông qua các phương pháp 1 đến 4, tập liên kết được xây dựng bằng cách kết hợp một trong số Y tập ứng viên và tập ứng viên của K2.

Và giá trị trường DCI của độ dịch định thời bit n được xác định bởi các giá trị nằm trong khoảng từ phần tử lớn nhất đến phần tử lớn nhất thứ 2n của tập liên kết.

(Phương pháp 7)

Phương pháp 7 xây dựng một tập từ các tập ứng viên của các Y qua các phương pháp 1 đến 4 và xác định giá trị thứ i của trường DCI của độ dịch định thời bằng cách sử dụng tổng của phần tử thứ i của một trong số Y tập ứng viên và phần tử thứ i của K2 các tập ứng viên.

Ví dụ, khi Y tập ứng viên là {1,2,3,4}, và K2 tập ứng viên là {5, 6, 7, 8}, các giá trị tương ứng của trường DCI độ dịch định thời 2-bit cho 00, 01, 10, và 11 có thể được xác định bởi 1+5 (6), 2+6 (8), 3+7 (10), và 4+8 (12).

(Phương pháp 8)

Phương pháp 8 xây dựng một tập từ các tập ứng viên của các Y qua các phương pháp 1 đến 4 và xác định giá trị thứ i của trường DCI độ dịch định thời là tổng của phần tử thứ i của tập ứng viên của các Y trong khi bỏ qua tập ứng viên của K2.

Tiếp theo, phương pháp nói lỏng cho việc tính toán AP CSI sẽ được mô tả.

UE báo cáo giá trị Z như được xác định dưới đây cho eNB bằng cách sử dụng một trong các khả năng của UE cho việc tính toán AP CSI.

Bằng cách giả sử PUSCH chỉ có CSI (không HARQ ACK/NACK) cho tham số số học và độ phức tạp của CSI đã được đưa ra, Z được xác định là số ký

tự được yêu cầu ít nhất cho thời gian phát hiện/giải mã PDCCH để thu DCI mà kích hoạt báo cáo CSI, thời gian ước lượng kênh, và thời gian tính toán CSI.

Đối với CSI có độ phức tạp thấp, một giá trị Z cho tham số số học đã được đưa ra được xác định như được thể hiện trên Bảng 7 sau đây.

Và đối với CSI có độ phức tạp cao, một giá trị Z cho tham số số học đã được đưa ra được xác định như được thể hiện trên Bảng 7 sau đây.

Bảng 7

Độ phức tạp của CSI	Các đơn vị	15 kHz SCS	30 kHz SCS	60 kHz SCS	120 kHz SCS
CSI có độ phức tạp thấp	Các ký tự	$Z_{1,1}$	$Z_{1,2}$	$Z_{1,3}$	$Z_{1,4}$
CSI 1 có độ phức tạp cao	Các ký tự	$Z_{2,1}$	$Z_{2,2}$	$Z_{2,3}$	$Z_{2,4}$
CSI 2 có độ phức tạp cao	Các ký tự	$Z_{N+1,1}$	$Z_{N+1,2}$	$Z_{N+1,3}$	$Z_{N+1,4}$

Như được mô tả ở trên, Z được xác định là tổng của lượng thời gian cần cho việc giải mã DCI (mà có nghĩa là thời gian giải mã DCI mà giữ thông tin kích hoạt AP CSI), lượng thời gian cần cho ước lượng kênh, và lượng thời gian cần cho tính toán CSI.

Theo độ phức tạp của CSI được kích hoạt đối với giá trị Z , eNB chỉ báo giá trị Y (nói cách khác, theo việc xem là CSI có độ phức tạp thấp hay CSI có độ phức tạp cao).

Nếu giả thiết rằng DCI giữ kích hoạt AP CSI (cụ thể AP CSI kích hoạt DCI) được truyền đến khe n , UE báo cáo CSI tương ứng cho eNB ở khe $(n + \text{độ dịch định thời } Y)$.

Nếu thời gian được cấp phát cho UE cho việc tính toán CSI là không đủ cho khả năng của UE cho việc tính toán AP CSI, UE, thay vì cập nhật (hoặc tính toán) CSI, truyền CSI được báo cáo gần nhất hoặc CSI tùy ý (hoặc được xác định trước, CSI cụ thể, ví dụ, $CQI = 0$, $PMI = 0$, và $RI = 1$) đến eNB.

Fig.7 minh họa trường hợp nêu trên. Nói cách khác, Fig.7 minh họa việc định thời mà CSI-RS theo chu kỳ được thu.

Cụ thể hơn, Fig.7 minh họa trường hợp mà trong đó CSI-RS định kỳ gần nhất (P) mà được thu tại hoặc trước thời gian tài nguyên tham chiếu tồn tại trong khoảng thời gian T.

Trên Fig.7, UE đo CSI qua CSI-RS theo chu kỳ (P CSI-RS), và có thể được lưu ý rằng P CSI-RS và tài nguyên tham chiếu CSI tồn tại trong thời gian T.

Trong trường hợp này, trong thời gian T, UE thực hiện tất cả giải mã DCI, ước lượng kênh, và tính toán CSI.

Do đó, UE so sánh T và Z và nếu $T < Z$, không tính toán (hoặc cập nhật) CSI nhưng truyền CSI được báo cáo gần nhất hoặc CSI tùy ý.

Nếu $T \geq Z$, UE tính toán CSI trên cơ sở của CSI-RS định kỳ và báo cáo CSI được tính toán cho eNB.

Các FIG. 8 và 9 minh họa ví dụ khác của việc định thời mà tại đó CSI-RS theo chu kỳ được thu.

Nói cách khác, các FIG. 8 và 9 minh họa trường hợp mà trong đó P CSI-RS gần nhất được thu ở hoặc trước khi thời gian tài nguyên tham chiếu tồn tại trước khi khoảng thời gian T.

Hoặc, các FIG. 8 và 9 minh họa trường hợp mà trong đó P CSI-RS không tồn tại trong khoảng thời gian T, nhưng P CSI-RS tồn tại trước khoảng thời gian T.

Nói cách khác, dựa vào các FIG. 8 và 9, UE đã thực hiện việc đo kênh từ CSI-RS (định kỳ) trước khi kích hoạt báo cáo CSI xảy ra.

Do đó, trong trường hợp này, UE thực hiện giải mã DCI và tính toán CSI trong khoảng thời gian T.

UE so sánh (thời gian ước lượng kênh) T và Z và nếu $T < Z$ -(thời gian ước lượng kênh), không tính toán (hoặc cập nhật) CSI nhưng truyền CSI được báo cáo gần nhất hoặc CSI tùy ý đến eNB.

Ở đây, UE có thể báo cáo thời gian ước lượng kênh cho eNB bằng cách sử dụng khả năng riêng biệt.

Nếu $T \geq Z$ -(thời gian ước lượng kênh), UE tính toán CSI và báo cáo CSI được tính toán cho eNB.

Ở đây, Z -(thời gian ước lượng kênh) có thể được xác định bởi biến thứ ba Z' , và UE có thể báo cáo Z và Z' cho eNB, theo cách tương ứng.

Fig.10 minh họa một ví dụ của phương pháp để đo CSI bằng cách sử dụng AP CSI-RS.

Đầu tiên, AP CSI-RS được xác định để luôn tồn tại trong khoảng thời gian T .

Trong trường hợp này, trong thời gian T , UE thực hiện tất cả giải mã DCI, ước lượng kênh, và tính toán CSI.

Do đó, UE so sánh T và Z và nếu $T < Z$, không tính toán (hoặc cập nhật) CSI nhưng truyền CSI được báo cáo gần nhất hoặc CSI tùy ý.

Nếu $T \geq Z$, UE tính toán CSI và báo cáo CSI được tính toán cho eNB.

Fig.11 minh họa một ví dụ của phương pháp khác để đo CSI bằng cách sử dụng AP CSI-RS.

Cụ thể hơn, Fig.11 minh họa trường hợp mà trong đó AP CSI-RS được truyền dài hạn sau khi UE kết thúc việc giải mã DCI.

Trong trường hợp này, UE phải thực hiện tất cả giải mã DCI, ước lượng kênh, và tính toán CSI trong khoảng thời gian T .

Tuy nhiên, vì AP CSI-RS được truyền dài hạn sau khi giải mã DCI kết thúc, UE không thể thực hiện đo kênh và tính toán CSI trong khoảng thời gian T cho đến khi giải mã DCI kết thúc và AP CSI-RS được truyền.

Do đó, UE so sánh T và Z và nếu $T < Z$, không tính toán (hoặc cập nhật) CSI nhưng có thể truyền CSI được báo cáo gần nhất hoặc CSI tùy ý đến eNB; Tuy nhiên, nếu $T \geq Z$, UE không thể tính toán CSI và do đó không thể báo cáo CSI cho eNB.

Do đó, để thực hiện hiệu quả phương pháp như được thể hiện trên Fig.11, eNB phải truyền AP CSI-RS trong thời gian giải mã DCI sau khi ký tự OFDM cuối cùng của việc kích hoạt DCI.

Hoặc eNB phải truyền AP CSI-RS trước Z-(thời gian giải mã) ở ký tự OFDM thứ nhất mà AP CSI được báo cáo từ đó.

UE có thể báo cáo thời gian giải mã cho eNB thông qua khả năng riêng biệt.

Ở đây, Z-(thời gian giải mã) có thể được xác định là biến thứ ba Z' , và UE có thể báo cáo Z và Z' cho eNB, theo cách tương ứng.

Nói cách khác, T' giữa thời gian mà trong đó AP CSI-RS được sử dụng cho việc đo kênh hoặc đo nhiễu được thu cuối cùng và thời điểm bắt đầu mà ở đó CSI được báo cáo nhỏ hơn Z' , UE xác định rằng thời gian để tính toán CSI là không đủ và không tính toán CSI.

Do đó, UE không báo cáo CSI hợp lệ nhưng báo cáo giá trị CSI giả được xác định trước (ví dụ, RI = 1, PMI = 1, và CQI = 1) cho eNB.

Hoặc nếu T' giữa ký tự OFDM cuối cùng mà trong đó AP CSI-RS được truyền và ký tự OFDM thứ nhất mà trong đó AP-CSI được báo cáo nhỏ hơn Z-(thời gian giải mã), UE không tính toán (hoặc cập nhật) CSI nhưng truyền CSI được báo cáo gần nhất hoặc CSI tùy ý đến eNB.

Và nếu $T' \geq Z$ -(thời gian giải mã), và $T < Z$, UE không tính toán (hoặc cập nhật) CSI nhưng truyền CSI được báo cáo gần nhất hoặc CSI tùy ý.

Nếu $T' \geq Z$ -(thời gian giải mã) và $T \geq Z$, UE tính toán CSI và báo cáo CSI được tính toán cho eNB.

UE có thể báo cáo thời gian giải mã cho eNB thông qua khả năng riêng biệt.

Sự khác biệt trong các đề xuất được mô tả sau đây, nếu Z' được đưa ra, Z trong các đề xuất 2 và 3 có thể được thay bằng Z' .

Như được mô tả ở trên, Z chỉ báo thời gian cần ít nhất cho tất cả các tính

toán liên quan đến việc xử lý AP CSI như là thời gian giải mã DCI, đo kênh, tính toán CSI, và chuẩn bị TX.

Và Z' chỉ báo thời gian cần ít nhất dùng cho việc đo kênh, tính toán CSI, và chuẩn bị TX.

Do đó, có thể tốt hơn để thiết lập thời gian được cung cấp cho UE, sự kéo dài từ thời gian thu cuối cùng của CSI-RS được sử dụng cho việc đo kênh hoặc đo nhiều đến thời điểm bắt đầu mà ở đó CSI được truyền, có viện dẫn tới Z' mà không bao gồm thời gian giải mã.

Các đề xuất 2 và 3 dưới đây có thể được giới hạn (hoặc hạn chế) đến trường hợp trong đó CSI được báo cáo trong khoảng thời gian ngắn sau khi kích hoạt báo cáo A CSI.

Ví dụ, các đề xuất 2 và 3 được mô tả sau đây có thể được áp dụng chỉ cho trường hợp giá trị Y nhỏ như là $Y = 0$ (hoặc $Y = 1$).

Nếu $Y = 0$, có thể liên quan đến hoạt động độc lập phản hồi CSI mà được thực hiện trong một khe, bao gồm kích hoạt báo cáo CSI, đo kênh, và tối đa đến báo cáo CSI.

Đối với cấu trúc độc lập, có thể viện dẫn tới phần mô tả được đưa ra ở trên.

Với mục đích này, tài nguyên tham chiếu được xác định gần nhất có thể từ khe n , và UE được tạo ra để đo kênh bằng cách sử dụng CSI-RS nằm trong khoảng thời gian giữa kích hoạt báo cáo CSI và báo cáo CSI.

Hoặc thậm chí nếu Y khác không, giá trị nhỏ (ví dụ, $Y = 1$), vì eNB nhằm kích hoạt báo cáo CSI và để thu báo cáo CSI mới (hoặc mới) nằm trong khoảng thời gian ngắn, tài nguyên tham chiếu có thể được xác định gần nhất có thể từ khe n , và eNB có thể được tạo ra để thực hiện đo kênh bằng cách sử dụng CSI-RS mới gần với thời gian báo cáo CSI.

Mặt khác, nếu Y là giá trị lớn, vì đã tốn nhiều thời gian từ thời điểm kích hoạt đến thời điểm báo cáo, thời điểm mà CSI-RS báo cáo kênh không gây ra

vấn đề xung đột được so sánh với trường hợp mà trong đó Y là nhỏ.

Do đó, trong trường hợp này, đề xuất 3 được mô tả sau đây không được áp dụng nhưng độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu được cấu hình bởi một trong số các tùy chọn sau.

Thứ nhất, tùy chọn 1 được mô tả.

Khi P/SP/AP CSI-RS được sử dụng để tính toán CSI cho việc báo cáo A-CSI, độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI bắt đầu từ giá trị Z đối với độ trễ CSI và tham số số học đã cho như được mô tả sau đây.

Nói cách khác, $n_{\text{CQI_ref}}$ là giống với $\lfloor Z/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$ hoặc là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng $\lfloor Z/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$, như khe $n - n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khe đường xuống hợp lệ.

Phần mô tả nêu trên có thể được áp dụng cho báo cáo P/SP CSI theo cùng một cách thức.

Tiếp theo, tùy chọn 2 sẽ được mô tả.

Khi P/SP/AP CSI-RS được sử dụng để tính toán CSI cho việc báo cáo A-CSI, độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI bắt đầu từ giá trị Z đối với độ trễ CSI và tham số số học đã cho như được mô tả sau đây.

$n_{\text{CQI_ref}}$ là giống với $\lfloor Z/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor + 1$ hoặc là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng $\lfloor Z/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor + 1$, như khe $n - n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khe đường xuống hợp lệ.

Phần mô tả nêu trên có thể được áp dụng cho báo cáo P/SP CSI theo cùng một cách thức.

Trong trường hợp của tùy chọn 2, tài nguyên tham chiếu tất cả không bao gồm các ký tự trước các ký tự $0, 1, 2, 3, \dots, Z$ ở thời điểm bắt đầu báo cáo CSI.

Theo tiêu chuẩn hiện tại, vì việc đo kênh hoặc đo nhiễu không được phép thực hiện sau khi tài nguyên tham chiếu, chỉ tùy chọn 2 đã thỏa mãn điều kiện của đề xuất 2.

Tiếp theo, các chi tiết liên quan đến định thời báo cáo CSI không định kỳ

và nói rằng CSI sẽ được mô tả ngắn gọn.

Các ứng viên của thời điểm tính toán CSI Z được xác định trong Bảng 7 ở trên.

Trong khi CSI được truyền chỉ trên PUSCH, nếu báo cáo A-CSI được kích hoạt trên khe n, UE không phải cập nhật CSI đối với báo cáo A-CSI cho các trường hợp sau:

- Trường hợp trong đó $M-L-N < Z$ cho độ phức tạp của CSI và tham số số học đã cho và
- Trường hợp trong đó tài nguyên AP CSI-RS được truyền trên khe n cho độ phức tạp của CSI và tham số số học đã cho, và $M-O-N < Z$.

Ở đây, L thể hiện ký tự cuối cùng của PDCCH trên khe n, M thể hiện ký tự bắt đầu của PUSCH, và N thể hiện giá trị TA (ví dụ, $TA = 1,4$ ký tự) trong các đơn vị ký tự.

Và O thể hiện ký tự tiếp sau giữa ký tự cuối cùng của tài nguyên AP CSI-RS cho tài nguyên đo kênh (CMR) và ký tự cuối cùng của tài nguyên AP CSI-RS cho tài nguyên đo nhiễu (IMR).

Và độ dịch định thời PUSCH để báo cáo A-CSI có thể được xác định như sau.

Khi PUSCH được lập lịch chỉ cho một báo cáo A-CSI, trường DCI cho độ dịch định thời PUSCH được xác định từ Y trong thiết lập báo cáo.

Và khi PUSCH được lập lịch chỉ cho các báo cáo A-CSI, trường DCI cho độ dịch định thời PUSCH được xác định là giá trị lớn nhất trong số các giá trị Y khác nhau trong thiết lập báo cáo.

Ví dụ, khi $Y = \{1, 2, 3, 6\}$ trong thiết lập báo cáo 1, và $Y = \{2, 3, 4, 5\}$ trong thiết lập báo cáo 2, Y có thể được xác định là $Y = \{2, 3, 4, 6\}$.

Các chi tiết khác được xác định theo tiêu chuẩn sẽ được mô tả.

Các thuật ngữ CSI có độ phức tạp thấp và CSI có độ phức tạp cao có thể được thay thế bằng CSI độ trễ thấp và CSI độ trễ cao, theo cách tương ứng.

Hai mức độ trễ CSI được hỗ trợ cho khả năng tính toán CSI.

Mức CSI có độ trễ thấp được xác định là WB CSI bao gồm tối đa bốn công anten, mà có thể được áp dụng chỉ khi sách mã Loại-I hoặc PMI không được cấu hình.

Mức CSI có độ trễ cao được xác định là siêu tập của tất cả CSI được hỗ trợ bởi UE, và phần mô tả đã cho ở trên không được áp dụng cho L1 RSRP.

Và khi CSI được truyền thông qua PUSCH, giá trị chỉ báo bắt đầu và độ dài (SLIV) và loại ánh xạ PUSCH được xác định bởi pusch-symbolAllocation theo cùng một cách như trong PUSCH mà không có CSI.

Độ dịch khe PUSCH khi CSI được ghép kênh với UL-SCH trên PUSCH được xác định chỉ bởi giá trị K2 được chỉ báo bởi pusch-symbolAllocation hơn là aperiodicReportSlotOffset.

Phần mô tả đã cho ở trên được áp dụng chỉ cho trường hợp trong đó CSI được ghép kênh với dữ liệu.

Ở đây, số các giá trị ứng viên cho aperiodicReportSlotOffset và K2 là giống nhau.

Các chi tiết liên quan đến báo cáo A-CSI sẽ còn được mô tả.

Điều kiện cho khi UE không cần cập nhật CSI để báo cáo A-CSI sẽ được mô tả lại dựa trên cơ sở của phần mô tả đã cho ở trên.

Thứ nhất, việc kích hoạt báo cáo A-CSI đối với các CSI sẽ được mô tả với việc kích hoạt báo cáo A-CSI đối với một CSI trong bộ nhớ.

Fig.12 minh họa một ví dụ của việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho một CSI được đề xuất bởi sáng chế.

Cụ thể hơn, Fig.12 minh họa ví dụ của việc kích hoạt báo cáo A-CSI đối với một CSI, trong đó CSI-RS theo chu kỳ và tài nguyên tham chiếu CSI tồn tại trong cửa sổ thời gian T.

Trong trường hợp này, UE phải thực hiện giải mã DCI, ước lượng kênh, tính toán CSI, và chuẩn bị Tx trong cửa sổ thời gian T.

Do đó, khi $T < Z$, UE không cần cập nhật CSI.

Fig.13 minh họa một ví dụ của việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho một CSI có CSI-RS theo chu kỳ được đề xuất bởi sáng chế.

(Đề xuất 1)

Trong trường hợp kích hoạt báo cáo A-CSI cho một CSI, UE không cập nhật CSI khi $T < Z$.

Ở đây, T là thời lượng giữa thời gian thu của ký tự OFDM cuối cùng của việc kích hoạt DCI và thời gian truyền của ký tự OFDM thứ nhất của báo cáo AP CSI.

Khác với Fig.12, ngay cả khi $T > Z$, Fig.13 minh họa trường hợp mà trong đó P CSI-RS và tài nguyên tham chiếu đến muộn trong cửa sổ thời gian T .

Trong trường hợp này, ngay cả khi $T > Z$, UE không thể hoàn thành việc tính toán CSI vì bắt đầu ước lượng kênh quá muộn.

Do đó, để tránh trường hợp như vậy xảy ra, UE phải thực hiện đo kênh/nhiều ở ZP/NZP CSI-RS mà ở đó ít nhất Z ký tự được bố trí trước ký tự OFDM thứ nhất của báo cáo AP CSI.

(Đề xuất 2)

UE không cần đo kênh hoặc nhiều qua ZP/NZP CSI-RS được thu từ 0 đến Z ký tự trước thời điểm truyền của ký tự OFDM thứ nhất của báo cáo AP CSI.

Độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI được bắt đầu đúng cách từ Z để khớp với đề xuất 2.

Các FIG. 14 và 15 minh họa các ví dụ về phương pháp xác định độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI được đề xuất bởi sáng chế.

Cụ thể hơn, các FIG. 14 và 15 minh họa hai tùy chọn để xác định độ dịch thời gian trong đó $Z = 5$, $N_{\text{symb}}^{\text{slot}} = 14$, và báo cáo CSI bắt đầu ở ký tự thứ 10 của khe n .

Fig.14 minh họa một ví dụ của các vị trí CSI-RS hợp lệ cho tài nguyên tham chiếu CSI và đo kênh khi $n_{\text{CQI_ref}} = \lfloor Z/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$.

Trên Fig.14, vì tài nguyên tham chiếu là khe $n-1$, UE không thể sử dụng tài nguyên CSI-RS tiềm năng ở 1, 2, 3, hoặc 4 ký tự của khe n dùng cho việc đo kênh.

UE đo kênh từ CSI-RS ở một hoặc một vài khe trước khe n .

Tuy nhiên, hoạt động này phát sinh quá nhiều trễ giữa đo kênh và báo cáo CSI.

Kết quả là, phản hồi A-CSI độc lập mà được thực hiện trong cùng một khe mà trong đó việc kích hoạt CSI, đo kênh, và báo cáo CSI được thực hiện có thể không được hỗ trợ.

Để giải quyết vấn đề nêu trên, như được thể hiện trên Fig.15, $n_{\text{CQI_ref}}$ có thể được xác định là $\lfloor Z/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$.

Nói cách khác, Fig.15 minh họa ví dụ khác của các vị trí CSI-RS hợp lệ cho tài nguyên tham chiếu CSI và đo kênh khi $n_{\text{CQI_ref}} = \lfloor Z/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$.

Trên Fig.15, tài nguyên tham chiếu là khe n , và khe n bao gồm một vài ký tự trước Z .

Kết quả là, khi CSI-RS được truyền trên ký tự thứ 1, thứ 2, thứ 3, hoặc thứ 4 của khe n , UE có thể đo kênh bằng cách sử dụng CSI-RS được truyền và tính toán CSI từ đo kênh mới.

(Đề xuất 3)

Khi P/SP/AP CSI-RS được sử dụng để tính toán CSI cho việc báo cáo A-CSI, độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI bắt đầu từ giá trị Z đối với độ trễ CSI và tham số số học như đã cho sau đây.

Ở đây, $n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng $\lfloor Z/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$, như khe $n-n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khe đường xuống hợp lệ.

Ở đây, khe cụ thể có thể được liên quan đến khe đường xuống hợp lệ khi các điều kiện sau đây được thỏa mãn:

- khi khe cụ thể bao gồm đường xuống hoặc tập ký tự linh hoạt trên ít

nhất một lớp trên,

- khi khe cụ thể không được bố trí trong tập khoảng đo lường cho UE,
- khi DL BWP hoạt động trong khe là giống với DL BWP mà báo cáo

CSI được thực hiện, và

- khi ít nhất một cơ hội truyền CSI-RS dùng cho việc đo kênh và CSI-RS để đo nhiều và/hoặc cơ hội CSI-IM nằm trong thời gian hoạt động DRS không muộn hơn tài nguyên tham chiếu CSI mà trong đó báo cáo CSI được thực hiện.

Phần mô tả nêu trên có thể được áp dụng cho báo cáo P/SP CSI theo cùng một cách thức.

Khi AP CSI-RS được truyền, vấn đề tương tự như những gì đã được mô tả có viện dẫn tới Fig.13 có thể xảy ra, mà sẽ được mô tả có viện dẫn tới Fig.16.

Như được thể hiện trên Fig.13, có thể thấy rằng AP CSI-RS đến muộn trong cửa sổ thời gian T.

Trong trường hợp này, ngay cả khi $T > Z$, UE không thể hoàn thành việc tính toán CSI vì bắt đầu ước lượng kênh quá muộn.

Phương pháp đơn giản để giải quyết vấn đề là để so sánh T' và Z thay vì T và Z .

Ở đây, T' thể hiện khoảng thời gian giữa thời gian thu AP CSI-RS gần nhất và thời gian truyền của ký tự OFDM thứ nhất của báo cáo AP CSI.

Cụ thể là, nếu $T' < Z$, UE cập nhật CSI và không phải báo cáo CQI thấp nhất.

Trong trường hợp mà yêu cầu nhiều cơ chế chính xác hơn, Z' mà nhỏ hơn Z được xác định, và thay vì T' và Z , T' và Z' có thể được so sánh.

Nói cách khác, Z' chỉ báo lượng thời gian cần dùng cho việc đo kênh, tính toán CSI, và chuẩn bị TX ngoại trừ việc giải mã DCI.

Z chỉ báo thời gian mà bao gồm giải mã DCI ngoài phép đo kênh, tính toán CSI, và chuẩn bị TX.

Tuy nhiên, vì thời gian giải mã của DCI không cần thiết phải được xét

đến trong T' , thời gian cần thiết thực tế cho T' có thể nhỏ hơn Z .

Nếu thời gian đầy đủ không được cung cấp cho T' , UE không có xem xét đo kênh, và do đó UE có thể báo cáo CQI thấp nhất trong trường UCI cụ thể.

Fig.16 minh họa một ví dụ của việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho một CSI có CSI-RS không định kỳ được đề xuất bởi sáng chế.

(Đề xuất 4)

Trong trường hợp việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho một CSI mà sử dụng AP CSI-RS, nếu $T' < Z$, UE không cần tính toán CSI và báo cáo CQI thấp nhất.

Ở đây, T' thể hiện khoảng thời gian giữa thời gian thu CSI-RS gần nhất và thời gian truyền của ký tự OFDM thứ nhất cho báo cáo AP CSI.

Trong trường hợp việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho N CSI, nếu UE được trang bị N bộ xử lý song song, UE có thể sử dụng cùng một cơ chế như trong một bộ kích hoạt CSI.

Tuy nhiên, nếu nhiều N CSI được kích hoạt, UE không thể hoàn thành việc tính toán cho tất cả CSI được kích hoạt.

Trong trường hợp này, phương pháp nói lỏng CSI được hỗ trợ bởi hệ thống LTE có thể được sử dụng lại.

(Đề xuất 5)

Nói cách khác, đề xuất 5 sử dụng lại phương pháp nói lỏng được hỗ trợ bởi hệ thống LTE trong trường hợp của việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho các CSI.

Hiện nay, UE có khả năng tính toán CSI sẽ được mô tả.

Theo các đề xuất 1 đến 3 được mô tả nêu trên, lượng thời gian cần cho xử lý CSI được xác định, mà có thể được tóm tắt như được thể hiện trên Các Bảng 8 và 9.

Nói cách khác, Bảng 8 cung cấp các giá trị Z cho các UE thông thường, mà là các giá trị tham chiếu mà được hỗ trợ bởi tất cả các UE.

Và Bảng 9 cung cấp các giá trị Z cho các UE được ưu tiên; do đó, đối với

tham số số học và độ trễ CSI đã cho, UE có khả năng được thực hiện để báo cáo xem các giá trị Z của Bảng 9.

Cũng vậy, cho tham số số học và độ trễ CSI đã cho, các giá trị Z của Bảng 9 phải giống hoặc nhỏ hơn các giá trị Z của Bảng 8.

Cũng vậy, giá trị Z'_{ij} cần được thêm vào đối với Z' .

Giá trị Z'_{ij} thể hiện khoảng thời gian cần thiết giữa thời gian thu của CSI-RS gần nhất và thời gian truyền của ký tự OFDM thứ nhất của báo cáo AP CSI.

Bảng 8 minh họa một ví dụ về thời gian tính toán CSI Z cho các UE thông thường.

Bảng 8

Độ phức tạp của CSI	Các đơn vị	15 kHz SCS	30 kHz SCS	60 kHz SCS	120 kHz SCS
CSI có độ trễ thấp	Các ký tự	$Z_{1,1}$	$Z_{1,2}$	$Z_{1,3}$	$Z_{1,4}$
CSI có độ trễ cao	Các ký tự	$Z_{2,1}$	$Z_{2,2}$	$Z_{2,3}$	$Z_{2,4}$

Bảng 9 minh họa một ví dụ về thời gian tính toán CSI Z cho các UE được ưu tiên.

Bảng 9

Độ phức tạp của CSI	Các đơn vị	15 kHz SCS	30 kHz SCS	60 kHz SCS	120 kHz SCS
CSI có độ trễ thấp	Các ký tự	$Z_{1,1}$	$Z_{1,2}$	$Z_{1,3}$	$Z_{1,4}$
CSI có độ trễ cao	Các ký tự	$Z_{2,1}$	$Z_{2,2}$	$Z_{2,3}$	$Z_{2,4}$

Các đề xuất được mô tả nêu trên được tóm tắt ngắn gọn như sau.

Đầu tiên, theo đề xuất 1, nếu $T < Z$ cho việc kích hoạt báo cáo A-CSI đối với một CSI, UE không cần cập nhật CSI.

Ở đây, T thể hiện thời lượng giữa thời gian thu của ký tự OFDM cuối cùng của việc kích hoạt DCI và thời gian truyền của ký tự OFDM thứ nhất của

báo cáo AP CSI.

Và theo đề xuất 2, UE không cần đo kênh hoặc nhiều do ZP/NZP CSI-RS được thu từ 0 đến Z ký tự trước khi thời gian truyền của ký tự OFDM thứ nhất của báo cáo AP CSI.

Và theo đề xuất 3, khi P/SP/AP CSI-RS được sử dụng để thực hiện tính toán CSI cho báo cáo A-CSI, độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI là bắt đầu từ Z đối với độ trễ CSI và tham số số học đã cho như sau.

Nói cách khác, $n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng $\lfloor Z/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$, như khe $n - n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khe đường xuống hợp lệ. Đặc điểm này có thể được áp dụng theo cùng một cách cho báo cáo P/SP CSI.

Và theo đề xuất 4, trong trường hợp việc kích hoạt báo cáo A-CSI đối với một CSI mà sử dụng AP CSI-RS, nếu $T' < Z$, UE không cần tính toán CSI và báo cáo chỉ báo chất lượng kênh (CQI) thấp nhất cho eNB.

Ở đây, T' thể hiện thời lượng giữa thời gian thu của AP CSI-RS gần nhất và thời gian truyền của ký tự OFDM thứ nhất của báo cáo AP CSI.

Và đề xuất 5 sử dụng lại phương pháp nói lỏng được hỗ trợ bởi hệ thống LTE trong trường hợp của việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho các CSI.

Tiếp theo, phương án khác sẽ được mô tả.

Độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI bắt đầu từ Z' đối với độ trễ CSI và tham số số học được đưa ra như sau.

$n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng $\lfloor Z'/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$, như khe $n - n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khe đường xuống hợp lệ.

Hoặc $n_{\text{CQI_ref}}$ có thể được giải thích tương tự như $\lfloor Z'/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$ hoặc là giá trị nhỏ nhất trong số các giá trị lớn hơn $\lfloor Z'/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$, như khe $n - n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khe đường xuống hợp lệ. Đặc điểm này có thể cũng được áp dụng cho ít nhất báo cáo CSI không định kỳ.

Và đặc điểm này được áp dụng khi AP/P/SP CSI-RS được sử dụng để

tính toán CSI.

Khi P/SP CSI-RS và/hoặc CSI-IM được sử dụng cho đo kênh hoặc đo nhiễu, UE không mong đợi ký tự OFDM cuối cùng để đo kênh và/hoặc nhiễu đối với CSI-RS và/hoặc CSI-IM được thu từ các ký tự 0 đến Z' trước thời gian truyền của ký tự OFDM thứ nhất của báo cáo AP CSI.

Đặc điểm nêu trên không phải là điều kiện duy nhất, và CSI-RS phải được xác định ở hoặc trước tài nguyên tham chiếu CSI. Đặc điểm này cũng bao gồm trường hợp của AP CSI-RS.

Trong trường hợp báo cáo AP CSI, khi P/SP CSI-RS được sử dụng cho đo kênh và/hoặc đo nhiễu, UE không mong đợi CSI-RS gần nhất được thu muộn hơn tài nguyên tham chiếu CSI trước khi kích hoạt của PDCCH.

Trong Bảng 10 dưới đây, các giá trị (Z, Z') là các giá trị tham chiếu mà được hỗ trợ bởi tất cả các UE.

Đối với các UE thông thường, chưa được xác định xem các giá trị (Z, Z') đối với CSI có độ trễ thấp và CSI có độ trễ cao của Bảng 10 dưới đây có giống nhau cho tham số số học đã cho hay không.

Nếu hai giá trị là giống nhau cho tất cả của tham số số học, độ trễ thấp và độ trễ cao được kết hợp với các UE thông thường.

Trong Bảng 11 dưới đây, có hỗ trợ các giá trị (Z, Z') của Bảng 11 đối với tham số số học và độ trễ CSI đã cho được báo cáo cho eNB qua khả năng của UE hay không.

Đối với tham số số học và độ trễ CSI đã cho, các giá trị (Z, Z') của Bảng 11 bằng hoặc nhỏ hơn các giá trị (Z, Z') của Bảng 10.

Bảng 10 minh họa thời gian tính toán CSI Z cho các UE thông thường.

Bảng 10

Độ trễ CSI	Các đơn vị	15kHz SCS	30kHz SCS	60kHz SCS	120kHz SCS
Độ trễ thấp	Các ký tự	$(Z_{1,1}, Z'_{1,1})$	$(Z_{1,2}, Z'_{1,2})$	$(Z_{1,3}, Z'_{1,3})$	$(Z_{1,4}, Z'_{1,4})$

Độ trễ cao	Các ký tự	$(Z_{2,1}, Z'_{2,1})$	$(Z_{2,2}, Z'_{2,2})$	$(Z_{2,3}, Z'_{2,3})$	$(Z_{2,4}, Z'_{2,4})$
------------	-----------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Bảng 11 minh họa thời gian tính toán CSI Z cho các UE được ưu tiên.

Bảng 11

Độ trễ CSI	Các đơn vị	15kHz SCS	30kHz SCS	60kHz SCS	120kHz SCS
Độ trễ thấp	Các ký tự	$(Z_{1,1}, Z'_{1,1})$	$(Z_{1,2}, Z'_{1,2})$	$(Z_{1,3}, Z'_{1,3})$	$(Z_{1,4}, Z'_{1,4})$
Độ trễ cao	Các ký tự	$(Z_{2,1}, Z'_{2,1})$	$(Z_{2,2}, Z'_{2,2})$	$(Z_{2,3}, Z'_{2,3})$	$(Z_{2,4}, Z'_{2,4})$

Theo phương án khác nữa, cơ chế liên quan đến báo cáo CSI sẽ được mô tả thêm.

Cụ thể hơn, định thời báo cáo CSI và khả năng của UE liên quan đến việc đó sẽ được mô tả.

Trong phần sau đây, qua các Bảng 12 và 13, các giá trị cụ thể của (Z, Z') cho UE thông thường và UE được ưu tiên sẽ được xét đến.

Đối với giá trị Z' của UE thông thường, giả thiết rằng UE thực hiện đo/tính toán CSI và ghép kênh; và mã hóa và điều chế CSI cho ký tự Z' .

Một phần của việc đo và tính toán CSI dựa trên tham số số học và yêu cầu $6 * 2^{(\mu-2)}$ ký tự; các phần còn lại và ghép kênh/mã hóa/điều chế CSI sử dụng 20 ký tự theo cách tương ứng cho độ trễ cao và 13 ký tự cho độ trễ thấp.

Kết quả là, Z' cho độ trễ thấp và độ trễ cao là $13 + 6 * 2^{(\mu-2)}$ và $20 + 6 * 2^{(\mu-2)}$.

Đối với giá trị Z của UE thông thường, giả thiết rằng CSI-RS nằm tại ký tự tiếp theo của ký tự PDCCH cuối.

Cũng vậy, giả thiết rằng việc xử lý CSI có thể bắt đầu sau khi giải mã DCI.

Thời gian giải mã DCI yêu cầu $4 + 10 * 2^{(\mu-2)}$ bao gồm phần phụ thuộc vào tham số số học như là PDCCH CE/giải ghép kênh/giải mã và phần độc lập của tham số số học.

Kết quả là, Z được xác định bằng cách giải mã thời gian DCI + thời gian

xử lý CSI, cụ thể là $4 + 10 * 2 (\mu - 2) + Z'$.

Trong trường hợp UE được ưu tiên, vì việc giải mã DCI được thực hiện cho 5 ký tự, Z' là 7 ký tự và 14 ký tự, theo cách tương ứng cho độ trễ thấp và độ trễ cao; và Z là $Z' + 5$.

Bảng 12 thể hiện thời gian tính toán CSI (Z, Z') cho UE thông thường.

Bảng 12

Độ trễ CSI	Các đơn vị	15kHz SCS ($\mu = 0$)	30kHz SCS ($\mu = 1$)	60kHz SCS ($\mu = 2$)	120kHz SCS ($\mu = 3$)
Độ trễ thấp	Các ký tự	(22, 15)	(25, 16)	(33, 19)	(49, 25)
Độ trễ cao	Các ký tự	(29, 22)	(32, 23)	(40, 26)	(56, 32)

Bảng 13 thể hiện thời gian tính toán CSI (Z, Z') cho UE được ưu tiên.

Bảng 13

Độ trễ CSI	Các đơn vị	15kHz SCS ($\mu = 0$)	30kHz SCS ($\mu = 1$)	60kHz SCS ($\mu = 2$)	120kHz SCS ($\mu = 3$)
Độ trễ thấp	Các ký tự	(12, 7)	(12, 7)	(12, 7)	(12, 7)
Độ trễ cao	Các ký tự	(19, 14)	(19, 14)	(19, 14)	(19, 14)

Các đề xuất khác nhau liên quan đến phần mô tả nêu trên sẽ được xét đến.

Các đề xuất được mô tả sau đây có thể được áp dụng riêng biệt từ các đề xuất được mô tả nêu trên hoặc được áp dụng cùng với các đề xuất nêu trên.

(Đề xuất 1')

Như thời gian xử lý CSI được yêu cầu nhỏ nhất cho các UE thông thường và được ưu tiên, các giá trị (Z, Z') của các Bảng 12 và 13 nêu trên được lựa chọn, theo cách tương ứng.

Liên quan đến CSI và ghép kênh dữ liệu, một vấn đề còn lại là số ký tự được yêu cầu cho UE để hoàn thành việc xử lý CSI và mã hóa dữ liệu một cách đồng thời.

Khi CSI và dữ liệu được ghép kênh, việc cấp phát phần tử tài nguyên dữ liệu (RE) dựa trên tải trọng CSI; tuy nhiên, kích cỡ CSI/tải trọng được thay đổi

theo CRI/RI/hệ số biên độ khác 0, hoặc số lượng bỏ qua CSI.

Kết quả là, việc xử lý CSI và mã hóa dữ liệu có thể không được thực hiện theo cách thức hoàn toàn đồng thời.

Cụ thể hơn, trong trường hợp loại I CSI, CRI/RI của Phần 1 xác định kích cỡ tải trọng của Phần 2 CSI như là PMI và CQI.

Trong trường hợp loại II CSI, số các hệ số biên độ khác không của RI/Phần 1 CSI xác định kích cỡ tải trọng của Phần 2 CSI như là PMI và CQI.

Do đó, khi CSI và dữ liệu được ghép kênh, thay vì (Z, Z') , UE yêu cầu ít nhất ký tự $(Z+C, Z'+C)$ để đồng thời chuẩn bị CSI và dữ liệu.

Ở đây, C nhỏ hơn hoặc bằng $N2$.

(Đề xuất 2')

Khi AP CSI và dữ liệu cho PUSCH được ghép kênh, UE không mong đợi để thu lập lịch DCI có độ dịch ký tự như $M-L-N < Z+C$.

Ở đây, L thể hiện ký tự cuối cùng của kích hoạt PDCCH báo cáo A-CSI, L là ký tự bắt đầu của PUSCH, N là giá trị TA trong đơn vị ký tự, và C bằng hoặc nhỏ hơn $N2$.

(Đề xuất 3')

Khi AP CSI và dữ liệu cho PUSCH được ghép kênh, và AP CSI-RS được sử dụng cho việc đo kênh, UE không mong đợi để thu lập lịch DCI có độ dịch ký tự như $M-O-N < Z'+C$.

Ở đây, N thể hiện giá trị TA trong các đơn vị ký tự; O thể hiện giá trị đến muộn trong số các ký tự cuối cùng của tài nguyên AP CSI-RS cho CMR, ký tự cuối cùng của NZP CSI-RS không định kỳ cho IM (nếu tồn tại), và ký tự cuối cùng của CSI-IM không định kỳ (nếu tồn tại); và C bằng hoặc nhỏ hơn $N2$.

Cũng vậy, khi AP CSI và dữ liệu cho PUSCH được ghép kênh, mặc dù vị trí thời điểm của tài nguyên tham chiếu CSI được xác định theo cùng một cách thức chỉ cho trường hợp AP CSI, vị trí thời điểm được xác định dựa trên $Z'+C$ thay vì Z' .

(Đề xuất 4')

Khi AP CSI và dữ liệu cho PUSCH được ghép kênh, độ dịch thời gian

của tài nguyên tham chiếu CSI bắt đầu từ $Z'+C$ đối với độ trễ CSI và tham số số học đã cho.

Độ dịch thời gian của tài nguyên tham chiếu CSI bắt đầu từ Z' đối với độ trễ CSI và tham số số học đã cho được đưa ra như sau.

$n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng $\lfloor (Z' + C)/N_{\text{symb}}^{\text{slot}} \rfloor$, như khe $n - n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khe đường xuống hợp lệ.

Khi P/SP CSI-RS và/hoặc CSI-IM được sử dụng cho việc đo kênh và/hoặc đo nhiễu, UE không mong đợi ký tự OFDM cuối cùng để đo kênh và/hoặc nhiễu đối với CSI-RS và/hoặc CSI-IM được thu từ các ký tự 0 đến $Z'+C$ trước thời gian truyền của ký tự OFDM thứ nhất của báo cáo AP CSI.

Vấn đề khác là thời gian tính toán cho báo cáo chùm sóng, cụ thể CRI và công suất thu tín hiệu tham chiếu lớp 1 (L1 RSRP).

L1 RSRP là việc đo công suất của một công, và công suất được tính toán giống nhau được sử dụng để báo cáo CSI và báo cáo chùm sóng, tốt hơn là liên quan đến L1 RSRP như CSI có độ trễ thấp.

Cũng vậy, để giảm độ phức tạp tính toán, số lượng các tài nguyên CSI-RS dùng cho báo cáo chùm sóng có thể được giới hạn.

(Đề xuất 5')

Cùng một (Z, Z') được áp dụng cho báo cáo chùm sóng từ CSI có độ trễ thấp như trong báo cáo CSI.

Tiếp theo, trong trường hợp việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho các N CSI, nếu UE được lắp đặt X bộ xử lý đồng thời, và $X \geq N$, cùng một cơ chế như một kích hoạt báo cáo CSI có thể được sử dụng mà không có sự nói lỏng.

Tuy nhiên, nếu nhiều hơn X CSI được kích hoạt, UE không thể hoàn thành việc tính toán cho tất cả các CSI được kích hoạt.

Trong trường hợp này, phương pháp nói lỏng được hỗ trợ trong hệ thống LTE có thể được sử dụng lại.

Cụ thể là, nếu UE không có (các) CSI không được báo cáo lại, và $N > X$, UE không cần phải tính toán $N-X$ CSI.

(Đề xuất 6')

Trong trường hợp việc kích hoạt báo cáo A-CSI cho các CSI, phương pháp nói lỏng được hỗ trợ trong hệ thống LTE có thể được sử dụng lại.

Cụ thể hơn, nếu UE được lắp đặt X bộ xử lý CSI trùng hợp và có N CSI không được báo cáo lại, và $N > X$, UE không cần phải cập nhật N-X CSI gần nhất.

Liên quan đến vị trí thời gian của tài nguyên tham chiếu cho báo cáo P/SP CSI, cùng một phương pháp cho vị trí thời gian của tài nguyên tham chiếu cho báo cáo AP CSI có thể được áp dụng.

(Đề xuất 7')

Vị trí thời gian tài nguyên tham chiếu cho báo cáo P/SP CSI có thể được xác định bởi cùng một phương pháp cho vị trí thời gian tài nguyên tham chiếu cho báo cáo AP CSI.

Các chi tiết liên quan đến sự nói lỏng CSI sẽ được mô tả chi tiết hơn.

X thể hiện khả năng cho số lượng CSI lớn nhất mà có thể được cập nhật một cách đồng thời.

Nếu các khoảng thời gian xử lý CSI của N ($> X$) báo cáo CSI trùng lặp với nhau trong miền thời gian, UE không cần cập nhật N-X báo cáo CSI.

Khoảng thời gian xử lý CSI là khoảng thời gian mà nằm trong phạm vi từ khi bắt đầu ký tự S đến cuối cùng của ký tự E.

Ở đây, liên quan đến báo cáo CSI định kỳ và bán ổn định,

(1) Trong trường hợp Alt. 1,

S là ký tự bắt đầu của khe tài nguyên tham chiếu CQI.

(2) Trong trường hợp Alt. 2,

S là E-Z' (hoặc E-(Z'+1)), và E là ký tự bắt đầu của báo cáo CSI.

Khi NR thiết lập vị trí của đo kênh CSI-RS ở mức độ ký tự (nói cách khác, CSI-RS được bố trí ở ký tự dưới E-Z' hoặc ở ký tự dưới E-(Z'+1) được đo), Alt. 2 giả sử thời gian muộn nhất mà trong đó việc xử lý CSI có thể được bắt đầu.

Nói cách khác, UE có thể bắt đầu việc xử lý CSI ở thời gian S của Alt. 2 và lúc muộn nhất.

(3) Trong trường hợp Alt. 3,

S là vị trí của ký tự bắt đầu của báo cáo CSI – Z' (hoặc ký tự bắt đầu của báo cáo CSI – (Z'+1)) hoặc ký tự cuối cùng của CSI-RS (mà được sử dụng cho việc tính toán của CSI tương ứng) được thu ở thời điểm gần nhất trong số các thời điểm trước ký tự bắt đầu.

Vì UE bắt đầu tính toán CSI bằng cách sử dụng CSI-RS ở thời điểm nêu trên, UE là thích hợp cho S và thỏa mãn $E = S + Z'$.

Tiếp theo, liên quan đến báo cáo CSI và CSI-IM có CSI-RS định kỳ hoặc bán ổn định,

(1) Trong trường hợp Alt. 1,

Nếu tài nguyên tham chiếu được bố trí trước PUCCH với kích hoạt CSI không định kỳ, S trở thành ký tự cuối cùng của PDCCH với kích hoạt CSI không định kỳ, và $E = S + Z$.

Mặt khác, $S = E - Z'$, và E là ký tự bắt đầu của báo cáo CSI.

(2) Trong trường hợp Alt. 2,

Nếu ký tự bắt đầu của báo cáo CSI – Z' (hoặc ký tự bắt đầu của báo cáo CSI – (Z'+1)) được bố trí trước PDCCH với kích hoạt CSI không định kỳ, S là ký tự cuối cùng có kích hoạt CSI không định kỳ (hoặc S là ký tự cuối cùng của PDCCH có kích hoạt CSI không định kỳ + 1), và $E = S + Z$.

Nói cách khác, nếu CSI-RS đo được được thu trước PDCCH, UE có thể bắt đầu tính toán CSI sau khi thu PDCCH.

Khi thời gian cần ít nhất cho đến khi báo cáo CSI được hoàn thành sau khi thu của PDCCH là Z, thời gian mà ở đó tính toán CSI được kết thúc trở thành $S + Z$.

Mặt khác, S là $E - Z'$ (hoặc $E - (Z' + 1)$), và E là ký tự bắt đầu của báo cáo CSI.

Nói cách khác, nếu CSI-RS đo được được thu sau khi PDCCH, UE có thể bắt đầu tính toán CSI sau khi thu CSI-RS.

Vì thời gian cần ít nhất cho đến khi báo cáo CSI được hoàn thành sau khi thu CSI-RS là Z', thời gian mà ở đó việc tính toán CSI được hoàn thành trở

thành $S+Z'$.

(3) Trong trường hợp Alt. 3,

Giả sử CSI-RS gần nhất được thu ở hoặc trước ký tự bắt đầu của báo cáo CSI – Z' (hoặc ký tự bắt đầu của báo cáo CSI – $(Z'+1)$) là ‘CSI-RS tham chiếu’. Nếu ký tự cuối cùng của CSI-RS tham chiếu được bố trí trước PDCCH với kích hoạt CSI không định kỳ, S trở thành ký tự cuối cùng của PDCCH với kích hoạt CSI không định kỳ (hoặc ký tự cuối cùng của PDCCH với kích hoạt CSI không định kỳ + 1), và $E = S + Z$.

Nói cách khác, nếu CSI-RS đo được được thu trước PDCCH, UE có thể bắt đầu tính toán CSI sau khi thu PDCCH.

Khi thời gian cần ít nhất cho đến khi báo cáo CSI được hoàn thành sau khi thu của PDCCH là Z , thời gian mà ở đó tính toán CSI được kết thúc trở thành $S+Z$.

Mặt khác, $S = E-Z'$ (hoặc $E-(Z'+1)$), và E là ký tự bắt đầu của báo cáo CSI.

Nói cách khác, nếu CSI-RS đo được được thu sau khi PDCCH, UE có thể bắt đầu tính toán CSI sau khi thu CSI-RS.

Khi thời gian cần ít nhất cho đến khi báo cáo CSI được hoàn thành sau khi thu của CSI-RS là Z' , thời gian mà ở đó tính toán CSI được kết thúc trở thành $S+Z'$.

(4) Trong trường hợp Alt. 4,

S là $E-Z'$ (hoặc $E-(Z'+1)$), và E là ký tự bắt đầu của báo cáo CSI.

Tiếp theo, liên quan đến báo cáo CSI không định kỳ với CSI-RS không định kỳ và CSI-IM,

$S1$ là ký tự cuối cùng của PDCCH với kích hoạt CSI không định kỳ.

$S2$ là ký tự mà đến muộn trong số ký tự cuối cùng của CSI-RS không định kỳ đối với CMR, ký tự cuối cùng của CSI-RS không định kỳ đối với IMR, và ký tự cuối cùng của CSI-IM không định kỳ.

(1) Trong trường hợp Alt. 1,

Nếu $S1 + Z > S2 + Z'$ (nói cách khác, nếu vị trí của ký tự OFDM được

thêm bởi các ký tự Z trong S1 nằm sau vị trí ký tự OFDM được thêm bởi các ký tự Z' trong S2), $S = S1$, và $E = S1 + Z$.

Mặt khác, $S = S2$, và $E = S2 + Z'$.

UE hủy bỏ việc xử lý CSI ở thời điểm sau giữa $S1 + Z$ và $S2 + Z'$.

Do đó, E được thiết đặt đến giá trị sau trong số hai giá trị, và thời điểm bắt đầu mà được hoàn thành sau giữa hai giá trị được giả thiết là khi bắt đầu việc xử lý CSI.

(2) Trong trường hợp Alt. 2,

Được thiết đặt là $S = S2$.

Nếu $S1 + Z > S2 + Z'$ (nói cách khác, nếu vị trí của ký tự OFDM được thêm bởi các ký tự Z trong S1 nằm sau vị trí ký tự OFDM được thêm bởi các ký tự Z' trong S2), $E = S1 + Z$. Mặt khác, $E = S2 + Z'$.

Ở đây, thời điểm cuối của việc xử lý CSI trong Alt. 2 là giống với của Alt. 1, nhưng thời điểm bắt đầu được cố định đến S2 mà được sử dụng cho việc ước lượng kênh và/hoặc nhiễu.

Điều này là vì AP CSI-RS luôn được giới hạn để được thu sau khi thu PDCCH, và trong trường hợp này, UE có thể bắt đầu việc xử lý CSI ít nhất khi thu CSI-RS được hoàn thành.

(3) Trong trường hợp Alt. 3,

S là $E-Z'$ (hoặc $E-(Z'+1)$), và E là ký tự bắt đầu của báo cáo CSI.

Khi CSI được tính toán bằng cách sử dụng P/SP CSI-RS và/hoặc Đo nhiễu CSI (IM), các CSI-RS đo được có thể tồn tại trong miền thời gian.

UE có thể tính toán CSI bằng cách đo CSI-RS được thu gần nhất có thể đối với thời điểm báo cáo CSI, nhờ đó thu nhận CSI mới.

Cũng ở thời điểm này, CSI-RS được bố trí trước khi báo cáo thời gian - Z' phải được đo bằng cách tính toán thời gian tính toán CSI của UE.

Tuy nhiên, nếu thời gian tính toán CSI (mà được gọi là 'CSI 1') trùng lặp với thời gian tính toán CSI khác (mà được gọi là 'CSI 2'), và số lượng CSI mà có thể được tính toán cùng thời điểm vượt quá, UE không thể tính toán phần của các CSI.

Để giải quyết vấn đề nêu trên, thời gian tính toán CSI 1 có thể đưa vào thời điểm sớm hơn để có thể không trùng lặp với CSI 2.

Điều này có thể vì CSI 1 được tính toán bằng cách sử dụng P/SP CSI-RS và/hoặc CSI-IM, các P/SP CSI-RS và/hoặc các CSI-IM tồn tại dọc theo trục thời gian, và nhờ đó CSI 1 có thể được tính toán trước bằng cách sử dụng P/SP CSI-RS và/hoặc CSI-IM được thu trước đó.

Tuy nhiên, cần lưu ý là nếu CSI 1 được tính toán quá sớm, khoảng tiềm năng được đưa ra để tránh trường hợp trong đó CSI đã lỗi thời, và CSI 1 có thể được tính toán trước bằng cách sử dụng P/SP CSI-RS và/hoặc CSI-IM được thu trong khoảng tiềm năng.

Khoảng tiềm năng (cụ thể là N giá trị được giả thiết dưới đây) có thể được xác định bởi eNB và được chỉ báo cho UE; hoặc UE có thể xác định khoảng tiềm năng và báo cáo khoảng tiềm năng được xác định cho eNB.

Khoảng tiềm năng được kết thúc ở “thời điểm báo cáo – Z” và bắt đầu ở thời điểm kết thúc – thời điểm N.

Khi các CSI được báo cáo qua cùng một PUSCH, ghép kênh/mã hóa/điều chế được thực hiện đồng thời cho các CSI tương ứng, và do đó, lượng của thời gian xử lý được yêu cầu nhỏ hơn trường hợp trong đó các CSI được báo cáo qua PUSCH khác nhau.

Do đó, khi các CSI được báo cáo qua cùng một PUSCH, một trong số các CSI yêu cầu thời gian xử lý CSI T, nhưng (các) CSI còn lại yêu cầu chỉ thời gian cần cho “T – ghép kênh/mã hóa/điều chế”.

Do đó, khi thời gian xử lý được xác định cho việc nói lỏng CSI, CSI còn lại được xác định là “T-ghép kênh/mã hóa/điều chế”, và kết quả là, có khả năng thời gian xử lý trùng lặp với CSI khác có thể được giảm đi.

Và khi kênh và/hoặc nhiễu được đo bằng cách sử dụng CSI-RS định kỳ hoặc bán ổn định, các CSI-RS đo được có thể tồn tại dọc theo trục thời gian.

Trong trường hợp này, UE tính toán CSI bằng cách đo CSI-RS tồn tại trước khi ký tự Z' (hoặc Z'+1) có viện dẫn tới ký tự OFDM thứ nhất mà bắt đầu báo cáo CSI.

Do đó, thời điểm cuối cùng mà ở đó UE đo CSI cho việc tính toán CSI

trở thành “ký tự trước các ký tự Z' (hoặc $Z'+1$) có viện dẫn tới ký tự OFDM thứ nhất mà bắt đầu báo cáo CSI”.

Do đó, tốt hơn là thiết lập thời điểm bắt đầu xử lý CSI là “ký tự trước các ký tự Z' (hoặc $Z'+1$) có viện dẫn tới ký tự OFDM thứ nhất mà bắt đầu báo cáo CSI”.

Và tốt hơn là thiết lập thời điểm kết thúc xử lý CSI là ký tự OFDM thứ nhất mà bắt đầu báo cáo CSI.

Mặt khác, khi kênh và/hoặc nhiễu được đo bằng cách sử dụng CSI-RS không định kỳ, một CSI-RS đo được có thể tồn tại dọc theo trục thời gian.

Do đó, tốt hơn là thiết lập thời điểm bắt đầu của việc xử lý CSI là “ký tự cuối cùng mà ở đó AP CSI-RS và/hoặc AP CSI-IM được thu”.

Trong trường hợp báo cáo CSI định kỳ hoặc bán ổn định, thời điểm báo cáo được xác định trước.

Do đó, UE biết vị trí của CSI-RS gần đây tồn tại trước ký tự Z' (hoặc $Z'+1$) có viện dẫn tới ký tự OFDM thứ nhất mà bắt đầu báo cáo CSI.

Do đó, vì việc tính toán có thể được bắt đầu từ CSI-RS tương ứng, S trở thành ký tự OFDM cuối cùng của CSI-RS tương ứng, và E trở thành $S+Z'$.

Trong trường hợp báo cáo AP CSI, khi AP CSI-RS được sử dụng, một CSI-RS được sử dụng cho việc tính toán CSI tồn tại dọc theo trục thời gian.

Cần lưu ý là vì CSI-RS dùng cho việc sử dụng CMR là khác với CSI-RS cho việc sử dụng IMR, tồn tại một CSI-RS cho mỗi việc sử dụng dọc theo trục thời gian.

Do đó, vì việc tính toán có thể được bắt đầu từ CSI-RS tương ứng, S trở thành ký tự OFDM cuối cùng của CSI-RS tương ứng, và E trở thành $S+Z'$.

Trong trường hợp báo cáo AP CSI, khi P/SP CSI-RS được sử dụng, CSI-RS gần nhất được sử dụng cho việc tính toán CSI có thể được thu trước DCI.

Do đó, nếu ký tự OFDM cuối cùng của CSI-RS tương ứng được thiết đặt là S , UE bắt đầu tính toán CSI tại thời điểm mà ở đó không chắc liệu CSI tương ứng có thể được kích hoạt hay không.

Nếu CSI tương ứng không được kích hoạt, UE lãng phí công suất tính

toán, và vấn đề có thể xảy ra, như công suất tính toán tương ứng không được sử dụng cho tính toán CSI khác.

Để giải quyết vấn đề trên, S được xác định là $S = E - Z'$, và E được xác định là ký tự thứ nhất của báo cáo PUSCH CSI.

Các kết hợp khác nhau là có thể cho S và E được giả định trong các Alt. khác nhau, ở trên, và các kết hợp tương ứng cũng là áp dụng được cho phương pháp được đề xuất bởi sáng chế.

Ví dụ, S và E có thể được xác định bởi S của Alt. 1 và E của Alt. 2.

Và trong các đề xuất 2 và 3 ở trên, Z' có thể được thay bằng $Z' - 1$.

Vì UE có thể vẫn có thể tính toán CSI ngay cả nếu thời gian Z' được cho, mà nằm trong khoảng từ CSI-RS và/hoặc CSI-IM đến ký tự bắt đầu của báo cáo CSI, Z' có thể được thay bằng $Z' - 1$.

Với cùng một lý do, trong đề xuất 4 ở trên, Z' có thể được thay bằng $Z' - 1$.

Tiếp theo, việc tính toán của CSI sẽ được mô tả chi tiết từ quan điểm của cách thức thực hiện.

Hai cách thức thực hiện của bộ xử lý CSI mà dùng cho việc tính toán của CSI là có sẵn.

Loại A tương ứng với bộ xử lý chuỗi.

UE có thể có X đơn vị xử lý CSI (loại A) và thời gian tối thiểu cần để tính toán một CSI có thể được xác định là (Z, Z') .

Khi UE có thể đồng thời tính toán các CSI của X hoặc ít hơn và trong trường hợp này, thời gian cần thiết cần được tính toán cho từng CSI trong số X CSI, thời gian tối thiểu của tổng (ví dụ, tổng Z') của giá trị (Z, Z') tương ứng với từng CSI một trong số X CSI được yêu cầu.

Khi các vị trí của X CSI-RS hoặc CSI-IM là giống nhau, được xác định xem thời gian tính toán đã cho là đủ theo thời gian khi thời gian nhiều như tổng Z' được thêm vào ở vị trí của CSI-RS và/hoặc CSI-IM (ký tự cuối cùng của CSI-RS và/hoặc CSI-IM hoặc ký tự thứ nhất của CSI-RS và/hoặc CSI-IM) là trước hoặc sau khi báo cáo.

Khi thời gian đầy đủ được cho, UE cập nhật CSI và báo cáo CSI cho

eNB.

Mặt khác, UE không cập nhật CSI, truyền CSI giả, hoặc bỏ qua kích hoạt và không truyền gì đến eNB.

Khi các vị trí của X CSI-RS hoặc CSI-IM là khác nhau, được xác định để xem thời gian tính toán đã cho có là đủ theo thời gian khi thời gian là nhiều như tổng Z' được thêm ở vị trí ký tự của CSI-RS và/hoặc CSI-IM mà được thu gần nhất trước hoặc sau khi báo cáo.

Vì eNB có mức độ tự do mà trong đó các vị trí của X CSI-RS/CSI-IM có thể được cấu hình khác nhau, cần được xác định xem thời gian tính toán đã cho có là đủ hay không bằng cơ chế sau.

Các phương pháp hoạt động của UE và eNB

Sau đây, các hoạt động của UE và eNB để thực hiện phương pháp được đề xuất bởi sáng chế sẽ được mô tả viện dẫn tới các FIG. 17 đến 22.

FIG.17 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp hoạt động của UE mà thực hiện báo cáo CSI được đề xuất bởi sáng chế.

Đầu tiên, UE thu từ eNB báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) bao gồm một hoặc nhiều thiết lập báo cáo.

Ở đây, thiết lập báo cáo bao gồm các giá trị thứ nhất chỉ báo độ dịch thời gian cho báo cáo CSI.

Giá trị thứ nhất có thể được biểu diễn là Y.

Báo cáo CSI có thể là báo cáo CSI không định kỳ.

Ngoài ra, UE thu từ eNB thông tin điều khiển đường xuống (DCI) để kích hoạt báo cáo CSI (S1720).

DCI bao gồm thông tin điều khiển cho thời điểm truyền của kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH).

Thông tin điều khiển có thể được biểu diễn bởi n bit. Ở đây, n là số tự nhiên hoặc số nguyên dương.

Ví dụ, khi thông tin điều khiển được biểu diễn bởi 2 bit, mỗi giá trị trạng thái có thể là 00, 01, 10, hoặc 11.

Ngoài ra, khi các thiết lập báo cáo được kích hoạt bởi DCI, UE xác định

giá trị lớn nhất trong số các giá trị thứ nhất tương ứng với thông tin điều khiển trong các danh sách cho các giá trị thứ nhất của các thiết lập báo cáo là giá trị thứ hai (S1730).

00 có thể tương ứng với đường vào thứ nhất trong danh sách cho các giá trị thứ nhất, 01 có thể tương ứng với đường vào thứ hai trong danh sách cho các giá trị thứ nhất, 10 có thể tương ứng với đường vào thứ hai trong danh sách cho các giá trị thứ nhất, và 11 có thể tương ứng với đường vào thứ tư trong danh sách cho các giá trị thứ nhất.

Ngoài ra, UE báo cáo CSI cho eNB trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai (S1740).

DCI có thể được thu trên khe n và CSI có thể được báo cáo trên khe $(n + \text{giá trị thứ hai})$.

Hoạt động của UE ở Fig.17 có thể được hiểu như sau.

UE thu, từ trạm gốc, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) mà bao gồm các thiết lập báo cáo, trong đó mỗi thiết lập báo cáo bao gồm danh sách các giá trị thứ nhất tương ứng thể hiện các độ dịch thời gian để truyền báo cáo CSI, tạo ra các danh sách của các giá trị thứ nhất.

Và, UE thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) mà kích hoạt báo cáo CSI, trong đó DCI bao gồm giá trị chỉ số liên quan đến thời điểm mà để truyền báo cáo CSI trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH).

Và, UE xác định, dựa trên DCI, các đường vào danh sách bằng cách xác định, cho mỗi danh sách trong các danh sách của các giá trị thứ nhất, đường vào danh sách tương ứng mà được lập chỉ mục trong danh sách dựa trên giá trị chỉ số.

Và, UE xác định giá trị thứ hai mà là lớn nhất trong số các đường vào danh sách.

Và, UE truyền, đến trạm gốc, báo cáo CSI trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai.

Ở đây, báo cáo CSI bao gồm báo cáo CSI không định kỳ.

Thêm nữa, UE có thể thu DCI trên khe n , và truyền báo cáo CSI trên khe $n + (\text{giá trị thứ hai})$.

Giá trị chỉ số được biểu diễn bởi 2 bit, và giá trị chỉ số được biểu diễn bởi

một trong số 00, 01, 10 hoặc 11.

Cụ thể hơn, giá trị chỉ số của 00 tương ứng với đường vào thứ nhất trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ số của 01 tương ứng với đường vào thứ hai trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ số của 10 tương ứng với đường vào thứ ba trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, và giá trị chỉ số 11 tương ứng với đường vào thứ tư trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất.

Ở đây, giá trị chỉ số có thể lớn hơn hoặc bằng không, và mỗi đường vào danh sách được lập chỉ mục trong danh sách tương ứng của các giá trị thứ nhất ở vị trí tương ứng với $1 + (\text{index value})$ trong danh sách.

FIG.18 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp hoạt động của eNB mà thu báo cáo CSI được đề xuất bởi sáng chế.

Đầu tiên, eNB thu từ UE báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) bao gồm một hoặc nhiều thiết lập báo cáo.

Ở đây, thiết lập báo cáo bao gồm danh sách dùng cho các giá trị thứ nhất chỉ báo độ dịch thời gian cho báo cáo CSI.

Giá trị thứ nhất có thể được biểu diễn là Y.

Báo cáo CSI có thể là báo cáo CSI không định kỳ.

Ngoài ra, eNB truyền đến UE thông tin điều khiển đường xuống (DCI) để kích hoạt các thiết lập báo cáo (S1820).

DCI bao gồm thông tin điều khiển cho thời điểm truyền của kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH).

Thông tin điều khiển có thể được biểu diễn bởi n bit. Ở đây, n là số tự nhiên hoặc số nguyên dương.

Ví dụ, khi thông tin điều khiển được biểu diễn bởi 2 bit, mỗi giá trị trạng thái có thể là 00, 01, 10, hoặc 11.

Ngoài ra, eNB thu báo cáo CSI từ UE trên PUSCH (S1830).

Báo cáo CSI có thể được liên kết với giá trị thứ hai và giá trị thứ hai có thể là giá trị lớn nhất trong số các giá trị thứ nhất tương ứng với thông tin điều khiển trong các danh sách cho các giá trị thứ nhất của các thiết lập báo cáo.

00 có thể tương ứng với đường vào thứ nhất trong danh sách cho các giá trị thứ nhất, 01 có thể tương ứng với đường vào thứ hai trong danh sách cho các giá trị thứ nhất, 10 có thể tương ứng với đường vào thứ hai trong danh sách cho các giá trị thứ nhất, và 11 có thể tương ứng với đường vào thứ tư trong danh sách cho các giá trị thứ nhất.

DCI có thể được thu trên khe n và CSI có thể được báo cáo trên khe $(n + \text{giá trị thứ hai})$.

Hoạt động của eNB ở Fig.18 có thể được hiểu như sau.

eNB truyền, đến UE, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) mà bao gồm các thiết lập báo cáo, trong đó mỗi thiết lập báo cáo bao gồm danh sách các giá trị thứ nhất tương ứng thể hiện các độ dịch thời gian để truyền báo cáo CSI, tạo ra các danh sách của các giá trị thứ nhất.

Và, eNB truyền, đến UE, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) mà kích hoạt báo cáo CSI, trong đó DCI bao gồm giá trị chỉ số liên quan đến thời điểm mà ở đó truyền báo cáo CSI trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH).

Và, eNB thu, từ UE, báo cáo CSI trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai.

Ở đây, giá trị thứ hai mà là lớn nhất trong số các đường vào danh sách.

Và, các đường vào danh sách có thể được xác định bởi các đường vào danh sách bằng cách xác định, cho mỗi danh sách trong các danh sách của các giá trị thứ nhất, đường vào danh sách tương ứng mà được lập chỉ mục trong danh sách.

Ở đây, báo cáo CSI bao gồm báo cáo CSI không định kỳ.

Thêm nữa, DCI có thể thu trên khe n , và báo cáo CSI truyền trên khe $n + (\text{giá trị thứ hai})$.

Giá trị chỉ số được biểu diễn bởi 2 bit, và giá trị chỉ số được biểu diễn bởi một trong số 00, 01, 10 hoặc 11.

Cụ thể hơn, giá trị chỉ số của 00 tương ứng với đường vào thứ nhất trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ số của 01 tương ứng với đường vào thứ hai trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ số của 10 tương ứng với đường vào thứ ba trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, và giá trị chỉ số 11 tương ứng với đường

vào thứ tư trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất.

Ở đây, giá trị chỉ số có thể lớn hơn hoặc bằng không, và mỗi đường vào danh sách được lập chỉ mục trong danh sách tương ứng của các giá trị thứ nhất ở vị trí tương ứng với $1 + (\text{index value})$ trong danh sách.

Viện dẫn tới các FIG. 19 đến 22 được mô tả dưới đây, quá trình thực hiện phương pháp báo cáo CSI được đề xuất bởi sáng chế trong UE sẽ được mô tả chi tiết.

Tức là, UE bao gồm: môđun tần số vô tuyến (RF); ít nhất một bộ xử lý, và ít nhất một bộ nhớ máy tính có hoạt động kết nối được với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ các lệnh mà, khi được thực hiện, khiến cho ít nhất một bộ xử lý thực hiện các hành động bao gồm: thu, từ trạm gốc, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) mà bao gồm các thiết lập báo cáo, trong đó mỗi thiết lập báo cáo bao gồm danh sách các giá trị thứ nhất tương ứng thể hiện các độ dịch thời gian để truyền báo cáo CSI, tạo ra các danh sách của các giá trị thứ nhất; thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) mà kích hoạt báo cáo CSI, trong đó DCI bao gồm giá trị chỉ số liên quan đến thời điểm mà ở đó truyền báo cáo CSI trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH); xác định, dựa trên DCI, các đường vào danh sách bằng cách xác định, cho mỗi danh sách trong các danh sách của các giá trị thứ nhất, đường vào danh sách tương ứng mà được lập chỉ mục trong danh sách dựa trên giá trị chỉ số; xác định giá trị thứ hai mà là lớn nhất trong số các đường vào danh sách; và truyền, đến trạm gốc, báo cáo CSI trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai.

Ở đây, báo cáo CSI bao gồm báo cáo CSI không định kỳ.

Thêm nữa, UE có thể thu DCI trên khe n , và truyền báo cáo CSI trên khe $n + (\text{giá trị thứ hai})$.

Giá trị chỉ số được biểu diễn bởi 2 bit, và giá trị chỉ số được biểu diễn bởi một trong số 00, 01, 10 hoặc 11.

Cụ thể hơn, giá trị chỉ số của 00 tương ứng với đường vào thứ nhất trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ số của 01 tương ứng với đường vào thứ hai trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ số của 10 tương ứng với đường vào thứ ba trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, và giá trị chỉ số 11 tương ứng với đường

vào thứ tư trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất.

Ở đây, giá trị chỉ số có thể lớn hơn hoặc bằng không, và mỗi đường vào danh sách được lập chỉ mục trong danh sách tương ứng của các giá trị thứ nhất ở vị trí tương ứng với $1 + (\text{index value})$ trong danh sách.

Viện dẫn tới các FIG. 19 đến 22 được mô tả dưới đây, quá trình thực hiện phương pháp báo cáo CSI được đề xuất bởi sáng chế trong eNB sẽ được mô tả chi tiết.

Tức là, UE bao gồm: môđun tần số vô tuyến (RF); ít nhất một bộ xử lý, và ít nhất một bộ nhớ máy tính có hoạt động kết nối được với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ các lệnh mà, khi được thực hiện, khiến cho ít nhất một bộ xử lý thực hiện các hành động bao gồm: truyền, đến UE, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) mà bao gồm các thiết lập báo cáo, trong đó mỗi thiết lập báo cáo bao gồm danh sách các giá trị thứ nhất tương ứng thể hiện các độ dịch thời gian để truyền báo cáo CSI, tạo ra các danh sách của các giá trị thứ nhất; truyền, đến UE, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) mà kích hoạt báo cáo CSI, trong đó DCI bao gồm giá trị chỉ số liên quan đến thời điểm mà ở đó truyền báo cáo CSI trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH); và thu, từ UE, báo cáo CSI trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai.

Ở đây, báo cáo CSI bao gồm báo cáo CSI không định kỳ.

Thêm nữa, DCI có thể thu trên khe n , và báo cáo CSI truyền trên khe $n + (\text{giá trị thứ hai})$.

Giá trị chỉ số được biểu diễn bởi 2 bit, và giá trị chỉ số được biểu diễn bởi một trong số 00, 01, 10 hoặc 11.

Cụ thể hơn, giá trị chỉ số của 00 tương ứng với đường vào thứ nhất trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ số của 01 tương ứng với đường vào thứ hai trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, giá trị chỉ số của 10 tương ứng với đường vào thứ ba trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, và giá trị chỉ số 11 tương ứng với đường vào thứ tư trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất.

Ở đây, giá trị chỉ số có thể lớn hơn hoặc bằng không, và mỗi đường vào danh sách được lập chỉ mục trong danh sách tương ứng của các giá trị thứ nhất ở vị trí tương ứng với $1 + (\text{index value})$ trong danh sách.

Tổng quan về các thiết bị mà sáng chế áp dụng được

Fig.19 minh họa sơ đồ khối của thiết bị truyền thông không dây mà các phương pháp được đề xuất theo sáng chế có thể được áp dụng.

Viện dẫn tới FIG.19, hệ thống truyền thông không dây bao gồm eNB 1910 và các UE 1920 được đặt trong vùng của eNB.

Mỗi trong số eNB và UE có thể được thể hiện như thiết bị không dây.

eNB bao gồm bộ xử lý 1911, bộ nhớ 1912, và môđun tần số vô tuyến (RF) 1913. Bộ xử lý 1911 thực hiện chức năng, quá trình, và/hoặc phương pháp mà được đề xuất trong các FIG. 1 đến 18 ở trên. Các lớp của giao thức giao diện vô tuyến có thể được thực hiện bởi bộ xử lý. Bộ nhớ được kết nối với bộ xử lý để lưu trữ thông tin khác nhau để điều khiển bộ xử lý. Môđun RF được kết nối với bộ xử lý để truyền và/hoặc thu tín hiệu vô tuyến.

UE bao gồm bộ xử lý 1921, bộ nhớ 1922, môđun RF 1923.

Bộ xử lý thực hiện chức năng, quá trình, và/hoặc phương pháp mà được đề xuất trong các FIG. 1 đến 18 ở trên. Các lớp của giao thức giao diện vô tuyến có thể được thực hiện bởi bộ xử lý. Bộ nhớ được kết nối với bộ xử lý để lưu trữ thông tin khác nhau để điều khiển bộ xử lý. Môđun RF được kết nối với bộ xử lý để truyền và/hoặc thu tín hiệu vô tuyến.

Các bộ nhớ 1912 và 1922 có thể được đặt bên trong hoặc bên ngoài các bộ xử lý 1911 và 1921 và được kết nối với bộ xử lý bằng các phương tiện đã biết khác nhau.

Hơn nữa, eNB và/hoặc UE có thể có một anten hoặc nhiều anten.

Các anten 1914 và 1924 phục vụ truyền và thu các tín hiệu vô tuyến.

Fig.20 minh họa sơ đồ khối của thiết bị truyền thông theo phương án của sáng chế.

Cụ thể, FIG.20 là sơ đồ minh họa cụ thể hơn UE của FIG.19 nêu trên.

Viện dẫn tới FIG.20, UE có thể được cấu hình để bao gồm bộ xử lý (hoặc bộ xử lý tín hiệu dạng số (DSP) 2010, môđun RF (hoặc đơn vị RF) 2035, môđun quản lý công suất 2005, anten 2040, pin 2055, màn hình hiển thị 2015, bàn phím 2020, bộ nhớ 2030, thẻ môđun nhận dạng thuê bao (SIM) 2025 (thành phần này là tùy chọn), loa 2045, và microphôn 2050. UE có thể cũng bao gồm một anten

hoặc nhiều anten.

Bộ xử lý 2010 thực hiện chức năng, quá trình, và/hoặc phương pháp mà được đề xuất trong các FIG. 1 đến 18 ở trên. Các lớp của giao thức giao diện vô tuyến có thể được thực hiện bởi bộ xử lý.

Bộ nhớ 2030 được kết nối với bộ xử lý và lưu trữ thông tin liên quan đến hoạt động của bộ xử lý. Bộ nhớ có thể được đặt bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý được kết nối với bộ xử lý bởi các phương tiện đã biết khác nhau.

Người dùng đưa vào thông tin lệnh như số điện thoại hoặc tương tự bởi, ví dụ, nhấn (hoặc chạm) nút trên bàn phím 2020 hoặc bằng cách kích hoạt bằng âm thanh nhờ sử dụng microphôn 2050. Bộ xử lý thu thông tin lệnh và các quá trình để thực hiện các chức năng thích hợp bao gồm quay số điện thoại. Dữ liệu hoạt động có thể được trích xuất từ thẻ SIM 2025 hoặc bộ nhớ 2030. Ngoài ra, bộ xử lý có thể hiển thị thông tin lệnh hoặc thông tin điều khiển trên màn hình hiển thị 2015 cho người dùng để nhận biết và thuận tiện.

Môđun RF 2035 được kết nối với bộ xử lý để truyền và/hoặc thu tín hiệu RF. Bộ xử lý chuyển đổi thông tin lệnh cho môđun RF để khởi tạo truyền thông, ví dụ, để truyền các tín hiệu vô tuyến mà tạo thành dữ liệu truyền thông qua giọng nói. Môđun RF được cấu tạo bởi bộ thu và bộ truyền để thu và truyền các tín hiệu vô tuyến. Các chức năng anten 2040 để truyền và thu các tín hiệu vô tuyến. Khi thu các tín hiệu vô tuyến, môđun RF có thể chuyển đổi tín hiệu để xử lý bởi bộ xử lý và chuyển đổi tín hiệu thành băng gốc. Tín hiệu được xử lý có thể được chuyển đổi thành thông tin âm thanh hoặc thông tin có thể đọc được xuất ra qua loa 2045.

Fig.21 là sơ đồ minh họa ví dụ khác của môđun RF của thiết bị truyền thông không dây mà phương pháp được đề xuất bởi sáng chế có thể được áp dụng.

Cụ thể, FIG.21 minh họa ví dụ của môđun RF mà có thể được thực hiện trong hệ thống song công phân chia theo tần số (FDD).

Đầu tiên, trong đường truyền, các bộ xử lý được mô tả trong các FIG. 19 và 20 xử lý dữ liệu cần được truyền và cung cấp tín hiệu đầu ra dạng tương tự cho bộ truyền 2110.

Trong bộ truyền 2110, tín hiệu đầu ra dạng tương tự được lọc bởi bộ lọc

thông thấp (LPF) 2111 để loại bỏ các hình ảnh gây ra bởi việc chuyển đổi số thành tương tự (ADC) và chuyển đổi lên thành RF từ băng gốc bởi bộ chuyển đổi lên (bộ trộn) 2112, và được khuếch đại bởi bộ khuếch đại hệ số thay đổi (VGA) 2113 và tín hiệu khuếch đại được lọc bởi bộ lọc 2114, được khuếch đại thêm bởi bộ khuếch đại công suất (PA) 2115, được định tuyến qua (các) bộ song công 2150/(các) bộ chuyển đổi anten 2160, và được truyền qua anten 2170.

Ngoài ra, theo đường thu, anten thu các tín hiệu từ bên ngoài và cung cấp các tín hiệu được thu, mà được định tuyến qua (các) bộ chuyển đổi anten 2160/các bộ song công 2150 và được cung cấp cho bộ thu 2120.

Trong bộ thu 2120, các tín hiệu thu được được khuếch đại bởi bộ khuếch đại tạp âm thấp (LNA) 2123, được lọc bởi bộ lọc thông băng 2124, và được chuyển đổi xuống từ RF thành băng gốc bởi bộ chuyển đổi xuống (bộ trộn) 2125.

Tín hiệu được chuyển đổi xuống được lọc bởi bộ lọc thông thấp (LPF) 2127 và được khuếch đại bởi VGA 1127 để thu nhận tín hiệu đầu vào dạng tương tự, mà được cung cấp cho các bộ xử lý được mô tả trên các FIG. 19 và 20.

Hơn nữa, bộ tạo bộ dao động cục bộ (LO) 2140 cũng cung cấp các tín hiệu LO được truyền và được thu cho bộ chuyển đổi lên 2112 và bộ chuyển đổi xuống 2125 một cách tương ứng.

Ngoài ra, vòng khóa pha (PLL) 2130 thu thông tin điều khiển từ bộ xử lý để tạo ra các tín hiệu LO được truyền và được thu với các tần số thích hợp và cung cấp các tín hiệu điều khiển cho bộ tạo LO 2140.

Hơn nữa, các mạch được minh họa trên FIG.21 có thể được bố trí khác với các thành phần được minh họa trên FIG.21.

Fig.22 là sơ đồ minh họa ví dụ khác của môđun RF của thiết bị truyền thông không dây mà phương pháp được đề xuất bởi sáng chế có thể được áp dụng.

Cụ thể, FIG.22 minh họa ví dụ của môđun RF mà có thể được thực hiện trong hệ thống song công phân chia theo thời gian (TDD).

Bộ truyền 2210 và bộ thu 2220 của môđun RF trong hệ thống TDD là ký hiệu nhận dạng trong cấu trúc với bộ truyền và bộ thu của môđun RF trong hệ thống FDD.

Sau đây, chỉ cấu trúc của môđun RF của hệ thống TDD mà khác với môđun RF của hệ thống FDD được mô tả và cùng một cấu trúc sẽ được mô tả viện dẫn tới phần mô tả của FIG.21.

Tín hiệu được khuếch đại bởi bộ khuếch đại công suất (PA) 2215 của bộ truyền được định tuyến qua bộ chuyển đổi lựa chọn băng 2250, bộ lọc thông băng (BPF) 2270, và (các) bộ chuyển đổi anten 2280 và được truyền qua anten 2280.

Ngoài ra, theo đường thu, anten thu các tín hiệu từ bên ngoài và cung cấp các tín hiệu được thu, mà được định tuyến thông qua (các) bộ chuyển đổi anten 2270, bộ lọc thông băng 2260, và bộ chuyển đổi lựa chọn băng 2250 và được cung cấp cho bộ thu 2220.

Theo các phương án được mô tả ở trên, các thành phần và các đặc điểm của sáng chế được kết hợp theo dạng được xác định trước. Mỗi thành phần hoặc đặc điểm phải được xem xét như tùy chọn trừ khi có quy định rõ ràng khác. Mỗi thành phần hoặc đặc điểm có thể được thực hiện không được kết hợp với các thành phần hoặc đặc điểm khác. Hơn nữa, phương án của sáng chế có thể được cấu hình bằng cách liên kết một vài thành phần và/hoặc đặc điểm. Thứ tự các thao tác được mô tả trong các phương án của sáng chế có thể được thay đổi. Một vài thành phần hoặc đặc điểm của phương án bất kỳ có thể có trong phương án khác hoặc được thay thế bằng thành phần và đặc điểm tương ứng với phương án khác. Hiển nhiên là bộ yêu cầu bảo hộ mà không được viện dẫn rõ ràng theo bộ yêu cầu bảo hộ được kết hợp để tạo thành phương án hoặc có trong yêu cầu bảo hộ mới bởi phần sửa đổi sau đơn.

Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bởi phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc các kết hợp của chúng. Trong trường hợp thực hiện bởi phần cứng, theo cách thức thực hiện phần cứng, phương án ví dụ được mô tả ở đây có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (ASIC), các bộ xử lý tín hiệu số (DSP), các thiết bị xử lý tín hiệu số (DSPD), các thiết bị logic lập trình được (PLD), các mảng cổng lập trình được trường (FPGA), các bộ xử lý, các bộ điều khiển, các bộ điều khiển micro, các bộ xử lý micro, và tương tự.

Trong trường hợp thực hiện bởi phần sụn hoặc phần mềm, phương án của sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng môđun, quy trình, chức năng, và loại

tương tự mà thực hiện các chức năng hoặc hoạt động được mô tả nêu trên. Mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và được thực hiện bởi bộ xử lý. Bộ nhớ có thể được bố trí bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý và có thể truyền và thu dữ liệu đến/từ bộ xử lý bởi các phương tiện khác nhau đã biết.

Rõ ràng là với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sáng chế có thể được thể hiện theo các dạng cụ thể khác mà không vượt ra khỏi các đặc tính cơ bản của sáng chế. Theo đó, phần mô tả chi tiết nêu trên không nên được hiểu là giới hạn đến tất cả các thuật ngữ và cần được xem xét là ví dụ mẫu. Phạm vi của sáng chế phải được xác định bởi việc giải thích hợp lý các yêu cầu bảo hộ kèm theo và tất cả các sửa đổi nằm trong phạm vi tương đương của sáng chế có trong phạm vi của sáng chế.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Tài liệu này bộc lộ phương pháp báo cáo CSI trong hệ thống truyền thông không dây với các ví dụ dựa trên hệ thống 3GPP LTE/LTE-A và hệ thống 5G (hệ thống RAT mới); Tuy nhiên, sáng chế có thể được ứng dụng cho các kiểu hệ thống truyền thông không dây khác ngoài hệ thống 3GPP LTE/LTE-A và hệ thống 5G.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp báo cáo, bởi thiết bị người dùng (UE-user equipment), thông tin trạng thái kênh (CSI-Channel State Information) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm:

thu, từ trạm gốc, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC- radio resource control) mà bao gồm các thiết lập báo cáo, trong đó mỗi thiết lập báo cáo bao gồm danh sách các giá trị thứ nhất tương ứng thể hiện các độ dịch thời gian để truyền báo cáo CSI, tạo ra các danh sách của các giá trị thứ nhất;

thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (DCI-downlink control information) mà kích hoạt báo cáo CSI, trong đó DCI bao gồm giá trị chỉ số liên quan đến thời điểm mà để truyền báo cáo CSI trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH- physical uplink shared channel);

xác định, dựa trên DCI, các đường vào danh sách bằng cách xác định, cho mỗi danh sách trong các danh sách của các giá trị thứ nhất, đường vào danh sách tương ứng mà được lập chỉ mục trong danh sách dựa trên giá trị chỉ số.

xác định giá trị thứ hai mà là lớn nhất trong số các đường vào danh sách; và

truyền, đến trạm gốc, báo cáo CSI trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó báo cáo CSI bao gồm báo cáo CSI không định kỳ.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thu DCI bao gồm thu DCI trên khe n , và trong đó truyền báo cáo CSI bao gồm truyền báo cáo CSI trên khe $n +$ (giá trị thứ hai).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó giá trị chỉ số được biểu diễn bởi 2 bit, và trong đó giá trị chỉ số được biểu diễn bởi một trong 00, 01, 10 hoặc 11.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó:

giá trị chỉ số của 00 tương ứng với đường vào thứ nhất trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất,

giá trị chỉ số của 01 tương ứng với đường vào thứ hai trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất,

giá trị chỉ số của 10 tương ứng với đường vào thứ ba trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất, và

giá trị chỉ số của 11 tương ứng với đường vào thứ tư trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó giá trị chỉ số lớn hơn hoặc bằng không, và trong đó mỗi đường vào danh sách được lập chỉ mục trong danh sách tương ứng của các giá trị thứ nhất ở vị trí tương ứng với $1 + (\text{index value})$ trong danh sách.

7. Thiết bị người dùng (UE-user equipment) được cấu hình để báo cáo thông tin trạng thái kênh (CSI) trong hệ thống truyền thông không dây, UE bao gồm:

môđun tần số vô tuyến (RF radio frequency);

ít nhất một bộ xử lý; và

ít nhất một bộ nhớ máy tính có thể thao tác kết nối với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ các lệnh mà, khi được thực hiện, khiến cho ít nhất một bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm:

thu, từ trạm gốc, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) mà bao gồm các thiết lập báo cáo, trong đó mỗi thiết lập báo cáo bao gồm danh sách các giá trị thứ nhất tương ứng thể hiện các độ dịch thời gian để truyền báo cáo CSI, tạo ra các danh sách của các giá trị thứ nhất;

thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) mà kích hoạt báo cáo CSI, trong đó DCI bao gồm giá trị chỉ số liên quan đến thời điểm mà để truyền báo cáo CSI trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH);

xác định, dựa trên DCI, các đường vào danh sách bằng cách xác định, cho mỗi danh sách trong các danh sách của các giá trị thứ nhất, đường vào danh sách tương ứng mà được lập chỉ mục trong danh sách dựa trên giá trị chỉ số;

xác định giá trị thứ hai mà là lớn nhất trong số các đường vào danh sách; và

truyền, đến trạm gốc, báo cáo CSI trên PUSCH dựa trên giá trị thứ hai.

8. UE theo điểm 7, trong đó báo cáo CSI bao gồm báo cáo CSI không định kỳ.

9. UE theo điểm 7, trong đó thu DCI bao gồm thu DCI trên kênh n, và

trong đó truyền báo cáo CSI bao gồm truyền báo cáo CSI trên khe $n +$ (giá trị thứ hai).

10. UE theo điểm 7, trong đó giá trị chỉ số được biểu diễn bởi 2 bit, và

trong đó giá trị chỉ số được biểu diễn bởi một trong 00, 01, 10 hoặc 11.

11. UE theo điểm 10, trong đó:

giá trị chỉ số của 00 tương ứng với đường vào thứ nhất trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất,

giá trị chỉ số của 01 tương ứng với đường vào thứ hai trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất,

giá trị chỉ số của 10 tương ứng với đường vào thứ ba trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất; và

giá trị chỉ số của 11 tương ứng với đường vào thứ tư trong mỗi trong số các danh sách của các giá trị thứ nhất.

12. UE theo điểm 7, trong đó giá trị chỉ số lớn hơn hoặc bằng không, và

trong đó mỗi đường vào danh sách được lập chỉ mục trong danh sách tương ứng của các giá trị thứ nhất ở vị trí tương ứng với $1 + (\text{index value})$ trong danh sách.

FIG.1

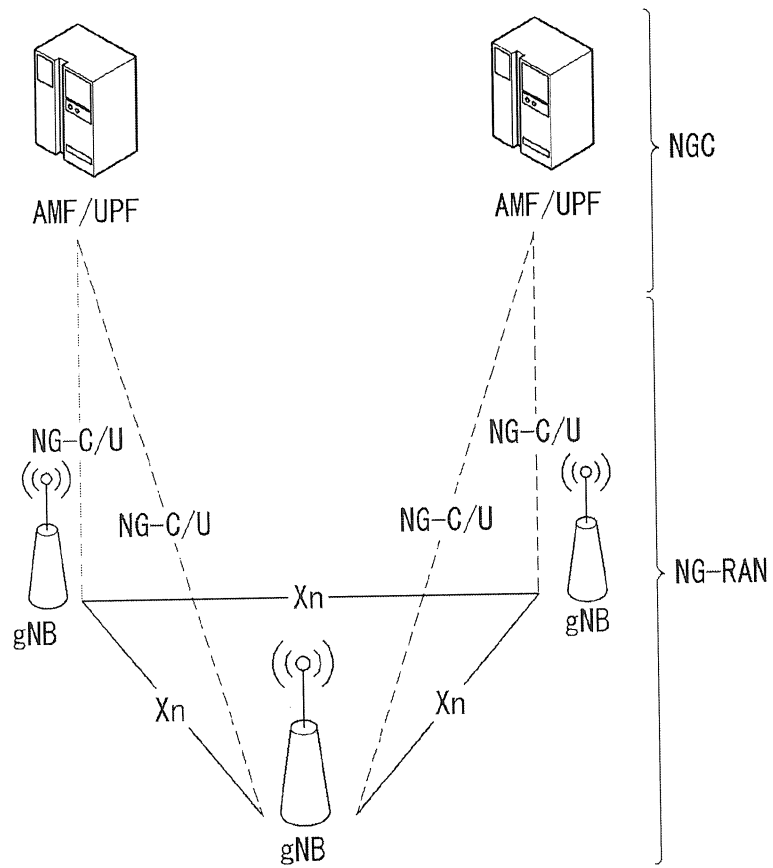


FIG.2

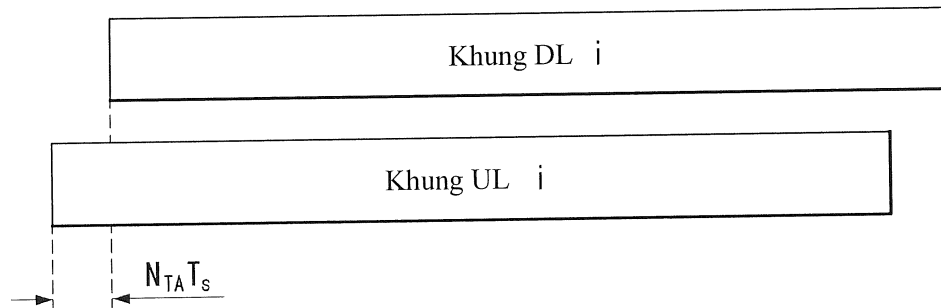


FIG.3

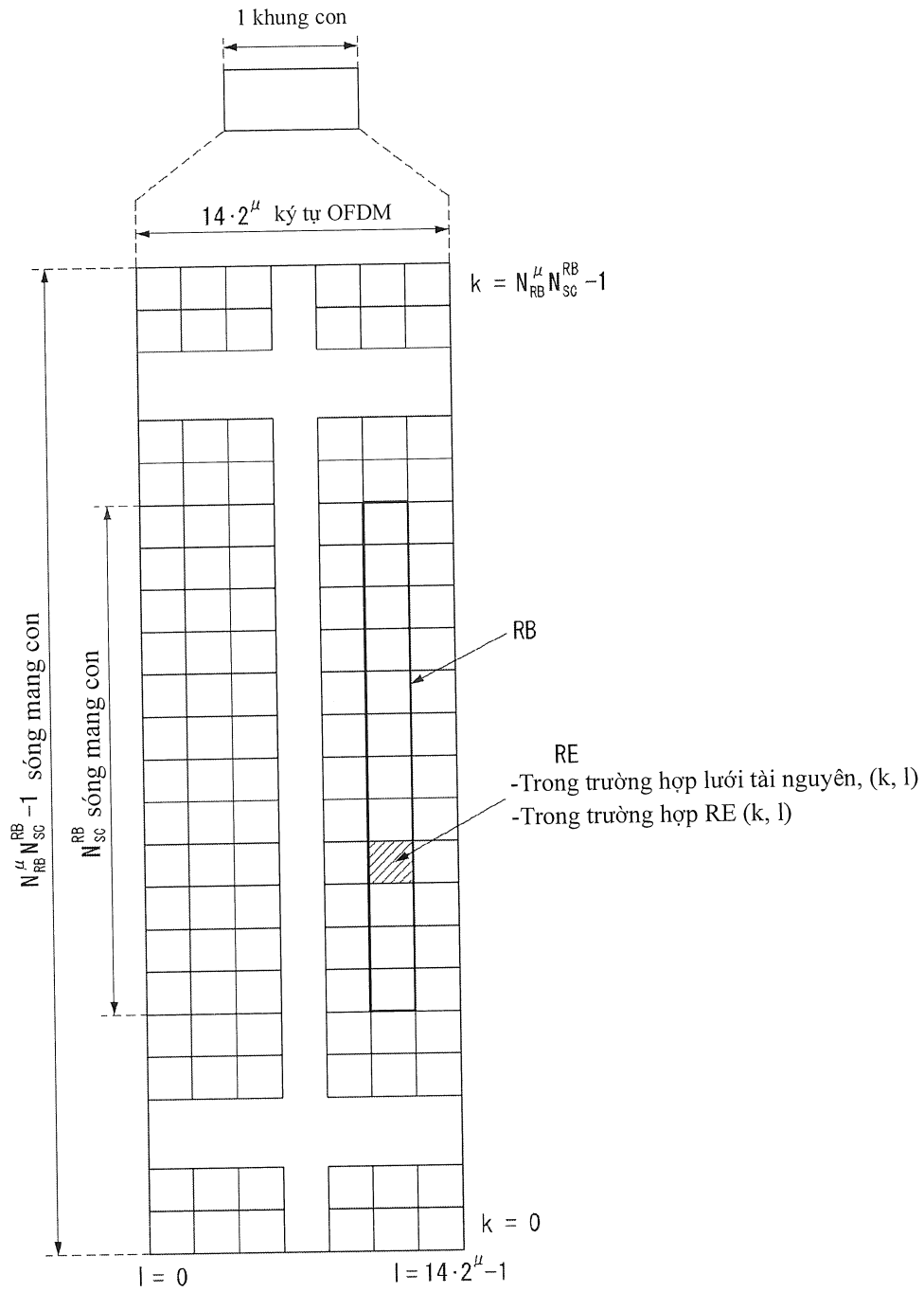


FIG.4

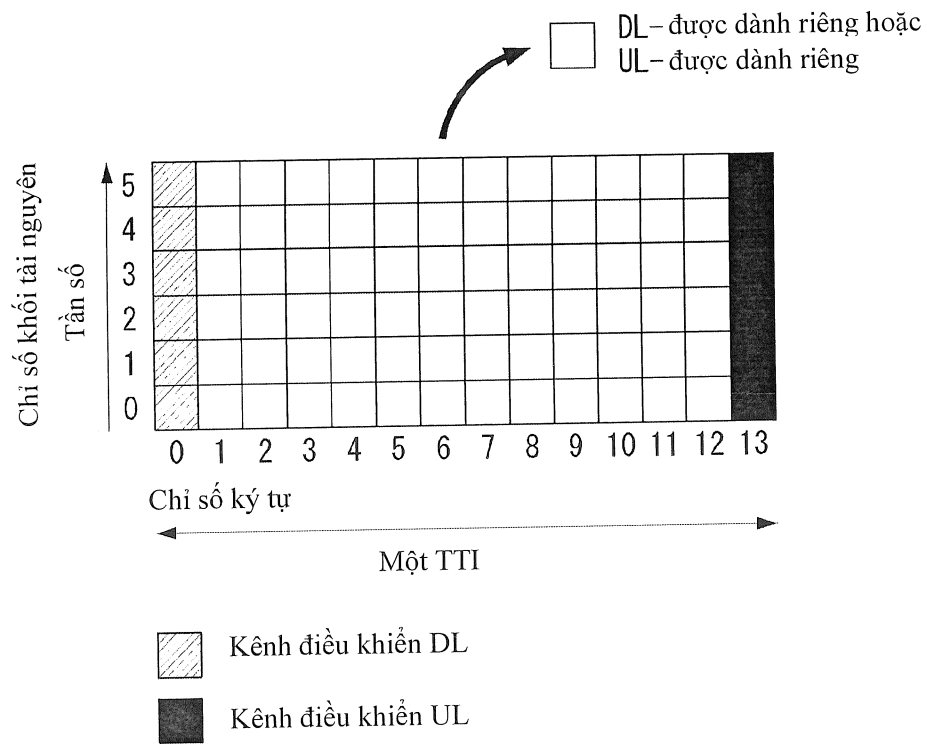


FIG.5

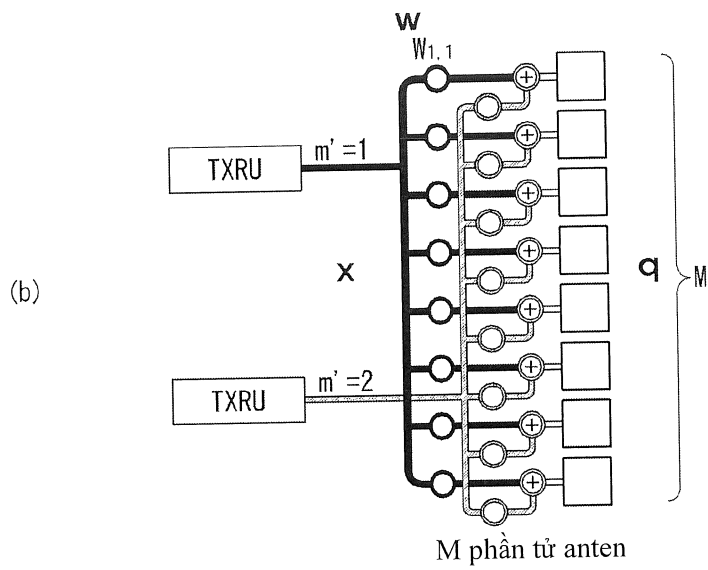
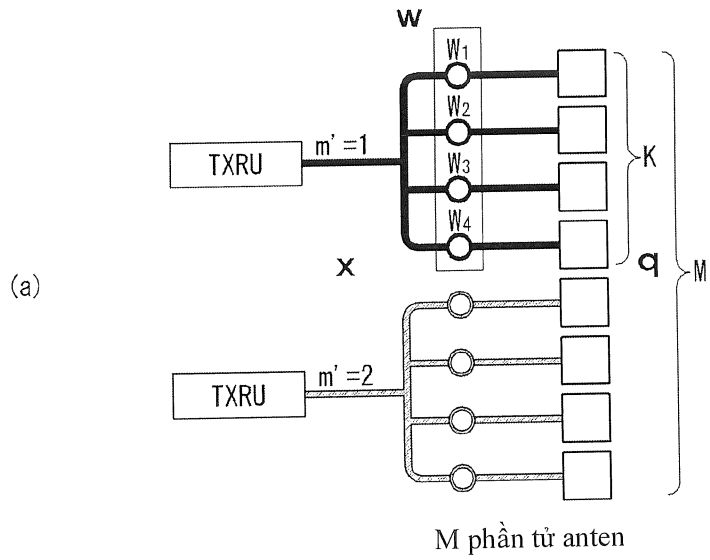


FIG.6

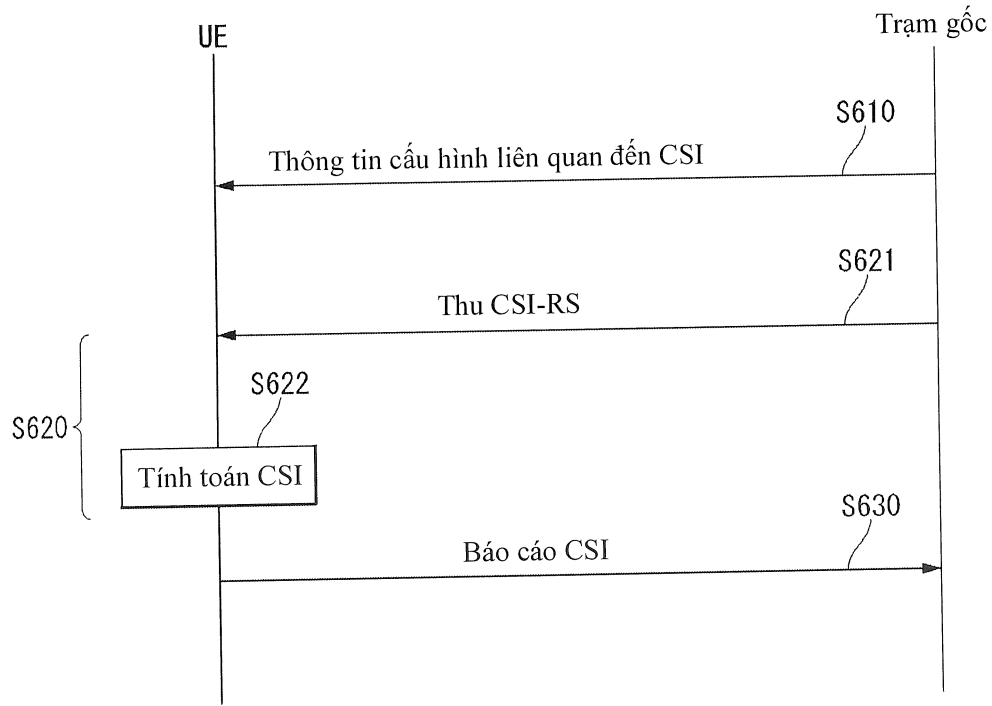


FIG.7

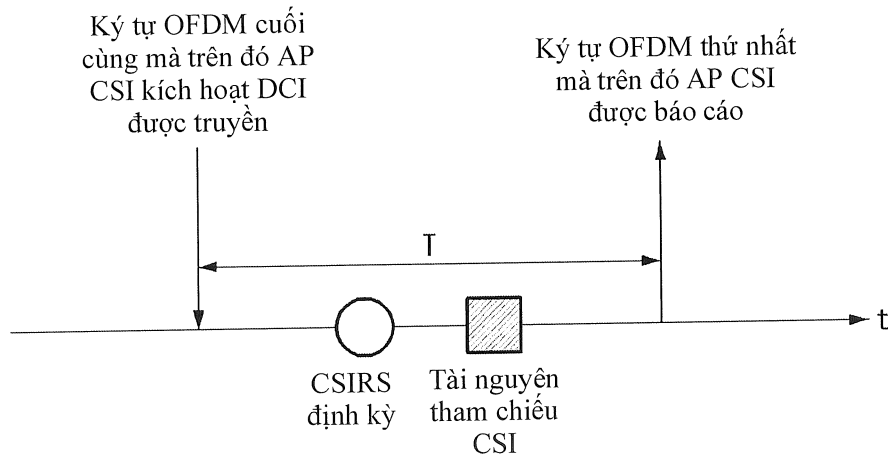


FIG.8

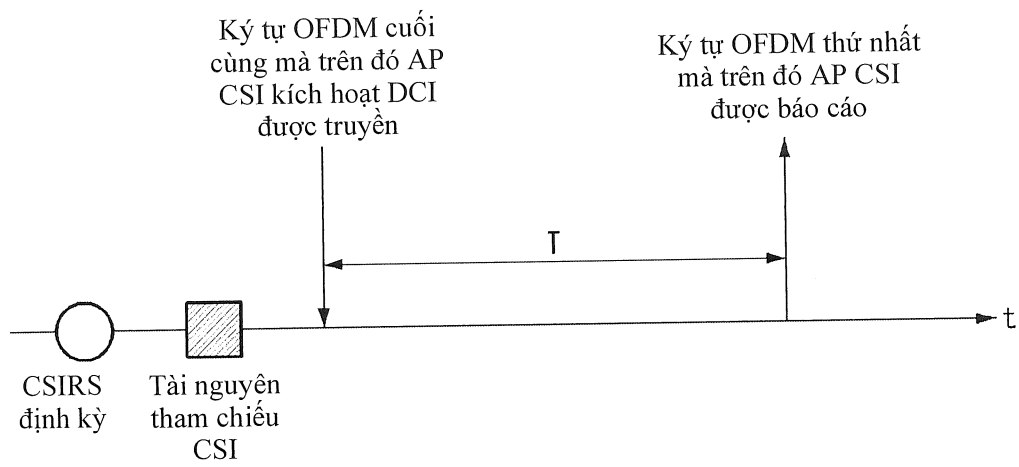


FIG.9

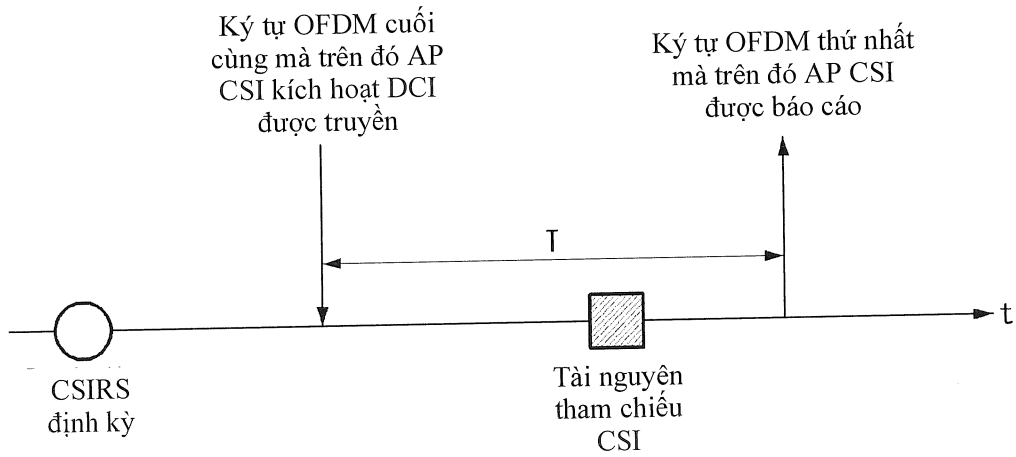
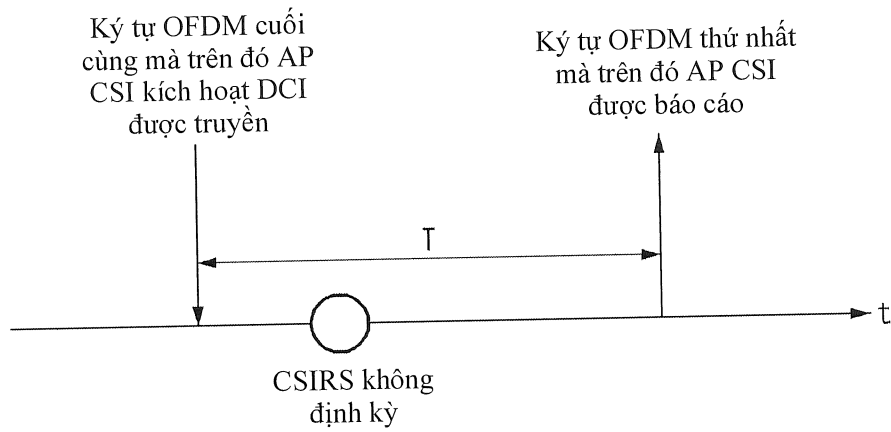


FIG.10



9/17

FIG.11

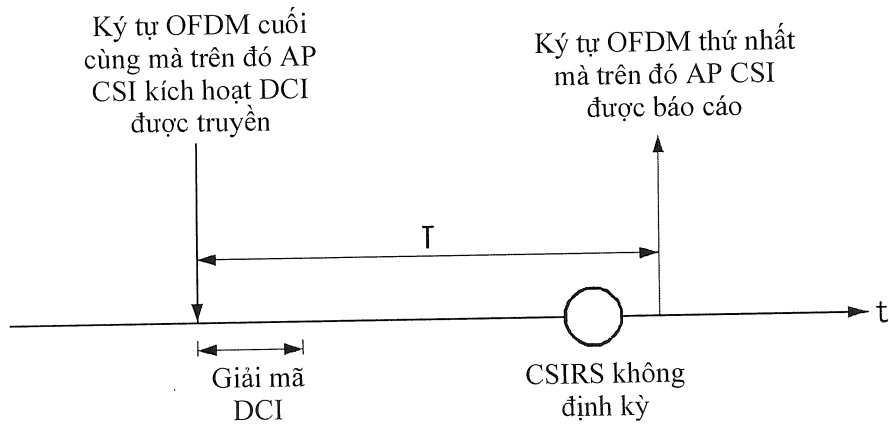


FIG.12

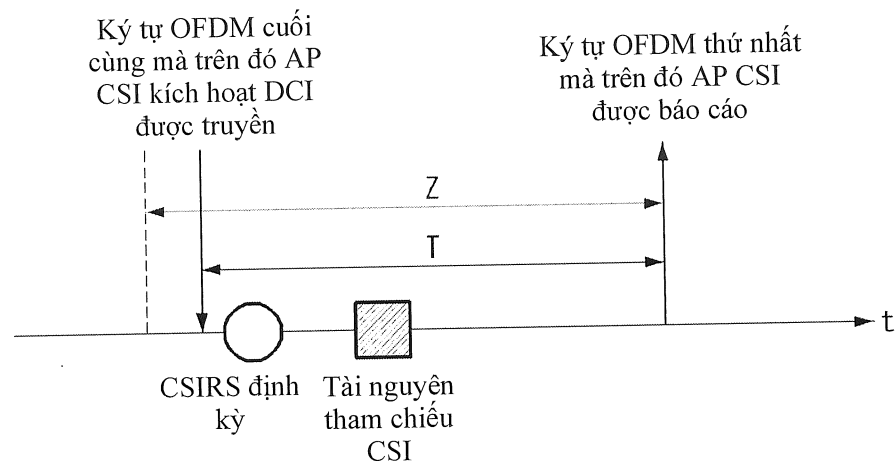


FIG.13

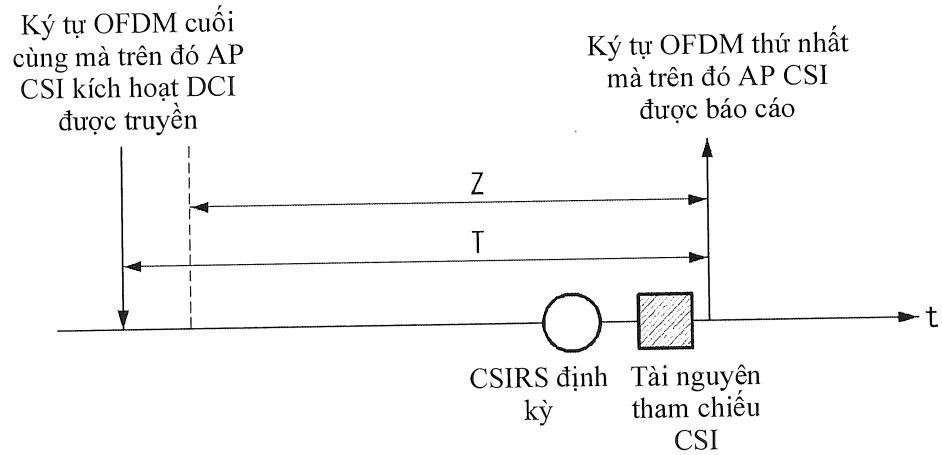


FIG.14

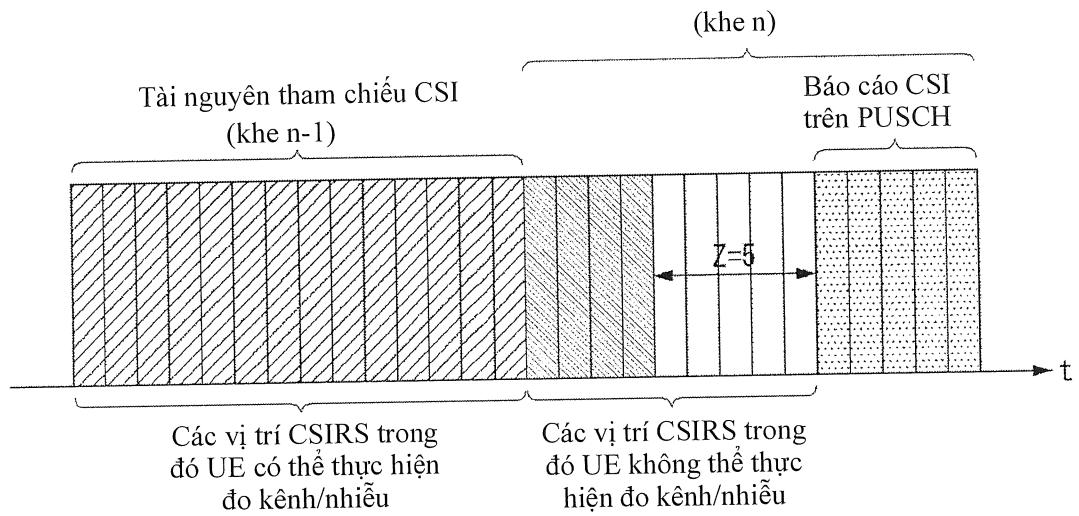


FIG.15

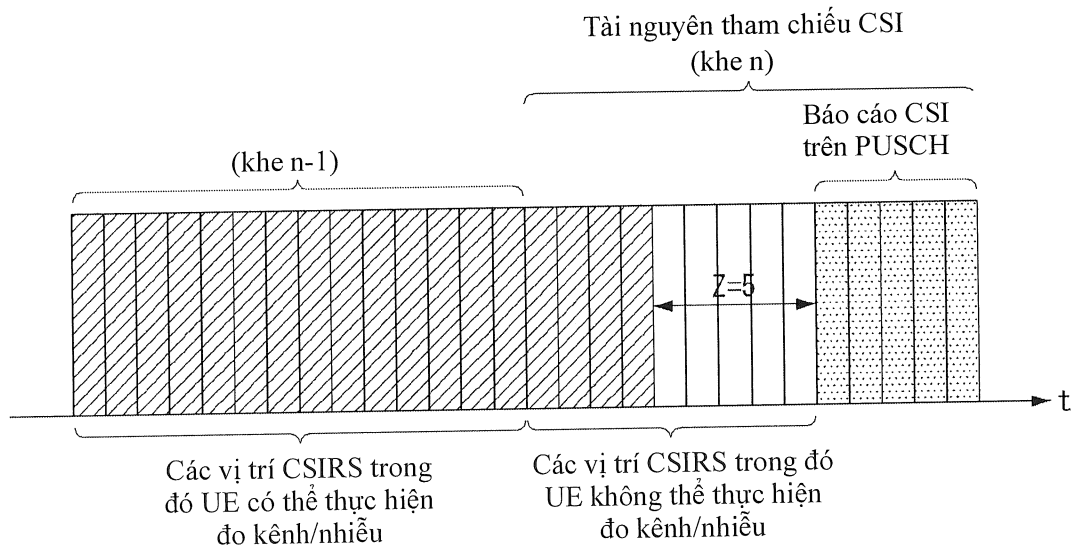


FIG.16

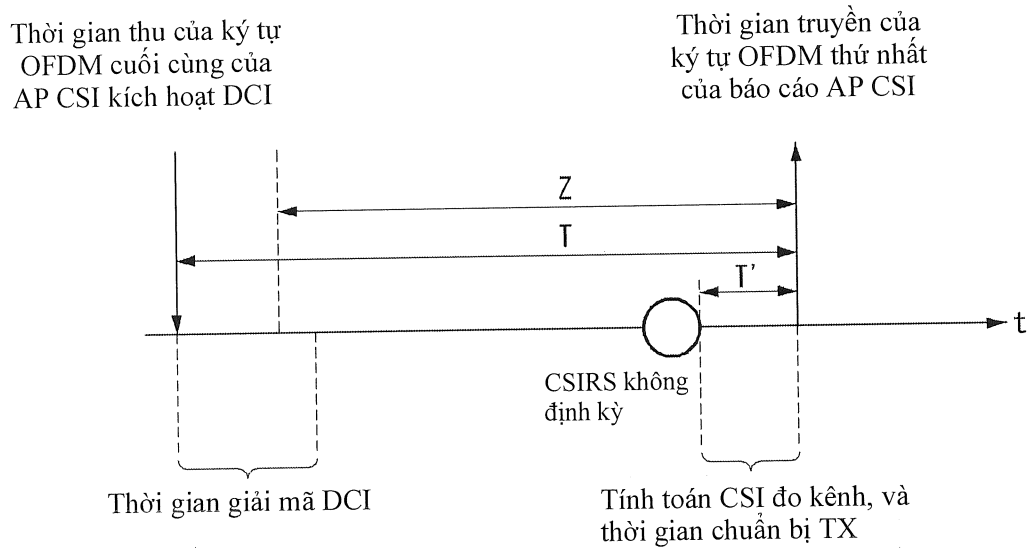


FIG.17

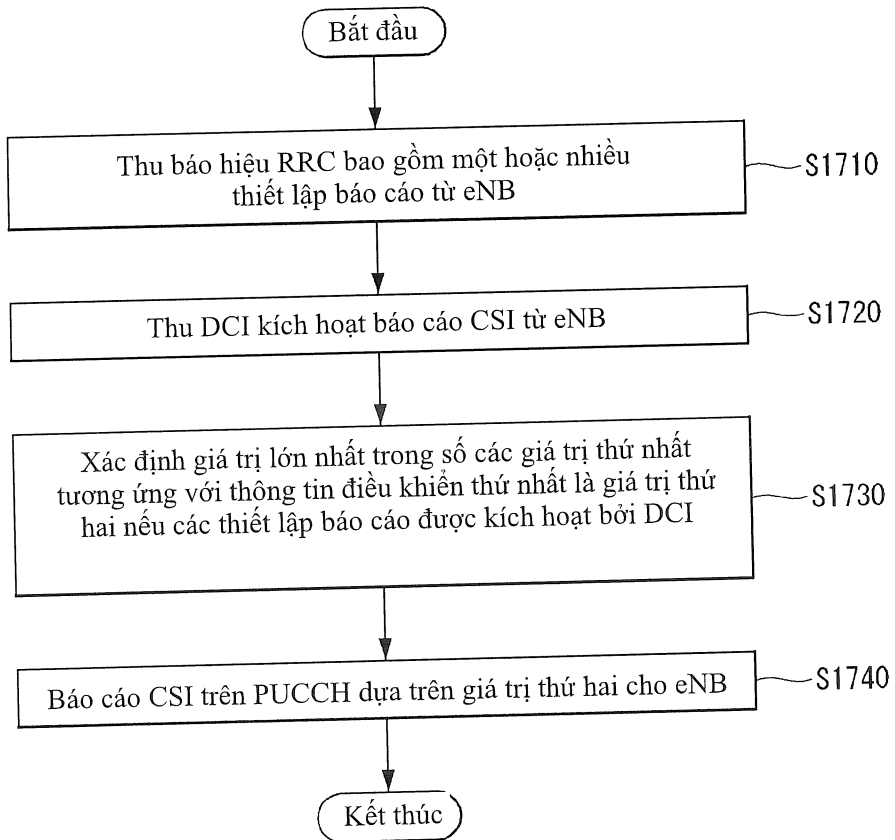


FIG.18

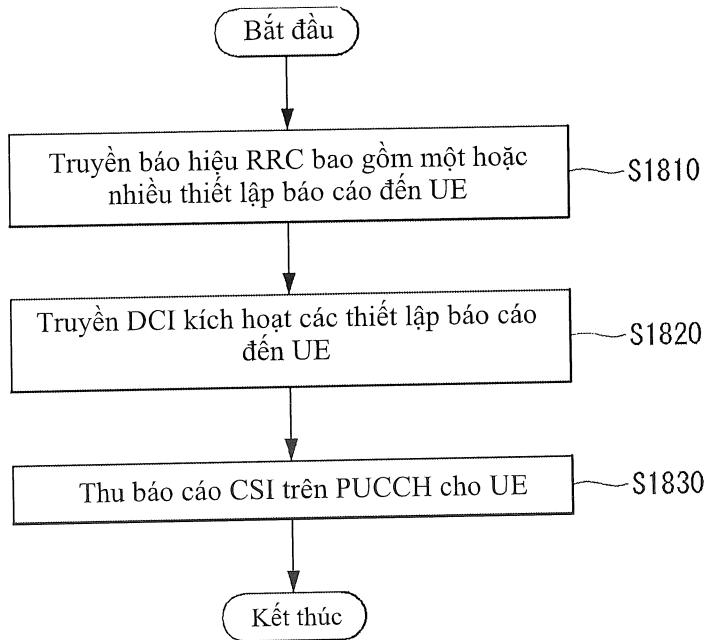


FIG.19

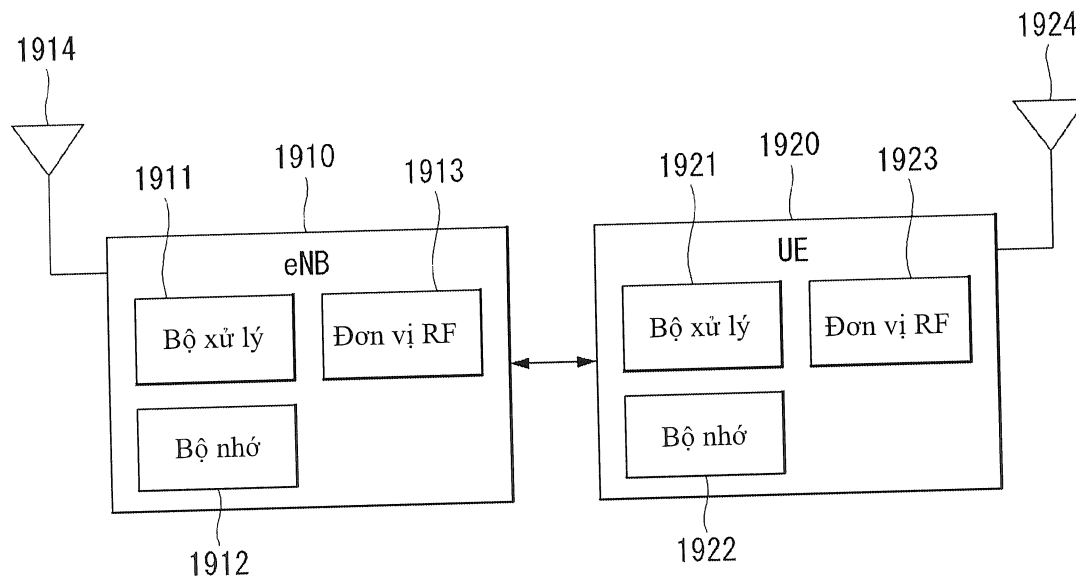


FIG.20

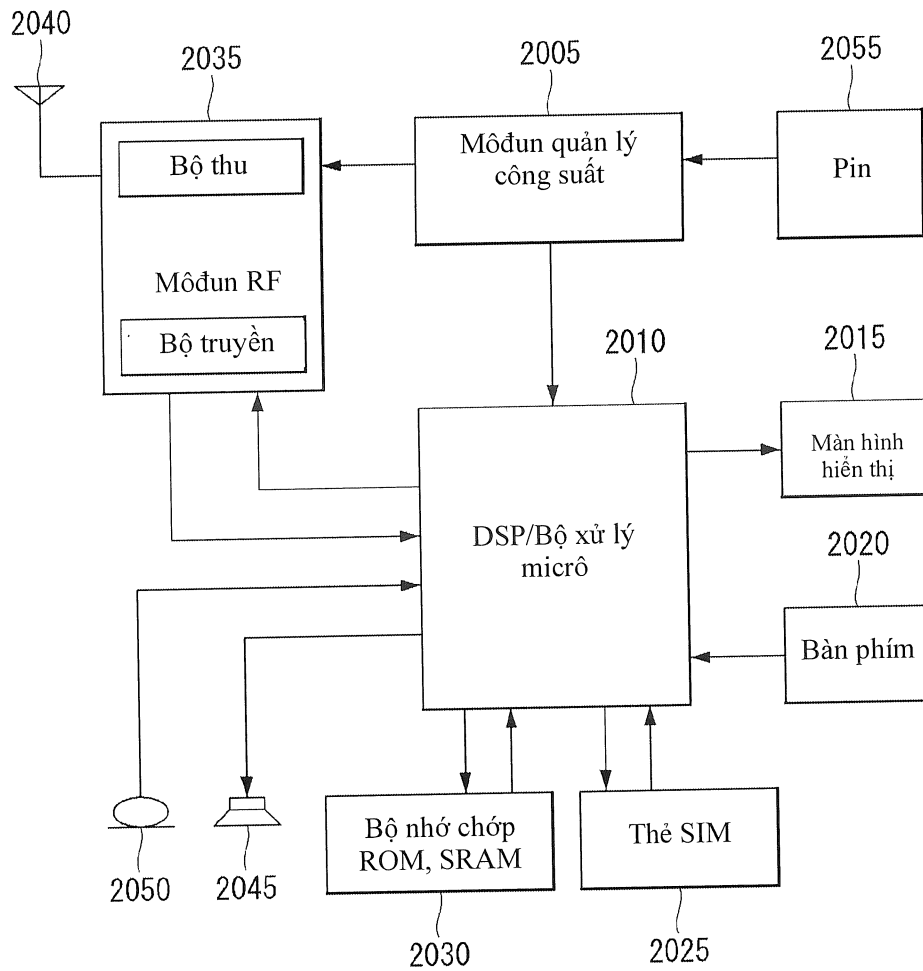


FIG.21

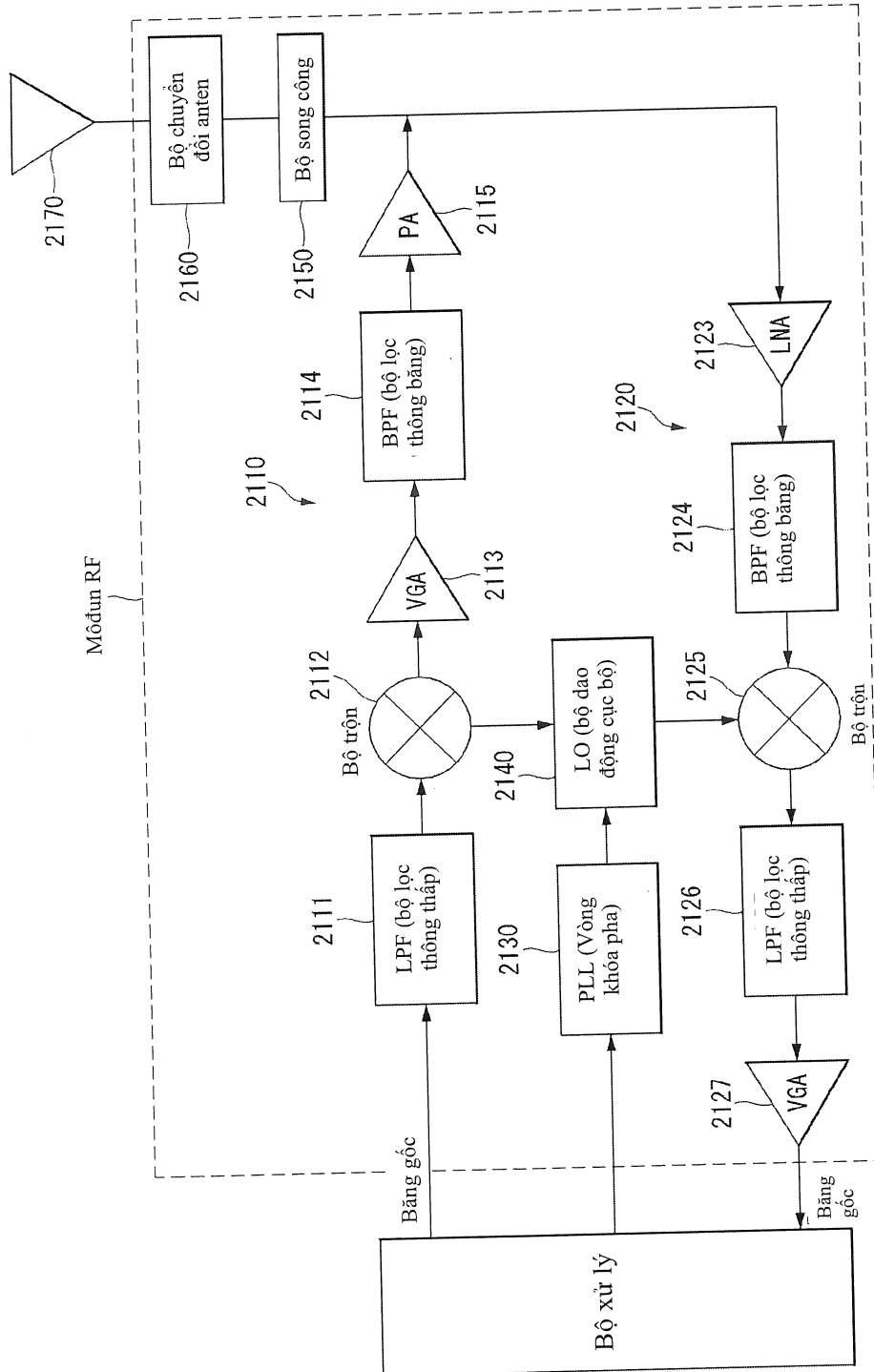


FIG.22

