



(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) 

1-0023209

(51)⁷ **H04W 24/10**

(13) **B**

(21) 1-2015-01421

(22) 22.10.2013

(86) PCT/KR2013/009419 22.10.2013

(87) WO2014/073805A1 15.05.2014

(30) 61/724,382 09.11.2012 US

61/726,513 14.11.2012 US

(45) 25.02.2020 383

(43) 27.07.2015 328

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

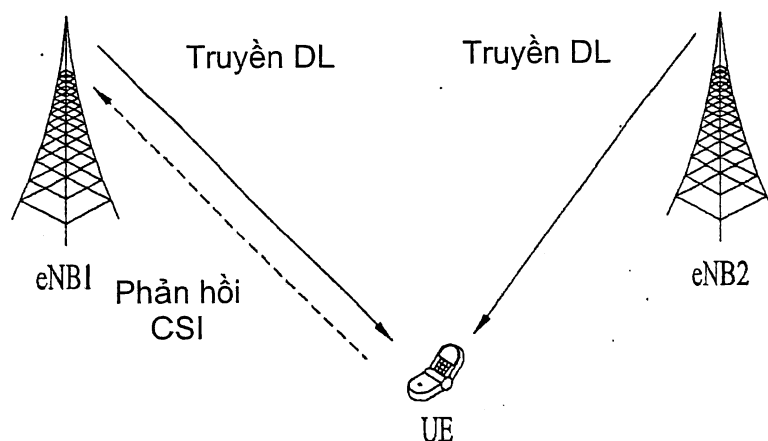
20 Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu Seoul 150-721, Republic of Korea

(72) KIM, Hyungtae (KR), KIM, Byounghoon (KR), KIM, Kijun (KR)

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

(54) **PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG ĐỂ TRUYỀN THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH, PHƯƠNG PHÁP VÀ TRẠM GỐC ĐỂ THU THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp thu thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin cấu hình CSI tiếp theo mà được tạo cấu hình để báo cáo cùng RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng) làm thông tin cấu hình CSI tham chiếu, thu thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất cho thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai cho thông tin cấu hình CSI tiếp theo, tập hợp các RI theo thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai là giống như tập hợp các RI theo thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất, và truyền CSI được xác định dựa vào ít nhất một trong số thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông radio, và cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến phương pháp phản hồi thông tin trạng thái kênh trong hệ thống truyền thông radio và thiết bị thực hiện phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một ví dụ về hệ thống truyền thông radio mà áp dụng được sáng chế là hệ thống truyền thông 3GPP LTE (3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution - sự tiến hóa dài hạn dự án đối tác thế hệ thứ 3) (dưới đây được gọi là 'LTE') được mô tả vắn tắt dưới đây.

Fig.1 là hình vẽ minh họa giản lược cấu trúc mạng của E-UMTS mà là hệ thống truyền thông radio làm ví dụ. E-UMTS (Evolved Universal Mobile Telecommunications System - hệ thống viễn thông di động toàn cầu cải tiến) là phiên bản nâng cao của UMTS (Universal Mobile Telecommunications System - hệ thống viễn thông di động toàn cầu) trước đó và sự tiêu chuẩn hóa hệ thống này hiện đang được thực hiện theo 3 GPP. E-UMTS thường được coi là hệ thống LTE. Để biết chi tiết về các đặc tả kỹ thuật của UMTS và E-UMTS, có thể xem bản phát hành 7 và bản phát hành 8 của "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network (dự án đối tác thế hệ thứ 3; mạng truy cập radio nhóm đặc tả kỹ thuật".

Dựa trên Fig.1, E-UMTS bao gồm UE (User equipment - thiết bị người dùng), các eNode B (eNB), và AG (Access Gateway - cổng truy cập) nằm tại đầu của mạng (E-UTRAN (Evolved-Universal Terrestrial Radio Access Network - mạng truy cập radio mặt đất toàn cầu cải tiến)) và được kết nối với mạng bên ngoài. Các eNB có thể đồng thời truyền nhiều luồng dữ liệu cho dịch vụ phát rộng, dịch vụ phát đa hướng, và/hoặc dịch vụ phát đơn điểm.

Một hoặc nhiều ô mạng có thể tồn tại trong một eNB. Một ô mạng được

tạo cấu hình để sử dụng một trong số các băng thông 1,25, 2,5, 5, 10, 20 MHz để cung cấp dịch vụ vận chuyển đường xuống hoặc đường lên cho một số UE. Các ô mạng khác nhau có thể được tạo cấu hình để cung cấp các băng thông. eNB điều khiển truyền và thu dữ liệu cho nhiều UE. eNB truyền thông tin lập lịch đường xuống cho dữ liệu đường xuống để thông báo cho UE tương ứng về thời gian truyền dữ liệu/miền tần số, mã hoá, kích cỡ dữ liệu, và thông tin liên quan đến yêu cầu lặp lại tự động lai (Hybrid Automatic Repeat and reQuest (HARQ)). Ngoài ra, eNB truyền thông tin lập lịch đường lên cho dữ liệu đường lên để thông báo cho UE tương ứng về thời gian khả dụng/miền tần số, mã hoá, kích cỡ dữ liệu, và thông tin liên quan đến HARQ. Giao diện để truyền lưu lượng người dùng hoặc lưu lượng điều khiển có thể được sử dụng giữa các eNB. CN (Core Network - mạng lõi) có thể bao gồm AG và nút mạng dùng cho việc đăng ký của người dùng UE. AG quản lý tính di động của UE trên cơ sở TA (Tracking Area - vùng theo dõi), trong đó một TA bao gồm nhiều ô mạng.

Mặc dù kỹ thuật truyền thông radio đã phát triển đến LTE dựa vào WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo mã băng rộng), tuy nhiên các yêu cầu và kỳ vọng của người dùng và nhà cung cấp dịch vụ vẫn không ngừng tăng lên. Ngoài ra, vì các kỹ thuật truy cập radio khác tiếp tục được phát triển, nên cần sự cải tiến kỹ thuật mới để có tính cạnh tranh trong tương lai. Sự giảm chi phí mỗi bit, tăng độ khả dụng dịch vụ, sử dụng linh hoạt băng tần, cấu hình đơn giản và giao diện mở, và lượng tiêu thụ điện thích hợp của UE được yêu cầu.

Để hỗ trợ việc quản lý hiệu quả của hệ thống truyền thông radio của eNB, UE báo cáo theo chu kỳ và/hoặc không theo chu kỳ thông tin trạng thái của kênh hiện thời cho eNB. Vì thông tin trạng thái được báo cáo của kênh có thể bao gồm các kết quả được tính toán có tính đến các tình huống khác nhau, nên cần phương pháp báo cáo hiệu quả hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần được sáng chế giải quyết

Mục đích của sáng chế là giải quyết vấn đề trong việc đưa ra phương pháp

báo cáo thông tin trạng thái kênh trong hệ thống truyền thông radio và thiết bị thực hiện phương pháp này.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu được là các mục đích kỹ thuật có thể đạt được bằng sáng chế không bị giới hạn ở phần mô tả trên đây và các mục đích kỹ thuật khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ ràng hơn từ phần mô tả dưới đây.

Cách thức giải quyết vấn đề

Để đạt được các ưu điểm này và các ưu điểm khác và phù hợp với mục đích của sáng chế, như được thể hiện và được mô tả theo nghĩa rộng, trong hệ thống truy cập radio hỗ trợ nhiều ô mạng, phương pháp thu thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin cấu hình CSI tiếp theo mà được tạo cấu hình để báo cáo cùng RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng) làm thông tin cấu hình CSI tham chiếu, thu thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất cho thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai cho thông tin cấu hình CSI tiếp theo, trong đó tập hợp các RI theo thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai là giống như tập hợp các RI theo thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất, và truyền CSI được xác định dựa vào ít nhất một trong số thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai.

Theo một phương án, thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai lần lượt được tạo cấu hình làm thông số ánh xạ bit.

Theo một phương án, thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai lần lượt được truyền qua tín hiệu RRC (Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên radio).

Theo một phương án, thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin cấu hình CSI tiếp theo lần lượt được truyền qua tín hiệu RRC (Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên radio).

Theo một phương án, CSI bao gồm ít nhất một trong số RI, PMI (Precoding Matrix Indicator - chỉ báo ma trận tiền mã hóa), và CQI (Channel Quality Indicator - chỉ báo chất lượng kênh).

Để đạt được thêm các ưu điểm này và các ưu điểm khác và phù hợp với mục đích của sáng chế, trong hệ thống truy cập radio hỗ trợ nhiều ô mạng, phương pháp truyền thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin cấu hình CSI tiếp theo mà được tạo cấu hình để báo cáo cùng RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng) làm thông tin cấu hình CSI tham chiếu, truyền thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất cho thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai cho thông tin cấu hình CSI tiếp theo, trong đó tập hợp các RI theo thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai là giống như tập hợp các RI theo thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất, và thu CSI được xác định dựa vào ít nhất một trong số thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai.

Theo một phương án, thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai lần lượt được tạo cấu hình làm thông số ánh xạ bit.

Theo một phương án, thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai lần lượt được truyền qua tín hiệu RRC (Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên radio).

Theo một phương án, thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin cấu hình CSI tiếp theo lần lượt được truyền qua tín hiệu RRC (Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên radio).

Theo một phương án, CSI bao gồm ít nhất một trong số RI, PMI (Precoding Matrix Indicator - chỉ báo ma trận tiền mã hóa), và CQI (Channel Quality Indicator - chỉ báo chất lượng kênh).

Để đạt được thêm các ưu điểm này và các ưu điểm khác và phù hợp với mục đích của sáng chế, trong hệ thống truy cập radio hỗ trợ nhiều ô mạng, trạm di động bao gồm môđun RF (Radio Frequency - tần số radio) và bộ xử lý được tạo cấu hình để: thu thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin cấu hình CSI tiếp theo mà được tạo cấu hình để báo cáo cùng RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng) làm thông tin cấu hình CSI tham chiếu, thu thông tin tập hợp con số mã hóa thứ nhất cho thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin tập hợp con số mã hóa thứ hai cho thông tin cấu hình CSI tiếp theo, trong đó tập hợp các

RI theo thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ hai là giống như tập hợp các RI theo thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ nhất, và truyền CSI được xác định dựa vào ít nhất một trong số thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ nhất và thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ hai.

Để đạt được thêm các ưu điểm này và các ưu điểm khác và phù hợp với mục đích của sáng chế, trong hệ thống truy cập radio hỗ trợ nhiều ô mạng, trạm gốc bao gồm môđun RF (Radio Frequency - tần số radio) và bộ xử lý được tạo cấu hình để: truyền thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin cấu hình CSI tiếp theo mà được tạo cấu hình để báo cáo cùng RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng) làm thông tin cấu hình CSI tham chiếu, truyền thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ nhất cho thông tin cấu hình CSI tham chiếu và thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ hai cho thông tin cấu hình CSI tiếp theo, trong đó tập hợp các RI theo thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ hai là giống như tập hợp các RI theo thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ nhất, và thu CSI được xác định dựa vào ít nhất một trong số thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ nhất và thông tin tập hợp con số mã mã hóa thứ hai.

Hiệu quả của sáng chế

Theo các phương án của sáng chế, thông tin trạng thái kênh có thể được báo cáo một cách hiệu quả trong hệ thống truyền thông radio.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu được là các hiệu quả có thể đạt được bằng sáng chế không bị giới hạn ở phần mô tả trên đây và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ ràng hơn từ phần mô tả dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo giúp hiểu sáng chế rõ ràng hơn, minh họa các phương án của sáng chế và cùng với phần mô tả giúp giải thích nguyên lý của sáng chế. Trong các hình vẽ:

Fig.1 minh họa giản lược cấu trúc mạng của E-UMTS mà là hệ thống truyền thông radio làm ví dụ;

Fig.2 minh họa các cấu hình của mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng

người dùng của giao thức giao diện radio giữa UE và E-UTRAN dựa vào đặc tả mạng truy cập radio 3GPP;

Fig.3 minh họa các kênh vật lý được sử dụng trong hệ thống 3GPP và phương pháp truyền tín hiệu thông thường sử dụng các kênh này;

Fig.4 minh họa cấu hình của khung radio được sử dụng trong hệ thống LTE;

Fig.5 minh họa cấu hình của khung radio đường xuống được sử dụng trong hệ thống LTE;

Fig.6 minh họa cấu hình của khung con đường lên được sử dụng trong hệ thống LTE;

Fig.7 minh họa cấu hình của hệ thống truyền thông MIMO thông thường;

Fig.8 đến Fig.11 minh họa việc báo cáo theo chu kỳ CSI;

Fig.12 và Fig.13 minh họa các xử lý báo cáo theo chu kỳ của CSI khi số mã không phân cấp được sử dụng;

Fig.14 minh họa xử lý báo cáo theo chu kỳ của CSI khi số mã phân cấp được sử dụng;

Fig.15 minh họa ví dụ thực hiện CoMP;

Fig.16 minh họa hoạt động CoMP đường xuống;

Fig.17 minh họa trường hợp báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 5 của xử lý CSI tham chiếu xung đột;

Fig.18 là sơ đồ thể hiện phương án khác của trường hợp trong đó báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 5 của xử lý CSI tham chiếu xung đột;

Fig.19 là sơ đồ thể hiện phương án trong đó ba xử lý CSI xung đột là phần mở rộng trên Fig.18; và

Fig.20 là sơ đồ thể hiện BS và UE áp dụng được cho sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các cấu hình, hoạt động, và dấu hiệu khác của sáng chế sẽ hiểu được rõ ràng từ các phương án của sáng chế, các ví dụ được mô tả có dựa vào

các hình vẽ kèm theo. Các phương án sẽ được mô tả dưới đây là các ví dụ trong đó các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế áp dụng cho hệ thống 3 GPP.

Mặc dù các phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào hệ thống LTE và hệ thống LTE cải tiến (LTE-Advanced (LTE-A)), tuy nhiên các hệ thống LTE và LTE-A chỉ là các ví dụ và các phương án của sáng chế có thể áp dụng cho tất cả các hệ thống truyền thông tương ứng với sự xác định trên đây. Ngoài ra, mặc dù các phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào chế độ FDD (Frequency Division Duplex – song công phân chia theo tần số), tuy nhiên chế độ FDD chỉ là ví dụ và các phương án của sáng chế có thể được cải biến một cách dễ dàng và áp dụng cho chế độ bán song công phân chia theo tần số (Half-FDD (H-FDD)) hoặc chế độ TDD (Time Division Duplex – song công phân chia theo thời gian).

Fig.2 là hình vẽ minh họa các cấu hình của mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người dùng của giao thức giao diện radio giữa UE và E-UTRAN dựa vào đặc tả mạng truy cập radio 3 GPP. Mặt phẳng điều khiển là tuyến mà qua đó các tin nhắn điều khiển được sử dụng bởi UE (User equipment - thiết bị người dùng) và mạng để quản lý cuộc gọi được truyền. Mặt phẳng người dùng là tuyến mà qua đó dữ liệu được tạo ra trong lớp ứng dụng, ví dụ, dữ liệu tiếng nói hoặc dữ liệu gói Internet, được truyền.

Lớp vật lý của lớp thứ nhất cung cấp dịch vụ chuyển thông tin đến lớp trên bằng cách sử dụng kênh vật lý. Lớp vật lý được kết nối với lớp MAC (Medium Access Control - điều khiển truy cập phương tiện) của lớp trên qua kênh vận chuyển. Dữ liệu được vận chuyển giữa lớp MAC và lớp vật lý qua kênh vận chuyển. Dữ liệu cũng được vận chuyển giữa lớp vật lý của phía truyền và lớp vật lý của phía thu qua kênh vật lý. Kênh vật lý sử dụng thời gian và tần số làm các tài nguyên radio. Cụ thể là, kênh vật lý được điều biến bằng cách sử dụng sơ đồ OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo tần số trực giao) trong đường xuống và được cải biến bằng cách sử dụng sơ đồ SC-FDMA (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn) trong đường lên.

Lớp MAC của lớp thứ hai cung cấp dịch vụ cho lớp RLC (Radio Link Control - điều khiển liên kết radio) của lớp trên qua kênh logic. Lớp RLC của lớp thứ hai hỗ trợ hoạt động truyền dữ liệu tin cậy. Chức năng của lớp RLC có thể được thực hiện bởi khối chức năng trong MAC. Lớp PDCP (Packet Data Convergence Protocol - giao thức hội tụ dữ liệu gói) của lớp thứ hai thực hiện chức năng nén đoạn đầu để giảm thông tin điều khiển không cần thiết để truyền hiệu quả gói IP (Internet Protocol - giao thức Internet) như gói IPv4 hoặc IPv6 trong giao diện radio có băng thông tương đối hẹp.

Lớp RRC (Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên radio) nằm tại phần dưới cùng của lớp thứ ba được xác định chỉ trong mặt phẳng điều khiển. Lớp RRC điều khiển các kênh logic, các kênh vận chuyển, và các kênh vật lý liên quan đến cấu hình, tái cấu hình, và giải phóng các kênh mang radio. Các kênh mang radio là dịch vụ được cung cấp bởi lớp thứ hai để truyền dữ liệu giữa UE và mạng. Để đạt được mục đích này, lớp RRC của UE và lớp RRC của mạng trao đổi 5 tin nhắn RRC. UE ở chế độ được kết nối RRC nếu kết nối RRC đã được thiết lập giữa lớp RRC của mạng radio và lớp RRC của UE. Nếu không, UE ở chế độ rời RRC. Lớp NAS (Non-Access Stratum - tầng không truy cập) nằm tại mức trên của lớp RRC thực hiện các chức năng như quản lý phiên và quản lý tính di động.

Một ô mạng của eNB được thiết lập để sử dụng một trong số các băng thông như 1,25, 2,5, 5, 10, 15, và 20 MHz để cung cấp dịch vụ truyền đường xuống hoặc đường lên đến các UE. Các ô mạng khác nhau có thể được thiết lập để cung cấp các băng thông khác nhau.

Các kênh vận chuyển đường xuống để truyền dữ liệu từ mạng đến UE bao gồm BCH (Broadcast Channel - kênh phát rộng) để truyền thông tin hệ thống, PCH (Paging Channel - kênh tìm gọi) để truyền các tin nhắn tìm gọi, và SCH (Downlink Shared Channel - kênh chia sẻ đường xuống) để truyền lưu lượng người dùng hoặc các tin nhắn điều khiển. Lưu lượng hoặc các tin nhắn điều khiển của dịch vụ phát đa hướng hoặc phát rộng đường xuống có thể được truyền qua SCH đường xuống hoặc có thể được truyền qua MCH (Multicast Channel - kênh phát đa hướng) đường xuống bổ sung. Trong khi đó, các kênh

vận chuyển đường lên để truyền dữ liệu từ UE đến mạng bao gồm RACH (Random Access Channel - kênh truy cập ngẫu nhiên) để truyền các tin nhắn điều khiển ban đầu và SCH đường lên để truyền lưu lượng người dùng hoặc các tin nhắn điều khiển. Các kênh logic, mà nằm tại mức trên của các kênh vận chuyển và được ánh xạ đến các kênh vận chuyển, bao gồm BCCH (Broadcast Control Channel - kênh điều khiển phát rộng), PCCH (Paging Control Channel - kênh điều khiển tìm gọi), CCCH (Common Control Channel - kênh điều khiển chung), MCCH (Multicast Control Channel - kênh điều khiển phát đa hướng), và MTCH (Multicast Traffic Channel - kênh lưu lượng phát đa hướng).

Fig.3 là hình vẽ minh họa các kênh vật lý được sử dụng trong hệ thống 3GPP và phương pháp truyền tín hiệu thông thường bằng cách sử dụng các kênh này.

UE thực hiện tìm kiếm ô mạng ban đầu như thiết lập đồng bộ với eNB khi điện được cấp hoặc UE đi vào ô mạng mới (bước S301). UE có thể thu P-SCH (Primary Synchronization Channel - kênh đồng bộ sơ cấp) và S-SCH (Secondary Synchronization Channel - kênh đồng bộ thứ cấp) từ eNB, thiết lập đồng bộ với eNB, và thu nhận thông tin như ID (identity - nhận dạng) ô mạng. Sau đó, UE có thể thu kênh phát rộng vật lý từ eNB để thu nhận thông tin phát rộng trong ô mạng. Trong khi đó, UE có thể thu DL RS (Downlink Reference Signal - tín hiệu tham chiếu đường xuống) ở bước tìm kiếm ô mạng ban đầu để xác nhận trạng thái kênh đường xuống.

Khi kết thúc tìm kiếm ô mạng ban đầu, UE có thể thu PDCCH (Physical Downlink Control Channel - kênh điều khiển đường xuống vật lý) và PDSCH (Physical Downlink Shared Channel - kênh chia sẻ đường xuống vật lý) theo thông tin được mang trên PDCCH để thu nhận thông tin hệ thống chi tiết hơn (bước S302).

Trong khi đó, nếu UE ban đầu truy cập eNB hoặc nếu các tài nguyên radio để truyền tín hiệu không có mặt, UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên (các bước từ S303 đến S306) đối với eNB. Để đạt được mục đích này, UE có thể truyền trình tự cụ thể qua PRACH (Physical Random Access Channel - kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý) làm phần mở đầu (các bước S303 và S305), và

thu tin nhắn đáp ứng đối với phần mở đầu qua PDCCH và PDSCH tương ứng. (Các bước S304 và S306). Trong trường hợp của RACH dựa trên tranh chấp, thủ tục giải quyết tranh chấp có thể được thực hiện bổ sung.

UE mà thực hiện các thủ tục trên đây có thể thu PDCCH/PDSCH (bước S307) và truyền PUSCH (Physical Uplink Shared Channel - kênh chia sẻ đường lên vật lý)/PUCCH (Physical Uplink Control Channel - kênh điều khiển đường lên vật lý) (bước S308) theo thủ tục truyền tín hiệu đường lên/đường xuống thông thường. Cụ thể là, UE thu DCI (Downlink Control Information - thông tin điều khiển đường xuống) qua PDCCH. DCI bao gồm thông tin điều khiển như thông tin cấp phát tài nguyên cho UE và có các định dạng khác nhau theo mục đích sử dụng.

Trong khi đó, thông tin điều khiển, được truyền bởi UE đến eNB qua đường lên hoặc thu được bởi UE từ eNB qua đường xuống, bao gồm tín hiệu ACK/NACK (ACKnowledgment/Negative ACKnowledgment - báo nhận/báo nhận phủ định) đường xuống/đường lên, CQI (Channel Quality Indicator - chỉ báo chất lượng kênh), PMI (Precoding Matrix Indicator - chỉ báo ma trận tiền mã hóa), RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng), và tương tự. Trong trường hợp của hệ thống 3GPP LTE, UE có thể truyền thông tin điều khiển như CQI/PMI/RI qua PUSCH và/hoặc PUCCH.

Fig.4 là hình vẽ minh họa cấu hình của khung radio được sử dụng trong hệ thống LTE.

Dựa trên Fig.4, khung radio có độ dài 10 ms ($327200 T_s$) và bao gồm 10 khung con có kích cỡ bằng nhau. Mỗi khung con có độ dài 1 ms và bao gồm hai khe. Mỗi khe có độ dài 0,5 ms ($15360 T_s$). Trong trường hợp này, T_s biểu thị thời gian lấy mẫu và được biểu diễn bởi $T_s = 1/(15 \text{ kHz} \times 2048) = 3,2552 \times 10^{-8}$ (khoảng 33 ns). Mỗi khe bao gồm các ký hiệu OFDM trong miền thời gian và bao gồm các RB (Resource Block - khối tài nguyên) trong miền tần số. Trong hệ thống LTE, một khối tài nguyên bao gồm 12 sóng mang con x 7 (hoặc 6) ký hiệu OFDM. TTI (Transmission Time Interval - khoảng thời gian truyền), mà là đơn vị thời gian để truyền dữ liệu, có thể được xác định theo đơn vị một hoặc nhiều khung con. Cấu hình nêu trên đây của khung radio chỉ là ví dụ và các cải

biến khác nhau có thể được thực hiện theo số lượng các khung con có trong khung radio, số lượng khe có trong khung con, hoặc số lượng các ký hiệu OFDM có trong khe.

Fig.5 là hình vẽ minh họa các kênh điều khiển có trong vùng điều khiển của một khung con trong khung radio đường xuống.

Dựa trên Fig.5, một khung con bao gồm 14 ký hiệu OFDM. Các ký hiệu từ thứ nhất đến thứ ba trong số 14 ký hiệu OFDM có thể được sử dụng làm vùng điều khiển và 13 đến 11 ký hiệu OFDM còn lại có thể được sử dụng làm vùng dữ liệu, theo cấu hình khung con. Trên Fig.5, R1 đến R4 thể hiện các tín hiệu tham chiếu (RS) hoặc các tín hiệu hoa tiêu lần lượt cho các anten từ 0 đến 3. Các RS được cố định ở mẫu định trước trong khung con bất kể vùng điều khiển và vùng dữ liệu. Các kênh điều khiển được cấp phát cho các tài nguyên mà RS không được cấp phát cho nó trong vùng điều khiển. Các kênh lưu lượng được cấp phát cho các tài nguyên, mà RS không được cấp phát cho nó, trong vùng dữ liệu. Các kênh điều khiển được cấp phát cho vùng điều khiển bao gồm PCFICH (Physical Control Format Indicator Channel - kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý), PHICH (Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel - kênh chỉ báo yêu cầu lặp lại tự động lai vật lý), PDCCH (Physical Downlink Control Channel - kênh điều khiển đường xuống vật lý), v.v..

PCFICH (kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý) thông báo cho UE về số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng cho PDCCH mỗi khung con. PCFICH nằm trong ký hiệu OFDM thứ nhất và được thiết lập trước PHICH và PDCCH. PCFICH bao gồm 4 REG (Resource Element Group - nhóm phần tử tài nguyên) và mỗi REG được phân phối trong vùng điều khiển dựa vào ID ô mạng. Một REG bao gồm 4 RE (Resource Element - phần tử tài nguyên). RE biểu thị tài nguyên vật lý tối thiểu được xác định là một sóng mang con x một ký hiệu OFDM. Giá trị PCFICH biểu thị các giá trị từ 1 đến 3 hoặc các giá trị từ 2 đến 4 phụ thuộc vào băng thông và được điều biến bởi QPSK (Quadrature Phase Shift Keying - khóa dịch pha cầu phương).

PHICH (kênh chỉ báo yêu cầu lặp lại tự động lai vật lý) được sử dụng để truyền tín hiệu HARQ ACK/NACK cho sự truyền đường lên. Cụ thể là, PHICH

biểu thị kênh qua đó thông tin ACK/NACK đường xuống cho HARQ đường lên được truyền. PHICH bao gồm một REG và được xáo trộn ô mạng cụ thể. Tín hiệu ACK/NACK được biểu thị bởi 1 bit và được điều biến bởi BPSK (Binary Phase Shift Keying - khóa dịch pha nhị phân). Tín hiệu ACK/NACK đã được điều biến được trải bởi SF (Spreading Factor - hệ số trải) = 2 hoặc 4. Các PHICH được ánh xạ đến cùng tài nguyên tạo thành nhóm PHICH. Số lượng PHICH được dồn kênh vào nhóm PHICH được xác định phụ thuộc vào số lượng SF. (Nhóm) PHICH được lặp lại ba lần để thu được độ khuếch đại phân tập trong miền tần số và/hoặc miền thời gian.

PDCCH (kênh điều khiển đường xuống vật lý) được cấp phát cho n ký hiệu OFDM thứ nhất của khung con. Trong trường hợp này, n là số nguyên lớn hơn 1 và được biểu thị bởi PCFICH. PDCCH bao gồm một hoặc nhiều CCE (Control Channel Element - phần tử kênh điều khiển). PDCCH thông báo cho từng UE hoặc nhóm UE về thông tin được liên kết với sự cấp phát tài nguyên của PCH (Paging Channel - kênh tìm gọi) và DL-SCH (Downlink-Shared Channel - kênh chia sẻ đường xuống), cấp phép lập lịch đường lên, thông tin HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request - yêu cầu lặp lại tự động lai), v.v.. Do đó, eNB và UE truyền và thu dữ liệu không phải là thông tin điều khiển cụ thể hoặc dữ liệu dịch vụ cụ thể qua PDSCH.

Thông tin biểu thị UE hoặc các UE nào mà dữ liệu PDSCH sẽ được truyền đến, thông tin biểu thị cách thức các UE sẽ thu dữ liệu PDSCH, và thông tin biểu thị cách thức các UE sẽ thực hiện giải mã được chứa trong PDCCH. Ví dụ, giả thiết là PDCCH cụ thể được che CRC bằng RNTI (Radio Network Temporary Identity - nhận dạng tạm thời mạng radio) "A" và thông tin về dữ liệu, mà được truyền bằng cách sử dụng các tài nguyên radio "B" (ví dụ, vị trí tần số) và thông tin định dạng vận chuyển "C" (ví dụ, kích cỡ khối truyền, sơ đồ điều biến, thông tin mã hóa, v.v..), được truyền qua khung con cụ thể. Trong trường hợp này, UE nằm trong ô mạng theo dõi PDCCH bằng cách sử dụng thông tin RNTI của chính nó. Nếu một hoặc nhiều UE có RNTI 'A' có mặt, các UE thu PDCCH và thu PDSCH được biểu thị bởi 'B' và 'C' qua thông tin PDCCH đã thu được.

Fig.6 minh họa cấu hình của khung con đường lên được sử dụng trong hệ thống LTE.

Dựa trên Fig.6, khung con đường lên được chia thành vùng mà PUCCH được cấp phát để truyền thông tin điều khiển và vùng mà PUSCH được cấp phát để truyền dữ liệu người dùng. PUSCH được cấp phát cho phần giữa của khung con, trong khi PUCCH được cấp phát cho cả hai đầu của vùng dữ liệu trong miền tần số. Thông tin điều khiển được truyền trên PUCCH bao gồm ACK/NACK, CQI thể hiện trạng thái kênh đường xuống, RI cho MIMO (Multiple Input and Multiple Output - đa đầu vào và đa đầu ra), SR (Scheduling Request - yêu cầu lập lịch) biểu thị yêu cầu cấp phát các tài nguyên đường lên, v.v.. PUCCH của UE chiếm một RB trong tần số khác nhau trong từng khe của khung con. Cụ thể là, hai RB được cấp phát cho PUCCH nhảy tần trên ranh giới khe. Cụ thể là, Fig.6 minh họa ví dụ trong đó các PUCCH cho $m=0$, $m=T$, $m=2$, và $m=3$ được cấp phát cho khung con.

Hệ thống MIMO

Dưới đây, hệ thống MIMO sẽ được mô tả. MIMO là phương pháp sử dụng nhiều anten truyền và nhiều anten thu để tăng hiệu suất truyền/thu dữ liệu. Cụ thể là, các anten được sử dụng tại đầu truyền hoặc đầu thu của hệ thống truyền thông radio để công suất có thể được tăng và tính năng có thể được tăng. MIMO cũng có thể là 'đa anten' trong phần mô tả sáng chế này.

Kỹ thuật MIMO không phụ thuộc vào đường anten đơn để thu toàn bộ tín hiệu. Thay vào đó, kỹ thuật MIMO gom các đoạn dữ liệu thu được qua một số anten, trộn các đoạn dữ liệu, và tạo thành dữ liệu hoàn chỉnh. Việc sử dụng kỹ thuật MIMO có thể tăng phạm vi phủ sóng trong khi tăng tốc độ chuyển dữ liệu trong vùng ô mạng có kích cỡ cụ thể hoặc đảm bảo tốc độ chuyển dữ liệu cụ thể. Kỹ thuật MIMO có thể được sử dụng rộng rãi trong các đầu cuối truyền thông di động và các nút chuyển tiếp. Kỹ thuật MIMO có thể khắc phục các giới hạn của lượng truyền dữ liệu bị giới hạn của các hệ thống truyền thông di động dựa vào anten đơn.

Cấu hình của hệ thống truyền thông MIMO thông thường được thể hiện trên Fig.7. Đầu truyền có N_T anten truyền (Tx) và đầu thu có N_R anten thu (Rx).

Nếu các anten được sử dụng tại cả đầu truyền và tại đầu thu, công suất truyền của kênh lý thuyết tăng không giống như trường hợp mà chỉ đầu truyền hoặc đầu thu sử dụng các anten. Sự tăng công suất truyền của kênh tỷ lệ với số lượng anten, bằng cách đó làm tăng tốc độ chuyển và hiệu quả tần số. Nếu tốc độ chuyển lớn nhất sử dụng anten tín hiệu là R_0 , tốc độ chuyển sử dụng đa anten có thể được tăng về lý thuyết bằng tích của tốc độ chuyển lớn nhất R_0 với số gia tốc độ R_i . Số gia tốc độ R_i được biểu diễn bằng phương trình 1 dưới đây trong đó R_i là số nhỏ hơn trong số N_T và N_R .

Phương trình 1

$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

Ví dụ, trong hệ thống truyền thông MIMO sử dụng bốn anten Tx và bốn anten Rx, về lý thuyết có thể thu nhận tốc độ chuyển lớn hơn bốn lần của hệ thống anten đơn. Sau khi sự tăng về lý thuyết của công suất của hệ thống MIMO được thể hiện đầu tiên trong những năm giữa 1990, các kỹ thuật khác nhau để tăng đáng kể tốc độ chuyển dữ liệu đã được phát triển. Một vài kỹ thuật này đã được tích hợp vào các chuẩn truyền thông radio bao gồm, ví dụ, truyền thông di động thế hệ thứ 3 và các mạng cục bộ radio thế hệ tiếp theo.

Sự nghiên cứu tích cực cho đến nay liên quan đến kỹ thuật MIMO đã tập trung vào số lượng các khía cạnh khác nhau, bao gồm nghiên cứu về lý thuyết thông tin liên quan đến việc tính toán công suất truyền thông MIMO trong các môi trường kênh và trong các môi trường đa truy cập, nghiên cứu về đo kênh radio và mô hình phát sinh của các hệ thống MIMO, và nghiên cứu về các kỹ thuật xử lý tín hiệu không gian-thời gian để tăng độ tin cậy truyền và tốc độ chuyển.

Để mô tả phương pháp truyền thông trong hệ thống MIMO một cách chi tiết, mô hình toán học được trình bày dưới đây. Như được thể hiện trên Fig.7, giả thiết là N_T anten Tx và N_R anten Rx có mặt. Trong trường hợp tín hiệu truyền, số lượng mẫu thông tin truyền được là N_T với điều kiện là N_T anten Tx được sử dụng, để thông tin truyền có thể được biểu diễn bởi vector được thể hiện bởi phương trình 2 dưới đây:

Phương trình 2

$$\mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

Trong khi đó, các mẫu thông tin truyền riêng lẻ $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$ có thể có các công suất truyền khác nhau. Trong trường hợp này, nếu các công suất truyền riêng lẻ được biểu thị bởi $P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$, thông tin truyền có các công suất truyền được điều chỉnh có thể được biểu diễn bằng vector được thể hiện trong phương trình 3 dưới đây:

Phương trình 3

$$\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

Vector thông tin truyền được kiểm soát công suất truyền $\hat{\mathbf{s}}$ có thể được biểu diễn như sau, bằng cách sử dụng ma trận chéo P của công suất truyền:

Phương trình 4

$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

*78

N_T tín hiệu truyền $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ sẽ được truyền thực có thể được tạo cấu hình bằng cách nhân vector thông tin được kiểm soát công suất truyền $\hat{\mathbf{s}}$ với ma trận trọng số W trong trường hợp này, ma trận trọng số được điều chỉnh để phân phối một cách thích hợp thông tin truyền đến các anten riêng rẽ theo các tình huống kênh truyền. Các tín hiệu truyền $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ có thể được biểu diễn bằng Phương trình 5 dưới đây bằng cách sử dụng vector X. Trong Phương trình 5, W_{ij} là trọng số giữa anten Tx thứ i và thông tin thứ j và W là ma trận trọng số, mà cũng có thể được xem là ma trận mã hóa trước.

Phương trình 5

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \dots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T 1} & w_{N_T 2} & \dots & w_{N_T N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

Nói chung, ý nghĩa vật lý của hạng của ma trận kênh có thể là số lớn nhất của các mẫu thông tin khác nhau mà có thể được truyền trong kênh cho trước. Do đó, vì hạng của ma trận kênh được xác định là nhỏ hơn số của các hàng hoặc cột, mà độc lập với nhau, hạng của ma trận không lớn hơn số của các hàng hoặc cột. Hạng của ma trận kênh H , hạng (H), được giới hạn như sau.

Phương trình 6

$$\text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

Mỗi đơn vị của thông tin khác nhau được truyền bằng cách sử dụng kỹ thuật MIMO được xác định là 'luồng truyền' hoặc đơn giản là 'luồng'. 'Luồng' có thể được xem là 'lóp'. Số lượng luồng truyền không lớn hơn hạng của kênh mà là số lớn nhất của các mẫu thông tin truyền được. Do đó, ma trận kênh H có thể được biểu thị bằng phương trình 7 dưới đây:

Phương trình 7

$$\# \text{ of streams} \leq \text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

Trong đó '# of streams' biểu thị số lượng luồng. Cần lưu ý rằng một luồng có thể được truyền qua một hoặc nhiều anten.

Có thể có các phương pháp khác nhau cho phép một hoặc nhiều luồng tương ứng với các anten. Các phương pháp này có thể được mô tả dưới đây theo các loại kỹ thuật MIMO. Trường hợp mà một luồng được truyền qua các anten có thể được gọi là phân tập không gian, và trường hợp mà các luồng được truyền qua các anten có thể được gọi là dồn kênh theo không gian. Cũng có thể tạo cấu hình lai của phân tập không gian và dồn kênh theo không gian.

Phản hồi CSI

Bây giờ, phần mô tả của báo cáo CSI (Channel State Information - thông tin trạng thái kênh) được thực hiện. Trong chuẩn LTE hiện tại, sơ đồ truyền MIMO được phân loại thành MIMO vòng mở được vận hành không có CSI và MIMO vòng đóng được vận hành dựa vào CSI. Cụ thể là, theo hệ thống MIMO vòng đóng, mỗi eNB và UE có thể thực hiện tạo chùm dựa vào CSI để thu được độ khuếch đại dồn kênh của các anten MIMO. Để thu được CSI từ UE, eNB cấp phát PUCCH hoặc PUSCH để lệnh cho UE phản hồi CSI cho tín hiệu đường xuống.

CSI được chia thành ba loại thông tin: RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng), PMI (Precoding Matrix Index - chỉ số ma trận tiền mã hóa), và CQI (Channel Quality Indicator - chỉ báo chất lượng kênh). Trước tiên, RI là thông tin trên hạng kênh như được mô tả trên đây và biểu thị số lượng luồng mà có thể thu được qua cùng tài nguyên thời gian-tần số. Vì RI được xác định bởi fading dài hạn của kênh, nó thường có thể được phản hồi tại chu kỳ dài hơn của PMI hoặc CQI.

Thứ hai, PMI là giá trị phản ánh đặc trưng không gian của kênh và biểu thị chỉ số ma trận tiền mã hóa trước của eNB được ưu tiên bởi UE dựa vào chỉ số SINR (Signal-to-interference plus Noise Ratio - tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm). Cuối cùng, CQI là thông tin biểu thị cường độ kênh và biểu thị SINR thu mà có thể thu được khi eNB sử dụng PMI.

Trong hệ thống truyền thông tiền hóa như hệ thống LTE-A, phân tập đa người dùng sử dụng MIMO đa người dùng (Multi-User MIMO (MU-MIMO)) còn được thu bổ sung. Vì nhiễu giữa các UE được dồn kênh trong miền anten tồn tại trong sơ đồ MU-MIMO, độ chính xác CSI có thể ảnh hưởng nhiều không chỉ đến nhiễu của UE mà đã báo cáo CSI mà cả nhiễu của các UE đã được dồn kênh khác. Do đó, để thực hiện hoạt động MU-MIMO một cách chính xác, cần báo cáo CSI có độ chính xác cao hơn của lược đồ SU-MIMO (Single User-MIMO - MIMO một người dùng).

Do đó, chuẩn LTE-A đã xác định là PMI cuối cùng cần được thiết kế riêng rẽ thành W1, mà là PMI dài hạn và/hoặc băng rộng, và W2, mà là PMI ngắn hạn và/hoặc băng con.

Ví dụ về sơ đồ biến đổi số mã phân cấp mà tạo cấu hình một PMI cuối cùng trong số W1 và W2 có thể sử dụng ma trận hiệp phương sai dài hạn của kênh như được biểu diễn trong phương trình 8:

Phương trình 8

$$W = \text{norm}(W1 \ W2)$$

Trong phương trình 8, W2 của PMI ngắn hạn biểu thị từ mã của số mã được tạo cấu hình để phản ánh thông tin kênh ngắn hạn, W biểu thị từ mã của số

mã cuối cùng, và $\text{norm}(A)$ biểu thị ma trận trong đó chuẩn của mỗi cột của ma trận được chuẩn hóa là 1.

Các cấu hình chi tiết của W1 và W2 được thể hiện trong phương trình 9:

Phương trình 9

$$W1(i) = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_i & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_i \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó } \mathbf{X}_i \text{ bằng } Nt/2 \text{ trong ma trận } M.$$

$$W2(j) = \begin{bmatrix} \overbrace{\mathbf{e}_M^k \quad \mathbf{e}_M^l \quad \mathbf{e}_M^m}^{r \text{ columns}} \\ \alpha_j \mathbf{e}_M^k \quad \beta_j \mathbf{e}_M^l \quad \gamma_j \mathbf{e}_M^m \end{bmatrix}$$

(nếu hạng = r), trong đó $1 < k, j, m < M$ và k, l, m là số nguyên.

trong đó Nt là số lượng anten Tx, M là số lượng cột của ma trận $\mathbf{X}_i$, biểu thị là ma trận $\mathbf{X}_i$ bao gồm tổng của M vector cột tùy chọn. $\mathbf{e}_M^k$, $\mathbf{e}_M^l$, và $\mathbf{e}_M^m$ biểu thị các vector cột thứ k , thứ l , và thứ m của ma trận $\mathbf{X}_i$ trong đó chỉ các phần tử thứ k , thứ l , và thứ m trong số M phần tử là 1 và các phần tử khác là 0. α_j , β_j , và γ_j là các giá trị phức, mỗi giá trị này có chuẩn đơn vị và biểu thị là, khi các vector cột thứ k , thứ l , và thứ m của ma trận $\mathbf{X}_i$ được lựa chọn, sự quay pha áp dụng cho các vector cột. Lúc này, i là số nguyên lớn hơn 0, biểu thị chỉ số PMI biểu thị W1 và j là số nguyên lớn hơn 0, biểu thị chỉ số PMI biểu thị W2.

Trong phương trình 9, các cấu hình số mã được thiết kế để phản ánh các đặc tính tương quan kênh được tạo ra khi các anten phân cực chéo được sử dụng và khi không gian giữa các anten là dày đặc, ví dụ, khi khoảng cách giữa các anten liên kề nhỏ hơn một nửa của bước sóng tín hiệu. Các anten phân cực chéo có thể được phân loại thành nhóm anten ngang và nhóm anten dọc. Từng nhóm anten có đặc tính của anten ULA (Uniform Linear Array - mảng anten tuyến tính đồng nhất) và hai nhóm được đặt cùng vị trí.

Do đó, tương quan giữa các anten của từng nhóm có các đặc tính của cùng số gia pha tuyến tính và tương quan giữa các nhóm anten có các đặc tính quay pha. Do đó, vì số mã là giá trị thu được bằng cách lượng tử hóa kênh, nên cần thiết kế số mã để các đặc tính của kênh được phản ánh. Để phần mô tả đơn giản, từ mã hạng 1 được tạo ra bởi các cấu hình mô tả trên đây được thể hiện như sau:

Phương trình 10

$$W1(i) * W2(j) = \begin{bmatrix} X_i(k) \\ \alpha_j X_i(k) \end{bmatrix}$$

Trong phương trình 10, từ mã được biểu diễn là vector của $N_T \times 1$ (trong đó N_T là số lượng anten Tx) và được tạo cấu hình với vector trên $X_i(k)$ và vector dưới $\alpha_j X_i(k)$ mà lần lượt thể hiện các đặc tính tương quan của nhóm anten ngang và nhóm anten dọc. Tốt hơn là $X_i(k)$ được biểu diễn là vector có các đặc tính của số gia pha tuyến tính bằng cách phản ánh các đặc tính của tương quan giữa các anten của từng nhóm anten và có thể là ma trận DFT là ví dụ đại diện.

Như được mô tả trên đây, CSI trong hệ thống LTE bao gồm nhưng không bị giới hạn ở CQI, PMI, và RI. Theo chế độ truyền của mỗi UE, tất cả hoặc một số CQI, PMI, và RI được truyền. Việc truyền theo chu kỳ CSI được xem là báo cáo và truyền theo chu kỳ CSI theo yêu cầu của eNB được xem là báo cáo không theo chu kỳ. Trong báo cáo không theo chu kỳ, bit yêu cầu có trong thông tin lập lịch đường lên được truyền bởi eNB được truyền đến UE. Sau đó, UE truyền CSI có tính đến chế độ truyền đến eNB qua kênh dữ liệu đường lên (PUSCH). Trong báo cáo theo chu kỳ, chu kỳ của CSI và dịch vị tại chu kỳ được báo hiệu theo đơn vị khung con bằng lược đồ bán tĩnh qua tín hiệu lớp cao hơn mỗi UE. UE truyền CSI có tính đến chế độ truyền đến eNB qua kênh điều khiển đường lên (PUCCH). Nếu có dữ liệu đường lên trong khung con trong đó CSI được truyền, CSI được truyền qua kênh dữ liệu đường lên (PUSCH) cùng với dữ liệu đường lên. eNB truyền thông tin thời gian truyền thích hợp cho từng UE đến UE có tính đến trạng thái kênh của từng UE và tình huống được phân phối UE trong ô mạng. Thông tin thời gian truyền bao gồm chu kỳ và dịch vị cần thiết để truyền CSI và có thể được truyền đến từng UE qua tin nhắn RRC.

Fig.8 đến Fig.11 minh họa báo cáo theo chu kỳ CSI trong hệ thống LTE.

Dựa trên Fig.8, có bốn chế độ báo cáo CQI trong hệ thống LTE. Cụ thể là, các chế độ báo cáo CQI có thể được chia thành các chế độ trong CQI WB (WideBand - băng rộng) và các chế độ trong CQI SB (SubBand - băng con) theo loại phản hồi CQI. Chế độ báo cáo CQI cũng có thể được chia thành các chế độ không có PMI và các chế độ trong PMI đơn phụ thuộc vào việc liệu PMI có

được truyền hay không. Mỗi UE được thông báo về thông tin bao gồm chu kỳ và dịch vị qua tín hiệu RRC để báo cáo theo chu kỳ CQI.

Fig.9 minh họa ví dụ truyền CSI khi UE thu thông tin biểu thị {chu kỳ '5' và dịch vị '1'} thông qua tín hiệu. Dựa trên Fig.9, mỗi khi thu thông tin biểu thị chu kỳ '5' và dịch vị '1', UE truyền CSI theo đơn vị 5 khung con với dịch vị một khung con theo thứ tự giảm dần của chỉ số khung con được tính từ 0 bắt đầu từ khung con thứ nhất. Mặc dù CSI về cơ bản được truyền qua PUCCH, nếu PUSCH để truyền dữ liệu có mặt tại cùng thời điểm truyền, CSI được truyền qua PUSCH cùng với dữ liệu. Chỉ số khung con được đưa ra như là kết hợp của số khung hệ thống (hoặc chỉ số khung radio) n_f và chỉ số khe n_s (0 đến 19). Vì một khung con bao gồm hai khe, chỉ số khung con có thể được xác định là $10n_f + \text{floor}(n_s/2)$ trong đó $\text{floor}()$ biểu thị hàm sàn.

Các loại truyền CQI bao gồm loại truyền chỉ WB CQI và loại truyền cả WB CQI và SB CQI. Trong loại truyền chỉ WB CQI, thông tin CQI cho tất cả các băng tần được truyền trong các khung con tương ứng với mọi chu kỳ truyền CQI. Trong khi đó, trong trường hợp trong đó thông tin PMI cũng cần được truyền theo loại phản hồi PMI như được minh họa trên Fig.8, thông tin PMI được truyền cùng với thông tin CQI. Trong loại truyền cả WB CQI và SB CQI, WB CQI và SB CQI được truyền luân phiên.

Fig.10 minh họa hệ thống trong đó băng thông hệ thống bao gồm 16 RB. Giả thiết là băng thông hệ thống bao gồm hai BP (Bandwidth Part - phần băng thông) BP0 và BP1 mà mỗi phần bao gồm hai SB (SubBand - băng con) SB0 và SB1 và từng SB bao gồm 4 RB. Giả thiết trên đây chỉ là ví dụ và số lượng BP và kích cỡ của từng SB có thể thay đổi với kích cỡ của băng thông hệ thống. Số lượng SB tạo thành từng BP có thể khác nhau theo số lượng RB, số lượng BP, và kích cỡ của từng SB.

Trong loại truyền CQI truyền cả WB CQI và SB CQI, WB CQI được truyền trong khung con truyền CQI thứ nhất và SB CQI của trạng thái SB tốt hơn của SB0 và SB1 trong BP0 được truyền trong khung con truyền CQI tiếp theo cùng nhau và chỉ số của SB tương ứng (ví dụ, SSI (Subband Selection Indicator - chỉ báo lựa chọn băng con)). Sau đó, SB CQI của trạng thái SB tốt

hơn của SB0 và SB1 trong BP1 và chỉ số của SB tương ứng được truyền trong khung con truyền CQI tiếp theo. Do vậy, CQI của từng BP được truyền tuần tự sau khi truyền WB CQI. CQI của từng BP có thể được truyền tuần tự từ một đến bốn lần trong khoảng giữa các khoảng truyền của hai WB CQI. Ví dụ, nếu CQI của từng BP được truyền một lần trong khoảng thời gian giữa hai WB CQI, các CQI có thể được truyền theo thứ tự WB CQI =>BP0 CQI =>BP1 CQI =>WB CQI. Nếu CQI của từng BP được truyền bốn lần trong khoảng thời gian giữa hai WB CQI, các CQI có thể được truyền theo thứ tự WB CQI =>BP0 CQI =>BP1 CQI =>BP0 CQI =>BP1 CQI =>BP0 CQI =>BP1 CQI =>WB CQI. Thông tin đối với số lần mỗi BP CQI được truyền được báo hiệu bằng lớp cao hơn (lớp RRC).

Fig.11 (a) minh họa ví dụ về truyền cả WB CQI và SB CQI khi UE thu thông tin biểu thị {chu kỳ '5' và dịch vị '1'} qua tín hiệu. Dựa trên Fig.11(a), CQI có thể được truyền chỉ trong các khung con tương ứng với khoảng được báo hiệu và dịch vị mà không cần xét đến loại. Fig.11(b) minh họa ví dụ truyền RI ngoài ví dụ được thể hiện trên Fig.11(a). RI có thể được báo hiệu dạng kết hợp của bội số của khoảng truyền WB CQI và dịch vị tại khoảng truyền từ lớp cao hơn (ví dụ, lớp RRC). Dịch vị của RI được báo hiệu bằng cách sử dụng giá trị liên quan đến dịch vị của CQI. Ví dụ, nếu dịch vị của CQI là '1' và dịch vị của RI là '0', RI có cùng dịch vị như CQI. Giá trị dịch vị của RI được xác định là 0 hoặc số âm. Cụ thể hơn là, giả thiết trên Fig.11(b) là, trong môi trường giống như trên Fig.11(a), khoảng truyền RI là bội số của 1 của khoảng truyền WB CQI và dịch vị RI là '-1'. Vì khoảng truyền RS là bội số của 1 của khoảng truyền WB CQI, khoảng truyền RS và khoảng truyền WB CQI về cơ bản là giống nhau. Vì dịch vị của RI là '1', RI được truyền dựa vào giá trị '-1' (ví dụ, chỉ số khung con 0) liên quan đến dịch vị '1' của CQI trên Fig.11(a). Nếu dịch vị của RI là '0', các khung con truyền của WB CQI và RI chồng lấp nhau. Trong trường hợp này, WB CQI được bỏ qua và RI được truyền.

Fig.12 minh họa phản hồi CSI trong trường hợp của chế độ 1-1 trên Fig.8.

Dựa trên Fig.12, phản hồi CSI bao gồm hai loại nội dung báo cáo, ví dụ, truyền báo cáo 1 và truyền báo cáo 2. Cụ thể hơn là, RI được truyền, qua báo

cáo 1 và WB PMI và WB CQI được truyền qua báo cáo 2. Báo cáo 2 được truyền trong các chỉ số khung con thỏa mãn $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}}) \bmod(N_{\text{pd}}) = 0$. $N_{\text{offset,CQI}}$ biểu thị dịch vị cho sự truyền PMI/CQI được thể hiện trên Fig.9. Trên Fig.12, $N_{\text{offset,CQI}} = 1$. N_{pd} minh họa khoảng khung con giữa các báo cáo 2 liên kế và trường hợp của $N_{\text{pd}} = 2$ được minh họa trên Fig.12. Báo cáo 1 được truyền trong các chỉ số khung con thỏa mãn $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}} - N_{\text{offset,RI}}) \bmod(M_{\text{RI}} \cdot N_{\text{pd}}) = 0$. M_{RI} được xác định bằng tín hiệu lớp cao hơn. $N_{\text{offset,RI}}$ biểu thị giá trị dịch vị tương đối cho sự truyền RI được thể hiện trên Fig.11. Trường hợp trong đó $M_{\text{RI}} = 4$ và $N_{\text{offset,RI}} = -1$ được minh họa trên Fig.12.

Fig.13 minh họa phản hồi CSI trong trường hợp của chế độ 2-1 trên Fig.8.

Dựa trên Fig.13, phản hồi CSI bao gồm ba loại nội dung báo cáo, ví dụ, truyền báo cáo 1, truyền báo cáo 2, và truyền báo cáo 3. Cụ thể hơn là, RI được truyền qua báo cáo 1, WB PMI và WB CQI được truyền qua báo cáo 2, và SB CQI và SSI (L-bit Subband Selection Indicator - chỉ báo lựa chọn băng con L bit) được truyền qua báo cáo 3. Báo cáo 2 hoặc báo cáo 3 được truyền trong các chỉ số khung con thỏa mãn $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}}) \bmod(N_{\text{pd}}) = 0$. Cụ thể là, Báo cáo 2 được truyền trong các chỉ số khung con thỏa mãn $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}}) \bmod(H \cdot N_{\text{pd}}) = 0$. Do đó, báo cáo 2 được truyền tại khoảng của $H \cdot N_{\text{pd}}$ và các khung con giữa các báo cáo liên kế được điền với sự truyền báo cáo 3. Lúc này, H bằng $J \cdot K + 1$ trong đó J là số lượng BP. K là giá trị biểu thị số lượng chu kỳ đầy đủ sẽ được thực hiện liên tiếp, trong đó chu kỳ đầy đủ là chu kỳ trong đó xử lý để truyền có chọn lọc băng con một lần cho mỗi BP khác nhau trên tất cả các BP. K được xác định bằng tín hiệu lớp cao hơn. Trường hợp trong đó $N_{\text{pd}} = 2$, $J = 3$, và $K = 1$ được minh họa trên Fig.13. Báo cáo 1 được truyền trong các chỉ số khung con thỏa mãn $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}} - N_{\text{offset,RI}}) \bmod(M_{\text{RI}} \cdot (J \cdot K + 1) \cdot N_{\text{pd}}) = 0$. Trường hợp trong đó $M_{\text{RI}} = 2$ và $N_{\text{offset,RI}} = -1$ được minh họa trên Fig.13.

Fig.14 minh họa báo cáo theo chu kỳ CSI mà đang được bàn luận trong LTE-A. Nếu eNB bao gồm 8 anten Tx trong chế độ 2-1, thì chỉ báo 1 bit, ví dụ, thông số PTI (Precoder Type Indication - chỉ báo loại tiền mã hóa), được tạo cấu

hình và các chế độ báo cáo theo chu kỳ được phân loại thành hai loại theo giá trị PTI được xem xét. Trên Fig.14, W1 và W2 minh họa sơ đồ phân cấp được mô tả có dựa vào các phương trình 8 và 9. Nếu cả W1 và W2 được xác định, loại hoàn chỉnh của ma trận mã hóa trước W được xác định bằng cách kết hợp W1 và W2.

Dựa trên Fig.14, trong trường hợp báo cáo theo chu kỳ, các nội dung khác nhau tương ứng với báo cáo 1, báo cáo 2, và báo cáo 3 được báo cáo theo các chu kỳ lặp khác nhau. RI và giá trị PTI 1 bit được báo cáo qua báo cáo 1. WB W1 (khi PTI=0) hoặc WB W2 và WB CQI (khi PTI=1) được báo cáo qua báo cáo 2. WB W2 và WB CQI (khi PTI=0) hoặc SB W2 và SB CQI (khi PTI=1) được báo cáo qua báo cáo 3.

Báo cáo 2 và báo cáo 3 được truyền trong các khung con (để thuận tiện, được xem là tập khung con thứ nhất) có các chỉ số khung con thỏa mãn $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}}) \bmod (N_c) = 0$ trong đó $N_{\text{offset, RI}}$ là giá trị dịch vị để truyền PMI/CQI được thể hiện trên Fig.9 và N_c biểu thị khoảng khung con giữa các Báo cáo 2 hoặc Báo cáo 3 liên tiếp. Trường hợp trong đó $N_{\text{offset, RI}} = 1$ và $N_c = 2$ được minh họa trên Fig.14. Tập khung con thứ nhất bao gồm các khung con có các chỉ số lẻ, n_f biểu thị số khung hệ thống (hoặc chỉ số khung radio) và n_s biểu thị chỉ số khe trong khung radio. $\text{floor}()$ biểu thị hàm sàn và ' $A \bmod B$ ' biểu thị số còn lại thu được bằng cách chia cho B.

Báo cáo 2 nằm trong một số khung con trong tập khung con thứ nhất và báo cáo 3 nằm trong các khung con khác. Cụ thể hơn là, báo cáo 2 nằm trong các khung con có các chỉ số khung con thỏa mãn $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}}) \bmod (H \cdot N_c) = 0$. Do đó, báo cáo 2 được truyền tại khoảng của $H \cdot N_c$ và một hoặc nhiều khung con thứ nhất giữa các báo cáo 2 liên tiếp được điền với truyền báo cáo 3. Nếu PTI=0, thì $H=M$ và M được xác định bằng tín hiệu lớp cao hơn. Trường hợp trong đó $M=2$ được minh họa trên Fig.14. Nếu PTI=1, thì $H=J \cdot K + 1$, K được xác định bằng tín hiệu lớp cao hơn, và J là số lượng BP. Trên Fig.14, $J=3$ và $K=1$.

Báo cáo 1 được truyền trong các khung con có các chỉ số khung con thỏa mãn $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}} - N_{\text{offset,RI}}) \bmod (M_{RI} \cdot (J \cdot K + 1) \cdot N_c) = 0$ trong đó M_{RI} được xác định bằng tín hiệu lớp cao hơn. $N_{\text{offset, RI}}$ biểu thị giá trị dịch vị tương

đôi cho RI. Trên Fig.14, $M_{RI}=2$ và $N_{offset, RI} = -1$. Các thời điểm truyền báo cáo 1 và báo cáo 2 không chồng lấp nhau vì $N_{offset, RI} = -1$. Khi UE tính toán RI, W1, và W2, chúng được liên kết với nhau. Ví dụ, W1 và W2 được tính toán phụ thuộc vào RI và W2 được tính toán phụ thuộc vào W1. BS có thể nhận biết W cuối cùng từ W1 và W2 khi cả báo cáo 2 và báo cáo 3 được báo cáo sau khi báo cáo 1 được báo cáo.

Phản hồi CSI của CoMP

Dưới đây, sự truyền/thu CoMP (Cooperative Multipoint - đa điểm phối hợp) sẽ được mô tả.

Trong hệ thống sau LTE-A, sơ đồ để tăng tính năng hệ thống bằng cách cho phép phối hợp giữa các ô mạng đã được thử. Sơ đồ như vậy được gọi là sự truyền/thu CoMP. CoMP là sơ đồ trong đó hai hoặc nhiều eNB, các điểm truy cập, hoặc các ô mạng phối hợp truyền thông với UE để truyền thông dễ dàng giữa UE cụ thể và eNB, điểm truy cập, hoặc ô mạng. Theo sáng chế, eNB, điểm truy cập, và ô mạng có thể được sử dụng thay thế nhau.

Nói chung, trong môi trường đa ô mạng trong đó hệ số tái sử dụng tần số là 1, tính năng của UE nằm tại mép ô mạng và thông lượng cung trung bình có thể được giảm do ICI (Inter-Cell Interference - nhiễu liên ô mạng). Để giảm ICI, hệ thống LTE kế thừa sử dụng phương pháp cho phép UE nằm tại mép ô mạng có thông lượng và tính năng thích hợp bằng cách sử dụng sơ đồ thụ động đơn như FFR (Fractional Frequency Reuse - sử dụng lại tần số phân đoạn) qua điều khiển công suất riêng UE trong môi trường bị giới hạn bởi nhiễu. Tuy nhiên, tốt hơn là ICI được giảm hoặc UE tái sử dụng ICI làm tín hiệu mong muốn, thay vì giảm việc sử dụng các tài nguyên tần số mỗi ô mạng. Để thực hiện được mục đích nêu trên, sơ đồ truyền CoMP có thể được sử dụng.

Fig.15 minh họa ví dụ thực hiện CoMP. Dựa trên Fig.15, hệ thống truyền thông radio bao gồm các eNB eNB1, eNB2, và eNB3 mà thực hiện CoMP và UE. Các eNB eNB1, eNB2, và eNB3 để thực hiện CoMP có thể truyền dữ liệu một cách hiệu quả đến UE qua sự phối hợp.

Sơ đồ truyền CoMP có thể được chia thành CoMP-JP (CoMP-Joint Processing - xử lý liên kết CoMP) mà là loại MIMO phối hợp của JP qua chia sẻ

dữ liệu và CoMP-CS/CB (CoMP-Coordinated Scheduling/Coordinated Beamforming - tạo chùm lập lịch phối hợp CoMP/phối hợp).

Trong trường hợp sơ đồ CoMP-JP trong đường xuống, UE có thể đồng thời thu dữ liệu từ các eNB thực hiện sơ đồ truyền CoMP và có thể tăng tính năng thu bằng cách kết hợp các tín hiệu thu được từ các eNB tương ứng (JT (Joint Transmission - sự truyền liên kết)). Ngoài ra, phương pháp trong đó một trong số các eNB thực hiện sơ đồ truyền CoMP truyền dữ liệu đến UE tại thời điểm cụ thể có thể được coi là (DPS (Dynamic Point Selection - lựa chọn điểm động)). Trong sơ đồ CoMP-CS/CB trong đường xuống, UE có thể ngay lập tức thu dữ liệu qua một eNB, ví dụ, eNB phục vụ bằng cách tạo chùm.

Nếu sơ đồ CoMP-JP được áp dụng trong đường lên, các eNB có thể đồng thời thu tín hiệu PUSCH từ UE (JR (Joint Reception - sự thu liên kết)). Trong trường hợp CoMP-CS/CB trong đường lên, chỉ một eNB có thể thu tín hiệu PUSCH. Các ô mạng phối hợp (hoặc các eNB) có thể xác định sử dụng sơ đồ CoMP-CS/CB.

UE sử dụng sơ đồ truyền CoMP, ví dụ, CoMP UE, có thể phản hồi thông tin kênh (dưới đây, phản hồi CSI) đến các eNB thực hiện sơ đồ truyền CoMP. Bộ lập lịch mạng có thể lựa chọn sơ đồ truyền CoMP có thể tăng tốc độ truyền trong số các sơ đồ CoMP-JP, CoMP-CS/CB, và DPS dựa vào phản hồi CSI. Để đạt được mục đích này, sơ đồ truyền phản hồi theo chu kỳ sử dụng PUCCH có thể được sử dụng làm phương pháp trong đó UE tạo cấu hình phản hồi CSI trong các eNB thực hiện sơ đồ truyền CoMP. Trong trường hợp này, các cấu hình phản hồi cho các eNB có thể độc lập với nhau. Do đó, trong phần mô tả theo phương án của sáng chế, hoạt động phản hồi CSI với cấu hình phản hồi độc lập như vậy được xem là xử lý CSI. Một hoặc nhiều xử lý CSI có thể được thực hiện trong một ô mạng phục vụ.

Fig.16 minh họa sự phối hợp CoMP đường xuống.

Trên Fig.16, UE nằm giữa eNB1 và eNB2 và hai eNB, ví dụ, eNB1 và eNB2, thực hiện sự phối hợp CoMP thích hợp như JT, DCS, hoặc CS/CB để giải quyết vấn đề nhiễu đối với UE. Để hỗ trợ sự phối hợp CoMP của các eNB, UE thực hiện phản hồi CSI thích hợp. Thông tin được truyền qua phản hồi CSI bao

gồm PMI và CQI của mỗi eNB và có thể còn bao gồm thông tin kênh giữa hai eNB (ví dụ, thông tin dịch vị pha giữa hai kênh eNB) cho JT.

Trên Fig.16, mặc dù UE truyền tín hiệu phản hồi CSI đến eNB1 mà là ô mạng phục vụ của nó, UE có thể truyền tín hiệu phản hồi CSI đến eNB2 hoặc hai eNB, theo tình huống. Ngoài ra, trên Fig.16, trong khi các eNB được mô tả làm đơn vị cơ bản tham gia vào CoMP, tuy nhiên sáng chế có thể áp dụng cho CoMP giữa các TP (Transmission Point - điểm truyền) được điều khiển bởi một eNB.

Cụ thể là, để lập lịch CoMP trong mạng, UE cần phản hồi không chỉ CSI đường xuống của eNB/TP phục vụ mà cả CSI đường xuống của eNB/TP lân cận. Để đạt được mục đích này, UE phản hồi các xử lý CSI phản ánh các môi trường nhiễu của các eNB/TP để truyền dữ liệu.

Do đó, IMR (Interference Measurement Resource - tài nguyên đo nhiễu) được sử dụng để đo nhiễu khi tính toán CoMP CSI trong hệ thống LTE. Các IMR có thể được tạo cấu hình cho một UE và mỗi IMR có thể được tạo cấu hình độc lập. Cụ thể là, chu kỳ, dịch vị, và cấu hình tài nguyên của IMR được xác định độc lập và có thể được báo hiệu theo eNB đến UE bằng cách sử dụng tín hiệu lớp cao hơn (RRC, v.v.).

Ngoài ra, CSI-RS được sử dụng để đo kênh cần thiết để tính toán CoMP CSI trong hệ thống LTE. Các CSI-RS có thể được tạo cấu hình cho một UE và mỗi CSI-RS được tạo cấu hình độc lập. Cụ thể là, mỗi CSI-RS bao gồm chu kỳ được tạo cấu hình độc lập, dịch vị, cấu hình tài nguyên, điều khiển công suất, và số lượng cổng anten và thông tin liên quan đến CSI-RS được báo hiệu đến UE từ eNB qua tín hiệu lớp cao hơn (RRC, v.v.).

Trong số các CSI-RS và các IMR được tạo cấu hình cho UE, một xử lý CSI có thể được xác định kết hợp với một tài nguyên CSI-RS để đo tín hiệu và một IMR để đo nhiễu. UE phản hồi CSI có các chu kỳ khác nhau và các dịch vị khung con, thu được từ các xử lý CSI khác nhau, đến mạng (ví dụ, eNB).

Cụ thể là, mỗi xử lý CSI có cấu hình phản hồi CSI độc lập. eNB có thể phát tín hiệu tài nguyên CSI-RS, thông tin liên kết IMR, và cấu hình phản hồi

CSI đến UE qua tín hiệu lớp cao hơn của RRC, v.v., trên cơ sở xử lý CSI. Ví dụ, giả thiết là ba xử lý CSI được thể hiện trong Bảng 1 được tạo cấu hình cho UE.

Bảng 1

Xử lý CSI	Tài nguyên đo tín hiệu (SMR)	IMR
Xử lý CSI 0	CSI-RS 0	IMR 0
Xử lý CSI 1	CSI-RS 1	IMR 1
Xử lý CSI 2	CSI-RS 0	IMR 2

Trong Bảng 1, CSI-RS 0 và CSI-RS 1 biểu thị CSI-RS thu được từ eNB 1 mà là eNB phục vụ của UE và CSI-RS thu được từ eNB 2 mà là eNB lân cận tham gia kết hợp. Giả thiết là các IMR được tạo cấu hình cho các xử lý CSI của Bảng 1 được tạo cấu hình như được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2

IMR	eNB-1	eNB-2
IMR 0	Làm câm	Truyền dữ liệu
IMR 1	Truyền dữ liệu	Làm câm
IMR 2	Làm câm	Làm câm

Trong IMR 0, eNB 1 thực hiện làm câm, eNB 2 thực hiện truyền dữ liệu, và UE được tạo cấu hình để đo nhiễu của các eNB ngoại trừ eNB 1 từ IMR 0. Một cách tương tự, trong IMR 1, eNB 2 thực hiện làm câm, eNB 1 thực hiện truyền dữ liệu, và UE được tạo cấu hình để đo nhiễu của các eNB ngoại trừ eNB 2 từ IMR 1. Ngoài ra, trong IMR 2, cả eNB 1 và eNB2 thực hiện làm câm và UE được tạo cấu hình để đo nhiễu của các eNB ngoại trừ eNB1 và eNB 2 từ IMR 2.

Do đó, như được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2, CSI của xử lý CSI 0 biểu thị RI, PMI, và CQI tối ưu khi dữ liệu thu được từ eNB 1. CSI của xử lý CSI 1 biểu thị RI, PMI, và CQI tối ưu khi dữ liệu thu được từ eNB 2. CSI của xử lý CSI 2 biểu thị RI, PMI, và CQI tối ưu, khi dữ liệu thu được từ eNB 1 và không có nhiễu từ eNB 2.

Xung đột của CSI của CoMP

Để lập lịch CoMP, UE cần phản hồi không chỉ thông tin kênh của ô mạng phục vụ hoặc TP (serving transmission point - điểm truyền phục vụ) mà cả thông tin kênh của ô mạng lân cận hoặc TP tham gia vào phản hồi CoMP đến BS. Do đó, đối với CoMP, UE phản hồi CSI theo các xử lý CSI tính đến môi trường nhiễu với các ô mạng hoặc các TP.

Một xử lý CSI được xác định là sự liên kết giữa một tài nguyên CSI-RS cho môi trường tín hiệu và một IMR (Interference Measurement Resource - tài nguyên đo nhiễu) để đo nhiễu. Ngoài ra, mỗi xử lý CSI có cấu hình phản hồi CSI độc lập. Cấu hình phản hồi CSI bao gồm chế độ phản hồi, chu kỳ phản hồi và dịch vị.

Tốt hơn là các xử lý CSI được tạo cấu hình cho một UE chia sẻ giá trị phụ thuộc cho hiệu suất lập lịch CoMP. Ví dụ, nếu ô mạng thứ nhất và ô mạng thứ hai được cho thực hiện JT (Joint Transmission - sự truyền liên kết), các RI và các chỉ số băng con của xử lý CSI thứ nhất cho ô mạng thứ nhất và xử lý CSI thứ hai cho ô mạng thứ hai cần giống nhau để tạo điều kiện thuận lợi cho việc lập lịch JT.

Do đó, một số hoặc tất cả các CSI được tạo cấu hình cho UE có thể bị giới hạn có giá trị CSI (ví dụ, RI) chung. Để phân mô tả đơn giản, trong số các xử lý CSI bị giới hạn có giá trị CSI chung, xử lý CSI mà được sử dụng làm tham chiếu để thiết lập giá trị CSI được xem làm xử lý CSI tham chiếu và xử lý CSI không phải là xử lý CSI tham chiếu được xem làm các xử lý CSI tiếp theo. Xử lý CSI tiếp theo có thể phản hồi giá trị giống như giá trị CSI của xử lý CSI tham chiếu mà không tính toán riêng rẽ.

Ở đây, vì cấu hình phản hồi CSI của từng xử lý CSI có thể được thiết lập độc lập, sự xung đột giữa các xử lý CSI có thể xuất hiện. Ví dụ, loại báo cáo của một xử lý CSI và loại báo cáo của xử lý CSI khác có thể được tạo cấu hình để được phản hồi tại cùng thời gian để xung đột giữa các xử lý CSI có thể xuất hiện. Cụ thể hơn là, khi phản hồi CSI được thực hiện theo các xử lý CSI, từng xử lý này có chu kỳ và dịch vị không đổi, các xử lý CSI có thể được phản hồi trên cùng khung con con, để xung đột có thể xuất hiện.

Dưới đây, phương pháp giải quyết xung đột giữa các loại báo cáo bao gồm RI nếu xung đột giữa các xử lý CSI xuất hiện được đề xuất. Ví dụ, phương pháp này áp dụng được cho xung đột xuất hiện trong số loại 3, loại 5 và loại 6 trong số các loại báo cáo CSI được xác định trong bản phát hành LTE 10. Loại báo cáo CSI được xác định trong bản phát hành LTE 10 sẽ được mô tả dưới đây.

Báo cáo loại 1 hỗ trợ phản hồi CQI cho UE trong băng con được lựa chọn. Báo cáo loại 1a hỗ trợ CQI băng con và phản hồi PMI thứ hai. Các báo cáo loại 2, loại 2b loại 2c hỗ trợ CQI băng rộng và phản hồi PMI. Báo cáo loại 2a hỗ trợ phản hồi PMI băng rộng. Báo cáo loại 3 hỗ trợ phản hồi RI. Báo cáo loại 4 hỗ trợ CQI băng rộng. Báo cáo loại 5 hỗ trợ RI và phản hồi PMI băng rộng. Báo cáo loại 6 hỗ trợ RI và phản hồi PTI.

Theo định nghĩa của bản phát hành LTE 10, nếu xung đột giữa các xử lý CSI xuất hiện, ưu tiên bỏ qua được xác định trước tiên theo loại báo cáo. Nếu các ưu tiên bỏ qua theo loại báo cáo là giống nhau, xử lý CSI có chỉ số xử lý CSI thấp hơn có ưu tiên cao hơn. Các loại báo cáo CSI 3, 5 và 6 có cùng ưu tiên. Vì các ưu tiên theo loại báo cáo là giống nhau, xử lý CSI ngoại trừ xử lý CSI có chỉ số thấp nhất được bỏ qua.

Dưới đây, phương pháp giải quyết xung đột giữa báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 3, loại 5 hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu sẽ được mô tả.

Theo sáng chế, UE ưu tiên phản hồi báo cáo của xử lý CSI tham chiếu và bỏ qua báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo. Cụ thể là, chỉ số của xử lý CSI tham chiếu có thể được thiết lập nhỏ hơn chỉ số của xử lý CSI tiếp theo. Lúc này, báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo được bỏ qua cùng với PTI cùng được mã hóa với RI. UE có thể xác định giá trị PTI đã được bỏ qua bằng cách sử dụng phương pháp dưới đây.

Trước tiên, UE có thể xác định giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị PTI của xử lý CSI tham chiếu.

Cụ thể hơn là, nếu báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 3, loại 5 hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu xung đột, UE xác định giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị PTI của xử lý CSI tham chiếu được phản hồi

hiện tại. Cụ thể là, sau thời gian xung đột, UE tính toán và báo cáo CQI hoặc PMI của xử lý CSI tiếp theo dựa vào giá trị PTI của xử lý CSI tham chiếu. Sau đó, nếu UE phản hồi báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo mà không xung đột, UE tính toán CQI hoặc PMI dựa vào giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo được phản hồi mới, không dựa vào giá trị PTI của xử lý CSI tham chiếu.

Tiếp theo, UE có thể xác định giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị PTI mặc định.

Cụ thể hơn là, nếu báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 3, loại 5 hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu xung đột, UE có thể xác định giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị PTI mặc định. Giá trị PTI mặc định có thể là 0 hoặc 1 và BS và UE có thể chia sẻ giá trị PTI mặc định định trước. Sau đó, nếu UE phản hồi báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo mà không xung đột, UE tính toán CQI hoặc PMI dựa vào giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo được phản hồi mới, không dựa vào giá trị PTI mặc định.

Tiếp theo, UE có thể xác định giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị PTI được báo cáo gần đây theo xử lý CSI tiếp theo.

Cụ thể hơn là, nếu báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 3, loại 5 hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu xung đột, UE có thể xác định giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị PTI được báo cáo gần đây theo xử lý CSI tiếp theo. Sau đó, nếu UE phản hồi báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo mà không xung đột, UE tính toán CQI hoặc PMI dựa vào giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo mới được phản hồi, không dựa vào giá trị PTI được báo cáo gần đây, theo xử lý CSI tiếp theo.

Nếu báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 3, loại 5 hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu xung đột, UE có thể dồn kênh giá trị PTI của xử lý CSI tiếp theo với xử lý CSI tham chiếu và báo cáo kết quả đã được dồn kênh.

Dưới đây, phương pháp giải quyết xung đột giữa báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 3, loại 5, hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu sẽ được mô tả. Cụ thể là, trường hợp trong đó, thay vì báo cáo loại 6 của xử lý CSI tiếp theo của phương pháp được mô tả trên đây, báo cáo loại 5 của xử lý CSI

tiếp theo xung đột với báo cáo loại 3, loại 5, hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu sẽ được mô tả.

Theo sáng chế, UE ưu tiên phản hồi báo cáo của xử lý CSI tham chiếu và bỏ qua báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo. Cụ thể là, chỉ số của xử lý CSI tham chiếu có thể được thiết lập nhỏ hơn chỉ số của xử lý CSI tiếp theo. Lúc này, báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo được bỏ qua cùng với PMI (W1) cùng được mã hóa với RI. UE có thể xác định giá trị W1 đã được bỏ qua bằng cách sử dụng phương pháp dưới đây.

Trước tiên, UE có thể xác định giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị W1 của xử lý CSI tham chiếu.

Cụ thể hơn là, nếu báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 5 của xử lý CSI tham chiếu xung đột, UE xác định giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị W1 của xử lý CSI tham chiếu hiện được phản hồi. Cụ thể là, sau thời gian xung đột, UE tính toán và báo cáo CQI hoặc PMI của xử lý CSI tiếp theo dựa vào giá trị W1 của xử lý CSI tham chiếu. Sau đó, nếu UE phản hồi báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo mà không xung đột, UE tính toán CQI hoặc PMI dựa vào giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo mới được phản hồi, không dựa vào giá trị W1 của xử lý CQI tham chiếu.

Fig.17 thể hiện ví dụ xác định giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị W1 của xử lý CSI tham chiếu nếu báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 5 của xử lý CSI tham chiếu xung đột.

Dựa trên Fig.17, nếu các báo cáo loại 5 của xử lý CSI 1, là xử lý CSI tham chiếu, và xử lý CSI 2, là xử lý CSI tiếp theo, xung đột, UE bỏ qua báo cáo loại 5 của xử lý CSI 2 là xử lý CSI tiếp theo. Sau khi báo cáo loại 5 của xử lý CSI 2 được bỏ qua, UE tính toán và báo cáo CQI hoặc PMI của xử lý CSI 2, là xử lý CSI tiếp theo, dựa vào giá trị W1 của xử lý CSI 1 là xử lý CSI tham chiếu.

Tiếp theo, UE có thể xác định giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị W1 mặc định.

Cụ thể hơn là, nếu báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 3, loại 5, hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu xung đột, UE có thể xác định giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị W1 mặc định. Giá trị W1 mặc định có

thể là 0 hoặc 1 và BS và UE có thể chia sẻ giá trị Wl mặc định định trước. Sau đó, nếu UE phản hồi báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo mà không xung đột, UE tính toán CQI hoặc PMI dựa vào giá trị Wl của xử lý CSI tiếp theo mới được phản hồi, không dựa vào giá trị Wl mặc định.

Tiếp theo, UE có thể xác định giá trị Wl của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị Wl được báo cáo gần đây theo xử lý CSI tiếp theo.

Cụ thể hơn là, nếu báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 3, loại 5, hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu xung đột, UE có thể xác định giá trị Wl của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị Wl được báo cáo gần đây theo xử lý CSI tiếp theo. Sau đó, nếu UE phản hồi báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo mà không xung đột, UE tính toán CQI hoặc PMI dựa vào giá trị Wl của xử lý CSI tiếp theo mới được phản hồi, không dựa vào giá trị PTI được báo cáo gần đây, theo xử lý CSI tiếp theo.

Nếu báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 3, loại 5, hoặc loại 6 của xử lý CSI tham chiếu xung đột, UE có thể dồn kênh giá trị Wl của xử lý CSI tiếp theo với xử lý CSI tham chiếu và báo cáo kết quả đã được dồn kênh.

Fig.18 là sơ đồ thể hiện phương án khác của trường hợp trong đó báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 5 của xử lý CSI tham chiếu xung đột.

Nếu báo cáo loại 5 của xử lý CSI tiếp theo và báo cáo loại 5 của xử lý CSI tham chiếu xung đột, UE có thể xác định ưu tiên theo quy tắc bỏ qua dưới đây mà không ưu tiên tính đến báo cáo của xử lý CSI tham chiếu. Khi xung đột giữa các xử lý CSI, UE có thể gán ưu tiên cao hơn theo thứ tự loại báo cáo, chỉ số xử lý CSI và chỉ số sóng mang thành phần (CC- component carrier - sóng mang thành phần). Lúc này, tình huống được thể hiện trên Fig.18 có thể xuất hiện.

Dựa trên Fig.18, xử lý CSI tiếp theo có chỉ số xử lý CSI là 1, xử lý CSI tham chiếu có chỉ số xử lý CSI là 2, và hai xử lý CSI xung đột tại thời gian cụ thể. Theo quy tắc bỏ qua mô tả trên đây, vì các loại báo cáo của hai xử lý CSI là giống nhau, UE xác định ưu tiên theo chỉ số xử lý CSI. Do đó, UE bỏ qua CSI của xử lý CSI tham chiếu có chỉ số xử lý CSI cao hơn. Lúc này, RI của xử lý CSI tiếp theo kế thừa giá trị RI được báo cáo gần đây theo xử lý CSI tham chiếu.

Giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo được cho mã hóa chung có thể không được kế thừa nhưng có thể được xác định độc lập. Trong trường hợp trên Fig.17, vì giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo cũng được bỏ qua, giá trị W1 của xử lý CSI tham chiếu được kế thừa một cách hiệu quả. Tuy nhiên, trong trường hợp trên Fig.18, vì giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo không được bỏ qua, giá trị W1 của xử lý CSI tiếp theo có thể được xác định một cách cụ thể. Trên Fig.18, sau xung đột, giá trị W2 và CQI của xử lý CSI tiếp theo được tính toán dựa vào giá trị RI và W1 được báo cáo gần đây. Lúc này, RI là giá trị RI của xử lý CSI tham chiếu trước xung đột và W1 có thể được xác định độc lập dựa vào giá trị RI trong xử lý CSI tiếp theo.

Fig.19 là sơ đồ thể hiện phương án trong đó ba xử lý CSI xung đột như là phân mở rộng trên Fig.18.

Dựa trên Fig.19, các xử lý CSI 1 và 2 được tạo cấu hình như là các xử lý CSI tiếp theo, xử lý CSI 3 được tạo cấu hình như là xử lý CSI tham chiếu và ba xử lý CSI xung đột tại thời gian cụ thể. Theo quy tắc bỏ qua được mô tả trên đây, xử lý CSI 2 có chỉ số xử lý CSI cao hơn và xử lý CSI 3 mà là xử lý CSI tham chiếu được bỏ qua. Trong trường hợp này, RI của xử lý CSI 1 kế thừa giá trị RI được báo cáo gần đây theo xử lý CSI tham chiếu. Giá trị W1 được cho mã hóa chung có thể được xác định độc lập thay vì được kế thừa. Xử lý CSI 2 kế thừa giá trị RI và W1 của xử lý CSI 1. Cụ thể là, nếu xử lý CSI tham chiếu và hai hoặc nhiều xử lý CSI tiếp theo xung đột, một xử lý CSI tiếp theo kế thừa giá trị của xử lý CSI tiếp theo còn lại nếu cả báo cáo của nó và báo cáo của xử lý tham chiếu được bỏ qua. Trên Fig.19, RI của xử lý CSI 2 kế thừa giá trị RI của xử lý CSI 1. Giá trị W1 của xử lý CSI 2 kế thừa giá trị W1 của xử lý CSI 1. Giá trị W1 của xử lý CSI 1 được xác định độc lập với xử lý CSI tham chiếu. Do đó, xử lý CSI 2 không kế thừa giá trị W1 của xử lý CSI tham chiếu mà kế thừa giá trị của xử lý CSI tiếp theo còn lại.

Mặc dù RI và PMI được cho mã hóa chung trên Fig.19, xử lý CSI tiếp theo kế thừa giá trị của xử lý CSI tiếp theo còn lại nếu xử lý CSI tham chiếu và hai hoặc nhiều xử lý CSI tiếp theo xung đột áp dụng được cho trường hợp trong đó chỉ giá trị RI được báo cáo hoặc RI và PTI được cho mã hóa chung.

Giống như trong phương án trên Fig.18 hoặc 19, nếu chỉ số của xử lý CSI tham chiếu cao hơn chỉ số của xử lý CSI tiếp theo, xử lý CSI tham chiếu được bỏ qua và giá trị RI được kế thừa của xử lý CSI tham chiếu trở thành giá trị trước. Cụ thể là, vì thông tin kênh trước được báo cáo, độ chính xác phản hồi CSI sẽ giảm. Do đó, khi xử lý CSI tham chiếu và xử lý CSI tiếp theo xung đột, chỉ số của xử lý CSI tham chiếu tốt hơn là được thiết lập thấp hơn chỉ số của xử lý CSI tiếp theo để xử lý CSI tham chiếu không được bỏ qua. Theo cách khác, chỉ số của xử lý CSI tham chiếu có thể được thiết lập bằng 1 mà là chỉ số xử lý CSI thấp nhất. Trong trường hợp này, UE đoán trước là BS thiết lập chỉ số của xử lý CSI tham chiếu ở 1.

Nếu chỉ số của xử lý CSI tham chiếu cao hơn chỉ số của xử lý CSI tiếp theo và các chu kỳ và dịch vị của hai xử lý CSI là giống nhau để xung đột giữa các xử lý CSI luôn xuất hiện, xử lý CSI tham chiếu luôn được bỏ qua và giá trị được kế thừa bởi xử lý CSI tiếp theo có thể được loại bỏ. Vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách sử dụng hai phương pháp dưới đây. Trước tiên, nếu chỉ số của xử lý CSI tham chiếu được thiết lập cao hơn chỉ số của xử lý CSI tiếp theo, các chu kỳ và dịch vị của hai xử lý CSI có thể không được thiết lập bằng nhau. Tiếp theo, nếu các chu kỳ và dịch vị của xử lý CSI tham chiếu và xử lý CSI tiếp theo là giống nhau, chỉ số của xử lý CSI tham chiếu không được thiết lập cao hơn chỉ số của xử lý CSI tiếp theo. Theo cách khác, chỉ số của xử lý CSI tham chiếu có thể được thiết lập bằng 1.

Sự mâu thuẫn trong ứng dụng CSI chung trong CoMP

Giới hạn tập hợp con số mã có nghĩa là UE bị giới hạn lựa chọn bộ mã hóa trước chỉ trong tập hợp con bao gồm các phần tử trong số mã. Cụ thể là, giới hạn tập hợp con số mã có nghĩa là số mã bao gồm các ma trận mã hóa trước khác nhau được tạo ra và sau đó các ma trận mã hóa trước khả dụng bị giới hạn theo ô mạng hoặc UE. Nếu giới hạn tập hợp con số mã được sử dụng, toàn bộ hệ thống truyền thông radio có số mã có kích cỡ lớn, tuy nhiên số mã được sử dụng bởi mỗi UE bao gồm tập hợp con của số mã. Do vậy, độ khuếch đại mã hóa trước có thể được tăng.

Ở đây, nếu giới hạn tập hợp con số mã được thiết lập độc lập theo xử lý

CSI, RI của xử lý CSI tiếp theo và RI (RI chung) của xử lý CSI tham chiếu có thể không được thiết lập ở cùng giá trị. Cụ thể là, vấn đề có thể xuất hiện khi áp dụng RI chung do các giới hạn tập hợp con số mã. Ví dụ, nếu giới hạn tập hợp con số mã được thiết lập để xử lý CSI tham chiếu sử dụng các hạng 1 và 2 và xử lý CSI tiếp theo sử dụng chỉ hạng 1, các RI khả dụng là khác nhau và do vậy vấn đề có thể xuất hiện. Cụ thể là, nếu RI của xử lý CSI tham chiếu là 2, hạng của xử lý CSI tiếp theo có thể không được thiết lập bằng 2 do giới hạn tập hợp con số mã. Trong trường hợp này, UE có thể thực hiện quy trình dưới đây.

Trước tiên, UE có thể xác định và phản hồi RI của xử lý CSI tiếp theo một cách riêng rẽ với RI của xử lý CSI tham chiếu. Trong trường hợp này, giới hạn tập hợp con số mã được áp dụng trước RI của xử lý CSI tham chiếu. Do đó, trong trường hợp này, RI chung không được áp dụng. Khi RI của xử lý CSI tiếp theo được lựa chọn, UE xác định các RI khả dụng theo giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và lựa chọn RI tối ưu từ trong số các RI khả dụng dựa vào CSI NZP (non zero power - công suất khác không) và giá trị đo IMR của xử lý CSI tiếp theo.

Tiếp theo, UE có thể xác định RI của xử lý CSI tiếp theo là giá trị giống như RI của xử lý CSI tham chiếu. Trong trường hợp này, RI của xử lý CSI tham chiếu được áp dụng trước giới hạn tập hợp con số mã. Do đó, trong trường hợp này, giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo không được áp dụng.

Tiếp theo, các RI khả dụng có thể được xác định theo giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và RI gần nhất RI của xử lý CSI tham chiếu có thể được lựa chọn trong số các RI khả dụng. Trong trường hợp phản hồi theo chu kỳ, RI của xử lý CSI tiếp theo có nghĩa là giá trị gần nhất trong số các giá trị được báo cáo khi hoặc trước khi RI của xử lý CSI tiếp theo được báo cáo. Trong trường hợp của phản hồi, RI của xử lý CSI tiếp theo có nghĩa là giá trị được báo cáo tại cùng thời gian với RI của xử lý CSI tiếp theo.

Tiếp theo, các RI khả dụng có thể được xác định theo giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và RI nhỏ nhất có thể được lựa chọn trong số các RI khả dụng.

Như được mô tả trên đây, để ngăn không để xuất hiện mâu thuẫn giữa giới

hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và ứng dụng của RI chung, giới hạn tập hợp con số mã có thể không được thiết lập độc lập theo xử lý CSI. Cụ thể là, BS có thể thiết lập cùng giới hạn tập hợp con số mã đối với xử lý CSI tiếp theo và xử lý CSI tham chiếu và UE có thể đoán trước rằng giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo bằng giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tham chiếu.

Ngoài ra, để ngăn không để xuất hiện các vấn đề mô tả trên đây, BS có thể thiết lập giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tham chiếu để RI khả dụng của xử lý CSI tiếp theo bằng RI khả dụng của xử lý CSI tham chiếu. Một cách tương tự, UE có thể không đoán trước rằng giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tham chiếu được thiết lập để RI khả dụng của xử lý CSI tiếp theo và RI khả dụng của xử lý CSI tham chiếu là khác nhau.

Để ngăn không để xuất hiện các vấn đề mô tả trên đây, BS có thể thiết lập giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tham chiếu để tập hợp các RI khả dụng của xử lý CSI tiếp theo bằng tập hợp các RI khả dụng của xử lý CSI tham chiếu hoặc tập hợp trên của nó. Cụ thể là, UE có thể đoán trước rằng giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tham chiếu được thiết lập để tập hợp các RI khả dụng của xử lý CSI tiếp theo bằng tập hợp các RI khả dụng của xử lý CSI tham chiếu hoặc tập hợp trên của nó. Một cách tương tự, UE có thể không đoán trước rằng giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tham chiếu được thiết lập để tập hợp các RI khả dụng của xử lý CSI tiếp theo không có trong tập hợp các RI khả dụng của xử lý CSI tham chiếu.

Mặc dù các dấu hiệu được mô tả trên đây mô tả trường hợp trong đó có mâu thuẫn giữa giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và ứng dụng RI chung, tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn như vậy và áp dụng được cho trường hợp trong đó có mâu thuẫn giữa ứng dụng PMI chung và giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo. Dưới đây, thủ tục khi có mâu thuẫn giữa

ứng dụng PMI chung và giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo sẽ được mô tả.

Trước tiên, UE có thể xác định và phản hồi PMI của xử lý CSI tiếp theo một cách riêng rẽ với PMI của xử lý CSI tham chiếu. Trong trường hợp này, giới hạn tập hợp con số mã được áp dụng trước PMI của xử lý CSI tham chiếu. Do đó, trong trường hợp này, PMI chung không được áp dụng. Khi PMI của xử lý CSI tiếp theo được lựa chọn, UE xác định các PMI khả dụng theo giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và lựa chọn RI tối ưu trong số các PMI khả dụng dựa vào CSI NZP (non zero power - công suất khác không) và giá trị đo IMR của xử lý CSI tiếp theo.

Tiếp theo, UE có thể xác định PMI của xử lý CSI tiếp theo sẽ là giá trị giống như PMI của xử lý CSI tham chiếu. Trong trường hợp này, PMI của xử lý CSI tham chiếu được áp dụng trước giới hạn tập hợp con số mã. Do đó, trong trường hợp này, giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo không được áp dụng.

Tiếp theo, các PMI khả dụng có thể được xác định theo giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và PMI gần nhất với PMI của xử lý CSI tham chiếu có thể được lựa chọn trong số các PMI khả dụng. Ví dụ, mức độ gần giữa hai PMI có thể được xác định dựa vào khoảng cách O-clit hoặc tương quan giữa hai PMI. Cụ thể hơn là, khi tương quan tăng hoặc khoảng cách O-clit giảm, có thể xác định được là hai PMI xấp xỉ nhau. Trong trường hợp phản hồi theo chu kỳ, PMI của xử lý CSI tiếp theo có nghĩa là giá trị gần nhất trong số các giá trị được báo cáo khi hoặc trước khi PMI của xử lý CSI tiếp theo được báo cáo. Trong trường hợp phản hồi không theo chu kỳ, PMI của xử lý CSI tiếp theo có nghĩa là giá trị được báo cáo tại cùng thời gian với PMI của xử lý CSI tiếp theo.

Tiếp theo, các PMI khả dụng có thể được xác định theo giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và PMI nhỏ nhất có thể được lựa chọn trong số các PMI khả dụng.

Như được mô tả trên đây, để ngăn không để xuất hiện mâu thuẫn giữa giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo và ứng dụng CSI chung, giới hạn tập hợp con số mã có thể không được thiết lập độc lập theo xử lý CSI. Cụ

thể là, BS có thể thiết lập cùng giới hạn tập hợp con số mã đối với xử lý CSI tiếp theo và xử lý CSI tham chiếu và UE có thể đoán trước rằng giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tiếp theo bằng giới hạn tập hợp con số mã của xử lý CSI tham chiếu.

Dưới đây, tương tự mâu thuẫn giữa giới hạn tập hợp con số mã và CSI chung, trường hợp trong đó số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo và số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu là khác nhau sẽ được mô tả.

Nếu số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo và số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu là khác nhau, sẽ không thể thiết lập bằng nhau các RI và PMI của hai xử lý CSI. Ví dụ, nếu số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo và số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu lần lượt được thiết lập bằng 4 và 8 và RI của xử lý CSI tham chiếu được thiết lập bằng 8, RI của xử lý CSI tiếp theo có thể không được thiết lập bằng 8.

Để giải quyết vấn đề như vậy, BS có thể thiết lập bằng nhau số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo và số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu. Lúc này, UE có thể đoán trước rằng số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo và số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu là giống nhau. Một cách tương tự, UE có thể không đoán trước rằng số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo và số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu là khác nhau.

Đối với phương án khác, BS có thể thiết lập số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo bằng hoặc lớn hơn số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu. Cụ thể là, UE có thể đoán trước rằng số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo bằng hoặc lớn hơn số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu. Nếu số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo bằng hoặc lớn hơn số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu, sẽ không có vấn đề nào xuất hiện.

Đối với phương pháp khác, nếu số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo và số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu là

khác nhau, UE có thể tính toán RI và PMI của xử lý CSI tiếp theo theo một cách riêng rẽ với RI và PMI của xử lý CSI tham chiếu. Theo cách khác, nếu số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tiếp theo nhỏ hơn số lượng các cổng anten CSI-RS của xử lý CSI tham chiếu, UE có thể tính toán RI và PMI của xử lý CSI tiếp theo một cách riêng rẽ với RI và PMI của xử lý CSI tham chiếu.

Dưới đây, mâu thuẫn trong ứng dụng của CSI chung, mà xuất hiện nếu cấu hình để kích hoạt báo cáo RI và PMI là độc lập trong từng xử lý CSI, sẽ được mô tả.

Nếu cấu hình để kích hoạt báo cáo RI và PMI là độc lập theo xử lý CSI, RI của xử lý CSI tiếp theo có thể không được xác định là giá trị giống như RI của xử lý CSI tham chiếu. Ví dụ, mặc dù báo cáo RI và PMI của xử lý CSI tham chiếu được kích hoạt và RI được thiết lập bằng 2, nếu báo cáo RI và PMI của xử lý CSI tiếp theo được giải kích hoạt, hạng của xử lý CSI tiếp theo có thể không được thiết lập bằng 2. Trong trường hợp này, UE có thể thực hiện quy trình dưới đây.

Trước tiên, báo cáo RI và PMI của xử lý CSI tiếp theo có thể được giải kích hoạt. Trong trường hợp này, cấu hình để giải kích hoạt báo cáo RI của xử lý CSI tiếp theo được áp dụng trước ứng dụng RI của xử lý CSI tham chiếu. Lúc này, RI của xử lý CSI tham chiếu không được áp dụng.

Tiếp theo, RI của xử lý CSI tiếp theo có thể được xác định là cùng giá trị với RI của xử lý CSI tham chiếu. Trong trường hợp này, việc ứng dụng của RI của xử lý CSI tham chiếu được áp dụng trước cấu hình để giải kích hoạt báo cáo RI và PMI của xử lý CSI tiếp theo. Lúc này, cấu hình để giải kích hoạt báo cáo RI và PMI của xử lý CSI tiếp theo là vô hiệu.

Để ngăn không để xảy ra vấn đề mô tả trên đây, các báo cáo RI và PMI của xử lý CSI tiếp theo và xử lý CSI tham chiếu có thể được duy trì được kích hoạt không đổi. Lúc này, BS có thể tạo cấu hình cho cả các báo cáo RI và PMI của xử lý CSI tiếp theo và xử lý CSI tham chiếu sẽ được kích hoạt. UE có thể đoán trước rằng cả báo cáo RI và PMI của xử lý CSI tiếp theo và xử lý CSI tham chiếu được kích hoạt.

Ưu tiên khi xung đột giữa các xử lý CSI

Dưới đây, phương pháp xác định CSI đã được báo cáo và CSI đã được bỏ qua theo ưu tiên nếu hai hoặc nhiều xử lý CSI xung đột trong phản hồi CSI theo chu kỳ bằng cách sử dụng PUCCH sẽ được mô tả.

Khi xung đột giữa các xử lý CSI, ưu tiên của báo cáo CSI hiện được xác định trong bản phát hành LTE 10 là như sau. Khi xung đột giữa các xử lý CSI, UE gán ưu tiên cao hơn loại báo cáo, chỉ số xử lý CSI và chỉ số CC.

Ví dụ, ưu tiên của loại báo cáo được xem xét trước tiên và sau đó, nếu các ưu tiên của các loại báo cáo là giống nhau, chỉ số thấp hơn có ưu tiên cao hơn dựa vào chỉ số xử lý CSI. Nếu các ưu tiên của các loại báo cáo là giống nhau và các chỉ số xử lý CSI là giống nhau, xử lý CSI có chỉ số CC thấp hơn có ưu tiên cao hơn.

Ưu tiên theo loại báo cáo được xác định như sau. Trong khung con, nếu báo cáo CSI của loại báo cáo PUCCH 3, 5, 6 hoặc 2a xung đột với báo cáo CSI của loại báo cáo PUCCH 1, 1a, 2, 2b, 2c hoặc 4, báo cáo CSI sau có ưu tiên thấp và được bỏ qua. Trong khung con tương ứng, nếu báo cáo CSI của loại báo cáo PUCCH 2, 2b, 2c hoặc 4 xung đột với báo cáo CSI của loại báo cáo PUCCH 1 hoặc 1a, báo cáo CSI sau có ưu tiên thấp và được bỏ qua.

Theo sáng chế, các chi tiết về ưu tiên của loại báo cáo thông thường được đề xuất. Theo sáng chế, trong khung con tương ứng, nếu báo cáo CSI của loại báo cáo PUCCH 5 hoặc 6 xung đột với báo cáo CSI của loại báo cáo PUCCH 3, báo cáo CSI sau có ưu tiên thấp và được bỏ qua.

Các ưu tiên của loại báo cáo PUCCH 3, 5 và 6 được mô tả trên đây có thể được áp dụng khi xung đột giữa xử lý CSI tham chiếu và xử lý CSI tiếp theo. Ví dụ, nếu loại báo cáo 6 của xử lý CSI tiếp theo và loại báo cáo 3 của xử lý CSI tham chiếu xung đột trong cùng khung con, báo cáo CSI của loại báo cáo 3 được bỏ qua và CSI của loại báo cáo 6 của xử lý CSI tiếp theo được báo cáo.

Vì không chỉ RI mà cả PTI được cho mã hóa chung trong loại báo cáo PUCCH 6, không chỉ RI mà cả giá trị PTI có thể được báo cáo mà không có tổn thất, bằng cách áp dụng ưu tiên của sáng chế. Một cách tương tự, vì không chỉ RI mà cả giá trị WI được cho mã hóa chung trong loại báo cáo PUCCH 5, không

chỉ RI mà cả giá trị Wl có thể được báo cáo mà không có tổn thất, bằng cách áp dụng ưu tiên được mô tả trên đây.

Lúc này, giá trị RI của xử lý CSI tham chiếu được bỏ qua, tuy nhiên cùng giá trị RI giống như RI của xử lý tham chiếu được báo cáo qua loại 5 hoặc 6. Do đó, UE tính toán PMI và CQI của xử lý CSI tham chiếu dựa vào giá trị RI của loại 5 hoặc 6 cho đến khi RI của xử lý CSI tham chiếu tiếp theo được báo cáo.

Trong hệ thống thông thường, báo cáo ACK/NACK cho dữ liệu và phản hồi CSI (RI/PMI/chỉ số băng con) xung đột, báo cáo được ưu tiên xem xét và CSI được bỏ qua. Tuy nhiên, nếu CSI của CSI tham chiếu và báo cáo ACK/NACK xung đột, báo cáo CSI của xử lý CSI tham chiếu tốt hơn là có ưu tiên cao hơn của báo cáo ACK/NACK. CSI của xử lý SI tham chiếu được báo cáo và báo cáo ACK/NACK được bỏ qua. Vì CSI của xử lý CSI tham chiếu được tham chiếu bởi một hoặc nhiều xử lý CSI tiếp theo, nếu báo cáo CSI của xử lý CSI tham chiếu được bỏ qua, giá trị CSI của xử lý CSI tiếp theo có thể bị ảnh hưởng. Do đó, nếu CSI của xử lý CSI tham chiếu và báo cáo ACK/NACK xung đột, báo cáo CSI của xử lý CSI tham chiếu tốt hơn là có ưu tiên cao hơn của báo cáo ACK/NACK.

Fig.20 là sơ đồ thể hiện BS và UE mà áp dụng được cho sáng chế.

Nếu hệ thống truyền thông radio bao gồm bộ chuyển tiếp, truyền thông trong liên kết backhaul được thực hiện giữa BS và bộ chuyển tiếp và truyền thông trong liên kết truy cập được thực hiện giữa bộ chuyển tiếp và UE. Do đó, BS và UE được thể hiện trên Fig.20 có thể được thay thế bằng bộ chuyển tiếp theo tình huống.

Dựa trên Fig.20, hệ thống truyền thông radio bao gồm BS 110 và UE 120. BS 110 bao gồm bộ xử lý 112, bộ nhớ 114, và bộ RF (Radio Frequency - tần số radio) 116. Bộ xử lý 112 có thể được tạo ra cấu hình để thực hiện các thủ tục và/hoặc các phương pháp được đề xuất theo sáng chế. Bộ nhớ 114 được kết nối với bộ xử lý 112 và lưu trữ các mẫu thông tin khác nhau liên quan đến các hoạt động của bộ xử lý 112. Bộ RF 116 được kết nối với bộ xử lý 112 và truyền và/hoặc thu các tín hiệu RF. UE 120 bao gồm bộ xử lý 122, bộ nhớ 124, và bộ RF 126. Bộ xử lý 122 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các thủ tục và/hoặc

các phương pháp được đề xuất theo sáng chế. Bộ nhớ 124 được kết nối với bộ xử lý 122 và lưu trữ các mẫu thông tin khác nhau liên quan đến các hoạt động của bộ xử lý 122. Bộ RF 126 được kết nối với bộ xử lý 122 và truyền và/hoặc thu các tín hiệu RF. BS 110 và/hoặc UE 120 có thể có một anten hoặc nhiều anten.

Các phương án của sáng chế được mô tả trên đây là các kết hợp của các phần tử và dấu hiệu của sáng chế. Các phần tử hoặc dấu hiệu có thể được coi là lựa chọn trừ khi được nêu khác đi. Từng phần tử hoặc dấu hiệu có thể được thực hiện mà không được kết hợp với các phần tử hoặc dấu hiệu khác. Hơn nữa, phương án của sáng chế có thể được thực hiện bằng cách kết hợp các bộ phận của các phần tử và/hoặc dấu hiệu. Các thứ tự hoạt động được mô tả trong các phương án của sáng chế có thể được sắp xếp lại. Một số bộ phận cấu hình của một phương án bất kỳ có thể có trong phương án khác và có thể được thay thế với các bộ phận cấu hình tương ứng của phương án khác. Hiển nhiên là các yêu cầu bảo hộ không được nêu rõ trong từng yêu cầu bảo hộ đính kèm có thể được thể hiện ở dạng kết hợp của phương án của sáng chế hoặc được bao gồm như yêu cầu bảo hộ mới bằng cách sửa đổi sau đó sau khi đơn được nộp.

Theo phương án này, các phương án của sáng chế đã được mô tả tập trung vào quan hệ truyền và thu dữ liệu giữa UE và BS. Trong một số trường hợp, hoạt động cụ thể được mô tả như được thực hiện bởi BS có thể được thực hiện bằng nút trên của BS. Cụ thể là, rõ ràng là, trong mạng bao gồm các nút mạng bao gồm BS, các hoạt động khác nhau được thực hiện cho sự truyền thông với UE có thể được thực hiện bởi BS, hoặc các nút mạng không phải là BS. Thuật ngữ BS có thể được thay thế bằng thuật ngữ trạm cố định, Node B, eNode B (eNB), điểm truy cập, v.v..

Các phương án của sáng chế có thể đạt được bằng các phương tiện khác nhau, ví dụ, phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc dạng kết hợp của chúng. Trong cấu hình phần cứng, các phương án của sáng chế có thể đạt được bằng một hoặc nhiều ASIC (Application Specific Integrated Circuit - mạch tích hợp chuyên dụng), DSP (Digital Signal Processor - bộ xử lý tín hiệu số), DSPD (Digital Signal Processing Device - thiết bị xử lý tín hiệu số), PLD

(Programmable Logic Device - thiết bị logic lập trình được), FPGA (Field Programmable Gate Array - mảng cổng lập trình được dạng trường), các bộ xử lý, bộ điều khiển, các bộ vi điều khiển, các bộ vi xử lý, v.v..

Trong cấu hình phần cứng hoặc phần mềm, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện ở dạng môđun, thủ tục, hàm, v.v.. Ví dụ, mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và được thực hiện bởi bộ xử lý.

Bộ nhớ nằm tại bên trong hoặc bên ngoài của bộ xử lý và có thể truyền dữ liệu đến bộ xử lý và thu dữ liệu từ bộ xử lý qua các phương tiện đã biết.

Người có hiểu biết trung bình trong kỹ thuật sẽ hiểu được rằng sáng chế có thể được thực hiện theo các cách cụ thể khác không phải các cách đã được nêu mà không nằm ngoài tinh thần và các đặc trưng cơ bản của sáng chế. Do đó các phương án trên đây theo mọi khía cạnh chỉ nhằm mục đích minh họa và không mang nghĩa giới hạn. Phạm vi của sáng chế cần được xác định bởi các yêu cầu bảo hộ kèm theo và các dạng pháp lý tương đương của chúng, chứ không phải phần mô tả trên đây, và tất cả các thay đổi nằm trong ý nghĩa và phạm vi tương đương của các yêu cầu bảo hộ kèm theo được coi là nằm trong phạm vi sáng chế.

Cách thức thực hiện sáng chế

Các phương án khác nhau đã được mô tả theo phương thức tốt nhất để thực hiện sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế áp dụng được cho thiết bị truyền thông radio như UE, bộ chuyển tiếp hoặc BS.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền CSI (Channel State Information – thông tin trạng thái kênh) bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truy cập không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

thu thông tin cấu hình bao gồm giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất của xử lý CSI thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai của xử lý CSI thứ hai; và

truyền CSI bao gồm RI (Rank Indicator – chỉ báo hạng) theo chu kỳ, dựa trên ít nhất một giới hạn trong số giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai,

trong đó RI của xử lý CSI thứ hai giống như RI được báo cáo gần nhất của xử lý CSI thứ nhất,

trong đó giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai được tạo cấu hình độc lập,

trong đó RI của xử lý CSI thứ hai được giới hạn tới tập hợp giá trị RI thứ hai với giới hạn tập hợp con số mã thứ hai, và

trong đó tập hợp giá trị RI thứ hai với giới hạn tập hợp con số mã thứ hai luôn giống như tập hợp giá trị RI thứ nhất với giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai được tạo cấu hình làm thông số ánh xạ bit.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin cấu hình được truyền sử dụng báo hiệu RRC (Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên radio).

4. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước:

thu thông tin cấu hình xử lý CSI thứ nhất và thông tin cấu hình xử lý CSI thứ hai thông qua báo hiệu RRC (Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên radio).

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó CSI bao gồm ít nhất một trong số RI, PMI (Precoding Matrix Indicator - chỉ báo ma trận tiền mã hóa), hoặc CQI (Channel Quality Indicator - chỉ báo chất lượng kênh).

6. Phương pháp thu CSI (Channel State Information - thông tin trạng thái kênh) bởi trạm gốc trong hệ thống truy cập không dây, phương pháp truyền thông tin cấu hình bao gồm giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất của xử lý CSI thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai của xử lý CSI thứ hai; và

thu CSI bao gồm RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng) theo chu kỳ, dựa trên ít nhất một thông tin trong số thông tin giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và thông tin giới hạn tập hợp con số mã thứ hai,

trong đó RI của xử lý CSI thứ hai giống như RI được báo cáo gần nhất của xử lý CSI thứ nhất,

trong đó giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai được tạo cấu hình độc lập,

trong đó RI của xử lý CSI thứ hai được giới hạn tới tập hợp giá trị RI thứ hai với giới hạn tập hợp con số mã thứ hai, và

trong đó tập hợp giá trị RI thứ hai với giới hạn tập hợp con số mã thứ hai luôn giống như tập hợp giá trị RI thứ nhất với giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai được tạo cấu hình làm thông số ánh xạ bit.

8. Phương pháp theo điểm 6, trong đó giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai được truyền sử dụng báo hiệu RRC (Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên radio).

9. Phương pháp theo điểm 6, trong đó thông tin cấu hình được truyền thông qua báo hiệu RRC (Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên radio).

10. Phương pháp theo điểm 6, trong đó CSI bao gồm ít nhất một trong số RI, PMI (Precoding Matrix Indicator - chỉ báo ma trận tiền mã hóa), hoặc CQI (Channel Quality Indicator - chỉ báo chất lượng kênh).

11. Thiết bị người dùng để truyền CSI (Channel State Information - thông tin trạng thái kênh) trong hệ thống truy cập không dây, thiết bị người dùng bao gồm:

môđun RF (Radio Frequency - tần số radio); và

bộ xử lý mà điều khiển môđun RF để:

thu thông tin cấu hình bao gồm giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất của xử lý CSI thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai của xử lý CSI thứ hai; và

truyền CSI bao gồm RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng) theo chu kỳ, dựa trên ít nhất một giới hạn trong số giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai,

trong đó RI của xử lý CSI thứ hai giống như RI được báo cáo gần nhất của xử lý CSI thứ nhất,

trong đó giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai được tạo cấu hình độc lập,

trong đó RI của xử lý CSI thứ hai được giới hạn tới tập hợp giá trị RI thứ hai với giới hạn tập hợp con số mã thứ hai, và

trong đó tập hợp giá trị RI thứ hai với giới hạn tập hợp con số mã thứ hai luôn giống như tập hợp giá trị RI thứ nhất với giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất.

12. Trạm gốc để thu CSI (Channel State Information - thông tin trạng thái kênh) trong hệ thống truy cập không dây, trạm gốc bao gồm:

môđun RF (Radio Frequency - tần số radio); và

bộ xử lý mà điều khiển môđun RF để:

truyền thông tin cấu hình bao gồm thông tin giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất của xử lý CSI thứ nhất và thông tin giới hạn tập hợp con số mã thứ hai của xử lý CSI thứ hai; và

thu CSI bao gồm RI (Rank Indicator - chỉ báo hạng) theo chu kỳ, dựa trên ít nhất một thông tin trong số thông tin giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và thông tin giới hạn tập hợp con số mã thứ hai,

trong đó RI của xử lý CSI thứ hai giống như RI được báo cáo gần nhất của xử lý CSI thứ nhất,

trong đó giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất và giới hạn tập hợp con số mã thứ hai được tạo cấu hình độc lập,

trong đó RI của xử lý CSI thứ hai được giới hạn tới tập hợp giá trị RI thứ hai với giới hạn tập hợp con số mã thứ hai, và

trong đó tập hợp giá trị RI thứ hai với giới hạn tập hợp con số mã thứ hai luôn giống như tập hợp giá trị RI thứ nhất với giới hạn tập hợp con số mã thứ nhất.

FIG. 1

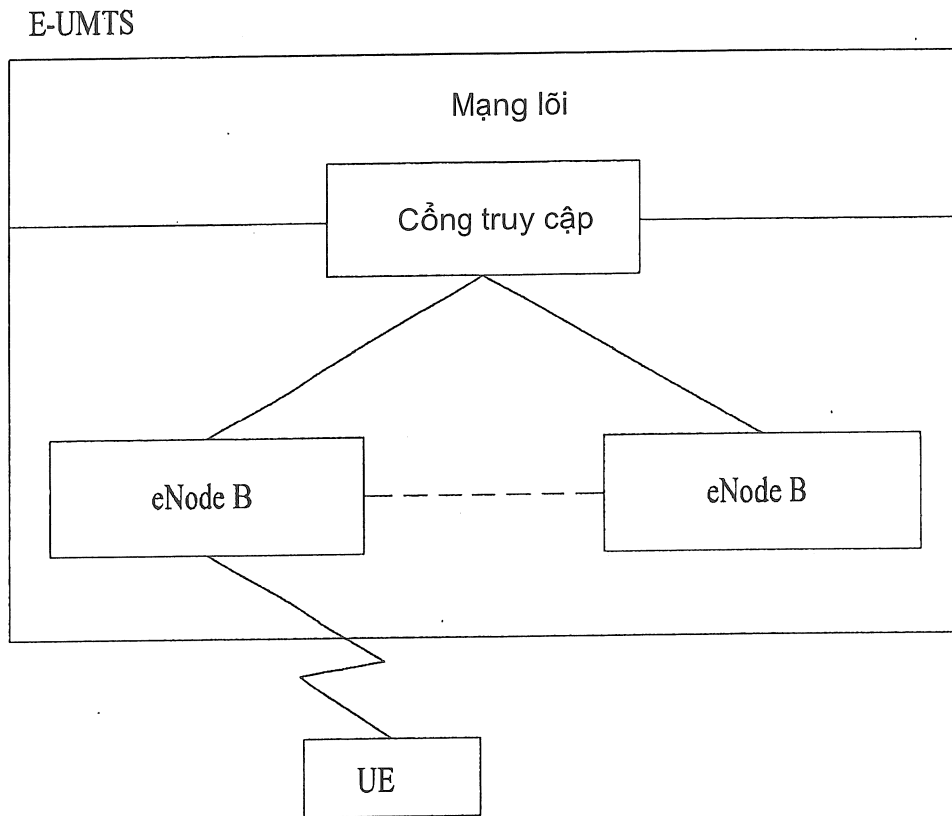
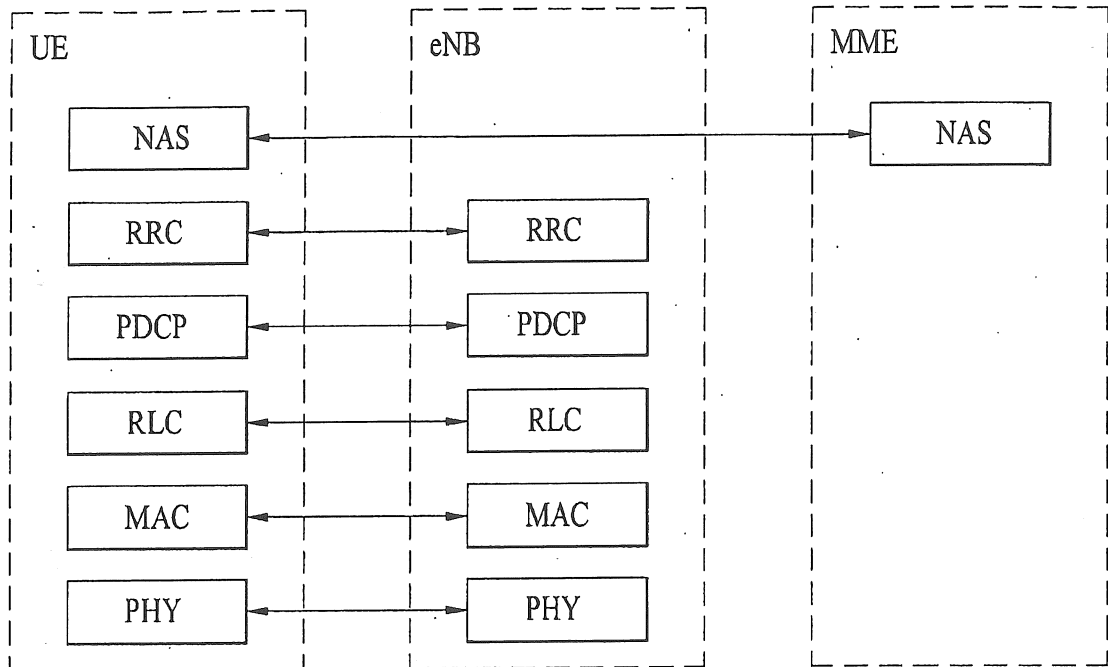
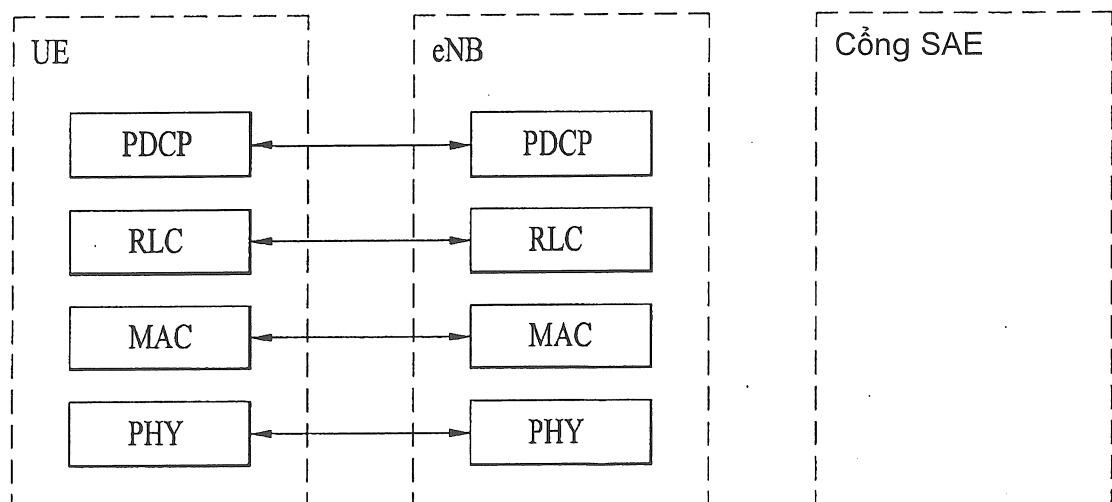


FIG. 2



(A) Chồng giao thức mặt phẳng điều khiển



(B) Chồng giao thức mặt phẳng người sử dụng

FIG. 3

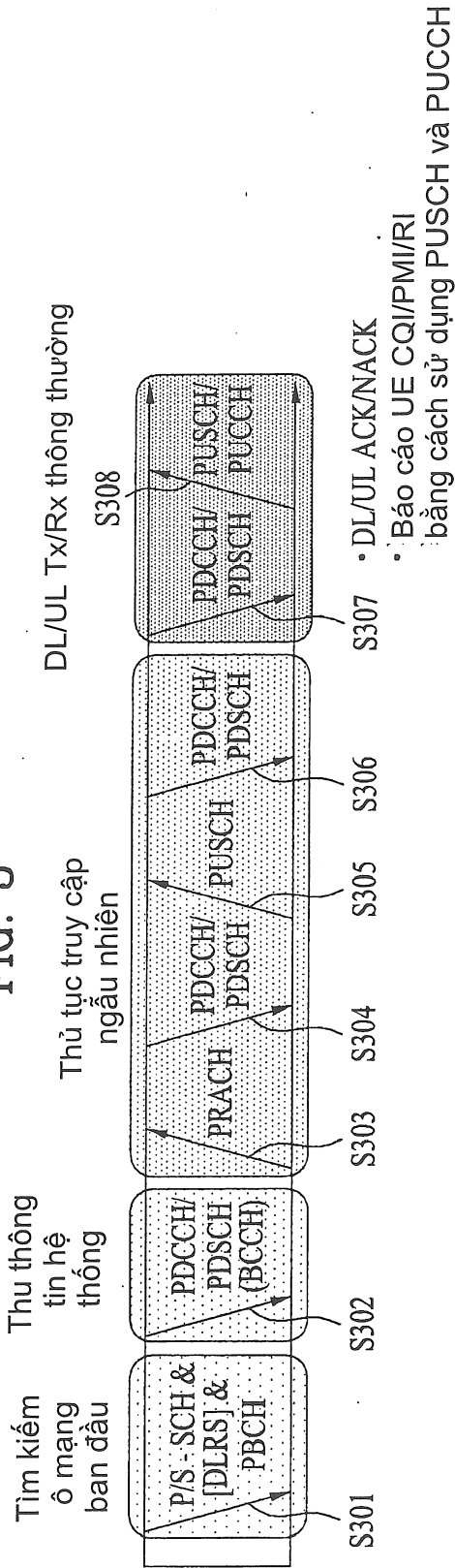


FIG. 4

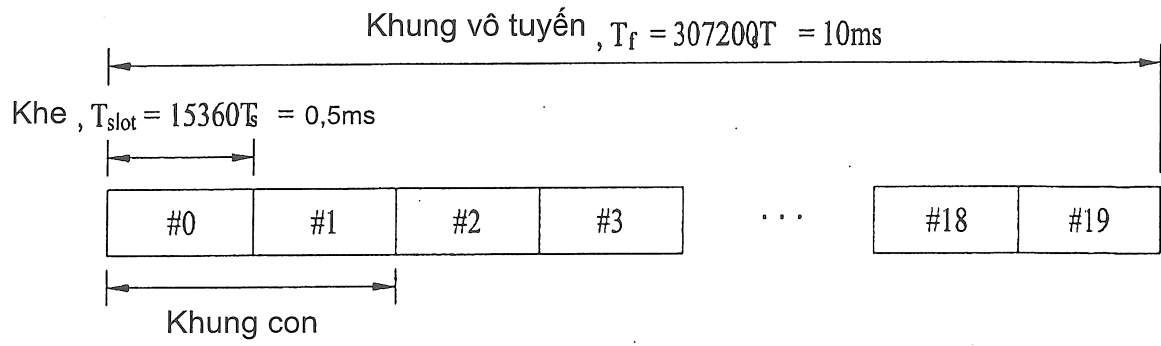


FIG. 5

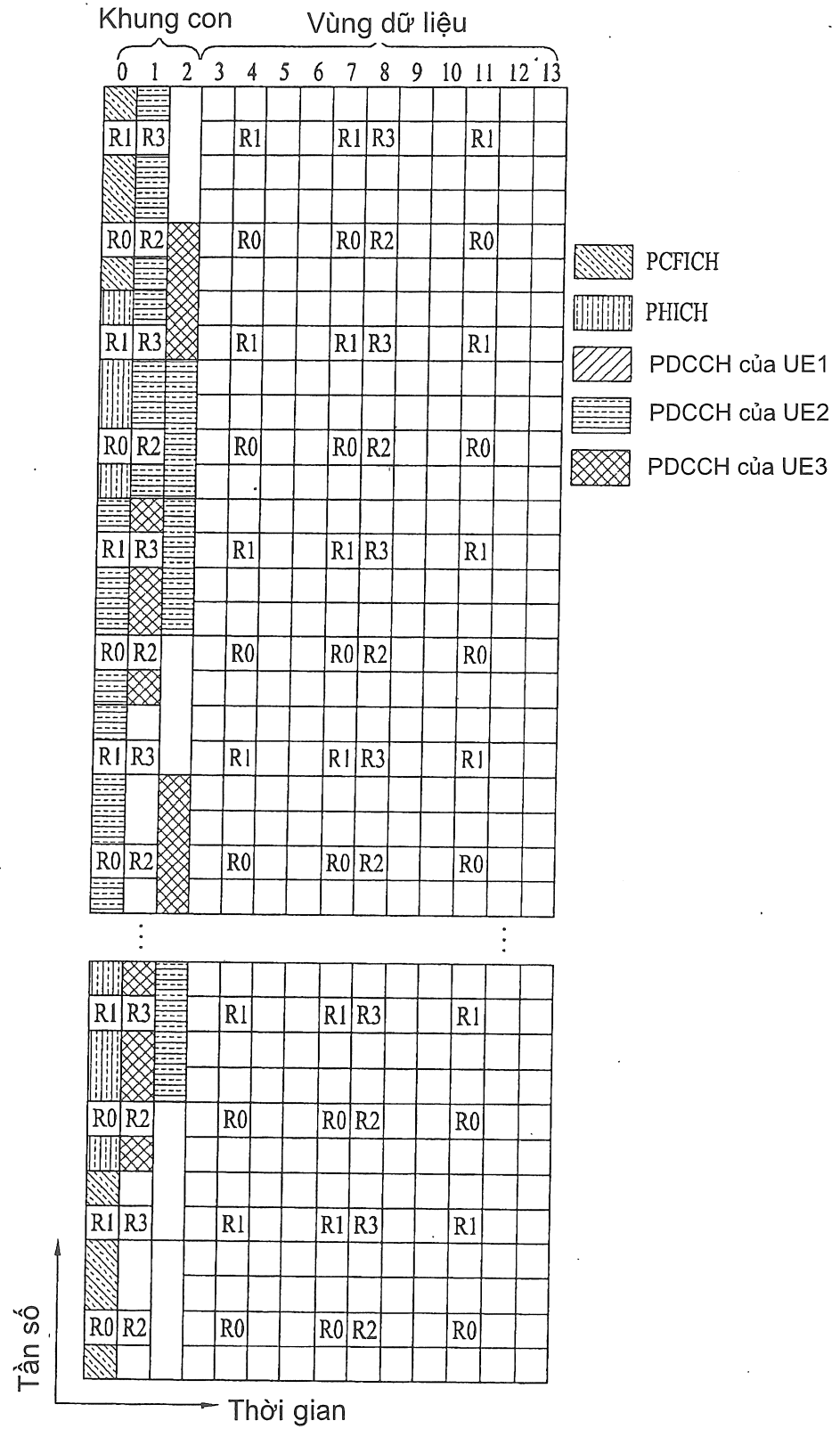


FIG. 6

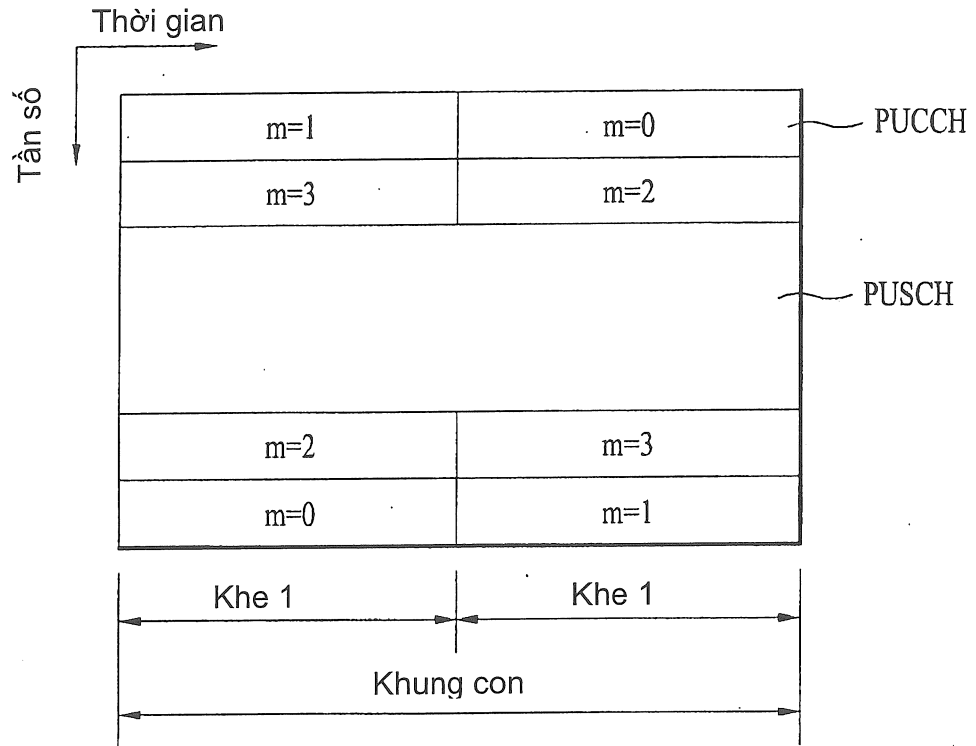


FIG. 7

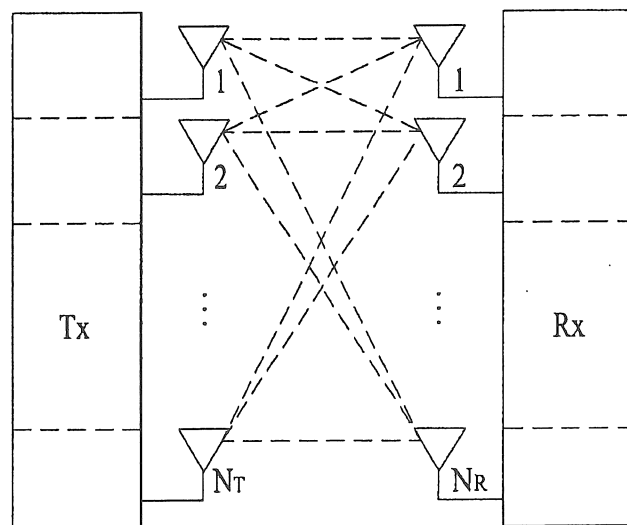


FIG. 8

Chế độ báo cáo CQI		Loại phản hồi PMI	
		Không PMI	PMI đơn
PUCCH CQI Loại phản hồi	Dải rộng (CQI dải rộng)	Chế độ 1-0	Chế độ 1-1
	Được UE lựa chọn (CQI dải con)	Chế độ 2-0	Chế độ 2-1

FIG. 9

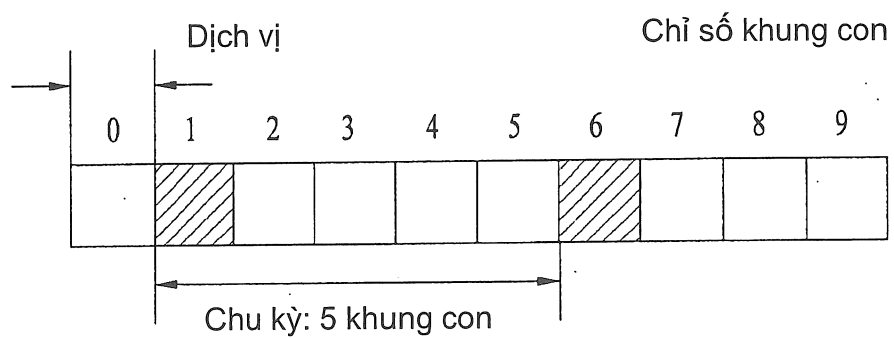


FIG. 10

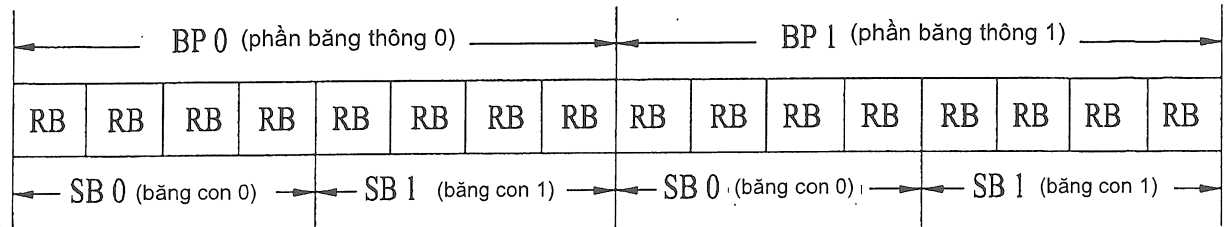
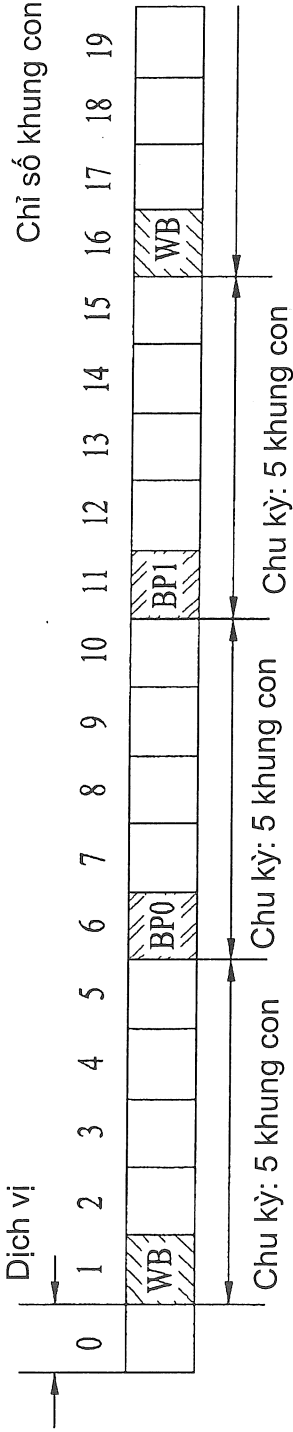
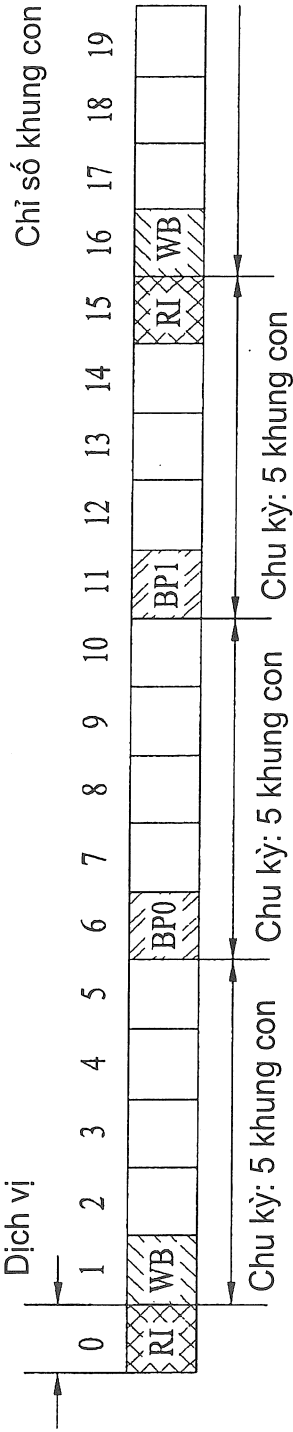


FIG. 11



(A) Chỉ CQI



(B) CQI và RI

FIG. 12

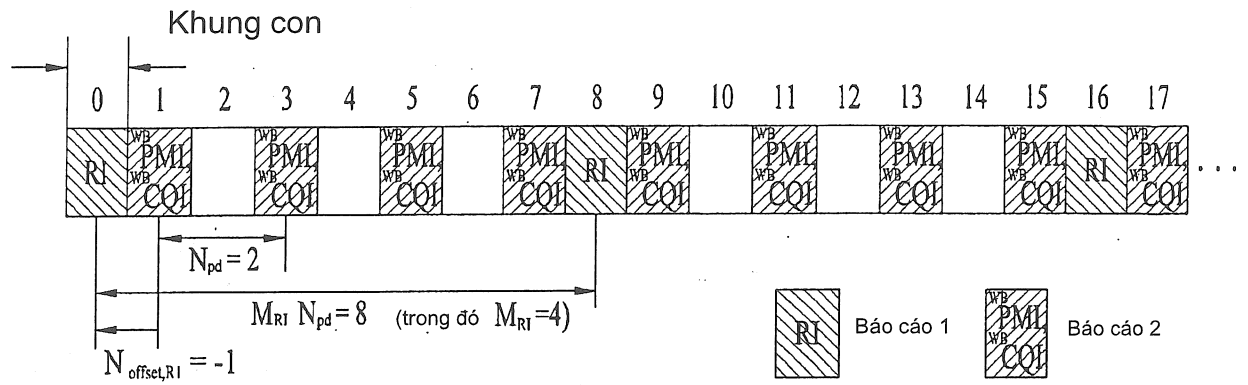


FIG. 13

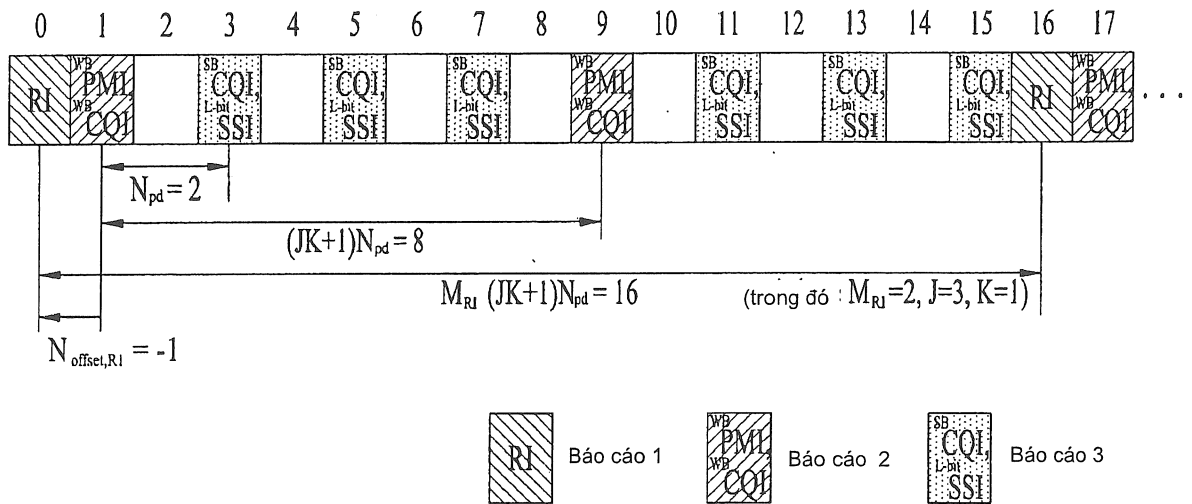


FIG. 14

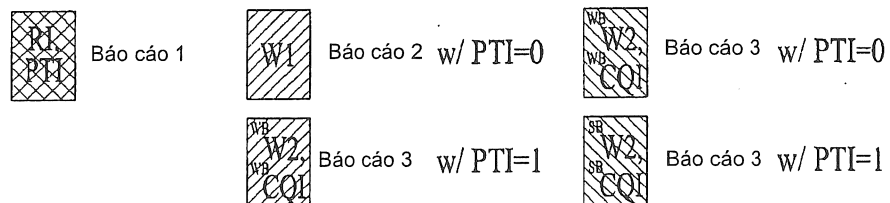
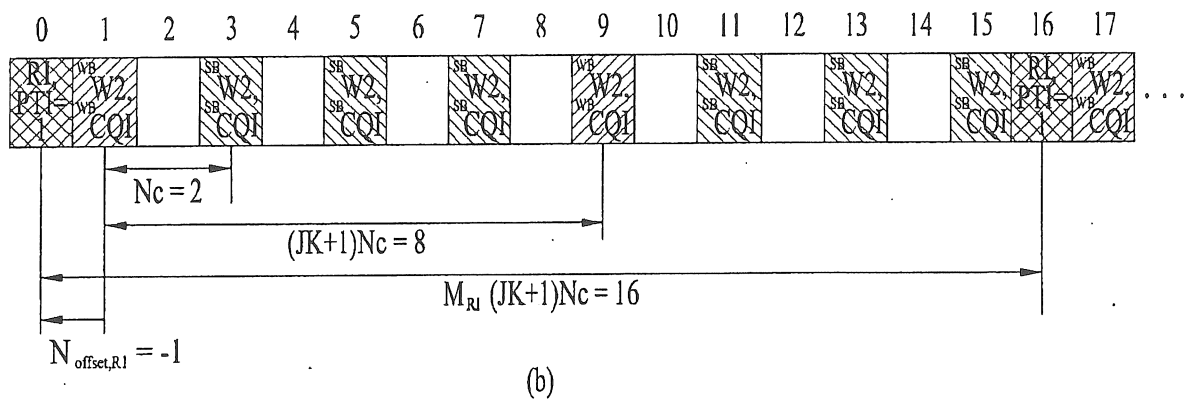
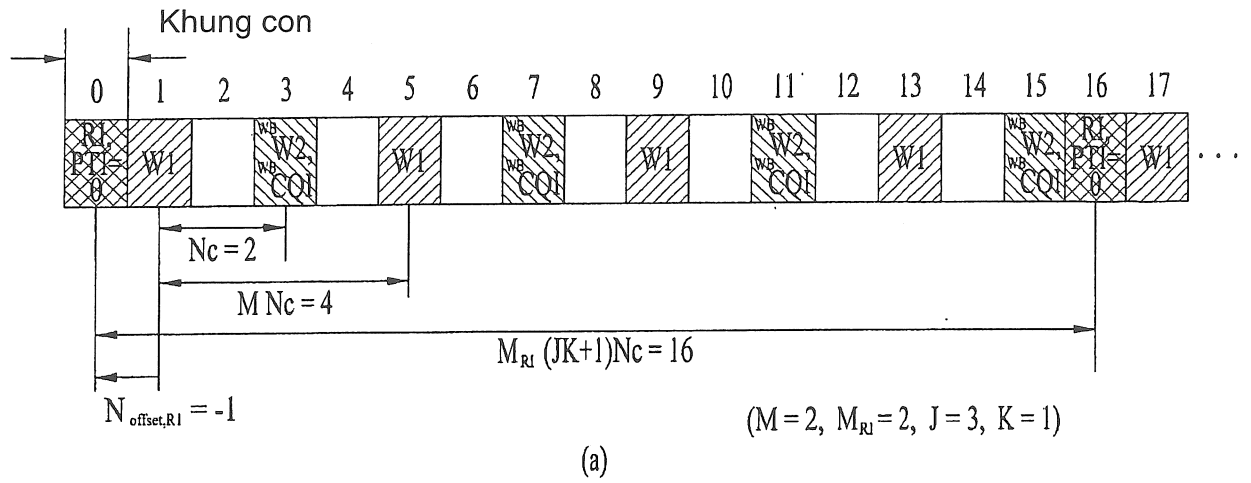


FIG. 15

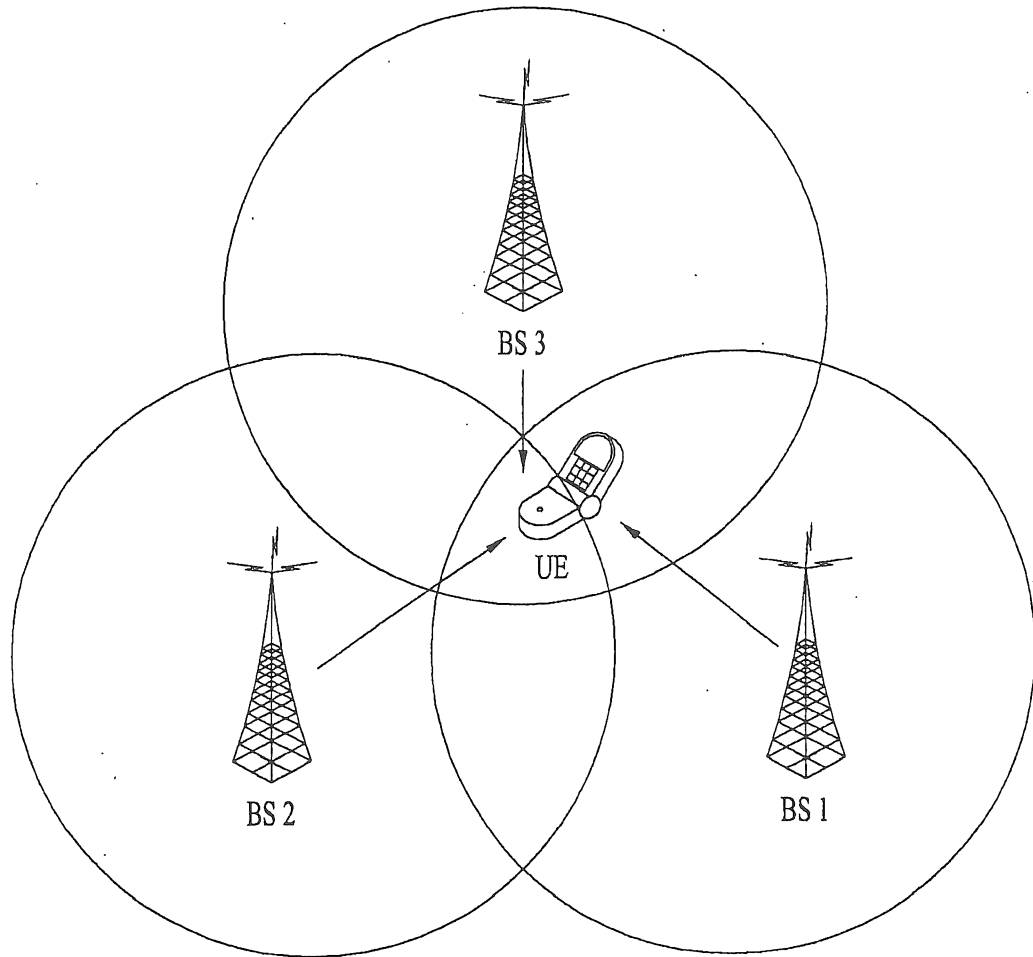


FIG. 16

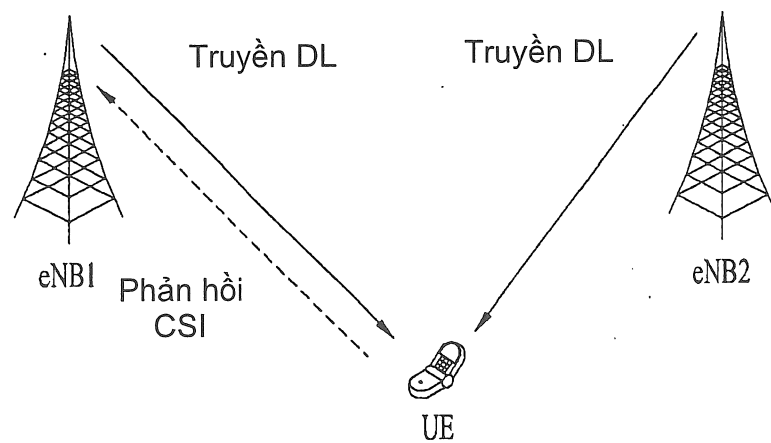


FIG. 17

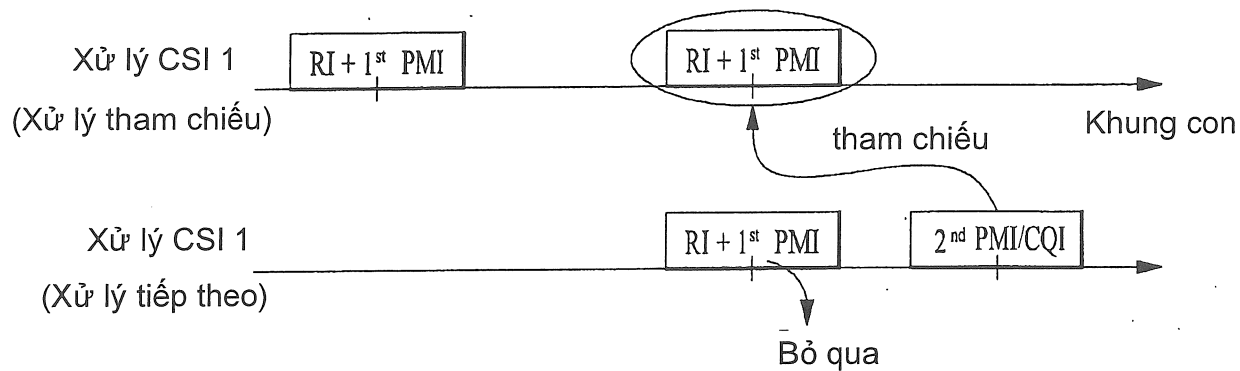


FIG. 18

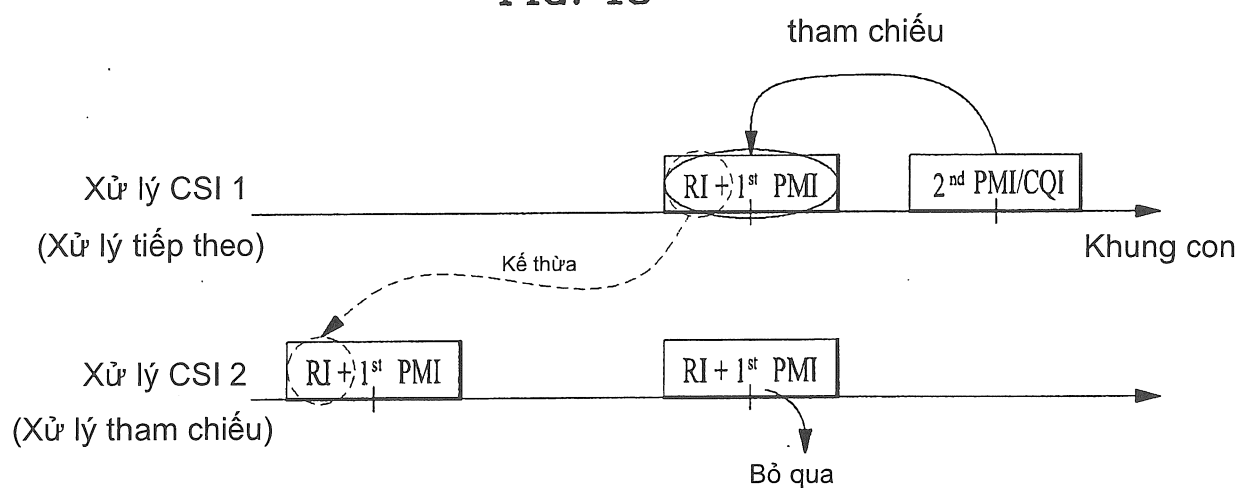


FIG. 19

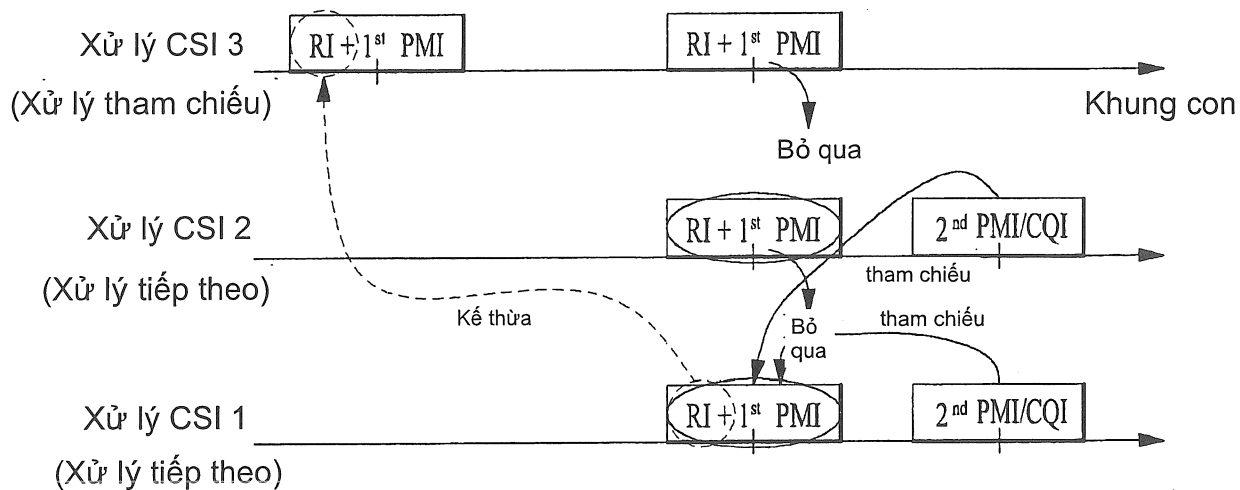


FIG. 20

