



(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) 
1-0022476

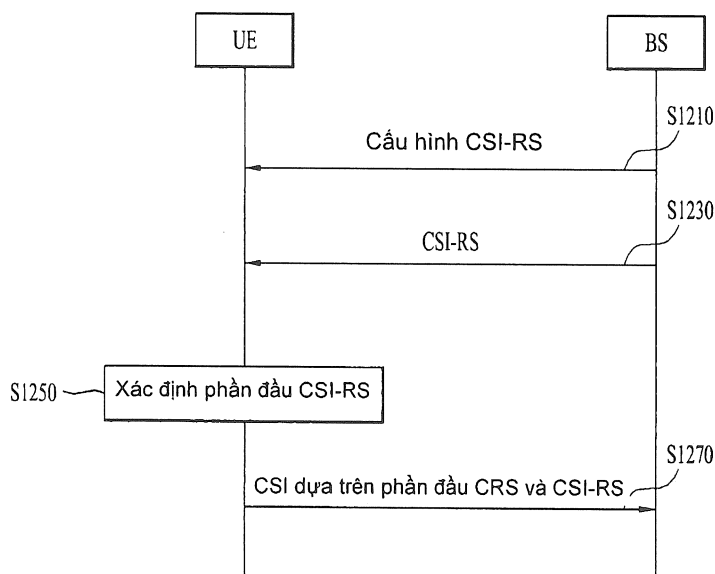
(51)⁷ **H04W 24/10, H04B 7/26, 7/04**

(13) **B**

(21) 1-2015-00936 (22) 20.08.2013
(86) PCT/KR2013/007454 20.08.2013 (87) WO2014/030904A1 27.02.2014
(30) 61/691,767 21.08.2012 US
(45) 25.12.2019 381 (43) 25.05.2015 326
(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)
20 Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu Seoul 150-721, Republic of Korea
(72) KIM, Hyungtae (KR), PARK, Jonghyun (KR), KIM, Kijun (KR), KIM, Eunsun (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 DÙNG ĐỂ TRUYỀN THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH TRONG HỆ THỐNG TRUY CẬP KHÔNG DÂY, PHƯƠNG PHÁP VÀ TRẠM GỐC DÙNG ĐỂ THU THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH TRONG HỆ THỐNG TRUY CẬP KHÔNG DÂY**

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp truyền thông tin trạng thái kênh (CSI) bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm bước thu tín hiệu tham chiếu CSI (CSI-RS), xác định phần đầu của phần tử tài nguyên tín hiệu tham chiếu chung (CRS) dựa trên cùng số cổng anten như số cổng anten được kết hợp với CSI-RS, và truyền CSI được tính toán dựa trên CSI-RS và phần đầu của phần tử tài nguyên CRS.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền thông tin trạng thái kênh (CSI), để xác định phần đầu của tín hiệu tham chiếu chung (CRS) và tính toán CSI trong hệ thống truyền thông không dây hỗ trợ đa điểm phối hợp (CoMP).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kỹ thuật đa đầu vào đa đầu ra (MIMO) gia tăng hiệu quả truyền và thu dữ liệu nhờ sử dụng nhiều anten truyền và nhiều anten thu thay vì một anten truyền và một anten thu. Bộ thu thu dữ liệu thông qua nhiều đường khi nhiều anten được sử dụng, trong khi bộ thu thu dữ liệu thông qua một đường anten khi một anten được sử dụng. Do đó, MIMO có thể tăng tốc độ truyền dữ liệu và thông lượng và cải thiện vùng phủ.

Phương pháp MIMO đơn tế bào có thể được phân loại thành phương pháp MIMO đơn người dùng (SU-MIMO) để thu tín hiệu đường xuống bởi một UE trong một ô và phương pháp MIMO đa người dùng (MU-MIMO) để thu tín hiệu đường xuống bởi hai UE hoặc nhiều hơn.

Việc nghiên cứu về đa điểm phối hợp (CoMP) để cải thiện thông lượng của UE nằm tại biên ô bằng cách áp dụng MIMO cải tiến tới môi trường đa tế bào được thực hiện tích cực. Hệ thống CoMP có thể làm giảm nhiễu liên ô trong môi trường đa tế bào và cải thiện hiệu suất hệ thống.

Đánh giá kênh liên quan đến thủ tục bù cho việc méo tín hiệu do fading để khôi phục tín hiệu thu. Ở đây, fading liên quan đến sự dao động đột ngột của cường độ tín hiệu do trễ thời gian đa đường trong môi trường hệ thống truyền thông không dây. Để đánh giá kênh, tín hiệu tham chiếu (RS) được nhận biết đối với cả bộ truyền và bộ thu được yêu cầu. Ngoài ra, RS có thể được xem là

RS hoặc tín hiệu hoa tiêu theo tiêu chuẩn được áp dụng.

RS đường xuống là tín hiệu hoa tiêu cho giải điều biến nhất quán đối với kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH), kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (PCFICH), kênh chỉ báo lai vật lý (PHICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), ... RS đường xuống bao gồm RS chung (CRS) được chia sẻ bởi tất cả người sử dụng (các UE) trong ô và RS dành riêng (DRS) đối với UE cụ thể. Đối với hệ thống (ví dụ, hệ thống có tiêu chuẩn LTE-A có cấu hình anten mở rộng hỗ trợ 8 anten truyền) so với hệ thống truyền thông thông thường (ví dụ, hệ thống theo LTE phiên bản 8 hoặc 9) hỗ trợ 4 anten truyền, giải mã dữ liệu dựa trên DRS được xem xét để quản lý hiệu quả các RS và hỗ trợ phương pháp truyền được phát triển. Tức là, để hỗ trợ việc truyền dữ liệu thông qua các anten được mở rộng, DRS đối với hai lớp hoặc nhiều hơn có thể được xác định. DRS được tiền mã hóa bởi cùng bộ tiền giải mã như bộ tiền giải mã đối với dữ liệu và do đó bộ thu có thể dễ dàng đánh giá thông tin kênh để giải điều biến dữ liệu mà không tách biệt thông tin tiền giải mã.

Bộ thu đường xuống có thể thu được thông tin kênh được tiền mã hóa đối với cấu hình anten được mở rộng thông qua DRS nhưng yêu cầu RS riêng biệt ngoài DRS để thông tin kênh không được tiền mã hóa. Do đó, bộ thu của hệ thống theo tiêu chuẩn LTE-A có thể xác định RS để thu được thông tin trạng thái kênh (CSI), tức là, CSI-RS.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Mục đích của sáng chế nhằm giải quyết các vấn đề của phương pháp và thiết bị báo cáo thông tin trạng thái kênh trong hệ thống truyền thông không dây.

Cần được hiểu rằng cả phần mô tả chung nêu trên và phần mô tả chi tiết sau đây của sáng chế chỉ là ví dụ và mang tính giải thích và nhằm mục đích mang lại sự giải thích rõ hơn về sáng chế như được yêu cầu bảo hộ.

Giải pháp kỹ thuật

Mục đích của sáng chế có thể đạt được bằng cách đề xuất phương pháp

truyền thông tin trạng thái kênh (CSI) bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước thu tín hiệu tham chiếu CSI (CSI-RS), xác định phần đầu của phần tử tài nguyên tín hiệu tham chiếu chung (CRS) dựa trên cùng số cổng anten như số cổng anten được kết hợp với CSI-RS, và truyền CSI được tính toán dựa trên CSI-RS và phần đầu của phần tử tài nguyên CRS.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp thu thông tin trạng thái kênh (CSI) bởi trạm gốc (BS) trong truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước truyền tín hiệu tham chiếu CSI (CSI-RS), và thu CSI được tính toán dựa trên phần đầu của phần tử tài nguyên tín hiệu tham chiếu chung (CRS) và CSI-RS, trong đó phần đầu của phần tử tài nguyên CRS được xác định dựa trên cùng số cổng anten như số cổng anten được kết hợp với CSI-RS.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng (UE) để truyền thông tin trạng thái kênh (CSI), UE bao gồm bộ tần số radio (RF), và bộ xử lý, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để thu tín hiệu tham chiếu CSI (CSI-RS), để xác định phần đầu của phần tử tài nguyên tín hiệu tham chiếu chung (CRS) dựa trên cùng số cổng anten như số cổng anten được kết hợp với CSI-RS, và để truyền CSI được tính toán dựa trên CSI-RS và phần đầu của phần tử tài nguyên CRS.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất trạm gốc (BS) để thu thông tin trạng thái kênh (CSI) trong truyền thông không dây, BS bao gồm bộ tần số radio (RF), và bộ xử lý, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để truyền tín hiệu tham chiếu CSI (CSI-RS) và để thu CSI được tính toán dựa trên phần đầu của phần tử tài nguyên tín hiệu tham chiếu chung (CRS) và CSI-RS, và phần đầu của phần tử tài nguyên CRS được xác định dựa trên cùng số cổng anten như số cổng anten được kết hợp với CSI-RS.

Các đặc điểm sau đây có thể được áp dụng chung cho các phương án của sáng chế.

Phương pháp này có thể còn bao gồm bước thu thông tin cấu hình CSI dùng cho việc báo cáo của CSI.

Thông tin cấu hình CSI có thể không được tạo cấu hình để báo cáo chỉ số ma trận tiền mã hóa (PMI) và chỉ báo xếp hạng (RI) và có thể được tạo cấu hình để báo cáo chỉ báo chất lượng kênh (CQI).

Thông tin cấu hình CSI có thể được truyền bởi báo hiệu điều khiển tài nguyên radio (RRC).

Số cổng anten được kết hợp với CSI-RS có thể được tạo cấu hình bằng hoặc nhỏ hơn 4.

CSI có thể chỉ báo trạng thái kênh trong hệ thống song công phân chia theo thời gian (TDD) đa điểm phối hợp (CoMP) thỏa mãn tính thuận nghịch kênh.

Cần được hiểu rằng cả phần mô tả chung nêu trên và phần mô tả chi tiết sau đây của sáng chế là ví dụ và mang tính giải thích và nhằm mục đích để hiểu rõ hơn nữa sáng chế như được yêu cầu bảo hộ.

Hiệu quả của sáng chế

Theo các phương án của sáng chế, thông tin trạng thái kênh (CSI) có thể được báo cáo hiệu quả hơn trong hệ thống truyền thông không dây.

Ngoài ra, theo các phương án của sáng chế, phần đầu tín hiệu tham chiếu chung (CRS) có thể được xác định hiệu quả và CSI có thể được tính toán trong hệ thống truyền thông không dây hỗ trợ đa điểm phối hợp (CoMP).

Sẽ là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các hiệu quả mà có thể đạt được bởi sáng chế không bị giới hạn ở những gì đã được mô tả cụ thể nêu trên và các hiệu quả khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết sau đây có dựa trên với các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, mà được bao gồm để hiểu hơn về sáng chế, minh họa các phương án của sáng chế và cùng với phần mô tả giúp giải thích các nguyên lý của sáng chế.

Các hình vẽ:

Fig.1 minh họa cấu trúc khung radio loại 1;

Fig.2 minh họa cấu trúc của lưới tài nguyên đường xuống trong khoảng thời gian của một khe đường xuống;

Fig.3 minh họa cấu trúc của khung con đường xuống;

Fig.4 minh họa cấu trúc của khung con đường lên;

Fig.5 minh họa cấu trúc của hệ thống truyền thông MIMO có nhiều anten;

Fig.6 minh họa mẫu CRS và DRS thông thường.

Fig.7 minh họa mẫu DM RS làm ví dụ được xác định đối với hệ thống LTE-A;

Fig.8 minh họa các mẫu CSI-RS làm ví dụ;

Fig.9 minh họa việc truyền CSI-RS theo chu kỳ làm ví dụ;

Fig.10 minh họa việc truyền CSI-RS không theo chu kỳ làm ví dụ;

Fig.11 minh họa ví dụ về việc sử dụng hai cấu hình CSI-RS;

Fig.12 là lưu đồ của phương pháp truyền CSI theo phương án của sáng chế; và

Fig.13 là sơ đồ minh họa BS và UE mà phương án của sáng chế có thể được áp dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án sau đây được đề xuất bằng cách kết hợp các thành phần cấu thành và các đặc điểm của sáng chế theo định dạng định trước. Các thành phần cấu thành riêng biệt hoặc các đặc điểm có thể là các yếu tố được xem xét tùy chọn trên điều kiện rằng không có lưu ý thêm. Nếu được yêu cầu, các thành phần cấu thành riêng biệt hoặc các đặc điểm có thể không được kết hợp với các thành phần hoặc các đặc điểm khác. Ngoài ra, một vài thành phần cấu thành và/hoặc các đặc điểm có thể được kết hợp để thực hiện các phương án của sáng chế. Thứ tự của các thao tác được bộc lộ trong các phương án của sáng chế có thể được thay đổi. Một vài thành phần hoặc các đặc điểm của phương án bất kỳ cũng có thể nằm trong các phương án khác, hoặc có thể được thay thế bởi các thành phần hoặc các điểm của các phương án khác nếu cần.

Các phương án của sáng chế được bộc lộ trên cơ sở của quan hệ truyền thông dữ liệu giữa trạm gốc và thiết bị đầu cuối. Trong trường hợp này, trạm gốc được sử dụng làm nút thiết bị đầu cuối của mạng mà thông qua đó trạm gốc có thể truyền thông trực tiếp với thiết bị đầu cuối. Các thao tác cụ thể được thực hiện bởi trạm gốc theo sáng chế cũng có thể được thực hiện bởi nút cao hơn của trạm gốc nếu cần.

Nói cách khác, sẽ là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các thao tác khác nhau để cho phép trạm gốc truyền thông với thiết bị đầu cuối trong mạng bao gồm một vài nút mạng gồm trạm gốc sẽ được điều khiển bởi trạm gốc hoặc các nút mạng khác ngoài trạm gốc. Thuật ngữ “trạm gốc (BS)” có thể được thay thế bởi trạm cố định, Node-B, eNode-B (eNB), hoặc điểm truy cập nếu cần. Thuật ngữ “bộ chuyển tiếp” có thể được thay thế bởi các thuật ngữ nút chuyển tiếp (RN) hoặc trạm chuyển tiếp (RS). Thuật ngữ “thiết bị đầu cuối” cũng có thể được thay thế bởi thiết bị người dùng (UE), trạm di động (MS), trạm thuê bao di động (MSS) hoặc trạm thuê bao (SS) nếu cần.

Lưu ý rằng các thuật ngữ cụ thể được bộc lộ trong sáng chế được đề xuất nhằm làm thuận tiện cho phần mô tả và hiểu rõ hơn về sáng chế, và việc sử dụng của các thuật ngữ cụ thể này có thể được thay đổi thành các dạng khác nằm trong phạm vi kỹ thuật hoặc tinh thần của sáng chế.

Trong một vài trường hợp, các cấu trúc và thiết bị đã được biết đến được bỏ qua để tránh việc làm khó hiểu các khái niệm của sáng chế và các chức năng quan trọng của các cấu trúc và thiết bị được thể hiện dưới dạng sơ đồ khối. Các số chỉ dẫn giống nhau sẽ được sử dụng xuyên suốt các hình vẽ để thể hiện tới các phần giống nhau và tương tự.

Các phương án ví dụ của sáng chế được hỗ trợ bởi các tài liệu chuẩn được bộc lộ đối với ít nhất một trong các hệ thống truy cập không dây bao gồm hệ thống viện kỹ sư điện và điện tử (IEEE) 802, hệ thống dự án đối tác thế hệ thứ ba (3GPP), hệ thống 3GPP tiến hóa dài hạn (LTE), hệ thống LTE-cải tiến (LTE-A), và hệ thống 3GPP2. Cụ thể là, các bước hoặc các phần, mà không được mô tả để bộc lộ rõ ràng ý tưởng kỹ thuật của sáng chế, trong các

phương án của sáng chế có thể được hỗ trợ bởi các tài liệu nêu trên. Tất cả các thuật ngữ được sử dụng ở đây có thể được hỗ trợ bởi ít nhất một trong các tài liệu nêu trên.

Các phương án sau đây của sáng chế có thể được áp dụng cho các kỹ thuật truy cập không dây khác nhau, ví dụ, đa truy cập phân chia theo mã (CDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA), đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang (SC-FDMA), và loại tương tự. CDMA có thể được sử dụng thông qua kỹ thuật không dây (hoặc radio) như truy cập radio mặt đất toàn cầu (UTRA) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được sử dụng thông qua kỹ thuật không dây (hoặc radio) như hệ thống toàn cầu dùng cho truyền thông di động (GSM)/dịch vụ radio gói tổng hợp (GPRS)/tốc độ dữ liệu nâng cao cải tiến GSM (EDGE). OFDMA có thể được sử dụng thông qua kỹ thuật không dây (hoặc radio) như hệ thống theo chuẩn viện kỹ sư điện và điện tử (IEEE) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, và UTRA cải tiến (E-UTRA). UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS). Dự án đối tác thế hệ thứ ba (3GPP) tiến hóa dài hạn (LTE) là một phần của E-UMTS (UMTS cải tiến), mà sử dụng E-UTRA. 3GPP LTE sử dụng OFDMA trong đường xuống và sử dụng SC-FDMA trong đường lên. LTE-cải tiến (LTE-A) là phiên bản cải tiến của 3GPP LTE. WiMAX có thể được giải thích bởi IEEE 802.16e (hệ thống tham chiếu MAN-OFDMA không dây) và IEEE cải tiến 802.16m (hệ thống MAN-OFDMA không dây cải tiến). Để giúp hiểu rõ, phần mô tả sau đây tập trung vào các hệ thống IEEE 802.11. Tuy nhiên, các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Viện dẫn tới Fig.1, cấu trúc của khung radio đường xuống sẽ được mô tả dưới đây.

Trong hệ thống truyền thông gói không dây ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) kiểu ô, các gói dữ liệu đường lên và/hoặc đường xuống được truyền trong các khung con. Một khung con được xác định là khoảng thời gian định trước bao gồm nhiều ký tự OFDM. Tiêu chuẩn 3GPP

LTE hỗ trợ cấu trúc khung radio loại 1 có thể áp dụng cho song công phân chia theo tần số (FDD) và cấu trúc khung radio loại 2 có thể áp dụng cho song công phân chia theo thời gian (TDD).

Fig.1 minh họa cấu trúc khung radio loại 1. Khung radio đường xuống được chia thành 10 khung con. Mỗi khung con còn được chia thành hai khe trong miền thời gian. Thời gian đơn vị mà trong khoảng đó một khung con được truyền được xác định là khoảng thời gian truyền (TTI). Ví dụ, một khung con có thể là 1ms và một khe có thể là 0,5ms. Khe bao gồm nhiều ký tự OFDM trong miền thời gian và các khối tài nguyên (RB) trong miền tần số. Do hệ thống 3GPP LTE áp dụng OFDMA đối với đường xuống, ký tự OFDM biểu diễn một khoảng ký tự. Ký tự OFDM có thể được gọi là ký tự SC-FDMA hoặc khoảng ký tự. RB là đơn vị cấp phát tài nguyên bao gồm các sóng mang con liền kề trong khe.

Số lượng ký tự OFDM trong một khe có thể thay đổi phụ thuộc vào cấu hình tiền tố tuần hoàn (CP). Có hai loại CP: CP mở rộng và CP thông thường. Trong trường hợp của CP thông thường, một khe bao gồm 7 ký tự OFDM. Trong trường hợp của CP mở rộng, độ dài của một ký tự OFDM được tăng lên và do đó số lượng ký tự OFDM trong khe là nhỏ hơn so với trong trường hợp của CP thông thường. Do đó khi CP mở rộng được sử dụng, ví dụ, 6 ký tự OFDM có thể được bao gồm trong một khe. Nếu trạng thái kênh trở nên xấu, ví dụ, trong khi UE di chuyển nhanh, CP mở rộng có thể được sử dụng để giảm hơn nữa các liên ký tự (ISI).

Trong trường hợp của CP thông thường, một khung con bao gồm 14 ký tự OFDM vì một khe bao gồm 7 ký tự OFDM. Hai hoặc ba ký tự OFDM đầu tiên của mỗi khung con có thể được cấp phát tới kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) và các ký tự OFDM khác có thể được cấp phát tới kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH).

Các cấu trúc khung radio nêu trên chỉ là ví dụ và do đó lưu ý rằng số lượng khung con trong khung radio, số lượng khe trong khung con, hoặc số lượng ký tự trong khe có thể thay đổi.

Fig.2 minh họa cấu trúc của lưới tài nguyên đường xuống trong thời

gian của một khe đường xuống. Fig.2 tương ứng với trường hợp trong đó OFDM bao gồm CP thông thường. Viện dẫn tới Fig.2, khe đường xuống bao gồm nhiều ký tự OFDM trong miền thời gian và bao gồm nhiều RB trong miền tần số. Ở đây, một khe đường xuống bao gồm 7 ký tự OFDM trong miền thời gian và RB bao gồm 12 sóng mang con trong miền tần số, mà không giới hạn phạm vi và tính thân của sáng chế. Phần tử trên lưới tài nguyên được gọi là phần tử tài nguyên (RE). Ví dụ, RE $a(k,l)$ liên quan đến vị trí RE trong sóng mang con thứ k và ký tự OFDM thứ nhất. Trong trường hợp của CP thông thường, một RB bao gồm 12×7 RE (trong trường hợp của CP mở rộng, một RB bao gồm 12×6 RE). Khoảng cách giữa các sóng mang con là 15 kHz và do đó một RB bao gồm khoảng 180 kHz trong miền tần số. N^{DL} là số lượng RB trong khe đường xuống. N^{DL} phụ thuộc vào băng thông truyền đường xuống được tạo cấu hình bằng cách lập lịch BS.

Fig.3 minh họa cấu trúc của khung con đường xuống. Tối đa ba ký tự OFDM tại bắt đầu của khe thứ nhất trong khung con đường xuống được sử dụng cho vùng điều khiển mà các kênh điều khiển được cấp phát tới đó và các ký tự OFDM khác của khung con đường xuống được sử dụng cho vùng dữ liệu mà PDSCH được cấp phát tới đó. Đơn vị cơ bản của việc truyền là một khung con. Tức là, PDCCH và PDSCH được cấp phát qua hai khe. Các kênh điều khiển đường xuống được sử dụng trong hệ thống 3GPP LTE bao gồm, ví dụ, kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (PCFICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), và kênh chỉ báo yêu cầu lặp lại tự động lai (HARQ) vật lý (PHICH). PCFICH nằm trong ký tự OFDM thứ nhất của khung con, mang thông tin về số lượng ký tự OFDM được sử dụng để truyền các kênh điều khiển trong khung con. PHICH phân phát tín hiệu báo nhận/báo phủ nhận (ACK/NACK) HARQ để phản hồi lại việc truyền đường lên. Thông tin điều khiển được mang trên PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI). DCI truyền tải thông tin lập lịch đường lên hoặc đường xuống, hoặc các lệnh điều khiển công suất truyền đường lên đối với các nhóm UE. PDCCH phân phát thông tin về cấp phát tài nguyên và định dạng truyền tải đối với kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH), thông tin cấp phát tài nguyên về kênh

chia sẻ đường lên (UL-SCH), thông tin tìm gọi của kênh tìm gọi (PCH), thông tin hệ thống trên DL-SCH, thông tin về cấp phát tài nguyên đối với bản tin điều khiển lớp cao hơn như phản hồi truy cập ngẫu nhiên được truyền trên PDSCH, tập của các lệnh điều khiển công suất truyền đối với các UE riêng biệt của nhóm UE, thông tin điều khiển công suất truyền, thông tin kích hoạt thoại qua giao thức Internet (VoIP), ... Các PDCCH có thể được truyền trong vùng điều khiển. UE có thể giám sát các PDCCH. PDCCH được tạo thành bằng cách kết hợp một hoặc nhiều phần tử kênh điều khiển (CCE) liên tục. CCE là đơn vị cấp phát logic được sử dụng để cấp PDCCH tại tốc độ mã hóa dựa trên trạng thái của kênh radio. CCE tương ứng với các nhóm RE. Khuôn dạng của PDCCH và số lượng bit khả dụng đối với PDCCH được xác định theo tương quan giữa số lượng CCE và tốc độ mã hóa được cấp bởi các CCE. eNB xác định định dạng PDCCH theo DCI được truyền tới UE và thêm mã kiểm tra vòng dư (CRC) vào thông tin điều khiển. CRC được tạo mặt nạ bởi số nhận dạng (ID) được biết như là số nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI) theo sở hữu hoặc sử dụng của PDCCH. Khi PDCCH được truyền thẳng tới UE cụ thể, CRC của nó có thể được tạo mặt nạ bởi RNTI ô (C-RNTI) của UE. Khi PDCCH dùng cho bản tin tìm gọi, CRC của PDCCH có thể được tạo mặt nạ bởi số nhận dạng chỉ báo tìm gọi (P-RNTI). Khi PDCCH mang thông tin hệ thống, cụ thể là, khối thông tin hệ thống (SIB), CRC của nó có thể được tạo mặt nạ bởi thông tin hệ thống ID và thông tin hệ thống RNTI (SI-RNTI). Để chỉ báo rằng PDCCH mang phản hồi truy cập ngẫu nhiên phản hồi lại phần đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền bởi UE, CRC của nó có thể được tạo mặt nạ bởi RNTI-truy cập ngẫu nhiên (RA-RNTI).

Fig.4 minh họa cấu trúc của khung con đường lên. Khung con đường lên có thể được chia thành vùng điều khiển và vùng dữ liệu trong miền tần số. Kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) mang thông tin điều khiển đường lên được cấp phát tới vùng điều khiển và kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) mang dữ liệu người dùng được cấp phát tới vùng dữ liệu. Để duy trì đặc tính của sóng mang đơn, UE không truyền PUSCH và PUCCH đồng thời. PUCCH đối với UE được cấp phát tới cặp RB trong khung con. Các RB của

cặp RB nằm tại các sóng mang con khác nhau trong hai khe. Do đó có thể nói rằng cặp RB được cấp phát tới PUCCH được nhảy tần trên biên khe.

Mô hình hệ thống MIMO

Hệ thống đa đầu vào đa đầu ra (MIMO) làm tăng hiệu quả truyền/thu dữ liệu nhờ sử dụng nhiều anten truyền (Tx) và nhiều anten thu (Rx). Kỹ thuật MIMO không phụ thuộc vào một đường anten để thu tất cả các bản tin mà thay vì đó có thể kết hợp các đoạn dữ liệu thu được thông qua các anten và thu tất cả dữ liệu.

Kỹ thuật MIMO bao gồm phương pháp phân tập không gian, phương pháp ghép kênh không gian, ... Phương pháp phân tập không gian có thể làm tăng độ tin cậy truyền hoặc có thể mở rộng đường kính ô với độ lợi phân tập và do đó là thích hợp đối với việc truyền dữ liệu của UE mà di chuyển ở tốc độ cao. Phương pháp ghép kênh không gian có thể truyền đồng thời dữ liệu khác nhau để làm tăng tốc độ truyền dữ liệu mà không làm tăng băng thông hệ thống.

Fig.5 minh họa cấu hình của hệ thống truyền thông MIMO có nhiều anten. Như được minh họa trên Fig.5(a), việc sử dụng đồng thời nhiều anten tại cả bộ truyền và bộ thu làm tăng dung lượng truyền kênh theo lý thuyết, so với việc sử dụng nhiều anten tại chỉ một trong bộ truyền và bộ thu. Do đó, tốc độ truyền có thể được tăng lên và hiệu quả tần số có thể được tăng lên đáng kể. Do tốc độ truyền kênh được tăng lên, tốc độ truyền có thể được tăng lên, theo lý thuyết, là tích của tốc độ truyền tối đa R_0 mà có thể đạt được với một anten và số gia tốc độ truyền R_i .

Phương trình 1

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

Ví dụ, hệ thống truyền thông MIMO với bốn anten Tx và bốn anten Rx có thể đạt được số gia gấp bốn về tốc độ truyền theo lý thuyết, so với hệ thống đơn anten. Do sự gia tăng dung lượng theo lý thuyết của hệ thống MIMO đã được kiểm chứng vào giữa những năm 1990, nhiều kỹ thuật được đề xuất tích cực để làm tăng tốc độ dữ liệu trong triển khai thực tế. Một vài kỹ thuật đã được thực hiện trong các tiêu chuẩn truyền thông không dây khác nhau đối với

truyền thông di động 3G, mạng cục bộ không dây (WLAN) thế hệ tương lai, ...

Liên quan đến xu hướng nghiên cứu của MIMO cho đến nay, các nghiên cứu tích cực được thực hiện dưới nhiều khía cạnh của MIMO, gồm các nghiên cứu về lý thuyết thông tin liên quan đến tính toán dung lượng truyền thông đa anten trong các môi trường kênh đa dạng và các môi trường đa truy cập, các nghiên cứu về đo lường các kênh radio MIMO và mô hình MIMO, các nghiên cứu về các kỹ thuật xử lý tín hiệu thời gian-không gian để làm tăng độ tin cậy truyền và tốc độ truyền, ...

Truyền thông trong hệ thống MIMO sẽ được mô tả chi tiết thông qua mô hình toán học. Giả thiết rằng N_T anten Tx và N_R anten Rx được đề xuất trong hệ thống.

Liên quan đến tín hiệu truyền, tối đa N_T đoạn thông tin có thể được truyền thông qua N_T anten Tx, như được biểu diễn trong phương trình 2 dưới đây.

Phương trình 2

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

Công suất truyền khác nhau có thể được áp dụng cho mỗi đoạn thông tin truyền, $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$. Đặt các mức công suất truyền của thông tin truyền là $P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$, một cách tương ứng. Sau đó vectơ thông tin truyền được điều khiển công suất truyền thu được như sau

Phương trình 3

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

Vectơ thông tin truyền được điều khiển công suất truyền $\hat{\mathbf{s}}$ có thể được biểu diễn như sau, sử dụng ma trận chéo $\mathbf{P}$ của công suất truyền.

Phương trình 4

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

N_T tín hiệu truyền $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ có thể được tạo ra bằng cách nhân vectơ thông tin được điều khiển công suất truyền $\hat{\mathbf{s}}$ với ma trận trọng số $\mathbf{W}$. Ma

trận trọng số $\mathbf{W}$ có chức năng phân phối thích hợp thông tin truyền tới các anten Tx theo các trạng thái kênh truyền, ... N_T tín hiệu truyền $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ được biểu diễn là vector $\mathbf{x}$, mà có thể được xác định bởi phương trình 5 dưới đây.

Phương trình 5

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

Ở đây, w_{ij} liên quan đến trọng số giữa anten Tx thứ i và thông tin thứ j .

Tín hiệu thu $\mathbf{x}$ có thể được xem xét trong các cách khác nhau theo hai trường hợp (ví dụ, phân tập không gian và ghép kênh không gian). Trong trường hợp của ghép kênh không gian, các tín hiệu khác nhau được ghép kênh và các tín hiệu được ghép kênh được truyền đến bộ thu, và do đó, các phần tử của (các) vector thông tin có các giá trị khác nhau. Trong trường hợp của phân tập không gian, tín hiệu giống nhau được truyền lặp lại thông qua nhiều đường kênh và do đó các phần tử của (các) vector thông tin có cùng giá trị. Phương pháp lai giữa ghép kênh không gian và phân tập không gian cũng có thể được xem xét. Tức là, tín hiệu giống nhau này có thể được truyền thông qua ba anten Tx và các tín hiệu còn lại có thể được ghép kênh không gian và được truyền tới bộ thu.

Trong trường hợp của N_R anten Rx, tín hiệu thu của mỗi anten có thể được biểu diễn như là vector được thể hiện trong phương trình 6 dưới đây.

Phương trình 6

$$\mathbf{y} = [y_1, y_2, \dots, y_{N_R}]^T$$

Khi mô hình kênh được thực hiện trong hệ thống truyền thông MIMO, các kênh riêng biệt có thể được phân biệt với nhau theo các chỉ số anten truyền/thu (Tx/Rx). Kênh đi qua khoảng từ anten Tx j đến anten Rx i được ký hiệu bởi h_{ij} . Lưu ý rằng bậc chỉ số của kênh h_{ij} nằm trước chỉ số anten thu (Rx)

và nằm sau chỉ số Anten truyền (Tx).

Fig.5(b) minh họa các kênh từ N_T Anten Tx đến Anten Rx i . Các kênh có thể được biểu diễn chung dưới dạng vectơ và ma trận. Việc dẫn tới Fig.5(b), các kênh đi qua khoảng từ N_T Anten Tx đến Anten Rx i có thể được biểu diễn bởi phương trình 7 dưới đây.

Phương trình 7

$$\mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

Tất cả các kênh đi qua khoảng từ N_T Anten Tx tới N_R Anten Rx được ký hiệu bởi ma trận được thể hiện trong phương trình 8 dưới đây.

Phương trình 8

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

Tạp âm Gausơ trắng bổ sung (AWGN) được thêm vào kênh thực tế mà đi qua ma trận kênh. AWGN ($n_1, n_2, \dots, n_{N_R}$) được thêm vào mỗi N_R Anten thu (Rx) có thể được biểu diễn bởi phương trình 9 dưới đây.

Phương trình 9

$$\mathbf{n} = [n_1, n_2, \dots, n_{N_R}]^T$$

Tín hiệu thu được tính toán bởi các phương trình nêu trên có thể được biểu diễn bởi phương trình 10 dưới đây.

Phương trình 10

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

Số lượng hàng và số lượng cột của ma trận kênh $\mathbf{H}$ chỉ báo điều kiện kênh được xác định bởi số lượng Anten Tx/Rx. Trong ma trận kênh $\mathbf{H}$, số lượng hàng bằng số lượng (N_R) Anten Rx, và số lượng cột bằng số lượng (N_T) Anten Tx. Cụ thể là, ma trận kênh $\mathbf{H}$ được ký hiệu bởi ma trận $N_R \times N_T$.

Hạng của ma trận được xác định là giá trị nhỏ hơn giữa số lượng hàng độc lập và số lượng cột độc lập trong ma trận kênh. Do đó, hạng của ma trận kênh không lớn hơn số lượng hàng hoặc cột của ma trận kênh. Hạng của ma trận kênh $\mathbf{H}$, $\text{rank}(\mathbf{H})$ thỏa mãn điều kiện sau đây.

Phương trình 11

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

Đối với việc truyền MIMO, 'hạng' chỉ báo số lượng đường đối với việc truyền độc lập của các tín hiệu và 'số lượng lớp' chỉ báo số lượng dòng được truyền thông qua mỗi đường. Nói chung, phía truyền truyền các lớp, số lượng của nó tương ứng với số lượng hạng được sử dụng để truyền tín hiệu, và do đó, hạng có cùng ý nghĩa như số lượng lớp trừ khi không có quy định khác.

Các tín hiệu tham chiếu (RS)

Trong hệ thống truyền thông không dây, gói tin được truyền trên kênh radio. Về bản chất của kênh radio, gói tin có thể bị méo trong khi truyền. Để thu tín hiệu thành công, bộ thu sẽ bù cho việc méo của tín hiệu thu sử dụng thông tin kênh. Nói chung, để cho bộ thu có thể thu được thông tin kênh, bộ truyền truyền tín hiệu đã biết tới cả bộ truyền và bộ thu và bộ thu thu được sự nhận biết của thông tin kênh dựa trên việc méo của tín hiệu thu được trên kênh radio. Tín hiệu này được gọi là tín hiệu hoa tiêu hoặc RS.

Trong trường hợp của truyền và thu dữ liệu thông qua nhiều anten, sự nhận biết của các trạng thái kênh giữa các anten truyền (Tx) và các anten thu (Rx) được yêu cầu cho việc thu tín hiệu thành công. Do đó, RS sẽ được truyền thông qua mỗi Tx.

Các RS trong hệ thống truyền thông di động có thể được chia thành hai loại theo các mục đích của chúng: RS cho việc thu thông tin kênh và RS cho việc giải điều biến dữ liệu. Do mục đích của nó nằm ở chỗ UE thu được thông tin kênh đường xuống, RS thứ nhất sẽ được truyền trong băng rộng và được thu và được đo ngay cả bởi UE mà không thu dữ liệu đường xuống trong khung con cụ thể. RS này cũng được sử dụng trong trường hợp như chuyển giao. RS thứ hai là RS mà eNB truyền cùng với dữ liệu đường xuống trong các tài nguyên cụ thể. UE có thể đánh giá kênh bằng cách thu RS và do đó có thể

giải điều biến dữ liệu. RS sẽ được truyền trong vùng truyền dữ liệu.

Hệ thống 3GPP LTE theo kỹ thuật đã biết (ví dụ, 3GPP LTE phiên bản 8) xác định hai loại RS đường xuống cho các dịch vụ đơn hướng: RS chung (CRS) và RS dành riêng (DRS). CRS được sử dụng để thu được thông tin về trạng thái kênh, đo trong chuyển giao, ... và có thể được gọi là RS dành riêng cho ô. DRS được sử dụng để giải điều biến dữ liệu và có thể được gọi là RS dành riêng cho UE. Trong hệ thống 3GPP LTE theo kỹ thuật đã biết, DRS được sử dụng chỉ để giải điều biến dữ liệu và CRS có thể được sử dụng cho cả hai mục đích thu thông tin kênh và giải điều biến dữ liệu.

Các CRS, mà là dành riêng cho ô, được truyền qua băng rộng trong mọi khung con. Theo số lượng anten Tx tại eNB, eNB có thể truyền các CRS cho tối đa bốn cổng anten. Ví dụ, eNB với hai anten Tx truyền các CRS cho cổng anten 0 và cổng anten 1. Nếu eNB có bốn anten Tx, nó truyền các CRS cho bốn cổng anten Tx tương ứng, cổng anten 0 đến cổng anten 3.

Fig.6 minh họa mẫu CRS và DRS đối với RB (bao gồm 14 ký tự OFDM theo thời gian bởi 12 sóng mang con theo tần số trong trường hợp của CP thông thường) trong hệ thống mà eNB có bốn anten Tx. Trên Fig.6, các RE được gán nhãn 'R0', 'R1', 'R2' và 'R3' biểu diễn các vị trí của các CRS đối với cổng anten 0 đến cổng anten 4, một cách tương ứng. Các RE được gán nhãn 'D' biểu diễn các vị trí của các DRS được xác định trong hệ thống LTE.

Hệ thống LTE-A, mà là sự cải tiến của hệ thống LTE, có thể hỗ trợ tối đa tám anten Tx. Do đó, nó cũng hỗ trợ các RS cho tối đa tám anten Tx. Do các RS đường xuống được xác định chỉ cho tối đa bốn anten Tx trong hệ thống LTE, các RS sẽ được xác định bổ sung đối với năm đến tám cổng anten Tx, khi eNB có năm đến tám anten Tx đường xuống trong hệ thống LTE-A. Cả các RS để đo lường kênh và các RS để giải điều biến dữ liệu sẽ được xem xét cho tối đa tám cổng anten Tx.

Một trong các xem xét quan trọng để thiết kế hệ thống LTE-A là khả năng tương thích ngược. Khả năng tương thích ngược là đặc điểm mà đảm bảo thiết bị đầu cuối LTE theo kỹ thuật đã biết có thể hoạt động bình thường ngay cả trong hệ thống LTE-A. Nếu các RS cho tối đa tám cổng anten Tx được

thêm vào vùng tần số-thời gian trong đó các CRS được xác định bởi tiêu chuẩn LTE được truyền qua toàn bộ băng tần số trong mọi khung con, phần đầu RS trở nên lớn. Do đó, các RS mới nên được thiết kế cho tối đa tám cổng anten theo cách mà phần đầu RS được làm giảm.

Chủ yếu là, hai loại RS mới được đưa vào hệ thống LTE-A. Một loại là CSI-RS phục vụ mục đích đo lường kênh để lựa chọn hạng truyền, phương pháp điều biến và mã hóa (MCS), chỉ số ma trận tiền mã hóa (PMI), ... Loại còn lại là RS giải điều biến (DM RS) để giải điều biến dữ liệu được truyền thông qua tối đa tám anten Tx.

So với CRS được sử dụng cho cả mục đích đo lường như đo lường kênh và đo lường cho chuyển giao và giải điều biến dữ liệu trong hệ thống LTE theo kỹ thuật đã biết, CSI-RS được thiết kế chủ yếu để đánh giá kênh, mặc dù nó cũng có thể được sử dụng để đo lường cho chuyển giao. Do các CSI-RS được truyền chỉ nhằm mục đích thu được thông tin kênh, chúng có thể không được truyền trong mọi khung con, không giống như các CRS trong hệ thống LTE theo kỹ thuật đã biết. Do đó, các CSI-RS có thể được tạo cấu hình để được truyền không liên tục (ví dụ theo chu kỳ) theo trục thời gian, để làm giảm phần đầu CSI-RS.

Khi dữ liệu được truyền trong khung con đường xuống, các DM RS cũng được truyền riêng cho UE mà để truyền dữ liệu được lập lịch. Do đó, các DM RS được dành riêng cho UE cụ thể có thể được thiết kế sao cho chúng được truyền chỉ trong tài nguyên được lập lịch đối với UE cụ thể, tức là, chỉ trong vùng tần số-thời gian mang dữ liệu đối với UE cụ thể.

Fig.7 minh họa mẫu DM RS làm ví dụ được xác định đối với hệ thống LTE-A. Trên Fig.7, các vị trí của các RE mang các DM RS trong RB mang dữ liệu đường xuống (RB có 14 ký tự OFDM theo thời gian bởi 12 sóng mang con theo tần số trong trường hợp của CP thông thường) được đánh dấu. Các DM RS có thể được truyền đối với bốn cổng anten được xác định bổ sung, cổng anten 7 đến cổng anten 10 trong hệ thống LTE-A. Các DM RS đối với các cổng anten khác nhau có thể được nhận dạng bởi các tài nguyên tần số khác nhau (các sóng mang con) và/hoặc các tài nguyên thời gian khác nhau

(các ký tự OFDM) của chúng. Điều này có nghĩa rằng các DM RS có thể được ghép kênh theo ghép kênh phân chia theo tần số (FDM) và/hoặc ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM). Nếu các DM RS đối với các cổng anten khác nhau nằm tại vị trí trong cùng các tài nguyên tần số-thời gian, chúng có thể được nhận dạng bởi các mã trực giao khác nhau của chúng. Tức là, các DM RS này có thể được ghép kênh theo ghép kênh phân chia theo mã (CDM). Trong trường hợp được minh họa trên Fig.7, các DM RS đối với cổng anten 7 và cổng anten 8 có thể nằm trên các RE của nhóm DM RS CDM 1 thông qua ghép kênh dựa trên các mã trực giao. Tương tự, các DM RS đối với cổng anten 9 và cổng anten 10 có thể nằm trên các RE của nhóm DM RS CDM 2 thông qua ghép kênh dựa trên các mã trực giao.

Fig.8 minh họa các mẫu CSI-RS làm ví dụ được xác định đối với hệ thống LTE-A. Trên Fig.8, các vị trí của các RE mang các CSI-RS trong RB mang dữ liệu đường xuống (RB có 14 ký tự OFDM theo thời gian bởi 12 sóng mang con theo tần số trong trường hợp của CP thông thường) được đánh dấu. Một trong các mẫu CSI-RS được minh họa trên các Fig.8(a) đến 8(e) là khả dụng đối với khung con đường xuống bất kỳ. Các CSI-RS có thể được truyền đối với tám cổng anten được hỗ trợ bởi hệ thống LTE-A, cổng anten 15 đến cổng anten 22. Các CSI-RS đối với các cổng anten khác nhau có thể được nhận dạng bởi các tài nguyên tần số khác nhau (các sóng mang con) và/hoặc các tài nguyên thời gian khác nhau (các ký tự OFDM) của chúng. Điều này có nghĩa rằng các CSI-RS có thể được ghép kênh theo FDM và/hoặc TDM. Các CSI-RS có vị trí trong cùng các tài nguyên tần số-thời gian đối với các cổng anten khác nhau có thể được nhận dạng bởi các mã trực giao khác nhau của chúng. Tức là, các DM RS này có thể được ghép kênh trong CDM. Trong trường hợp được minh họa trên Fig.8(a), các CSI-RS đối với cổng anten 15 và cổng anten 16 có thể nằm trên các RE của nhóm CSI-RS CDM 1 thông qua ghép kênh dựa trên các mã trực giao. Các CSI-RS đối với cổng anten 17 và cổng anten 18 có thể nằm trên các RE của nhóm CSI-RS CDM 2 thông qua ghép kênh dựa trên các mã trực giao. Các CSI-RS đối với cổng anten 19 và cổng anten 20 có thể nằm trên các RE của nhóm CSI-RS CDM 3 thông qua

ghép kênh dựa trên các mã trực giao. Các CSI-RS đối với cổng Anten 21 và cổng Anten 22 có thể nằm trên các RE của nhóm CSI-RS CDM 4 thông qua ghép kênh dựa trên các mã trực giao. Nguyên tắc tương tự được mô tả có dựa trên Fig.8(a) có thể áp dụng cho các mẫu CSI-RS được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.8(b) đến Fig.8(e).

Các mẫu RS được minh họa trên Fig.6, Fig.7 và Fig.8 chỉ là ví dụ. Do đó có thể hiểu rõ ràng rằng các phương án khác nhau của sáng chế không bị giới hạn ở các mẫu RS cụ thể. Tức là, các phương án khác nhau của sáng chế cũng có thể được thực hiện theo cách tương tự khi các mẫu RS khác ngoài các mẫu được minh họa trên các Fig.6, 7 và 8 được áp dụng.

Đa điểm phối hợp (CoMP)

Để thỏa mãn các yêu cầu hiệu suất hệ thống nâng cao đối với hệ thống 3GPP LTE-A, kỹ thuật truyền và thu CoMP được biết đến như là đồng MIMO, MIMO phối hợp hoặc MIMO mạng đã được đề xuất. Kỹ thuật CoMP có thể nâng cao hiệu suất của các UE nằm tại rìa ô và thông lượng phân khu trung bình.

Đã biết rằng nhiễu liên ô (ICI) thường làm giảm hiệu suất của UE tại rìa ô và thông lượng phân khu trung bình trong môi trường đa tế bào với hệ số tái sử dụng tần số là 1. Để đạt được hiệu suất thông lượng thích hợp đối với UE tại rìa ô trong môi trường bị ảnh hưởng bởi nhiễu, kỹ thuật làm giảm ICI đơn giản như điều khiển công suất UE cụ thể dựa trên tái sử dụng tần số một phần (FFR) được sử dụng trong hệ thống LTE thông thường. Tuy nhiên, có thể ưu tiên làm giảm ICI hoặc tái sử dụng ICI như là tín hiệu mong muốn đối với UE, hơn là làm giảm việc sử dụng tài nguyên tần số trên ô. Vì mục đích này, các kỹ thuật truyền CoMP có thể được áp dụng.

Các phương pháp CoMP thường xuống chủ yếu được phân loại thành xử lý phối hợp (JP), và lập lịch kết hợp/tạo chùm (CS/CB).

Theo phương pháp JP, mỗi điểm (eNB) của bộ CoMP có thể sử dụng dữ liệu. Bộ CoMP liên quan đến tập của eNB được sử dụng cho thao tác truyền CoMP. Phương pháp JP còn được phân nhánh thành truyền phối hợp và lựa chọn ô động.

Truyền phối hợp là kỹ thuật để truyền các PDSCH từ nhiều điểm (một phần hoặc toàn bộ bộ CoMP) tại một thời điểm. Tức là, các điểm truyền có thể truyền đồng thời dữ liệu tới một UE. Phương pháp truyền phối hợp có thể cải thiện chất lượng của tín hiệu thu một cách nhất quán hoặc không nhất quán và cũng như loại bỏ tích cực nhiễu tới các UE khác.

Lựa chọn ô động là kỹ thuật để truyền PDSCH từ một điểm của bộ CoMP tại một thời điểm. Tức là, một điểm của bộ CoMP truyền dữ liệu tới một UE tại thời điểm đã định, trong khi các điểm khác của bộ CoMP không truyền dữ liệu tới UE tại thời điểm này. Điểm để truyền dữ liệu tới UE có thể được lựa chọn động.

Trong khi đó, trong phương pháp CS/CB, bộ CoMP có thể thực hiện tạo chùm phối hợp để truyền dữ liệu tới một UE. Trong khi chỉ ô phục vụ truyền dữ liệu tới UE, lập lịch người dùng/tạo chùm có thể được xác định thông qua sự phối hợp trong số các ô của bộ CoMP.

Việc thu CoMP đường lên liên quan đến việc thu đường lên của tín hiệu được truyền thông qua phối hợp tại các điểm được tách biệt về mặt địa lý. Các phương pháp CoMP đường lên bao gồm thu phối hợp (JR) và CS/CB.

Trong JR, các điểm thu tín hiệu được truyền trên PUSCH. CS/CB là kỹ thuật trong đó trong khi chỉ một điểm thu PUSCH, lập lịch người dùng/tạo chùm được xác định thông qua sự phối hợp trong số các ô của bộ CoMP.

Cấu hình CSI-RS

Như được mô tả trên đây, BS cần truyền các CSI-RS cho tất cả các cổng anten trong hệ thống LTE-A để hỗ trợ tối đa 8 anten Tx cho đường xuống. Khi các CSI-RS cho tối đa 8 anten Tx được truyền mọi khung con, đó là nhược điểm về mặt thông tin phần đầu lớn. Do đó, phần đầu có thể được làm giảm bằng cách truyền không liên tục các CSI-RS thay vì truyền các CSI-RS mọi khung con. Do đó, các CSI-RS có thể được truyền theo chu kỳ với chu kỳ là bội nguyên của một khung con hoặc có thể được truyền theo mẫu truyền cụ thể.

Trong trường hợp này, chu kỳ hoặc mẫu để truyền CSI-RS có thể được tạo cấu hình bởi BS. Để đo lường CSI-RS, UE cần biết cấu hình CSI-RS đối với mỗi cổng anten CSI-RS của ô mà ở đó UE thuộc về. Cấu hình CSI-RS có

thể bao gồm chỉ số khung con đường xuống để truyền CSI-RS, vị trí thời gian-tần số (ví dụ, các mẫu CSI-RS được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.8(a) đến 8(e)) của CSI-RS RE trong khung con truyền, và chuỗi CSI-RS (mà là chuỗi được sử dụng làm CSI-RS và được tạo ra giả ngẫu nhiên theo quy tắc định trước dựa trên số khe, ID ô, độ dài CP, ...). Tức là, BS định trước có thể sử dụng các cấu hình CSI-RS và có thể chỉ báo cấu hình CSI-RS cần được sử dụng cho (các) UE trong ô trong số nhiều cấu hình CSI-RS.

Ngoài ra, các CSI-RS dùng cho các cổng anten tương ứng cần được phân biệt, và do đó, các tài nguyên để truyền CSI-RS đối với mỗi cổng anten cần trực giao nhau. Như được mô tả có dựa trên Fig.8, các CSI-RS dùng cho các cổng anten tương ứng có thể được ghép kênh sử dụng các tài nguyên tần số trực giao, các tài nguyên thời gian trực giao, và/hoặc các tài nguyên mã trực giao thông qua FDM, TDM, và/hoặc CDM.

Sau khi thông báo cho các UE trong ô về thông tin CSI-RS (cấu hình CSI-RS), BS cần thông báo cho các UE thông tin về thời gian và tần số mà ở đó CSI-RS về mỗi cổng anten được ánh xạ tới. Cụ thể là, thông tin về thời gian có thể chứa các số khung con để truyền CSI-RS, chu kỳ để truyền CSI-RS, độ dịch khung con để truyền CSI-RS, số ký tự OFDM để truyền CSI-RS RE của anten cụ thể, ... Thông tin về tần số có thể chứa khoảng cách tần số để truyền CSI-RS RE của anten cụ thể, độ dịch hoặc giá trị dịch của RE theo trục tần số, v.v..

Fig.9 minh họa việc truyền CSI-RS theo chu kỳ làm ví dụ. CSI-RS có thể được truyền theo chu kỳ tại mọi bội nguyên của một khung con (ví dụ trong mọi 5, 10, 20, 40 hoặc 80 khung con).

Viện dẫn tới Fig.9, một khung radio được chia thành 10 khung con, khung con 0 đến khung con 9. BS truyền CSI-RS với khoảng truyền CSI-RS là 10ms (tức là trong mọi 10 khung) và độ dịch truyền CSI-RS là 3, chẳng hạn. Các BS khác nhau có thể có độ dịch truyền CSI-RS khác nhau để các CSI-RS được truyền từ các ô được phân phối đồng nhất cùng lúc. Nếu CSI-RS được truyền mọi 10ms, độ dịch truyền CSI-RS của nó có thể là một trong số từ 0 đến 9. Tương tự, nếu CSI-RS được truyền mọi 5ms, độ dịch truyền CSI-RS có

thể là một trong số 0 đến 4. Nếu CSI-RS được truyền mọi 20ms, độ dịch truyền CSI-RS có thể là một trong số 0 đến 19. Nếu CSI-RS được truyền mọi 40ms, độ dịch truyền CSI-RS có thể là một trong số 0 đến 39. Nếu CSI-RS được truyền mọi 80ms, độ dịch truyền CSI-RS có thể là một trong số 0 đến 79. Độ dịch truyền CSI-RS chỉ báo khung con trong đó BS bắt đầu truyền CSI-RS trong mọi khoảng định trước. Khi BS báo hiệu khoảng truyền CSI-RS và độ dịch tới UE, UE có thể thu CSI-RS từ BS trong các khung con được xác định bởi khoảng truyền CSI-RS và độ dịch. UE có thể đo lường kênh sử dụng CSI-RS thu được và do đó có thể báo cáo thông tin này như là chỉ báo chất lượng kênh (CQI), PMI, và/hoặc chỉ báo xếp hạng (RI) đến BS. Trừ khi CQI, PMI và RI được mô tả riêng biệt ở đây, cũng có thể được gọi chung là CQI (hoặc CSI). Khoảng truyền CSI-RS và độ dịch có thể được thiết lập riêng biệt đối với mỗi cấu hình CSI-RS riêng biệt.

Fig.10 minh họa việc truyền CSI-RS không theo chu kỳ làm ví dụ. Viện dẫn tới Fig.10, một khung radio được chia thành 10 khung con, khung con 0 đến khung con 9. Các khung con mang các CSI-RS có thể được chỉ báo trong mẫu định trước. Ví dụ, mẫu truyền CSI-RS có thể được tạo thành trong các đơn vị của 10 khung con và phần chỉ báo 1-bit có thể được thiết lập đối với mỗi khung con để chỉ báo xem khung con có mang CSI-RS hay không. Trong trường hợp được minh họa trên Fig.10, mẫu CSI-RS thể hiện rằng khung con 3 và khung con 4 trong số 10 khung con (tức là khung con 0 đến khung con 9) mang các CSI-RS. Phần chỉ báo 1-bit này có thể được truyền tới UE bằng báo hiệu lớp cao hơn.

Các cấu hình CSI-RS khác nhau là khả dụng như được mô tả trên đây. Để cho phép UE thu các CSI-RS một cách tin cậy để đo lường kênh, eNB cần báo hiệu cấu hình CSI-RS tới UE. Bây giờ phần mô tả sẽ được đưa ra dưới đây về các phương án của sáng chế để báo hiệu cấu hình CSI-RS tới UE.

Báo hiệu cấu hình CSI-RS

eNB có thể báo hiệu cấu hình CSI-RS tới UE theo hai phương pháp.

Một trong các phương pháp là để eNB quảng bá thông tin cấu hình CSI-RS tới các UE bằng báo hiệu kênh quảng bá động (DBCH).

Trong hệ thống LTE theo kỹ thuật đã biết, eNB có thể truyền thông tin hệ thống tới các UE trên kênh quảng bá (BCH). Nếu thông tin hệ thống là quá nhiều để được truyền trên BCH, eNB có thể truyền thông tin hệ thống theo cách tương tự như việc truyền dữ liệu đường xuống. Lưu ý, eNB có thể tạo mặt nạ CRC của PDCCH được kết hợp với thông tin hệ thống bởi SI-RNTI, thay vì ID UE cụ thể. Do đó, thông tin hệ thống được truyền trên PDSCH như là dữ liệu đơn hướng. Tất cả UE trong ô có thể giải mã PDCCH sử dụng SI-RNTI và nhờ đó thu được thông tin hệ thống bằng cách giải mã PDSCH được chỉ báo bởi PDCCH. Phương pháp quảng bá này có thể được gọi là báo hiệu DBCH, khác biệt với báo hiệu BCH vật lý (PBCH) chung.

Hai loại thông tin hệ thống thường được quảng bá trong hệ thống LTE theo kỹ thuật đã biết. Một loại của thông tin hệ thống là khối thông tin chủ (MIB) được truyền trên PBCH và loại còn lại của thông tin hệ thống là khối thông tin hệ thống (SIB) được ghép kênh với dữ liệu đơn hướng chung trong vùng PDSCH. Đối với hệ thống LTE theo kỹ thuật đã biết xác định loại SIB 1 đến loại SIB 8 (SIB1 đến SIB8) để truyền thông tin hệ thống, loại SIB mới có thể được xác định đối với thông tin cấu hình CSI-RS mà là thông tin hệ thống mới không được xác định là bất kỳ loại SIB thông thường. Ví dụ, SIB9 hoặc SIB10 có thể được xác định và eNB có thể truyền thông tin cấu hình CSI-RS đến các UE trong ô của nó trong SIB9 hoặc SIB10 bằng báo hiệu DBCH.

Phương pháp khác để báo hiệu thông tin cấu hình CSI-RS đó là BS truyền thông tin cấu hình CSI-RS tới mỗi UE bằng báo hiệu điều khiển tài nguyên radio (RRC). Tức là, thông tin cấu hình CSI-RS có thể được cấp tới mỗi UE trong ô bằng báo hiệu RRC dành riêng. Ví dụ, trong khi UE đang thiết lập kết nối tới BS trong truy cập khởi tạo hoặc chuyển giao, BS có thể truyền thông tin cấu hình CSI-RS đến UE bằng báo hiệu RRC. Ngoài ra, BS có thể báo hiệu thông tin cấu hình CSI-RS tới UE trong bản tin báo hiệu RRC yêu cầu phản hồi trạng thái kênh dựa trên đo lường CSI-RS tới UE.

Chỉ báo cấu hình CSI-RS

BS ngẫu nhiên có thể sử dụng các cấu hình CSI-RS và truyền CSI-RS theo mỗi cấu hình CSI-RS tới UE trên khung con định trước. Trong trường

hợp này, BS có thể thông báo cho UE về các cấu hình CSI-RS và thông báo cho UE về CSI-RS cần được sử dụng để đo lường trạng thái kênh để phản hồi thông tin chất lượng kênh (CQI) hoặc thông tin trạng thái kênh (CSI) trong số các cấu hình CSI-RS.

Phần mô tả sẽ được đưa ra về việc chỉ báo của cấu hình CSI-RS được lựa chọn và các CSI-RS cần được sử dụng để đo lường kênh tới UE bởi BS theo phương án của sáng chế.

Fig.11 minh họa ví dụ về việc sử dụng hai cấu hình CSI-RS. Viện dẫn tới Fig.11, một khung radio được chia thành 10 khung con, khung con 0 đến khung con 9. Đối với cấu hình CSI-RS thứ nhất (CSI-RS1), khoảng truyền CSI-RS là 10ms và độ dịch truyền CSI-RS là 3. Đối với cấu hình CSI-RS thứ hai (CSI-RS2), khoảng truyền CSI-RS là 10ms và độ dịch truyền CSI-RS là 4. BS có thể báo hiệu hai cấu hình CSI-RS đến UE và thông báo cho UE về cấu hình CSI-RS cần được sử dụng để phản hồi CQI (hoặc CSI).

Sau khi thu yêu cầu phản hồi CQI đối với cấu hình CSI-RS cụ thể từ BS, UE có thể đo lường trạng thái kênh sử dụng chỉ các CSI-RS có cấu hình CSI-RS cụ thể. Cụ thể hơn là, trạng thái kênh là hàm của chất lượng thu CSI-RS, lượng tạp âm/nhiều, và hệ số tương quan giữa chúng. Chất lượng thu CSI-RS có thể được đo sử dụng chỉ các CSI-RS có cấu hình CSI-RS cụ thể, và lượng tạp âm/nhiều và hệ số tương quan (ví dụ ma trận hiệp phương sai nhiễu thể hiện chiều của nhiễu) có thể được đo trong khung con mang các CSI-RS hoặc khung con định trước. Ví dụ, trên Fig.11, khi BS yêu cầu phản hồi đối với cấu hình CSI-RS thứ nhất tới UE, UE có thể đo lường chất lượng thu sử dụng các CSI-RS thu được trong khung con thứ tư (chỉ số khung con 3) trong khung radio. Để UE tính toán lượng tạp âm/nhiều và hệ số tương quan, BS có thể chỉ báo khung con được đánh số lẻ tới UE. Ngoài ra, BS có thể giữ UE bởi một khung con cụ thể (ví dụ chỉ số khung con 3), để đo lường chất lượng thu CSI-RS và tính toán lượng tạp âm/nhiều và hệ số tương quan.

Ví dụ, chất lượng thu CSI-RS có thể là tỷ lệ tín hiệu-trên-nhiều cộng tạp âm (SINR) của các CSI-RS, được biểu diễn là $S/(I+N)$ (S là cường độ của tín hiệu thu, I lượng nhiễu, và N lượng tạp âm). Cường độ của tín hiệu thu, S có

thể được đo sử dụng các CSI-RS trong khung con mang các CSI-RS cũng như tín hiệu đối với UE. Do I và N thay đổi theo lượng nhiễu từ các ô lân cận và các chiều của tín hiệu từ các ô lân cận, chúng có thể được đo nhờ sử dụng các CRS được truyền trong khung con được chỉ định để đo lường S , hoặc trong khung con được xác định riêng biệt.

Lượng tạp âm/nhiều và hệ số tương quan có thể được đo trên các RE mang các CRS hoặc các CSI-RS trong khung con hoặc trên các RE rỗng được chỉ định để hỗ trợ đo lường tạp âm/nhiều. Để đo lường tạp âm/nhiều trên các CRS RE hoặc các CSI-RS RE, UE đầu tiên có thể khôi phục các CRS hoặc CSI-RS, thu được tín hiệu tạp âm và nhiễu bằng cách trừ các CRS hoặc CSI-RS khôi phục từ tín hiệu thu được, và nhờ đó tính toán giá trị tạp âm/nhiều thống kê. RE rỗng là RE trống có công suất truyền bằng không, không mang tín hiệu. Các RE rỗng hỗ trợ đo lường tín hiệu được truyền từ BS ngoài BS. Trong khi tất cả các CRS RE, CSI-RS RE, và các RE rỗng có thể được sử dụng để tính toán lượng tạp âm/nhiều và hệ số tương quan, BS có thể chỉ định các RE cụ thể để đo lường tạp âm/nhiều đối với UE, trong số các RE nêu trên. Điều này là do các RE thích hợp cần được thiết lập để đo lường tại UE phụ thuộc vào ô lân cận truyền tín hiệu dữ liệu hoặc tín hiệu điều khiển trên các RE. Ô lân cận có thể truyền tín hiệu dữ liệu hoặc tín hiệu điều khiển trên các RE theo cách đồng bộ hoặc không đồng bộ giữa các ô, cấu hình CRS, và cấu hình CSI-RS. Do đó, BS có thể xác định đồng bộ hoặc không đồng bộ giữa các ô, cấu hình CRS, và cấu hình CSI-RS và chỉ định các RE để đo lường đối với UE theo sự xác định này. Tức là, BS có thể chỉ báo tới UE rằng UE sẽ đo lường tạp âm/nhiều sử dụng tất cả hoặc một phần trong số các CRS RE, CSI-RS RE và các RE trống.

Ví dụ, các cấu hình CSI-RS là khả dụng đối với BS. BS có thể chỉ báo một hoặc nhiều cấu hình CSI-RS, và có thể chỉ báo đến UE cấu hình CSI-RS được lựa chọn cho phản hồi CQI từ trong số các cấu hình CSI-RS và các vị trí của các RE trống, cho phản hồi CSI. Cấu hình CSI-RS được lựa chọn cho phản hồi CQI có thể là cấu hình CSI-RS với công suất truyền khác không, tương ứng với các RE rỗng với công suất truyền bằng không. Ví dụ, BS có thể chỉ

báo một cấu hình CSI-RS để đo lường kênh tới UE và UE có thể giả thiết rằng các CSI-RS được truyền với công suất truyền khác không trong cấu hình CSI-RS. Ngoài ra, BS có thể chỉ báo cấu hình CSI-RS với công suất truyền bằng không (tức là các vị trí của các RE rỗng) tới UE và UE có thể giả thiết rằng các RE của cấu hình CSI-RS có công suất khác không. Nói cách khác, BS có thể thông báo cho UE về cấu hình CSI-RS với công suất truyền khác không và, với sự có mặt của cấu hình CSI-RS với công suất truyền bằng không, BS có thể chỉ báo các vị trí của các RE rỗng trong cấu hình CSI-RS với công suất truyền bằng không tới UE.

Đối với ví dụ cải biến đối với phương pháp chỉ báo cấu hình CSI-RS nêu trên, BS có thể báo hiệu các cấu hình CSI-RS tới UE và cũng có thể báo hiệu tất cả hoặc một phần của các cấu hình CSI-RS, được lựa chọn cho phản hồi CQI tới UE. Sau khi thu phản hồi CQI đối với các cấu hình CSI-RS, UE có thể đo lường các CQI sử dụng các CSI-RS tương ứng với các cấu hình CSI-RS và báo cáo các CQI tới BS.

Để cho phép UE truyền các CQI đối với các cấu hình CSI-RS tương ứng, BS có thể định trước các tài nguyên đường lên để truyền CQI đối với mỗi cấu hình CSI-RS và cấp sơ bộ thông tin về các tài nguyên đường lên tới UE bằng báo hiệu RRC.

Ngoài ra, BS có thể khởi tạo động việc truyền CQI đối với cấu hình CSI-RS tới UE. Khởi tạo động việc truyền CQI có thể được thực hiện thông qua PDCCH. PDCCH có thể chỉ báo cấu hình CSI-RS để đo lường CQI tới UE. Sau khi thu PDCCH, UE có thể phản hồi kết quả đo lường CQI đối với cấu hình CSI-RS được chỉ báo bởi PDCCH tới BS.

Các CSI-RS có thể được thiết lập để được truyền trong các khung con khác nhau hoặc trong cùng khung con trong các cấu hình CSI-RS. Khi các CSI-RS có các cấu hình CSI-RS khác nhau được truyền trong cùng khung con, cần thiết phải phân biệt chúng. Để nhận dạng các CSI-RS có các cấu hình CSI-RS khác nhau trong cùng khung con, một hoặc nhiều tài nguyên thời gian CSI-RS, tài nguyên tần số, và tài nguyên mã có thể khác nhau giữa chúng. Ví dụ, các vị trí của các RE mang các CSI-RS có thể khác nhau đối với các cấu hình

CSI-RS khác nhau theo thời gian hoặc theo tần số (ví dụ, các CSI-RS với cấu hình CSI-RS được truyền trên các RE được minh họa trên Fig.8(a) trong khung con và các CSI-RS với cấu hình CSI-RS khác được truyền trên các RE được minh họa trên Fig.8(b) trong cùng khung con) (phân loại theo các tài nguyên thời gian và tần số). Khi các CSI-RS với các cấu hình CSI-RS khác nhau được truyền trên cùng RE, các mã xáo trộn CSI-RS khác nhau có thể được áp dụng cho các CSI-RS (phân loại theo các tài nguyên mã).

Phương pháp tính toán CSI trong hệ thống CoMP

Sau đây, phương pháp xác định phần đầu của CRS khi UE thu CSI-RS và tính toán CSI (ví dụ, CQI) sẽ được mô tả chi tiết.

Các vấn đề nảy sinh ở chỗ, khi UE đo lường kênh từ CRS dựa trên số nhận dạng (ID) ô giữa các điểm truyền mà chia sẻ cùng ID ô trong hệ thống CoMP, các kênh của các điểm truyền tương ứng không thể được phân biệt. Đó là vì các điểm truyền mà chia sẻ cùng ID ô có thể truyền đồng thời cùng CRS, và trong trường hợp này, các kênh được đo từ CRS tương ứng với một kênh thu được bằng cách kết hợp các kênh của các điểm truyền. Do đó, sẽ là hiệu quả khi đo lường CSI-RS được truyền đối với mỗi điểm truyền tương ứng để đo lường mỗi kênh độc lập của điểm truyền bởi UE.

Khi hệ thống TDD CoMP sử dụng tính thuận nghịch kênh, cũng sẽ là hiệu quả khi sử dụng phương pháp đo lường kênh nêu trên dựa trên CSI-RS. Khi tính thuận nghịch kênh được áp dụng, BS có thể đánh giá một vài thông tin của kênh đường xuống sử dụng tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS) đường lên. Một cách chi tiết, BS có thể đánh giá RI hoặc thông tin PMI của CSI từ SRS mà không cần phản hồi của UE. Tuy nhiên, trong trường hợp này, sẽ khó đánh giá CQI của CSI từ SRS do sự chênh lệch kênh giữa đường xuống và đường lên. Do đó, trong hệ thống TDD CoMP, UE cần truyền CQI tới BS. Trong trường hợp này, như được mô tả trên đây, CQI có thể được tạo ra dựa trên CSI-RS thay vì CRS để phân biệt các điểm truyền mà chia sẻ cùng ID ô.

Tức là, hệ thống TDD CoMP có thể tạo cấu hình CSI-RS sao cho BS không thể báo cáo RI và PMI tới UE và có thể tính toán CQI dựa trên CSI-RS tương ứng với mỗi điểm truyền. Nói chung, sau khi tính toán CQI, UE giả thiết

phần đầu CRS của ô tương ứng và xác định rằng tín hiệu dữ liệu không được truyền từ RE trong đó CRS được truyền. Tuy nhiên, sau khi tính toán CQI dựa trên CSI-RS, UE không thể biết điểm truyền trong số các điểm truyền, mà từ đó CSI-RS được thu, và do đó, vấn đề nảy sinh về phương pháp xác định phần đầu CRS. Ví dụ, khi CSI-RS được thu bởi UE là CSI-RS của điểm truyền phục vụ, UE có thể giả thiết phần đầu CRS tương ứng với CRS của điểm truyền phục vụ và tính toán CQI. Tuy nhiên, khi CSI-RS được thu bởi UE là CSI-RS của điểm truyền không phải phục vụ, các vấn đề nảy sinh về mặt làm thế nào để tính toán phần đầu CRS để tính toán CQI.

Theo sáng chế, khi UE có thể tính toán CQI dựa trên CSI-RS mà không báo cáo PMI và RI và phản hồi CQI, UE có thể xác định phần đầu CRS theo các phương án sau đây của sáng chế.

Theo phương án thứ nhất của sáng chế, sau khi tính toán CQI dựa trên CSI-RS, UE có thể xác định phần đầu CRS theo số cổng của CSI-RS được sử dụng để tính toán CQI. Tức là, sau khi tính toán CQI nhờ sử dụng các CSI-RS của N cổng, UE có thể giả thiết phần đầu CRS của N cổng.

Ví dụ, khi cấu hình CSI-RS của 1 cổng được tạo cấu hình đối với UE, UE có thể giả thiết phần đầu CRS tương ứng với CRS của 1 cổng và tính toán CQI. Tức là, do số cổng của CSI-RS là 1, UE giả thiết số cổng của CRS là 1 và tính toán CQI dựa trên phần đầu CRS là 1 cổng.

Khi các cấu hình CSI-RS của 2 cổng được tạo cấu hình UE, UE có thể giả thiết phần đầu CRS tương ứng với CRS của 2 cổng và tính toán CQI. Tức là, do số cổng của CSI-RS là 2, UE giả thiết số cổng của CRS là 2 và tính toán CQI dựa trên phần đầu CRS của 2 cổng.

Ngoài ra, khi các cấu hình CSI-RS của 4 cổng được tạo cấu hình cho UE, UE có thể giả thiết phần đầu CRS tương ứng với CRS 4 cổng và tính toán CQI. Tức là, do số cổng của CSI-RS là 4, UE giả thiết số cổng của CRS là 4 và tính toán CQI dựa trên phần đầu CRS của 4 cổng.

Khi ngay cả khi các CSI-RS của N cổng được tạo cấu hình, chế độ truyền cho anten của N cổng không được áp dụng, UE có thể giả thiết chế độ truyền của M ($M < N$) cổng cụ thể trong số N cổng và tính toán CQI dựa trên

phần đầu CRS của M cổng.

Ví dụ, khi các CRS của tối đa 4 cổng được áp dụng trong hệ thống LTE hiện tại (ví dụ, phiên bản 8), UE có thể giả thiết phần đầu CRS của tối đa 4 cổng và tính toán CQI. Một cách chi tiết, khi các CSI-RS của 8 cổng được tạo cấu hình cho UE, UE có thể giả thiết phần đầu CRS tương ứng với CRS của 4 cổng và tính toán CQI. Do chế độ truyền cho anten của 8 cổng không được áp dụng, UE có thể giả thiết chế độ truyền sử dụng chỉ 4 cổng trong số 8 cổng.

Theo phương án thứ nhất của sáng chế, có hiệu quả rằng, sau khi tính toán CQI, UE có thể sử dụng phương pháp tính toán CQI của chế độ truyền 2 trong hệ thống LTE hiện tại (ví dụ, phiên bản 8). Trong chế độ truyền 2, UE đánh giá kênh từ các CRS, và giả thiết phương pháp truyền đường xuống sử dụng M cổng và tính toán CQI khi M CRS được áp dụng. Trong trường hợp này, giả thiết rằng phần đầu CRS là phần đầu CRS của M cổng. Tương tự, khi CQI được tính toán sử dụng cổng CSI-RS của N cổng, số cổng của CSI-RS có thể được giả thiết là số cổng CRS và phần đầu CRS có thể được xác định. Tức là, phần đầu CRS của N cổng có thể được giả thiết và CQI có thể được tính toán. Theo phương án thứ nhất của sáng chế, độ phức tạp để áp dụng UE có thể được làm giảm nhờ sử dụng phương pháp tính toán CQI của TM2.

Theo phương án thứ hai của sáng chế, sau khi tính toán CQI dựa trên CSI-RS, UE có thể giả thiết phần đầu CRS tương ứng với cổng CRS của điểm truyền phục vụ và tính toán CQI. Tức là, khi các CSI-RS của N cổng được tạo cấu hình và M cổng CRS của điểm truyền phục vụ được áp dụng, UE giả thiết phần đầu CRS của M cổng và tính toán CQI bất kể số cổng của CSI-RS.

Ví dụ, khi CSI-RS của 1 cổng được tạo cấu hình cho UE và số cổng CRS của điểm truyền phục vụ là 2, UE giả thiết phần đầu CRS của 2 cổng và tính toán CQI. Tức là, UE giả thiết phần đầu CRS của 2 cổng theo số cổng CRS của điểm truyền phục vụ bất kể số cổng của CSI-RS.

Ngoài ra, khi các CSI-RS của 2 cổng được tạo cấu hình cho UE và số cổng CRS của điểm truyền phục vụ là 4, UE giả thiết phần đầu CRS của 4 cổng và tính toán CQI. Tức là, UE giả thiết phần đầu CRS của 4 cổng theo số cổng CRS của điểm truyền phục vụ bất kể số cổng của CSI-RS.

Khi chế độ truyền cho anten của N cổng không được áp dụng, UE có thể giả thiết chế độ truyền sử dụng chỉ M ($M < N$) cổng cụ thể trong số N cổng và tính toán CQI. Ví dụ, khi các CRS của tối đa 4 cổng được áp dụng trong hệ thống LTE hiện tại (ví dụ, phiên bản 8), UE có thể giả thiết phân đầu CRS của tối đa 4 cổng và tính toán CQI.

Theo phương án thứ hai của sáng chế, sau khi tính toán CQI, UE có thể xác định phân đầu CRS thông qua thủ tục đơn giản so với phương pháp thứ nhất.

Fig.12 là lưu đồ của phương pháp phản hồi CSI theo phương án của sáng chế.

Đầu tiên, UE thu thông tin cấu hình CSI từ BS (S1210).

Như được mô tả trên đây, UE có thể thu thông tin cấu hình CSI về chu kỳ hoặc mẫu để truyền CSI-RS từ BS. Để đo lường, UE cần biết cấu hình CSI-RS đối với mỗi cổng anten CSI-RS của ô mà ở đó UE thuộc về. BS có thể truyền thông tin cấu hình CSI tới UE bằng báo hiệu lớp cao hơn (ví dụ, báo hiệu RRC).

Sau đó, UE có thể thu CSI-RS theo thông tin cấu hình CSI (S1230).

Như được mô tả trên đây, CSI-RS là RS phục vụ mục đích đo lường kênh để lựa chọn hạng truyền, phương pháp điều biến và mã hóa (MCS), chỉ số ma trận tiền mã hóa (PMI), ... Các điểm truyền mà chia sẻ ID ô truyền các CSI-RS thông qua các tài nguyên khác nhau.

Sau đó, UE xác định phân đầu của RS chung (CRS) RE dựa trên cùng số cổng anten như số cổng anten được kết hợp với CSI-RS (S1250).

Như được mô tả trên đây, sau khi tính toán CQI dựa trên CSI-RS, UE không thể biết điểm truyền trong số các điểm truyền mà từ đó CSI-RS được thu, và do đó, các vấn đề nảy sinh về mặt phương pháp xác định phân đầu CRS.

Theo phương án thứ nhất của sáng chế, sau khi tính toán CQI dựa trên CSI-RS, UE có thể xác định phân đầu CRS theo số cổng của CSI-RS được sử dụng để tính toán CQI. Tức là, sau khi tính toán CQI sử dụng các CSI-RS của N cổng, UE có thể giả thiết phân đầu CRS của N cổng.

Theo phương án thứ hai của sáng chế, sau khi tính toán CQI dựa trên

CSI-RS, UE có thể giả thiết phần đầu CRS tương ứng với cổng CRS của điểm truyền phục vụ và tính toán CQI. Tức là, khi các CSI-RS của N cổng được tạo cấu hình và M cổng CRS của điểm truyền phục vụ được áp dụng, giả thiết phần đầu CRS của M cổng và tính toán CQI bất kể số cổng của CSI-RS.

Sau đó, UE truyền CSI được tính toán dựa trên CSI-RS và phần đầu của CRS RE (S1270).

Fig.13 là sơ đồ minh họa BS và UE mà phương án của sáng chế có thể được áp dụng.

Khi nút chuyển tiếp được chứa trong hệ thống truyền thông không dây, truyền thông trong liên kết trung gian được thực hiện giữa BS và nút chuyển tiếp và truyền thông trong liên kết truy cập được thực hiện giữa nút chuyển tiếp và UE. Do đó, BS và UE được minh họa trên Fig.13 có thể được thay thế bởi nút chuyển tiếp theo từng trường hợp.

Viện dẫn tới Fig.13, hệ thống truyền thông không dây bao gồm BS 1310 và UE 1320. BS 1310 bao gồm bộ xử lý 1313, bộ nhớ 1314, và bộ tần số radio (RF) 1311 và 1312. Bộ xử lý 1313 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 1314 được kết nối tới bộ xử lý 1313 và lưu trữ các thông tin khác nhau liên quan đến hoạt động của bộ xử lý 1313. Bộ RF 1311 và 1312 được kết nối tới bộ xử lý 1313 và truyền/thu tín hiệu radio. UE 1320 bao gồm bộ xử lý 1323, bộ nhớ 1324, và bộ RF 1321 và 1322. Bộ xử lý 1323 có thể được tạo cấu hình để thực hiện thủ tục và/hoặc các phương pháp được đề xuất theo sáng chế. Bộ nhớ 1324 được kết nối tới bộ xử lý 1323 và lưu trữ thông tin khác nhau liên quan đến hoạt động của bộ xử lý 1323. Bộ RF 1321 và 1322 được kết nối tới bộ xử lý 1323 và truyền/thu tín hiệu radio. BS 1310 và/hoặc UE 1320 có thể có một hoặc nhiều anten.

Các phương án nêu trên của sáng chế được mô tả là các kết hợp của các thành phần và các đặc điểm của sáng chế. Các thành phần hoặc các đặc điểm có thể được xem xét một cách chọn lọc trừ khi được mô tả khác. Mỗi thành phần hoặc đặc điểm có thể được thực hiện mà không được kết hợp với các thành phần hoặc các đặc điểm khác. Ngoài ra, phương án của sáng chế có thể

được xây dựng bằng cách kết hợp các phần của các thành phần và/hoặc các đặc điểm. Các thứ tự thao tác được mô tả trong các phương án của sáng chế có thể được sắp xếp lại. Một vài cấu trúc của một phương án bất kỳ có thể nằm trong phương án khác và có thể được thay thế bởi các cấu trúc tương ứng của phương án khác. Là rõ ràng đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các điểm yêu cầu bảo hộ mà không được trích dẫn cụ thể với nhau trong bộ yêu cầu bảo hộ đi kèm có thể được biểu diễn kết hợp như là phương án của sáng chế hoặc được bao gồm như điểm yêu cầu bảo hộ mới bởi sửa đổi sau khi nộp đơn.

Trong các phương án của sáng chế, thao tác cụ thể được mô tả như được thực hiện bởi BS có thể được thực hiện bởi nút cao hơn của BS. Cụ thể là, rõ ràng rằng, trong mạng bao gồm các nút mạng bao gồm BS, các thao tác khác nhau được thực hiện để truyền thông với UE có thể được thực hiện bởi BS, hoặc các nút mạng ngoài BS. Thuật ngữ 'BS' có thể được thay thế bởi trạm cố định, Nút B, eNode B (eNB), điểm truy cập, ...

Các phương án theo sáng chế có thể được thực hiện bởi phương tiện khác nhau, ví dụ, phần cứng, vi phần mềm, phần mềm, hoặc dạng kết hợp của chúng. Trong cấu hình phần cứng, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (DSP), thiết bị xử lý tín hiệu số (DSPD), thiết bị logic khả trình (PLD), mảng cổng khả trình dạng trường (FPGA), các bộ xử lý, các bộ điều khiển, các bộ vi điều khiển, các bộ vi xử lý, ...

Trong cấu hình phần mềm hoặc vi phần mềm, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bởi loại của mô đun, thủ tục, hoặc hàm, mà thực hiện các chức năng hoặc thao tác được mô tả trên đây. Mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và sau đó có thể được thực hiện bởi bộ xử lý.

Bộ nhớ có thể nằm bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý để truyền và thu dữ liệu tới và từ bộ xử lý thông qua phương tiện khác nhau mà đã được biết đến.

Phần mô tả chi tiết của các phương án ưu tiên của sáng chế được đưa ra để cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật hiểu rõ và

thực hiện sáng chế. Trong khi sáng chế được mô tả liên quan đến các phương án ưu tiên của sáng chế, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng nhiều cải biến và thay đổi có thể được thực hiện đối với sáng chế mà không đi chệch khỏi tinh thần và các đặc điểm bản chất của sáng chế. Ví dụ, các cấu trúc của các phương án nêu trên của sáng chế có thể được sử dụng kết hợp. Các phương án nêu trên do đó được hiểu trong tất cả các khía cạnh là minh họa và không bị giới hạn. Do đó, sáng chế nhằm mục đích không giới hạn các phương án được bộc lộ ở đây mà có phạm vi rộng nhất phù hợp với các nguyên tắc và các đặc điểm mới được bộc lộ ở đây.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng sáng chế có thể được thực hiện theo các cách cụ thể khác ngoài những gì đã được mô tả ở đây mà không đi chệch khỏi tinh thần và các đặc điểm bản chất của sáng chế. Các phương án nêu trên do đó được hiểu trong tất cả các khía cạnh là minh họa và không bị giới hạn. Phạm vi của sáng chế sẽ được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm và các phần tương đương của chúng, không bởi phần mô tả trên đây, và tất cả thay đổi nằm trong ý nghĩa và phạm vi tương đương của bộ yêu cầu bảo hộ đi kèm được nhằm mục đích nằm trong đó. Do đó, sáng chế nhằm mục đích không giới hạn các phương án được bộc lộ ở đây mà có phạm vi rộng nhất phù hợp với các nguyên tắc và các đặc điểm mới được bộc lộ ở đây. Sẽ là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các điểm yêu cầu bảo hộ mà không được trích dẫn cụ thể với nhau trong bộ yêu cầu bảo hộ đi kèm có thể được trình bày một cách kết hợp như là phương án của sáng chế hoặc được bao gồm như điểm yêu cầu bảo hộ mới bởi sửa đổi tiếp theo sau khi đơn được nộp.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Các phương án của sáng chế được mô tả trên đây có thể được áp dụng cho hệ thống truyền thông không dây như thiết bị người dùng (UE), nút chuyển tiếp, trạm gốc (BS), ...

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

thu tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS);

giả thiết phần đầu của các phần tử tài nguyên tín hiệu tham chiếu chung (CRS RE) dựa trên số lượng cổng anten mà giống với số lượng cổng anten được kết hợp với CSI-RS; và

truyền CSI dựa trên phần đầu được giả thiết của các CRS RE.

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

thu thông tin cấu hình CSI để báo cáo CSI.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó thông tin cấu hình CSI được tạo cấu hình để báo cáo chỉ báo chất lượng kênh (CQI) mà không báo cáo chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) và chỉ báo hạng (RI).

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó thông tin cấu hình CSI được truyền nhờ sử dụng báo hiệu điều khiển tài nguyên radio (RRC).

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó số lượng cổng anten được kết hợp với CSI-RS được tạo cấu hình nhỏ hơn hoặc bằng 4.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó CSI chỉ báo trạng thái kênh trong hệ thống ghép kênh phân chia theo thời gian (TDD) để thỏa mãn tính thuận nghịch kênh.

7. Phương pháp thu thông tin trạng thái kênh (CSI) trong hệ thống truy cập không dây, phương pháp này được thực hiện bởi trạm gốc và bao gồm các bước:

truyền tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS); và

thu CSI được tạo ra dựa trên phần đầu của các phần tử tài nguyên tín hiệu tham chiếu chung (CRS RE),

trong đó phần đầu của các CRS RE được giả thiết dựa trên số lượng cổng anten mà giống với số lượng cổng anten được kết hợp với CSI-RS.

8. Phương pháp theo điểm 7, phương pháp này còn bao gồm bước:

truyền thông tin cấu hình CSI để báo cáo CSI.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó thông tin cấu hình CSI được tạo cấu hình để báo cáo chỉ báo chất lượng kênh (CQI) mà không báo cáo chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) và chỉ báo hạng (RI).

10. Phương pháp theo điểm 8, trong đó thông tin cấu hình CSI được truyền nhờ sử dụng báo hiệu điều khiển tài nguyên radio (RRC).

11. Phương pháp theo điểm 7, trong đó số lượng cổng anten được kết hợp với CSI-RS được tạo cấu hình nhỏ hơn hoặc bằng 4.

12. Phương pháp theo điểm 7, trong đó CSI chỉ báo trạng thái kênh trong hệ thống ghép kênh phân chia theo thời gian (TDD) để thỏa mãn tính thuận nghịch kênh.

13. Thiết bị người dùng dùng để truyền thông tin trạng thái kênh (CSI) trong hệ thống truy cập không dây, thiết bị người dùng này bao gồm:

bộ tần số radio (RF); và

bộ xử lý được tạo cấu hình để:

thu tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS);

giả thiết phần đầu của các phần tử tài nguyên tín hiệu tham chiếu chung (CRS RE) được dựa trên số lượng cổng anten mà giống với số lượng cổng anten được kết hợp với CSI-RS; và

truyền CSI dựa trên phần đầu được giả thiết của các CRS RE.

14. Trạm gốc dùng để thu thông tin trạng thái kênh (CSI) trong hệ thống truy cập không dây, trạm gốc này bao gồm:

bộ tần số radio (RF); và

bộ xử lý được tạo cấu hình để:

truyền tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS); và

thu CSI được tạo ra dựa trên phần đầu của các phần tử tài nguyên tín hiệu tham chiếu chung (CRS RE),

trong đó phần đầu của các CRS RE được giả thiết được dựa trên số lượng cổng anten mà giống với số lượng cổng anten được kết hợp với CSI-RS.

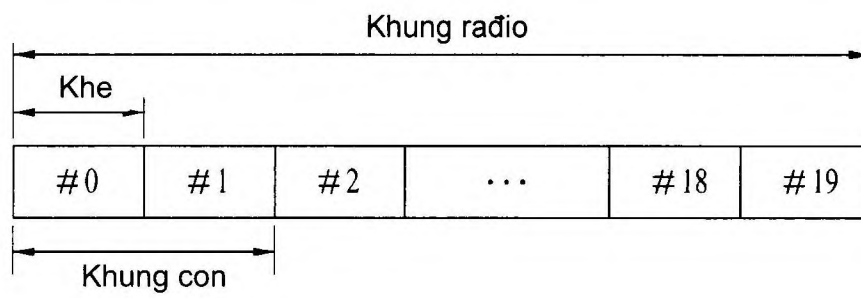
FIG. 1

FIG. 2

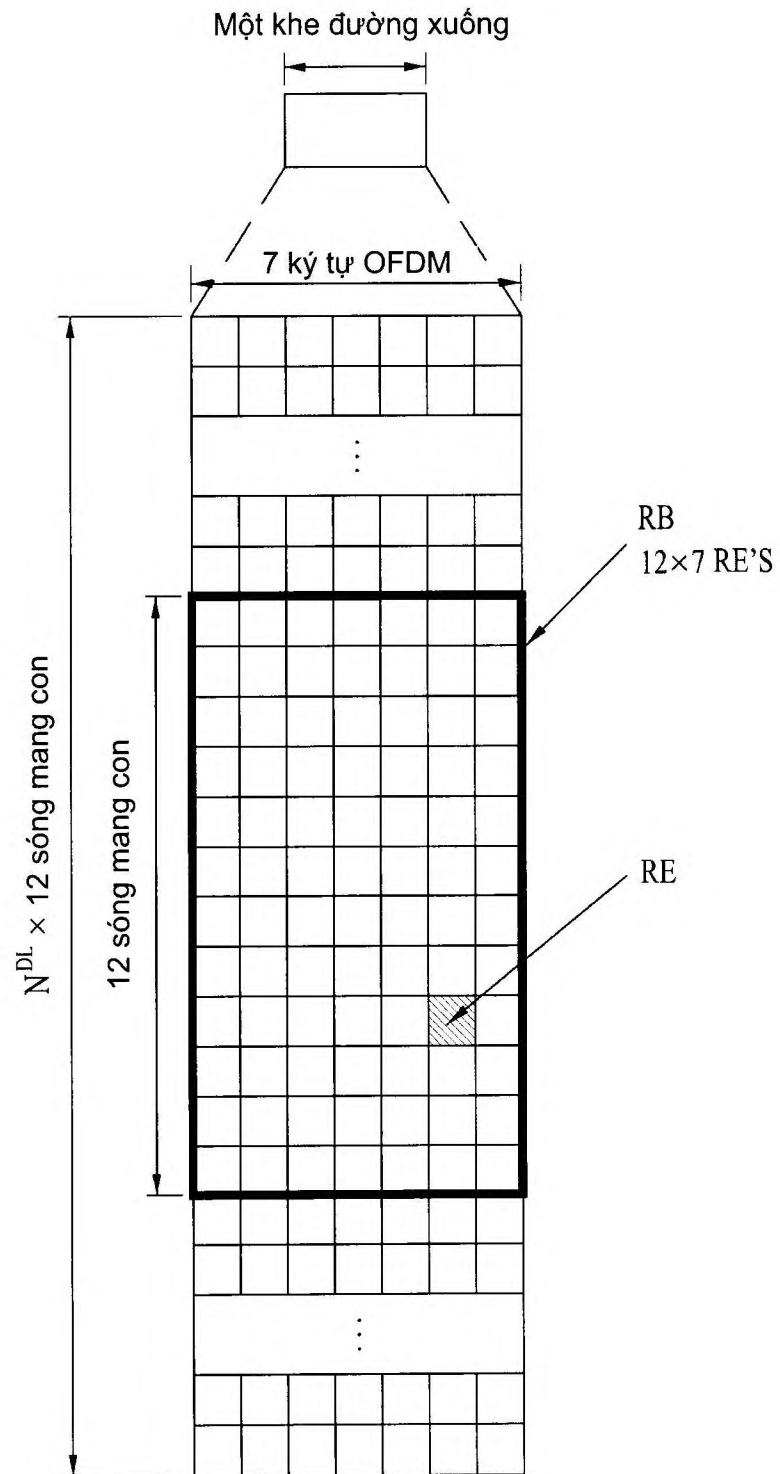


FIG. 3

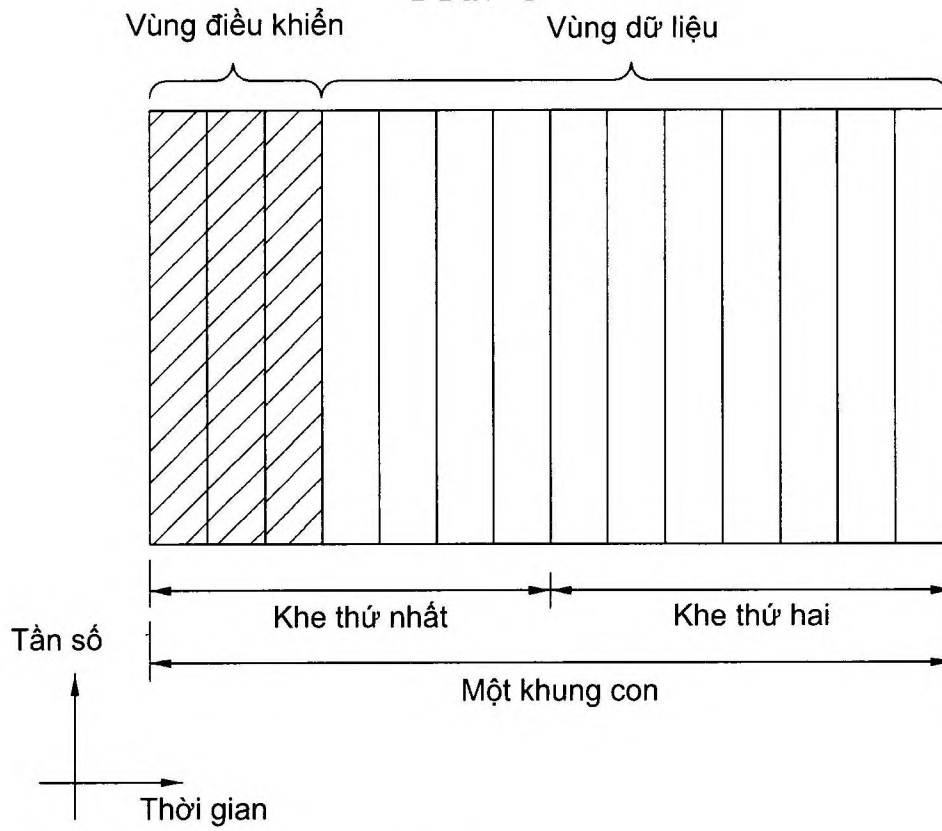


FIG. 4

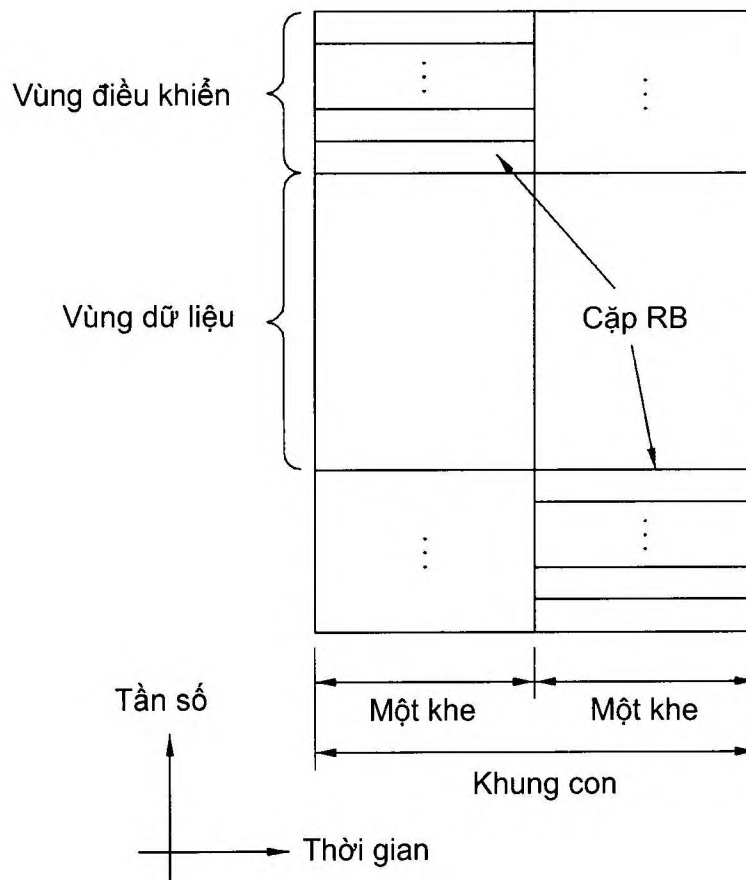
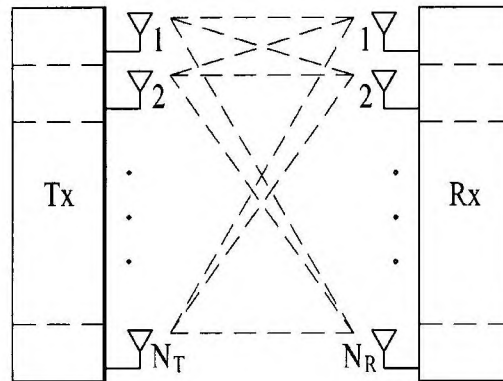
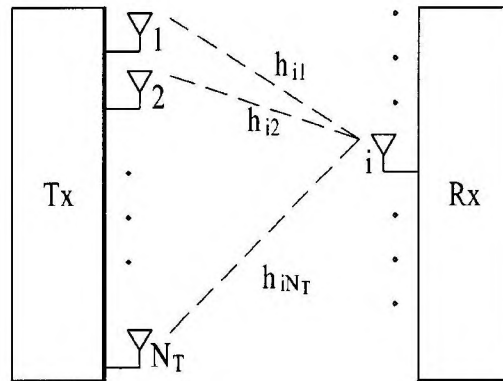


FIG. 5



(a)



(b)

FIG. 6

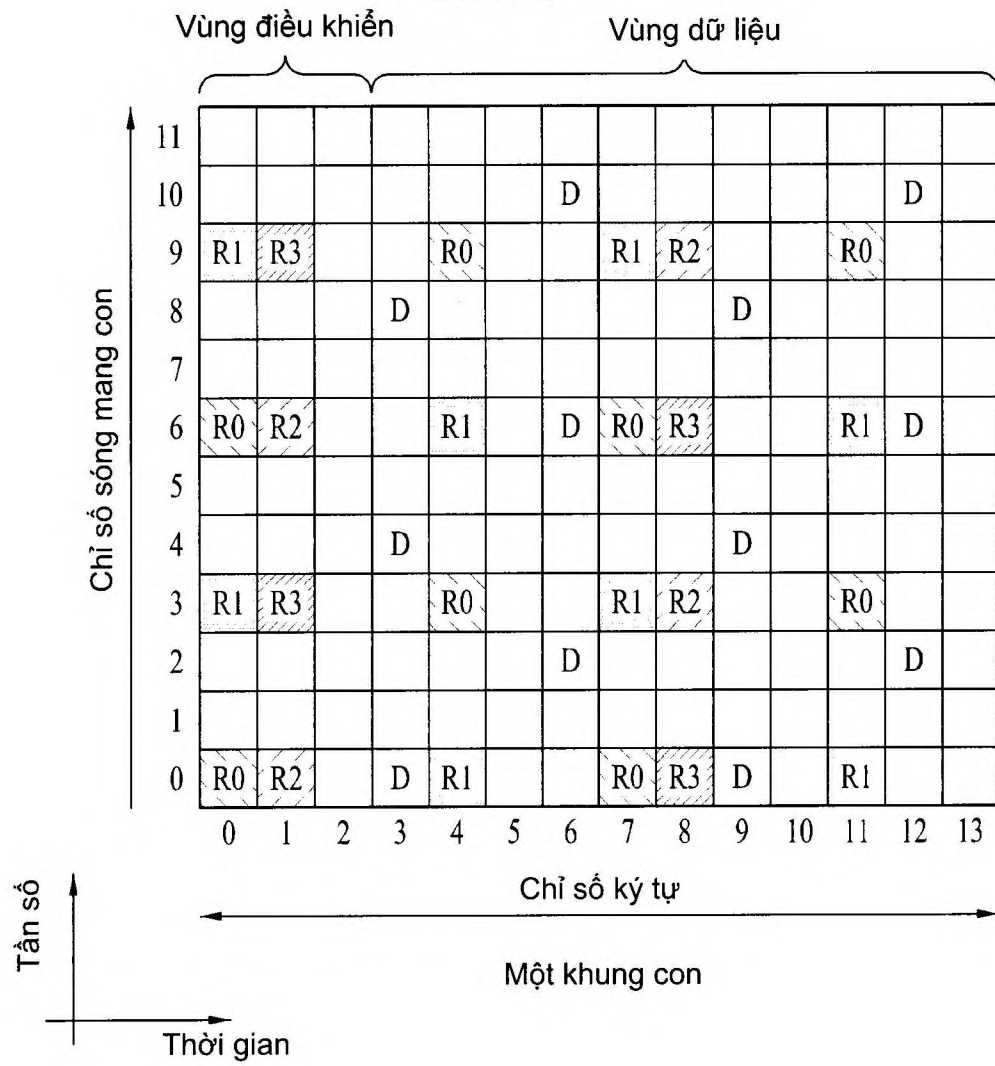


FIG. 7

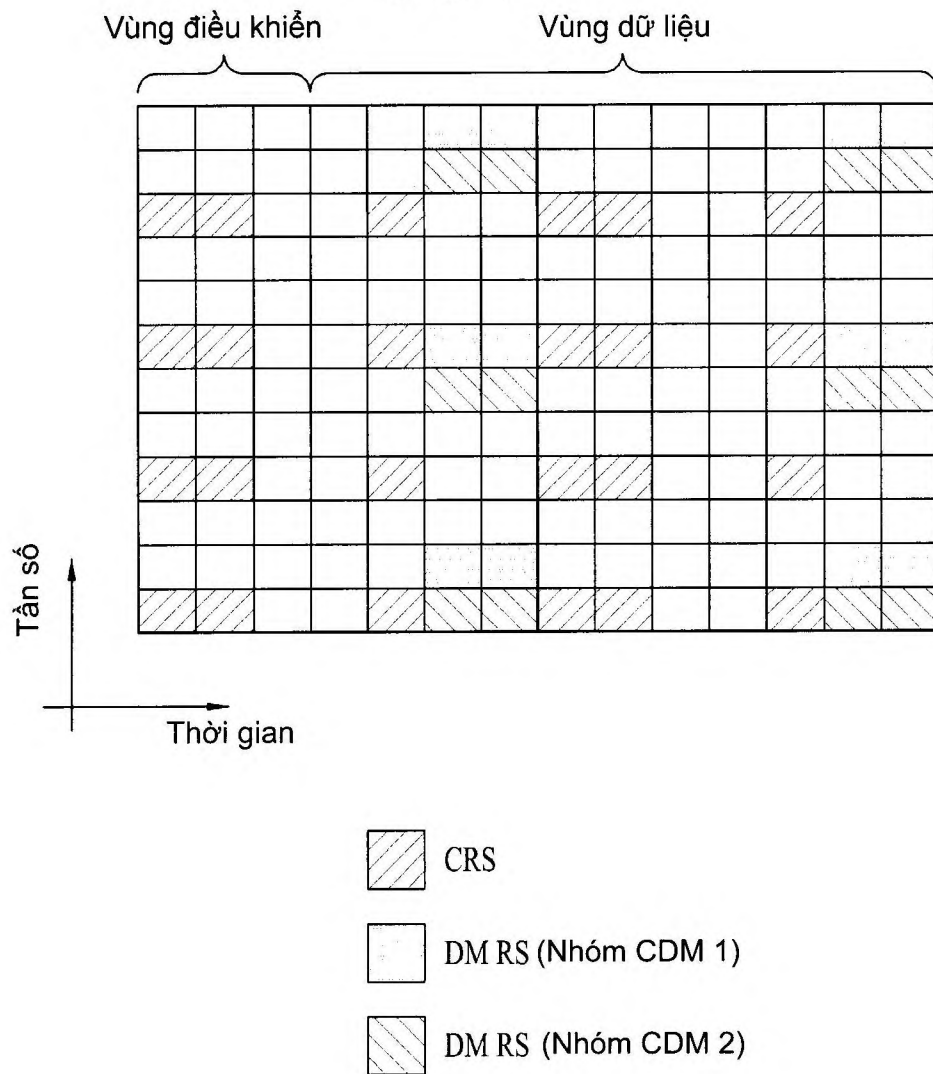


FIG. 8

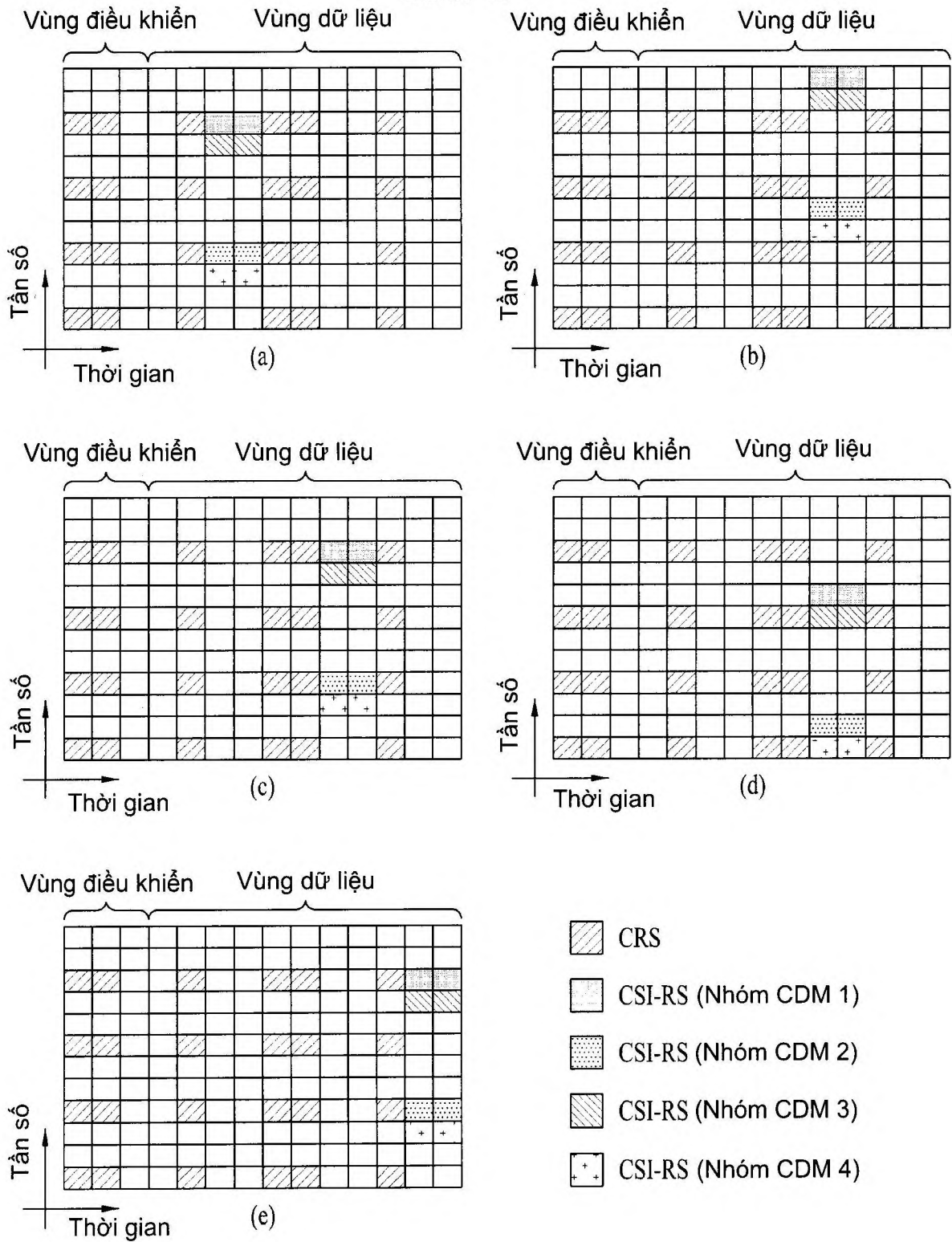


FIG. 9

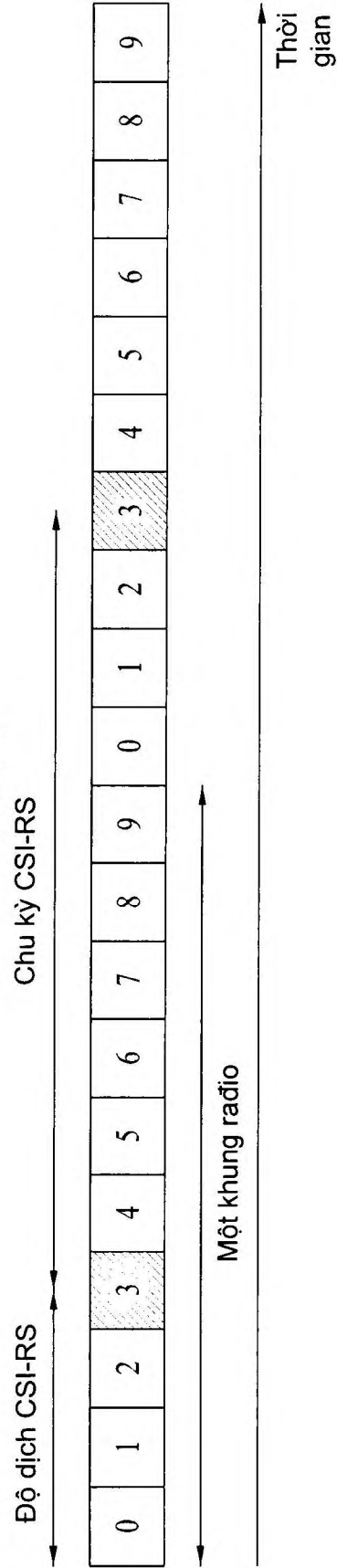


FIG. 10

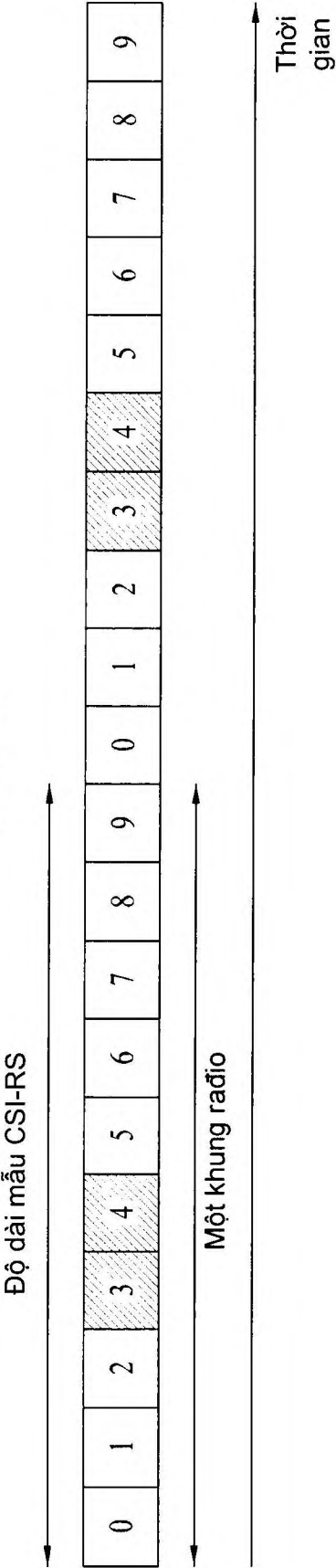


FIG. 11

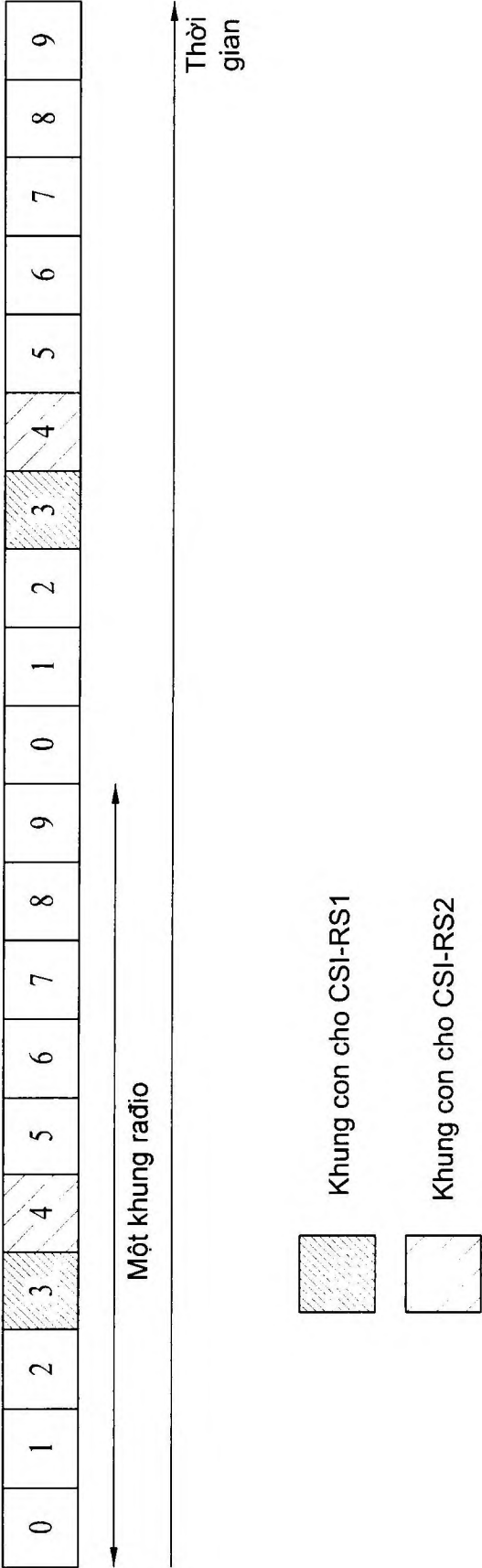


FIG. 12

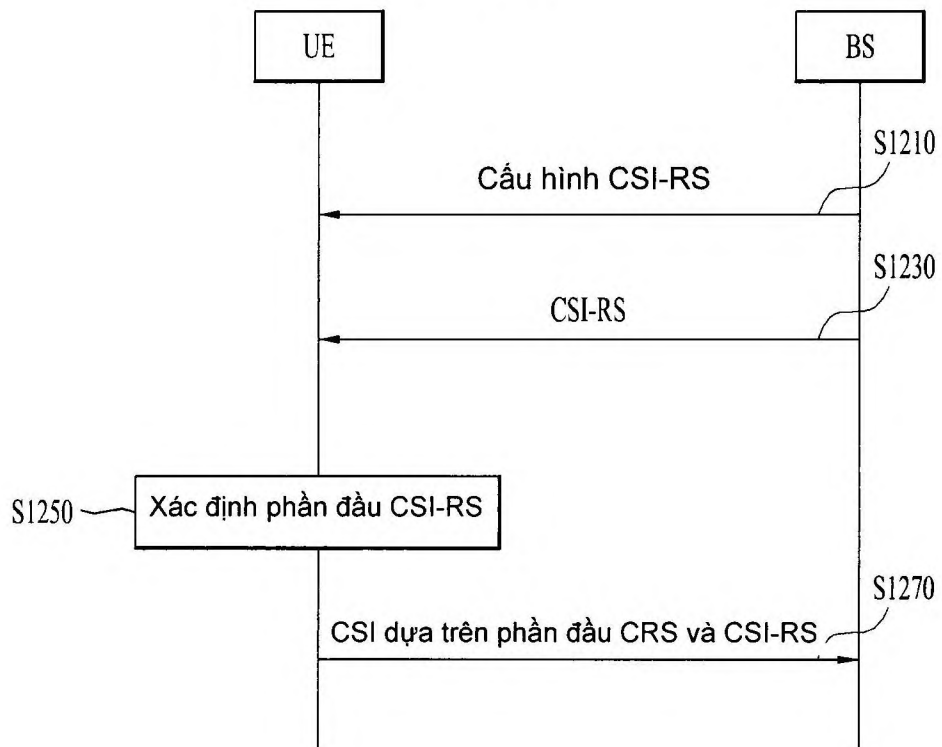


FIG. 13

