



(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)



1-0025144

(51)⁷ H04L 1/16

(13) B

(21) 1-2015-02162

(22) 29/01/2014

(86) PCT/KR2014/000884 29/01/2014

(87) WO2014/119944A1 07/08/2014

(30) 61/759,382 31/01/2013 US; 61/758,766 31/01/2013 US

(45) 25/08/2020 389

(43) 25/09/2015 330A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

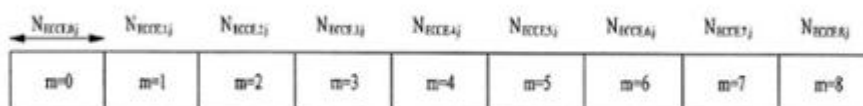
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu Seoul 150-721, Republic of Korea

(72) CHAE, Hyukjin (KR); SEO, Dongyoun (KR); KIM, Hakseong (KR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ TRUYỀN PHẢN HỒI BÁO NHẬN THU TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền phản hồi báo nhận thu trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp bao gồm bước thu kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH - enhanced physical downlink control channel), xác định tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH - physical uplink control channel) dựa vào chỉ số thấp nhất trong các chỉ số phần tử kênh điều khiển nâng cao (ECCE - enhanced control channel element) cấu hình EPDCCH và dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO - HARQ-ACK resource offset), và truyền phản hồi báo nhận thu qua tài nguyên PUCCH. Khi phản hồi báo nhận thu liên quan đến hai hoặc nhiều khung con được truyền trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập hợp các giá trị có thể cho ARO bao gồm giá trị ARO thứ nhất để dịch chuyển tài nguyên PUCCH của khung con cụ thể tới vùng tài nguyên PUCCH đối với ít nhất một khung con trước khung con cụ thể. Giá trị ARO thứ nhất tạo ra lượng dịch chuyển khác tùy thuộc vào nhóm có khung con cụ thể trong số các nhóm liên quan đến hai hoặc nhiều khung con.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền phản hồi báo nhận thu trong hệ thống truyền thông không dây và, cụ thể là, đề cập tới phương pháp và thiết bị để truyền báo nhận thu trong hệ thống truyền thông không dây nhờ sử dụng kênh đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH - advanced physical downlink channel).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây được phát triển rộng rãi để tạo ra các loại nội dung truyền thông khác nhau chẳng hạn như âm thanh và dữ liệu. Nhìn chung, các hệ thống truyền thông này là các hệ thống đa truy cập có khả năng hỗ trợ truyền thông với đa người dùng bằng cách chia sẻ các tài nguyên hệ thống sẵn có (ví dụ, chiều rộng dải tần và công suất truyền). Các ví dụ về các hệ thống đa truy cập bao gồm hệ thống đa truy cập phân chia theo mã (CDMA - code division multiple access), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA - frequency division multiple access), hệ thống đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA - time division multiple access), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA - orthogonal frequency division multiple access), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang (SC-FDMA - single carrier frequency-division multiple access), và hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số đa sóng mang (MC-FDMA - multi-carrier frequency division multiple access).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là để giải quyết vấn đề tồn tại trong phương pháp truyền báo nhận thu khi thu thông tin điều khiển trên kênh đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH - enhanced physical downlink channel) trong song công

phân chia theo thời gian (TDD - time division duplex).

Cần hiểu rằng các mục đích kỹ thuật đạt được bởi sáng chế không bị giới hạn ở các mục đích kỹ thuật nêu trên và các mục đích kỹ thuật khác không được đề cập ở đây sẽ trở nên rõ ràng ở phần giải thích dưới đây với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà sáng chế thuộc về.

Cách thức giải quyết vấn đề

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, có đề xuất phương pháp truyền phản hồi báo nhận thu bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây, bao gồm bước thu kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH - enhanced physical downlink control channel), xác định tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH - physical uplink control channel) dựa vào chỉ số phần tử kênh điều khiển nâng cao thấp nhất (ECCE - enhanced control channel element) trong số các chỉ số ECCE cấu thành EPDCCH và dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO - ACK resource offset), và truyền phản hồi báo nhận thu qua tài nguyên PUCCH, trong đó, khi các phản hồi báo nhận thu liên quan đến hai hoặc nhiều khung con được truyền trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập hợp các giá trị có thể cho ARO bao gồm giá trị ARO thứ nhất dịch chuyển tài nguyên PUCCH của khung con cụ thể tới vùng tài nguyên PUCCH cho ít nhất một khung con trước khung con cụ thể, trong đó giá trị ARO thứ nhất tạo ra lượng dịch chuyển khác tùy thuộc vào nhóm nào mà khung con cụ thể thuộc về trong số các nhóm liên quan đến hai hoặc nhiều khung con.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, có đề xuất thiết bị người dùng (UE - user equipment) để truyền phản hồi báo nhận thu trong hệ thống truyền thông không dây, bao gồm môđun thu và bộ xử lý, trong đó bộ xử lý thu kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH), xác định tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) dựa vào chỉ số phần tử kênh điều khiển nâng cao thấp nhất (ECCE) trong số các chỉ số ECCE cấu thành EPDCCH và dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO), và truyền phản hồi báo nhận thu qua tài nguyên

PUCCH, trong đó, khi các phản hồi báo nhận thu liên quan đến hai hoặc nhiều khung con được truyền trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập hợp các giá trị có thể cho ARO bao gồm giá trị ARO thứ nhất mà dịch chuyển tài nguyên PUCCH của khung con cụ thể tới vùng tài nguyên PUCCH cho ít nhất một khung con trước khung con cụ thể, giá trị ARO thứ nhất tạo ra lượng dịch chuyển khác tùy thuộc vào nhóm nào mà khung con cụ thể thuộc về trong số các nhóm liên quan đến hai hoặc nhiều khung con.

Khía cạnh thứ nhất và khía cạnh thứ hai của sáng chế có thể bao gồm các chi tiết sau.

Khi hai hoặc nhiều khung con bao gồm tới chín khung con, các nhóm có thể bao gồm nhóm thứ nhất bao gồm khung con thứ hai tới khung con thứ tư, nhóm thứ hai bao gồm khung con thứ năm tới khung con thứ bảy, và nhóm thứ ba bao gồm khung con thứ tám và khung con thứ chín.

Giá trị ARO thứ nhất có thể tạo ra lượng dịch chuyển của số lượng các ECCE của khung con trước cuối cùng+1 để khung con tương ứng với nhóm thứ nhất, lượng dịch chuyển của số lượng các ECCE của hai khung con trước cuối cùng+1 để khung con tương ứng với nhóm thứ hai, và lượng dịch chuyển của số lượng các ECCE của ba khung con trước cuối cùng+1 để khung con tương ứng với nhóm thứ ba.

Giá trị ARO thứ nhất có thể là $-\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1$, trong đó m có thể là chỉ số của hai hoặc nhiều khung con, và $N_{eCCE,i,j}$ có thể là số lượng các ECCE của khung con thứ i trong tập hợp-EPDCCH-PRB j .

Tập hợp các giá trị có thể cho ARO có thể là $\{-\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 2, -\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1, 0, 2\}$.

Khi phản hồi báo nhận thu liên quan đến một khung con được truyền

trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập hợp các giá trị có thể cho ARO có thể là $\{-2, -1, 0, 2\}$.

ARO có thể được chỉ báo bởi thông tin điều khiển đường xuống (DCI - downlink control information), DCI được truyền qua EPDCCH.

Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, có đề xuất phương pháp để truyền phản hồi báo nhận thu bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây, bao gồm việc thu kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH), xác định tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) dựa vào chỉ số phần tử kênh điều khiển nâng cao thấp nhất (ECCE) trong số các chỉ số ECCE cấu thành EPDCCH và dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO), và truyền phản hồi báo nhận thu qua tài nguyên PUCCH, trong đó, khi phản hồi báo nhận thu liên quan đến hai hoặc nhiều khung con được truyền trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập hợp các giá trị có thể cho

ARO bao gồm
$$-\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1$$
, trong đó m là chỉ số của hai hoặc nhiều khung con, và $N_{eCCE,i,j}$ là số lượng các ECCE của khung con thứ i trong tập hợp-EPDCCH-PRB j .

Theo khía cạnh thứ tư của sáng chế, có đề xuất thiết bị người dùng (UE) để truyền phản hồi báo nhận thu trong hệ thống truyền thông không dây, bao gồm môđun thu và bộ xử lý, trong đó bộ xử lý thu kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH), xác định tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) dựa vào chỉ số phần tử kênh điều khiển nâng cao thấp nhất (ECCE) trong số các chỉ số ECCE cấu thành EPDCCH và dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO), và truyền phản hồi báo nhận thu qua tài nguyên PUCCH, trong đó, khi phản hồi báo nhận thu liên quan đến hai hoặc nhiều khung con được truyền trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập hợp các giá trị có

thể cho ARO bao gồm $-\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1$, trong đó $N_{eCCE,i,j}$ là số lượng các ECCE của khung con thứ i trong tập hợp-EPDCCH-PRB j .

Khía cạnh thứ nhất và khía cạnh thứ hai của sáng chế có thể bao gồm các chi tiết sau.

Tập hợp các giá trị có thể cho ARO có thể là $\{-\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 2, -\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1, 0, 2\}$.

Khi phản hồi báo nhận thu liên quan đến một khung con được truyền trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập hợp các giá trị có thể cho ARO có thể là $\{-2, -1, 0, 2\}$.

ARO có thể được chỉ báo bởi thông tin điều khiển đường xuống (DCI), DCI được truyền qua EPDCCH.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, cả sự lãng phí của các tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH), mà xuất phát từ sự dự trữ của vùng tài nguyên PUCCH cho nhiều khung con DL, và sự xung đột tài nguyên PUCCH, mà có thể xảy ra khi dịch vị lớn có giá trị âm được sử dụng, có thể tránh được.

Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật cần hiểu rằng mà ưu điểm có thể đạt được bởi sáng chế không bị giới hạn ở phần mô tả cụ thể ở trên và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ từ phần mô tả chi tiết dưới đây được đưa ra kết hợp với các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

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

Fig.1 minh họa cấu trúc khung radio.

Fig.2 là sơ đồ minh họa lưới tài nguyên cho một khe đường xuống (DL - downlink).

Fig.3 là sơ đồ minh họa cấu trúc khung con DL.

Fig.4 minh họa cấu trúc khung con đường lên (UL - uplink).

Fig.5 minh họa việc ánh xạ của các định dạng PUCCH trong khối tài nguyên vật lý UL.

Fig.6 minh họa ví dụ về việc xác định các tài nguyên PUCCH cho ACK/NACK.

Fig.7 minh họa cấu trúc kênh ACK/NACK cho tiền tố vòng thông thường (CP - cyclic prefix).

Fig.8 minh họa cấu trúc kênh CQI cho CP thông thường.

Fig.9 minh họa kênh PUCCH nhờ sử dụng trải khối.

Fig.10 minh họa phương pháp để truyền thông tin điều khiển UL trên PUSCH.

Fig.11 minh họa báo nhận thu trên TDD.

Fig.12 và Fig.13 là các sơ đồ minh họa dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO) theo một phương án của sáng chế.

Fig.14 là sơ đồ minh họa cấu hình của các bộ thu phát.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án được mô tả dưới đây được cấu thành bằng cách kết hợp các yếu tố và các đặc điểm của sáng chế theo dạng định trước. Các yếu tố hoặc các đặc điểm có thể được xem là các yếu tố tùy chọn trừ khi được đề cập rõ. Mỗi yếu tố hoặc đặc điểm có thể được thực hiện mà không được kết hợp với các yếu tố khác. Ngoài ra, một số yếu tố và/hoặc đặc điểm có thể được kết hợp để cấu hình phương án của sáng chế. Thứ tự của các thao tác được thảo luận trong các phương án của sáng chế có thể được thay đổi. Một số yếu tố hoặc đặc điểm của một phương án cũng có thể được bao gồm trong một phương án khác, hoặc có thể được thay thế bởi các yếu tố hoặc các đặc điểm tương ứng của một phương án khác.

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả, tập trung vào mối quan hệ truyền thông dữ liệu giữa trạm gốc và thiết bị đầu cuối. Trong trường hợp này, trạm gốc được sử dụng là nút đầu cuối của mạng mà qua đó trạm gốc có thể trực tiếp truyền thông 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 trên của trạm gốc khi cần.

Nói cách khác, hiển nhiên rằng các hoạt động khác nhau cho phép trạm gốc truyền thông với thiết bị đầu cuối trong mạng được bao gồm nhiều nút mạng bao gồm trạm cơ sở sẽ được thực hiện bởi trạm gốc hoặc các nút mạng khác ngoài trạm gốc. Thuật ngữ "trạm gốc (BS - base station)" có thể được thay thế bằng trạm số định, Node-B, eNode-B (eNB), hoặc điểm truy cập khi cần. Thuật ngữ "chuyển tiếp" có thể được thay thế bằng các thuật ngữ nút chuyển tiếp (RN - relay node) hoặc trạm chuyển tiếp (RS - relay station). Thuật ngữ "thiết bị đầu cuối" cũng có thể được thay thế bằng thiết bị người dùng (UE - user equipment), trạm di động (MS - mobile station), trạm thuê bao di động (MSS - mobile subscriber station) hoặc trạm thuê bao (SS - subscriber station) khi cần.

Cần lưu ý rằng các thuật ngữ cụ thể được bộc lộ trong sáng chế được đề xuất để tiện mô tả và hiểu tốt hơn về sáng chế, và việc sử dụng các thuật ngữ cụ thể này có thể được thay đổi thành các dạng khác trong phạm vi kỹ thuật hoặc nguyên lý của sáng chế.

Trong một số trường hợp, các cấu trúc và các thiết bị đã biết được bỏ qua để tránh làm khó hiểu các khái niệm của sáng chế và các chức năng quan trọng của các cấu trúc và các thiết bị được thể hiện dưới dạng sơ đồ khối. Các số chỉ dẫn giống nhau sẽ được sử dụng trong đặc điểm kỹ thuật này để đề cập đến các bộ phận giống nhau hoặc tương tự.

Các phương án ví dụ của sáng chế được hỗ trợ bởi các tài liệu chuẩn được bộc lộ trong ít nhất một trong các hệ thống truy cập không dây bao gồm hệ thống của viện kỹ thuật điện và điện tử (IEEE - Institute of electrical and

electronics engineers) 802, hệ thống dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3GPP), hệ thống tiến hóa dài hạn 3GPP (LTE - Long term evolution), hệ thống LTE cải tiến (LTE-A - LTE-advanced) và hệ thống 3GPP2. Cụ thể là, các bước hoặc các bộ phận, không được mô tả trong các phương án để ngăn ngừa việc làm khó hiểu nguyên lý kỹ thuật của sáng chế, có thể được hỗ trợ bởi các tài liệu trên. Tất cả các thuật ngữ được sử dụng ở đây có thể được hỗ trợ bởi các tài liệu nêu trên.

Các phương án sau của sáng chế được mô tả dưới đây có thể được ứng dụng tới các loại công nghệ truy cập không dây khác nhau như đa truy cập phân chia theo mã (CDMA - code division multiple access), đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA - frequency division multiple access), đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA - time division multiple access), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA - orthogonal frequency division multiple access), đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (SC-FDMA - single carrier frequency division multiple access), và tương tự. CDMA có thể được thể hiện qua các công nghệ không dây như truy cập radio mặt đất toàn cầu (UTRA - universal terrestrial radio access) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được thể hiện qua các công nghệ không dây như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (GSM - global system for mobile communication)/dịch vụ radio gói tổng hợp (GPRS - general packet radio service)/các tốc độ dữ liệu nâng cao dùng cho sự tiến hóa GSM (EDGE - enhanced data rates for GSM evolution). OFDMA có thể được thể hiện qua các công nghệ không dây như IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, và UTRA được tiến hóa (E-UTRA- Evolved UTRA). UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS - universal mobile telecommunications system). Tiến hóa dài hạn (LTE) dự án hợp tác thế hệ thứ 3 (3GPP) là một phần của E-UMTS (UMTS tiến hóa), mà nó sử dụng E-UTRA. 3GPP LTE ứng dụng OFDMA ở đường xuống và ứng dụng SC-FDMA ở đường lên. LTE cải tiến (LTE) là phiên bản được tiến hóa của 3GPP LTE. WiMAX có thể được giải thích bởi IEEE 802.16e (hệ thống tham chiếu MAN-OFDMA không dây) và IEEE 802.16m được nâng cấp (hệ thống nâng

cấp MAN-OFDMA không dây). Để rõ ràng hơn, phần mô tả dưới đây tập trung vào hệ thống 3GPP LTE và hệ thống 3GPP LTE-A. Tuy nhiên, nguyên lý của sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Kênh/cấu trúc tài nguyên LTE/LTE-A

Dưới đây, cấu trúc khung radio sẽ được mô tả dựa vào Fig.1.

Ở hệ thống truyền thông gói không dây OFDM ô, gói dữ liệu đường lên/đường xuống (UL - uplink)/(DL - downlink) được truyền dựa vào khung con, và một khung con được định rõ là khoảng thời gian định trước bao gồm các ký hiệu OFDM. Chuẩn 3GPP LTE hỗ trợ cấu trúc khung radio loại-1 có khả năng ứng dụng song công phân chia theo tần số (FDD - frequency division duplex) và cấu trúc khung radio loại-2 có khả năng ứng dụng song công phân chia theo thời gian (TDD - time division duplex).

Fig.1(a) minh họa cấu trúc khung radio loại-1. Khung radio đường xuống được chia thành mười khung con. Mỗi khung con bao gồm hai khe trong miền thời gian. Thời gian được đưa ra để truyền một khung con được định rõ là khoảng thời gian truyền (TTI - transmission time interval). Ví dụ, khung con có thể có khoảng thời gian là 1 ms và một khe có thể có khoảng thời gian là 0,5 ms. Khe có thể bao gồm các ký hiệu OFDM trong miền thời gian và bao gồm các khối tài nguyên (RB - resource block) trong miền tần số. Do 3GPP LTE ứng dụng OFDMA ở đường xuống, ký hiệu OFDM thể hiện một khoảng ký hiệu. Ký hiệu OFDM có thể được đề cập là ký hiệu SC-FDMA hoặc khoảng ký hiệu. Khối tài nguyên (RB), mà là bộ định vị tài nguyên, có thể bao gồm các sóng mang con liên tiếp trong khe.

Số lượng các ký hiệu OFDM được bao gồm trong một khe tùy thuộc vào cấu hình của tiền tố vòng (CP - cyclic prefix). Các CP được chia thành CP mở rộng và CP thông thường. Đối với CP thông thường cấu hình mỗi ký hiệu OFDM, khe có thể bao gồm 7 ký hiệu OFDM. Đối với CP mở rộng cấu hình mỗi ký hiệu OFDM, khoảng thời gian của mỗi ký hiệu OFDM mở rộng và do đó số lượng các ký hiệu OFDM được bao gồm trong khe nhỏ hơn trong trường hợp

của CP thông thường. Đối với CP mở rộng, khe có thể bao gồm, ví dụ, 6 ký hiệu OFDM. Khi trạng thái kênh không ổn định như trong trường hợp di chuyển tốc độ cao của UE, CP mở rộng có thể được sử dụng để làm giảm nhiễu liên ký hiệu.

Khi CP thông thường được sử dụng, mỗi khe bao gồm 7 ký hiệu OFDM, và do đó mỗi khung con bao gồm 14 ký hiệu OFDM. Trong trường hợp này, hai hoặc ba ký hiệu OFDM thứ nhất của mỗi khung con có thể được định vị tới kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH - physical downlink control channel) và ba ký hiệu OFDM khác có thể được định vị tới kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH - physical downlink shared channel).

Fig.1(b) minh họa cấu trúc khung radio loại-2. Khung radio loại-2 bao gồm hai nửa khung, mỗi nửa khung có 5 khung con, khe thời gian điều khiển đường xuống (DwPTS - downlink pilot time slot), khoảng bảo vệ (GP - guard period), và khe thời gian điều khiển đường lên (UpPTS - uplink pilot time slot). Mỗi khung con bao gồm hai khe. DwPTS được sử dụng để tìm kiếm ô ban đầu, đồng bộ hóa, hoặc đánh giá kênh trong UE, trong khi đó UpPTS được sử dụng để đánh giá kênh trong eNB và đồng bộ hóa truyền UL trong UE. GP được tạo ra để loại trừ nhiễu diễn ra trong UL do trễ đa đường của tín hiệu DL giữa DL và UL. Không quan tâm đến loại khung radio, khung con của khung radio bao gồm hai khe.

Ở đây, các cấu trúc khung radio được minh họa chỉ là các ví dụ, và các sửa đổi khác nhau có thể được thực hiện với số lượng các khung con được bao gồm trong khung radio, số lượng các khe được bao gồm trong khung con, hoặc số lượng các ký hiệu được bao gồm trong khe.

Fig.2 là sơ đồ minh họa lưới tài nguyên cho một khe DL. Khe DL bao gồm 7 ký hiệu OFDM trong miền thời gian và RB bao gồm 12 sóng mang con trong miền tần số. Tuy nhiên, các phương án của sóng chế không bị giới hạn ở đây. Đối với CP thông thường, khe có thể bao gồm 7 ký hiệu OFDM. Đối với CP mở rộng, khe có thể bao gồm 6 ký hiệu OFDM. Mỗi phần tử trong lưới tài

nguyên được đề cập đến là phần tử tài nguyên (RE - resource element). RB bao gồm 12×7 RE. Số lượng N^{DL} của các RB được bao gồm trong khe đường xuống tùy thuộc vào chiều rộng dải tần truyền DL. Khe UL có thể có cấu trúc tương tự như khe DL.

Fig.3 minh họa cấu trúc khung con DL. Lên tới ba ký hiệu OFDM thứ nhất của khe thứ nhất trong khung con DL được sử dụng là vùng điều khiển mà các kênh điều khiển được định vị và các ký hiệu OFDM khác của khung con DL được sử dụng là vùng dữ liệu mà PDSCH được định vị. Các kênh điều khiển DL được sử dụng trong 3GPP LTE bao gồm, ví dụ, kênh chỉ báo dạng điều khiển vật lý (PCFICH - physical control format indicator channel), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH - physical downlink control channel), và yêu cầu lặp tự động lai vật lý (HARQ - physical hybrid automatic repeat request) kênh chỉ báo lai vật lý (PHICH - physical hybrid indicator channel). PCFICH được truyền ở ký hiệu OFDM thứ nhất của khung con, mang thông tin về số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng cho bước truyền của các kênh điều khiển trong khung con. PHICH mang tín hiệu HARQ ACK/NACK tương ứng với bước truyền đường lên. Thông tin điều khiển được mang trên PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI - downlink control information). DCI bao gồm thông tin lập lịch UL hoặc DL hoặc các lệnh điều khiển công suất truyền UL cho các nhóm UE. PDCCH phân phối thông tin về việc định vị tài nguyên và định dạng truyền tải về kênh chia sẻ DL (DL-SCH - DL-shared channel), thông tin định vị tài nguyên về kênh chia sẻ UL (UL-SCH - UL-shared channel), thông tin phân trang của kênh phân trang (PCH - paging channel), thông tin hệ thống trên DL-SCH, thông tin về việc định vị tài nguyên cho thông báo điều khiển lớp cao hơn như phản hồi truy cập ngẫu nhiên được truyền trên PDSCH, tập hợp các lệnh điều khiển công suất truyền cho các UE đơn của nhóm UE, thông tin điều khiển công suất truyền, và âm thanh qua thông tin kích hoạt giao thức internet (VoIP - voice over internet protocol). Các PDCCH có thể được truyền trong vùng điều khiển. UE có thể giám sát các PDCCH. PDCCH

được tạo nên bằng cách tập hợp lại một hoặc nhiều phần tử kênh điều khiển liên tiếp (CCE - consecutive control channel element). CCE là bộ định vị logic được sử dụng để tạo ra PDCCH ở tốc độ mã hóa dựa vào trạng thái của kênh radio. CCE tương ứng với các nhóm RE. Định dạng của PDCCH và số lượng các bit sẵn có cho PDCCH được xác định tùy thuộc vào sự tương quan giữa số lượng các CCE và tốc độ mã hóa được tạo ra bởi các CCE. eNB xác định định dạng PDCCH theo DCI được truyền tới UE và bổ sung kiểm tra độ dư vòng (CRC - cyclic redundancy check) tới thông tin điều khiển. CRC được che bởi bộ nhận dạng (ID - identifier) đã biết là bộ nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI - radio network temporary identifier) theo chủ sở hữu hoặc việc sử dụng của PDCCH. Nếu PDCCH được hướng tới UE cụ thể, CRC của nó có thể được che bởi RNTI-ô (C-RNTI - cell-RNTI) của UE. Nếu PDCCH cho thông báo phân trang, CRC của PDCCH có thể được che bởi bộ phận dạng chỉ báo phân trang (P-RNTI - paging indicator identifier). Nếu PDCCH phân phối thông tin hệ thống, cụ thể là, khối thông tin hệ thống (SIB - system information block), CRC của nó có thể được che bởi ID thông tin hệ thống và RNTI thông tin hệ thống (SI-RNTI - system information RNTI). Để chỉ báo rằng PDCCH phân phối phản hồi truy cập ngẫu nhiên tương ứng với tiền tố truy cập ngẫu nhiên được truyền bởi UE, CRC của nó có thể được che bởi RNTI-truy cập ngẫu nhiên (RA-RNTI - random access -RNTI).

Fig.4 minh họa cấu trúc khung con UL. Khung con UL 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 định vị tới vùng điều khiển và kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PUSCH) mang dữ liệu người sử dụng được định vị tới vùng dữ liệu. Để duy trì tính chất sóng mang đơn, UE không đồng thời truyền PUSCH và PUCCH. PUCCH cho UE được định vị tới cặp RB trong khung con. Các RB của cặp RB chiếm dụng các sóng mang con khác nhau trong hai khe. Điều này thường được gọi là nhảy tần của cặp RB được định vị tới PUCCH qua ranh giới khe.

PUCCH

Thông tin điều khiển UL (UCI - UL control information) được truyền qua PUCCH có thể bao gồm yêu cầu lập lịch (SR - scheduling request), thông tin HARQ ACK/NACK, và thông tin đo kênh DL.

Thông tin HARQ ACK/NACK có thể được tạo ra tùy thuộc vào xem việc giải mã của gói dữ liệu DL trên PDSCH thành công hay không. Trong hệ thống truyền thông không dây thông thường, 1 bit được truyền như thông tin ACK/NACK cho việc truyền từ mã đơn DL và 2 bit được truyền như thông tin ACK/NACK cho việc truyền 2 từ mã DL.

Thông tin đo kênh có thể đề cập đến thông tin phản hồi được liên kết với hệ thống đa đầu vào đa đầu ra (MIMO - multiple input multiple output) và bao gồm bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI - channel quality indicator), chỉ số ma trận tiền mã hóa (PMI - precoding matrix index), và bộ chỉ báo thứ hạng (RI - rank indicator). Thông tin đo kênh có thể thường được đề cập đến là CQI. 20 bit có thể được sử dụng trong mỗi khung con để truyền CQI.

PUCCH có thể được giải điều biến nhờ sử dụng hệ thống khóa dịch pha nhị phân (BPSK - binary phase shift keying) và hệ thống khóa dịch pha cầu phương (QPSK - quadrature phase shift keying). Thông tin điều khiển của các UE có thể được truyền qua PUCCH. Khi ghép kênh phân chia theo mã (CDM - code division multiplexing) được thực hiện để phân biệt giữa các tín hiệu của các UE, tự tương quan zero biên độ không đổi (CAZAC - constant amplitude zero autocorrelation) với chiều dài là 12 chủ yếu được sử dụng. Chuỗi CAZAC có các đặc tính duy trì biên độ không đổi trong miền thời gian và miền tần số và do đó phù hợp với việc giảm tỉ lệ công suất đỉnh so với trung bình (PAPR - peak-to-average power ratio) hoặc số đo lập phương (CM - cubic metric) của UE để tăng lên vùng phủ sóng. Ngoài ra, thông tin ACK/NACK tương ứng với dữ liệu DL được truyền qua PUCCH được phủ sóng nhờ sử dụng chuỗi trực giao hoặc vùng trực giao (OC - orthogonal cover).

Ngoài ra, thông tin điều khiển được truyền trên PUCCH có thể được phân

biệt nhờ sử dụng các chuỗi được dịch chuyển theo chu kỳ có các giá trị dịch chuyển theo chu kỳ khác nhau (CS - cyclic shift). Chuỗi dịch chuyển theo chu kỳ có thể được tạo ra bằng cách dịch chuyển theo chu kỳ chuỗi gốc bởi lượng CS cụ thể. Lượng CS cụ thể được chỉ báo bởi chỉ số. Số lượng các CS sẵn có có thể thay đổi tùy thuộc vào trải trễ kênh. Các loại chuỗi khác nhau có thể được sử dụng là chuỗi gốc và chuỗi CAZAC nêu trên là ví dụ của chuỗi gốc.

Ngoài ra, lượng thông tin điều khiển mà UE có thể truyền trong khung con có thể được xác định tùy thuộc vào số lượng các ký hiệu SC-FDMA (nghĩa là, các ký hiệu SC-FDMA ngoại trừ ký hiệu SC-FDMA được sử dụng để truyền tín hiệu tham chiếu (RS - reference signal) cho việc phát hiện PUCCH rõ ràng) mà có thể được sử dụng để truyền thông tin điều khiển.

Trong 3GPP LTE, PUCCH được định rõ theo bảy định dạng khác nhau theo thông tin điều khiển được truyền, hệ thống điều biến và lượng thông tin điều khiển. Các thuộc tính của lượng thông tin điều khiển được truyền (UCI - uplink control information) cho mỗi định dạng PUCCH có thể được tóm tắt như được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1

Định dạng PUCCH	Hệ thống điều biến	Số lượng các bit của mỗi khung con	Sử dụng	v.v.
1	N/A	N/A	SR (Yêu cầu lập lịch)	
1a	BPSK	1	ACK/NACK	Một từ khóa
1b	QPSK	2	ACK/NACK	Hai từ khóa
2	QPSK	20	CQI	Mã hóa kết hợp ACK/NACK (CP mở rộng)
2a	QPSK+BPSK	21	CQI+ ACK/NACK	Chỉ CP thông thường
2b	QPSK+BPSK	22	CQI+ ACK/NACK	Chỉ CP thông thường

Định dạng PUCCH 1 được sử dụng để truyền chỉ SR. Khi SR được truyền một mình, dạng sóng không điều biến được ứng dụng, mà sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Định dạng PUCCH 1a hoặc 1b được sử dụng ở bước truyền HARQ ACK/NACK. Khi chỉ HARQ ACK/NACK được truyền trong khung con, định dạng PUCCH 1a hoặc 1b có thể được sử dụng. Ngoài ra, HARQ ACK/NACK và SR có thể được truyền trong cùng khung con nhờ sử dụng định dạng PUCCH 1a hoặc 1b.

Định dạng PUCCH 2 được sử dụng ở bước truyền CQI, trong khi đó định dạng PUCCH 2a hoặc 2b được sử dụng ở bước truyền CQI và HARQ ACK/NACK. Đối với CP mở rộng, định dạng PUCCH 2 có thể được sử dụng ở bước truyền CQI và HARQ ACK/NACK.

Fig.5 minh họa việc ánh xạ của các định dạng PUCCH tới các vùng PUCCH trong các khối tài nguyên vật lý UL. Trên Fig.5, $n_{PUCCH}^{(2)}$ thể hiện số

lượng các khối tài nguyên trên UL, và $0, 1, \dots, n_{PUCCH}^{(2)} - 1$ thể hiện các số khối tài nguyên vật lý. Về cơ bản, PUCCH được ánh xạ tới các cạnh đối diện của khối tần số UL. Như được minh họa trên Fig.5, các định dạng PUCCH 2/2a/2b được ánh xạ tới các vùng PUCCH được chỉ báo bởi $m=0$ và 1 , mà có thể thể hiện rằng các định dạng PUCCH 2/2a/2b được ánh xạ tới các khối tài nguyên được đặt ở các cạnh-dải tần. Ngoài ra, các định dạng PUCCH 2/2a/2b và các định dạng PUCCH 1/1a/1b có thể được trộn và được ánh xạ tới vùng PUCCH được chỉ báo bởi $m=2$. Các định dạng PUCCH 1/1a/1b có thể được ánh xạ tới các vùng PUCCH được chỉ báo bởi $m=3, 4$, và 5 . Số lượng ($n_{PUCCH}^{(1)}$) của các PUCCH RB sẵn có có thể được chỉ báo tới các UE trong ô bởi định dạng PUCCH 2/2a/2b, qua việc phát tín hiệu truyền thanh.

Các tài nguyên PUCCH

BS định vị tài nguyên PUCCH cho việc truyền UCI tới UE bằng cách ẩn hoặc hiện qua việc phát tín hiệu lớp cao hơn.

Đối với ACK/NACK, các ứng viên tài nguyên PUCCH có thể được thiết đặt cho UE bởi lớp cao hơn. Trong số các ứng viên tài nguyên PUCCH, tài nguyên PUCCH được sử dụng bởi UE có thể được xác định bằng cách ẩn. Ví dụ, UE có thể thu PDSCH từ BS và truyền ACK/NACK đến bộ dữ liệu tương ứng qua tài nguyên PUCCH hoàn toàn được xác định bởi tài nguyên PDCCH mà mang thông tin lập lịch về PDSCH.

Fig.6 minh họa ví dụ về việc xác định các tài nguyên PUCCH cho ACK/NACK.

Trên LTE, tài nguyên PUCCH cho thông tin ACK/NACK không được định vị trước tới các UE. Ngoài ra, các tài nguyên PUCCH được sử dụng riêng bởi các UE trong ô ở mỗi thời gian. Cụ thể là, tài nguyên PUCCH mà UE sử dụng để truyền ACK/NACK hoàn toàn được xác định dựa vào PDCCH mang thông tin lập lịch về PDSCH mà phân phối Dữ liệu DL. Toàn bộ vùng trong đó PDCCH được truyền trong khung con DL bao gồm các phần tử kênh điều khiển

(CCE - control channel element) và PDCCH được truyền tới UE bao gồm một hoặc nhiều CCE. CCE bao gồm các (ví dụ, 9) các nhóm phần tử tài nguyên (REG - resource element group). Một REG bao gồm bốn phần tử tài nguyên (Resource element) mà ở cạnh nhau với RS không được bao gồm. UE truyền ACK/NACK qua tài nguyên PUCCH ẩn mà được xuất phát hoặc được tính toán theo chức năng của chỉ số CCE cụ thể (ví dụ, chỉ số CCE thứ nhất hoặc thấp nhất) từ trong số các chỉ số CCE được bao gồm trên PDCCH được thu bởi UE.

Dựa vào Fig.6, mỗi chỉ số tài nguyên PUCCH tương ứng với tài nguyên PUCCH cho ACK/NACK. Như được minh họa trên Fig.6, giả sử rằng thông tin lập lịch về PDSCH được truyền tới UE trên PDCCH bao gồm các CCE #4, #5 và #6. UE truyền ACK/NACK tới BS trên PUCCH, ví dụ, PUCCH #4 được xuất phát hoặc được tính toán từ chỉ số CCE thấp nhất 4 cấu thành PDCCH. Fig.6 minh họa trường hợp trong đó lên tới M' CCE có mặt ở DL và lên tới M PUCCH có mặt ở UL. M có thể tương đương với M' , nhưng cũng có thể thiết đặt M khác M' và để ánh xạ các CCE tới các PUCCH bằng cách trùng lặp.

Ví dụ, chỉ số tài nguyên PUCCH có thể được xác định bằng phương trình sau.

Phương trình 1

$$n_{PUCCH}^{(1)} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

Ở đây, $n_{PUCCH}^{(1)}$ thể hiện chỉ số của tài nguyên PUCCH cho bước truyền của ACK/NACK, và $N_{PUCCH}^{(1)}$ thể hiện giá trị phát tín hiệu được thu từ lớp cao hơn. n_{CCE} có thể thể hiện chỉ số thấp nhất trong số các chỉ số ECCE được sử dụng ở bước truyền PDCCH.

Cấu trúc kênh PUCCH

Các định dạng PUCCH 1a/1b sẽ được mô tả đầu tiên dưới đây.

Theo các định dạng PUCCH 1a/1b, ký hiệu được điều biến nhờ sử dụng BPSK hoặc QPSK được nhân với chuỗi CAZAC có chiều dài là 12. Ví dụ, nhân

ký hiệu điều biến $d(n)$ với chuỗi CAZAC $r(n)$ ($n=0, 1, 2, \dots, N-1$) có chiều dài là N cho kết quả là $y(0), y(1), y(2), \dots, y(N-1)$. Các ký hiệu $y(0), y(1), y(2), \dots$, và $y(N-1)$ có thể được gọi là khối của các ký hiệu. Sau khi ký hiệu điều biến được nhân với chuỗi CAZAC, việc trải rộng qua các khối nhờ sử dụng chuỗi trực giao được áp dụng.

Chuỗi Hadamard với chiều dài là 4 được sử dụng cho thông tin ACK/NACK chung, trong khi phép biến đổi fourier rời rạc (DFT - discrete Fourier transform) với chiều dài là 3 được sử dụng để cho thông tin ACK/NACK được rút ngắn và tín hiệu tham chiếu. Đối với CP mở rộng, chuỗi Hadamard với chiều dài là 2 được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu.

Fig.7 minh họa cấu trúc kênh ACK/NACK cho CP thông thường. Fig.7 thể hiện bằng ví dụ cấu trúc của kênh PUCCH ở bước truyền HARQ ACK/NACK không có CQI. Ba ký hiệu SC-FDMA liên tiếp ở giữa bảy ký hiệu SC-FDMA mang các RS và bốn ký hiệu SC-FDMA còn lại mang các tín hiệu ACK/NACK. Đối với CP mở rộng, hai ký hiệu liên tiếp ở giữa các ký hiệu SC-FDMA có thể mang các RS. Số lượng và các vị trí của các ký hiệu được sử dụng cho RS có thể thay đổi tùy thuộc vào kênh điều khiển, và số lượng và các vị trí của các ký hiệu được sử dụng cho tín hiệu ACK/NACK được liên kết với RS có thể thay đổi tùy thuộc vào số lượng và các vị trí của các ký hiệu được sử dụng cho RS.

Thông tin ACK/NACK 1 bit và thông tin ACK/NACK 2-bit (mà không được đổi tần số) có thể được thể hiện trên ký hiệu điều biến HARQ ACK/NACK nhờ lần lượt sử dụng BPSK và QPSK. ACK có thể được mã hóa là 1, và NACK có thể được mã hóa là 0.

Khi điều khiển tín hiệu được truyền trong dải tần được định vị, trải hai hướng được ứng dụng để nâng cao khả năng ghép kênh. Nghĩa là, trải miền tần số và trải miền thời gian đồng thời được ứng dụng để tăng lên số lượng các UE hoặc các kênh điều khiển mà có thể được ghép kênh. Để trải tín hiệu ACK/NACK trong miền tần số, chuỗi miền tần số được sử dụng là chuỗi cơ bản.

Chuỗi Zadoff-Chu (ZC - Zadoff-Chu), một trong số các chuỗi CAZAC, có thể được sử dụng là chuỗi miền tần số. Ví dụ, các dịch chuyển vòng khác nhau (CS - cyclic shift) có thể được ứng dụng vào chuỗi ZC, mà là chuỗi cơ bản, để ghép kênh các UE khác nhau hoặc các kênh điều khiển khác nhau. Số lượng các tài nguyên CS được hỗ trợ bởi các ký hiệu SC-FDMA cho các PUCCH RB để truyền HARQ ACK/NACK được thiết đặt bởi thông số phát tín hiệu lớp cao hơn

ô cụ thể ($\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$), và $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} \in \{1, 2, 3\}$ thể hiện 12, 6 hoặc 4 dịch chuyển.

Tín hiệu ACK/NACK trải miền tần số được trải trong miền thời gian nhờ sử dụng mã trải trực giao. Với mã trải trực giao, chuỗi Walsh- Hadamard hoặc chuỗi DFT có thể được sử dụng. Ví dụ, tín hiệu ACK/NACK có thể được trải nhờ sử dụng các chuỗi trực giao (w_0, w_1, w_2, w_3) với chiều dài là 4 cho bốn ký hiệu. Ngoài ra, RS cũng có thể được trải nhờ sử dụng chuỗi trực giao với chiều dài là 3 hoặc 2, mà được đề cập đến là vùng trực giao (OC - orthogonal covering).

Các UE có thể được ghép kênh trong hệ thống ghép kênh phân chia theo mã (CDM - code division multiplexing) nhờ sử dụng các tài nguyên CS trong miền tần số và các tài nguyên OC trong miền thời gian như được nêu trên. Nghĩa là, thông tin ACK/NACK và các RS của số lượng lớn các UE có thể được ghép kênh trên cùng PUCCH RB.

Trong CDM trải miền thời gian, số lượng các mã trải được hỗ trợ cho thông tin ACK/NACK được giới hạn bởi số lượng các ký hiệu RS. Nghĩa là, số lượng các ký hiệu SC-FDMA ở bước truyền RS nhỏ hơn số lượng các ký hiệu SC-FDMA ở bước truyền ACK/NACK, và do đó khả năng ghép kênh của RS thấp hơn khả năng ghép kênh của thông tin ACK/NACK. Ví dụ, trong trường hợp của CP thông thường, thông tin ACK/NACK có thể được truyền trong bốn ký hiệu, nhưng ba mã trải trực giao được sử dụng khác ngoài bốn mã trải trực giao cho thông tin ACK/NACK. Điều này là do số lượng các ký hiệu truyền RS được giới hạn ở ba và do đó chỉ ba mã trải trực giao có thể được sử dụng cho RS.

Các ví dụ của chuỗi trực giao được sử dụng trong trải thông tin ACK/NACK được thể hiện trên bảng 2 và bảng 3. Bảng 2 thể hiện chuỗi cho ký hiệu có chiều dài là 4 và bảng 3 thể hiện chuỗi cho ký hiệu có chiều dài là 3. Chuỗi cho ký hiệu có chiều dài là 4 được sử dụng trong các định dạng PUCCH 1/1a/1b của cấu hình khung con thông thường. Xem xét trường hợp trong đó SRS được truyền trên ký hiệu cuối cùng của khe thứ hai trong cấu hình khung con, chuỗi cho ký hiệu với chiều dài là 4 có thể được ứng dụng vào khe thứ nhất và các định dạng PUCCH 1/1a/1b được rút ngắn của chuỗi cho ký hiệu với chiều dài là 3 có thể được ứng dụng vào khe thứ hai.

Bảng 2

Chỉ số chuỗi $n_{\text{oc}}^{(\tilde{p})}(n_s)$	Các chuỗi trực giao $[w(0) \ \dots \ w(N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH}} - 1)]$
0	$[+1 \ +1 \ +1 \ +1]$
1	$[+1 \ -1 \ +1 \ -1]$
2	$[+1 \ -1 \ -1 \ +1]$

Bảng 3

Chỉ số chuỗi $n_{\text{oc}}^{(\tilde{p})}(n_s)$	Các chuỗi trực giao $[w(0) \ \dots \ w(N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH}} - 1)]$
0	$[1 \ 1 \ 1]$
1	$[1 \ e^{j2\pi/3} \ e^{j4\pi/3}]$
2	$[1 \ e^{j4\pi/3} \ e^{j2\pi/3}]$

Khi ba ký hiệu được sử dụng cho bước truyền RS và bốn ký hiệu được sử dụng cho bước truyền thông tin ACK/NACK trong khe của khung con của CP

thông thường, nếu, ví dụ, sáu CS trong miền tần số và ba tài nguyên OC trong miền thời gian được cho phép được sử dụng, các tín hiệu HARQ ACK/NACK từ 18 UE khác nhau có thể được ghép kênh trên PUCCH RB. Khi hai ký hiệu được sử dụng cho bước truyền RS và bốn ký hiệu được sử dụng cho bước truyền thông tin ACK/NACK trong khe của khung con của CP mở rộng, nếu, ví dụ, sáu CS trong miền tần số và hai tài nguyên OC trong miền thời gian được cho phép được sử dụng, các tín hiệu HARQ ACK/NACK từ 12 UE khác nhau có thể được ghép kênh trên PUCCH RB.

Dưới đây, định dạng PUCCH 1 sẽ được mô tả. Yêu cầu lập lịch (SR - scheduling request) được truyền bởi yêu cầu lập lịch của UE hoặc không yêu cầu lập lịch của UE. Kênh SR sử dụng lại cấu trúc kênh ACK/NACK trong các định dạng PUCCH 1a/1b và được cấu hình bằng cách khóa bật-tắt (OOK - on-off keying) dựa vào thiết kế của kênh ACK/NACK. RS không được truyền trên kênh SR. Do đó, chuỗi với chiều dài là 7 được sử dụng trong trường hợp của CP thông thường, và chuỗi với chiều dài là 6 được sử dụng trong trường hợp của CP mở rộng. Các CS khác hoặc các vùng trực giao có thể được định vị tới SR và ACK/NACK. Nghĩa là, trong việc thực hiện việc truyền của SR dương, UE truyền HARQ ACK/NACK qua các tài nguyên được định vị cho SR. Trong việc thực hiện bước truyền của SR âm, UE truyền HARQ ACK/NACK qua các tài nguyên được định vị cho ACK/NACK.

Dưới đây, các định dạng PUCCH 2/2a/2b sẽ được mô tả. Các định dạng PUCCH 2/2a/2b là các kênh điều khiển ở bước truyền của phản hồi đo kênh (CQI, PMI và RI).

Khoảng báo cáo của phản hồi đo kênh (dưới đây, được đề cập đến là thông tin CQI) và bộ tần số (hoặc độ phân giải tần số) tùy thuộc vào việc đo có thể được điều khiển bởi BS. Các báo cáo CQI theo chu kỳ và không theo chu kỳ có thể được hỗ trợ trong miền thời gian. Định dạng PUCCH 2 có thể được sử dụng chỉ cho báo cáo theo chu kỳ và PUSCH có thể được sử dụng cho báo cáo không theo chu kỳ. Trong trường hợp của báo cáo không theo chu kỳ, BS có thể

lệnh cho UE truyền báo cáo CQI đơn trên tài nguyên được lập lịch cho việc truyền dữ liệu UL.

Fig.8 minh họa cấu trúc kênh CQI cho CP thông thường. Các ký hiệu SC-FDMA #1 và #5 (các ký hiệu thứ hai và thứ sáu) từ trong số các ký hiệu SC-FDMA #0 tới #6 của khe có thể được sử dụng để truyền tín hiệu tham chiếu giải điều biến (DMRS - demodulation reference signal), và thông tin CQI có thể được truyền trên các ký hiệu SC-FDMA còn lại. Trong trường hợp của CP mở rộng, một ký hiệu SC-FDMA (Ký hiệu SC-FDMA #3) được sử dụng để truyền DMRS.

Trong các định dạng PUCCH 2/2a/2b, việc điều biến bởi chuỗi CAZAC được hỗ trợ, và ký hiệu được điều biến theo QPSK được nhân với chuỗi CAZAC với chiều dài là 12. CS của chuỗi được thay đổi giữa các ký hiệu và giữa các khe. OC được sử dụng cho DMRS.

Trong số bảy ký hiệu SC-FDMA được bao gồm trong khe, hai ký hiệu SC-FDMA được đặt cách bởi khoảng ba ký hiệu SC-FDMA mang các DMRS và năm ký hiệu SC-FDMA còn lại mang thông tin CQI. Hai RS được sử dụng trong khe để hỗ trợ UE tốc độ cao. UE được nhận dạng nhờ sử dụng chuỗi CS. Các ký hiệu thông tin CQI được điều biến thành các ký hiệu SC-FDMA và được truyền. Ký hiệu SC-FDMA bao gồm chuỗi. Nghĩa là, UE điều biến CQI thành mỗi chuỗi và truyền các chuỗi.

Số lượng các ký hiệu mà có thể được truyền trong TTI là 10 và QPSK được xác định cho việc điều biến của thông tin CQI. Khi việc ánh xạ QPSK được sử dụng cho các ký hiệu SC-FDMA, ký hiệu SC-FDMA có thể mang 2 bit giá trị CQI và do đó khe có thể mang 10 bit giá trị CQI. Do đó, tối đa 20 bit giá trị CQI có thể được mang trong khung con. Để trải thông tin CQI trong miền tần số, mã trải miền tần số được sử dụng.

Chuỗi CAZAC với chiều dài là 12 (ví dụ, chuỗi ZC) có thể được sử dụng để trải mã miền tần số. Các kênh điều khiển có thể được phân biệt với nhau nhờ sử dụng các chuỗi CAZAC có các giá trị CS khác. Thông tin CQI trải miền tần

số phụ thuộc vào NIFFT.

12 UE khác có thể là được ghép kênh trực giao trong cùng PUCCH RB nhờ sử dụng 12 CS được đặt cách tương đương. Đối với CP thông thường, chuỗi DMRS trên các ký hiệu SC-FDMA #1 và #5 (Các ký hiệu SC-FDMA #3 đối với CP mở rộng) giống với tín hiệu chuỗi CQI trong miền tần số, nhưng chuỗi DMRS không được điều biến như trong trường hợp của thông tin CQI. UE có thể được thiết đặt bán tĩnh bằng cách phát tín hiệu lớp cao hơn để báo cáo theo chu kỳ các loại CQI, PMI và RI khác trên tài nguyên PUCCH được chỉ báo bởi chỉ số tài nguyên PUCCH $n_{PUCCH}^{(2)}$. Ở đây, chỉ số tài nguyên PUCCH $N_{PUCCH}^{(2)}$ là thông tin chỉ báo vùng PUCCH và giá trị CS được sử dụng cho việc truyền định dạng PUCCH 2/2a/2b.

Dưới đây, định dạng PUCCH nâng cao (e-PUCCH - enhanced-PUCCH) sẽ được mô tả. Định dạng e-PUCCH có thể tương ứng với định dạng PUCCH 3 trong LTE-A. Trải khối có thể được ứng dụng vào bước truyền ACK/NACK nhờ sử dụng định dạng PUCCH 3.

Trải khối là phương pháp điều biến tín hiệu điều khiển nhờ sử dụng SC-FDMA, mà được phân biệt với định dạng PUCCH 1 hoặc 2 chuỗi. Như được thể hiện trên Fig.9, chuỗi ký hiệu có thể được trải trong miền thời gian nhờ sử dụng mã vùng trực giao (OCC - orthogonal cover code) và được truyền. Điều khiển các tín hiệu của các UE có thể được ghép kênh trong cùng RB nhờ sử dụng OCC. Trong trường hợp của định dạng PUCCH 2 được mô tả ở trên, chuỗi ký hiệu được truyền trong miền thời gian và điều khiển các tín hiệu của nhiều UE được ghép kênh nhờ sử dụng CS của chuỗi CAZAC. Mặt khác, trong trường hợp của định dạng PUCCH dựa vào sự trải khối (ví dụ, định dạng PUCCH 3), chuỗi ký hiệu được truyền trong miền tần số và điều khiển các tín hiệu của nhiều UE được ghép kênh qua trải miền thời gian dựa vào OCC.

Fig.9(a) minh họa ví dụ của việc tạo ra và việc truyền bốn ký hiệu SC-FDMA (nghĩa là, các phần dữ liệu) nhờ sử dụng OCC với chiều dài là 4 (hoặc nhân tố trải (SF - spreading factor)=4) trong chuỗi ký hiệu trong một khe. Trong

trường hợp này, ba ký hiệu RS (nghĩa là, các phần RS) có thể được sử dụng trong một khe.

Fig.9(b) minh họa ví dụ của việc tạo ra và việc truyền năm ký hiệu SC-FDMA (nghĩa là, các phần dữ liệu) nhờ sử dụng OCC với chiều dài là 5 (hoặc $SF=5$) trong chuỗi ký hiệu trong một khe. Trong trường hợp này, hai ký hiệu RS có thể được sử dụng trong một khe.

Ở các ví dụ trên Fig.9, các ký hiệu RS có thể được tạo ra từ chuỗi CAZAC mà giá trị CS cụ thể được ứng dụng vào, và OCC định trước có thể được ứng dụng vào (hoặc được nhân với) các ký hiệu RS và được truyền. Nếu 12 ký hiệu điều biến được sử dụng mỗi ký hiệu OFDM (hoặc ký hiệu SC-FDMA) và mỗi ký hiệu điều biến được tạo ra theo QPSK trong các ví dụ trên Fig.9, số lượng tối đa các bit mà có thể được truyền trong khe là $12 \times 2 = 24$. Do đó, tổng cộng các bit mà có thể được truyền trong hai khe là 48. Khi cấu trúc kênh PUCCH sử dụng hệ thống trải khối được sử dụng, có thể truyền thông tin điều khiển mở rộng so với trường hợp của các định dạng PUCCH 1 và 2 hiện có.

Hệ thống ghép kênh ACK/NACK

Ở bước ghép kênh ACK/NACK, nội dung của ACK/NACK tới các bộ dữ liệu có thể được nhận dạng bởi sự kết hợp của bộ ACK/NACK thực tế được sử dụng ở bước truyền ACK/NACK và một trong các ký hiệu QPSK được điều biến. Ví dụ, giả sử rằng bộ ACK/NACK mang 2 bit thông tin và thu tối đa hai bộ dữ liệu. Ở đây, được giả sử rằng HARQ ACK/NACK cho mỗi bộ dữ liệu được thu được thể hiện bởi bit ACK/NACK. Trong trường hợp này, bộ truyền mà đã truyền dữ liệu có thể nhận dạng các kết quả ACK/NACK như được thể hiện dưới đây trên bảng 4.

Bảng 4

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0), b(1)$
ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK, DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
DTX, DTX	N/A	N/A

Trên bảng 4, HARQ-ACK(i) ($i=0, 1$) thể hiện kết quả ACK/NACK tương ứng với bộ dữ liệu i . Do tối đa hai bộ dữ liệu (bộ dữ liệu 0 và bộ dữ liệu 1) được giả sử được thu như được nêu trên, kết quả ACK/NACK tương ứng với bộ dữ liệu 0 được thể hiện như HARQ-ACK(0) và kết quả ACK/NACK tương ứng với bộ dữ liệu 1 được thể hiện như HARQ-ACK(1) trên bảng 4. Dựa vào bảng 4, DTX (Truyền không liên tục) chỉ báo rằng bộ dữ liệu tương ứng với HARQ-ACK(i) không được truyền hoặc rằng bộ thu không thể phát hiện sự có mặt của bộ dữ liệu tương ứng với HARQ-ACK(i). Ngoài ra, $n_{\text{PUCCH},X}^{(1)}$ thể hiện bộ ACK/NACK thực tế được sử dụng ở bước truyền ACK/NACK. Khi có tối đa của hai bộ ACK/NACK, các bộ ACK/NACK có thể được thể hiện là $n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$ và $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$. Ngoài ra, $b(0), b(1)$ thể hiện hai bit được truyền bởi các bộ ACK/NACK được chọn. Các ký hiệu điều biến được truyền qua các bộ ACK/NACK được xác định tùy thuộc vào các bit của $b(0)$ và $b(1)$.

Ví dụ, khi bộ thu thu thành công và giải mã hai bộ dữ liệu (như được chỉ báo bởi ACK, ACK trên bảng 4), bộ thu truyền hai bit (1, 1) nhờ sử dụng bộ

ACK/NACK $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$. Nếu bộ thu giải mã thất bại (hoặc phát hiện) bộ dữ liệu thứ nhất (nghĩa là, bộ dữ liệu 0 tương ứng với HARQ-ACK(0)) của hai bộ dữ liệu được thu và giải mã thành công bộ dữ liệu thứ hai (nghĩa là bộ dữ liệu 1 tương ứng với HARQ-ACK(1)) (như được chỉ báo bởi NACK/DTX, ACK trên bảng 4), bộ thu truyền hai bit (0, 0) nhờ sử dụng bộ ACK/NACK $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$.

Như vậy, có thể truyền thông tin ACK/NACK về các bộ dữ liệu nhờ sử dụng một bộ ACK/NACK bằng cách kết nối hoặc ánh xạ sự kết hợp của bộ ACK/NACK được chọn và các bit thực tế của bộ ACK/NACK được truyền (nghĩa là, sự kết hợp của $n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$ hoặc $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$ được chọn và b(0), b(1) trên bảng 4) tới nội dung của ACK/NACK thực tế. Bước ghép kênh ACK/NACK cho nhiều hơn hai bộ dữ liệu có thể sẵn sàng được thực hiện bằng cách mở rộng nguyên lý của bước ghép kênh ACK/NACK nêu trên.

Trong hệ thống ghép kênh ACK/NACK được mô tả ở trên, NACK và DTX không thể được phân biệt với nhau khi ít nhất một ACK có mặt với mỗi bộ dữ liệu (nghĩa là, NACK và DTX có thể được ghép lại là NACK/DTX như được thể hiện trên bảng 4). Điều này là do tất cả các trạng thái ACK/NACK (nghĩa là, các giả thuyết ACK/NACK) có thể được tạo ra khi NACK và DTX được phân biệt với nhau không thể được thể hiện bởi chỉ các kết hợp của các bộ ACK/NACK và các ký hiệu QPSK được điều biến. Khi ACK không có mặt cho bất kỳ bộ dữ liệu nào (nghĩa là, khi chỉ NACK hoặc DTX có mặt cho tất cả các bộ dữ liệu), trường hợp xác định đơn của NACK chỉ báo rằng chỉ một HARQ-ACKs(i) là NACK xác định (nghĩa là, NACK được phân biệt với DTX) có thể được định rõ. Trong trường hợp này, bộ ACK/NACK tương ứng với bộ dữ liệu cho NACK xác định có thể được dự trữ ở bước truyền của các tín hiệu ACK/NACK.

PUCCH kèm thêm (Piggyback)

Ở bước truyền UL trong hệ thống LTE 3GPP kế thừa (ví dụ, hệ thống phiên bản-8), việc truyền sóng mang đơn với tính chất số đo lập phương (CM -

cubic metric) tốt hoặc tỉ lệ công suất đỉnh so với trung bình tốt (PAPR - peak-to-average power ratio), mà ảnh hưởng tới việc thực hiện của bộ khuếch đại công suất, được duy trì để sử dụng hữu hiệu bộ khuếch đại công suất của UE. Nghĩa là, các đặc tính sóng mang đơn của dữ liệu được truyền có thể được duy trì qua việc tiền mã hóa DFT trong trường hợp của bước truyền PUSCH trong hệ thống LTE kế thừa. Trong trường hợp của bước truyền PUCCH, các đặc tính sóng mang đơn có thể được duy trì bằng cách mang thông tin trên chuỗi có các đặc tính sóng mang đơn. Tuy nhiên, nếu dữ liệu tiền mã hóa DFT không tiếp tục được phân bổ trên trục tần số, hoặc nếu PUSCH và PUCCH đồng thời được truyền, các đặc tính sóng mang đơn như vậy không được duy trì.

Do đó, khi bước truyền PUSCH diễn ra trong cùng khung con như cho bước truyền PUCCH như được minh họa trên Fig.10, thông tin điều khiển đường lên (UCI - uplink control information) được truyền trên PUCCH có thể được kèm thêm cùng với dữ liệu qua PUSCH để duy trì các đặc tính sóng mang đơn.

Như được nêu trên, LTE UE kế thừa không thể đồng thời truyền PUCCH và PUSCH, và do đó UE ghép kênh UCI (CQI/PMI, HARQ-ACK, RI, v.v.) trong vùng PUSCH trong khung con trong đó PUSCH được truyền. Ví dụ, khi CQI và/hoặc PMI được truyền trong khung con được phân bổ cho bước PUSCH, dữ liệu UL-SCH và CQI/PMI có thể được ghép kênh trước khi trải DFT, sao cho thông tin điều khiển và dữ liệu đồng thời được truyền. Trong trường hợp này, việc khớp tỉ lệ được thực hiện cho dữ liệu UL-SCH khi xem xét các tài nguyên CQI/PMI. Ngoài ra, thông tin điều khiển như HARQ ACK và RI có thể được ghép kênh trong vùng PUSCH bằng cách làm thùng dữ liệu UL-SCH.

Tín hiệu tham chiếu (RS - reference signal)

Trong các gói truyền trong hệ thống truyền thông không dây, các gói được truyền qua kênh radio, và do đó sự biến dạng tín hiệu có thể xảy ra trong quy trình truyền. Để bộ thu thu tín hiệu chính xác mặc dù biến dạng tín hiệu, tín hiệu được thu bị biến dạng nên được điều chỉnh nhờ sử dụng thông tin kênh. Khi

phát hiện thông tin kênh, tín hiệu mà đã biết tới cả bộ truyền và bộ thu được truyền và mức độ biến dạng của tín hiệu được thu qua kênh được sử dụng để phát hiện thông tin kênh. Tín hiệu này được đề cập đến là tín hiệu dẫn hướng hoặc tín hiệu tham chiếu.

Trong trường hợp trong đó dữ liệu được truyền và được thu nhờ sử dụng nhiều ăngten, trạng thái kênh giữa ăngten truyền và ăngten thu cần được nhận dạng để thu tín hiệu chính xác. Do đó, RS riêng được cần cho mỗi ăngten truyền và, cụ thể là, cho mỗi cổng ăngten.

Các RS có thể được chia thành UL RS và DL RS. Trong hệ thống LTE hiện tại, UL RS bao gồm:

i) tín hiệu tham chiếu- giải điều biến (DM-RS - demodulation-reference signal) để đánh giá kênh cho việc giải điều biến nhất quán của thông tin được truyền qua PUSCH và PUCCH, và

ii) tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS - sounding reference signal) để đo chất lượng kênh UL ở các tần số của các mạng khác trong BS.

DLRS bao gồm:

i) tín hiệu tham chiếu ô cụ thể (CRS - cell-reference signal) được chia sẻ bởi tất cả các UE trong ô;

ii) tín hiệu tham chiếu UE cụ thể cho UE cụ thể;

iii) tín hiệu tham chiếu-giải điều biến (DM-RS) được truyền cho việc giải điều biến nhất quán trong trường hợp của bước truyền của PDSCH;

iv) trạng thái kênh thông tin-tín hiệu tham chiếu (CSI-RS) để phân phối thông tin trạng thái kênh (CSI - channel state information) trong trường hợp của bước truyền của DL DMRS;

v) tín hiệu tham chiếu mạng tần số đơn truyền thông đa phương tiện (MBSFN - multimedia broadcast single frequency network) được truyền cho việc giải điều biến nhất quán của tín hiệu được truyền ở chế độ MBSFN, và

vi) tín hiệu tham chiếu định vị được sử dụng để đánh giá thông tin vị trí địa lý của UE.

Các RS có thể được chia rõ ràng thành hai tín hiệu tham chiếu theo các mục đích của nó. Có RS được sử dụng để thu nhận thông tin kênh và RS được sử dụng cho việc giải điều biến dữ liệu. Do RS trước được sử dụng khi UE thu nhận thông tin kênh trên DL, RS này nên được truyền qua dải tần rộng và thậm chí UE không thu dữ liệu DL trong khung con cụ thể nên thu RS. RS này cũng được ứng dụng vào các tình huống như chuyển giao. RS sau được gửi bởi BS cùng với tài nguyên trên DL. UE có thể thu RS để thực hiện đo kênh để thực hiện điều biến dữ liệu. RS này nên được truyền trong vùng trong đó dữ liệu được truyền.

CRS được sử dụng cho việc thu nhận thông tin kênh và cho việc giải điều biến dữ liệu, và RS UE cụ thể được sử dụng chỉ cho việc giải điều biến dữ liệu. CRS được truyền trong mọi khung con trong dải tần rộng và các RS lên tới bốn cổng ăngten được truyền theo số lượng các ăngten truyền của BS.

Ví dụ, nếu số lượng các ăngten truyền của BS là 2, các CRS cho các cổng ăngten #0 và #1 được truyền. Nếu số lượng các ăngten truyền của BS là 4, các CRS cho cổng các ăngten #0 tới #3 lần lượt được truyền.

Fig.11 là sơ đồ minh họa mô hình trong đó các CRS và các DRS được định rõ trong hệ thống LTE 3GPP kế thừa (ví dụ, phiên bản-8) được ánh xạ lên các cặp khối tài nguyên (RB). Cặp RB đường xuống, như bộ mà RS được ánh xạ vào, có thể được thể hiện là bộ của một khung con trong các miền thời gian 12 sóng mang con trong miền tần số. Nghĩa là, một cặp RB có chiều dài là 14 ký hiệu OFDM đối với CP thông thường (Fig.11(a)) và chiều dài là 12 ký hiệu OFDM đối với CP mở rộng (Fig.11(b)).

Fig.11 thể hiện các vị trí của các RS trên các cặp RB trong hệ thống trong đó BS hỗ trợ bốn ăngten truyền. Trên Fig.11, các phần tử tài nguyên (RE) được thể hiện bởi "0", "1", "2" và "3" thể hiện các vị trí của các CRS cho lần lượt các chỉ số cổng ăngten 0, 1, 2 và 3. Trên Fig.11, các RE được thể hiện bởi "D" thể hiện các vị trí của các DMRS.

PDCCH nâng cao (EPDCCH - Enhanced-PDCCH)

Trong hệ thống LTE sau phiên bản 11, PDCCH nâng cao (EPDCCH-Enhanced-PDCCH) có thể được truyền qua PDSCH vùng hiện có được xem xét là giải pháp đối với việc thiếu khả năng của PDCCH do đa điểm phối hợp (CoMP - coordinated multi-point), đa đầu vào đa đầu ra- đa người dùng (MU-MIMO - multi user-multiple input multiple output), và tương tự và sự suy giảm việc thực hiện PDCCH do nhiễu liên ô. Ngoài ra, với EPDCCH, đánh giá kênh có thể được thực hiện dựa vào các DMRS đối lập với PDCCH dựa vào CRS để thu được độ lợi tiền mã hóa.

Bước truyền EPDCCH có thể được chia thành bước truyền EPDCCH được định vị và bước truyền EPDCCH được phân biệt theo cấu hình của khối tài nguyên vật lý (PRB - physical resource block) được sử dụng cho bước truyền EPDCCH. Truyền EPDCCH được định vị thể hiện trường hợp trong đó các phần tử kênh điều khiển nâng cao (ECCE - enhanced control channel element) được sử dụng ở bước truyền một DCI cạnh nhau trong miền tần số, và có thể sử dụng tiền mã hóa cụ thể để thu được độ lợi tạo chùm tia. Ví dụ, truyền EPDCCH được định vị có thể dựa vào các ECCE liên tiếp số lượng mà tương ứng với mức tổng hợp. Mặt khác, bước truyền EPDCCH được phân biệt thể hiện trường hợp trong đó EPDCCH được truyền trên các cặp PRB riêng trong miền tần số. Truyền EPDCCH được phân biệt có lợi ích về mặt đa dạng tần số. Ví dụ, truyền EPDCCH được phân biệt có thể dựa vào các ECCE bao gồm bốn EREG được chứa trong mỗi cặp PRB riêng trong miền tần số. Đối với UE, một hoặc hai tập hợp EPDCCH PRB có thể được cấu hình bằng cách phát tín hiệu lớp cao hơn, và mỗi tập hợp EPDCCH PRB có thể được dự định cho một trong bước truyền EPDCCH được định vị và truyền EPDCCH được phân biệt.

UE có thể thực hiện giải mã như trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa để thu/thu nhận DCI qua EPDCCH. Cụ thể là, UE có thể cố gắng giải mã (hoặc giám sát) tập hợp các ứng viên EPDCCH ở mỗi mức tổng hợp, để các định dạng DCI tương ứng để thiết đặt các chế độ truyền. Ở đây, tập hợp các ứng viên EPDCCH phụ thuộc vào việc giám sát có thể được đề cập là khoảng tìm kiếm cụ

thể cho EPDCCH UE, và khoảng tìm kiếm có thể được thiết đặt/được cấu hình cho mỗi mức tổng hợp. Ngoài ra, các mức tổng hợp có thể là $\{1, 2, 4, 8, 16, 32\}$ theo loại khung con, chiều dài là CP, và lượng các tài nguyên sẵn có trong cặp PRB, mà ít nhiều khác trường hợp của hệ thống LTE/LTE-A kế thừa.

Đối với UE có EPDCCH được cấu hình, các RE được bao gồm trong tập hợp cặp PRB được đánh chỉ số bởi các EREG, và các EREG lần lượt được đánh chỉ số bởi các ECCE. Các ứng viên EPDCCH cấu hình khoảng tìm kiếm có thể được xác định dựa vào các ECCE được đánh chỉ số và sau đó giải mã mà có thể được thực hiện. Do đó, thông tin điều khiển có thể được thu. Ở đây, EREG tương ứng với REG trong LTE/LTE-A kế thừa và ECCE tương ứng với CCE trong LTE/LTE-A kế thừa. Cặp PRB có thể bao gồm 16 EREG.

Bước truyền của EPDCCH và báo nhận thu

UE đã thu EPDCCH có thể truyền ACK/NACK/DTX cho EPDCCH qua PUCCH. Chỉ số của tài nguyên, nghĩa là, tài nguyên PUCCH có thể được xác định bởi chỉ số ECCE thấp nhất trong số các chỉ số ECCE được sử dụng ở bước truyền EPDCCH bằng cách giống với phương trình 1 được thảo luận ở trên. Nghĩa là, chỉ số có thể được thể hiện như phương trình 2 được đưa ra dưới đây.

Phương trình 2

$$n_{PUCCH-ECCE}^{(1)} = n_{ECCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

Ở phương trình 2, $n_{PUCCH-ECCE}^{(1)}$ là chỉ số của tài nguyên PUCCH, n_{ECCE} là chỉ số ECCE thấp nhất trong số các chỉ số ECCE được sử dụng ở bước truyền EPDCCH, và $N_{PUCCH}^{(1)}$ (mà có thể được thay thế bởi $N_{PUCCH,EPDCCH}^{(1)}$), mà là giá trị được phân phối qua việc phát tín hiệu lớp cao hơn, thể hiện điểm ở nơi chỉ số tài nguyên PUCCH bắt đầu.

Trong trường hợp trong đó chỉ số tài nguyên PUCCH được xác định chỉ bởi phương trình 2, sự xung đột tài nguyên có thể xảy ra. Ví dụ, nếu hai tập hợp

EPDCCH PRB được cấu hình, việc đánh chỉ số ECCE được thực hiện độc lập ở mỗi tập hợp EPDCCH PRB, và do đó các chỉ số ECCE thấp nhất của các tập hợp EPDCCH PRB có thể tương đương nhau. Vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách thiết đặt các điểm bắt đầu khác nhau của các tài nguyên PUCCH với người sử dụng khác nhau. Tuy nhiên, việc thiết đặt điểm bắt đầu của tài nguyên PUCCH khác với mọi người sử dụng dẫn đến sự dự trữ của nhiều tài nguyên PUCCH và do đó không hiệu quả. Ngoài ra, DCI của đa người dùng có thể được truyền qua EPDCCH ở cùng vị trí ECCE như trong trường hợp của MU-MIMO, và do đó cũng có nhu cầu về phương pháp để định vị các tài nguyên PUCCH nhờ xem xét trường hợp được nêu trên. Để giải quyết vấn đề như được nêu trên, dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO - ACK resource offset) đã được giới thiệu. ARO cho phép tránh xung đột tài nguyên PUCCH bằng cách dịch chuyển các tài nguyên PUCCH, mà được xác định bởi chỉ số ECCE thấp nhất trong số các chỉ số ECCE cấu hình EPDCCH và các dịch vị bắt đầu của các tài nguyên PUCCH được truyền qua việc phát tín hiệu lớp cao hơn, tới phạm vi định trước. ARO được chỉ báo bởi 2 bit trong các định dạng DCI 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D được truyền qua EPDCCH, như được thể hiện dưới đây trên bảng 5.

Bảng 5

Trường dịch vị tài nguyên ACK/NACK ở định dạng DCI 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D	Δ_{ARO}
0	0
1	-1
2	-2
3	2

BS chỉ định một trong các giá trị ARO trên bảng 5 cho UE cụ thể, và sau đó thông báo, qua định dạng DCI, UE cụ thể của ARO để sử dụng trong việc xác định tài nguyên PUCCH. UE có thể phát hiện trường ARO trong định dạng DCI của nó và truyền báo nhận thu qua tài nguyên PUCCH được xác định nhờ sử

dụng giá trị trường được phát hiện.

Trong TDD không giống trong FDD, UL và DL không tách biệt nhau. Do đó, có thể có trường hợp trong đó ACK/NACK cho nhiều khung con DL (của PDSCH) cần được truyền trong một khung con UL. Trường hợp này sẽ được mô tả dựa vào Fig.11. Fig.11(a) minh họa các cấu hình đường lên-đường xuống được sử dụng trong TDD, và Fig.11(b) minh họa ACK/NACK cho cấu hình TDD UL-DL 2. Dựa vào Fig.11, trong cấu hình TDD UL-DL 2, các khung con có thể sử dụng cho UL bị giới hạn ở các khung con #2 và #7. Do đó, phản hồi ACK/NACK tới tám khung con DL (bao gồm khung con đặc biệt) cần được truyền qua hai khung con UL (khung con #2, và khung con #7). Vì mục đích này, các chỉ số tập hợp liên kết DL được định rõ như được thể hiện trên bảng 6 dưới đây.

Bảng 6

Cấu hình UL-DL	Khung con n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7, 6	4	-	-	-	7, 6	4	-
2	-	-	8, 7, 4, 6	-	-	-	-	8, 7, 4, 6	-	-
3	-	-	7, 6, 11	6, 5	5, 4	-	-	-	-	-
4	-	-	12, 8, 7, 11	6, 5, 4, 7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

Tập hợp liên kết DL K bao gồm các phần tử $\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$ trong mỗi khung con UL, và kích thước của số bó M thể hiện số lượng các khung con DL trong tập hợp liên kết K trong đó ACK/NACK nên được truyền. Trên bảng 6, mỗi số chỉ báo số lượng các khung con quay lại khung con DL từ khung con UL hiện tại. Ví dụ, trong cấu hình UL-DL 2, ACK/NACK cho các khung con thứ

tám, thứ bảy, thứ tư và thứ sáu (nghĩa là, các khung con 4, 5, 8 và 6 của khung radio trước) khung con #2 trước được truyền trong khung con #2 như được thể hiện trên Fig.11(b).

Để truyền ACK/NACK cho nhiều khung con DL trong một khung con UL, việc định vị tài nguyên hệ thống trong đó các tài nguyên PUCCH theo trình tự được nối liền với nhau theo thứ tự của tập hợp liên kết cho mỗi tập hợp EPDCCH PRB được sử dụng. Trong cấu hình UL-DL 5, ví dụ, vùng tài nguyên PUCCH cho các khung con tương ứng với tập hợp liên kết {13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6} được dự trữ trong khung con 2 cho tập hợp EPDCCH-PRB J . Ví dụ này được minh họa trên Fig.12. Dựa vào Fig.12, mỗi khối là vùng tài nguyên PUCCH cho mỗi khung con tương ứng với bộ liên kết, m là chỉ số của khung con DL được truyền trong khung con #2 (nghĩa là, các chỉ số theo trình tự trong tập hợp liên kết {13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6}). Ví dụ, $m=1$ tương ứng với 12 (khung con trước thứ mười hai từ khung con #2 =khung con #0 của khung radio trước cuối cùng)), và $N_{eCCE,i,j}$ là số lượng các ECCE của khung con thứ i trong tập hợp-EPDCCH-PRB J .

Tuy nhiên, dự trữ tất cả các vùng tài nguyên PUCCH cho nhiều khung con DL trong khung con UL như trên Fig.12 có thể dẫn đến sự lãng phí của các tài nguyên PUCCH. Để ngăn ngừa sự lãng phí như vậy, nhờ sử dụng giá trị ARO, mà là giá trị âm của chiều dài lớn, có thể được xem xét. Ví dụ, nếu

$$-\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 2$$

được sử dụng là giá trị ARO, tài nguyên PUCCH cho khung con m có thể được di chuyển tới vùng tài nguyên PUCCH của khung con trước (Cụ thể là, khung con thứ nhất trong bộ liên kết). Tuy nhiên, khi ARO được sử dụng, nếu có nhiều khung con DL như trong cấu hình UL-DL 5, các tài nguyên PUCCH của nhiều khung con DL đó được tập trung vào tài nguyên PUCCH của khung con thứ nhất trong bộ liên kết, và do đó sự xung đột tài nguyên PUCCH

có thể xảy ra. Do đó, ARO để giải quyết cả sự lãng phí của các tài nguyên PUCCH xuất phát từ sự dự trữ các tài nguyên PUCCH cho nhiều khung con UL và sự xung đột tài nguyên PUCCH xuất phát từ việc sử dụng giá trị âm lớn của ARO sẽ được thảo luận dưới đây. Nguyên lý cơ bản của các phương án được đưa ra dưới đây là các DL SF trong cửa sổ bó được chia thành các nhóm S, mỗi nhóm S bao gồm giá trị ARO khác, và giá trị ARO có thể di chuyển tới SF cụ thể khác trong mỗi nhóm. Dưới đây, các phương án của sáng chế sẽ được thảo luận chi tiết.

Phương án 1

Trong trường hợp trong đó ACK/NACK liên quan đến hai hoặc nhiều khung con được truyền trong khung con UL (nghĩa là, $M > 1$), tập hợp giá trị có thể cho ARO bao gồm giá trị ARO như ở phương trình 3 dưới đây.

Phương trình 3

$$- \sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1$$

Ở đây, m thể hiện chỉ số của hai hoặc nhiều khung con (chỉ số trình tự nêu trên), và $N_{eCCE,i,j}$ thể hiện số lượng các ECCE của khung con thứ i trong tập hợp-EPDCCH-PRB j .

Giá trị ARO theo phương trình 3 (nghĩa là, ARO thứ nhất (giá trị)) có thể di chuyển/dịch chuyển tài nguyên PUCCH của khung con cụ thể tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con trước khung con cụ thể (mà có thể tương ứng với vùng ARO của khung con cụ thể thậm chí sau khi ứng dụng ARO tùy thuộc vào lượng dịch chuyển). Ngoài ra, giá trị ARO thứ nhất thực hiện các chức năng để tạo ra lượng dịch chuyển khác tùy thuộc vào nhóm nào mà khung con cụ thể thuộc về trong số các nhóm liên quan đến hai hoặc nhiều khung con, mà sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa vào Fig.13.

Fig.13 là sơ đồ minh họa việc xếp chồng của vùng các tài nguyên PUCCH cho các khung con DL tương ứng với tập hợp liên kết trong khung con #2 trong

trường hợp của cấu hình UL-DL 5 như được thể hiện trên Fig.12. Mỗi khối là vùng tài nguyên PUCCH cho mỗi khung con tương ứng với bộ liên kết, m là chỉ số của khung con DL để truyền trong khung con #2 (nghĩa là, các chỉ số trình tự trong tập hợp liên kết {13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6}), và $N_{eCCE,i,j}$ là số lượng các ECCE của khung con thứ i trong tập hợp-EPDCCH-PRB j .

Quay lại phương trình 3, các giá trị ARO theo m theo điều kiện như trên Fig.13 được tạo ra như trên bảng 7 dưới đây.

Bảng 7

m	$-\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1$
1	$-N_{eCCE,0,j} - 1$
2	$-N_{eCCE,1,j} - 1$
3	$-N_{eCCE,2,j} - 1$
4	$-N_{eCCE,2,j} - N_{eCCE,3,j} - 1$
5	$-N_{eCCE,3,j} - N_{eCCE,4,j} - 1$
6	$-N_{eCCE,4,j} - N_{eCCE,5,j} - 1$
7	$-N_{eCCE,4,j} - N_{eCCE,5,j} - N_{eCCE,6,j} - 1$
8	$-N_{eCCE,5,j} - N_{eCCE,6,j} - N_{eCCE,7,j} - 1$

Dựa vào bảng 7, đối với m giữa 1 và 3 (nghĩa là, giữa khung con thứ hai và khung con thứ tư trong bộ liên kết), giá trị ARO là $-(\text{số lượng các ECCE của khung con trước cuối cùng}+1)$. Ngoài ra, đối với m giữa 4 và 6 (nghĩa là, giữa khung con thứ năm và khung con thứ bảy trong bộ liên kết), giá trị ARO là $-(\text{số lượng các ECCE của hai khung con trước cuối cùng}+1)$. Đối với m giữa 7 và 8 (nghĩa là, giữa khung con thứ tám và khung con thứ chín trong bộ liên kết), giá

trị ARO là $-(\text{số lượng các ECCE của ba khung con trước cuối cùng}+1)$.

Nghĩa là giá trị ARO thứ nhất tạo ra/định vị lượng các dịch chuyển khác (nghĩa là, lượng dịch chuyển bởi số lượng các ECCE của khung con trước cuối cùng +1 cho nhóm thứ nhất, lượng dịch chuyển bởi số lượng các ECCE của hai khung con trước cuối cùng +1 cho nhóm thứ hai, và lượng dịch chuyển bởi số lượng các ECCE của ba khung con trước cuối cùng +1 cho nhóm thứ ba) tới các nhóm, khi liên kết thiết đặt lên tới ba nhóm (nghĩa là, nhóm thứ nhất của khung con thứ hai tới khung con thứ tư, nhóm thứ hai của khung con thứ năm tới khung con thứ bảy, và nhóm thứ ba của khung con thứ tám tới khung con thứ chín).

Quay lại Fig.13, vùng tài nguyên PUCCH cho khung con DL thuộc về nhóm thứ ba được dịch chuyển tới vùng tài nguyên PUCCH cho ba khung con cuối cùng. Cụ thể là, khi ARO thứ nhất được ứng dụng, vùng tài nguyên PUCCH đối với $m=8$ (khung con thứ chín của bộ liên kết), vùng tài nguyên PUCCH có thể được dịch chuyển tới vùng tài nguyên PUCCH của $m=5$ (khung con thứ sáu của bộ liên kết), với tối đa (trong đó “tối đa” gợi ý rằng có thể có trường hợp trong đó vùng tài nguyên PUCCH không được dịch chuyển tới vùng tài nguyên PUCCH của $m=5$ tùy thuộc khi số lượng các ECCE được bao gồm trong khung con DL thậm chí khi ARO được ứng dụng). Nghĩa là, với giá trị ARO thứ nhất được sử dụng, sự dịch chuyển/sự nén khác của tài nguyên PUCCH có thể được thực hiện cho mỗi nhóm như được chỉ báo bởi các mũi tên trên Fig.13.

Tóm lại, khi ACK/NACK liên quan đến hai hoặc nhiều khung con cần được truyền trong khung con UL ($M > 1$), tập hợp ARO theo phương án 1 có

thể bao gồm giá trị ARO thứ nhất $-\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1$, và do đó

$$\left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 2, -\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1, 0, 2 \right\}.$$

Nếu ACK/NACK liên quan đến một khung con cần được truyền trong khung con UL ($M=1$), tập hợp ARO là $\{-2, -1, 0, 2\}$.

Phương án 2

Các tập hợp ARO theo phương án 2 có thể được đưa ra bởi phương trình 4 dưới đây.

Phương trình 4

$$\begin{aligned} & \{-2, -1, 0, 2\}, m = 0 \\ & \left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -N_{eCCE,m-1,j} - y, 0, 2 \right\}, 1 \leq m \leq a \\ & \left\{ -\sum_{i=1}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -N_{eCCE,m-1,j} - y, 0, 2 \right\}, a+1 \leq m \leq b \\ & \left\{ -\sum_{i=2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -N_{eCCE,m-1,j} - y, 0, 2 \right\}, b < m \end{aligned}$$

Ở phương trình 4, a và b có các giá trị mà các khung con DL trong cửa sổ bó được chia thành các nhóm. A và b có thể có các giá trị định trước hoặc các giá trị được chuyển đổi qua, ví dụ, việc phát tín hiệu lớp cao hơn. Ví dụ, a=2, b=5, và chín khung con DL có thể được chia tương đương theo tỉ lệ 3:3:3. Theo phương trình 4, các tài nguyên PUCCH của các khung con có m giữa 1 và a có thể được dịch chuyển tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất, các tài nguyên PUCCH của các khung con có m giữa a và b có thể được dịch chuyển tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con thứ hai, và các tài nguyên PUCCH của các khung con có m lớn hơn hoặc tương đương với b+1 có thể được dịch chuyển tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con thứ ba. Do đó, việc phân biệt/ trùng lặp không tương đương của các tài nguyên PUCCH có thể được ngăn ngừa. Ở phương án 2 và các phương án khác được đưa ra dưới đây,

x, y, z, x', y' và z' là các số nguyên ít hơn nhiều so với $N_{eCCE,i,j}$, và có thể có các giá trị định trước hoặc các giá trị được phát tín hiệu.

Phương án 3

Tập hợp ARO theo phương án 3 có thể được đưa ra bởi phương trình 5 dưới đây.

Phương trình 5

$$\begin{aligned} & \{-2, -1, 0, 2\}, m = 0 \\ & \{-N_{eCCE,0,j} - x, -1, 0, 2\}, m = 1 \\ & \left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x', -\sum_{i=1}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, 0, 2 \right\}, 1 < m \end{aligned}$$

Ở phương trình 5, giá trị ARO thứ nhất là cho việc dịch chuyển của các tài nguyên PUCCH tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất, và giá trị ARO thứ hai là cho việc dịch chuyển của các tài nguyên PUCCH tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con thứ hai.

Phương án 4

Các tập hợp ARO theo phương án 4 có thể được đưa ra bởi phương trình 6 dưới đây.

Phương trình 6

$$\begin{aligned} & \{-2, -1, 0, 2\}, m = 0 \\ & \left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=1}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, -\sum_{i=2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - z, 0 \right\}, 1 \leq m \end{aligned}$$

Các giá trị ARO, $-\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=1}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, -\sum_{i=2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - z$ có thể tạo ra tối đa các lượng dịch chuyển của khung con cuối cùng, hai khung con cuối cùng, và ba khung con cuối cùng tới vùng tài nguyên PUCCH.

Phương án 5

Các tập hợp ARO theo phương án 5 có thể được đưa ra bởi phương trình 7 dưới đây.

Phương trình 7

$$\{-2, -1, 0, 2\}, m=0$$

$$\left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=1}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, 0, 2 \right\}, 1 \leq m \leq a$$

$$\left\{ -\sum_{i=1}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, 0, 2 \right\}, a+1 \leq m \leq b$$

$$\left\{ -\sum_{i=2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=3}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, 0, 2 \right\}, b+1 < m$$

Ở phương trình 7, các khung con trong bộ liên kết được chia thành ba nhóm. Tối đa các lượng dịch chuyển được cung cấp tới các nhóm sao cho nhóm thứ nhất được dịch chuyển lên tới vùng tài nguyên PUCCH cho các khung con thứ nhất và thứ hai, nhóm thứ hai được dịch chuyển lên tới vùng tài nguyên PUCCH cho các khung con thứ hai và thứ ba, và nhóm thứ ba được dịch chuyển lên tới vùng tài nguyên PUCCH cho các khung con thứ ba và thứ tư. Trong khi các khung con được minh họa như được chia thành ba nhóm ở ví dụ nêu trên, các khung con có thể được chia thành hai nhóm khi cần. Trong trường hợp này, tập hợp ARO của nhóm cuối cùng hoặc nhóm thứ hai của phương án nêu trên không thể được sử dụng.

Phương án 6

Các tập hợp ARO theo phương án 6 có thể được đưa ra bởi phương trình 8 dưới đây.

Phương trình 8

$$\{-2, -1, 0, 2\}, m=0$$

$$\left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -N_{eCCE,m-1,j} - y, 0, 2 \right\}, 1 \leq m \leq a$$

$$\left\{ -\sum_{i=2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -N_{eCCE,m-1,j} - y, 0, 2 \right\}, a < m$$

Ở phương án 6, các khung con trong tập hợp liên kết được chia thành lên

tới hai nhóm. Trong trường hợp của nhóm thứ nhất, giá trị ARO để dịch chuyển các tài nguyên tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất hoặc giá trị ARO để dịch chuyển các tài nguyên tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con trước có thể được ứng dụng. Trong trường hợp của nhóm thứ hai, giá trị ARO để dịch chuyển các tài nguyên tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con thứ hai hoặc giá trị ARO để dịch chuyển các tài nguyên tới vùng tài nguyên PUCCH cho khung con trước có thể được ứng dụng.

Phương án 7

Các tập hợp ARO theo phương án 7 có thể được đưa ra bởi phương trình 9 dưới đây.

Phương trình 9

$$\begin{aligned} & \{-2, -1, 0, 2\}, m=0 \\ & \left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=1}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, 0, 2 \right\}, 1 \leq m \leq a \\ & \left\{ -\sum_{i=2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=3}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, 0, 2 \right\}, a < m \end{aligned}$$

Theo phương trình 9, các khung con trong tập hợp liên kết được chia lên tới hai nhóm, và giá trị ARO để dịch chuyển các tài nguyên PUCCH tới vùng tài nguyên PUCCH cho các khung con thứ nhất và thứ hai có thể được ứng dụng vào nhóm thứ nhất. Giá trị ARO để dịch chuyển các tài nguyên PUCCH tới vùng tài nguyên PUCCH cho các khung con thứ ba và thứ tư có thể được ứng dụng vào nhóm thứ hai.

Phương án 8

Các tập hợp ARO theo phương án 8 có thể được đưa ra bởi phương trình 10 dưới đây.

Phương trình 10

$$\{-2, -1, 0, 2\}, m=0$$

$$\left\{ -\sum_{i=m-2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -N_{eCCE,m-1,j} - y, 0, 2 \right\}, 1 \leq m \leq a$$

$$\left\{ -\sum_{i=m-2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=m-3}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, -N_{eCCE,m-1,j} - z, 0 \right\}, a < m$$

Phương án 9

Các tập hợp ARO theo phương án 9 có thể được đưa ra bởi phương trình 11 dưới đây.

Phương trình 11

$$\{-2, -1, 0, 2\}, m=0$$

$$\left\{ -\sum_{i=m-2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -N_{eCCE,m-1,j} - y, 0, 2 \right\}, 1 \leq m \leq a$$

$$\left\{ -\sum_{i=m-2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=m-3}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, 0, 2 \right\}, a+1 \leq m \leq b$$

$$\left\{ -\sum_{i=m-3}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=m-4}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, 0, 2 \right\}, b+1 < m$$

Phương án 10

Các tập hợp ARO theo phương án 10 có thể được đưa ra bởi phương trình 12 dưới đây.

Phương trình 12

$$\{-2, -1, 0, 2\}, m=0$$

$$\left\{ -N_{eCCE,m-1,j} - x, -1, 0, 2 \right\}, 1 \leq m \leq a$$

$$\left\{ -\sum_{i=m-1}^{m-2} N_{eCCE,i,j} - x', -N_{eCCE,m-1,j} - y, 0, 2 \right\}, a+1 \leq m \leq b$$

$$\left\{ -\sum_{i=m-3}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - z, -\sum_{i=m-2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x'', -N_{eCCE,m-1,j} - y', 0 \right\}, b+1 < m$$

Phương án 11

Các tập hợp ARO theo phương án 11 có thể được đưa ra bởi phương trình 13 dưới đây.

Phương trình 13

$$\begin{aligned} & \{-2, -1, 0, 2\}, m=0 \\ & \left\{ -\sum_{i=m-1}^{m-2} N_{eCCE,i,j} - x', -N_{eCCE,m-1,j} - y, 0, 2 \right\}, 1 \leq m \leq a \\ & \left\{ -\sum_{i=m-2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x, -\sum_{i=m-3}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - y, 0, 2 \right\}, a+1 \leq m \leq b \\ & \left\{ -\sum_{i=m-3}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - z, -\sum_{i=m-2}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - x'', -N_{eCCE,m-1,j} - y', 0 \right\}, b+1 < m \end{aligned}$$

Phương án 12

Các tập hợp ARO theo phương án 12 có thể được đưa ra bởi phương trình 14 dưới đây.

Phương trình 14

$$\begin{aligned} & \{-2, -1, 0, 2\}, m=0 \\ & \left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 2, -N_{eCCE,m-1,j} - 1, 0, 2 \right\}, 1 \leq m \leq 3 \\ & \left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 2, -\sum_{i=m-\lfloor m/2 \rfloor}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1, 0, 2 \right\}, 3 < m \end{aligned}$$

Theo phương án 12, các khung con trong tập hợp liên kết được chia thành lên tới hai nhóm, và ARO có giá trị dịch vị mà có thể thay đổi tùy thuộc vào giá trị của m có thể được sử dụng cho nhóm thứ hai.

Phương án 13

Các khung con trong tập hợp liên kết có thể được chia thành một số nhóm và tập hợp ARO được ứng dụng vào các nhóm tương ứng có thể được thiết đặt sao cho các giá trị dịch vị lớn tương đương với nhau, và các giá trị dịch vị nhỏ của x, y và z khác nhau. Ví dụ, nếu tập hợp ARO là $\{-X - x, -Y - y, -Z - z, 0\}$

hoặc $\{-X-x, -Y-y, 0, 2\}$, chỉ các dịch vị nhỏ của x, y và z có thể được thiết đặt là các giá trị khác nhau.

Kết hợp với hoặc độc lập của các phương án nêu trên, trong trường hợp của cấu hình UL-DL 5, khi các tài nguyên PUCCH cho các khung con truyền ACK/NACK trong khung con #2 được bố trí liên kề nhau, số 11 có thể đến cuối cùng theo thứ tự, không giống ví dụ trên bảng 6. Nghĩa là, bảng 6 được thay đổi thành bảng 8. Trong trường hợp này, sự dự trữ thừa các tài nguyên PUCCH có thể được nén. Khung con tương ứng với số 11 là khung con đặc biệt do EPDCCH không được truyền trong khung con đó.

Bảng 8

Cấu hình UL-DL	Khung con n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7, 6	4	-	-	-	7, 6	4	-
2	-	-	8, 7, 4, 6	-	-	-	-	8, 7, 4, 6	-	-
3	-	-	7, 6, 11	6, 5	5, 4	-	-	-	-	-
4	-	-	12, 8, 7, 11	6, 5, 4, 7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 6, 11	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

Các cấu hình của các thiết bị cho các phương án của sáng chế

Fig.14 là sơ đồ minh họa cấu hình của thiết bị điểm truyền và UE theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.14, thiết bị điểm truyền 10 có thể bao gồm môđun thu 11, môđun truyền 12, bộ xử lý 13, bộ nhớ 14, và các ăngten 15. Các ăngten 15 thể hiện thiết bị điểm truyền mà hỗ trợ việc truyền và thu MIMO. Môđun thu 11 có thể thu các tín hiệu khác nhau, dữ liệu và thông tin từ UE trên đường lên. Môđun truyền 12 có thể truyền các tín hiệu khác nhau, dữ liệu và thông tin tới UE trên đường xuống. Bộ xử lý 13 có thể điều khiển toàn bộ hoạt động của thiết

bị điểm truyền 10.

Bộ xử lý 13 của thiết bị điểm truyền 10 theo một phương án của sáng chế có thể thực hiện các quy trình xử lý cần thiết cho các phương án nêu trên.

Ngoài ra, bộ xử lý 13 của thiết bị điểm truyền 10 có thể chức năng để xử lý thao tác thông tin được thu bởi thiết bị điểm truyền 10 hoặc thông tin được truyền từ thiết bị điểm truyền 10, và bộ nhớ 14, mà có thể được thay thế bằng phần tử như bộ đệm (không được thể hiện), có thể lưu trữ thông tin được xử lý trong thời gian định trước.

Dựa vào Fig.14, UE 20 có thể bao gồm môđun thu 21, môđun truyền 22, bộ xử lý 23, bộ nhớ 24, và các ăngten 25. Các ăngten 25 thể hiện UE hỗ trợ việc truyền và thu MIMO. Môđun thu 21 có thể thu các tín hiệu khác nhau, dữ liệu và thông tin từ eNB trên đường xuống. Môđun truyền 22 có thể truyền các tín hiệu khác nhau, dữ liệu và thông tin tới eNB trên đường lên. Bộ xử lý 23 có thể điều khiển toàn bộ hoạt động của UE 20.

Bộ xử lý 23 của UE 20 theo một phương án của sáng chế có thể thực hiện các quy trình xử lý cần thiết cho các phương án được mô tả ở trên.

Ngoài ra, bộ xử lý 23 của UE 20 có thể có chức năng hoạt động xử lý thông tin được thu bởi UE 20 hoặc thông tin được truyền từ UE 20, và bộ nhớ 24, mà có thể được thay thế bằng phần tử như bộ đệm (không được thể hiện), có thể lưu trữ thông tin được xử lý với thời gian định trước.

Các cấu hình của thiết bị điểm truyền và UE như được nêu trên có thể được thực hiện sao các phương án nêu trên có thể được ứng dụng độc lập hoặc hai hoặc nhiều chúng có thể đồng thời được ứng dụng, và phần mô tả của các bộ phận không cần thiết được bỏ qua để làm rõ.

Phần mô tả của thiết bị điểm truyền 10 trên Fig.14 có thể được ứng dụng tương đương vào chuyển tiếp như bộ truyền đường xuống hoặc bộ thu đường lên, và phần mô tả của UE 20 có thể được ứng dụng tương đương vào chuyển tiếp là bộ thu đường xuống hoặc bộ truyền đường lên.

Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện qua các phương tiện

khác nhau, ví dụ, phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc sự kết hợp của chúng.

Khi được thực hiện là phần cứng, phương pháp theo các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều mạch tích hợp cụ thể ứng dụng (ASIC - application specific integrated circuit), các bộ xử lý tín hiệu số (DSP - digital signal processor), các thiết bị xử lý tín hiệu số (DSPD - digital signal processing device), các thiết bị logic lập trình được (PLD - programmable logic device), các mảng cổng lập trình được dạng trường (FPGA - field programmable gate array), các bộ xử lý, các bộ điều khiển, các bộ vi điều khiển, hoặc các bộ vi xử lý.

Theo cấu hình phần sụn hoặc phần mềm, phương pháp theo các phương án của sáng chế có thể được thực hiện dưới hình thức các môđun, các quy trình, các chức năng, v.v. thực hiện các chức năng hoặc các hoạt động nêu trên. Mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và không được bao gồm bởi bộ xử lý. Bộ nhớ có thể được đặt ở phần trong hoặc phần ngoài của bộ xử lý và có thể truyền và thu dữ liệu tới và từ bộ xử lý qua phương tiện khác đã biết.

Các phương án ưu tiên của sáng chế được đã được mô tả chi tiết ở trên nhằm giúp cho những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật thực hiện và thực hành sáng chế này. Mặc dù các phương án ưu tiên của sáng chế đã được mô tả ở trên, những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật cần hiểu rằng các sửa đổi và thay đổi có thể được thực hiện trong sáng chế này mà không chệch khỏi nguyên lý hoặc phạm vi của sáng chế. Chẳng hạn như, những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể sử dụng kết hợp các phần tử được trình bày trong các phương án nêu trên. Theo đó, sáng chế này không nhằm bị giới hạn ở các phương án được mô tả ở đây, mà được dự định phù hợp với phạm vi rộng nhất tương ứng với các nguyên lý và các đặc tính mới được bộc lộ ở đây.

Sáng chế có thể được thực hiện theo các cách cụ thể khác ngoài các cách được trình bày ở đây mà không đi chệch khỏi nguyên lý và các tính chất cơ bản của sáng chế. Do đó các phương án trên đây cần được hiểu ở mọi khía cạnh là

nhằm minh hoạ chứa không nhằm giới hạn. Phạm vi của sáng chế nên được xác định bởi các điểm bảo hộ kèm theo và các phần tương đương hợp lệ của chúng, và tất cả các thay đổi về ý nghĩa và phạm vi tương đương của các điểm bảo hộ kèm theo được dự định là được bao gồm ở đây. Sáng chế này không bị giới hạn ở các phương án được mô tả ở đây, mà được dự định phù hợp với phạm vi rộng nhất tương ứng với các nguyên lý và các đặc tính mới được bộc lộ ở đây. Ngoài ra, các điểm bảo hộ không được trích dẫn rõ ràng trong nhau trong các điểm bảo hộ kèm theo có thể được trình bày kết hợp như phương án của sáng chế hoặc được bao gồm như một điểm bảo hộ mới bởi phần sửa đổi tiếp theo sau khi đơn được nộp.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Các phương án của sáng chế có khả năng áp dụng cho các hệ thống truyền thông di động khác nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền phản hồi báo nhận thu bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

thu kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH - enhanced physical downlink control channel);

xác định tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH - physical uplink control channel) dựa vào chỉ số phần tử kênh điều khiển nâng cao thấp nhất (ECCE - enhanced control channel element) trong số các chỉ số ECCE cấu thành EPDCCH và dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO - HARQ-ACK resource offset); và

truyền phản hồi báo nhận thu qua tài nguyên PUCCH,

trong đó, khi phản hồi báo nhận thu liên quan đến hai hoặc nhiều khung con được truyền trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập

hợp các giá trị có thể cho ARO bao gồm
$$-\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1,$$

trong đó m là chỉ số của hai hoặc nhiều khung con, và $N_{eCCE,i,j}$ là số lượng các ECCE của khung con thứ i trong tập hợp-EPDCCH-PRB j .

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tập hợp các giá trị có thể cho ARO là

$$\left\{ -\sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 2, -\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1, 0, 2 \right\}.$$

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, khi phản hồi báo nhận thu liên quan đến một khung con được truyền trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập hợp các giá trị có thể cho ARO là $\{-2, -1, 0, 2\}$.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ARO được chỉ báo bởi thông tin điều khiển đường xuống (DCI - downlink control information), DCI được truyền qua EPDCCH.

5. Thiết bị người dùng (UE - user equipment) để truyền phản hồi báo nhận thu trong hệ thống truyền thông không dây, bao gồm:

môđun thu; và

bộ xử lý,

trong đó bộ xử lý thu kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH), xác định tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) dựa vào chỉ số phần tử kênh điều khiển nâng cao thấp nhất (ECCE) trong số các chỉ số ECCE cấu thành EPDCCH và dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO), và truyền phản hồi báo nhận thu qua tài nguyên PUCCH,

trong đó, khi phản hồi báo nhận thu liên quan đến hai hoặc nhiều khung con được truyền trong khung con ở bước truyền của phản hồi báo nhận thu, tập

hợp các giá trị có thể cho ARO bao gồm $-\sum_{i=m-\lceil m/3 \rceil}^{m-1} N_{eCCE,i,j} - 1$,

trong đó $N_{eCCE,i,j}$ là số lượng các ECCE của khung con thứ i trong tập hợp-EPDCCH-PRB j .

FIG. 1

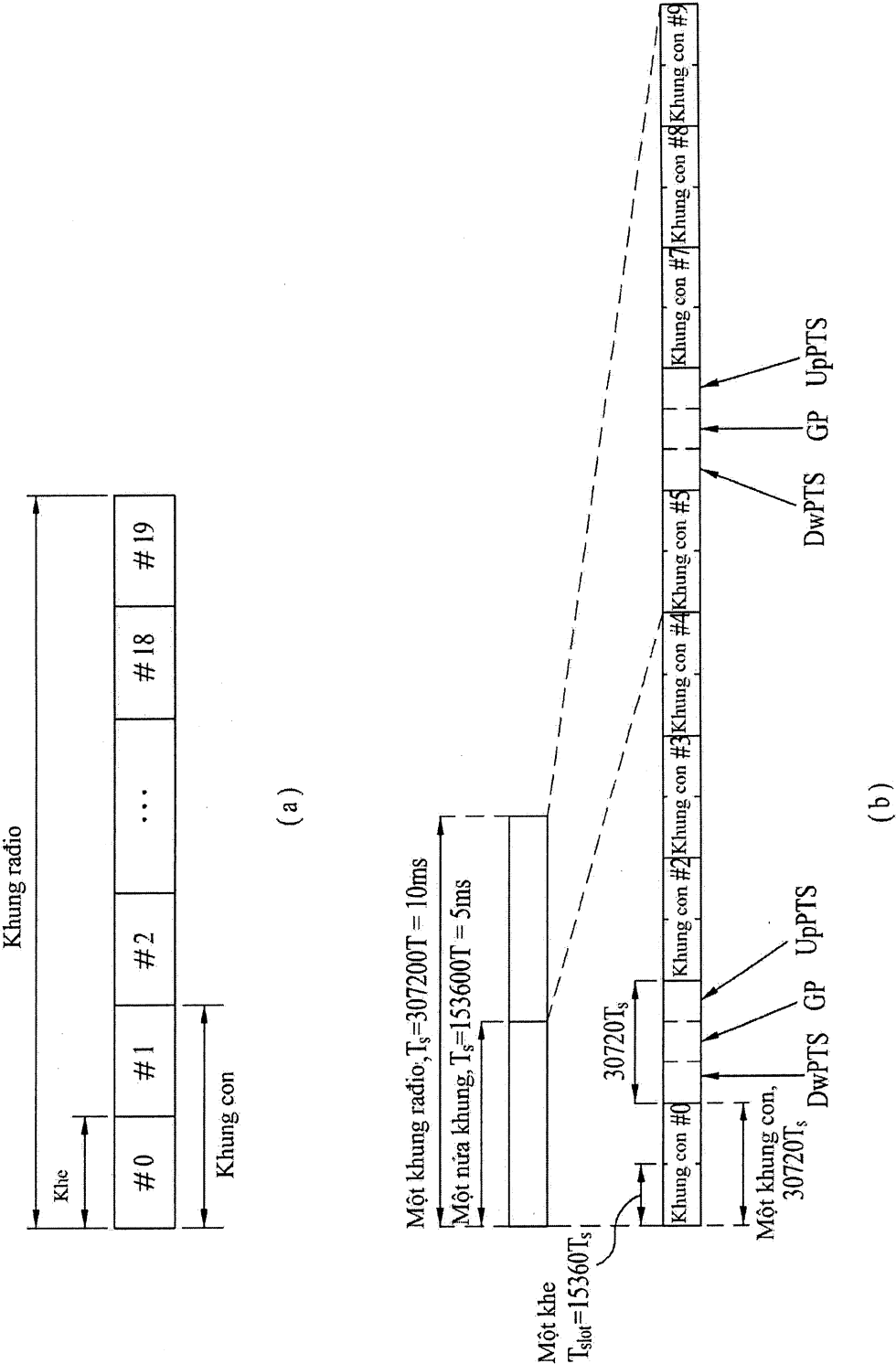


FIG. 2

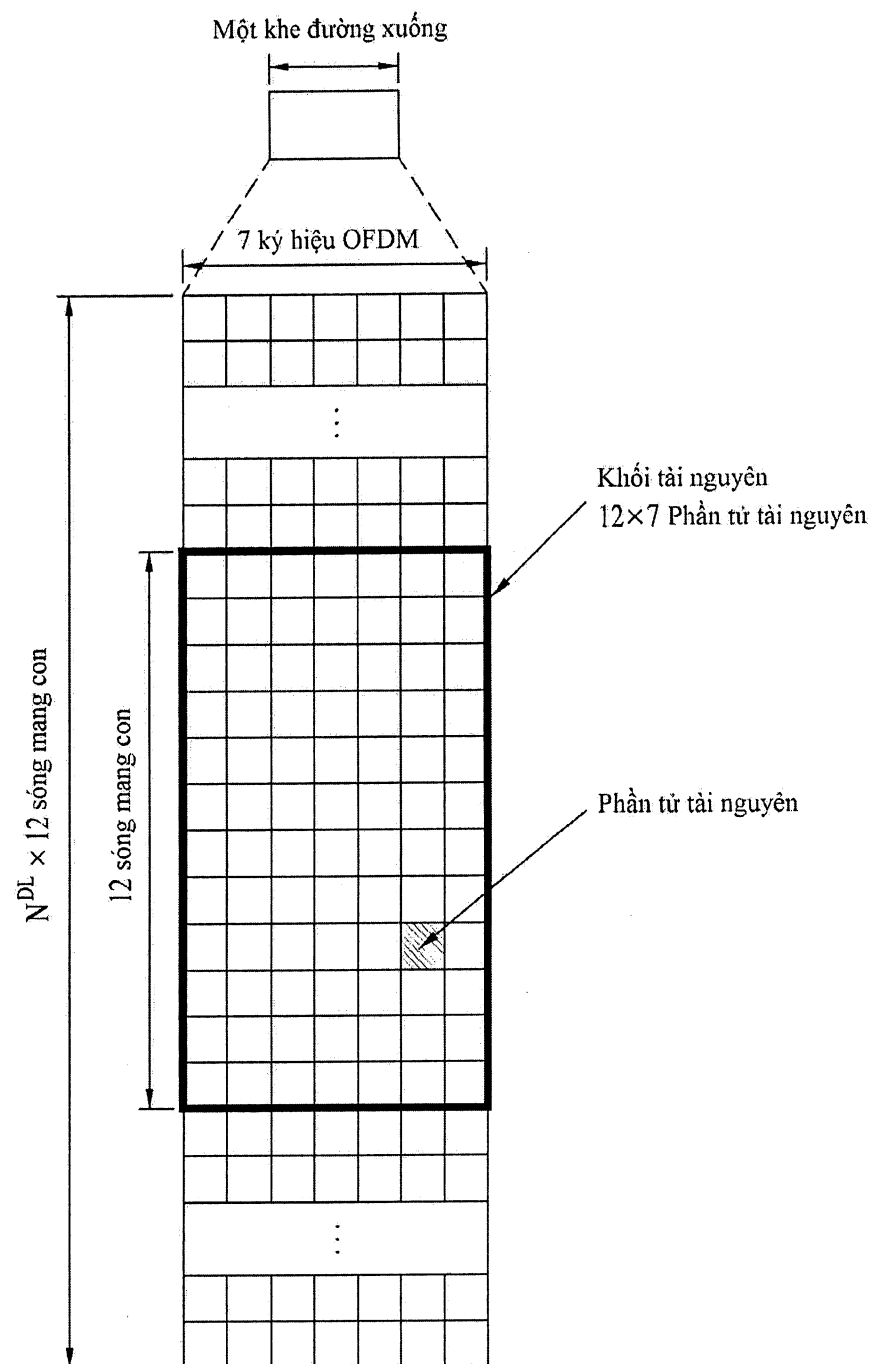


FIG. 3

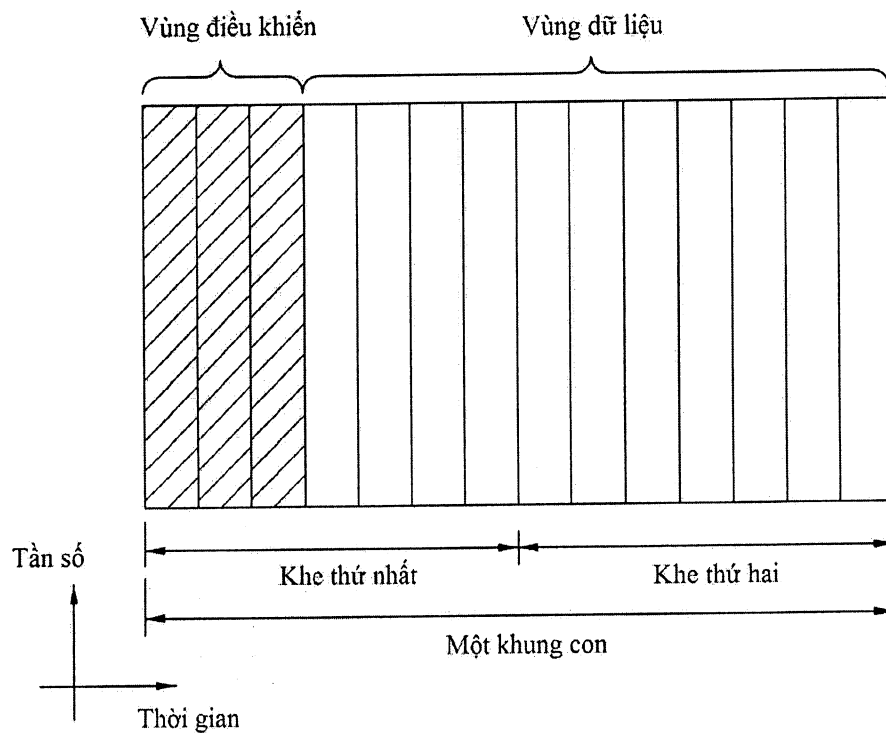


FIG. 4

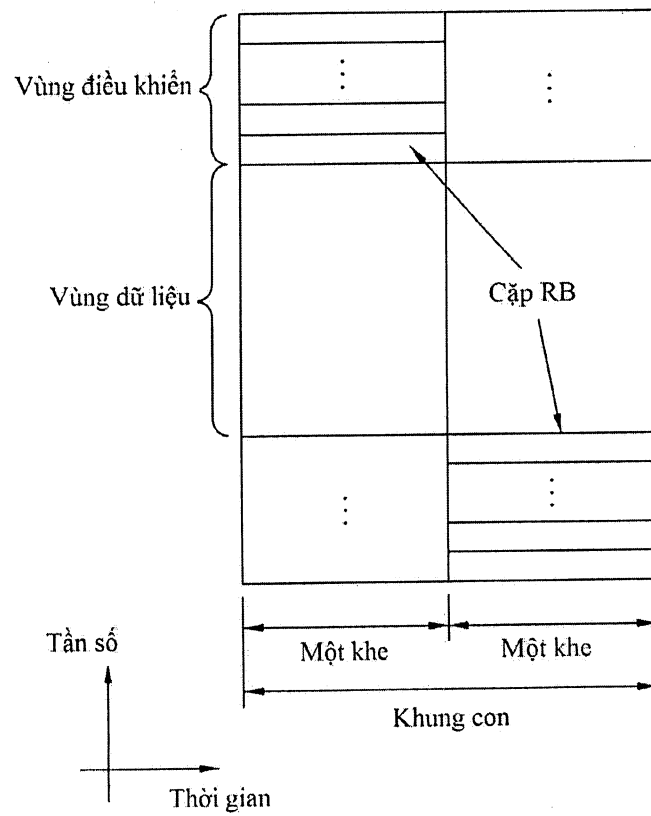


FIG. 5

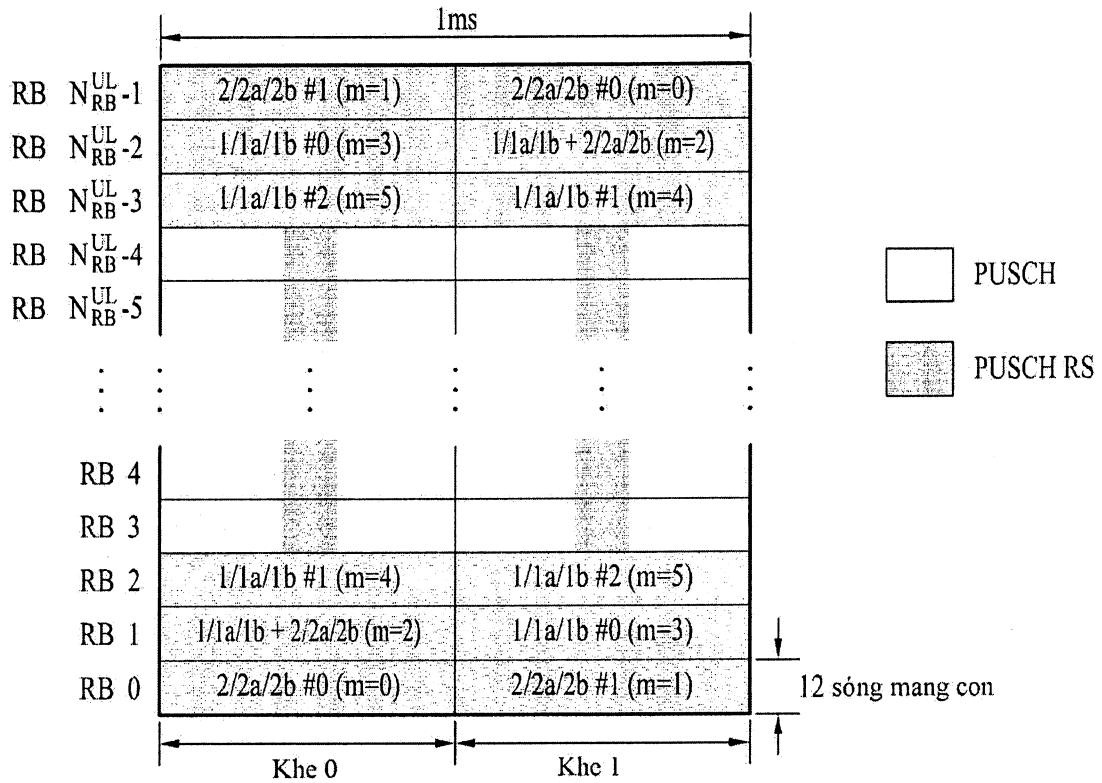


FIG. 6

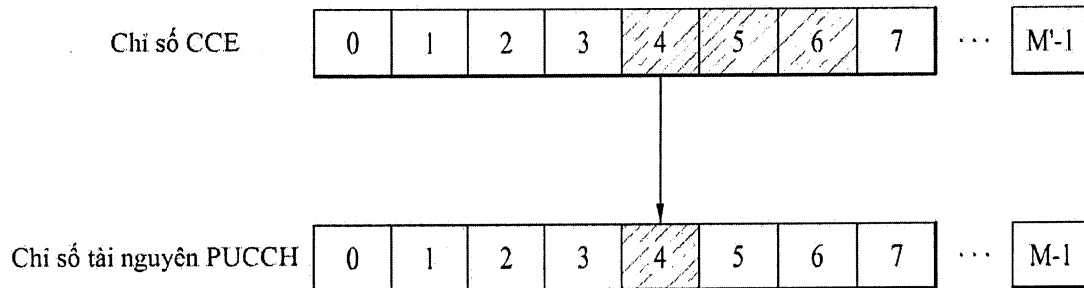


FIG. 7

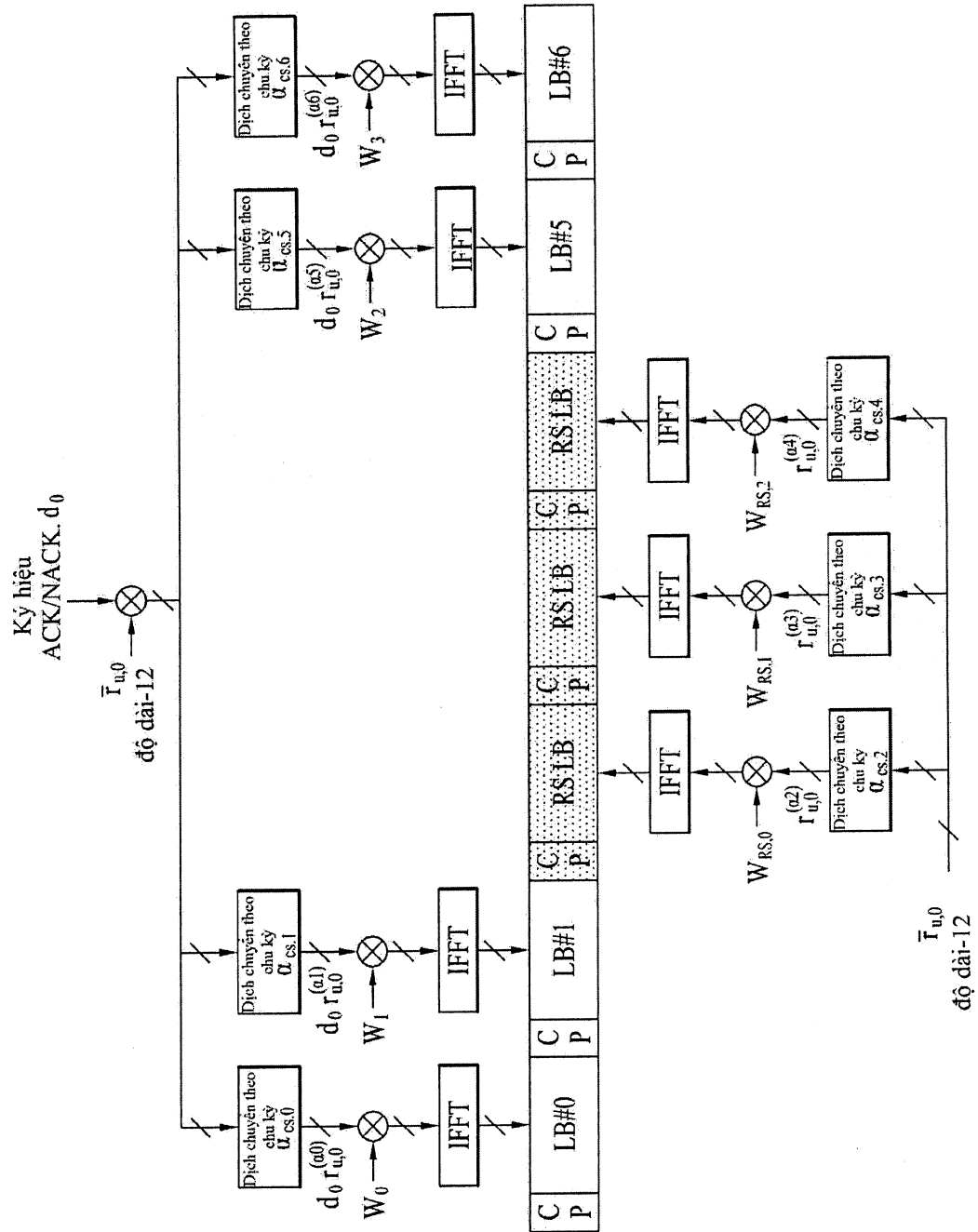


FIG. 8

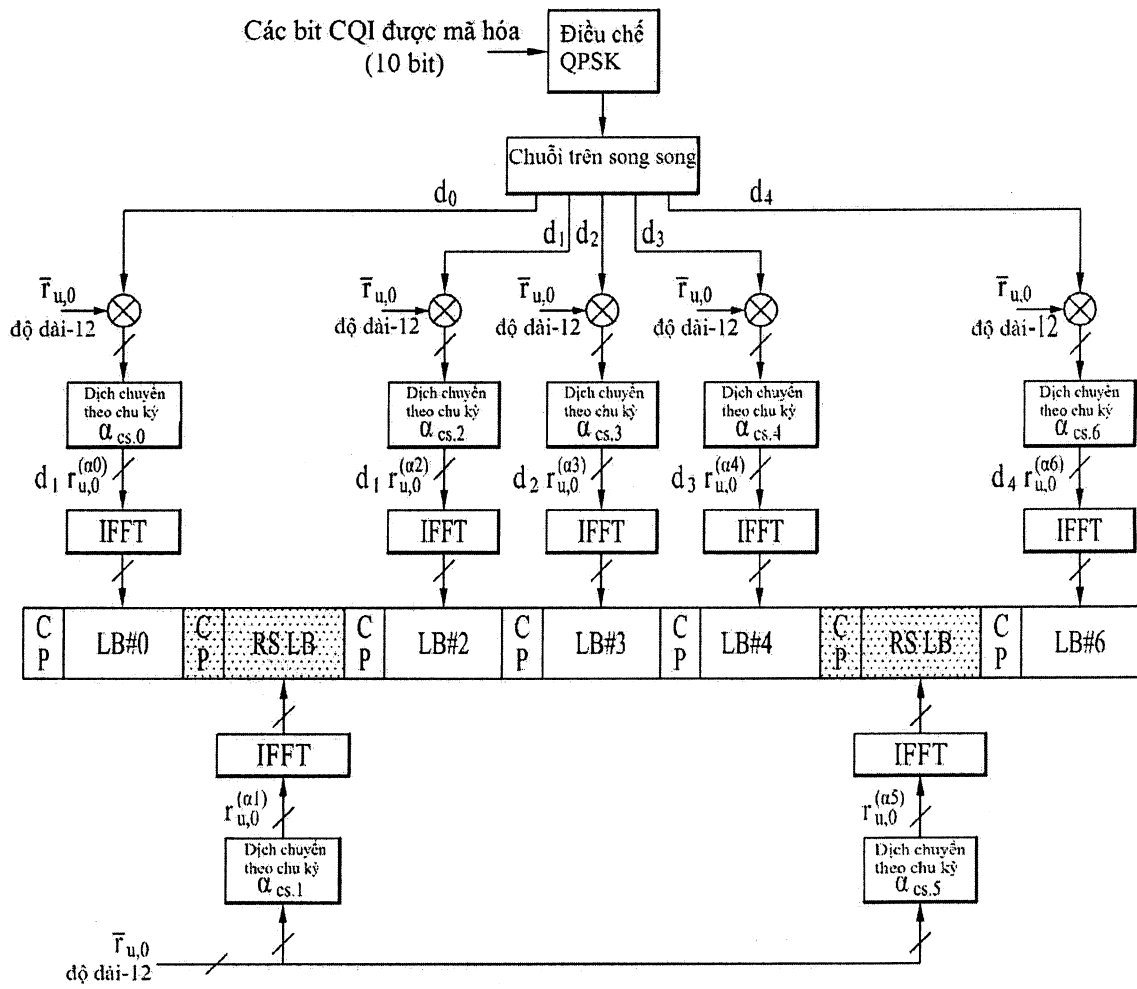
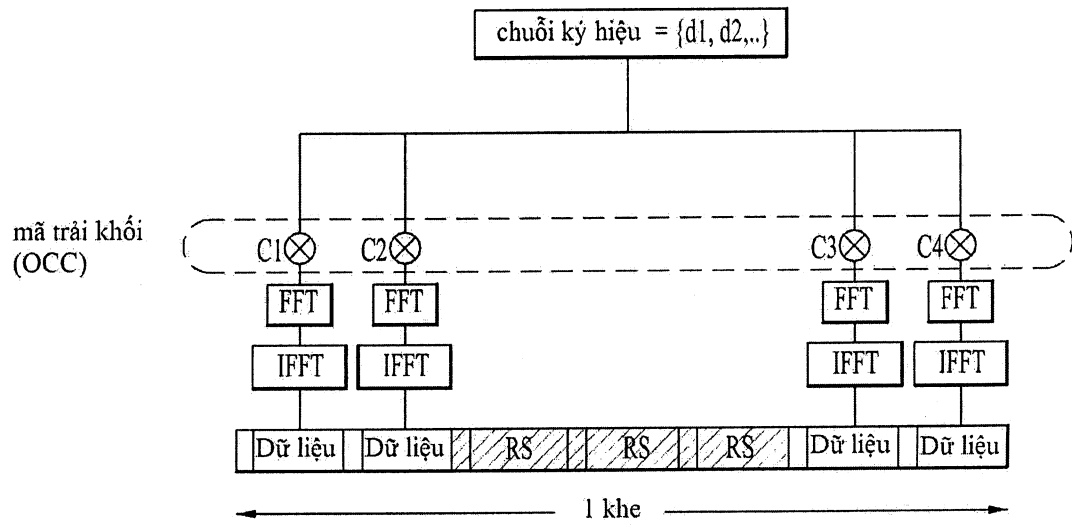
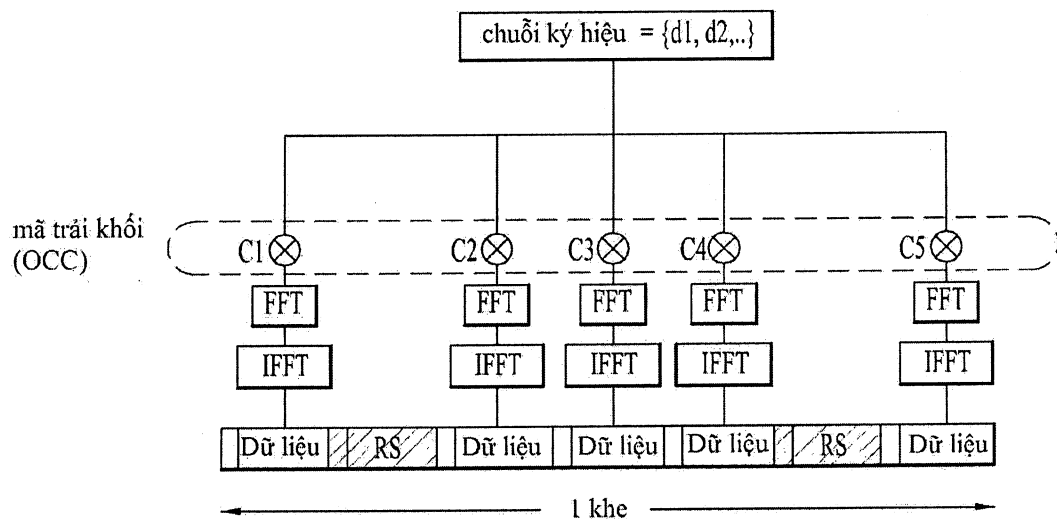


FIG. 9



(a)



(b)

FIG. 10

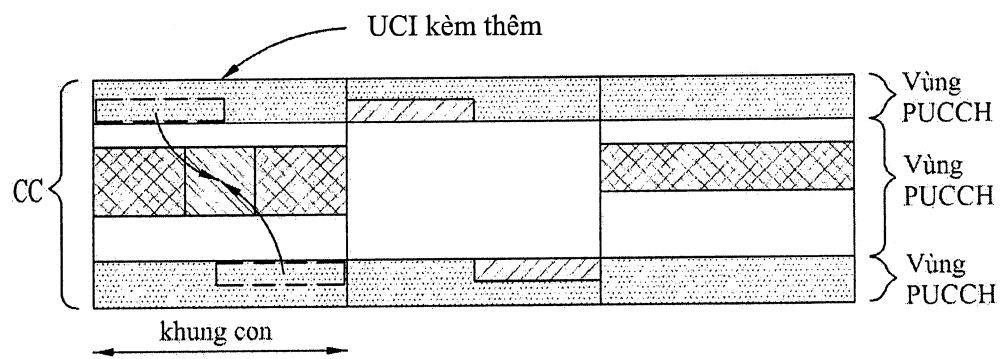
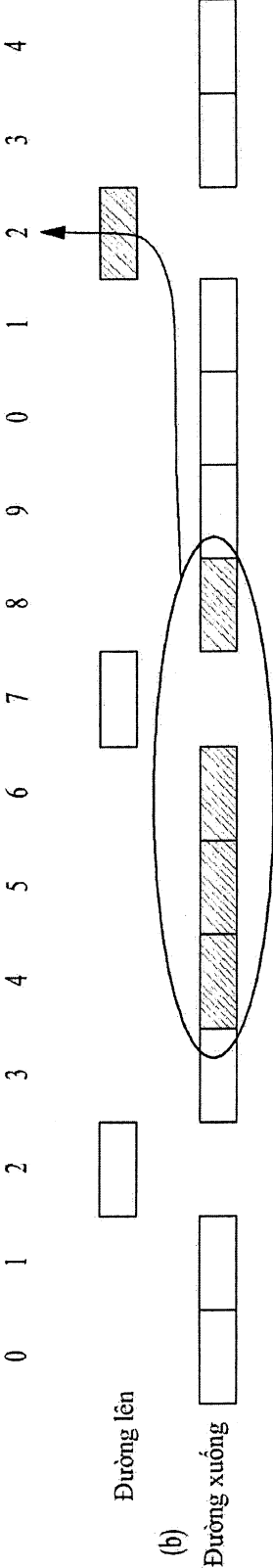


FIG. 11

Cấu hình đường lên-đường xuống	Chu kỳ điểm chuyển tiếp đường xuống đến đường lên	Số khung con									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

(a)



(b)

FIG. 12

$N_{HCE0,j}$	$N_{HCE1,j}$	$N_{HCE2,j}$	$N_{HCE3,j}$	$N_{HCE4,j}$	$N_{HCE5,j}$	$N_{HCE6,j}$	$N_{HCE7,j}$	$N_{HCE8,j}$
$m=0$	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$m=4$	$m=5$	$m=6$	$m=7$	$m=8$

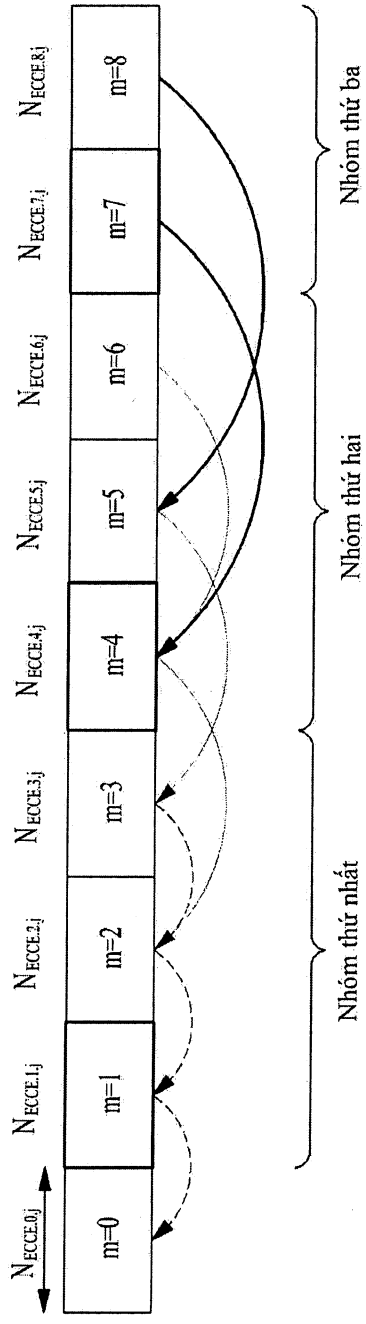


FIG. 13

FIG. 14

