



(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)



1-0023995

(51)⁷ H04L 1/18; H04L 5/00

(13) B

(21) 1-2016-03390

(22) 16/02/2015

(86) PCT/KR2015/001545 16/02/2015

(87) WO2015/122734A1 20/08/2015

(30) 61/939,750 14/02/2014 US

(45) 25/06/2020 387

(43) 25/11/2016 344A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

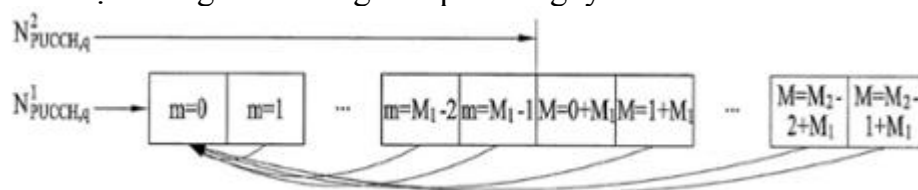
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-721 Republic of Korea

(72) CHAE, Hyukjin (KR); YANG, Suckchel (KR); SEO, Hanbyul (KR); LEE, Seungmin (KR)

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

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN BẢO NHẬN YÊU CẦU LẬP LẠI TỰ ĐỘNG LẠI TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền yêu cầu lập lại tự động lai (hybrid automatic repeat request Acknowledgement (HARQ-ACK) trong hệ thống truyền thông không dây và thiết bị người dùng. Phương pháp theo sáng chế bao gồm các bước: xác định tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) cho các khung con đường xuống nhờ sử dụng chuyển dịch tài nguyên HARQ-ACK (HARQ-ACK Resource Offset) (ARO); và truyền HARQ-ACK từ một khung con đường lên qua tài nguyên PUCCH.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn là, đến phương pháp và thiết bị truyền báo nhận yêu cầu lặp lại tự động lai (Hybrid Automatic Repeat Request (HARQ)-Acknowledgement (ACK)), khi kênh đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH) và thích ứng truyền và giảm thấp nhiễu nâng cao (eIMTA)) được sử dụng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây đã được ứng dụng rộng rãi để cung cấp các loại dịch vụ truyền thông khác nhau chẳng hạn như âm thanh hoặc dữ liệu. Nói chung, hệ thống truyền thông không dây là hệ thống đa truy cập để hỗ trợ truyền thông của nhiều người dùng bằng cách chia sẻ các tài nguyên hệ thống sẵn có (độ rộng dải tần, công suất truyền, v.v.) trong số chúng. Ví dụ, các hệ thống đa truy cập bao gồm hệ thống đa truy cập phân chia mã (CDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (SC-FDMA), và hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số đa sóng mang (MC-FDMA).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là xác định cách thức truyền báo nhận (Acknowledgement (ACK)), khi thích ứng truyền và giảm thấp nhiễu nâng cao (eIMTA)) được tạo cấu hình cho thiết bị người dùng (UE – user equipment).

Sẽ được thấy rõ bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này rằng các mục đích có thể đạt được bởi sáng chế không giới hạn ở những gì đã

được mô tả cụ thể ở trên và các mục đích nêu trên và các mục đích khác mà sáng chế có thể đạt được sẽ được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp truyền báo nhận yêu cầu lặp lại tự động lai (HARQ-ACK) trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm xác định các tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) cho các khung con đường xuống, nhờ sử dụng chuyển dịch tài nguyên HARQ-ACK (ARO), và truyền các HARQ-ACK qua các tài nguyên PUCCH trong một khung con đường lên. Nếu các khung con đường xuống chỉ bao gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất chung với thiết bị người dùng (UE) thích ứng truyền và giảm thấp nhiễu nâng cao (eIMTA) và UE không eIMTA (non-eIMTA), ARO chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất được bao gồm trong tập hợp khung con thứ nhất tới tài nguyên PUCCH cho khung con có trước khung con thứ nhất. Nếu các khung con đường xuống cũng bao gồm khung con của tập hợp khung con thứ hai chỉ cho UE eIMTA, ARO chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho khung con thứ hai được bao gồm trong tập hợp khung con thứ hai tới tài nguyên PUCCH cho khung con có trước khung con thứ hai, và khi lượng các tài nguyên PUCCH được chuyển dịch cho khung con thứ hai được xác định, tập hợp khung con thứ hai được coi là bao gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất.

ARO có thể được thiết đặt cho mỗi trong số tập hợp khung con thứ nhất và tập hợp khung con thứ hai.

Các ARO khác nhau có thể được thiết đặt cho tập hợp khung con thứ nhất và thứ hai.

Các tài nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ nhất và các tài nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ hai có thể là liền kề.

Nếu các khung con đường xuống chỉ bao gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất chung với UE eIMTA và UE không eIMTA, ARO có thể là

$-\sum_{l=0}^{m-1} N_{ECCE,q,n-k_l} - 2$ trong đó m biểu diễn các chỉ số của các khung con đường xuống,

và $N_{eCCE,q,n-k_{i1}}$ biểu diễn số lượng của các ECCE của tập hợp EPDCCH-PRB q trong khung con $n - k_{i1}$.

Các tài nguyên PUCCH có thể được xác định nhờ sử dụng chỉ số thấp nhất trong số các chỉ số của các phần tử kênh điều khiển nâng cao (ECCE) trong kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH).

Theo khía cạnh khác của sáng chế, UE dùng để truyền HARQ-ACK trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm môđun thu, và bộ xử lý. Bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định các tài nguyên PUCCH cho các khung con đường xuống, nhờ sử dụng ARO, và truyền các HARQ-ACK qua các tài nguyên PUCCH trong một khung con đường lên. Nếu các khung con đường xuống chỉ bao gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất chung với UE eIMTA và UE không eIMTA, ARO chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất được bao gồm trong tập hợp khung con thứ nhất tới tài nguyên PUCCH cho khung con có trước khung con thứ nhất. Nếu các khung con đường xuống cũng bao gồm khung con của tập hợp khung con thứ hai chỉ cho UE eIMTA, ARO chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho khung con thứ hai được bao gồm trong tập hợp khung con thứ hai tới tài nguyên PUCCH cho khung con có trước khung con thứ hai, và khi lượng các tài nguyên PUCCH được chuyển dịch cho khung con thứ hai được xác định, tập hợp khung con thứ hai được xét đến bao gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất.

ARO có thể được thiết đặt cho mỗi trong số tập hợp khung con thứ nhất và tập hợp khung con thứ hai.

Các ARO khác nhau có thể được thiết đặt cho tập hợp khung con thứ nhất và thứ hai.

Các tài nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ nhất và các tài nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ hai có thể là liên kề.

Nếu các khung con đường xuống chỉ bao gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất chung với UE eIMTA và UE không eIMTA, ARO có thể là

$-\sum_{i=0}^{m-1} N_{ECCE,q,n-k_{i1}} - 2$ trong đó m biểu diễn các chỉ số của các khung con đường xuống, và $N_{eCCE,q,n-k_{i1}}$ biểu diễn số lượng của các ECCE của tập hợp EPDCCH-PRB q trong khung con $n - k_{i1}$.

Các tài nguyên PUCCH có thể được xác định nhờ sử dụng chỉ số thấp nhất trong số các chỉ số của các ECCE trong EPDCCH.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, nếu eIMTA được ứng dụng cho UE, ACK có thể được truyền mà không có sự xung đột giữa các tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH), trong khi nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên.

Sẽ được thấy rõ bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này rằng các hiệu quả có thể đạt được bởi sáng chế là không giới hạn ở những gì đã được mô tả cụ thể ở trên và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, mà được bao gồm để làm hiểu rõ thêm về sáng chế và được kết hợp và cấu thành một phần của đơn này, minh họa các phương án của sáng chế và cùng với phần mô tả dùng để giải thích nguyên lý của sáng chế. Trên các hình vẽ:

Fig.1 minh họa cấu trúc khung radio;

Fig.2 minh họa mạng lưới tài nguyên trong khe đường xuống (DL);

Fig.3 minh họa cấu trúc khung con DL;

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

Fig.5 minh họa ánh xạ giữa các khối tài nguyên vật lý UL và các định dạng kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH);

Fig.6 minh họa sự xác định ví dụ của các tài nguyên PUCCH dùng cho báo nhận/báo phủ nhận (ACK/NACK);

Fig.7 minh họa cấu trúc của kênh ACK/NACK trong trường hợp tiên tố tuần hoàn thông thường (CP);

Fig.8 minh họa cấu trúc của kênh chỉ báo chất lượng kênh (CQI) trong trường hợp CP thông thường;

Fig.9 minh họa cấu trúc của PUCCH dùng cho việc trả lời;

Fig.10 minh họa phương pháp dùng để truyền thông tin điều khiển đường lên (UCI) trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH);

Fig.11 minh họa ACK/NACK trong song công phân chia theo thời gian (TDD);

Fig.12 đến Fig.16 minh họa chuyển dịch tài nguyên HARQ-ACK (ARO) theo phương án của sáng chế; và

Fig.17 là sơ đồ khối của thiết bị truyền và thiết bị thu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án được mô tả dưới đây được trình bày theo cách kết hợp các thành phần và các dấu hiệu của sáng chế theo dạng định trước. Các thành phần hoặc các dấu hiệu có thể được xét đến có lựa chọn ngoại trừ được nêu rõ theo cách khác. Mỗi trong số các thành phần hoặc các dấu hiệu có thể được thực hiện mà không được kết hợp với các thành phần khác. Ngoài ra, một vài thành phần và/hoặc các dấu hiệu có thể được kết hợp để cấu thành phương án của sáng chế. Trình tự của các thao tác được thảo luận trong các phương án của sáng chế có thể được thay đổi. Một vài thành phần hoặc các dấu hiệu của một phương án có thể cũng được bao gồm trong phương án khác, hoặc có thể được thay thế bởi các thành phần hoặc các dấu hiệu tương ứng của phương án khác.

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả, tập trung vào mối tương quan truyền thông dữ liệu giữa trạm gốc và thiết bị đầu cuối. Trạm gốc dùng làm nút đầu cuối của mạng mà qua đó trạm gốc truyền thông trực tiếp với thiết bị đầu cuối. Các thao tác cụ thể được minh họa như được tiến hành bởi trạm gốc trong bản mô tả này có thể cũng được tiến hành bởi nút trên của trạm gốc khi cần.

Nói cách khác, sẽ thấy rõ rằng các thao tác khác nhau cho phép dùng để

truyền thông với thiết bị đầu cuối trong mạng gồm có một vài nút mạng bao gồm trạm gốc có thể được tiến hành bởi trạm gốc hoặc các nút mạng khác với trạm gốc. Thuật ngữ "trạm gốc (BS)" có thể được thay thế bằng các thuật ngữ chẳng hạn như "trạm cố định," "Node-B," "eNode-B (eNB)," và "điểm truy cập". Thuật ngữ "chuyển tiếp" có thể được thay thế bằng các thuật ngữ như "nút chuyển tiếp (RN)" và "trạm chuyển tiếp (RS)". Thuật ngữ "thiết bị đầu cuối" có thể cũng được thay thế bằng thuật ngữ như "thiết bị người dùng (UE)," "trạm di động (MS)," "trạm thuê bao di động (MSS)" và "trạm thuê bao (SS)".

Cần lưu ý là các thuật ngữ cụ thể được bộc lộ trong sáng chế được đưa ra nhằm thuận lợi cho việc mô tả và hiểu rõ hơn về sáng chế, và các thuật ngữ cụ thể này có thể được thay đổi thành các dạng khác nằm trong phạm vi và bản chất kỹ thuật của sáng chế.

Trong một vài trường hợp, các cấu trúc và các thiết bị đã biết có thể được bỏ qua hoặc các sơ đồ khối minh họa chỉ các chức năng chính của các cấu trúc và các thiết bị có thể được đưa ra, để không làm tối nghĩa bản chất của sáng chế. Các số chỉ dẫn như nhau sẽ được sử dụng xuyên suốt bản mô tả 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 đối với ít nhất một trong số các hệ thống truy cập không dây bao gồm hệ thống 802 của Viện kỹ thuật điện và điện tử, hệ thống dự án đối tác thế hệ thứ ba (3GPP), hệ thống phát triển dài hạn 3GPP (LTE), hệ thống LTE cải tiến (LTE-A)), và hệ thống 3GPP2. Cụ thể, các bước hoặc các phần, mà không được mô tả trong các phương án của sáng chế để tránh làm tối nghĩa bản chất kỹ thuật 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 các tài liệu nêu trên.

Các phương án của sáng chế được mô tả dưới đây có thể được ứng dụng cho các loại công nghệ truy cập không dây khác nhau chẳng hạn như đa truy cập phân 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), và đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (SC-FDMA).

CDMA có thể được thể hiện qua các công nghệ không dây chẳng hạn như truy cập radio mặt đất toàn cầu (UTRA) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được thể hiện qua các công nghệ không dây chẳng hạn như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (GSM)/dịch vụ radio gói chung (GPRS)/các tốc độ dữ liệu nâng cao cho việc cải tiến GSM (EDGE). OFDMA có thể được thể hiện qua các công nghệ không dây chẳng hạn như IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, và UTRA được cải tiến (E-UTRA). UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS). Tiến hóa dài hạn (LTE) của dự án đối tác thế hệ thứ ba (3GPP) là một phần của UMTS cải tiến (E-UMTS), mà nó sử dụng E-UTRA. 3GPP LTE ứng dụng OFDMA cho đường xuống và ứng dụng SC-FDMA cho đường lên. LTE cải tiến (LTE-A) là phiên bản được 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 cải tiến MAN-OFDMA không dây). Để làm rõ, phần mô tả dưới đây tập trung vào các hệ thống 3GPP LTE và 3GPP LTE-A. Tuy nhiên, bản chất của sáng chế không giới hạn ở đó.

Kênh/Cấu trúc tài nguyên LTE/LTE-A

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

Trong hệ thống truyền thông gói không dây OFDM tế bào, gói dữ liệu đường lên (UL)/đường xuống (DL) được truyền trên cơ sở 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 ứng dụng được cho song công phân chia theo tần số (FDD) và cấu trúc khung radio loại 2 ứng dụng được cho song công phân chia theo thời gian (TDD).

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 cần để truyền một khung con được định rõ là khoảng thời gian truyền (TTI). Ví dụ, khung con có thể có khoảng thời gian là 1 mili giây và một khe có thể có khoảng thời gian là 0,5 mili giây. Khe có thể bao gồm các ký hiệu OFDM trong miền thời gian và bao gồm các khối tài nguyên (các RB)

trong miền tần số. Vì 3GPP LTE thích ứng OFDMA cho đường xuống, ký hiệu OFDM biểu diễn một chu kỳ ký hiệu. Ký hiệu OFDM có thể được đề cập đến như ký hiệu SC-FDMA hoặc chu kỳ ký hiệu. Khối tài nguyên (RB), mà là bộ phận phân phối 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 tuần hoàn (CP). Các CP được chia thành CP mở rộng và CP thông thường. Đối với CP thông thường tạo cấu hình mỗi ký hiệu OFDM, khe có thể bao gồm 7 ký hiệu OFDM. Đối với CP mở rộng tạo cấu hình mỗi ký hiệu OFDM, khoảng thời gian là mỗi ký hiệu OFDM mở rộng và nhờ đó số lượng các ký hiệu OFDM được bao gồm trong khe là nhỏ hơn so với trong trường hợp CP thông thường. Đối với CP mở rộng, khe có thể bao gồm, ví dụ, 6 ký hiệu OFDM. Khi trạng thái kênh là không ổn định như trong trường hợp dịch 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 nhờ 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 phân phối tới kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) và ba ký hiệu OFDM khác có thể được phân phối tới kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH).

Fig.1(b) minh họa cấu trúc khung radio loại 2. Khung radio loại 2 bao gồm hai nửa khung, mỗi trong số đó có 5 khung con, khe thời gian dẫn hướng đường xuống (DwPTS), chu kỳ bảo vệ (GP), và khe thời gian dẫn hướng đường lên (UpPTS). 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 đang diễn ra trong UL do trễ đa đường truyền của tín hiệu DL giữa DL và UL. Không quan tâm đến loại của 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 sự

điều chỉnh khác nhau có thể được thực hiện tới 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 hình vẽ minh họa mạng lưới tài nguyên đối với 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 sáng chế là không giới hạn ở đó. 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 thành phần trong mạng lưới tài nguyên được đề cập đến như thành phần tài nguyên (RE). RB bao gồm 12×7 RE. Số lượng N^{DL} của các RB bao gồm trong khe DL tùy thuộc vào độ rộng dải tần truyền DL. Khe UL có thể có cấu trúc giống như khe DL.

Fig.3 minh họa cấu trúc khung con DL. Có đến ba ký hiệu OFDM thứ nhất của khe thứ nhất trong khung con DL được sử dụng như vùng điều khiển mà tại đó các kênh điều khiển được phân phối và các ký hiệu OFDM khác của khung con DL được sử dụng như vùng dữ liệu mà tại đó PDSCH được phân phối. Các kênh điều khiển DL được sử dụng trong 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 (PHICH) yêu cầu lặp lại tự động lai vật lý (HARQ). 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 việc truyền của các kênh điều khiển trong khung con. PHICH mang tín hiệu HARQ ACK/NACK đáp lại việc truyền đường lên. Thông tin điều khiển được mang trên PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI). 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 sự phân phối tài nguyên và định dạng truyền cho kênh chia sẻ DL (DL-SCH), sự phân phối tài nguyên thông tin về kênh chia sẻ UL (UL-SCH), thông tin tin nhắn của kênh tin nhắn (PCH), thông tin hệ thống trên DL-SCH, thông tin về sự phân phối tài nguyên dùng cho thông báo điều khiển lớp cao hơn chẳng hạn như phản hồi truy cập ngẫu nhiên

được truyền trên PDSCH, tập hợp của các lệnh điều khiển công suất truyền cho từng UE của nhóm UE, công suất truyền thông tin điều khiển, và thông tin kích hoạt giao thức âm thanh qua Internet (VoIP). Các PDCCH có thể được truyền trong vùng điều khiển. UE có thể giám sát các PDCCH. PDCCH được tạo nên bằng cách kết hợp một hoặc nhiều phần tử kênh điều khiển liên tiếp (các CCE). CCE là bộ phân phối logic được sử dụng để cung cấp 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 mối tương quan giữa số lượng các CCE và tốc độ mã hóa được cung cấp bởi các CCE. eNB xác định định dạng PDCCH theo DCI được truyền tới UE và bổ sung kiểm tra dư thừa tuần hoàn (CRC) tới thông tin điều khiển. CRC được che bởi ký hiệu nhận dạng (ID) được biết đến như ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI) theo người sở hữu hoặc cách sử dụng của PDCCH. Nếu PDCCH được hướng trực tiếp tới UE cụ thể, CRC của nó có thể được che bởi Cell-RNTI (C-RNTI) của UE. Nếu PDCCH là dùng cho thông báo tin nhắn, CRC của PDCCH có thể được che bởi ký hiệu nhận dạng chỉ báo tin nhắn (P-RNTI). Nếu PDCCH phân phối thông tin hệ thống, cụ thể là, khối thông tin hệ thống (SIB), CRC của nó có thể được che bởi thông tin hệ thống ID và thông tin hệ thống RNTI (SI-RNTI). Để chỉ báo rằng PDCCH phân phối phản hồi truy cập ngẫu nhiên đáp lại phần đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền bởi UE, CRC của nó có thể được che bởi truy cập ngẫu nhiên-RNTI (RA-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 phân phối tới vùng điều khiển và kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) mang dữ liệu người dùng được phân phối tới vùng dữ liệu. Để duy trì đặc tính sóng mang đơn, UE không truyền đồng thời PUSCH và PUCCH. PUCCH dùng cho UE được phân phối tới cặp RB trong khung con. Các RB của cặp RB chiếm các sóng mang con khác nhau trong hai khe. Điều này thường được gọi là nhảy tần của cặp RB được phân phối tới PUCCH qua đường bao khe.

PUCCH

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

Thông tin HARQ ACK/NACK có thể được tạo ra tùy thuộc vào việc giải mã 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 dùng để truyền từ mã đơn DL và 2 bit được truyền như thông tin ACK/NACK cho truyền 2 từ mã DL.

Thông tin đo kênh có thể chuyển đến thông tin phản hồi được kết hợp với sơ đồ đa đầu vào đa đầu ra (MIMO) và chỉ bao gồm báo chất lượng kênh (CQI), chỉ số ma trận tiền mã hóa (PMI), và chỉ báo xếp hạng (RI). Thông tin đo kênh có thể được đề cập chung đến như CQI. 20 bit có thể được sử dụng cho mỗi khung con để truyền CQI.

PUCCH có thể được giải điều biến nhờ sử dụng sơ đồ tạo khóa dịch pha nhị phân (BPSK) và sơ đồ tạo khóa dịch pha một phần tư (QPSK). Thông tin điều khiển của các UE có thể được truyền qua PUCCH. Khi đa hợp phân mã (CDM) được thực hiện để phân biệt giữa các tín hiệu của các UE, tương quan tự động không biên độ không đổi (Constant Amplitude Zero AutoCorrelation (CAZAC)) với độ 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 vậy thích hợp cho việc làm giảm về tỉ số giữ công suất đỉnh và công suất trung bình (PAPR) hoặc mét khối (CM) của UE để làm tăng vùng phủ sóng. Ngoài ra, thông tin ACK/NACK đáp lại dữ liệu DL được truyền qua PUCCH được phủ nhờ sử dụng chuỗi trực giao hoặc che phủ trực giao (OC).

Ngoài ra, thông tin điều khiển được truyền trên PUCCH có thể được phân biệt nhờ sử dụng các chuỗi được chuyển dịch theo chu kỳ có các trị số chuyển dịch tuần hoàn (CS) khác nhau. Chuỗi được chuyển dịch tuần hoàn có thể được tạo ra bởi sự chuyển dịch tuần hoàn chuỗi cơ sở bởi lượng CS cụ thể. Lượng CS cụ thể được chỉ báo bởi chỉ số CS. Số lượng các CS sẵn có có thể thay đổi tùy

thuộc vào độ trễ kênh được trải. Các loại chuỗi khác nhau có thể được sử dụng as chuỗi cơ sở và chuỗi CAZAC nêu trên là một ví dụ về chuỗi cơ sở.

Ngoài ra, lượng của 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 đối với ký hiệu SC-FDMA được sử dụng để truyền tín hiệu tham chiếu (RS) cho sự phát hiện phù hợp của PUCCH) 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, sơ đồ điều biến và lượng thông tin điều khiển. Các thuộc tính của thông tin điều khiển được truyền đường lên (UCI) cho mỗi định dạng PUCCH có thể được tóm lược như trong Bảng 1.

Bảng 1

Định dạng PUCCH	Sơ đồ điều biến	Số lượng bit trên mỗi khung con	Sử dụng	V.v.
1	N/A	N/A	SR (Yêu cầu lập lịch)	
1a	BPSK	1	ACK/NACK	Một từ mã
1b	QPSK	2	ACK/NACK	Hai từ mã
2	QPSK	20	CQI	ACK/NACK mã hóa liên kết (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 chỉ để truyền SR. Khi SR được truyền đơn lẻ, dạng sóng không được điều biến được áp dụng, mà sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Định dạng PUCCH 1a hoặc 1b được sử dụng cho việc truyền của HARQ ACK/NACK. Khi chỉ HARQ ACK/NACK được truyền trong khung con, định

dạng PUCCH 1a hoặc 1b có thể được sử dụng. Theo cách khác, 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 cho việc truyền của CQI, trong khi đó định dạng PUCCH 2a hoặc 2b được sử dụng cho việc truyền của CQI và HARQ ACK/NACK. Đối với CP mở rộng, định dạng PUCCH 2 có thể được sử dụng cho việc truyền của CQI và HARQ ACK/NACK.

Fig.5 minh họa ánh xạ của các định dạng PUCCH tới các vùng PUCCH trong các khối tài nguyên vật lý UL. Trên Fig.5, $n_{PUCCH}^{(2)}$ biểu diễn số lượng các khối tài nguyên trên UL, và $0, 1, \dots, n_{PUCCH}^{(2)}-1$ biểu diễn các số khối tài nguyên vật lý. Về cơ bản, PUCCH được ánh xạ tới các mép 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 biểu diễn là các định dạng PUCCH 2/2a/2b được ánh xạ tới các khối tài nguyên được định vị ở các mép 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 PUCCH RB sẵn có có thể được chỉ báo tới các UE trong ô nhờ định dạng PUCCH 2/2a/2b, qua truyền tín hiệu phát rộng.

Các tài nguyên PUCCH

BS phân phối tài nguyên PUCCH cho việc truyền UCI tới UE theo cách ẩn hoặc rõ ràng qua việc truyền tín hiệu lớp cao.

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 theo cách ẩn. Ví dụ, UE có thể thu PDSCH từ BS và truyền ACK/NACK cho đơn vị dữ liệu tương ứng qua tài nguyên PUCCH được xác định theo cách ẩn bởi tài nguyên PDCCH mang thông tin lập lịch về PDSCH.

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

Trong LTE, tài nguyên PUCCH dùng cho thông tin ACK/NACK không được phân phối trước tới các UE. Thay vào đó, các tài nguyên PUCCH được sử dụng một cách tách biệt bởi các UE nằm trong ô ở mỗi thời điểm. Cụ thể là, tài nguyên PUCCH mà UE sử dụng để truyền ACK/NACK được xác định dưới dạng ẩn dựa vào PDCCH mang thông tin lập lịch về PDSCH mà nó phân phối dữ liệu DL. Toàn bộ diện tích trong đó PDCCH được truyền trong khung con DL bao gồm các phần tử kênh điều khiển (các CCE) và PDCCH được truyền tới UE bao gồm một hoặc nhiều CCE. CCE bao gồm các (ví dụ, 9) nhóm thành phần tài nguyên (các REG). Một REG bao gồm bốn thành phần tài nguyên (các RE) gần sát với nhau với RS được loại trừ. UE truyền ACK/NACK qua tài nguyên PUCCH ẩn mà được dẫn ra 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 CCE các chỉ số được bao gồm trong PDCCH thu được 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 mà được dẫn ra hoặc được tính toán từ chỉ số CCE thấp nhất 4 cấu thành PDCCH. Fig.6 minh họa trường hợp trong đó lên đến M' các CCE có mặt trong DL và lên đến M PUCCH có mặt trong UL. M có thể bằng với M' , nhưng cũng có thể thiết đặt M là khác với M' và ánh xạ các CCE tới các PUCCH theo cách chồng lấp.

Ví dụ, chỉ số tài nguyên PUCCH có thể được xác định bởi biểu thức sau.

Biểu thức 1

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

Ở đây, $n_{PUCCH}^{(1)}$ biểu diễn chỉ số của tài nguyên PUCCH cho việc truyền

ACK/NACK, và $N_{PUCCH}^{(1)}$ biểu diễn trị số phát tín hiệu thu được từ lớp cao hơn.

n_{CCE} có thể biểu diễn chỉ số thấp nhất của các chỉ số CCE được sử dụng cho việc truyền của PDCCH.

Cấu trúc kênh PUCCH

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

Trong các định dạng PUCCH 1a/1b, ký hiệu được điều biến sử dụng BPSK hoặc QPSK được nhân với chuỗi CAZAC có độ dài là 12. Ví dụ, nhân ký hiệu điều biến $d(0)$ với chuỗi CAZAC $r(n)$ ($n=0, 1, 2, \dots, N-1$) có độ dài là N đưa ra 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 một khối các ký hiệu. Sau khi ký hiệu điều biến được nhân với chuỗi CAZAC, việc trải rộng khối chọn lọc sử dụng chuỗi trực giao được ứng dụng.

Chuỗi Hadamard với độ dài là 4 được ứng dụng cho thông tin ACK/NACK thông thường, trong khi biến đổi Fourier rời rạc (DFT) với độ dài là 3 được ứng dụng cho thông tin ACK/NACK được rút ngắn và tín hiệu tham chiếu. Đối với CP mở rộng, chuỗi Hadamard với độ dài là 2 được ứng dụng cho tín hiệu tham chiếu.

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

1-bit thông tin ACK/NACK và 2-bit thông tin ACK/NACK (mà được giải

xáo trộn) có thể được biểu diễn lần lượt trong ký hiệu điều biến HARQ ACK/NACK nhờ sử dụng BPSK và QPSK. ACK có thể được mã hóa là 1, và NACK có thể được mã hóa là 0.

Khi tín hiệu điều khiển được truyền nằm trong dải tần được phân phối, việc trải rộng 2 chiều được ứng dụng để nâng cao khả năng đa hợp. Nghĩa là, việc trải rộng miền tần số và việc trải rộng miền thời gian được ứng dụng đồng thời để làm tăng số lượng của các UE hoặc các kênh điều khiển mà có thể được đa hợp. Để trải rộng tín hiệu ACK/NACK trong miền tần số, trình tự miền tần số được sử dụng như chuỗi cơ sở. Chuỗi Zadoff-Chu (ZC), một trong số các chuỗi CAZAC, có thể được sử dụng như trình tự miền tần số. Ví dụ, các sự chuyển dịch tuần hoàn khác nhau (các CS) có thể được ứng dụng cho chuỗi ZC, mà là chuỗi cơ sở, để đa hợp 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 dùng cho các PUCCH RB cho việc truyền HARQ ACK/NACK được thiết đặt bởi thông

số phát tín hiệu lớp cao ở ô cụ thể ($\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$), và $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} \in \{1, 2, 3\}$ biểu diễn 12, 6 hoặc 4 thay đổi.

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

Các UE có thể được đa hợp theo sơ đồ đa hợp phân mã (CDM) nhờ sử dụng các tài nguyên CS trong miền tần số và tài nguyên OC trong miền thời gian như được nêu trên. Nghĩa là, thông tin ACK/NACK và các RS của số lượng lớn của các UE có thể được đa hợp trên cùng PUCCH RB.

Trong việc trải rộng miền thời gian CDM, số lượng các mã trải rộng được hỗ trợ cho thông tin ACK/NACK được hạn chế bởi số lượng các ký hiệu RS. Nghĩa là, số lượng của các ký hiệu SC-FDMA cho việc truyền RS là nhỏ hơn so

với số lượng của các ký hiệu SC-FDMA cho việc truyền ACK/NACK, và do đó khả năng đa hợp of RS là thấp hơn so với khả năng đa hợp của thông tin ACK/NACK. Ví dụ, trong trường hợp CP thông thường, thông tin ACK/NACK có thể được truyền trong bốn ký hiệu, nhưng ba mã trải rộng trực giao được sử dụng thay vì bốn mã trải rộng trực giao dùng cho thông tin ACK/NACK. Điều này là do số lượng các ký hiệu truyền RS bị giới hạn ở ba và do đó chỉ có ba mã trải rộng trực giao có thể được sử dụng cho RS.

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

Bảng 2

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

Bảng 3

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

Khi ba ký hiệu được sử dụng cho việc truyền RS và bốn ký hiệu được sử dụng cho việc 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 phép được sử dụng, các tín hiệu HARQ ACK/NACK từ 18 UE khác nhau có thể được đa hợp trong PUCCH RB. Khi hai ký hiệu được sử dụng cho việc truyền RS và bốn ký hiệu được sử dụng cho việc 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 phép được sử dụng, các tín hiệu HARQ ACK/NACK từ 12 UE khác nhau có thể được đa hợp trong PUCCH RB.

Dưới đây, định dạng PUCCH 1 sẽ được mô tả. Yêu cầu lập lịch (SR) được truyền bởi yêu cầu lập lịch của UE hoặc không yêu cầu lập lịch của UE. Kênh SR tái sử dụng cấu trúc kênh ACK/NACK theo các định dạng PUCCH 1a/1b và được tạo cấu hình theo cách khóa đóng-mở (On-Off Keying (OOK)) dựa vào thiết kế của kênh ACK/NACK. RS không được truyền trên kênh SR. Nhờ đó, chuỗi với độ dài là 7 được sử dụng trong trường hợp CP thông thường, và chuỗi với độ dài là 6 được sử dụng trong trường hợp CP mở rộng. Các CS hoặc các che phủ trực giao khác nhau có thể được phân phối tới SR và ACK/NACK. Nghĩa là, trong khi thực hiện việc truyền của SR dương, UE truyền HARQ ACK/NACK qua các tài nguyên được phân phối cho SR. Trong

khi thực hiện việc truyền của SR âm, UE truyền HARQ ACK/NACK qua các tài nguyên được phân phối 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 cho việc truyền tín hiệu phản hồi đo kênh (CQI, PMI và RI).

Chu kỳ báo cáo của phản hồi đo kênh (dưới đây, được đề cập đến như thông tin CQI) và đơn vị tần số (hoặc độ phân giải tần số) trải qua 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 báo cáo không theo chu kỳ, BS có thể chỉ dẫn UE để truyền báo cáo CQI riêng lẻ trên tài nguyên được lập lịch dùng để truyền dữ liệu UL.

Fig.8 minh họa cấu trúc kênh CQI đối với CP thông thường. Các ký hiệu SC-FDMA #1 và #5 (hai và sáu ký hiệu) trong số các ký hiệu SC-FDMA #0 đến #6 của khe có thể được sử dụng để truyền tín hiệu tham chiếu giải điều biến (DMRS), và thông tin CQI có thể được truyền trong các ký hiệu SC-FDMA còn lại. Trong trường hợp 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 có độ 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 cách là 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 trợ giúp UE tốc độ cao. UE được nhận dạng 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 QPSK ánh xạ được ứng dụng cho các ký hiệu SC-FDMA, ký hiệu SC-FDMA có thể mang trị số CQI 2 bit và nhờ đó khe có thể mang trị số CQI 10 bit. Theo đó, trị số lớn nhất của trị số CQI 20 bit có thể được mang trong khung con. Để trải rộng thông tin CQI trong miền tần số, mã trải rộng miền tần số được sử dụng.

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

12 UE khác nhau có thể được đa hợp ở dạng trực giao trong cùng PUCCH RB sử dụng 12 CS được đặt cách nhau. Đối với CP thông thường, chuỗi DMRS trên các ký hiệu SC-FDMA #1 và #5 (các ký hiệu SC-FDMA #3 dùng cho CP mở rộng) là tương tự với chuỗi tín hiệu CQI trong miền tần số, nhưng chuỗi DMRS không được điều biến như trong trường hợp thông tin CQI. UE có thể được thiết đặt bán tĩnh nhờ việc truyền tín hiệu lớp cao để báo cáo định kỳ các loại CQI, PMI và RI khác nhau 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 trị số CS được sử dụng dùng để truyền định dạng PUCCH 2/2a/2b.

Dưới đây, định dạng PUCCH (e-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 cho việc truyền ACK/NACK nhờ sử dụng định dạng PUCCH 3.

Trải khối là phương pháp điều biến tín hiệu điều khiển sử dụng SC-FDMA, mà được phân biệt từ định dạng PUCCH 1 hoặc 2 đây. Như được thể hiện trong Fig.9, chuỗi ký hiệu có thể được trải rộng trong miền thời gian sử dụng mã che giấu thuật toán (OCC) và được truyền. Các tín hiệu điều khiển của

các UE có thể được đa hợp trong cùng RB sử dụng OCC. Trong trường hợp định dạng PUCCH 2 được nêu trên, chuỗi ký hiệu được truyền trong miền thời gian và các tín hiệu điều khiển của nhiều UE được đa hợp sử dụng CS của chuỗi CAZAC. Mặt khác, trong trường hợp định dạng dựa vào trải khối PUCCH (ví dụ, định dạng PUCCH 3), chuỗi ký hiệu được truyền trong miền tần số và các tín hiệu điều khiển của nhiều UE được đa hợp qua việc trải rộng miền thời gian dựa vào OCC.

Fig.9(a) minh họa một ví dụ về việc tạo và truyền của bốn ký hiệu SC-FDMA (nghĩa là, các phần dữ liệu) nhờ sử dụng OCC với độ dài là 4 (hoặc hệ số trải rộng (SF)=4) trong chuỗi ký hiệu trong suốt 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 một ví dụ về việc tạo và truyền của năm ký hiệu SC-FDMA (nghĩa là, các phần dữ liệu) nhờ sử dụng OCC với độ dài là 5 (hoặc SF=5) trong chuỗi ký hiệu trong suốt một khe. Trong trường hợp này, hai ký hiệu RS có thể được sử dụng trong một khe.

Trong các ví dụ trên Fig.9, các ký hiệu RS có thể được tạo ra từ chuỗi CAZAC mà tại đó trị số CS cụ thể được ứng dụng, và OCC định trước có thể được ứng dụng cho (hoặc được nhân với) các ký hiệu RS và được truyền. Nếu 12 ký hiệu điều biến được sử dụng trên mỗi ký hiệu OFDM (hoặc ký hiệu SC-FDMA) và mỗi ký hiệu điều biến được tạo ra theo QPSK trong các ví dụ về Fig.9, số lượng các bit lớn nhất mà có thể được truyền trong khe là $12 \times 2 = 24$. Nhờ đó, tổng số bit mà có thể được truyền trong hai khe là 48. Khi cấu trúc kênh PUCCH ứng dụng sơ đồ trải khối được sử dụng, có thể để truyền thông tin điều khiển được mở rộng so với trường hợp các định dạng PUCCH hiện thời 1 và 2.

Sơ đồ đa hợp ACK/NACK

Trong nội dung đa hợp ACK/NACK của ACK/NACK tới các đơn vị dữ liệu có thể được nhận dạng bởi sự kết hợp của đơn vị ACK/NACK được sử dụng thực tế cho việc truyền ACK/NACK và một trong số các ký hiệu được điều biến QPSK. Ví dụ, giả sử rằng đơn vị ACK/NACK mang 2-bit thông tin và

thu dữ liệu lớn nhất trong số hai đơn vị dữ liệu. Ở đây, giả sử rằng HARQ ACK/NACK cho mỗi trong số thu được các đơn vị dữ liệu được biểu diễn bởi bit ACK/NACK. Trong trường hợp này, bộ truyền mà có dữ liệu được truyền có thể nhận dạng các kết quả ACK/NACK như được thể hiện dưới đây trong 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

Trong Bảng 4, HARQ-ACK(i) ($i=0, 1$) biểu diễn kết quả ACK/NACK đối với đơn vị dữ liệu i . Vì đơn vị dữ liệu lớn nhất trong số hai đơn vị dữ liệu (đơn vị dữ liệu 0 và đơn vị dữ liệu 1) được giả sử thu được như được nêu trên, kết quả ACK/NACK đối với đơn vị dữ liệu 0 được biểu diễn là HARQ-ACK(0) và kết quả ACK/NACK đối với đơn vị dữ liệu 1 được biểu diễn là HARQ-ACK(1) trong Bảng 4. Dựa vào Bảng 4, truyền gián đoạn (DTX) chỉ báo rằng đơn vị dữ liệu tương ứng với HARQ-ACK(i) không được truyền hoặc bộ thu không thể phát hiện sự có mặt của đơn vị dữ liệu tương ứng với HARQ-ACK(i). Ngoài ra, $n_{\text{PUCCH},x}^{(1)}$ biểu diễn đơn vị ACK/NACK được sử dụng thực tế cho việc truyền ACK/NACK. Khi có đơn vị lớn nhất trong số hai đơn vị ACK/NACK, các đơn

vị ACK/NACK có thể được biểu diễn là $n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$ và $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$. Ngoài ra, $b(0)$, $b(1)$ biểu diễn hai bit được truyền bởi các đơn vị ACK/NACK được lựa chọn. Các ký hiệu điều biến được truyền qua các đơn vị ACK/NACK được xác định tùy thuộc vào các bit của $b(0)$ và $b(1)$.

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

Như vậy, có thể truyền thông tin ACK/NACK về các đơn vị dữ liệu nhờ sử dụng một đơn vị ACK/NACK nhờ liên kết hoặc ánh xạ sự kết hợp của đơn vị ACK/NACK được lựa chọn và các bit thực tế của đơn vị ACK/NACK được truyền (nghĩa là, sự kết hợp của $n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$ hoặc $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$ được lựa chọn và $b(0)$, $b(1)$ trong Bảng 4) tới nội dung của ACK/NACK thực. Việc đa hợp ACK/NACK đối với nhiều hơn hai đơn vị dữ liệu có thể được thực hiện dễ dàng nhờ mở rộng nguyên lý của việc đa hợp ACK/NACK nêu trên.

Trong sơ đồ đa hợp ACK/NACK nêu trên, NACK và DTX có thể không được phân biệt với nhau khi ít nhất một ACK có mặt cho mỗi đơn vị dữ liệu (nghĩa là, NACK và DTX có thể được ghép đôi như NACK/DTX như được thể hiện trong Bảng 4). Điều này là do tất cả các trạng thái ACK/NACK (nghĩa là, ACK/NACK giả thiết) mà có thể được tạo ra khi NACK và DTX được phân biệt với nhau không thể được biểu diễn bởi chỉ các sự kết hợp của các đơn vị ACK/NACK và các ký hiệu được điều biến QPSK. Khi ACK không có mặt đối với đơn vị dữ liệu bất kỳ (nghĩa là, khi chỉ NACK hoặc DTX có mặt đối với tất

cả các đơn vị dữ liệu), trường hợp xác định đơn của NACK chỉ báo rằng chỉ một trong số các HARQ-ACK(i) là NACK xác định (nghĩa là, NACK được phân biệt với DTX) có thể được định rõ. Trong trường hợp này, đơn vị ACK/NACK tương ứng với đơn vị dữ liệu cho NACK xác định có thể được dành riêng cho việc truyền của các ACK/NACK các tín hiệu.

Kèm thêm PUCCH

Trong việc truyền UL trong hệ thống 3GPP LTE kế thừa (ví dụ, hệ thống phiên bản 8), truyền sóng mang đơn với đặc tính mét khối (CM) tốt hoặc tỉ số giữ công suất đỉnh và công suất trung bình tốt (PAPR), mà nó ảnh hưởng đến hiệu suất của bộ khuếch đại công suất, được duy trì để ứng 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 truyền PUSCH trong hệ thống LTE kế thừa. Trong trường hợp 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 được tiền mã hóa DFT được gán gián đoạn lên trục tần số, hoặc nếu PUSCH và PUCCH được truyền đồng thời, các đặc tính sóng mang đơn như vậy không được duy trì.

Nhờ đó, khi việc truyền PUSCH diễn ra trong cùng khung con như khung con dùng để truyền PUCCH như được minh họa trên Fig.10, thông tin điều khiển đường lên (UCI) được truyền trên PUCCH có thể được gán kèm cùng với dữ liệu qua PUSCH để duy trì các đặc tính sóng mang đơn.

Như được nêu trên, vì LTE UE kế thừa không thể truyền PUCCH và PUSCH đồng thời, UCI (CQI/PMI, HARQ-ACK, RI, v.v.) được đa hợp trong cùng PUSCH trong khung con mang PUSCH. Ví dụ, nếu CQI và/hoặc PMI được truyền trong khung con được phân phối dùng để truyền PUSCH, thông tin điều khiển và dữ liệu có thể được truyền cùng nhau bằng cách đa hợp dữ liệu UL-SCH với CQI/PMI trước khi trải rộng DFT. Trong trường hợp này, dữ liệu UL-SCH được trùng khớp tỉ lệ khi xét đến các tài nguyên CQI/PMI. Thông tin điều khiển chẳng hạn như HARQ ACK, RI, v.v., có thể được đa hợp trong vùng PUSCH nhờ xuyên qua dữ liệu UL-SCH.

Các tín hiệu tham chiếu (các RS)

Trong hệ thống truyền thông không dây, gói được truyền trên kênh radio. Xét về bản chất của kênh radio, gói có thể bị biến dạng trong suốt thời gian truyền. Để thu thành công tín hiệu, bộ thu sẽ bù sự biến dạng của tín hiệu thu được nhờ sử dụng thông tin kênh. Nói chung, để cho phép bộ thu thu được thông tin kênh, bộ truyền truyền tín hiệu đã biết tới cả bộ truyền và bộ thu và bộ thu thu nhận sự nhận biết về thông tin kênh dựa vào sự biến dạng của tín hiệu thu được trên kênh radio. Tín hiệu này được gọi là tín hiệu dẫn đường hoặc RS.

Trong trường hợp truyền và thu dữ liệu qua nhiều anten, sự nhận biết về các trường hợp kênh giữa các anten truyền (Tx) và các anten thu (Rx) được thu nhận cho việc thu tín hiệu thành công. Theo đó, RS sẽ được truyền qua mỗi anten Tx.

Các RS có thể được chia thành các RS đường xuống và các RS đường lên. Trong hệ thống LTE hiện thời, các RS đường lên bao gồm:

i) Tín hiệu tham chiếu giải điều biến (DM-RS) được sử dụng để đánh giá kênh cho giải điều biến kế thừa của thông tin được phân phối trên PUSCH và PUCCH; và

ii) Tín hiệu tham chiếu tạo âm (SRS) được sử dụng cho eNB hoặc mạng để đo chất lượng của kênh đường lên theo tần số khác nhau.

Các RS đường xuống được phân loại thành:

i) Tín hiệu tham chiếu ô cụ thể (CRS) được dùng chung trong số tất cả các UE của ô;

ii) RS UE cụ thể được dành riêng cho UE cụ thể;

iii) DM-RS được sử dụng cho giải điều biến kế thừa của PDSCH, khi PDSCH được truyền;

iv) Tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS) mang CSI, khi các DM-RS đường xuống được truyền;

v) Mạng tần số đơn phát rộng đa phương tiện (MBSFN) RS được sử dụng cho giải điều biến kế thừa của tín hiệu được truyền ở chế độ MBSFN; và

vi) Việc định vị RS được sử dụng để đánh giá thông tin vị trí địa lý về UE.

Các RS có thể cũng được chia thành hai loại theo các mục đích sử dụng của chúng: RS cho sự thu nhận thông tin kênh và RS dùng cho giải điều biến dữ liệu. Vì mục đích của nó nằm ở chỗ UE thu nhận thông tin kênh đường xuống, RS trước đó sẽ được truyền ở dải tần rộng và thu được thậm chí bởi UE mà không thu dữ liệu đường xuống trong khung con cụ thể. RS này cũng được sử dụng ở trạng thái giống như chuyển vùng. RS sau đó là RS mà eNB truyền cùng với dữ liệu đường xuống trong các tài nguyên cụ thể. UE có thể giải điều biến dữ liệu bằng cách đo kênh sử dụng RS. RS này sẽ được truyền trong vùng truyền dữ liệu.

Các CRS đáp ứng hai mục đích, nghĩa là, thu nhận thông tin kênh và giải điều biến dữ liệu. UE RS cụ thể được sử dụng chỉ cho giải điều biến dữ liệu. Các CRS được truyền trong mọi khung con ở dải tần rộng và các CRS dùng cho đến bốn cổng anten được truyền theo số lượng các anten Tx trong eNB.

Ví dụ, nếu eNB có hai anten Tx, các CRS cho các cổng anten 0 và 1 được truyền. Trong trường hợp bốn anten Tx, các CRS cho các cổng anten 0 đến 3 được truyền lần lượt.

Fig.11 minh họa các mẫu trong đó các CRS và các DRS được ánh xạ tới đường xuống cặp RB, như được định rõ trong hệ thống 3GPP LTE kế thừa (ví dụ phù hợp với phiên bản 8). Đơn vị ánh xạ RS, nghĩa là đường xuống cặp RB có thể bao gồm một khung con kịp thời bởi 12 sóng mang con theo tần số. Nghĩa là, cặp RB bao gồm 14 ký hiệu OFDM trong thời gian trong trường hợp CP thông thường (xem Fig.11(a)) và 12 ký hiệu OFDM trong thời gian trong trường hợp CP mở rộng (xem Fig.11(b)).

Trên Fig.11, các vị trí của các RS trong cặp RB cho hệ thống trong đó eNB hỗ trợ bốn anten Tx được minh họa. Các số chỉ dẫn 0, 1, 2 và 3 biểu diễn các RE của các CRS lần lượt cho các cổng anten từ thứ nhất đến thứ tư, cổng anten 0 đến cổng anten 3, và ký tự tham chiếu 'D' biểu diễn các vị trí của các

DRS.

Quản lý nhiều và thích ứng đường truyền nâng cao (eIMTA)

Trong TDD, mỗi khung con (ngoại trừ cho khung con được tạo cấu hình đặc biệt cho chuyển mạch UL-DL) được tạo cấu hình trước cho việc sử dụng trong DL hoặc UL. Cụ thể là, ví dụ, dựa vào Bảng 5 dưới đây, khung con 0 và khung con 5 được tạo cấu hình cho DL và các khung con 2, 3, 4, 7, 8 và 9 được tạo cấu hình cho UL trong một khung radio trong trường hợp cấu hình UL-DL 0. Cấu hình UL-DL mà eNB cụ thể sẽ sử dụng có thể được chỉ báo tới UE trong một phần của thông tin hệ thống (ví dụ, khối thông tin hệ thống (SIB) 1). Với lý do chẳng hạn như nhiều, các eNB liên kế có thể bắt phải sử dụng cùng cấu hình TDD, nghĩa là, cùng cấu hình UL-DL.

Bảng 5

Cấu hình đường lên- đường xuống	Tính định kỳ điểm chuyển mạch đường xuống tới đường lên	Số khung con									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 mili giây	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 mili giây	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 mili giây	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 mili giây	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 mili giây	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 mili giây	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 mili giây	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

(D: khung con dùng để truyền DL, U: khung con cho việc truyền UL, và S: khung con đặc biệt)

Mặc dù hệ thống được thao tác theo các cấu hình UL-DL như được liệt kê trong Bảng 5, nếu lượng UL hoặc dữ liệu truyền DL tăng lên nhanh chóng trong

mỗi ô, một hoặc nhiều khung con được tạo cấu hình cho UL có thể được sử dụng/được chuyển mạch cho DL hoặc một hoặc nhiều khung con được tạo cấu hình cho DL có thể được sử dụng/được chuyển mạch cho UL, để cho phép việc truyền dữ liệu linh hoạt và nhờ đó làm tăng hiệu quả.

Các khung con được gạch chéo trong Bảng 6 dưới đây có thể thích hợp để được chuyển mạch sử dụng của khung con UL đến khung con DL. Đồng thời, Bảng 7 minh họa trường hợp trong đó việc thay đổi chu kỳ chuyển mạch được phép. Nếu thay đổi chu kỳ chuyển mạch không được phép, các khung con thích hợp cho việc chuyển mạch để sử dụng như các khung con DL được gạch chéo.

Bảng 6

Cấu hình đường lên- đường xuống	Tính chu kỳ điểm chuyển mạch đường xuống tới đường lên	Số khung con									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 mili giây	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 mili giây	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 mili giây	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 mili giây	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 mili giây	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 mili giây	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 mili giây	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

Bảng 7

Cấu hình đường lên-đường xuống	Tính chu kỳ điểm chuyển mạch đường xuống tới đường lên	Số khung con									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 mili giây	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 mili giây	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 mili giây	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 mili giây	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 mili giây	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 mili giây	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 mili giây	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

Hơn nữa, có thể được điều chỉnh để chuyển mạch việc sử dụng từ khung con UL sang khung con DL thỏa mãn cấu hình TDD hiện thời. Nói cách khác, nếu việc sử dụng của khung con được chuyển mạch cơ động, cấu hình UL-DL TDD nhận được sẽ là một trong số các cấu hình UL-DL được liệt kê trong Bảng 5. Trong ví dụ cụ thể, nếu khung con 4 trong cấu hình UL-DL 0 được chuyển mạch sang khung con DL, khung con 9 sẽ cũng được chuyển mạch sang khung con DL một cách đồng thời. Trong trường hợp này, có thể được chỉ báo một cách hiệu quả xem cấu hình UL-DL đã được thay đổi hay không, bởi 1 bit.

PDCCH nâng cao (EPDCCH)

EPDCCH mà có thể được truyền trong vùng PDSCH kế thừa được xem như giải pháp về sự thiếu khả năng PDCCH và nhiễu liên ô gây ra bởi đa điểm kết hợp (CoMP), đa đầu vào đa đầu ra đa người dùng (MU-MIMO), v.v., trong hệ thống LTE ngoài phiên bản 11. So với PDCCH gốc CRS kế thừa, EPDCCH

cho phép để đánh giá kênh dựa vào tín hiệu tham chiếu giải điều biến (DMRS) để đạt được lợi ích tiền mã hóa.

Tùy thuộc vào cấu hình của cặp khối tài nguyên vật lý (PRB) được sử dụng dùng để truyền EPDCCH, truyền EPDCCH cục bộ và truyền EPDCCH phân phối có thể được định rõ. Truyền EPDCCH nghĩa là các ECCE được sử dụng cho một việc truyền DCI là liên kề trong miền tần số, và tiền mã hóa cụ thể có thể được sử dụng để thu được lợi ích tạo chùm. Ví dụ, truyền EPDCCH cục bộ có thể dựa vào nhiều ECCE liên kề như được xác định bởi mức hợp nhất. Ngược lại, truyền EPDCCH phân phối nghĩa là một EPDCCH được truyền trong các cặp PRB được phân phối trong miền tần số. Truyền EPDCCH phân phối đưa ra lợi ích đa dạng tần số. Ví dụ, truyền EPDCCH phân phối có thể dựa vào ECCE có 4 EREG được bao gồm trong mỗi cặp PRB được phân phối. Một hoặc hai tập hợp EPDCCH PRB có thể được tạo cấu hình cho UE bằng cách truyền tín hiệu lớp cao hơn và mỗi tập hợp EPDCCH PRB có thể được sử dụng cho một trong số truyền EPDCCH cục bộ và truyền EPDCCH phân phối.

Để thu/thu nhận DCI từ EPDCCH, UE có thể thực hiện giải mã mù theo cách tương tự như trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa. Cụ thể hơn là, UE có thể nỗ lực giải mã (giám sát) tập hợp ứng viên EPDCCH cho mỗi mức hợp nhất, đối với các định dạng DCI tương ứng với chế độ truyền được tạo cấu hình. Tập hợp ứng viên EPDCCH được giám sát có thể được đề cập đến như không gian tìm kiếm EPDCCH UE cụ thể và không gian tìm kiếm này có thể được tạo cấu hình/được thiết đặt cho mỗi mức hợp nhất. So với hệ thống LTE/LTE-A kế thừa nêu trên, các mức hợp nhất {1, 2, 4, 8, 16, 32} là thích hợp theo loại khung con, độ dài CP, và lượng các tài nguyên thích hợp trong cặp PRB.

Nếu EPDCCH được tạo cấu hình cho UE, UE đánh chỉ số các RE được bao gồm trong cặp PRB được thiết đặt là các EREG và đánh chỉ số các EREG trên cơ sở ECCE. UE xác định các ứng viên EPDCCH mà tạo nên không gian tìm kiếm dựa vào các ECCE có chỉ số và thực hiện giải mã mù trên các ứng viên EPDCCH được xác định, nhờ đó thu thông tin điều khiển. Ở đây, EREG và

ECCE tương ứng với REG và CCE của hệ thống LTE/LTE-A kế thừa, một cách tương ứng. Một cặp PRB có thể bao gồm 16 EREG.

Truyền EPDCCH và ACK

Khi thu EPDCCH, UE có thể truyền ACK/NACK cho EPDCCH trên PUCCH. Các chỉ số của các tài nguyên cho việc truyền ACK/NACK, nghĩa là, các chỉ số của các tài nguyên PUCCH có thể được xác định bởi chỉ số thấp nhất trong số các chỉ số của các ECCE được sử dụng dùng để truyền EPDCCH, tương tự với Biểu thức 1, nghĩa là, theo Biểu thức 2 sau đây.

Biểu thức 2

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

Trong Biểu thức 2, $n_{PUCCH-ECCE}^{(1)}$ biểu diễn chỉ số tài nguyên PUCCH, n_{ECCE} biểu diễn chỉ số thấp nhất trong số các chỉ số của các ECCE được sử dụng dùng để truyền EPDCCH, và $N_{PUCCH}^{(1)}$ (hoặc $N_{PUCCH,EPDCCH}^{(1)}$) biểu diễn điểm bắt đầu của các chỉ số tài nguyên PUCCH, được chỉ báo bởi truyền tín hiệu lớp cao hơn.

Tuy nhiên, nếu chỉ số tài nguyên PUCCH được xác định vô điều kiện bởi Biểu thức 2, sự xung đột tài nguyên có thể xảy ra. Ví dụ, nếu hai tập hợp EPDCCH PRB được tạo cấu hình, việc đánh chỉ số ECCE là độc lập trong mỗi tập hợp EPDCCH PRB. Do đó, các tập hợp EPDCCH PRB có thể có cùng chỉ số ECCE thấp nhất. Mặc dù vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách thiết đặt các điểm bắt đầu tài nguyên PUCCH khác nhau cho những người dùng khác nhau, việc thiết đặt các điểm bắt đầu tài nguyên PUCCH khác nhau cho tất cả các lượng người dùng tới sự dành riêng của số lượng lớn của các tài nguyên PUCCH, là không hiệu quả. Hơn nữa, DCI từ các người dùng có thể được truyền ở cùng vị trí ECCE trên EPDCCH, như trường hợp với MU-MIMO. Để giải quyết vấn đề này, chuyển dịch tài nguyên HARQ-ACK (chuyển dịch tài nguyên HARQ-ACK) (ARO) đã được đưa ra. ARO cho phép sự xung đột giữa

các tài nguyên PUCCH được tránh khỏi bằng cách chuyển dịch các tài nguyên PUCCH, mà được xác định dựa vào chỉ số thấp nhất trong số các chỉ số của các ECCE của EPDCCH và chuyển dịch bắt đầu tài nguyên PUCCH được chỉ báo bởi truyền tín hiệu lớp cao hơn, bởi mức độ định trước. ARO được chỉ báo trong 2 bit của định dạng DCI 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D được truyền trên EPDCCH, như được minh họa trong Bảng 8.

Bảng 8

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

eNB có thể lựa chọn một trong số các trị số ARO được liệt kê trong Bảng 8 và chỉ báo trị số ARO được lựa chọn tới UE cụ thể theo định dạng DCI, sao cho UE cụ thể có thể sử dụng trị số ARO trong việc xác định các tài nguyên PUCCH. UE có thể phát hiện trường ARO từ định dạng DCI của nó và truyền phản hồi thu trong các tài nguyên PUCCH được xác định dựa vào trị số ARO.

So với FDD, UL và DL không được tách với nhau trong TDD. Do đó, điều có thể xảy ra là một khung con UL mang các ACK/các NACK cho các (các PDSCH của) khung con DL. Điều này sẽ được mô tả dựa vào Fig.11. Fig.11(a) minh họa các cấu hình UL-DL trong TDD, và Fig.11(b) minh họa ACK/NACK trong trường hợp cấu hình TDD UL-DL 2. Dựa vào Fig.11, các khung con thích hợp để sử dụng như các khung con UL bị giới hạn ở khung con 2 và khung con 7 trong cấu hình TDD UL-DL 2. Theo đó, cần phải truyền các ACK/các NACK cho tám khung con DL (bao gồm các khung con đặc biệt) trong hai các khung

con UL (khung con 2 và khung con 7). Nhằm mục đích này, các chỉ số tập hợp kết hợp DL được định rõ trong Bảng 9 dưới đây.

Bảng 9

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 chỉ số kết hợp DL K được bao gồm các phần tử $\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$ cho mỗi khung con UL, và M (tạo bó kích thước của số) biểu diễn số lượng của các khung con DL trong đó các ACK/các NACK được truyền trong tập hợp chỉ số kết hợp DL K. Trong Bảng 9, mỗi số chỉ báo số lượng các khung con mà nhờ đó khung con UL hiện thời được đặt cách với khung con DL trong đó khung con UL là để mang ACK/NACK. Ví dụ, trong trường hợp cấu hình UL-DL 2, khung con 2 mang các ACK/các NACK cho các khung con DL sớm hơn so với khung con 2 bởi 8, 7, 4, và 6 khung con (nghĩa là, các khung con 4, 5, 8, và 6 của khung con trước đó), như được minh họa trên Fig.11(b).

Để truyền các ACK/các NACK cho các khung con DL trong một khung con UL, các tài nguyên được phân phối trên cơ sở tập hợp EPDCCH PRB theo cách sao cho các tài nguyên PUCCH được ghép nối lần lượt theo thứ tự của tập

hợp kết hợp. Ví dụ, trong trường hợp cấu hình UL-DL 5, cho tập hợp EPDCCH-PRB j , các vùng tài nguyên PUCCH cho các khung con tương ứng với tập hợp kết hợp $\{13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6\}$ được dành riêng trong khung con 2, như được minh họa trên Fig.12. Trên Fig.12, mỗi khối là tài nguyên vùng PUCCH cho một trong số các khung con tương ứng với tập hợp kết hợp, và m biểu diễn chỉ số của khung con DL trong đó ACK/NACK sẽ được truyền trong khung con 2 (nghĩa là, chỉ số theo dãy trong tập hợp kết hợp $\{13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6\}$). Ví dụ, nếu $m=1$, điều này có nghĩa là 12 (khung con có trước khung con 2 bởi 12 khung con, nhờ đó khung con 0 của khung con trước đó), và $N_{eCCE,i,j}$ biểu diễn số lượng của các ECCE của khung con thứ i trong tập hợp EPDCCH-PRB j .

Tuy nhiên, sự dành riêng của tất cả các vùng tài nguyên PUCCH cho các khung con DL trong khung con UL như được minh họa trên Fig.12 có thể khiến lãng phí các tài nguyên PUCCH. Do đó, các sự chuyển dịch trị số lớn đã được đưa vào trong TDD để sử dụng hiệu quả các tài nguyên PUCCH (để làm giảm được sử dụng thực tế các tài nguyên PUCCH), và các ARO như được liệt kê trong Bảng 10 dưới đây có thể được sử dụng.

Bảng 10

Trường chuyển dịch tài nguyên ACK/NACK theo định dạng DCI 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D	Δ_{ARO}
0	0
1	$-\sum_{i=0}^{m-1} N_{ECCE,q,n-k_{i1}} - 2$
2	$-\sum_{i=1}^{m-1} N_{ECCE,q,n-k_{i1}} - 1$

3	2
---	---

Trong Bảng 10, m biểu diễn các chỉ số của các khung con DL trong đó các HARQ-ACK được truyền trong một khung con UL, và $N_{eCCE,q,n-k_{i1}}$ biểu diễn số lượng của các ECCE của tập hợp EPDCCH PRB q trong khung con $n - k_{i1}$.

Nếu trường chuyển dịch tài nguyên ACK/NACK của Bảng 10 được thiết đặt là 1, trị số ARO chuyển dịch UE tới tài nguyên HARQ-ACK cho khung con thứ nhất trong số của các khung con DL. Nếu trường chuyển dịch tài nguyên ACK/NACK là 2, trị số ARO chuyển dịch UE tới tài nguyên HARQ-ACK cho khung con có trước khung con UL bởi một, hai, hoặc ba khung con từ trong số các khung con DL (số lượng các khung con mà nhờ đó khung con UL được đặt cách với khung con DL có thể khác nhau theo vị trí của khung con UL, và số lượng các khung con được nhảy được định rõ bởi các biểu thức trong Bảng 10). Trị số ARO như vậy mà nó chuyển dịch UE tới khung con khiến có thể nén hữu hiệu các tài nguyên PUCCH. Dưới đây, trị số ARO cho phép sự chuyển dịch tới tài nguyên HARQ-ACK cho khung con thứ nhất sẽ được đề cập đến như trị số lớn thứ nhất ARO, và trị số ARO cho phép sự chuyển dịch tới tài nguyên HARQ-ACK cho một trong số các khung con trước đó sẽ được đề cập đến như trị số lớn thứ hai ARO, nhằm thuận lợi cho việc mô tả.

Nếu tập hợp EPDCCH PRB q là cho việc truyền được phân phối, các tài nguyên PUCCH có thể được xác định bởi Biểu thức 3, và nếu tập hợp EPDCCH PRB q là cho việc truyền cục bộ, các tài nguyên PUCCH có thể được xác định bởi Biểu thức 4.

Biểu thức 3

$$n_{\text{PUCCH}}^{(1,\tilde{p}_1)} = n_{\text{ECCE},q} + 1 + \sum_{i=0}^{m-1} N_{\text{ECCE},q,n-k_{i1}} + \Delta_{\text{ARO}} + N_{\text{PUCCH},q}^{(e1)}$$

Biểu thức 4

$$n_{\text{PUCCH}}^{(1, \tilde{p}_1)} = \left\lfloor \frac{n_{\text{ECCE}, q}}{N_{\text{RB}}^{\text{ECCE}, q}} \right\rfloor \cdot N_{\text{RB}}^{\text{ECCE}, q} + 1 + \sum_{i=1}^{m-1} N_{\text{ECCE}, q, n-k_{i1}} + n' + \Delta_{\text{ARO}} + N_{\text{PUCCH}, q}^{(e1)}$$

Trong Biểu thức 3 và Biểu thức 4, $n_{\text{ECCE}, q}$ biểu diễn chỉ số ECCE thấp nhất, $N_{\text{PUCCH}, q}^{(e1)}$ biểu diễn thông số được truyền tín hiệu bằng cách truyền tín hiệu lớp cao hơn, n' biểu diễn trị số được xác định liên quan đến cổng anten, và $N_{\text{ECCE}, q, n-k_{i1}}$ biểu diễn số lượng của các ECCE của tập hợp EPDCCH PRB q trong khung con $n-k_{i1}$.

Nén/tao gói để truyền HARQ-ACK trong eIMTA

Liên quan đến eIMTA nêu trên, UE kế thừa (UE không có liên quan đến cấu hình eIMTA hoặc UE trong đó eIMTA có thể không được tạo cấu hình) và UE eIMTA (UE có khả năng eIMTA (eIMTA-capable), UE được tạo cấu hình eIMTA (eIMTA-configured), hoặc UE trong đó thông báo liên quan đến eIMTA được tạo cấu hình) có thể có các thời điểm HARQ khác nhau trong eIMTA. Nhờ đó, thời điểm HARQ tham chiếu DL có thể được thiết đặt. Nghĩa là, các thời điểm HARQ khác nhau có thể được thiết đặt cho UE eIMTA và UE kế thừa. Ví dụ, UE eIMTA có thể sử dụng cấu hình TDD UL-DL 5 cho việc định thời HARQ của nó, trong khi đó UE kế thừa có thể sử dụng cấu hình TDD UL-DL 4 cho việc định thời HARQ của nó. Trong trường hợp này, đặc biệt là trong khung con 2, UE kế thừa có thứ tự tài nguyên PUCCH cho các khung con DL 12, 8, 7, và 11 như thứ tự tạo gói, và UE eIMTA có thứ tự tài nguyên PUCCH cho các khung con DL 13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, và 6 như thứ tự tạo gói. Do các thứ tự tạo gói khác nhau giữa UE kế thừa và sự xung đột UE eIMTA, HARQ-ACK có thể xảy ra. Để giải quyết vấn đề này, thứ tự tạo gói chung có thể được sử dụng giữa UE kế thừa và UE eIMTA, và các tài nguyên PUCCH có thể được sử dụng một cách tách biệt cho các khung con DL không chung với UE kế thừa và IMTA

UE. Ví dụ, UE kế thừa có thể theo sau thời điểm HAQR được minh họa trong Bảng 11, và UE eIMTA có thể thực hiện việc tạo gói để truyền HARQ-ACK cho khung con DL không chung với UE kế thừa và UE eIMTA theo Bảng 12. Cụ thể là, trong ví dụ nêu trên (trong đó UE eIMTA sử dụng cấu hình TDD UL-DL 5 như việc định thời HARQ, và UE kế thừa sử dụng cấu hình TDD UL-DL 4 như việc định thời HARQ), (các tài nguyên PUCCH dùng cho) các khung con DL 12, 8, 7, và 11 chung với UE kế thừa và UE eIMTA có thể được tạo gói theo Bảng 11, trong khi đó (các tài nguyên PUCCH của) các khung con DL 13, 9, 5, 4, và 6 cho UE eIMTA chỉ có thể được tạo gói theo phần được gạch chéo của Bảng 12

Bảng 11

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	-

Bảng 12

Lớp cao hơn thông số 'eimta- HarqRefere nceConfig- r12'	Lớp cao hơn thông số 'subfram eAssign ment (gán khung con)'	Khung con n									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0	-	-	7,8,4	-	-	-	-	7,8,4	-	-
	1	-	-	8,4	-	-	-	-	8,4	-	-
	6	-	-	6,8,4	-	-	-	-	8,6,4	-	-
4	0	-	-	12,7,11,8	7,4,5, 6	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	12,8,11	7,5,6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	12,8	4,7	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	12,11,8	4,5,6	-	-	-	-	-	-
5	0	-	-	12,7,11,13,8,4, 9,5	-	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	13,12,8,11,4,9, 5	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	13,12,9,11,5	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	13,12,5,4,8,9	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	13,5,4,6,9	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	13,12,11,6,8,4, 9,5	-	-	-	-	-	-	-

Trong sơ đồ tạo gói này, thứ tự tạo gói được thay đổi, và vùng chung với UE kế thừa và UE eIMTA được tách từ vùng được dành riêng cho UE eIMTA. Ngoài ra, thứ tự tạo gói được thay đổi nằm trong cửa sổ tạo bó hiện thời. Theo đó, ARO (trị số) cần được thiết đặt. Trong hoàn cảnh này, việc thiết đặt trị số lớn thứ nhất và thứ hai ARO (các trị số ARO) theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây. Trong phần mô tả dưới đây, tập hợp bao gồm các khung con chung với UE kế thừa và UE eIMTA được đề cập đến như tập hợp khung con thứ nhất (hoặc cửa sổ thứ nhất hoặc cửa sổ 1), và tập hợp bao gồm các khung con cho UE eIMTA chỉ được đề cập đến như tập hợp khung con thứ hai (hoặc cửa sổ thứ hai hoặc cửa sổ 2). Tập hợp của các khung con còn lại trong cửa sổ của cấu hình TDD được sử dụng cho UE eIMTA, ngoại trừ cho cửa sổ thứ nhất có thể được thiết đặt như cửa sổ thứ hai. Trong cửa sổ 2, các khung con DL cố định có thể được theo sau bởi các khung con linh hoạt. Trong ví dụ cụ thể, cửa sổ 1 được bao gồm $\{k_0, k_1, \dots, k_{M_1-1}\}$, và cửa sổ 2 được bao gồm $\{k_0, k_1, \dots, k_{M_2-1}\}$. Ở đây, M_1 và M_2 có thể lần lượt là các kích thước của cửa sổ 1 và cửa sổ 2.

Trong khi phần mô tả dưới đây chủ yếu đưa ra trong bối cảnh của trường chuyển dịch tài nguyên ACK/NACK là 1, điều này không giới hạn các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế, và điều tương tự cũng ứng dụng được cho trường hợp trong đó trường chuyển dịch tài nguyên ACK/NACK là 2.

Phương án 1

Trong trường hợp trong đó UE xác định các tài nguyên PUCCH cho các khung con DL sử dụng ARO và truyền các HARQ-ACK qua các tài nguyên PUCCH trong một khung UL, ARO có thể được thao tác như sau theo sự hợp thành của các khung con DL, hoặc theo mối tương quan giữa cấu hình TDD UL-DL và số lượng các khung con DL.

Nếu các khung con DL chỉ bao gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất chung với UE eIMTA và UE kế thừa, ARO có thể được thiết đặt với giả sử rằng các tài nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ nhất và các tài

nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ hai là liền kề. Ví dụ, trị số lớn thứ nhất ARO có thể chuyển dịch tài nguyên PUCCH tới tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất của tập hợp khung con thứ nhất. Nếu các khung con DL cũng bao gồm khung con của tập hợp khung con thứ hai chỉ cho UE eIMTA, ARO có thể cũng chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho khung con của tập hợp khung con thứ hai tới tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất của tập hợp khung con thứ nhất. Tương tự, trị số lớn thứ hai ARO có thể được thiết đặt để chuyển dịch tài nguyên PUCCH để chuyển dịch tài nguyên HARQ-ACK cho khung con trước đó DL, với giả sử rằng tập hợp khung con thứ nhất và thứ hai là một tập hợp khung con được kết nối. Ở đây, số lượng của các khung con DL mà nhờ đó UE nhảy theo trị số lớn thứ hai ARO có thể là khác nhau theo vị trí liên quan nằm trong cửa sổ. Vì giả sử rằng tập hợp khung con thứ nhất và thứ hai là một cửa sổ, có thể được xác định rằng M1 các khung con DL đứng trước vị trí liên quan của trị số HARQ-ACK cho khung con được bao gồm trong tập hợp khung con thứ hai.

Nói cách khác, nếu các khung con DL chỉ bao gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất chung với UE được tạo cấu hình eIMTA và UE có không liên quan đến cấu hình eIMTA, ARO có thể chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất được bao gồm trong tập hợp khung con thứ nhất tới tài nguyên PUCCH cho khung con có trước khung con thứ nhất trong tập hợp khung con thứ nhất. Nếu các khung con DL ngoài ra còn bao gồm khung con của tập hợp khung con thứ hai cho chỉ UE được tạo cấu hình eIMTA, ARO chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho khung con thứ hai được bao gồm trong tập hợp khung con thứ hai tới tài nguyên PUCCH cho khung con có trước khung con thứ hai, và khi bao nhiêu tài nguyên PUCCH được chuyển dịch cho khung con thứ hai được xác định, thì có thể xác định là tập hợp khung con thứ hai cũng bao gồm bấy nhiêu khung con của tập hợp khung con thứ nhất. Ở đây, nếu ARO thứ nhất được sử dụng, khung con có trước các khung con thứ nhất và thứ hai có thể là khung con thứ nhất của tập hợp khung con thứ nhất.

Với các trị số lớn ARO được thiết đặt như được nêu trên, sử dụng hiệu quả của các tài nguyên PUCCH có thể được tối đa hóa. Cụ thể hơn là, ví dụ, việc nén tài nguyên PUCCH có thể được thực hiện chỉ nằm trong mỗi cửa sổ, như được mô tả dưới đây. Trong các trường hợp, các tài nguyên giữa các cửa sổ có thể là lãng phí. Tuy nhiên, theo phương án nêu trên, UE có thể nén các tài nguyên PUCCH của mỗi cửa sổ ngang qua đường bao của cửa sổ, nhờ đó tối đa hóa hiệu quả sử dụng tài nguyên.

Phương án nêu trên được minh họa trên Fig.12. Trên Fig.12, mỗi khối biểu diễn tài nguyên PUCCH cho một trong số các khung con DL trong đó các ACK/các NACK được truyền trong một khung con UL, và $N_{\text{PUCCH},q}^i$ biểu diễn thời điểm bắt đầu chuyển dịch của cửa sổ thứ i . Dựa vào Fig.12, có thể lưu ý rằng hai cửa sổ (hai tập hợp khung con) được liên quan như một cửa sổ liên tục. Như được minh họa trên Fig.12, liên quan đến cửa sổ thứ nhất, trị số lớn thứ nhất ARO chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho khung con DL cụ thể (ví dụ, $m=M1-2$) tới tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất của cửa sổ thứ nhất. Cũng trong cửa sổ thứ hai, ARO chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho khung con DL cụ thể (ví dụ, $M=1+M1$) tới tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất của cửa sổ thứ nhất. Nghĩa là, ARO của cửa sổ thứ hai bổ sung kích thước $M1$ của cửa sổ thứ nhất tới thứ tự khung con của nó. Nhờ đó, cửa sổ lớn được giả sử, trong đó cửa sổ thứ hai là liền kề với cửa sổ thứ nhất. Nói cách khác, trên Fig.13, giả sử rằng các vùng PUCCH đối với hai cửa sổ là liền kề, và các tài nguyên PUCCH đối với cửa sổ thứ hai được thiết đặt được chuyển dịch tới tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất của cửa sổ thứ nhất bằng cách bổ sung $M1$ tới m .

Nếu hai cửa sổ không liền kề ($N_{\text{PUCCH},q}^2 \neq N_{\text{PUCCH},q}^1 + \sum_{i=0}^{M_1-1} N_{\text{ECCE},i}$),
 $a = N_{\text{PUCCH},q}^1 + \sum_{i=0}^{M_1-1} N_{\text{ECCE},i} - N_{\text{PUCCH},q}^2$ có thể được trừ thêm từ ARO của cửa sổ thứ hai sao cho ARO có thể không chỉ báo vùng gián đoạn trong cửa sổ khác nhau. Fig.14

minh họa phương án dùng cho trường hợp trong đó sự chuyển dịch bắt đầu của cửa sổ thứ hai là không liên kế với các vùng PUCCH cho cửa sổ thứ nhất.

Trong phương án, ARO có thể được thiết đặt cho mỗi trong số tập hợp khung con thứ nhất và thứ hai. Hoặc các ARO khác nhau có thể được thiết đặt cho tập hợp khung con thứ nhất và thứ hai. Nghĩa là, tập hợp ARO cho tập hợp khung con thứ nhất và tập hợp ARO cho tập hợp khung con thứ hai có thể là các thông số được định rõ là khác nhau, mặc dù hiệu quả như nhau (chuyển dịch các tài nguyên PUCCH tới tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất) đạt được.

Phương án 2

UE eIMTA có thể thiết đặt hai cửa sổ truyền HARQ ACK dùng để truyền các HARQ ACK và thiết đặt trị số lớn ARO trên cơ sở cửa sổ. Nghĩa là, trị số lớn ARO có thể được thiết đặt theo thứ tự m của các khung con trong mỗi cửa sổ. Fig.15 minh họa một ví dụ về phương án thứ nhất. Như được minh họa trên Fig.15, trị số lớn thứ nhất ARO được thiết đặt cho mỗi cửa sổ. Trị số lớn thứ nhất ARO chuyển dịch các tài nguyên PUCCH tới tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất của cửa sổ.

Phương án 3

Trong phương án 3, cửa sổ thứ nhất và thứ hai được định rõ, và cửa sổ thứ hai được phân nhánh thêm xét về các đặc tính của eIMTA. Cụ thể hơn là, cửa sổ thứ hai có thể được chia thành các khung con cố định và các khung con linh hoạt, và trị số lớn ARO có thể được định rõ theo thứ tự khung con trong mỗi cửa sổ. Nghĩa là, cửa sổ thứ hai có thể được chia thành hai cửa sổ, và trị số lớn ARO có thể được ứng dụng theo thứ tự khung con trong mỗi trong số các cửa sổ. Fig.16 minh họa phương án 3, và dựa vào giả sử rằng UE xác nhận trường chuyển dịch tài nguyên ACK/NACK được thiết đặt tới 1 trong DCI. Do đó, khi trị số lớn thứ nhất ARO được ứng dụng, tài nguyên PUCCH cho khung con cụ thể có thể được chuyển dịch tới tài nguyên PUCCH cho khung con thứ nhất ở mỗi trong số ba cửa sổ.

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

Fig.17 là sơ đồ khối của điểm truyền và UE theo phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.17, điểm truyền 10 theo sáng chế có thể bao gồm môđun thu (Rx) 11, môđun truyền (Tx) 12, bộ xử lý 13, bộ nhớ 14, và các anten 15. Sử dụng của các anten 15 nghĩa là điểm truyền 10 hỗ trợ truyền và thu đa đầu vào và đa đầu ra (MIMO). Môđun Rx 11 có thể thu các tín hiệu UL, dữ liệu, và thông tin từ UE. Môđun Tx 12 có thể truyền các tín hiệu DL, dữ liệu, và thông tin tới UE. Bộ xử lý 13 có thể cung cấp toàn bộ việc điều khiển tới điểm truyền 10.

Bộ xử lý 13 của điểm truyền 10 theo phương án của sáng chế có thể thực hiện các thao tác cần thiết trong các phương án nêu trên.

Bên cạnh đó bộ xử lý 13 của điểm truyền 10 xử lý thông tin thu được và thông tin được truyền tới phía ngoài của điểm truyền 10. Bộ nhớ 14 có thể lưu trữ thông tin được xử lý đối với thời gian định trước và có thể được thay thế với thành phần chẳng hạn như bộ đệm (không được thể hiện).

Cũng dựa vào Fig.17, UE 20 theo sáng chế có thể bao gồm môđun Rx 21, môđun Tx 22, bộ xử lý 23, bộ nhớ 24, và các anten 25. Việc sử dụng các anten 25 nghĩa là UE 20 hỗ trợ truyền và thu MIMO sử dụng các anten 25. Môđun Rx 21 có thể thu các tín hiệu DL, dữ liệu, và thông tin từ eNB. Môđun Tx 22 có thể truyền các tín hiệu UL, dữ liệu, và thông tin tới eNB. Bộ xử lý 23 có thể cung cấp toàn bộ việc điều khiển tới UE 20.

Bộ xử lý 23 của UE 20 theo phương án của sáng chế có thể thực hiện các thao tác cần thiết trong các phương án nêu trên.

Bên cạnh đó bộ xử lý 23 của UE 20 xử lý thông tin thu được và thông tin được truyền tới bên ngoài của UE 20. Bộ nhớ 24 có thể lưu trữ thông tin được xử lý đối với thời gian định trước và có thể được thay thế với thành phần chẳng hạn như bộ đệm (không được thể hiện).

Điểm truyền và UE nêu trên có thể được tạo cấu hình theo cách sao cho các phương án khác nhau nêu trên của sáng chế có thể được thực hiện độc lập hoặc

sự kết hợp của hai hoặc nhiều. Phần mô tả không cần thiết được bỏ qua để làm ngắn gọn.

Phần mô tả về điểm truyền 10 trên Fig.17 ứng dụng được cho việc chuyển tiếp như bộ truyền DL hoặc bộ thu UL, và phần mô tả về UE 20 trên Fig.17 ứng dụng được cho sự chuyển tiếp như bộ thu DL hoặc bộ truyền UL.

Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bởi phương tiện khác nhau, ví dụ, trong phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc sự kết hợp của nó.

Trong cấu hình phần cứng, phương pháp theo các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (các ASIC), các bộ xử lý tín hiệu số (các DSP), các thiết bị xử lý tín hiệu số (các DSPD), các thiết bị logic lập trình được (các PLD), các mảng cửa lập trình được dạng trường (các FPGA), các bộ xử lý, các bộ điều khiển, các bộ vi điều khiển, hoặc các bộ vi xử lý.

Trong cấu hình phần sụn hoặc phần mềm, phương pháp theo các phương án của sáng chế có thể được thực hiện ở dạng của các môđun, các thủ tục xử lý, các chức năng, v.v., thực hiện các chức năng hoặc các thao tác nêu trên. Mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và được thực hiện bởi bộ xử lý. Bộ nhớ có thể được bố trí ở bên trong hoặc bên ngoài của bộ xử lý và có thể truyền và thu dữ liệu tới và từ bộ xử lý qua các phương tiện đã biết khác nhau.

Phần mô tả chi tiết của các phương án ưu tiên của sáng chế đã được đưa ra để cho phép người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này thực hiện và thực hành sáng chế. Mặc dù sáng chế đã được mô tả dựa vào các phương án ưu tiên, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sẽ thấy rõ rằng các điều chỉnh khác nhau và các cải biến có thể được thực hiện trong sáng chế mà không trệch khỏi bản chất hoặc phạm vi của sáng chế được mô tả trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Theo đó, sáng chế sẽ không giới hạn ở các phương án cụ thể được mô tả ở đây, mà sẽ có được phạm vi rộng nhất phù hợp với các nguyên lý và các dấu hiệu mới được bộc lộ ở đây.

Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sẽ thấy rõ rằng sáng chế có thể được thực hiện theo cách cụ thể khác so với cách thức nêu trên ở đây mà không có trệch khỏi tinh thần và các đặc điểm cơ bản của sáng chế. Các phương án nêu trên do đó được hiểu là tất cả các khía cạnh như minh họa và không có sự hạn chế. Phạm vi của sáng chế sẽ được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phần tương đương kế thừa của chúng, không bởi phần mô tả nêu trên, và tất cả thay đổi nằm trong ý nghĩa và phạm vi tương đương của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo được dự định được bao gồm ở đây. Hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này rằng các điểm yêu cầu bảo hộ không được nêu rõ ràng với nhau trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo có thể có mặt trong sự kết hợp như phương án của sáng chế hoặc được bao gồm như điểm yêu cầu bảo hộ mới nhờ sự sửa đổi về sau sau khi đơn được nộp.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Các phương án nêu trên của sáng chế ứng dụng được cho các hệ thống truyền thông di động khác nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền báo nhận yêu cầu lặp lại tự động lai (Hybrid Automatic Repeat Request Acknowledgement - (HARQ-ACK)) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp bao gồm các bước:

xác định các tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel - PUCCH) cho các khung con đường xuống, sử dụng chuyển dịch tài nguyên HARQ-ACK (HARQ-ACK Resource Offset - ARO)); và

truyền các HARQ-ACK qua các tài nguyên PUCCH trong một khung con đường lên (uplink - UL),

trong đó cả thiết bị người dùng (User Equipment –UE) eIMTA (enhanced Interference Mitigation and Traffic Adaptation – thích ứng truyền và giảm thấp nhiễu nâng cao) và UE không eIMTA (non-eIMTA) được tạo cấu hình để truyền HARQ-ACK của các khung con đường xuống (downlink – DL) của tập hợp khung con thứ nhất, bằng cách sử dụng một khung con,

trong đó chỉ UE eIMTA giữa UE eIMTA và UE không eIMTA được tạo cấu hình để truyền HARQ-ACK của các khung con DL của tập hợp khung con thứ hai, bằng cách sử dụng một khung con,

trong đó ARO gồm trị số thứ nhất liên quan tới sự chuyển dịch tài nguyên PUCCH đối với các khung con DL của tập hợp khung con thứ nhất, khi các khung con DL gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất, và trong đó ARO gồm cả trị số thứ nhất và trị số thứ hai liên quan đến sự chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho các khung con DL của tập hợp khung con thứ hai, khi các khung con đường xuống gồm các khung con trong tập hợp khung con thứ nhất và tập hợp khung con thứ hai.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các tài nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ nhất và các tài nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ hai là liên kế.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các tài nguyên PUCCH được xác định nhờ sử dụng chỉ số thấp nhất trong số các chỉ số của các phần tử kênh điều khiển nâng cao (Enhanced Control Channel Elements - ECCE) trong kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (Enhanced Physical Downlink Control Channel - EPDCCH).

4. Thiết bị người dùng (UE) dùng để truyền báo nhận yêu cầu lặp lại tự động lại (HARQ-ACK) trong hệ thống truyền thông không dây, UE bao gồm:

thiết bị thu; và

bộ xử lý,

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định các tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) cho nhiều khung con DL, sử dụng chuyển dịch tài nguyên HARQ-ACK (ARO), và truyền các HARQ-ACK qua các tài nguyên PUCCH trong một khung con đường lên (UL),

trong đó cả UE eIMTA và UE không eIMTA được tạo cấu hình để truyền HARQ-ACK của các khung con DL của tập hợp khung con thứ nhất, bằng cách sử dụng một khung con,

trong đó chỉ UE eIMTA giữa UE eIMTA và UE không eIMTA được tạo cấu hình để truyền HARQ-ACK của các khung con DL của tập hợp khung con thứ hai, bằng cách sử dụng một khung con,

trong đó ARO gồm trị số thứ nhất liên quan đến sự chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho các khung con DL của tập hợp khung con thứ nhất, khi các khung con đường xuống (DL) gồm các khung con trong tập hợp khung con thứ nhất, và

trong đó ARO gồm cả trị số thứ nhất và trị số thứ hai liên quan tới sự chuyển dịch tài nguyên PUCCH cho các khung con DL của tập hợp khung con thứ hai, khi các khung con đường xuống gồm các khung con của tập hợp khung con thứ nhất và tập hợp khung con thứ hai.

5. Thiết bị người dùng theo điểm 4, trong đó các tài nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ nhất và các tài nguyên PUCCH cho tập hợp khung con thứ hai là liên kề.
6. Thiết bị người dùng theo điểm 4, trong đó các tài nguyên PUCCH được xác định nhờ sử dụng chỉ số thấp nhất trong số các chỉ số của các phần tử kênh điều khiển nâng cao (ECCE) trong kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH).

FIG. 2

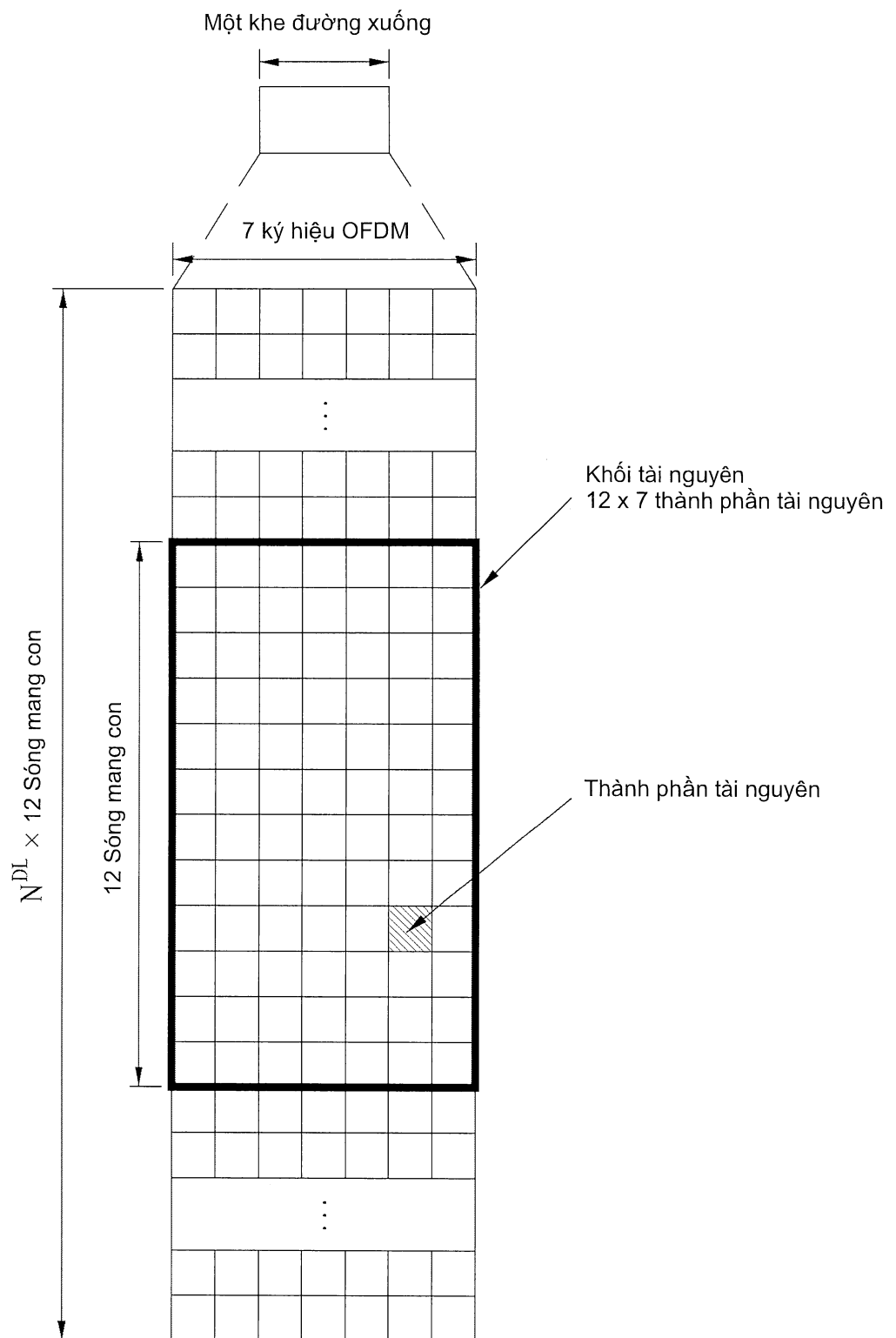


FIG. 3

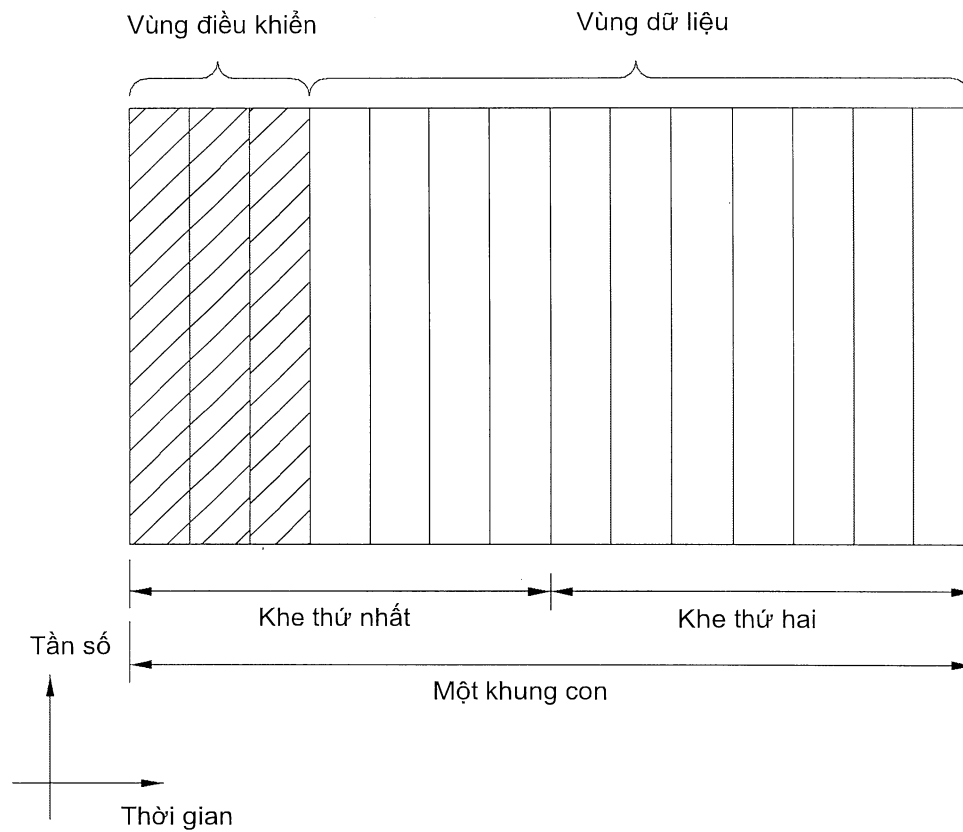


FIG. 4

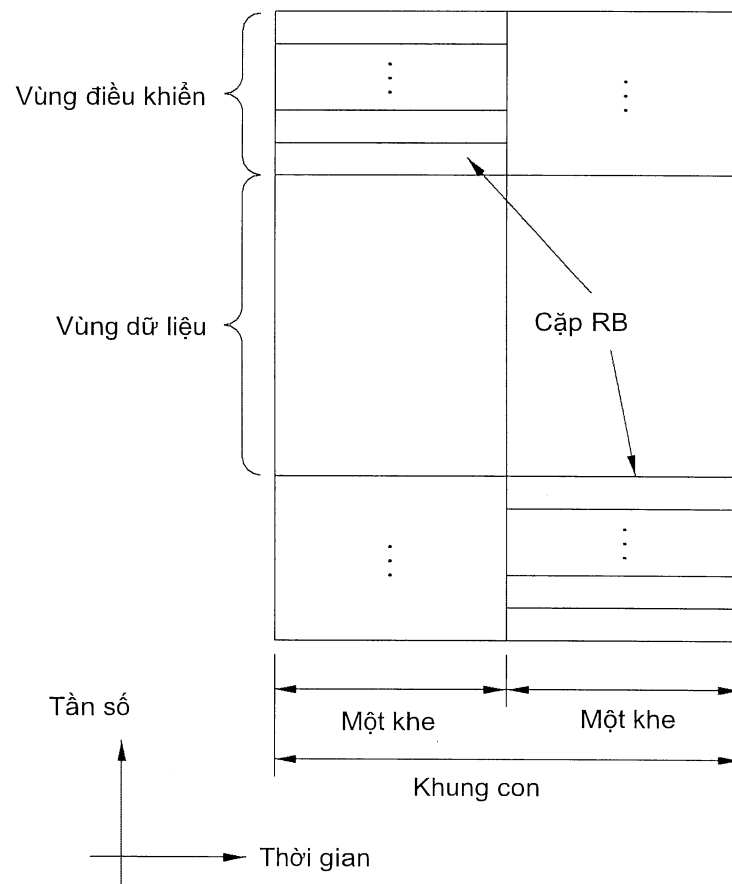


FIG. 5

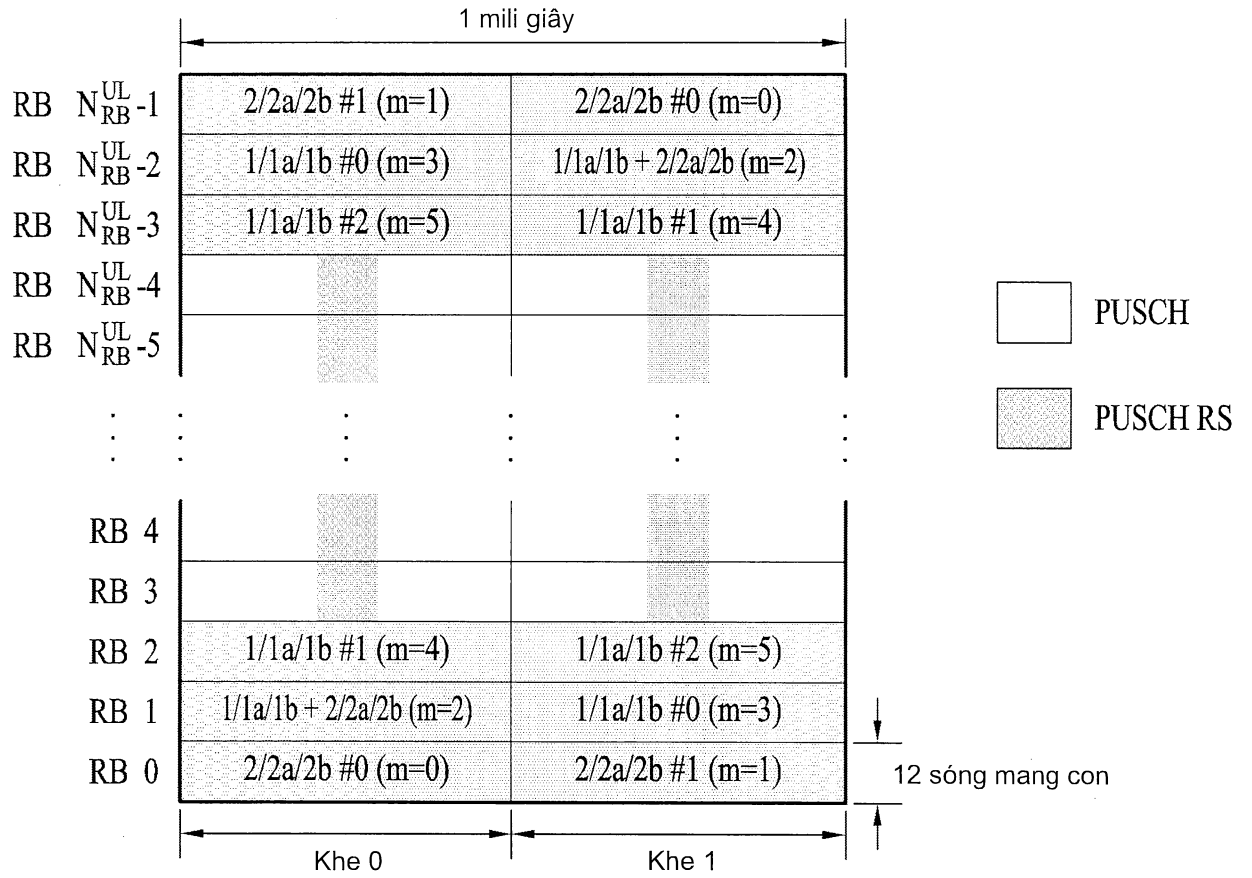


FIG. 6

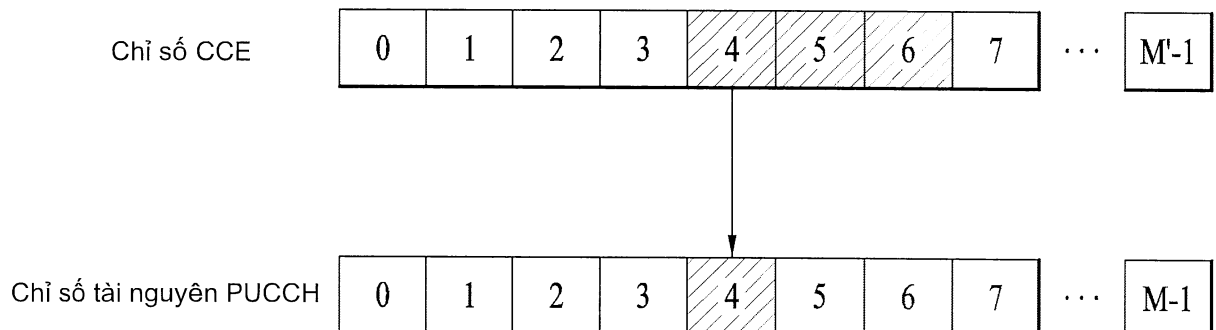


FIG. 8

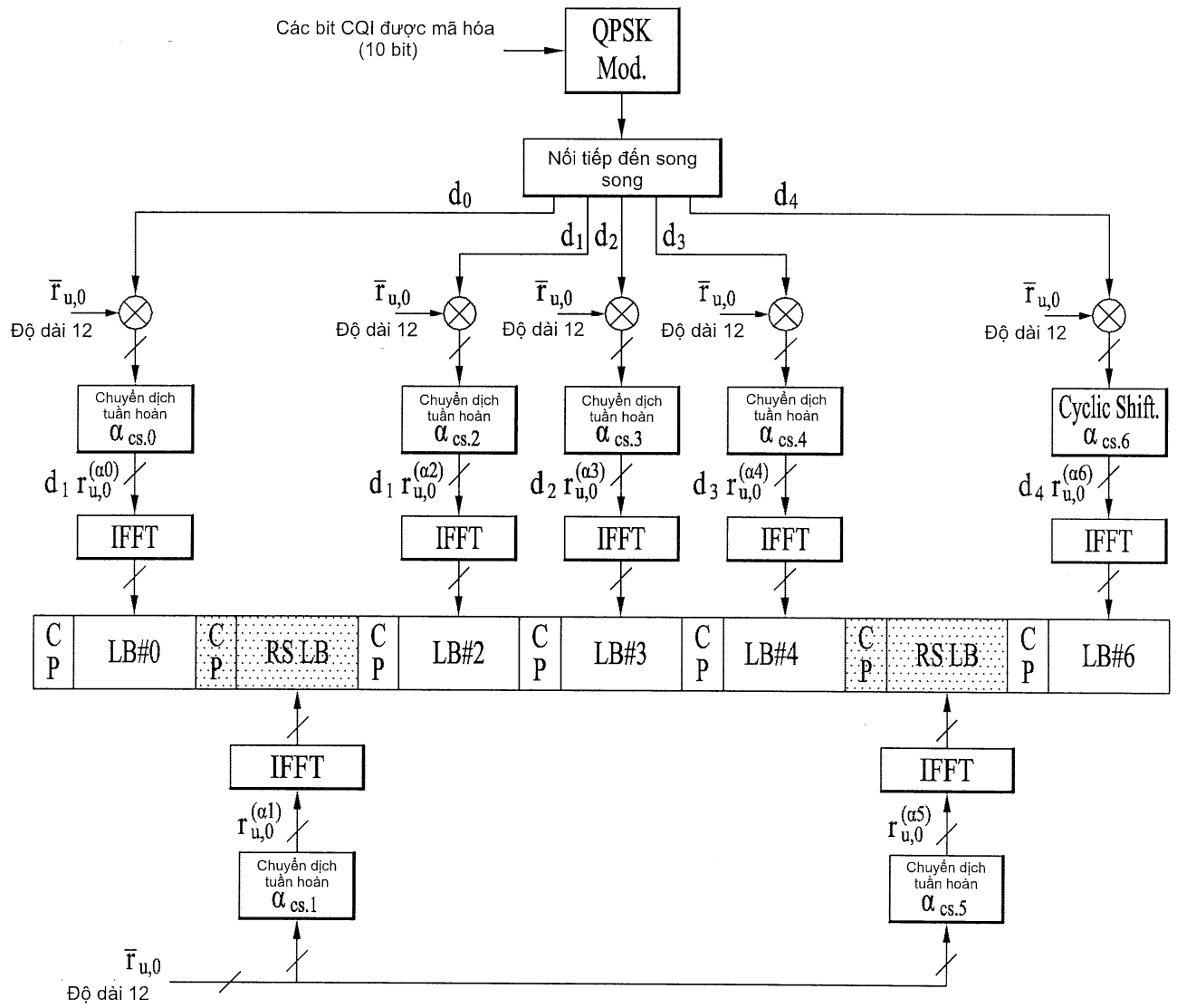


FIG. 9

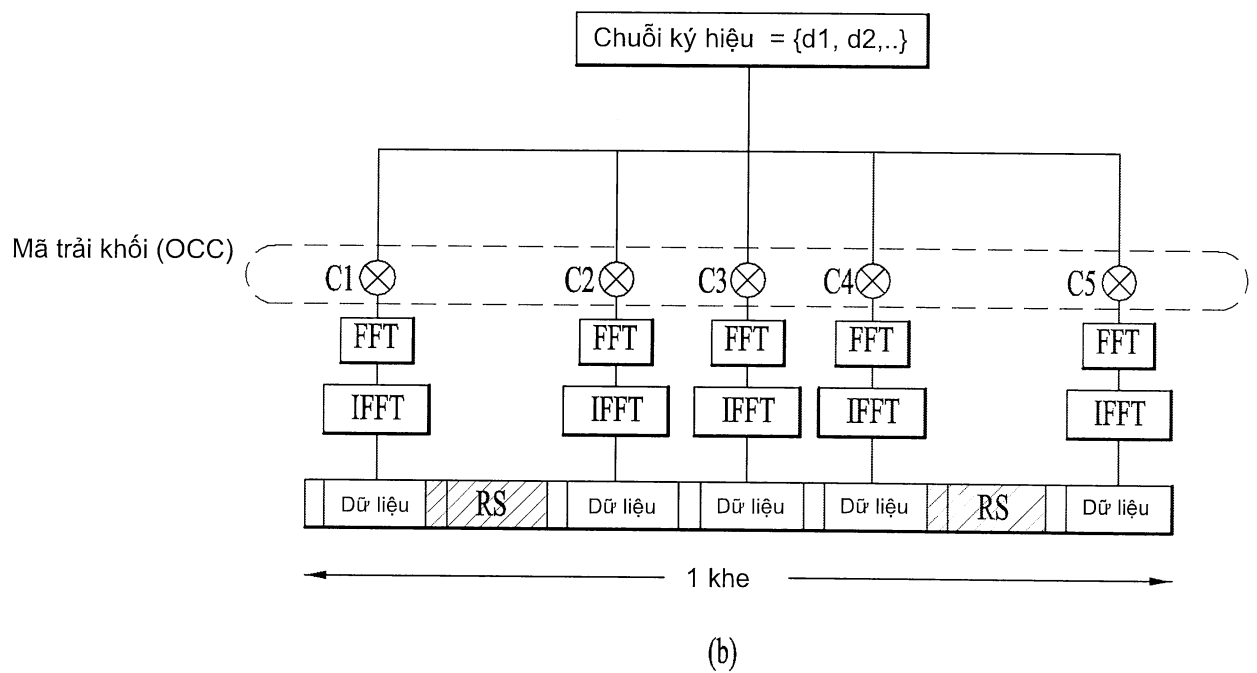
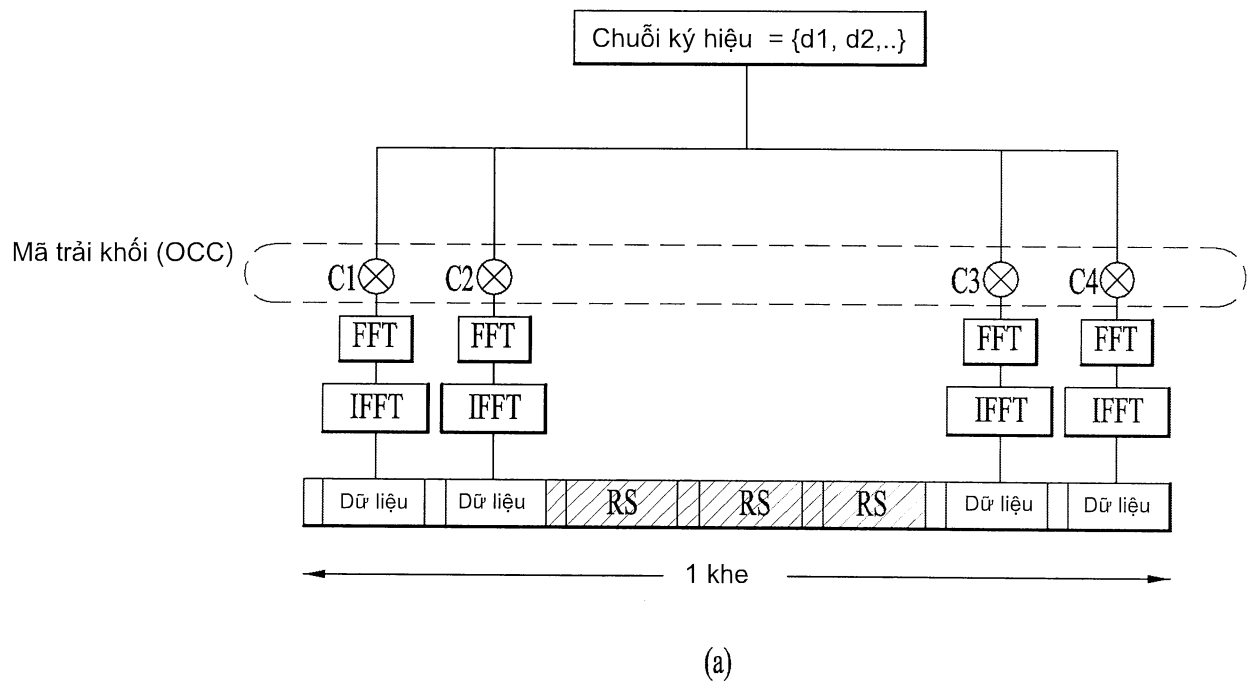


FIG. 10

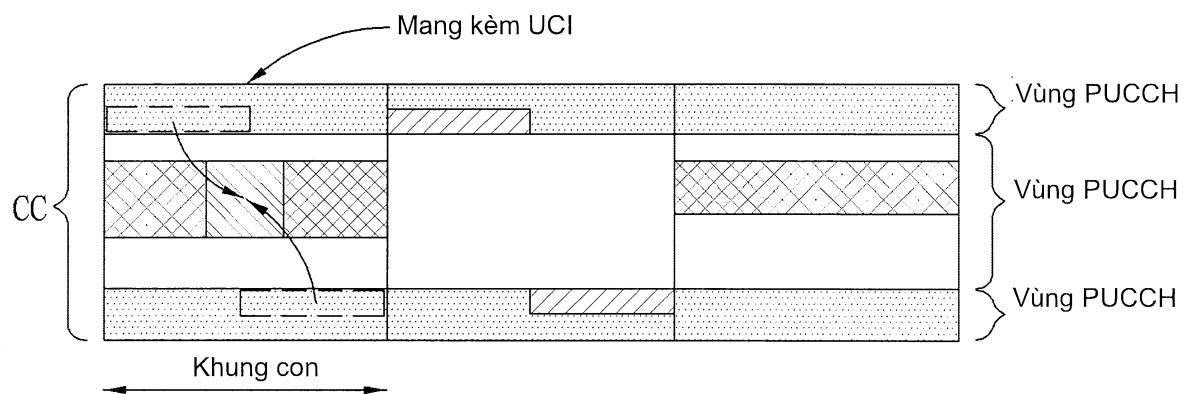
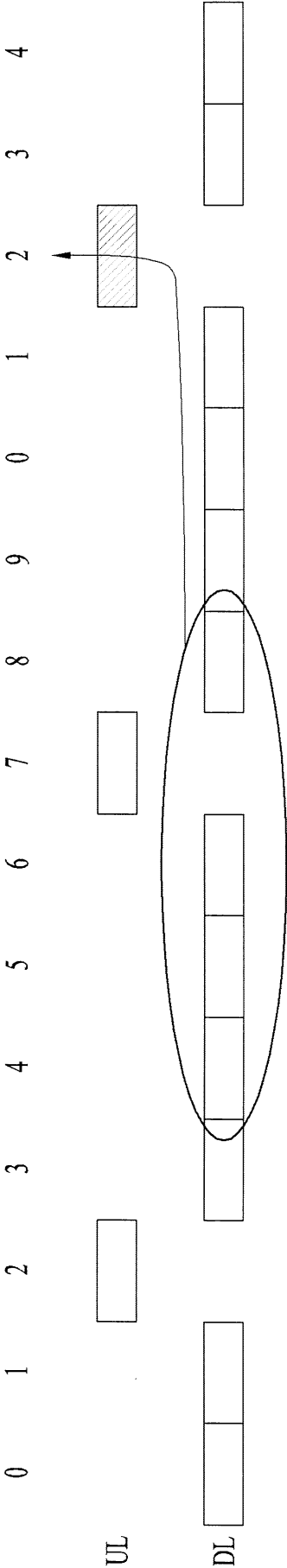


FIG. 11

Cấu hình đường lên-đường xuống	Tích tuần hoàn điểm chuyển mạch đường xuống tới đường lên	Số khung con									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 mili giây	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 mili giây	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 mili giây	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 mili giây	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 mili giây	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 mili giây	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 mili giây	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

(a)



(b)

FIG. 12

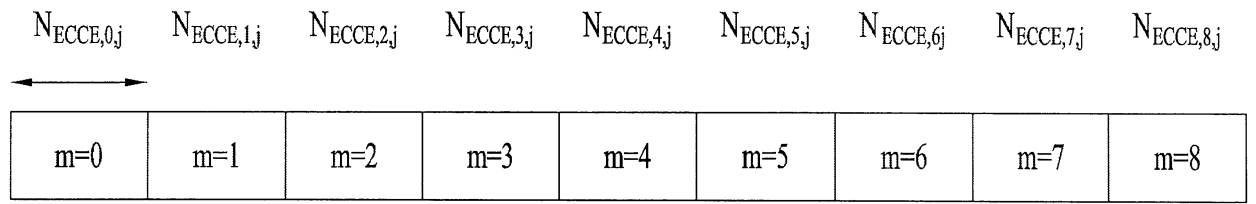


FIG. 13

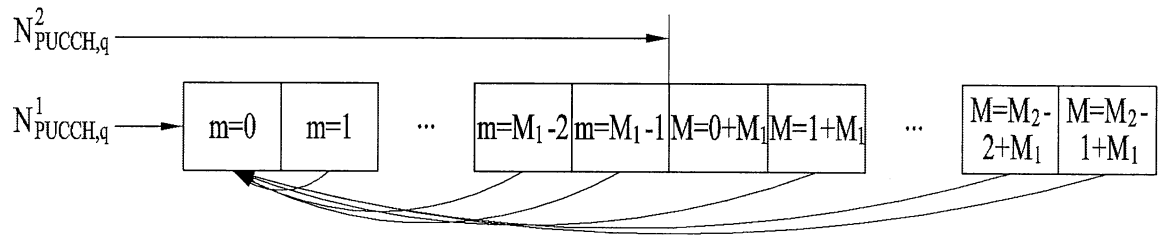


FIG. 14

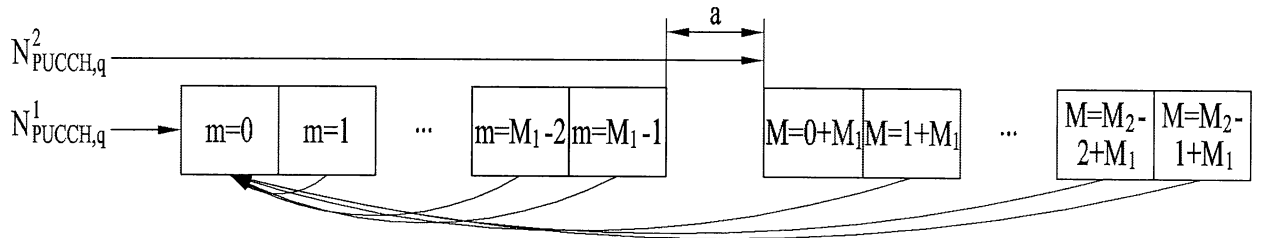


FIG. 15

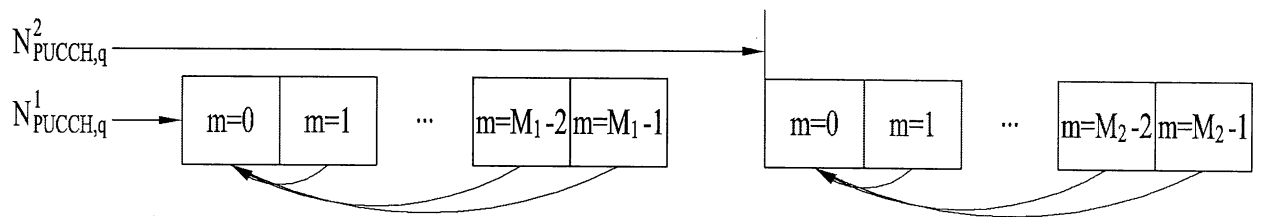


FIG. 16

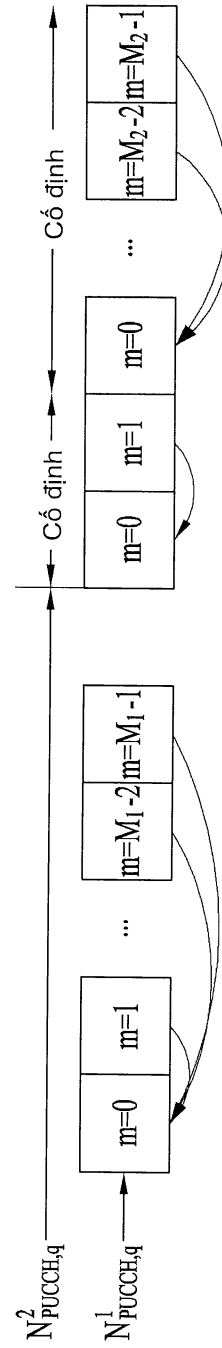


FIG. 17

