



(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)



1-0025027

(51)⁷ H04W 72/04; H01J 11/00; H04W 52/04 (13) B

(21) 1-2015-02077

(22) 14/11/2013

(86) PCT/KR2013/010361 14/11/2013

(87) WO2014/077607A1 22/05/2014

(30) 61/726,517 14/11/2012 US

(45) 25/08/2020 389

(43) 25/09/2015 330A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

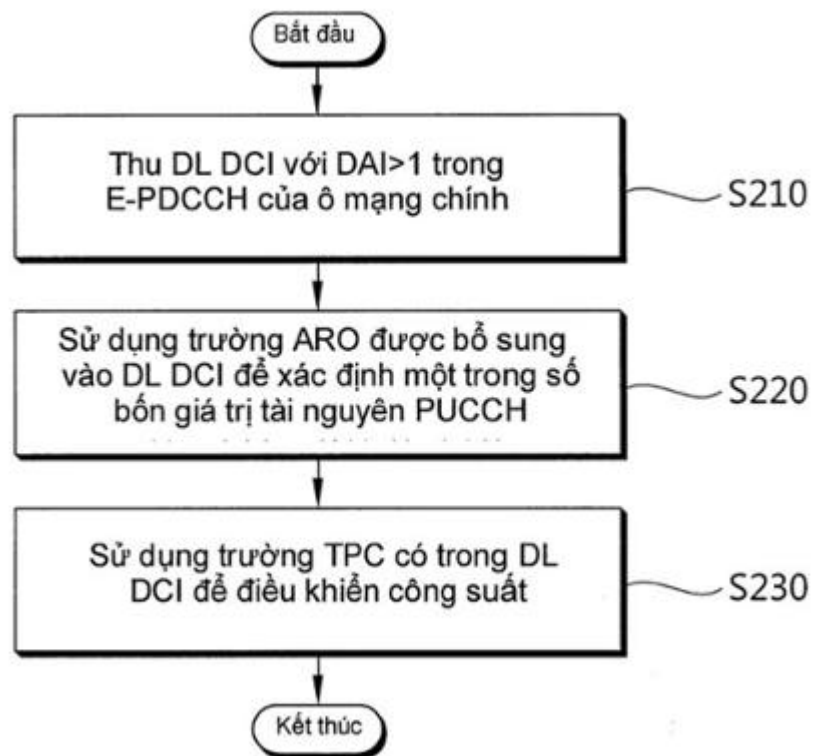
20 Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu Seoul 150-721, Republic of Korea

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

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI TRONG HỆ THỐNG TẬP HỢP SÓNG MANG VÀ THIẾT BỊ SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP NÀY

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối trong hệ thống tập hợp sóng mang và thiết bị sử dụng phương pháp này. Thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, DCI) bao gồm chỉ số chỉ định đường xuống (Downlink Assignment Index, DAI) có thể thu được qua kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (enhanced-Physical Downlink Control Channel, E-PDCCH). DCI thu được qua E-PDCCH bao gồm trường bổ sung mà không có trong DCI thu được qua kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel, PDCCH). Nếu trị số DAI lớn hơn 1, trường bổ sung được sử dụng khi lựa chọn một trong số các tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) được thiết lập bởi lớp trên, và một tài nguyên được lựa chọn được sử dụng trong hoạt động truyền báo nhận/báo phủ nhận (acknowledgement/not-acknowledgement, ACK/NACK).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông vô tuyến, và cụ thể hơn là đề cập đến phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối trong hệ thống tập hợp sóng mang, và thiết bị sử dụng phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống truyền thông vô tuyến có thể sử dụng HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request - yêu cầu lặp tự động lại). HARQ là sơ đồ trong đó bộ truyền thực hiện truyền dữ liệu và thu ACK (Acknowledgement - báo nhận)/NACK (Not-Acknowledgement - báo phủ nhận), đây là thông tin xác nhận việc thu dữ liệu, và truyền dữ liệu mới hoặc truyền lại dữ liệu đã được truyền theo ACK/NACK.

Công nghệ LTE (Long Term Evolution - phát triển dài hạn) 3GPP (3rd Generation Partnership Project - dự án hợp tác thế hệ thứ ba)/công nghệ LTE-A (Long Term Evolution-Advanced - phát triển dài hạn-cải tiến) có thể truyền ACK/NACK qua PUCCH (Physical Uplink Control Channel - kênh điều khiển đường lên vật lý), đây là kênh điều khiển đường lên. Khi ACK/NACK được truyền qua PUCCH, tài nguyên trong PUCCH (cụ thể là, tài nguyên PUCCH) có thể được xác định ở dạng ẩn hoặc hiện. Ví dụ, tài nguyên PUCCH có thể được xác định dựa vào tài nguyên bị chiếm giữ bởi PDSCH (Physical Downlink Shared Channel - kênh chia sẻ đường xuống vật lý), đây là đích của đáp ứng ACK/NACK hoặc kênh điều khiển để lập lịch dữ liệu (ví dụ, khối truyền hoặc từ mã). Tài nguyên PUCCH như vậy được gọi là tài nguyên PUCCH ẩn. Kênh điều khiển có thể là PDCCH (Physical Downlink Control Channel - kênh điều khiển đường xuống vật lý). Mặt khác, trong trường hợp mà một hoặc nhiều tài nguyên được biểu thị ở dạng hiện bởi tín hiệu lớp cao hơn, và ít nhất một trong số các tài nguyên được sử dụng, tài nguyên như vậy được gọi là tài nguyên PUCCH hiện.

Trong khi đó, đã có cân nhắc sử dụng kênh điều khiển bổ sung trong hệ thống truyền thông vô tuyến ngoài PDCCH hiện thời. Kênh điều khiển bổ sung

được gọi là PDCCH nâng cao (E-PDCCH - Enhanced PDCCH). PDCCH khác so với PDSCH là kênh dữ liệu trong miền thời gian. Tuy nhiên, E-PDCCH có thể tồn tại trong cùng miền thời gian giống như PDSCH và có thể chỉ khác trong miền tần số. Cụ thể là, E-PDCCH có thể được đưa vào trong vùng trong đó PDSCH được cấp phát.

Các UE (User Equipment - thiết bị người dùng) có thể thu dữ liệu được lập lịch qua PDCCH hoặc E-PDCCH, và có thể truyền ACK/NACK đối với dữ liệu. Khi tài nguyên PUCCH được sử dụng ở dạng ẩn trong hoạt động truyền ACK/NACK của các UE, tình huống xung đột có thể thỉnh thoảng xuất hiện trong đó cùng tài nguyên PUCCH ẩn được cấp phát giữa các UE khác nhau. Do vậy cần giải quyết vấn đề xung đột này.

Ngoài ra, liên quan đến tài nguyên PUCCH hiện thông thường, một trong số các tài nguyên được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn được biểu thị bằng cách sử dụng trường TPC (Transmission Power Control - điều khiển công suất truyền) có trong DCI (Downlink Control Information - thông tin điều khiển đường xuống) được truyền qua PDCCH. Trường TPC ban đầu được sử dụng để điều khiển công suất truyền đường lên, và theo cách khác được sử dụng để biểu thị tài nguyên PUCCH hiện.

Trong trường hợp của UE mà dữ liệu được lập lịch qua E-PDCCH, cách thức cấp phát và vận hành tài nguyên PUCCH là vấn đề cần được cân nhắc.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối trong hệ thống tập hợp sóng mang, và thiết bị đầu cuối sử dụng phương pháp này.

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối trong hệ thống tập hợp sóng mang. Phương pháp này bao gồm bước thu thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, DCI) bao gồm DAI (Downlink Assignment Index - chỉ số gán đường xuống) qua kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (enhanced-Physical Downlink Control Channel, E-PDCCH) của khung con thứ nhất, thu dữ liệu được lập lịch bởi DCI qua kênh chia

sẽ đường xuống vật lý (PDSCH) của khung con thứ nhất, truyền báo nhận (ACK)/báo phủ nhận (NACK) đối với dữ liệu qua kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) trong khung con thứ hai. DCI thu được trong E-PDCCH bao gồm trường bổ sung mà không có trong DCI thu được trong kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), và nếu trị số DAI lớn hơn 1, trường bổ sung được sử dụng để lựa chọn một tài nguyên trong số các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn, và một tài nguyên được sử dụng để truyền ACK/NACK.

Khía cạnh khác của sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối vận hành trong hệ thống tập hợp sóng mang. Thiết bị đầu cuối gồm bộ RF (Radio Frequency - tần số vô tuyến) để truyền và thu tín hiệu vô tuyến và bộ xử lý được nối hoạt động với bộ RF.

Bộ xử lý được tạo cấu hình để thu thông tin điều khiển đường xuống (DCI) bao gồm chỉ số gán đường xuống (Downlink Assignment Index, DAI) qua kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (E-PDCCH) của khung con thứ nhất, thu dữ liệu được lập lịch bởi DCI qua kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) của khung con thứ nhất, truyền báo nhận (ACK)/báo phủ nhận (NACK) đối với dữ liệu qua kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) trong khung con thứ hai. DCI thu được trong E-PDCCH bao gồm trường bổ sung mà không có trong DCI thu được trong kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), và nếu trị số DAI lớn hơn 1, trường bổ sung được sử dụng để lựa chọn một tài nguyên trong số các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn, và một tài nguyên được sử dụng để truyền ACK/NACK.

Trong hệ thống tập hợp sóng mang hỗ trợ kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (E-PDCCH) không phải là kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) là kênh điều khiển thông thường, tài nguyên PUCCH dùng cho hoạt động truyền báo nhận (ACK)/báo phủ nhận (NACK) có thể được tạo cấu hình một cách hiệu quả, và hoạt động truyền tín hiệu điều khiển công suất truyền cũng có thể được thực hiện một cách hiệu quả.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 minh họa cấu trúc của khung vô tuyến FDD (Frequency Division Duplex - song công phân chia theo tần số) trong 3GPP LTE.

Fig.2 minh họa cấu trúc của khung vô tuyến TDD (Time Division Duplex - song công phân chia theo thời gian) trong 3GPP LTE.

Fig.3 minh họa ví dụ về lưới tài nguyên liên quan đến một khe đường xuống.

Fig.4 minh họa khung con đường xuống.

Fig.5 minh họa khung con đường lên.

Fig.6 minh họa cấu trúc kênh của định dạng PUCCH 2/2a/2b liên quan đến một khe trong CP bình thường.

Fig.7 minh họa định dạng PUCCH 1a/1b liên quan đến một khe trong CP bình thường.

Fig.8 minh họa cấu trúc kênh của định dạng PUCCH 3.

Fig.9 minh họa HARQ đồng bộ.

Fig.10 minh họa ví dụ về so sánh hệ thống một sóng mang hiện thời và hệ thống tập hợp sóng mang.

Fig.11 minh họa ví dụ về gán E-PDCCH.

Fig.12 thể hiện khác biệt giữa DL DCI được truyền qua E-PDCCH và DL DCI được truyền qua PDCCH.

Fig.13 thể hiện hoạt động của UE khi DL DCI có DAI lớn hơn 1 thu được trong số DL DCI được truyền qua PDCCH trong TDD thông thường.

Fig.14 thể hiện hoạt động của UE khi DL DCI có DAI lớn hơn 1 thu được trong số DL DCI được truyền qua E-PDCCH trong TDD.

Fig.15 minh họa các cấu hình của trạm cơ sở và thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thiết bị người dùng (UE) có thể là cố định hoặc di động, và có thể được gọi

bằng các thuật ngữ khác như MS (Mobile Station – trạm di động), MT (UE di động), UT (UE người dùng), SS (Subscriber Station – trạm thuê bao), thiết bị không dây, PDA (Personal Digital Assistant – máy hỗ trợ cá nhân kỹ thuật số), mô-đem không dây, thiết bị cầm tay, và tương tự.

Nói chung, trạm cơ sở có nghĩa là trạm cố định truyền thông với UE, và có thể được gọi bằng thuật ngữ khác như eNB (evolved-NodeB – NodeB phát triển), BTS (Base Transceiver System – Hệ thống thu phát cơ sở), và điểm truy cập (Access Point).

Fig.1 minh họa cấu trúc của khung vô tuyến song công phân chia theo tần số (FDD) trong 3GPP LTE. Cấu trúc của khung con song công phân chia theo tần số (FDD) có thể nói đến đoạn thứ tư của 3GPP TS 36.211 V8.7.0 (2009-05) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)".

Khung vô tuyến bao gồm 10 khung con được đánh chỉ số 0~9. Một khung con bao gồm hai khe liên tiếp. Thời gian cần thiết để truyền một khung con là TTI (Transmission Time Interval – khoảng thời gian truyền). Ví dụ, chiều dài của một khung con có thể là 1 ms (mili giây), và chiều dài của một khe có thể là 0,5 ms.

Fig.2 minh họa cấu trúc của khung vô tuyến song công phân chia theo thời gian (TDD) trong 3GPP LTE. Khoảng thời gian của một khung vô tuyến có quan hệ $307200 \cdot T_s = 10$ mili giây (ms).

Khung con DL (downlink - đường xuống), khung con UL (uplink - đường lên), và khung con đặc biệt (khung con S) có thể cùng tồn tại trong khung vô tuyến TDD.

Bảng 1 mô tả ví dụ về cấu hình UL-DL của khung vô tuyến.

Bảng 1

Cấu hình UL-DL	Khoảng tuần hoàn điểm chuyển	Chỉ 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

Trong bảng 1, 'D' thể hiện khung con DL, 'U' thể hiện khung con UL, và 'S' thể hiện khung con đặc biệt. Nếu cấu hình UL-DL thu được từ trạm cơ sở, UE có thể biết khung con nào trong khung vô tuyến là khung con DL hoặc khung con UL theo cấu hình UL-DL.

Trong khi đó, khi 10 khung con được đánh chỉ số từ 0 đến 9 trong khung vô tuyến, khung con có các chỉ số khung con #1 và #6 có thể bao gồm khung con đặc biệt. Khung con đặc biệt bao gồm khe thời gian dẫn đường đường xuống (DwPTS - Downlink Pilot Time Slot), khoảng bảo vệ (GP - Guard Period), và khe thời gian dẫn đường đường lên (UpPTS - Uplink Pilot Time Slot). DwPTS được sử dụng cho tìm kiếm ô mạng ban đầu, đồng bộ hoặc đánh giá kênh trong UE. UpPTS được sử dụng để đánh giá kênh trong trạm cơ sở và đồng bộ truyền đường lên của UE. GP là khoảng để loại bỏ nhiễu gây ra trong đường lên do trễ đa đường của tín hiệu đường lên giữa đường lên và đường xuống.

Fig.3 minh họa ví dụ về lưới tài nguyên liên quan đến một khe đường xuống.

Tham chiếu Fig.3, khe đường xuống bao gồm các ký hiệu OFDM trong miền thời gian và N_{RB} RB (Resource Block - khối tài nguyên) trong miền tần số. RB bao gồm một khe trong miền thời gian trong bộ cấp phát tài nguyên, và các sóng mang con liên tục trong miền tần số. Số N_{RB} của các RB có trong khe đường xuống phụ thuộc vào băng thông truyền đường xuống được thiết đặt trong ô mạng. Ví dụ, số

N_{RB} của các RB trong hệ thống LTE có thể là một trong số 6 đến 110. Cấu trúc của khe đường lên có thể giống như cấu trúc của khe đường xuống.

Trong khi đó, từng phần tử trên lưới tài nguyên là RE (Resource Element - phần tử tài nguyên). Phần tử tài nguyên trên lưới tài nguyên có thể được nhận dạng bằng cặp chỉ số (k,l) trong khe. Trong trường hợp này, k ($k=0,...,N_{RB}\times 12-1$) biểu diễn chỉ số sóng mang con, và l ($l=0,...,6$) biểu diễn chỉ số ký hiệu OFDM trong khe.

Mặc dù Fig.3 đã minh họa là một RB được tạo cấu hình bởi 7 ký hiệu OFDM trong miền thời gian và 12 sóng mang con trong miền tần số để bao gồm 7×12 phần tử tài nguyên, tuy nhiên số ký hiệu OFDM và số sóng mang con trong RB không bị giới hạn như vậy. 1 khe trong CP bình thường có thể bao gồm 7 ký hiệu OFDM, và 1 khe trong CP mở rộng có thể bao gồm 6 ký hiệu OFDM. Số ký hiệu OFDM và số sóng mang con có thể được thay đổi khác nhau theo chiều dài của CP, khoảng cách tần số, và tương tự. Một trong số 128, 256, 512, 1024, 1536, và 2048 có thể được sử dụng một cách lựa chọn làm số sóng mang con trong một ký hiệu OFDM.

Fig.4 minh họa khung con đường xuống.

Khung con đường xuống (DL) được chia thành vùng điều khiển và vùng dữ liệu trong vùng thời gian. Vùng điều khiển bao gồm nhiều nhất là 4 ký hiệu OFDM trước khe thứ nhất trong khung con, tuy nhiên, số ký hiệu OFDM có trong vùng điều khiển có thể thay đổi. PDCCH (kênh điều khiển đường xuống vật lý) và kênh điều khiển khác được cấp phát cho vùng điều khiển, và PDSCH được cấp phát cho vùng dữ liệu.

Như được bộc lộ trong 3GPP TS 36.211 V10.2.0, kênh điều khiển vật lý trong 3GPP LTE/LTE-A bao gồm PDCCH (kênh điều khiển đường xuống vật lý), PCFICH (Physical Control Format Indicator Channel - kênh biểu thị định dạng điều khiển vật lý), và PHICH (Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel - kênh biểu thị ARQ lai vật lý).

PCFICH được truyền từ ký hiệu OFDM thứ nhất của khung con chuyên CFI

(Control Format Indicator - ký hiệu chỉ báo định dạng điều khiển) liên quan đến số ký hiệu OFDM (cụ thể là, kích thước của vùng điều khiển) được sử dụng để truyền các kênh điều khiển trong khung con. Thiết bị không dây trước tiên thu CFI trên PCFICH, và sau đó theo dõi PDCCH. Không giống như PDCCH, PCFICH không sử dụng giải mã mù (Blind Decoding), mà được truyền qua tài nguyên PCFICH cố định của khung con.

PHICH chuyển các tín hiệu ACK (báo nhận)/NACK (báo phủ nhận) cho xử lý HARQ (yêu cầu lặp tự động lại) UL (đường lên). Các tín hiệu ACK/NACK liên quan đến dữ liệu UL trên PUSCH được truyền bởi UE được truyền trên PHICH bởi trạm cơ sở.

PBCH (Physical Broadcast Channel - kênh phát rộng vật lý) được truyền từ bốn ký hiệu OFDM trước khe thứ hai của khung con thứ nhất của khung vô tuyến. PBCH chuyển thông tin hệ thống thiết yếu để truyền thông với trạm cơ sở, và thông tin hệ thống được truyền qua PBCH nói đến MIB (Master Information Block - khối thông tin chủ). Trong khi đó, thông tin hệ thống được truyền trên PDSCH được biểu thị bởi PDCCH nói đến SIB (System Information Block - khối thông tin hệ thống).

Thông tin điều khiển được truyền qua PDCCH nói đến thông tin điều khiển đường xuống (DCI). DCI có thể bao gồm cấp phát tài nguyên của PDSCH (nói đến cấp phép DL (cấp phép đường xuống) hoặc gán DL (gán DL)), cấp phát tài nguyên của PUSCH (nói đến cấp phép UL), tập lệnh điều khiển công suất truyền và/hoặc kích hoạt VoIP (Voice over Internet Protocol - giao thức thoại trên Internet) liên quan đến các UE riêng rẽ trong nhóm UE định trước.

Các định dạng DCI thông thường được truyền qua PDCCH sẽ được mô tả.

Định dạng DCI bao gồm các trường được mô tả dưới đây, và các trường tương ứng có thể được ánh xạ vào các bit thông tin a_0 đến a_{A-1} . Các trường tương ứng có thể được ánh xạ theo thứ tự được mô tả trong các định dạng DCI tương ứng. Từng trường có thể có các bit đệm không. Trường thứ nhất có thể được ánh xạ vào bit thông tin a_0 có bậc thấp nhất, và các trường liên tiếp khác có thể được ánh xạ

vào các bit thông tin có bậc cao hơn. Trong từng trường, MSB (Most Significant Bit - bit quan trọng nhất) có thể được ánh xạ vào bit thông tin có bậc thấp nhất của trường tương ứng. Ví dụ, MSB của trường thứ nhất có thể được ánh xạ vào a_0 . Dưới đây, tập hợp các trường có trong các định dạng DCI thông thường tương ứng được gọi là trường thông tin.

1. Định dạng DCI 0

Định dạng DCI 0 được sử dụng để lập lịch PUSCH. Các ví dụ về thông tin (trường) được truyền bằng cách sử dụng định dạng DCI 0 là như sau.

1) Cờ đề nhận dạng định dạng DCI 0 và định dạng DCI 1A (nếu cờ là 0, nó biểu thị định dạng DCI 0, và nếu cờ là 1, nó biểu thị định dạng DCI 1A), 2) cờ nhảy (1 bit), 3) gán khối tài nguyên và cấp phát tài nguyên nhảy, 4) sơ đồ điều biến và mã hóa và phiên bản dư thừa (5 bit), 5) ký hiệu chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 6) lệnh TPC (2 bit) dùng cho PUSCH đã được lập lịch, 7) dịch vị vòng (3 bit) dùng cho DM-RS, 8) chỉ số UL, 9) chỉ số gán đường xuống (chỉ trong TDD), 10) yêu cầu CQI, v.v.. Nếu số bit thông tin trong định dạng DCI 0 nhỏ hơn kích thước phụ tải của định dạng DCI 1A, đệm không được thực hiện để bằng kích thước phụ tải của định dạng DCI 1A.

2. Định dạng DCI 1

Định dạng DCI 1 được sử dụng cho lập lịch một từ mã PDSCH. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1 là như sau.

1) Đoạn đầu cấp phát tài nguyên (biểu thị cấp phát tài nguyên loại 0/loại 1) – nếu băng thông DL nhỏ hơn 10 PRB, đoạn đầu cấp phát tài nguyên không có trong và cấp phát tài nguyên loại 0 được giả định. 2) gán khối tài nguyên, 3) sơ đồ điều biến và mã hóa, 4) số xử lý HARQ, 5) ký hiệu chỉ báo dữ liệu mới, 6) phiên bản dư thừa, 7) lệnh TPC dùng cho PUCCH, 8) chỉ số gán đường xuống (DAI) (chỉ trong TDD), v.v.. Nếu số bit thông tin của định dạng DCI 1 bằng số bit thông tin của định dạng DCI 0/1A, một bit có giá trị ‘0’ được bổ sung vào định dạng DCI 1. Nếu số bit thông tin trong định dạng DCI 1 bằng bất kỳ trong số {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56}, bit có một hoặc nhiều giá trị ‘0’ được bổ sung vào định dạng DCI 1

đề khác so với {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} và có kích thước phụ tải khác so với định dạng DCI 0/1A.

3. Định dạng DCI 1A

Định dạng DCI 1A được sử dụng để lập lịch nén một từ mã PDSCH hoặc xử lý truy cập ngẫu nhiên.

Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1A là như sau. 1) cờ đề nhận dạng định dạng DCI 0 và định dạng DCI 1A, 2) cờ gán VRB cục bộ/phân tán, 3) gán khối tài nguyên, 4) sơ đồ điều biến và mã hóa, 5) số xử lý HARQ, 6) ký hiệu chỉ báo dữ liệu mới, 7) phiên bản dư thừa, 8) lệnh TPC dùng cho PUCCH, 9) DAI (chỉ trong TDD), v.v.. Nếu số bit thông tin của định dạng DCI 1A nhỏ hơn số bit thông tin của định dạng DCI 0, các bit có giá trị '0' được bổ sung vào để nó có kích thước giống như kích thước phụ tải của định dạng DCI 0. Nếu số bit thông tin trong định dạng DCI 1A bằng bất kỳ trong số {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56}, bit có một giá trị '0' được bổ sung vào định dạng DCI 1A.

4. Định dạng DCI 1B

Định dạng DCI 1B bao gồm thông tin mã hóa trước và được sử dụng để lập lịch nén cho một từ mã PDSCH. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1B là như sau.

1) Cờ gán VRB cục bộ/phân tán, 2) gán khối tài nguyên, 3) sơ đồ điều biến và mã hóa, 4) số xử lý HARQ, 5) ký hiệu chỉ báo dữ liệu mới, 6) phiên bản dư thừa, 7) lệnh TPC dùng cho PUCCH, 8) DAI (chỉ trong TDD), 9) thông tin TPMI (Precoding Matrix Indicator - ký hiệu chỉ báo ma trận mã hóa trước) đã được truyền, 10) báo nhận PMI dùng cho mã hóa trước, v.v.. Nếu số bit thông tin trong định dạng DCI 1B bằng bất kỳ trong số {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56}, bit có một giá trị '0' được bổ sung vào định dạng DCI 1B.

5. Định dạng DCI 1C

Định dạng DCI 1C được sử dụng cho tất cả lập lịch nén cho một từ mã PDSCH. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1C là như sau.

1) Ký hiệu chỉ báo biểu thị giá trị khe, 2) gán khối tài nguyên, 3) chỉ số kích thước khối vận chuyển, v.v..

6. Định dạng DCI 1D

Định dạng DCI 1D bao gồm thông tin mã hóa trước và thông tin chênh lệch công suất và được sử dụng để lập lịch nén cho một từ mã PDSCH.

Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1D là như sau.

1) Cờ gán VRB cục bộ/phân tán, 2) gán khối tài nguyên, 3) sơ đồ điều biến và mã hóa, 4) số xử lý HARQ, 5) ký hiệu chỉ báo dữ liệu mới, 6) phiên bản dư thừa, 7) lệnh TPC dùng cho PUCCH, 8) DAI (chỉ trong TDD), 9) thông tin TPMI dùng để mã hóa trước, 10) chênh lệch công suất đường xuống, v.v.. Nếu số bit thông tin trong định dạng DCI 1D bằng bất kỳ trong số {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56}, bit có một giá trị '0' được bổ sung vào định dạng DCI 1D.

7. Định dạng DCI 2

Định dạng DCI 2 được sử dụng để gán PDSCH cho hoạt động MIMO vòng kín. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 2 là như sau.

1) Đoạn đầu cấp phát tài nguyên, 2) gán khối tài nguyên, 3) lệnh TPC dùng cho PUCCH, 4) DAI (chỉ trong TDD), 5) số xử lý HARQ, 6) cờ tráo đổi khối vận chuyển thành từ mã, 7) sơ đồ điều biến và mã hóa, 8) ký hiệu chỉ báo dữ liệu mới, 9) phiên bản dư thừa, 10) thông tin mã hóa trước, v.v..

8. Định dạng DCI 2A

Định dạng DCI 2A được sử dụng để gán PDSCH dùng cho hoạt động MIMO vòng hở. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 2A là như sau.

1) Đoạn đầu cấp phát tài nguyên, 2) lệnh TPC dùng cho PUCCH, 3) DAI (chỉ trong TDD), 4) số xử lý HARQ, 5) cờ tráo đổi khối vận chuyển thành từ mã, 6) sơ đồ điều biến và mã hóa, 7) ký hiệu chỉ báo dữ liệu mới, 8) phiên bản dư thừa, 9) thông tin mã hóa trước, v.v..

9. Định dạng DCI 3

Định dạng DCI 3 được sử dụng để truyền lệnh TPC dùng cho PUCCH và PUSCH qua điều chỉnh công suất 2 bit. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 3 là như sau.

N lệnh TPC (Transmit Power Control - điều khiển công suất truyền).

10. Định dạng DCI 3A

Định dạng DCI 3A được sử dụng để truyền lệnh TPC dùng cho PUCCH và PUSCH qua điều chỉnh công suất 1 bit. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 3A là như sau.

M lệnh TPC

Ngoài ra, có thể có các định dạng DCI 2B, 2C, 2D, 4, hoặc tương tự có thể. Trong số định dạng DCI, các định dạng DCI 0 và 4 được sử dụng cho đường lên, và các định dạng DCI còn lại được sử dụng cho đường xuống. Do đó, các định dạng DCI còn lại có thể được gọi là các định dạng DCI DL.

Trong khi đó, hoạt động truyền khối truyền DL trong 3GPP LTE/LTE-A được thực hiện bởi cặp PDCCH và PDSCH. Hoạt động truyền khối truyền UL được thực hiện bởi cặp PDCCH và PDSCH. Ví dụ, thiết bị không dây thu khối truyền DL trên PDSCH được biểu thị bởi PDCCH. Thiết bị không dây theo dõi PDCCH trong khung con DL, và thu gán tài nguyên DL trên PDCCH. Thiết bị vô tuyến thu khối truyền DL trên PDSCH được biểu thị bởi gán tài nguyên DL.

Trạm cơ sở xác định định dạng PDCCH theo DCT sẽ được truyền đến thiết bị không dây để gán CRC (Cyclic Redundancy Check – kiểm tra dư thừa vòng) vào DCI, và che bộ nhận dạng duy nhất (nói đến RNTI (Radio Network Temporary Identifier - bộ nhận dạng tạm thời mạng vô tuyến) theo chủ sở hữu hoặc áp dụng PDCCH cho CRC.

Trong trường hợp của PDCCH cho thiết bị không dây cụ thể, bộ nhận dạng duy nhất của thiết bị không dây, ví dụ, C-RNTI (Radio Network Temporary Identifier) có thể được che cho CRC. Theo cách khác, trong trường hợp của

PDCCH dùng cho bản tin nhắn, bộ nhận dạng biểu thị nhắn tin, ví dụ, P-RNTI (Paging-RNTI – RNTI nhắn tin) có thể được che cho CRC. Trong trường hợp của PDCCH dùng cho thông tin hệ thống, bộ nhận dạng thông tin hệ thống, cụ thể là, SI-RNTI (System Information-RNTI – RNTI thông tin hệ thống) có thể được che cho CRC. Để biểu thị đáp ứng truy cập ngẫu nhiên là đáp ứng đối với hoạt động truyền mào đầu truy cập ngẫu nhiên, RA-RNTI (Random Access-RNTI – RNTI truy cập ngẫu nhiên) có thể được che cho CRC. Do vậy để biểu thị lệnh TPC (điều khiển công suất truyền) liên quan đến các thiết bị không dây, TPC-RNTI có thể được che cho CRC. Trong PDCCH dùng để lập lịch bán ổn định (SPS - Semi-Persistent Scheduling), SPS-C-RNTI có thể được che cho CRC. SPS sẽ được mô tả sau.

Nếu chuỗi C- RNTI (ví dụ, C-RNTI, SPS-C-RNTI, Temporary C-RNTI) được sử dụng, PDCCH chuyển thông tin điều khiển (nói đến thông tin điều khiển cụ thể của UE) dùng cho thiết bị không dây cụ thể tương ứng. Nếu RNTI khác được sử dụng, PDCCH chuyển thông tin điều khiển chung thu được bằng tất cả hoặc nhiều thiết bị không dây trong ô mạng.

DCI mà CRC được bổ sung vào được mã hóa để tạo dữ liệu đã được mã hóa. Hoạt động mã hóa bao gồm mã hóa kênh và so khớp tốc độ. Dữ liệu đã được mã hóa được điều biến để tạo các ký hiệu đã được điều biến. Các ký hiệu đã được điều biến được ánh xạ vào RE (phần tử tài nguyên) vật lý.

Vùng điều khiển trong khung con bao gồm các phần tử kênh điều khiển (CCE - Control Channel Element). CCE là bộ cấp phát logic được sử dụng để cấp tốc độ mã hóa theo trạng thái của kênh vô tuyến cho PDCCH, và tương ứng với các REG (Resource Element Group - nhóm phần tử tài nguyên). REG bao gồm các phần tử tài nguyên (RE). Theo quan hệ giữa số CCE và tốc độ mã hóa được cấp bởi các CCE, định dạng của PDCCH và số bit của các PDCCH có thể được xác định.

Một REG bao gồm bốn RE, và một CCE bao gồm 9 REG. Để tạo cấu hình một PDCCH, {1, 2, 4, 8} CCE có thể được sử dụng. Từng phần tử của {1, 2, 4, 8}

nói đến mức tập hợp CCE.

Trạm cơ sở xác định số CCE được sử dụng để truyền PDDCH được xác định theo trạng thái kênh. Ví dụ, một CCE có thể được sử dụng để truyền PDCCH trong thiết bị không dây có trạng thái kênh đường xuống mỹ mãn. 8 CCE có thể được sử dụng để truyền PDCCH trong thiết bị không dây có trạng thái kênh đường xuống kém.

Kênh điều khiển được tạo cấu hình bởi một hoặc nhiều CCE thực hiện đan xen đơn vị REG, và được ánh xạ vào tài nguyên vật lý sau khi dịch vị vòng cơ sở ID ô mạng được thực hiện.

Fig.5 minh họa khung con đường lên.

Tham chiếu Fig.5, khung con đường lên có thể được chia thành vùng điều khiển và vùng dữ liệu trong vùng tần số. PUCCH (kênh điều khiển đường lên vật lý) để truyền thông tin điều khiển đường lên được cấp phát cho vùng điều khiển. PUSCH (Physical Uplink Shared Channel - Kênh chia sẻ đường lên vật lý) để truyền dữ liệu (thông tin điều khiển có thể được truyền cùng với dữ liệu trong một số trường hợp) được cấp phát cho vùng dữ liệu. UE có thể đồng thời truyền PUCCH và PUSCH hoặc có thể truyền chỉ một trong số PUCCH và PUSCH theo thiết đặt.

PUCCH liên quan đến một UE được cấp phát như là cặp RB trong khung con. Các RB thuộc cặp RB có các sóng mang con khác nhau lần lượt trong khe thứ nhất và khe thứ hai. Tần số của RB thuộc cặp RB được cấp phát cho PUCCH được thay đổi dựa vào ranh giới khe. Điều này có nghĩa là tần số của cặp RB được cấp phát cho PUCCH được nhảy trong ranh giới khe. Thông tin điều khiển đường lên được truyền qua các sóng mang con khác nhau theo thời gian để độ khuếch đại phân tập tần số có thể thu được.

HARQ ACK/NACK (dưới đây được gọi đơn giản là 'ACK/NACK' hoặc 'HARQ-ACK'), thông tin trạng thái kênh (CSI - Channel Status Information) biểu thị trạng thái kênh đường xuống, ví dụ, CQI (Channel Quality Indicator - ký hiệu chỉ báo chất lượng kênh), PMI (Precoding Matrix Index - chỉ số ma trận mã hóa

trước), PTI (Precoding Type Indicator - ký hiệu chỉ báo loại mã hóa trước), RI (Rank Indication - chỉ báo hạng), và tương tự có thể được truyền trên PUCCH.

CQI cấp thông tin trên thông số thích ứng liên kết được hỗ trợ từ UE liên quan đến thời gian đã cho. CQI có thể biểu thị tốc độ dữ liệu mà có thể được hỗ trợ bởi kênh đường xuống bằng cách tính đến đặc tính và SINR (Signal To Interference Plus Noise Ratio - tỷ số tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm) của bộ thu UE. Trạm cơ sở có thể điều biến (QPSK, 16-QAM, 64-QAM, và tương tự) và tốc độ mã hóa sẽ được áp dụng cho kênh đường xuống bằng cách sử dụng CQI. CQI có thể được tạo ra trong các sơ đồ khác nhau. Ví dụ, các sơ đồ khác nhau bao gồm các sơ đồ để lượng hóa và phản hồi trạng thái kênh bình thường, sơ đồ để tính toán và phản hồi SINR (tỷ số tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm), và sơ đồ như MCS (Modulation Coding Scheme - sơ đồ mã hóa điều biến) để báo cáo trạng thái áp dụng thực cho kênh. Khi CQI được tạo ra dựa vào MCS, MCS bao gồm sơ đồ điều biến, và sơ đồ mã hóa, và tốc độ mã hóa tương ứng.

PMI cấp thông tin trên ma trận mã hóa khi mã hóa trước cơ sở số mã. PMI được liên kết với MIMO (Multiple Input Multiple Output - đa đầu vào đa đầu ra). Phản hồi của PMI trong MIMO nói đến MIMO vòng kín.

RI là thông tin về cấp (cụ thể là, số lớp) được gợi ý bởi UE. Cụ thể là, RI biểu thị số luồng độc lập được sử dụng để dồn kênh không gian. Chỉ khi UE được vận hành ở chế độ MIMO bằng cách sử dụng dồn kênh không gian, RI thực hiện phản hồi. RI luôn được liên kết với ít nhất một phản hồi CQI. CQI phản hồi được tính toán bằng cách giả định giá trị RI cụ thể. Nói chung, vì cấp của kênh được thay đổi chậm hơn so với CQI, RI thực hiện phản hồi nhỏ hơn số phản hồi của CQI. Chu kỳ truyền của RI có thể là bội số của chu kỳ truyền CQI/PMI. RI được đưa ra liên quan đến toàn bộ dải hệ thống, và phản hồi RI tần số lựa chọn không được hỗ trợ.

PUCCH chuyển các loại thông tin điều khiển khác nhau theo định dạng. Định dạng PUCCH 1 chuyển SR (Scheduling Request - yêu cầu lập lịch). Trong trường hợp này, sơ đồ On-Off Keying (OOK) được áp dụng. Định dạng PUCCH

1a chuyển ACK/NACK được điều biến trong sơ đồ khóa dịch pha nhị phân (BPSK - Binary Phase Shift Keying) liên quan đến một từ mã. Định dạng PUCCH 1b chuyển ACK/NACK được điều biến trong sơ đồ khóa dịch pha cầu phương (QPSK - Quadrature Phase Shift Keying) liên quan đến hai từ mã. Định dạng PUCCH 2 chuyển ký hiệu chỉ báo chất lượng kênh (CQI) được điều biến trong sơ đồ QPSK. Các định dạng PUCCH 2a và 2b lần lượt chuyển CQI và ACK/NACK.

Định dạng PUCCH có thể được phân loại theo sơ đồ điều biến và số bit có thể truyền được mỗi khung con. Bảng dưới đây biểu thị sơ đồ điều biến và số bit trong khung con.

Bảng 2

Định dạng PUCCH	Sơ đồ điều biến	Số bit mỗi khung con
1	N/A	N/A
1a	BPSK	1
1b	QPSK	2
2	QPSK	20
2a	QPSK+BPSK	21
2b	QPSK+QPSK	22

Tất cả các định dạng PUCCH sử dụng CS (Cyclic Shift - dịch vị vòng) của dịch vị trong từng ký hiệu OFDM. Dãy được dịch vị vòng được tạo ra bằng cách dịch vị vòng dãy cơ sở bằng lượng CS cụ thể. Lượng CS cụ thể được biểu thị bởi chỉ số CS.

Ví dụ về xác định dãy cơ sở $r_u(n)$ là như sau.

Phương trình 1

$$r_u(n) = e^{jb(n)\pi/4}$$

Trong phương trình 1, u biểu thị chỉ số gốc, n biểu thị chỉ số phần tử và $0 \leq n \leq N-1$, và N là chiều dài của dãy cơ sở. $b(n)$ được định nghĩa trong đoạn 5.5 của 3GPP TS 36.211 V8.7.0.

Chiều dài của dãy là giống như số phần tử có trong dãy. u có thể được định nghĩa bởi ID (Identifier - bộ nhận dạng) ô mạng và số khe trong khung vô tuyến.

Khi dãy cơ sở được ánh xạ vào một khối tài nguyên trong miền tần số, vì một khối tài nguyên bao gồm 12 sóng mang con, chiều dài của dãy cơ sở là 12. Dãy cơ sở khác được định nghĩa theo chỉ số gốc.

Dãy được dịch vị vòng $r(n, I_{cs})$ có thể được tạo ra bằng cách dịch vị vòng dãy gốc $r(n)$ như sau.

Phương trình 2

$$r(n, I_{cs}) = r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi I_{cs}n}{N}\right), 0 \leq I_{cs} \leq N-1$$

Trong phương trình 2, I_{cs} biểu thị chỉ số dịch vị vòng ($0 \leq I_{cs} \leq N-1$) biểu diễn lượng CS.

Chỉ số dịch vị vòng khả dụng của dãy cơ sở có nghĩa là chỉ số dịch vị vòng có thể thu được từ dãy cơ sở theo khoảng CS. Ví dụ, nếu chiều dài của dãy cơ sở là 12 và khoảng CS là 1, tổng số chỉ số dịch vị vòng khả dụng của dãy cơ sở là 12. Hơn nữa, nếu chiều dài của dãy cơ sở là 12 và khoảng CS là 2, tổng số chỉ số dịch vị vòng khả dụng của dãy cơ sở là 6.

Fig.6 minh họa cấu trúc kênh của định dạng PUCCH 2/2a/2b liên quan đến một khe trong CP bình thường. Như được mô tả trên đây, định dạng PUCCH 2/2a/2b được sử dụng để truyền CQI.

Tham chiếu Fig.6, các ký hiệu SC-FDMA 1 và 5 được sử dụng cho DM RS (Demodulation Reference Symbol - ký hiệu tham chiếu giải điều biến) đây là tín hiệu tham chiếu đường lên. Trong trường hợp của CP, ký hiệu SC-FDMA (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access - đa truy cập phân chia tần số-sóng mang đơn) 3 được sử dụng cho DM RS.

10 bit thông tin CQI được mã hóa kênh với, ví dụ, tốc độ 1/2 để là 20 bit đã được mã hóa. Reed-Muller (RM) có thể được sử dụng để mã hóa kênh. Hơn nữa, sau khi xáo trộn (dữ liệu PUSCH được xáo trộn thành dãy Gold có chiều dài 31), ánh xạ sao QPSK được thực hiện để ký hiệu điều biến QPSK được tạo ra (d_0 đến d_4 trong khe 0). Sau khi từng ký hiệu điều biến QPSK được điều biến thành dịch vị vòng của dãy RS cơ sở có chiều dài 12 và được điều biến OFDM, 10 ký hiệu SC-

FDMA trong khung con được truyền. 12 dịch vị vòng cách đều nhau có thể được dồn kênh để các UE khác nhau trực giao nhau trong cùng khối tài nguyên PUCCH. Dãy DM RS được áp dụng cho các ký hiệu SC-FDMA 1 và 5 có thể sử dụng dãy RS cơ sở có chiều dài 12.

Fig.7 minh họa định dạng PUCCH 1a/1b liên quan đến một khe trong CP bình thường. Tín hiệu tham chiếu được truyền trong các ký hiệu SC-FDMA thứ ba đến thứ năm. Trên Fig.7, sau khi IFFT (Inverse Fast Fourier Transform - biến đổi Fourier nhanh ngược) cho w_0 , w_1 , w_2 , và w_3 được thực hiện, w_0 , w_1 , w_2 , và w_3 có thể được điều biến trong miền thời gian và có thể được điều biến trong miền tần số trước khi điều biến IFFT.

Một ký hiệu bao gồm bảy ký hiệu OFDM, 3 ký hiệu OFDM trở thành ký hiệu OFDM RS (Reference Signal – tín hiệu tham chiếu) dùng cho tín hiệu tham chiếu, và 4 ký hiệu OFDM trở thành ký hiệu OFDM dữ liệu cho các tín hiệu ACK/NACK.

Trong định dạng PUCCH 1b, các tín hiệu ACK/NACK 2 bit đã được mã hóa được điều biến QPSK (khóa dịch pha cầu phương) để ký hiệu điều biến $d(0)$ được tạo ra.

Chỉ số dịch vị vòng I_{cs} có thể được thay đổi theo số khe n_s trong khung vô tuyến và/hoặc chỉ số ký hiệu l trong khe.

Vì có 4 ký hiệu OFDM dữ liệu để truyền các tín hiệu ACK/NACK đến một khe trong CP bình thường, giả định là các chỉ số dịch vị vòng tương ứng với từng ký hiệu OFDM dữ liệu là I_{cs0} , I_{cs1} , I_{cs2} , và I_{cs3} .

Ký hiệu điều biến $d(0)$ được mở rộng đến dãy được dịch vị vòng $r(n, I_{cs})$. Nếu một dãy trải không gian tương ứng với ký hiệu OFDM thứ $(i+1)$ trong khe là $m(i)$,

$$\{m(0), m(1), m(2), m(3)\} = \{d(0)r(n, I_{cs0}), d(0)r(n, I_{cs1}), d(0)r(n, I_{cs2}), d(0)r(n, I_{cs3})\}.$$

Để tăng công suất của UE, một dãy trải không gian có thể được trải bằng

cách sử dụng dãy trực giao. Dãy trực giao $w_i(k)$ (i biểu diễn chỉ số dãy, $0 \leq k \leq K-1$) có hệ số trải $K = 4$ sử dụng dãy sau.

Bảng 3

Chỉ số (i)	[$w_i(0), w_i(1), w_i(2), w_i(3)$]
0	[+1, +1, +1, +1]
1	[+1, -1, +1, -1]
2	[+1, -1, -1, +1]

Dãy trực giao $w_i(k)$ (i biểu diễn chỉ số dãy, $0 \leq k \leq K-1$) có hệ số trải $K = 3$ sử dụng dãy sau.

Bảng 4

Chỉ số (i)	[$w_i(0), w_i(1), w_i(2)$]
không	[+1, +1, +1]
1	[+1, $e^{j2\pi/3}$, $e^{j4\pi/3}$]
2	[+1, $e^{j4\pi/3}$, $e^{j2\pi/3}$]

Các hệ số trải khác nhau có thể được sử dụng theo khe.

Do đó, khi chỉ số dãy trực giao tùy chọn i được đưa ra, các dãy trải hai chiều $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\}$ có thể được biểu diễn như sau.

$$\{s(0), s(1), s(2), s(3)\} = \{w_i(0)m(0), w_i(1)m(1), w_i(2)m(2), w_i(3)m(3)\}$$

Sau khi IFFT cho các dãy hai chiều $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\}$ được thực hiện, các dãy được truyền trong ký hiệu OFDM tương ứng. Do đó, các tín hiệu ACK/NACK được truyền trên PUCCH.

Tín hiệu tham chiếu của định dạng PUCCH 1b được trải và truyền như là dãy trực giao sau khi dịch vị vòng dãy cơ sở $r(n)$. Nếu các chỉ số dịch vị vòng tương ứng với ba RS ký hiệu OFDM là I_{cs4} , I_{cs5} , và I_{cs6} , ba dãy được dịch vị vòng $r(n, I_{cs4})$, $r(n, I_{cs5})$, $r(n, I_{cs6})$ có thể thu được. Ba dãy được dịch vị vòng được trải đến dãy trực giao $w_{RS,i}(k)$ của $K = 3$.

Chỉ số dãy trực giao i , chỉ số dịch vị vòng I_{cs} và chỉ số khối tài nguyên m có

thể bao gồm thông số cần thiết để tạo cấu hình PUCCH và tài nguyên được sử dụng để nhận dạng PUCCH (hoặc UE). Nếu các số dịch vị vòng khả dụng là 12 và các số dãy trực giao khả dụng là 3, PUCCH liên quan đến 36 UE có thể được dồn kênh vào một khối tài nguyên.

Trong 3GPP LTE, $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ được định nghĩa khi UE thu nhận ba thông số để tạo cấu hình PUCCH. Chỉ số tài nguyên được định nghĩa là $n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$. n_{CCE} biểu diễn chỉ số của CCE thứ nhất (CCE có chỉ số nhỏ nhất) được sử dụng để truyền DCI tương ứng (cụ thể là, cấp phát tài nguyên đường xuống để thu dữ liệu đường xuống là đích của các tín hiệu ACK/NACK), và $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ biểu diễn nơi mà trạm cơ sở báo cáo cho UE như là bản tin lớp cao hơn.

Dưới đây, thời gian, tần số, và tài nguyên mã được sử dụng để truyền các tín hiệu ACK/NACK nói đến các tài nguyên ACK/NACK hoặc các tài nguyên PUCCH. Như được mô tả trên đây, chỉ số để xác định tài nguyên PUCCH (nói đến chỉ số PUCCH), cụ thể là, chỉ số cần thiết để truyền các tín hiệu ACK/NACK trên PUCCH có thể được biểu diễn bởi ít nhất một trong số {chỉ số dãy trực giao i , chỉ số dịch vị vòng I_{cs} , chỉ số khối tài nguyên m } hoặc chỉ số ($n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$) để thu được ba chỉ số. Cụ thể là, tài nguyên PUCCH có thể bao gồm ít nhất một trong số dãy trực giao, dịch vị vòng, khối tài nguyên, và dạng kết hợp của chúng. Chỉ số biểu thị tài nguyên PUCCH có thể nói đến chỉ số PUCCH.

Trong khi đó, trong LTE-A, định dạng PUCCH 3 được đưa vào để truyền thông tin điều khiển đường lên (ví dụ, ACK/NACK và SR) của nhiều nhất là 21 bit (số bit trước khi mã hóa kênh như là bit thông tin, nhiều nhất là 22 bit khi SR có trong). Định dạng PUCCH 3 sử dụng QPSK trong sơ đồ điều biến, và số bit truyền được trong khung con là 48 bit).

Định dạng PUCCH 3 thực hiện truyền đối với trải khối. Dãy ký hiệu điều biến thu được bằng cách điều biến ACK/NACK đa bit bằng cách sử dụng mã trải khối.

Fig.8 minh họa cấu trúc kênh của định dạng PUCCH 3.

Tham chiếu Fig.8, mã trải khối được áp dụng cho dãy ký hiệu điều biến $\{d_1,$

$d_2, \dots\}$ và được trải trong miền thời gian. Mã trải khối có thể bao gồm mã che phủ trực giao (OCC - Orthogonal Cover Code). Trong trường hợp này, trong dãy ký hiệu điều biến, các bit thông tin ACK/NACK được mã hóa kênh (bằng cách sử dụng mã RM, TBCC, mã RM được đục lỗ) để các bit đã được mã hóa ACK/NACK được tạo ra. Các bit đã được mã hóa ACK/NACK là dãy của các ký hiệu đã được điều biến (ví dụ, QPSK). Dãy của các ký hiệu điều biến được ánh xạ vào các ký hiệu dữ liệu của khe qua FFT (Fast Fourier Transform - biến đổi Fourier nhanh) và IFFT (Inverse Fast Fourier Transform - biến đổi Fourier nhanh ngược) để được truyền. Mặc dù Fig.8 minh họa là ba RS ký hiệu có trong một khe, tuy nhiên có thể có hai ký hiệu RS. Trong trường hợp này, mã trải khối có chiều dài 5 có thể được sử dụng. Định dạng PUCCH 3 có thể là định dạng PUCCH trong đó các ký hiệu điều biến được truyền bằng cách được trải trong miền thời gian bằng cách sử dụng dãy trực giao (cụ thể là, mã trải khối). Trong định dạng PUCCH 3, 48 bit có thể được truyền mỗi khung con sau khi mã hóa kênh, và số bit thông tin mà có thể được truyền có thể lên đến 21 bit.

Lập lịch bán cố định: SPS

Trong hệ thống truyền thông vô tuyến, UE thu thông tin lập lịch như cấp phép DL và cấp phép UL qua PDCCH để thực hiện thao tác truyền PUSCH. Nói chung, cấp phép DL và PDSCH thu được trong cùng khung con. Hơn nữa, trong trường hợp của FDD, PUSCH được truyền sau khi các khung con thứ tư từ khung con thu cấp phép UL. LTE ngoại trừ lập lịch động cấp lập lịch bán cố định (SPS - Semi-Persistent Scheduling).

SPS đường xuống hoặc đường lên có thể báo cáo nhờ đó hoạt động truyền bán tĩnh khung con (PUSCH)/thu (PDSCH) thực hiện đến UE qua tín hiệu lớp cao hơn. Ví dụ, thông số đưa ra như là tín hiệu lớp cao hơn có thể là khoảng thời gian và giá trị chênh lệch của khung con.

UE nhận biết hoạt động truyền/thu SPS bằng hoạt động truyền tín hiệu RRC. Nếu thu tín hiệu kích hoạt và dừng của hoạt động truyền SPS qua PDCCH, UE thực hiện hoặc dừng hoạt động truyền/thu SPS. Cụ thể là, mặc dù SPS được cấp

phát qua hoạt động truyền tín hiệu RRC, khi hoạt động truyền/thu SPS không được thực hiện tuy nhiên tín hiệu kích hoạt hoặc dừng thu được qua PDCCH, tài nguyên tần số (khối tài nguyên) theo cấp phát khối tài nguyên được gán trong PDCCH và điều biến và tốc độ mã hóa theo thông tin MCS được áp dụng để hoạt động truyền/thu SPS được thực hiện trong khung con tương ứng với khoảng khung con và giá trị chênh lệch được cấp phát qua hoạt động truyền tín hiệu RRC. Nếu tín hiệu dừng SPS thu được qua PDSSH, hoạt động truyền/thu SPS sẽ ngừng. Nếu PDCCH (PDCCH kích hoạt lại SPS) bao gồm tín hiệu kích hoạt SPS lại thu được, hoạt động truyền/thu SPS đã bị ngừng bắt đầu lại bằng cách sử dụng tài nguyên tần số và MCS được gán bởi PDCCH tương ứng.

Dưới đây, PDCCH dùng để kích hoạt SPS nói đến PDCCH kích hoạt SPS, và PDCCH dùng để dừng SPS nói đến PDCCH dừng SPS. UE có thể kiểm nhận việc liệu PDCCH là PDCCH kích hoạt/dừng SPS khi các điều kiện sau được thỏa mãn. 1. Các bit chẵn lẻ CRC thu được từ phụ tải PDCCH được xáo trộn thành SPS C-RNTI, và 2. Giá trị của trường ký hiệu chỉ báo dữ liệu mới nên là '0'. Hơn nữa, nếu từng giá trị trường có trong PDCCH được thiết đặt làm các giá trị của bảng sau, UE nhận biết là thông tin điều khiển đường xuống (DCI) của PDCCH tương ứng là kích hoạt hoặc dừng SPS.

Bảng 5

	Định dạng DCI 0	Định dạng DCI 1/1A	Định dạng DCI 2/2A/2B
Lệnh TPC cho PUSCH đã được lập lịch	Được thiết đặt '00'	N/A	N/A
Dịch vị vòng DM RS	Được thiết đặt '000'	N/A	N/A
Sơ đồ điều biến và mã hóa và phiên bản dư thừa	MSB được thiết đặt '0'	N/A	N/A
Số xử lý HARQ	N/A	FDD: được thiết đặt '000' TDD: được thiết đặt '0000'	FDD: được thiết đặt '000' TDD: được thiết đặt '0000'
Sơ đồ điều biến và mã hóa	N/A	MSB được thiết đặt '0'	Đối với khối vận chuyển được cho phép: MSB được thiết đặt '0'

Phiên bản dư thừa	N/A	Được thiết đặt '0'	Đối với khối vận chuyển được cho phép: được thiết đặt '00'
-------------------	-----	--------------------	--

Bảng 5 biểu thị giá trị trường của PDCCH kích hoạt SPS để kiểm nhận kích hoạt SPS.

Bảng 6

	Định dạng DCI 0	Định dạng DCI 1A
Lệnh TPC cho PUSCH đã được lập lịch	Được thiết đặt '00'	N/A
Dịch vị vòng DM RS	Được thiết đặt '000'	N/A
Sơ đồ điều biến và mã hóa và phiên bản dư thừa	Được thiết đặt '1111'	N/A
Gán khối tài nguyên và cấp phát tài nguyên nhảy	N/A	N/A
Số xử lý HARQ	N/A	FDD: được thiết đặt '000' TDD: được thiết đặt '0000'
Sơ đồ điều biến và mã hóa	N/A	Được thiết đặt '1111'
Phiên bản dư thừa	N/A	Được thiết đặt '00'
Gán khối tài nguyên	N/A	Được thiết đặt toàn bộ '1'

Bảng 6 biểu thị giá trị trường của PDCCH dừng SPS để kiểm nhận dừng SPS.

Theo SPS, PDSCH được truyền trong cùng khung con làm PDCCH biểu thị kích hoạt SPS có PDCCH tương ứng (cụ thể là, PDCCH biểu thị kích hoạt SPS). Tuy nhiên, PDSCH tiếp theo, cụ thể là, PDSCH được lập lịch tại thời gian sau bằng cách sử dụng SPS (được gọi là SPS PDSCH) không có PDCCH tương ứng. Do đó, khi truyền ACK/NACK liên quan đến SPS PDSCH, không thể sử dụng tài nguyên PUCCH được ánh xạ cho chỉ số CCE nhỏ nhất của PDCCH.

Do đó, đối với SPS, BS có thể thiết đặt trước các tài nguyên qua tín hiệu lớp cao hơn giống như bản tin RRC, và sau khi có thể biểu thị tài nguyên truyền ACK/NACK cho SPS PDSCH theo cách để tài nguyên cụ thể được biểu thị trong số các tài nguyên bằng cách sử dụng trường TPC có trong PDCCH biểu thị kích hoạt SPS. Mặc dù trường TPC ban đầu được sử dụng để điều khiển công suất

truyền đường lên, tuy nhiên theo cách khác nó được sử dụng trong trường hợp này để biểu thị tài nguyên truyền ACK/NACK. Nếu trường để biểu thị tài nguyên truyền ACK/NACK được gọi là ký hiệu chỉ báo tài nguyên ACK/NACK (ARI - ACK/NACK Resource Indicator), theo cách khác trường TPC được sử dụng làm trường ARI trong trường hợp trên đây. Cụ thể là, thay vì tạo bổ sung trường ARI để biểu thị tài nguyên truyền ACK/NACK, trường TPC hiện thời được sử dụng cho mục đích này theo cách thay thế/chuyên dụng.

Không bị giới hạn ở SPS, tài nguyên truyền ACK/NACK được xác định theo cách này có thể được gọi là tài nguyên PUCCH hiện.

HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request - yêu cầu lặp tự động lại)

Khi truyền/thu dữ liệu giữa trạm cơ sở và UE, khi khung không thu được hoặc bị hư hại, phương pháp kiểm soát lỗi bao gồm sơ đồ ARQ (Automatic Repeat request - yêu cầu lặp tự động) và sơ đồ HARQ (hybrid ARQ - ARQ lai) mà là sơ đồ được phát triển của nó. Trong sơ đồ ARG, sau khi một khung được truyền, bản tin báo nhận ACK được chờ. Chỉ khi phía thu chính xác thu khung, phía thu gửi bản tin báo nhận ACK. Khi lỗi xuất hiện trong khung, phía thu gửi bản tin NACK (ACK âm tính), và khung thu với lỗi loại bỏ thông tin trong bộ đệm đầu thu. Khi phía truyền thu tín hiệu ACK, phía truyền truyền khung tiếp theo. Khi thu bản tin NACK, phía truyền truyền lại khung.

Không giống như sơ đồ ARG, theo sơ đồ HARQ, khi khung đã thu được không thể được giải điều biến, đầu thu truyền bản tin NACK đến đầu truyền. Tuy nhiên, khi khung đã thu được được lưu giữ trong bộ đệm trong khoảng thời gian định trước để khung được truyền lại, khung được ghép nối với khung đã thu được để tỷ lệ thu thành công tăng.

Trong những năm gần đây, sơ đồ HARQ hiệu quả hơn so với sơ đồ ARQ có thể được sử dụng một cách rộng rãi. Có các loại sơ đồ HARQ khác nhau. Sơ đồ HARQ có thể được chia thành HARQ đồng bộ và HARQ không đồng bộ theo thời gian truyền lại. Sơ đồ HARQ có thể được chia thành sơ đồ thích ứng kênh và sơ đồ không thích ứng kênh theo sự có mặt của phản ánh trạng thái kênh liên quan đến

lượng tài nguyên được sử dụng khi truyền lại.

Fig.9 minh họa HARQ đồng bộ.

HARQ đồng bộ là sơ đồ trong đó đạt được hoạt động truyền lại tiếp theo tại thời gian thiết đặt trước bởi hệ thống. Cụ thể là, nếu giả định là thời gian truyền lại đạt được đơn vị thời gian thứ 8 sau hoạt động truyền ban đầu, vì sự ăn khớp đạt được giữa trạm cơ sở và UE, nên không cần thiết báo cáo bổ sung thời gian. Tuy nhiên, nếu phía truyền dữ liệu thu bản tin NACK, dữ liệu được truyền trong mỗi đơn vị thời gian thứ 8 để thu bản tin ACK.

Trong khi đó, thời gian truyền lại HARQ không đồng bộ được lập lịch mới hoặc sơ đồ HARQ không đồng bộ có thể đạt được qua hoạt động truyền tín hiệu bổ sung. Thời gian truyền liên quan đến dữ liệu trong đó hoạt động truyền trước đó thất bại được thay đổi do các yếu tố khác nhau như trạng thái kênh.

Sơ đồ HARQ không thích ứng kênh là sơ đồ trong đó việc điều biến dữ liệu, số khối tài nguyên, và sơ đồ mã hóa khi truyền lại đạt được theo thứ tự được xác định khi truyền ban đầu. Trong khi đó, trong sơ đồ HARQ thích ứng kênh là sơ đồ trong đó việc điều biến dữ liệu, số khối tài nguyên, và sơ đồ mã hóa được thay đổi theo trạng thái kênh.

Ví dụ, phía truyền truyền dữ liệu bằng cách sử dụng 6 khối tài nguyên khi truyền ban đầu. Tiếp theo, sơ đồ truyền lại đều dữ liệu bằng cách sử dụng 6 khối tài nguyên là sơ đồ HARQ không thích ứng kênh.

Trong khi đó, sơ đồ truyền lại dữ liệu bằng cách sử dụng các khối tài nguyên lớn hơn hoặc nhỏ hơn 6 theo trạng thái kênh mặc dù dữ liệu được truyền ban đầu bằng cách sử dụng 6 khối tài nguyên là sơ đồ HARQ thích ứng kênh.

Bốn loại HARQ có thể được kết hợp qua phân loại trên đây. Sơ đồ HARQ được sử dụng rộng rãi bao gồm sơ đồ HARQ không đồng bộ và thích ứng kênh và sơ đồ HARQ đồng bộ và không thích ứng kênh. Vì sơ đồ HARQ không đồng bộ và thích ứng kênh có thể khiến hiệu suất truyền lại là lớn nhất bằng cách thay đổi thời gian truyền lại thích ứng và lượng tài nguyên tuy nhiên phí tổn điều khiển sẽ tăng,

tuy nhiên sơ đồ HARQ không đồng bộ và thích ứng kênh thường không được cân nhắc cho đường lên. Trong khi đó, vì sơ đồ HARQ đồng bộ và thích ứng kênh gần như không có phí tổn điều khiển vì thời gian và cấp phát tài nguyên cho hoạt động truyền lại ăn khớp trong hệ thống, phí tổn điều khiển là hiếm, tuy nhiên hiệu suất truyền lại là rất thấp trong trạng thái kênh có biến đổi lớn.

Trong đường xuống trong 3GPP LTE hiện thời, sơ đồ HARQ không đồng bộ được sử dụng. Trong trường hợp đường lên, sơ đồ HARQ đồng bộ được sử dụng.

Trong khi đó, như là ví dụ về đường xuống, cho đến khi dữ liệu được lập lịch và truyền và sau đó tín hiệu ACK/NACK thu được từ thiết bị người dùng và dữ liệu tiếp theo lại được truyền, trễ thời gian xuất hiện như được minh họa trên Fig.9. Đây là trễ xuất hiện do trễ lan truyền của kênh và thời gian cần thiết để giải mã dữ liệu và mã hóa dữ liệu. Phương pháp đã được sử dụng, phương pháp này truyền dữ liệu bằng cách sử dụng xử lý HARQ độc lập, để ngăn không để khe truyền dữ liệu tăng trong khoảng trễ.

Ví dụ, khi khoảng ngắn nhất từ khi truyền dữ liệu đến lần truyền dữ liệu tiếp theo trong một xử lý HARQ là tám khung con, dữ liệu có thể được truyền mà không có khoảng trống bằng cách cấp tám xử lý HARQ độc lập. Trong LTE FDD, trong trường hợp không vận hành trong MIMO, nhiều nhất là tám xử lý HARQ có thể được gán.

Tập hợp sóng mang

Dưới đây, hệ thống tập hợp sóng mang sẽ được mô tả.

Fig.10 minh họa ví dụ về so sánh hệ thống một sóng mang hiện thời và hệ thống tập hợp sóng mang.

Tham chiếu Fig.10, trong hệ thống một sóng mang, chỉ một sóng mang được hỗ trợ cho UE trong đường lên và đường xuống. Mặc dù có thể có các băng thông khác nhau của sóng mang, một sóng mang được cấp phát cho UE. Trong khi đó, trong hệ thống tập hợp sóng mang (CA - Carrier Aggregation), các sóng mang thành phần (DL CC A đến C, UL CC A đến C). Sóng mang thành phần (CC -

Component Carrier) có nghĩa là sóng mang được sử dụng cho hệ thống CA và có thể nói đến sóng mang. Ví dụ, để cấp phát băng thông 60MHz cho UE, 3 sóng mang thành phần 20MHz có thể được cấp phát.

Hệ thống CA có thể được phân loại thành hệ thống CA liên tục trong đó các sóng mang đã được tập hợp là liên tục và hệ thống CA không liên tục trong đó các sóng mang đã được tập hợp được đặt cách xa nhau. Dưới đây, hiểu được rằng hệ thống CA bao gồm tất cả trường hợp của sóng mang thành phần liên tục và trường hợp của sóng mang thành phần không liên tục.

Dải tần hệ thống của hệ thống truyền thông vô tuyến được phân loại thành các tần số sóng mang. Tần số sóng mang có nghĩa là tần số trung tâm của ô mạng. Dưới đây, ô mạng có thể có nghĩa là tài nguyên tần số đường xuống và tài nguyên tần số đường lên. Theo cách khác, ô mạng có thể có nghĩa là kết hợp của tài nguyên tần số đường xuống và tài nguyên tần số đường lên tùy chọn. Hơn nữa, nói chung, khi CA không được cân nhắc, một ô mạng có thể bao gồm cặp tài nguyên tần số đường lên và đường xuống.

Để truyền/thu dữ liệu gói qua ô mạng cụ thể, UE cần kết thúc tạo cấu hình với ô mạng cụ thể. Trong trường hợp này, cấu hình có nghĩa là trạng thái kết thúc thu thông tin hệ thống cần thiết để truyền/thu dữ liệu liên quan đến ô mạng tương ứng. Ví dụ, cấu hình có thể bao gồm toàn bộ thủ tục để thu các thông số lớp vật lý chung cần thiết để truyền/thu dữ liệu, hoặc các thông số MAC (Media Access Control - điều khiển truy cập phương tiện), hoặc các thông số cần thiết cho hoạt động cụ thể tại lớp RRC. Nếu ô mạng trong đó cấu hình được kết thúc chỉ thu thông tin biểu thị là dữ liệu gói có thể được truyền, ô mạng có thể truyền và thu gói ngay lập tức.

Ô mạng trong đó cấu hình được kết thúc có thể ở trạng thái kích hoạt hoặc trạng thái khử kích hoạt. Trong trường hợp này, kích hoạt có nghĩa là dữ liệu được truyền hoặc thu hoặc hoạt động truyền hoặc thu dữ liệu ở trạng thái sẵn sàng. UE có thể theo dõi hoặc thu PDCCH kênh điều khiển và PDSCH kênh dữ liệu của ô mạng đã được kích hoạt để báo nhận các tài nguyên (tần số, thời gian, hoặc tương

tự) được cấp phát cho UE.

Khử kích hoạt có nghĩa là hoạt động truyền hoặc thu dữ liệu lưu thông là không thể và hoạt động đo hoặc truyền/thu thông tin nhỏ nhất là có thể. UE có thể thu thông tin hệ thống SI cần thiết để thu gói từ ô mạng đã được khử kích hoạt. Trong khi đó, UE không theo dõi hoặc thu PDCCH kênh điều khiển và PDSCH kênh dữ liệu của ô mạng đã được khử kích hoạt để báo nhận các tài nguyên (tần số, thời gian, hoặc tương tự).

Ô mạng có thể được phân loại thành ô sơ cấp, ô thứ cấp, và ô phục vụ.

Ô sơ cấp có nghĩa là ô mạng vận hành tại tần số chính, và có nghĩa là ô mạng thực hiện thủ tục thiết đặt kết nối ban đầu hoặc thủ tục thiết đặt lại kết nối với trạm cơ sở hoặc ô mạng được biểu thị như là ô sơ cấp tại thủ tục chuyển đổi.

Ô thứ cấp có nghĩa là ô mạng vận hành trong ô thứ cấp. Nếu kết nối RRC được thiết đặt, ô thứ cấp được sử dụng để cấp tài nguyên vô tuyến được thiết đặt trước bổ sung.

Trong trường hợp của UE trong đó CA không được thiết đặt hoặc không cấp CA, ô phục vụ được tạo cấu hình bởi ô sơ cấp. Khi tập hợp sóng mang được thiết đặt, thuật ngữ 'ô phục vụ' biểu thị là ô mạng được thiết đặt cho UE và các ô phục vụ có thể được tạo cấu hình. Một ô phục vụ có thể được tạo cấu hình bởi một sóng mang thành phần đường xuống hoặc cặp {sóng mang thành phần đường xuống, sóng mang thành phần đường lên}. Các ô phục vụ có thể được tạo cấu hình bởi ô sơ cấp và một ô thứ cấp hoặc các ô thứ cấp.

PCC (Primary Component Carrier - sóng mang thành phần chính) có nghĩa là sóng mang thành phần (CC) tương ứng với ô sơ cấp. PCC là CC trong đó UE ban đầu đạt được kết nối hoặc kết nối RRC với trạm cơ sở trong số CC. PCC là CC đặc biệt để cấp kết nối hoặc kết nối RRC cho hoạt động truyền tín hiệu liên quan đến các CC, và để quản lý ngữ cảnh UE mà là thông tin kết nối được liên kết với UE. Hơn nữa, khi PCC truy cập UE ở chế độ kết nối RRC, PCC luôn ở trạng thái hoạt động. Sóng mang thành phần đường xuống tương ứng với ô sơ cấp nói đến sóng mang thành phần chính đường xuống (DL PCC - Downlink Primary

Component Carrier) và sóng mang thành phần đường lên tương ứng với ô sơ cấp nói đến sóng mang thành phần chính đường lên (UL PCC - Uplink Primary Component Carrier).

SCC (Secondary Component Carrier - sóng mang thành phần phụ) có nghĩa là CC tương ứng với ô thứ cấp. Cụ thể là, SCC là CC được cấp phát cho UE ngoại trừ PCC. SCC là sóng mang được mở rộng khi UE lựa chọn cấp phát tài nguyên bổ sung ngoại trừ PCC, và có thể được chia thành trạng thái kích hoạt hoặc trạng thái khử kích hoạt. Sóng mang thành phần đường xuống tương ứng với ô thứ cấp nói đến sóng mang thành phần phụ đường xuống (DL SCC - Downlink Secondary Component Carrier) và sóng mang thành phần đường lên tương ứng với ô mạng thứ hai nói đến sóng mang thành phần phụ đường lên (UL SCC - Uplink Secondary Component Carrier).

Ô sơ cấp và ô thứ cấp có các đặc tính sau.

Thứ nhất, ô sơ cấp được sử dụng để truyền PUCCH. Thứ hai, ô sơ cấp luôn được kích hoạt, tuy nhiên ô thứ cấp là sóng mang mà được kích hoạt/khử kích hoạt theo điều kiện cụ thể. Thứ ba, khi ô sơ cấp trải qua thất bại liên kết vô tuyến (dưới đây được gọi là ‘RLF - Radio Link Failure’). Thứ tư, ô sơ cấp có thể được thay đổi theo sự thay đổi khóa an toàn, thủ tục kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH - Random Access Channel), và thủ tục chuyển đổi đi kèm. T5, thông tin NAS (Non-Access Stratum – tầng không truy cập) thu được qua ô sơ cấp. Thứ sáu, trong trường hợp của hệ thống FDD, ô sơ cấp luôn tạo cấu hình cặp DL PCC và UL PCC. Thứ bảy, các sóng mang thành phần CC khác nhau có thể được thiết đặt làm ô sơ cấp mỗi UE. Thứ tám, ô sơ cấp có thể được thay thế chỉ bởi chuyển đổi, các thủ tục lựa chọn ô mạng/lựa chọn lại ô mạng. Ngoài ô thứ cấp mới, tín hiệu RRC có thể được sử dụng để truyền thông tin hệ thống của ô thứ cấp chuyên dụng.

Trong sóng mang thành phần tạo cấu hình ô phục vụ, sóng mang thành phần đường xuống có thể tạo cấu hình một ô phục vụ, hoặc sóng mang thành phần đường xuống và sóng mang thành phần đường lên được kết nối và tạo cấu hình để một ô phục vụ có thể được tạo cấu hình. Tuy nhiên, ô phục vụ có thể không được

tạo cấu hình bởi chỉ một sóng mang thành phần đường lên.

Hoạt động kích hoạt/khử kích hoạt sóng mang thành phần tương tự như khái niệm kích hoạt/khử kích hoạt của ô phục vụ. Ví dụ, hoạt động kích hoạt của ô phục vụ 1 có nghĩa là hoạt động kích hoạt của DL CC1 với giả định là ô phục vụ 1 được tạo cấu hình bởi DL CC1. Nếu hoạt động kích hoạt của ô phục vụ 2 có nghĩa là hoạt động kích hoạt của DL CC2 và UL CC2 với giả định là ô phục vụ 2 được tạo cấu hình bằng cách nối và tạo cấu hình DL CC2 và UL CC2. Theo nghĩa này, từng sóng mang thành phần có thể tương ứng với ô phục vụ.

Số sóng mang thành phần được tập hợp giữa đường xuống và đường lên có thể được thiết đặt khác nhau. Khi số CC trong đường xuống giống như số CC trong đường lên, hoạt động tập hợp là đối xứng. Khi số CC trong đường xuống khác so với số CC trong đường lên, hoạt động tập hợp là phi đối xứng. Hơn nữa, các kích thước (cụ thể là, các băng thông) của các CC có thể là khác nhau. Ví dụ, khi năm CC được sử dụng để tạo cấu hình dải 70MHz, 5MHz CC(sóng mang #0) + 20MHz CC(sóng mang #1) + 20MHz CC(sóng mang #2) + 20MHz CC(sóng mang #3) + 5MHz CC(sóng mang #4) có thể được tạo cấu hình.

Như được mô tả trên đây, hệ thống CA có thể hỗ trợ các CC, cụ thể là, các ô phục vụ không giống như hệ thống một sóng mang.

Hệ thống CA như vậy có thể hỗ trợ lập lịch sóng mang ngang. Lập lịch sóng mang ngang là phương pháp lập lịch có thể thực hiện cấp phát tài nguyên của PDSCH được truyền qua sóng mang thành phần khác qua PDCCH được truyền qua sóng mang thành phần cụ thể và/hoặc cấp phát tài nguyên của PUSCH được truyền qua sóng mang thành phần khác ngoại trừ sóng mang thành phần về cơ bản được liên kết với sóng mang thành phần cụ thể. Cụ thể là, PDCCH và PDSCH có thể được truyền qua các DL CC khác, PUSCH có thể được truyền qua UL CC khác với UL CC được liên kết với DL CC mà PDCCH bao gồm UL được truyền đến. Như được mô tả trên đây, trong hệ thống hỗ trợ lập lịch sóng mang ngang, PDCCH cần ký hiệu chỉ báo sóng mang để biểu thị là PDSCH/PUSCH được truyền qua DL CC/UL CC nhất định. Dưới đây, trường bao gồm ký hiệu chỉ báo sóng mang nói

đến CIF (Carrier Indication Field - trường biểu thị sóng mang).

Hệ thống CA để hỗ trợ lập lịch sóng mang ngang có thể bao gồm trường ký hiệu chỉ báo sóng mang (CIF) có trong định dạng DCI (thông tin điều khiển đường xuống) theo kỹ thuật đã biết. Trong hệ thống để hỗ trợ lập lịch sóng mang ngang, ví dụ, hệ thống LTE-A, vì CIF được bổ sung vào định dạng DCI hiện thời (cụ thể là, định dạng DCI được sử dụng trong LTE), 3 bit có thể được trải, và cấu trúc PDCCH có thể sử dụng lại phương pháp mã hóa hiện thời, phương pháp cấp phát tài nguyên hiện thời (cụ thể là, ánh xạ tài nguyên dựa vào CCE).

Trạm cơ sở có thể thiết đặt PDCCH theo dõi nhóm DL CC (theo dõi CC). PDCCH theo dõi nhóm DL CC được tạo cấu hình bởi một phần của tất cả các DL CC đã được tập hợp. Nếu lập lịch sóng mang ngang được tạo cấu hình, UE thực hiện theo dõi/giải mã PDCCH chỉ cho DL CC có trong PDCCH theo dõi nhóm DL CC. Cụ thể là, trạm cơ sở truyền PDCCH liên quan đến PDSCH/PUSCH sẽ được lập lịch chỉ qua các DL CC có trong PDCCH theo dõi nhóm DL CC. PDCCH theo dõi nhóm DL CC có thể được tạo cấu hình cho UE cụ thể, nhóm UE cụ thể, hoặc ô mạng cụ thể.

Ngược lại lập lịch sóng mang ngang, phương pháp trong đó PDSCH được lập lịch bởi PDCCH được truyền trong cùng sóng mang có thể được gọi là lập lịch sóng mang không ngang hoặc tự lập lịch.

Phương pháp truyền ACK/NACK trong xử lý HARQ

Dưới đây, hoạt động truyền ACK/NACK cho HARQ trong 3GPP LTE sẽ được mô tả.

Trong FDD, thiết bị người dùng để hỗ trợ tập hợp cho nhiều nhất là hai ô phục vụ truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b với lựa chọn kênh khi hai ô phục vụ được tạo cấu hình.

Thiết bị người dùng để hỗ trợ tập hợp hai hoặc nhiều ô phục vụ truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b hoặc định dạng PUCCH 3 với lựa chọn kênh theo cấu hình của tín hiệu lớp cao hơn khi hai hoặc nhiều ô phục

vụ được tạo cấu hình. Định dạng PUCCH 1b với lựa chọn kênh sẽ được mô tả dưới đây.

Trong TDD, khung con DL và khung con UL cùng tồn tại trong một khung vô tuyến không giống như song công phân chia theo tần số (FDD). Nói chung, số khung con UL nhỏ hơn số khung con DL. Do đó, ngược lại các khung con UL không đủ để truyền tín hiệu ACK/NACK, nó được hỗ trợ để các tín hiệu ACK/NACK đối với dữ liệu đường xuống (cụ thể là, các PDSCH) thu được trong các khung con DL được truyền trong một khung con UL.

Trong TDD, thiết bị người dùng mà không hỗ trợ tập hợp hai hoặc nhiều ô phục vụ hai chế độ ACK/NACK của bó và lựa chọn kênh được hỗ trợ theo cấu hình của lớp cao hơn.

Thứ nhất, bó truyền ACK khi UE thành công giải mã tất cả PDSCH thu được (cụ thể là, các khối truyền đường xuống) và truyền NACK trong các trường hợp còn lại. Điều này nói đến phép toán và. Tuy nhiên, bó không bị giới hạn ở phép toán và mà có thể bao gồm các phép toán khác nhau để nén các bit ACK/NACK tương ứng với các khối truyền (hoặc các từ mã). Ví dụ, bó có thể biểu thị giá trị đếm số ACK (hoặc NACK) hoặc số ACK.

Thứ hai, lựa chọn kênh nói đến dồn kênh ACK/NACK. Trong lựa chọn kênh, UE lựa chọn một trong số các tài nguyên PUCCH để truyền ACK/NACK đến tài nguyên PUCCH đã được lựa chọn.

Bảng sau là ví dụ về khung con DL $n-k$ được liên kết với khung con UL n theo cấu hình UL-DL trong 3GPP LTE. Trong trường hợp này, $k \in K$, và M biểu diễn số thành phần của nhóm K .

Bảng 7

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	-

$M=3$ được cân nhắc với giả định là M khung con DL được nối với khung con UL n . Ba PDCCH có thể thu được từ ba khung con DL, và UE có thể thu nhận 3 tài nguyên PUCCH ($n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$). Ví dụ về lựa chọn kênh trong TDD là như sau.

Bảng 8

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2)	$n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$	$b(0), b(1)$
ACK, ACK, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$	0, 1
NACK/DTX, ACK, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	0, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	0, 0
DTX, DTX, NACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	0, 1
DTX, NACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	1, 0
NACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$	1, 0
DTX, DTX, DTX	N/A	N/A

Trong bảng 8, HARQ-ACK(i) biểu diễn ACK/NACK liên quan đến khung con đường xuống thứ i trong số M khung con đường xuống. DTX (DTX - Discontinuous Transmission - Truyền không liên tục) có nghĩa là khối truyền DL không thu được trên PDSCH trong khung con DL tương ứng hoặc PDCCH tương

ứng không dò được. Theo bảng 8 trên đây, có 3 tài nguyên PUCCH ($n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$, $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$, $n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$), và $b(0)$ và $b(1)$ là hai bit được truyền bằng cách sử dụng PUCCH đã được lựa chọn.

Ví dụ, nếu UE thu liên tiếp tất cả ba khối truyền DL trong ba khung con DL, UE điều biến QPSK bit (1,1) bằng cách sử dụng $n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$ để truyền bit đã được điều biến. Nếu UE không giải mã được khối truyền DL trong khung con DL thứ nhất ($i=0$) và giải mã được các khối truyền DL trong các khung con còn lại, UE truyền bit (1,0) trên PUCCH bằng cách sử dụng $n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$.

Khi lựa chọn kênh, nếu có ít nhất một ACK, NACK được ghép nối với DTX. Điều này là vì tất cả các trạng thái ACK/NACK có thể được biểu diễn bằng kết hợp của tài nguyên PUCCH dự phòng và ký hiệu QPSK. Tuy nhiên, không có ACK, DTX được ghép nối từ NACK.

Định dạng PUCCH 1b hiện thời có thể truyền chỉ ACK/NACK có 2 bit. Tuy nhiên, định dạng PUCCH 1b sử dụng lựa chọn kênh biểu diễn nhiều trạng thái ACK/NACK hơn bằng cách liên kết kết hợp của được cấp phát các tài nguyên PUCCH được cấp phát và ký hiệu điều biến (2 bit) với trạng thái của ACK/NACK.

Trong khi đó, khi giả định là M khung con DL được nối với khung con UL n, ACK/NACK không khớp giữa trạm cơ sở và thiết bị người dùng có thể xuất hiện do sự thiếu khung con DL (theo cách khác, PDCCH).

Giả định là $M = 3$ và trạm cơ sở truyền ba khối truyền DL qua khung con DL. Vì thiết bị người dùng có thể không dò được PDCCH trong khung con DL thứ hai, nên thiết bị người dùng có thể không thu được khối truyền thứ hai và có thể thu chỉ các khối truyền thứ nhất và thứ ba còn lại. Trong trường hợp này, khi báo ACK/NACK được sử dụng, lỗi trong đó thiết bị người dùng truyền ACK xuất hiện.

Chỉ số gán đường xuống (DAI) có trong cấp phép DL trên PDCCH để khắc phục lỗi. DAI biểu thị số PDCCH được tích lũy mà truyền PDSCH được gán. Trị số DAI 2 bit tăng tuần tự từ 1 sẽ được áp dụng với độ lợi tính toán môđun 4 từ $\text{DAI} = 4$. Ví dụ, khi $M = 5$ và năm khung con DL đều được lập lịch, $\text{DAI} = 1, 2, 3, 4$, và 1 có thể có trong các PDCCH tương ứng với nó theo thứ tự này.

Trong TDD, khi cấu hình UL-DL là 5 và thiết bị người dùng không hỗ trợ tập hợp của hai hoặc nhiều ô phục vụ, chỉ bố được hỗ trợ.

Trong TDD, trong trường hợp thiết bị người dùng hỗ trợ tập hợp hai hoặc nhiều ô phục vụ, khi hai hoặc nhiều ô phục vụ được tạo cấu hình, thiết bị người dùng truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng một trong số định dạng PUCCH 1b với lựa chọn kênh hoặc định dạng PUCCH 3 theo cấu hình lớp cao hơn.

Trong TDD, thiết bị người dùng hỗ trợ tập hợp hai hoặc nhiều ô phục vụ được tạo cấu hình bởi tín hiệu lớp cao hơn để sử dụng bố và truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng một trong số định dạng PUCCH 1b với lựa chọn kênh hoặc định dạng PUCCH 3 theo cấu hình lớp trên ngay cả khi một ô phục vụ được tạo cấu hình.

Khi ACK/NACK dùng cho hai hoặc nhiều ô phục vụ được truyền qua định dạng PUCCH 1b với lựa chọn kênh, bảng ánh xạ giữa HARQ-ACK(i) và (tài nguyên PUCCH và bit truyền) có thể được định nghĩa như là bảng dưới đây theo số (được gọi là A) của các tài nguyên PUCCH được sử dụng cho lựa chọn kênh.

Bảng 9

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

Bảng 10

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0)b(1)$
ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1

NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
NACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 0
DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	Không truyền	

Bảng 11

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2), HARQ-ACK(3)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0)b(1)$
ACK, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 0
NACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 0
DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	Không truyền	

Bảng 9 thể hiện trường hợp tại $A = 2$, bảng 11 thể hiện trường hợp tại $A = 3$, và bảng 11 thể hiện trường hợp tại $A = 4$.

Ngay cả trong FDD, bảng tương tự như các bảng 9 đến 11 được định nghĩa và ACK/NACK có thể được truyền theo bảng.

Xử lý truyền ACK/NACK của UE khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình trong TDD thông thường

Trong khung con DL (ví dụ, khung con $n-k$, $k \in K$, K được định nghĩa trong bảng 7 trên đây và biểu thị tập hợp chứa M phần tử, cụ thể là, $\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$) được liên kết với khung con UL (ví dụ, khung con n) để truyền ACK/NACK, trong trường hợp mà: i) một PDSCH được lập lịch không có PDCCH chỉ trong PCC và PDCCH yêu cầu đáp ứng ACK/NACK không có mặt; ii) một PDSCH được lập lịch với PDCCH có mặt chỉ trong PCC và PDSCH có $DAI=1$, hoặc iii) một PDCCH có $DAI=1$ và yêu cầu đáp ứng ACK/NACK (ví dụ, PDCCH đường xuống dừng SPS, dưới đây, áp dụng tương tự) có mặt và PDSCH không có mặt, UE truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1a/1b trong khung con UL.

iv) Khi PDCCH có $DAI=1$ và yêu cầu đáp ứng ACK/NACK có mặt hoặc một PDSCH được lập lịch với PDCCH có mặt chỉ trong PCC hoặc khi một PDSCH được lập lịch mà PDCCH không có mặt, UE sử dụng lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1a/1b trong khung con UL.

Trong trường hợp này, ACK/NACK (HARQ-ACK) thứ nhất tương ứng với PDSCH được truyền không có PDCCH, HARQ-ACK thứ hai tương ứng với từ mã thứ nhất của PDSCH được lập lịch bởi PDCCH có $DAI=1$ hoặc PDCCH đường xuống dừng SPS, và HARQ-ACK thứ ba tương ứng với từ mã thứ hai của PDSCH được lập lịch bởi PDCCH có $DAI=1$.

Có thể xác định được để định dạng PUCCH 1a/1b hoặc lựa chọn kênh sử dụng định dạng PUCCH 1a/1b được áp dụng khi ARI để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 không thể thu được từ PDCCH. Trong TDD, các điều kiện i) đến iv) trên đây có thể được gọi là một ACK/NACK (sA/N). Không giống như các điều kiện i) đến iii), điều kiện iv) có thể hoạt động theo cách ngoại lệ (ngay cả nếu SR và CSI xung đột).

v) ACK/NACK được truyền trong trường hợp không phải là trường hợp i) đến iv) trên đây có thể được gọi là đa ACK/NACK (mA/N). Ví dụ, ACK/NACK được truyền khi ARI để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 có thể thu được từ PDCCH có thể được gọi là mA/N.

Trong khi đó, trong TDD, nếu định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình cho hoạt động truyền ACK/NACK và nếu hai hoặc nhiều ô phục vụ được tạo cấu hình, và số M các khung con DL được ánh xạ cho khung con n lớn hơn 1, thì UE có thể truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng tài nguyên định dạng PUCCH 3 $n^{(3,p')}$ _{PUCCH} hoặc tài nguyên định dạng PUCCH 1 $n^{(1,p')}$ _{PUCCH} trong khung con n . p' là giá trị được ánh xạ cho cổng anten p .

Để tiện giải thích, UE có thể vận hành như sau với giả định là không có PDSCH mà không được lập lịch trực tiếp bởi PDCCH/E-PDCCH (ví dụ, PDSCH được lập lịch bán tĩnh mà không có PDCCH/E-PDCCH).

Trong ô sơ cấp, trong trường hợp mà: 1) chỉ một PDSCH được biểu thị bằng cách dò PDCCH (DAI=1) tương ứng thu được trong khung con $n-k_m$ ($k_m \in K$); hoặc 2) PDCCH (DAI=1) biểu thị dừng SPS đường xuống thu được trong khung con $n-k_m$ ($k_m \in K$), UE sử dụng định dạng PUCCH 1a/1b. Trong trường hợp này, tài nguyên định dạng PUCCH 1 được sử dụng.

Tài nguyên định dạng PUCCH 1 có thể là tài nguyên được ánh xạ cho chỉ số của CCE thứ nhất được sử dụng để truyền PDCCH tương ứng thu được trong khung con $n-k_m$ ($k_m \in K$). Cụ thể là, trong trường hợp này, tài nguyên định dạng PUCCH 1 có thể không được đưa ra hiện, và có thể được đưa ra ẩn theo chỉ số CCE thấp nhất được sử dụng để truyền PDCCH tương ứng. Dưới đây, tài nguyên định dạng PUCCH 1 như vậy được gọi là tài nguyên định dạng PUCCH 1 ẩn.

Trong khi đó, có thể có trường hợp trong đó chỉ một PDSCH được truyền trong ô sơ cấp trong khi PDCCH tương ứng không có mặt trong khung con $n-k$ ($k \in K$) và PUCCH dừng SPS đường xuống cũng không có mặt. Trường hợp như vậy có thể xuất hiện trong khung con nằm sau khung con trong đó PDCCH kích hoạt SPS đường xuống được truyền khi SPS đường xuống được tạo cấu hình. Trong trường hợp này, UE sử dụng định dạng PUCCH 1a/1b cho hoạt động truyền ACK/NACK. Ở đây, tài nguyên PUCCH được lựa chọn trong số các tài nguyên hiện được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn bằng cách sử dụng trường TPC có trong PDCCH kích hoạt SPS đường xuống. Cụ thể là, trường TPC đóng vai trò biểu thị

một tài nguyên PUCCH được sử dụng cho hoạt động truyền ACK/NACK trong số các tài nguyên hiện. Trong trường hợp này, biểu diễn là trường TPC được sử dụng theo cách khác làm ký hiệu chỉ báo tài nguyên ACK/NACK (ARI).

Trong khi đó, trong trường hợp mà: $M > 1$; PDSCH được truyền chỉ trong ô sơ cấp và PDCCH tương ứng không dò được trong khung con $n-k(k \in K)$ của ô sơ cấp; và PDSCH mà dò PDCCH với $DAI=1$ được truyền trong khung con $n-k_m(k_m \in K)$ hoặc PDCCH dùng SPS đường xuống ($DAI=1$) dò được trong khung con $n-k_m(k_m \in K)$, UE truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b trong khung con n . Trong trường hợp này, một trong số 2 hoặc 3 tài nguyên được lựa chọn làm các tài nguyên PUCCH. Nếu UE được tạo cấu hình cho chế độ truyền hỗ trợ lên đến 2 khối vận chuyển trong ô sơ cấp, một trong số 3 tài nguyên được lựa chọn, và theo cách khác, một trong số 2 tài nguyên được lựa chọn.

Trong khi đó, trong trường hợp mà: $M > 1$; và PDSCH được truyền chỉ trong ô sơ cấp và PDCCH tương ứng ($DAI > 1$) dò được trong khung con $n-k_m(k_m \in K)$ của ô sơ cấp hoặc PDCCH đường xuống dùng SPS ($DAI > 1$) dò được trong khung con $n-k_m(k_m \in K)$, UE truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 3 trong khung con n . Trong trường hợp này, một trong số bốn tài nguyên được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn được lựa chọn làm tài nguyên PUCCH theo giá trị trường TPC của PDCCH với $DAI > 1$. Cụ thể là, trường TPC của PDCCH dùng để lập lịch ô sơ cấp với $DAI > 1$ được sử dụng theo cách khác làm ARI.

Trong khi đó, cũng trong trường hợp mà PDSCH được truyền trong ô thứ cấp được biểu thị bằng cách dò PDCCH tương ứng trong khung con $n-k(k \in K)$, UE có thể truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 3. Trong trường hợp này, để làm tài nguyên PUCCH, một tài nguyên được lựa chọn trong số bốn tài nguyên được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn theo trường TPC của PDCCH. Nếu PDCCH tương ứng với PDSCH được truyền trong ô sơ cấp dò được trong khung con $n-k(k \in K)$ hoặc PDCCH đường xuống dùng SPS dò được trong khung con $n-k(k \in K)$, trường TPC có trong PDCCH với $DAI > 1$ được sử dụng để lựa chọn một trong số bốn tài nguyên được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn.

Sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

MTC (Machine Type Communication - truyền thông kiểu máy), MU-MIMO (Multi-User Multi-Input Multi-Output - Đa người dùng đa đầu vào đa đầu ra), và CA giữa các ô mạng TDD sử dụng các cấu hình UL-DL khác nhau có thể được sử dụng trong hệ thống truyền thông vô tuyến thế hệ tiếp theo. Hơn nữa, số UE được lập lịch đồng thời có thể tăng.

Do đó, kênh điều khiển để lập lịch kênh dữ liệu hiện thời có thể là không đủ. Để khắc phục hiện tượng không đủ tài nguyên của PDCCH là kênh điều khiển trong 3GPP LTE, lập lịch bó để lập lịch các PDSCH được truyền qua các khung con hoặc các ô mạng qua một PDCCH được cân nhắc hoặc lập lịch khung con ngang được cân nhắc để sử dụng PDCCH một cách linh hoạt. Lập lịch khung con ngang là để truyền PDSCH bằng lập lịch PDCCH PDSCH từ khung con khác so với khung con được truyền từ PDSCH. Trong khi đó, việc đưa vào E-PDCCH (enhanced-PDCCH) ngoại trừ PDCCH hiện thời được cân nhắc.

E-PDCCH

Fig.11 minh họa ví dụ về gán E-PDCCH.

Trong LTE-A, việc gán và sử dụng E-PDCCH mà là kênh điều khiển mới trong vùng dữ liệu đã được cân nhắc. E-PDCCH là kênh điều khiển được tạo cấu hình trong vùng dữ liệu trong đó PDSCH được truyền có thể là kênh điều khiển mà thực hiện giải điều biến bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu cụ thể của UE. Cụ thể là, E-PDCCH được phân biệt hiện từ vùng được gán, cụ thể là, PDCCH mà là kênh điều khiển hiện thời trong tín hiệu tham chiếu được sử dụng để giải điều biến.

E-PDCCH cũng có thể tạo cấu hình CCE nâng cao (e-CCE) tương tự như PDCCH và thực hiện ánh xạ tài nguyên PUCCH ẩn dựa vào E-CCE đã được tạo cấu hình. E-CCE là đơn vị cấu hình để tạo cấu hình E-PDCCH. Lượng tài nguyên có trong E-CCE có thể là giống hoặc khác lượng tài nguyên có trong CCE tạo cấu hình PDCCH.

Cấu hình trường của DCI được truyền qua E-PDCCH

Trước tiên, phương pháp tạo cấu hình và sử dụng trường ARI trong LTE-A RELEASE 10 (dưới đây, REL-10) được mô tả. Như được mô tả trên đây, trường ARI hàm ý trường được sử dụng để biểu thị một trong số các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn.

Trong trường hợp của FDD, trường TPC của PDCCH để lập lịch PDSCH của ô thứ cấp được sử dụng theo cách khác làm ARI. Mặt khác, trường TPC của PDCCH để lập lịch PDSCH của ô sơ cấp hoặc PDCCH yêu cầu đáp ứng ACK/NACK được sử dụng cho sử dụng ban đầu của nó, cụ thể là, để điều khiển công suất.

Trong trường hợp của TDD, phương pháp tạo cấu hình và sử dụng ARI thay đổi phụ thuộc vào việc liệu định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình cho hoạt động truyền ACK/NACK hay lựa chọn kênh được tạo cấu hình bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b.

Thứ nhất, trong trường hợp mà định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường TPC của các PDCCH còn lại không phải là PDCCH có DAI có giá trị ban đầu (ví dụ, 1) và lập lịch PDSCH của ô sơ cấp hoặc PDCCH mà yêu cầu đáp ứng ACK/NACK (trường TPC của các PDCCH được sử dụng cho sử dụng ban đầu của nó, cụ thể là, để điều khiển công suất) có thể được sử dụng theo cách khác làm ARI.

Trong trường hợp mà lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được tạo cấu hình, nếu PDCCH mà lập lịch PDSCH của ô thứ cấp có mặt trong ô thứ cấp, cụ thể là, nếu PDCCH có mặt trong ô thứ cấp khi tự lập lịch, trường TPC của PDCCH theo cách khác được sử dụng làm ARI.

Trong trường hợp mà định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, nếu trường TPC theo cách khác được sử dụng làm ARI, trường TPC được sử dụng để lựa chọn một trong số các tài nguyên định dạng PUCCH 3 được cấp phát hiện bằng cách sử dụng tín hiệu lớp cao hơn (cụ thể là, RRC). Như vậy, nếu định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình cho đáp ứng ACK/NACK, bốn tài nguyên PUCCH hiện (hoặc các chỉ số biểu thị các tài nguyên này) được biểu thị tuần tự theo trường RRC thứ nhất, trường RRC thứ hai, trường RRC thứ ba, và trường RRC thứ tư. ARI là giá

trị biểu thị trường cụ thể trong số bốn trường RRC. Theo nghĩa này, ARI có thể được coi là giá trị chênh lệch mà liên quan đến nó trường RRC sẽ được sử dụng.

Trong trường hợp mà lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được lựa chọn, nếu trường TCP theo cách khác được sử dụng làm ARI, trường TPC được sử dụng để lựa chọn một trong số các tài nguyên định dạng PUCCH 1b được cấp phát hiện bằng cách sử dụng tín hiệu lớp cao hơn (cụ thể là, RRC).

Theo sáng chế, DCI để lập lịch đường xuống (dưới đây, DL DCI) và được truyền trong E-PDCCH được bổ sung với trường bổ sung ngoài trường TPC. DL DCI có thể tương ứng với các định dạng DCI còn lại không phải là các định dạng DCI 0 và 4. Trường bổ sung sẽ được bổ sung là trường mà không có trong DL DCI được truyền qua PDCCH. Trường bổ sung sẽ được bổ sung có thể được sử dụng để truyền giá trị chênh lệch để lựa chọn tài nguyên cho hoạt động truyền ACK/NACK của định dạng PUCCH 1a/1b để đáp lại PDSCH được lập lịch với E-PDCCH. Cụ thể là, giá trị chênh lệch ban đầu được sử dụng làm chênh lệch không phải cho tài nguyên hiện mà cho tài nguyên ẩn. Tài nguyên ẩn có thể được tạo cấu hình để tài nguyên định dạng PUCCH 1a/1b ẩn tương ứng với PDCCH và tài nguyên định dạng PUCCH 1a/1b ẩn tương ứng với E-PDCCH có mặt, và các vùng tài nguyên tương ứng chồng trên nhau. Do đó, giá trị chênh lệch được cấp phát để tránh xung đột của tài nguyên như vậy. Mặt khác, vì tài nguyên hiện là tài nguyên được cấp phát duy nhất cho UE không phải là tài nguyên tương ứng với PDCCH hoặc E-PDCCH, nên không cần cấp phát giá trị chênh lệch để tránh xung đột tài nguyên bổ sung không phải là ARI (cụ thể là, lựa chọn trường RRC). Do đó, theo sáng chế, trường bổ sung sẽ được bổ sung có thể không những được sử dụng cho sử dụng ban đầu của nó, cụ thể là, cho giá trị chênh lệch cho tài nguyên ẩn, mà còn được sử dụng tùy chọn cho ARI. Điều này được mô tả dưới đây một cách chi tiết hơn.

Dưới đây, trường bổ sung sẽ được bổ sung được gọi đơn giản là trường ARI bổ sung hoặc trường chênh lệch tài nguyên ACK/NACK (ARO). Cụ thể là, thông thường, trường ARI không có mặt trong DL DCI thông thường có trong E-PDCCH/PDCCH, và nếu điều kiện cụ thể được thỏa mãn, trường TPC theo cách

khác được sử dụng làm trường ARI, trong khi đó theo sáng chế, trường độc lập (được gọi là trường ARI bổ sung hoặc trường ARO) không phụ thuộc vào trường TCP được bổ sung vào DL DCI được truyền qua E-PDCCH. Như vậy, nếu trường ARI bổ sung hoặc trường ARO được bổ sung, trường TCP có thể được sử dụng cho sử dụng ban đầu của nó, cụ thể là, để điều khiển công suất. Trong trường hợp này, giá trị ARI được yêu cầu trong các phương pháp thông thường có thể được truyền qua trường ARO nếu hoạt động truyền giá trị chênh lệch cho tài nguyên ẩn là không cần thiết trong trường ARO.

Fig.12 thể hiện chênh lệch giữa DL DCI được truyền qua E-PDCCH và DL DCI được truyền qua PDCCH.

Tham chiếu Fig.12, DL DCI 111 được truyền qua PDCCH không bao gồm trường ARO. Thay vì vậy, nếu một trong số các tài nguyên hiện cần được biểu thị cho hoạt động truyền ACK/NACK, trường TPC có thể là chuyên dụng cho sử dụng này.

Trong khi đó, trường ARO có trong DL DCI 112 (ví dụ, các định dạng DCI không phải là các định dạng DCI 0 và 4) được truyền qua E-PDCCH. Cụ thể là, trường ARO có mặt chỉ cho trường hợp mà DL DCI được truyền qua E-PDCCH, và không có mặt khi DL DCI được truyền qua PDCCH. Trường ARO có thể là 2 bit.

Trường ARI có thể được thiết đặt ở giá trị cụ thể, ví dụ, 0 (cụ thể là, đếm không) trong trường hợp mà: 1) DL DCI được truyền qua E-PDCCH của ô thứ cấp; hoặc 2) DL DCI được truyền qua E-PDCCH của ô sơ cấp và DL DCI lập lịch PDSCH của ô thứ cấp và được tạo cấu hình với định dạng PUCCH 3 để phản hồi ACK/NACK đến UE.

Trong khi đó, ba trường hợp dưới đây có thể được cân nhắc theo việc liệu lập lịch sóng mang ngang được sử dụng hay lập lịch sóng mang không ngang (tự lập lịch) được sử dụng.

1. Trường hợp mà ô sơ cấp được lập lịch trong ô sơ cấp. Cụ thể là, đây là trường hợp lập lịch PDSCH được truyền bằng cách sử dụng ô sơ cấp qua

PDCCH/E-PDCCH được truyền trong ô sơ cấp.

2. Trường hợp mà ô thứ cấp được lập lịch trong ô sơ cấp. Cụ thể là, đây là trường hợp lập lịch PDSCH được truyền bằng cách sử dụng ô thứ cấp qua PDCCH/E-PDCCH được truyền trong ô sơ cấp.

3. Trường hợp mà ô thứ cấp được lập lịch trong ô thứ cấp. Cụ thể là, đây là trường hợp lập lịch PDSCH được truyền bằng cách sử dụng ô thứ cấp qua PDCCH/E-PDCCH được truyền trong ô thứ cấp.

Dưới đây, các trường hợp trên đây được gọi là các trường hợp 1, 2, và 3.

Ngoài ra, để tiện giải thích, giả định là không có PDSCH (ví dụ, PDSCH được lập lịch bán tĩnh mà không có PDCCH/E-PDCCH) mà không được lập lịch động một cách trực tiếp bởi PDCCH/E-PDCCH. Cụ thể là, trường hợp mà chỉ PDSCH được lập lịch bằng lập lịch động trực tiếp bằng PDCCH/E-PDCCH được lấy làm ví dụ. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn như vậy.

Nếu lập lịch sóng mang ngang không được cho phép trong các trường hợp 1 đến 3 trên đây, trường hợp 2 không xuất hiện. Tự lập lịch có thể xuất hiện chỉ trong các trường hợp 1 và 3.

Fig.13 thể hiện hoạt động của UE khi DL DCI có DAI lớn hơn 1 thu được trong số các DL DCI được truyền qua PDCCH trong TDD thông thường. Giả định trường hợp trong đó PDSCH được truyền chỉ trong ô sơ cấp, PDCCH tương ứng dò được, và $M > 1$. Cụ thể là, giả định là $M > 1$ trong trường hợp 1 trên đây.

Tham chiếu Fig.13, UE thu DL DCI với $DAI > 1$ trong PDCCH của ô sơ cấp (bước S110). Ví dụ, nếu các ACK/NACK dùng cho PDSCH thu được trong hai khung con DL được truyền trong một khung con UL (cụ thể là, $M=2$), DL DCI có thể có trong PDCCH của khung con DL thứ nhất giữa hai khung con DL là $DAI=1$ và PDCCH của khung con DL thứ hai là $DAI=2$.

UE theo cách khác sử dụng trường TPC có trong DL DCI với $DAI > 1$ làm ARI (bước S120). Trong trường hợp trên đây, UE truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 3. Trong trường hợp này, tài nguyên PUCCH được sử

dụng được biểu thị bởi trường TPC có trong DL DCI với $DAI > 1$. Cụ thể là, trường TPC theo cách khác được sử dụng làm ARI.

Nói cách khác, khi DL DCI với $DAI = 1$ thu được trong PDCCH, UE sử dụng trường TPC có trong DL DCI cho sử dụng ban đầu của nó, cụ thể là, để điều khiển công suất truyền đường lên. Ngoài ra, khi DL DCI với $DAI > 1$ thu được trong PDCCH, trường TPC có trong DL DCI theo cách khác được sử dụng làm ARI.

Fig.14 thể hiện hoạt động của UE khi DL DCI có DAI lớn hơn 1 thu được trong số các DL DCI được truyền qua E-PDCCH trong TDD. Giả định trường hợp trong đó PDSCH được truyền chỉ trong ô sơ cấp, E-PDCCH tương ứng dò được, và $M > 1$. Cụ thể là, giả định là $M > 1$ trong trường hợp 1 trên đây.

Tham chiếu Fig.14, UE thu DL DCI với $DAI > 1$ trong E-PDCCH của ô sơ cấp (bước S210). Ví dụ, nếu các ACK/NACK dùng cho PDSCH thu được trong hai khung con DL được truyền trong một khung con UL (cụ thể là, $M = 2$), DL DCI có thể có trong E-PDCCH của khung con DL thứ nhất giữa hai khung con DL là $DAI = 1$ và PDCCH của khung con DL thứ hai là $DAI = 2$. Như được mô tả trên đây, DL DCI được truyền qua E-PDCCH bao gồm trường ARO.

UE sử dụng trường ARO có bổ sung trong DL DCI với $DAI > 1$ để xác định một tài nguyên PUCCH trong số bốn tài nguyên PUCCH (bước S220). Trong trường hợp trên đây, UE truyền ACK/NACK bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 3. Trong trường hợp này, trường ARO có trong DL DCI với $DAI > 1$ được sử dụng khi tài nguyên PUCCH cho định dạng PUCCH 3 được xác định.

UE sử dụng trường TPC có trong DL DCI với $DAI > 1$ cho sử dụng ban đầu của nó, cụ thể là, để điều khiển công suất truyền (bước S230).

Dưới đây, các ví dụ xác định tài nguyên PUCCH được mô tả cho từng trường hợp 1 đến 3 trên đây. Trong ví dụ dưới đây, các phương án được áp dụng cho FDD và TDD được mô tả tuần tự liên quan đến từng trường hợp mà trường ARO không có trong DL DCI được truyền qua E-PDCCH, cụ thể là, trường TPC theo cách khác được sử dụng làm ARI, và trường ARO có trong DL DCI được truyền qua E-PDCCH. Trong trường hợp sử dụng trường ARO trong TDD, định

dạng PUCCH mà là đích của trường ARO có thể thay đổi phụ thuộc vào ô mạng nào được lập lịch và phụ thuộc vào trị số DAI. Giá trị ARO có thể thay đổi phụ thuộc vào định dạng PUCCH mà là đích của biểu thị và phụ thuộc vào việc liệu sử dụng tài nguyên ẩn/hiện. Cùng giá trị có thể được sử dụng cho cùng định dạng PUCCH mà sử dụng tài nguyên hiện. Ví dụ, khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trong các khung con DL được liên kết với một khung con UL, giá trị ARO dựa vào định dạng PUCCH 1a/1b và giá trị ARO dựa vào định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình không phụ thuộc vào nhau, và giá trị ARO cho cùng định dạng PUCCH được tạo cấu hình bằng nhau. Khi định dạng PUCCH 1a/1b được sử dụng, chỉ một mẫu thông tin điều khiển được truyền, và do vậy không có đích để sử dụng cùng giá trị. Trong trường hợp lựa chọn kênh sử dụng định dạng PUCCH 1b, giá trị ARO dựa vào tài nguyên định dạng PUCCH 1b ẩn được tạo cấu hình một cách độc lập trong các khung con DL được liên kết với một khung con UL, và cũng được tạo cấu hình một cách độc lập từ giá trị ARO dựa vào tài nguyên định dạng PUCCH 1b hiện. Các giá trị ARO dựa vào tài nguyên định dạng PUCCH 1b hiện sử dụng cùng giá trị.

Dưới đây, trường ARO biểu thị trường được bổ sung vào DL DCI của E-PDCCH nêu trên đây, và trường ARI biểu thị trường biểu thị tài nguyên PUCCH được sử dụng cho hoạt động truyền ACK/NACK. Trường TPC thông thường có thể được biểu thị là trường ARI, trong khi đó theo sáng chế, trường ARO (cụ thể là, trường ARI bổ sung) có thể chuyên dụng làm trường ARI.

FDD

Cách thức sử dụng trường ARI trong DL DCI của E-PDCCH được mô tả theo việc liệu lập lịch sóng mang ngang hoặc tự lập lịch được tạo cấu hình.

Phương án thứ nhất

Trong tất cả ba trường hợp 1 đến 3 trên đây, trường TPC của DL DCI được truyền qua E-PDCCH theo cách khác có thể được sử dụng làm ARI. Trong trường hợp 1, trường TPC có trong DL DCI của E-PDCCH được sử dụng làm ARI. Do đó, nhược điểm là, UE phải thu nhận thông tin để điều khiển công suất từ TPC của DL

DCI được truyền qua không phải là E-PDCCH mà PDCCH, hoặc phải thu thông tin bằng cách sử dụng gán dạng DCI 3/3A. Tuy nhiên, vì trường mới không được bổ sung, có ưu điểm là chiều dài của DL DCI giống như trong trường hợp thông thường.

Trường TPC của trường hợp 1 trên đây được sử dụng làm chênh lệch cho định dạng PUCCH 1 hiện.

Khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường TPC của các trường hợp 2 và 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện.

Khi lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được tạo cấu hình, trường TPC của trường hợp 2 trên đây được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1b hiện, và trường TPC của trường hợp 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 1b hiện.

Phương án thứ hai

Đối với tất cả các trường hợp 1 đến 3 trên đây, BS có thể bổ sung trường ARO vào DL DCI được truyền qua E-PDCCH. Trong các trường hợp 2 và 3, trường TPC theo cách khác có thể không được sử dụng làm trường ARI mà được sử dụng để điều khiển công suất.

Trong trường hợp 1 trên đây, trường ARO có thể được sử dụng làm chênh lệch để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 1 hiện.

Khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường ARO cho các trường hợp 2 và 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện.

Khi lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được tạo cấu hình, trường ARO đối với trường hợp 2 trên đây được sử dụng làm chênh lệch cho định dạng PUCCH 1b hiện, và trường ARO trong trường hợp 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 1b hiện.

Khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường TPC của trường hợp 2 và 3 có thể được sử dụng để biểu thị là chỉ ô thứ cấp tương ứng được lập lịch. Cụ

thể là, tương tự như trường hợp trong đó chỉ ô sơ cấp được lập lịch, chỉ ACK/NACK của ô thứ cấp tương ứng có thể được truyền bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1a/1b.

Khi chỉ ô thứ cấp được lập lịch, trường ARO của trường hợp 2 trên đây được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1a/1b hiện, và trường ARO của trường hợp 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 1a/1b hiện.

Phương án thứ ba

Trong trường hợp 1 trên đây, trường ARO bổ sung có thể có trong/được sử dụng trong DCI được truyền qua E-PDCCH. Trong các trường hợp 2 và 3 trên đây, trường TPC có thể được sử dụng làm trường ARI tương tự như trường hợp thông thường.

DCI để lập lịch ô sơ cấp yêu cầu trường TPC cho phép truyền TPC. Do đó, trường TPC được sử dụng cho sử dụng ban đầu của nó, và ngoài ra còn bao gồm trường ARO. Mặt khác, trường ARO không được bổ sung vào DCI để lập lịch ô thứ cấp.

Trong trường hợp này, trường ARO của trường hợp 1 được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1 hiện. Nếu định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, khi trường TPC theo cách khác được sử dụng làm ARI, nó được sử dụng để lựa chọn định dạng PUCCH 3 hiện. Khi lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được tạo cấu hình, trường TPC của trường hợp 2 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI, và được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1b hiện. Trường TPC của trường hợp 3 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI, và được sử dụng để lựa chọn định dạng PUCCH 1b hiện.

Phương án thứ tư

Trong các trường hợp 1 và 2 trên đây, trường ARO được bổ sung. Trường TPC của trường hợp 2 và 3 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI.

DCI để lập lịch ô sơ cấp phải cho phép truyền TPC, và do vậy trường TPC

được yêu cầu. Do đó, trường ARO còn có trong ngoài trường TPC.

Điều này là để duy trì việc chia sẻ không gian tìm kiếm của DCI để lập lịch ô thứ cấp và lập lịch ô sơ cấp để giảm khả năng chặn trong trường hợp lập lịch sóng mang ngang. Trong trường hợp tự lập lịch, trường ARO bổ sung không có trong vì việc chia sẻ không gian tìm kiếm không được áp dụng.

Trường ARO của trường hợp 1 trên đây được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1 hiện.

Khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường TPC của các trường hợp 2 và 3 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI, và được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện. Theo cách khác, trường ARO của trường hợp 2 trên đây có thể được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện, và trường TPC của trường hợp 3 trên đây theo cách khác có thể được sử dụng làm ARI và do vậy có thể được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện.

Trường ARO của trường hợp 2 trên đây có thể được bỏ qua hoặc có thể được đệm không. Theo cách khác, khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường ARO hoặc trường TPC có thể được sử dụng để biểu thị là chỉ ô thứ cấp tương ứng được lập lịch.

Trong trường hợp này, trường ARO hoặc trường TPC thu được trong trường hợp 2 trên đây có thể được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1a/1b hiện.

Khi lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được tạo cấu hình, trường TPC hoặc trường ARO của trường hợp 2 trên đây được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1b hiện. Trường TPC của trường hợp 3 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI, và được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 1b hiện.

TDD

Dưới đây, phương pháp áp dụng cho TDD sẽ được mô tả.

Phương án thứ năm

Trong tất cả các trường hợp 1, 2, và 3 trên đây, trường TPC của DL DCI được truyền qua E-PDCCH theo cách khác có thể được sử dụng làm ARI.

Cũng trong trường hợp 1 trên đây, trường TPC của DL DCI được truyền qua E-PDCCH theo cách khác được sử dụng làm ARI. Do đó, để điều khiển công suất, trường TPC có thể thu được bằng cách sử dụng DL DCI được truyền qua PDCCH hoặc trường TPC có thể thu được bằng cách sử dụng định dạng DCI 3/3A. Ưu điểm là, không cần tăng chiều dài DCI theo phương pháp này.

Khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình.

Trường TPC có trong E-PDCCH với DAI=1 của trường hợp 1 trên đây được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1 hiện, và trường TPC có trong E-PDCCH với DAI>1 được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện.

Khi lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được tạo cấu hình, trường TPC của trường hợp 1 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI, và được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1b hiện. Trường TPC của trường hợp 2 trên đây được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1b hiện. Trường TPC của trường hợp 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 1b hiện.

Phương án thứ sáu

Theo phương pháp này, trường ARO được bổ sung vào tất cả các DL DCI được truyền qua E-PDCCH.

Khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường ARO có trong E-PDCCH với DAI=1 của trường hợp 1 trên đây được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1 hiện.

Hơn nữa, trường ARO có trong E-PDCCH với DAI>1 được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện. Xử lý này được mô tả một cách chi tiết trên đây có dựa vào Fig.14.

Trường ARO của các trường hợp 2 và 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện.

Khi lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được tạo cấu hình, trường ARO của trường hợp 1 trên đây được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1b hiện, trường ARO của trường hợp 2 trên đây được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1b hiện, và trường ARO của trường hợp 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 1b hiện.

Khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường TPC có trong PDCCH với DAI=1 trong các trường hợp 2 và 3 có thể được sử dụng để biểu thị là chỉ một khung con được lập lịch trong ô thứ cấp tương ứng. Tương tự như trường hợp mà chỉ một khung con được lập lịch trong ô sơ cấp, chỉ ACK/NACK của ô thứ cấp tương ứng có thể được truyền bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1a/1b.

Nếu được biểu thị là chỉ ô thứ cấp được lập lịch, trường ARO có trong PDCCH với DAI=1 của trường hợp 2 trên đây được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1a/1b hiện. Trường ARO có trong PDCCH với DAI=1 của trường hợp 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 1a/1b hiện.

Phương án thứ bảy

Trường ARO được bổ sung trong trường hợp 1 trên đây. Trường TPC theo cách khác được sử dụng làm ARI trong trường hợp 2 và 3 trên đây.

Theo phương pháp này, vì hoạt động truyền TPC được yêu cầu trong DCI để lập lịch ô sơ cấp, trường TPC được sử dụng cho sử dụng ban đầu của nó, và trường ARO được bổ sung. Trường ARO không được bổ sung vào DCI để lập lịch ô thứ cấp.

Khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường ARO có trong E-PDCCH với DAI=1 của trường hợp 1 trên đây được sử dụng làm chệch lệch của định dạng PUCCH 1 hiện, và trường ARO có trong E-PDCCH với DAI>1 được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện. Trường TPC của các

trường hợp 2 và 3 được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện.

Khi lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được tạo cấu hình, trường ARO của trường hợp 1 trên đây được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1b hiện, và trường TPC của trường hợp 2 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI và được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1b hiện. Trường TPC của trường hợp 3 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI, và được sử dụng để lựa chọn định dạng PUCCH 1b hiện.

Phương án thứ tám

Theo phương pháp này, trường ARO được bổ sung trong các trường hợp 1 và 2 trên đây, và trường TPC của các trường hợp 2 và 3 theo cách khác được sử dụng làm ARI.

Vì DCI để lập lịch ô sơ cấp yêu cầu hoạt động truyền TPC, trường TPC được sử dụng cho sử dụng ban đầu của nó, và trường ARO được sử dụng cho ARI được bổ sung/sử dụng. Điều này là để duy trì việc chia sẻ không gian tìm kiếm của DCI đối với ô thứ cấp và DCI để lập lịch ô sơ cấp để giảm khả năng chặn trong trường hợp lập lịch sóng mang ngang. Trong trường hợp tự lập lịch, trường bổ sung không được sử dụng vì việc chia sẻ không gian tìm kiếm không được áp dụng.

Khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình, trường ARO với $DAI=1$ của trường hợp 1 trên đây được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1 hiện. Trường ARO với $DAI>1$ của trường hợp 1 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện.

Trường TPC của các trường hợp 2 và 3 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI, và được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện. Theo cách khác, trường ARO của trường hợp 2 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện, và trường TPC của trường hợp 3 trên đây theo cách khác được sử dụng làm ARI và được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 3 hiện.

Trường ARO của trường hợp 2 trên đây có thể được bỏ qua hoặc có thể được đệm không. Theo cách khác, khi định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình và DAI=1, trường ARO hoặc trường TPC có thể được sử dụng để biểu thị là chỉ ô thứ cấp tương ứng được lập lịch.

Trường ARO hoặc trường TPC thu được trong trường hợp 2 trên đây có thể được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1a/1b hiện.

Khi lựa chọn kênh bằng cách sử dụng định dạng PUCCH 1b được tạo cấu hình.

Trường ARO của trường hợp 1 trên đây được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1b hiện, trường TPC hoặc trường ARO của trường hợp 2 trên đây được sử dụng làm chênh lệch của định dạng PUCCH 1b hiện, và trường TPC của trường hợp 3 trên đây được sử dụng để lựa chọn tài nguyên của định dạng PUCCH 1b hiện.

Theo sáng chế, theo phương pháp truyền ACK/NACK cho nhiều CC và khi lựa chọn tài nguyên, việc sử dụng không gian tìm kiếm, sử dụng tài nguyên PUCCH, và truyền tín hiệu điều khiển công suất có thể được thực hiện một cách hiệu quả hơn.

Fig.15 minh họa các cấu hình của trạm cơ sở và thiết bị người dùng theo phương án của sáng chế.

Trạm cơ sở 100 bao gồm bộ xử lý 110, bộ nhớ 120, và bộ tần số vô tuyến (RF) 130. Bộ xử lý 110 thực hiện chức năng, xử lý, và/hoặc phương pháp được đề xuất. Bộ nhớ 120 được nối với bộ xử lý 110 để lưu giữ các mẫu thông tin để điều khiển bộ xử lý 110. Bộ RF 130 được nối với bộ xử lý 110 để vận chuyển và/hoặc thu tín hiệu vô tuyến.

Thiết bị người dùng 200 bao gồm bộ xử lý 210, bộ nhớ 220, và bộ RF 230. Bộ xử lý 210 thực hiện chức năng, xử lý, và/hoặc phương pháp được đề xuất. Bộ nhớ 220 được nối với bộ xử lý 210 để lưu giữ các mẫu thông tin để điều khiển bộ xử lý 210. Bộ RF 230 được nối với bộ xử lý 210 để vận chuyển và/hoặc thu tín

hiệu vô tuyến.

Các bộ xử lý 110 và 210 có thể bao gồm mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC - Application-Specific Integrated Circuit), bộ chip khác, mạch logic, thiết bị xử lý dữ liệu, và/hoặc bộ biến đổi để biến đổi tín hiệu dải cơ sở và tín hiệu vô tuyến với nhau. Các bộ nhớ 120 và 220 có thể bao gồm bộ nhớ chỉ đọc (ROM - Read-Only Memory), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM - Random Access Memory), bộ nhớ tia chớp, thẻ nhớ, phương tiện lưu giữ, và/hoặc thiết bị lưu giữ khác. Các bộ RF 130 và 230 có thể bao gồm một hoặc nhiều anten để truyền và/hoặc thu tín hiệu vô tuyến. Khi phương án được thực hiện bởi phần mềm, kỹ thuật nêu trên đây có thể được thực hiện bởi môđun (xử lý, chức năng, và tương tự) thực hiện chức năng nêu trên đây. Môđun có thể được lưu giữ trong các bộ nhớ 120 và 220 và có thể được thực hiện bởi các bộ xử lý 110 và 210. Các bộ nhớ 120 và 220 có thể nằm bên trong hoặc bên ngoài các bộ xử lý 110 và 210 và được nối với các bộ xử lý 110 và 210 bằng các phương tiện đã biết rộng rãi.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối trong hệ thống tập hợp sóng mang, phương pháp này bao gồm các bước:

thu thông tin điều khiển đường xuống (DCI) bao gồm chỉ số gán đường xuống (DAI) qua kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (E-PDCCH) của khung con thứ nhất;

thu dữ liệu được lập lịch bởi DCI qua kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) của khung con thứ nhất;

truyền báo nhận (ACK)/báo phủ nhận (NACK) đối với dữ liệu qua kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) trong khung con thứ hai,

trong đó DCI thu được trong E-PDCCH bao gồm trường bổ sung mà không có trong DCI thu được trong kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), và

trong đó nếu trị số DAI lớn hơn 1, trường bổ sung được sử dụng để lựa chọn một tài nguyên trong số các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn, và một tài nguyên được sử dụng để truyền ACK/NACK.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó DCI thu được trong E-PDCCH bao gồm trường điều khiển công suất truyền (TPC).

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó nếu trị số DAI lớn hơn 1, trường TPC của DCI thu được trong E-PDCCH được sử dụng để điều khiển công suất truyền đường lên.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nếu DCI thu được trong E-PDCCH thu được trong ô sơ cấp và lập lịch PDSCH của ô thứ cấp và nếu định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình cho phản hồi ACK/NACK của thiết bị đầu cuối, trường bổ sung có trong DCI thu được trong E-PDCCH được thiết đặt ở giá trị 0.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó định dạng PUCCH 3 là định dạng PUCCH trong đó các ký hiệu điều biến được truyền bằng cách trải qua miền thời gian bằng cách sử dụng dãy trực giao.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nếu trị số DAI của DCI thu được trong PDCCH lớn hơn 1, trường TPC có trong DCI thu được trong PDCCH được sử dụng để lựa chọn một tài nguyên được sử dụng cho hoạt động truyền ACK/NACK trong số các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn.

7. Thiết bị đầu cuối vận hành trong hệ thống tập hợp sóng mang, thiết bị đầu cuối này bao gồm:

bộ thu-phát dùng để truyền và thu tín hiệu vô tuyến; và

bộ xử lý được nối hoạt động với bộ thu-phát,

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

thu thông tin điều khiển đường xuống (DCI) bao gồm chỉ số gán đường xuống (DAI) qua kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (E-PDCCH) của khung con thứ nhất;

thu dữ liệu được lập lịch bởi DCI qua kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) của khung con thứ nhất;

truyền báo nhận (ACK)/báo phủ nhận (NACK) đối với dữ liệu qua kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) trong khung con thứ hai,

trong đó DCI thu được trong E-PDCCH bao gồm trường bổ sung mà không có trong DCI thu được trong kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), và

trong đó nếu trị số DAI lớn hơn 1, trường bổ sung được sử dụng để lựa chọn một tài nguyên trong số các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn, và một tài nguyên được sử dụng để truyền ACK/NACK.

8. Thiết bị theo điểm 7, trong đó DCI thu được trong E-PDCCH bao gồm trường điều khiển công suất truyền (TPC).

9. Thiết bị theo điểm 8, trong đó nếu trị số DAI lớn hơn 1, trường TPC của DCI thu được trong E-PDCCH được sử dụng để điều khiển công suất truyền đường lên.

10. Thiết bị theo điểm 7, trong đó nếu DCI thu được trong E-PDCCH thu được trong ô sơ cấp và lập lịch PDSCH của ô thứ cấp và nếu định dạng PUCCH 3 được

tạo cấu hình cho phản hồi ACK/NACK của thiết bị đầu cuối, trường bổ sung có trong DCI thu được trong E-PDCCH được thiết đặt ở giá trị 0.

11. Thiết bị theo điểm 10, trong đó định dạng PUCCH 3 là định dạng PUCCH trong đó các ký hiệu điều biến được truyền bằng cách trải qua miền thời gian bằng cách sử dụng dãy trực giao.

12. Thiết bị theo điểm 7, trong đó nếu trị số DAI của DCI thu được trong PDCCH lớn hơn 1, trường TPC có trong DCI thu được trong PDCCH được sử dụng để lựa chọn một tài nguyên được sử dụng cho hoạt động truyền ACK/NACK trong số các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn.

FIG. 1

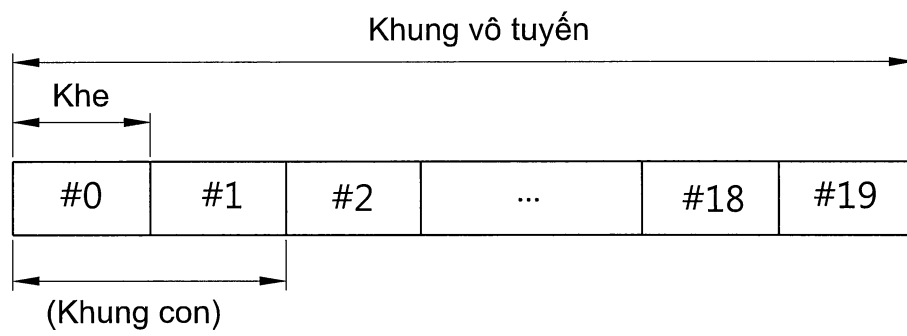


FIG. 2

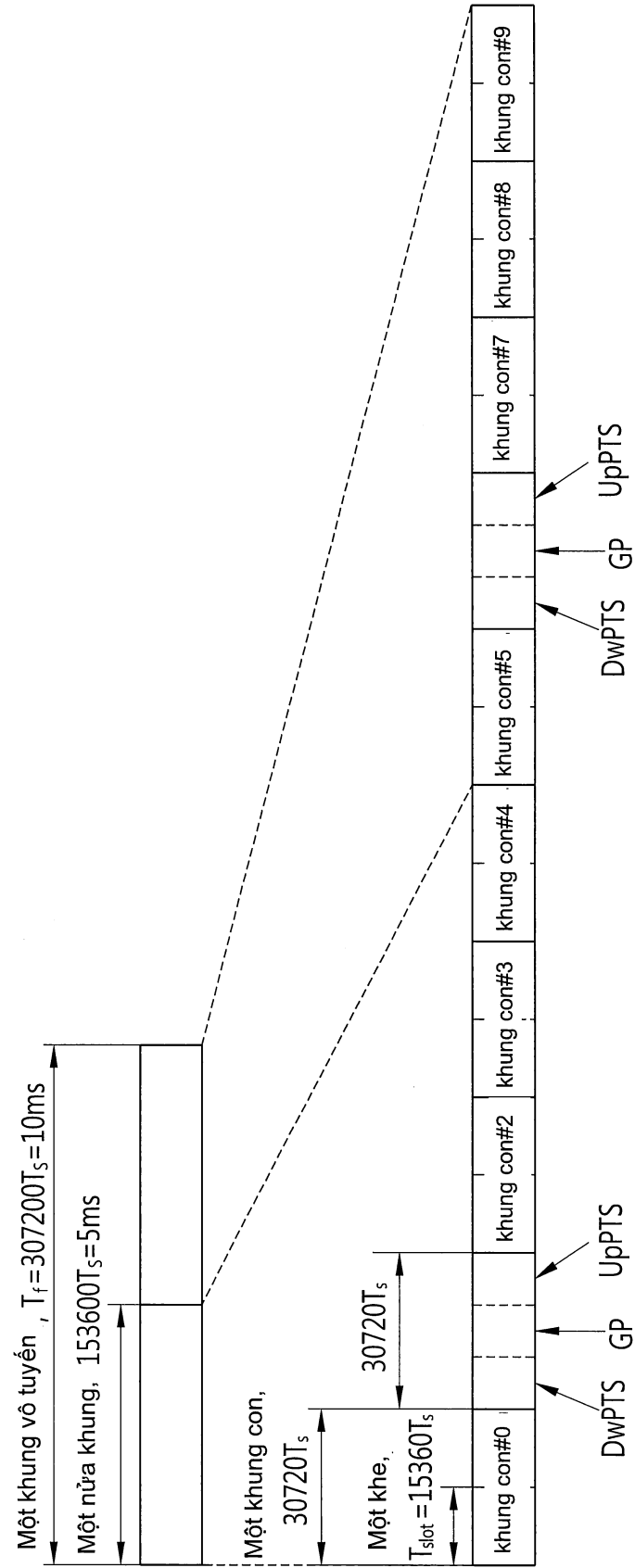


FIG. 3

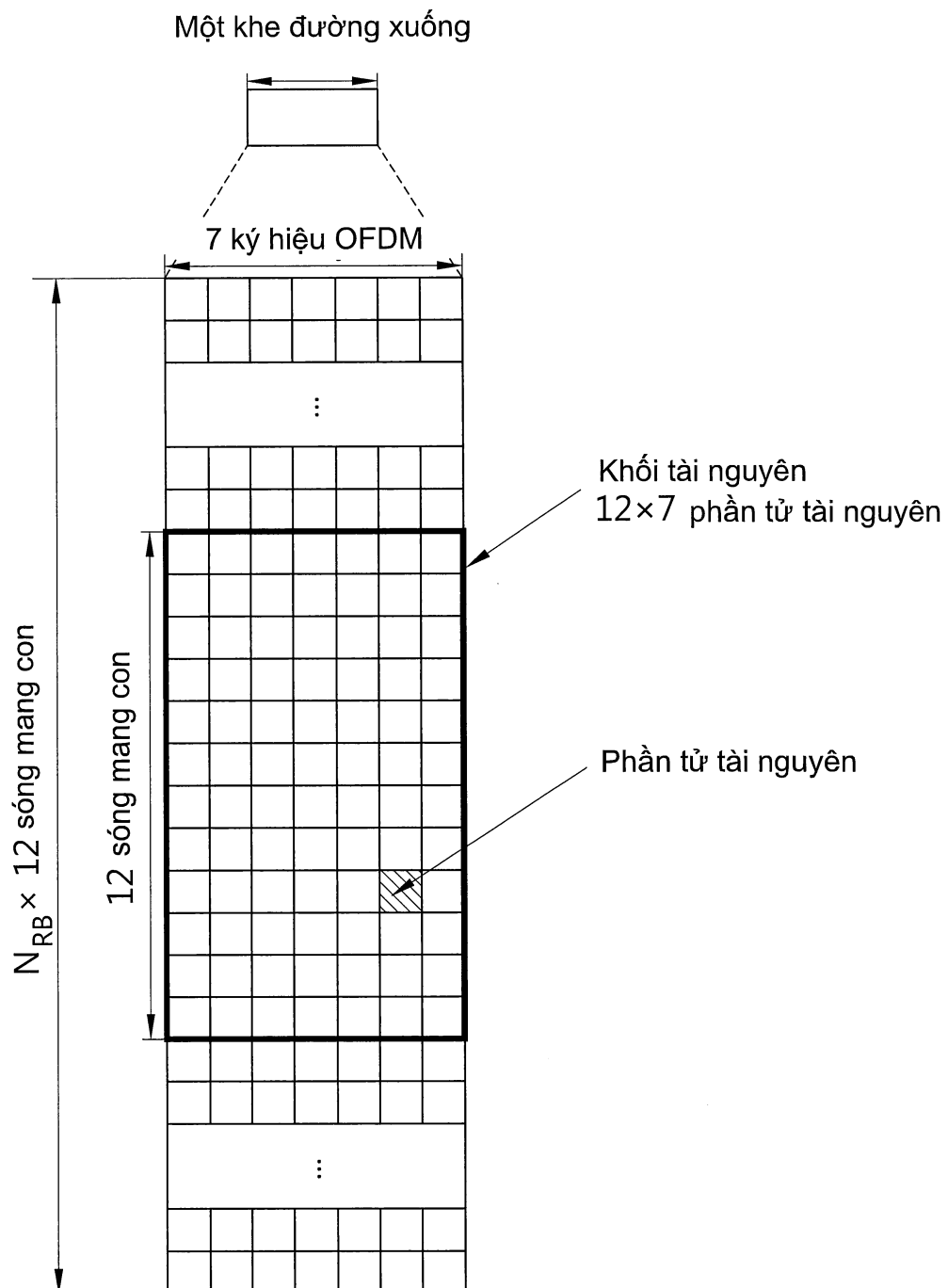


FIG. 4

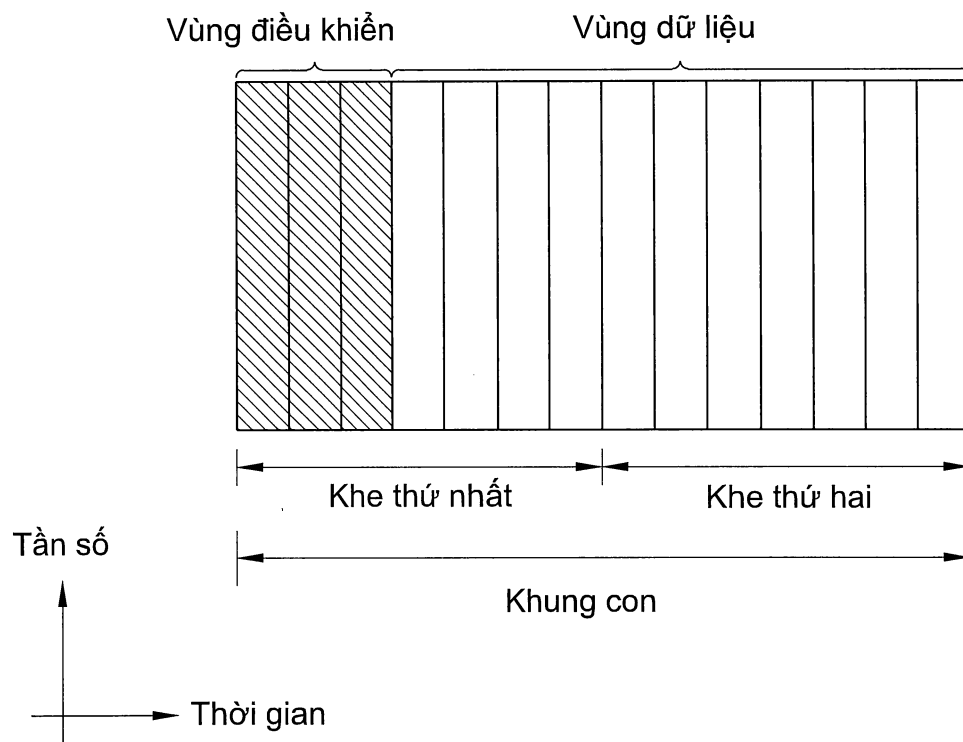


FIG. 5

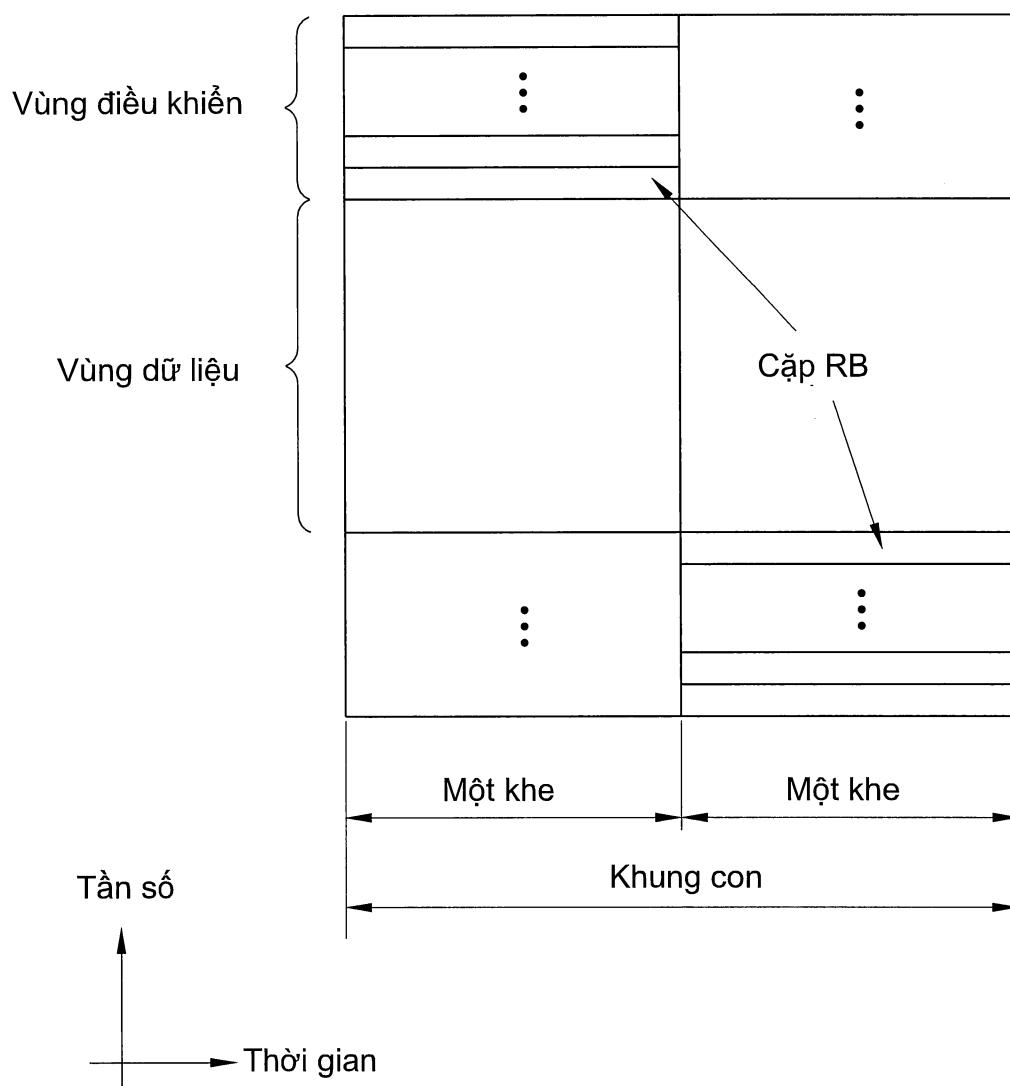


FIG. 6

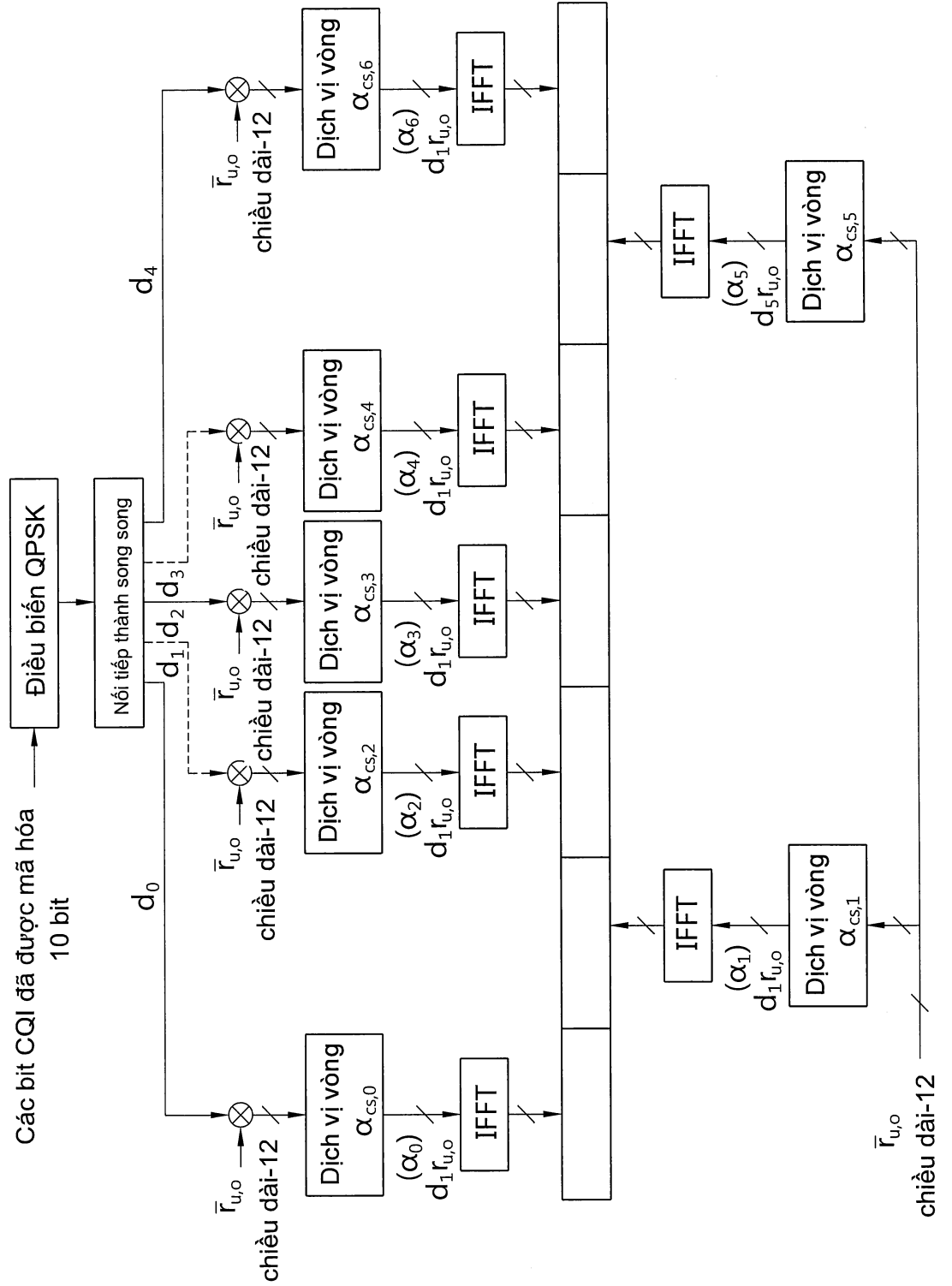


FIG. 8

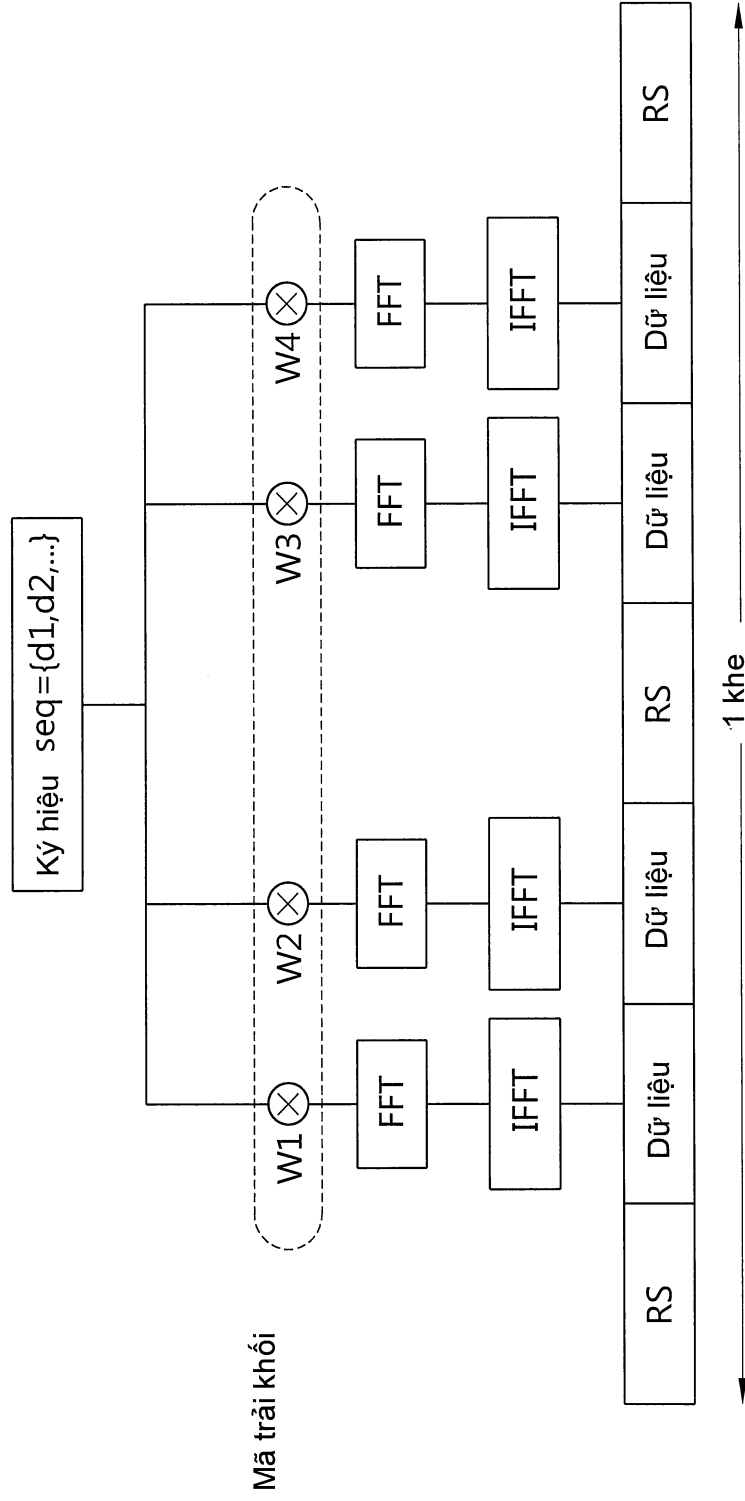


FIG. 9

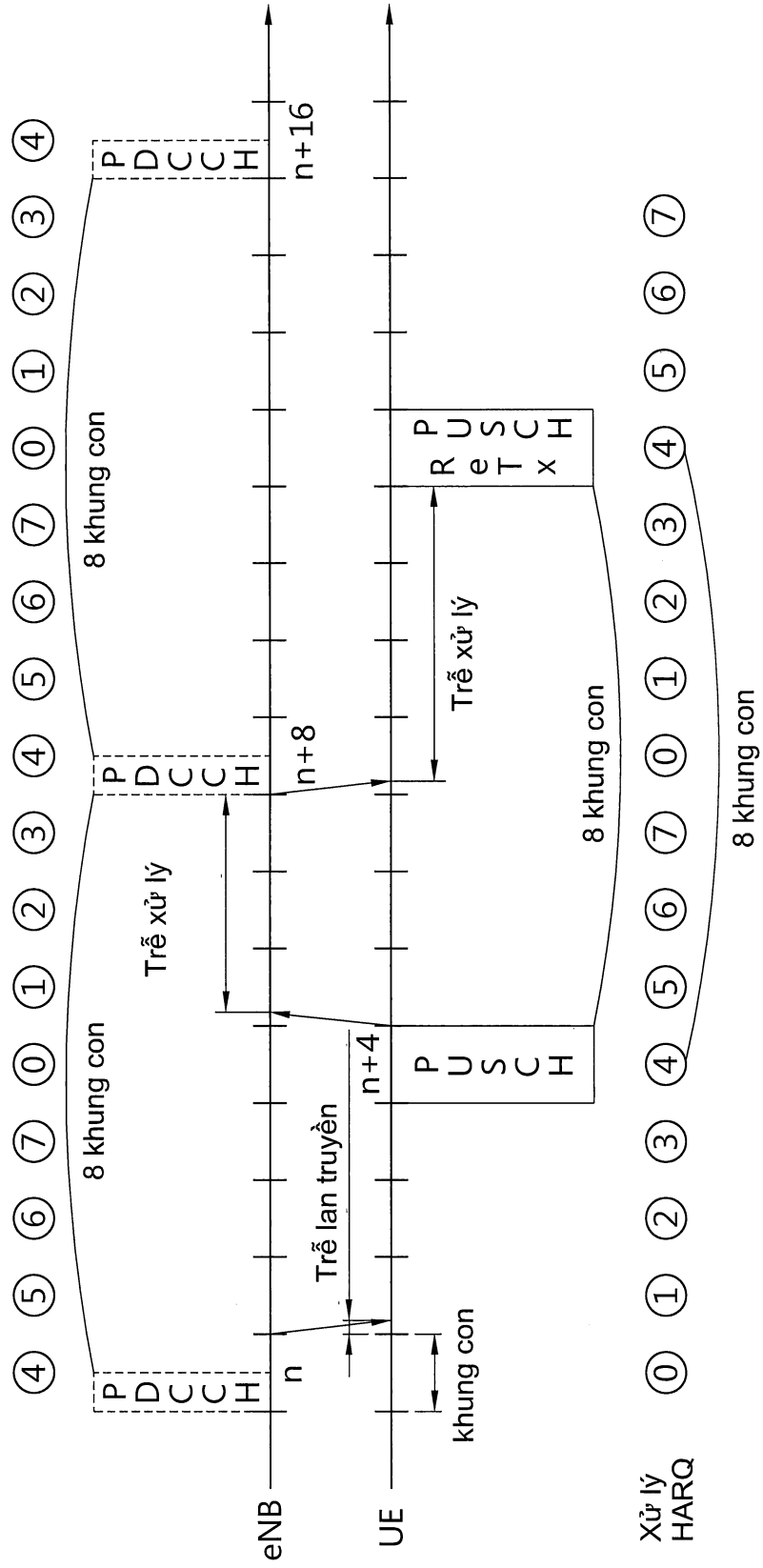


FIG. 10

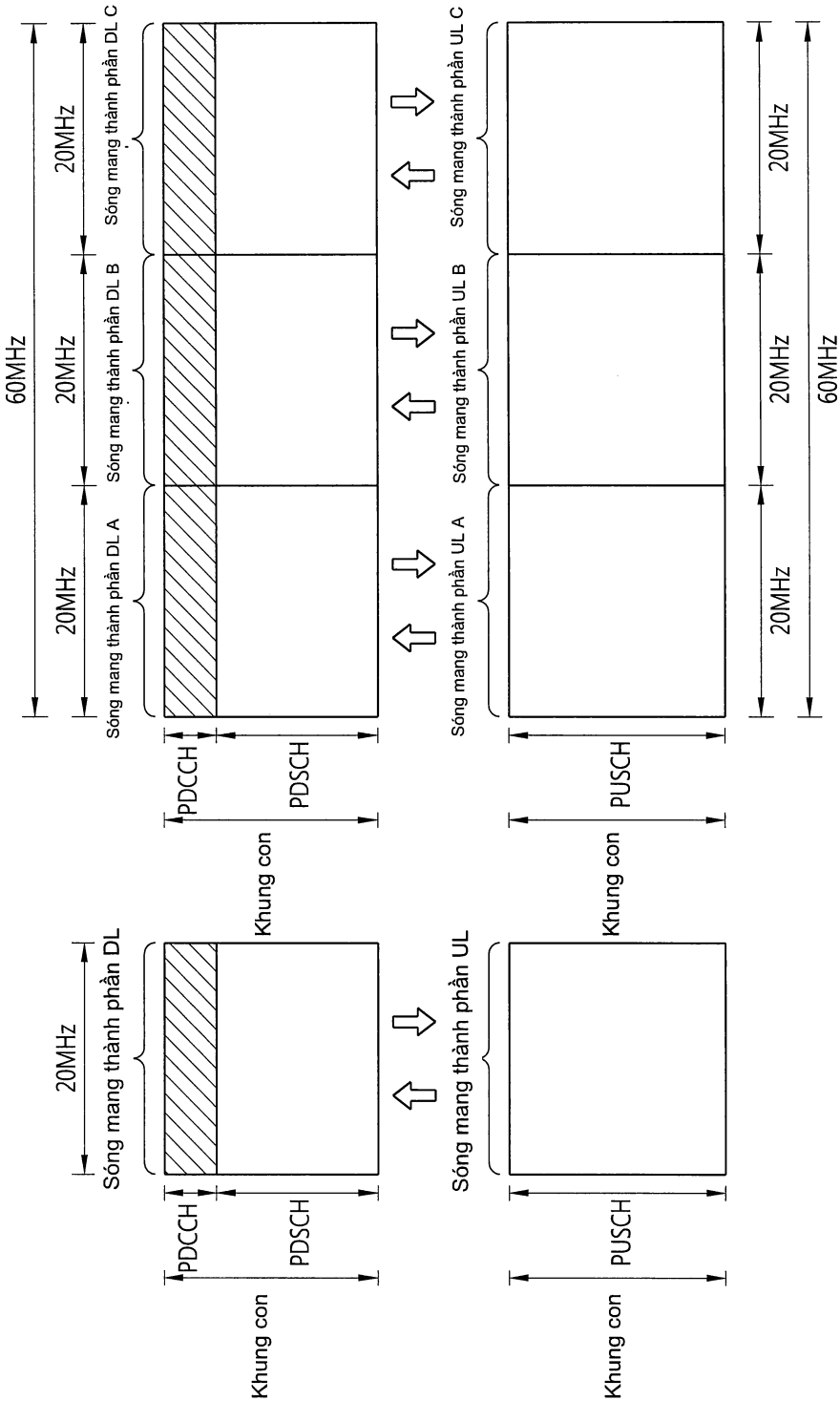


FIG. 11

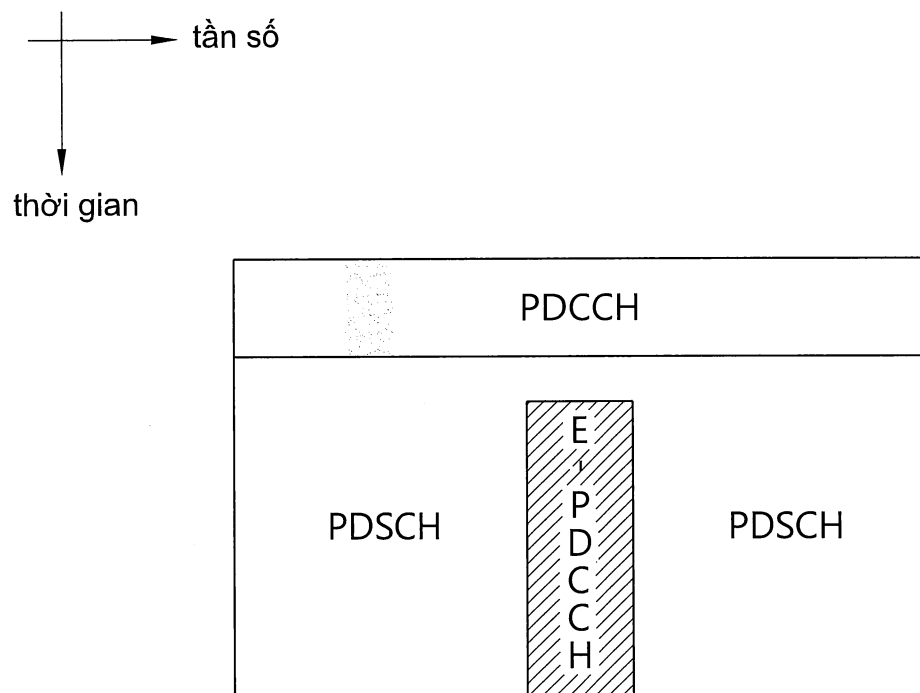


FIG. 12

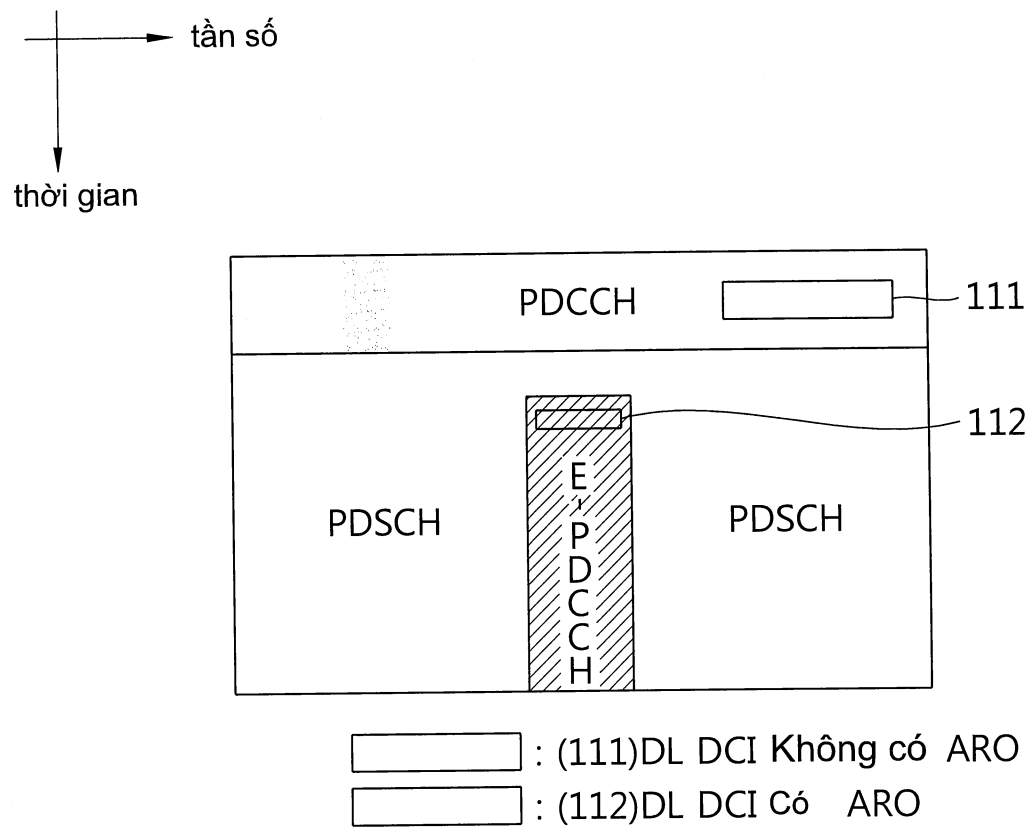


FIG. 13

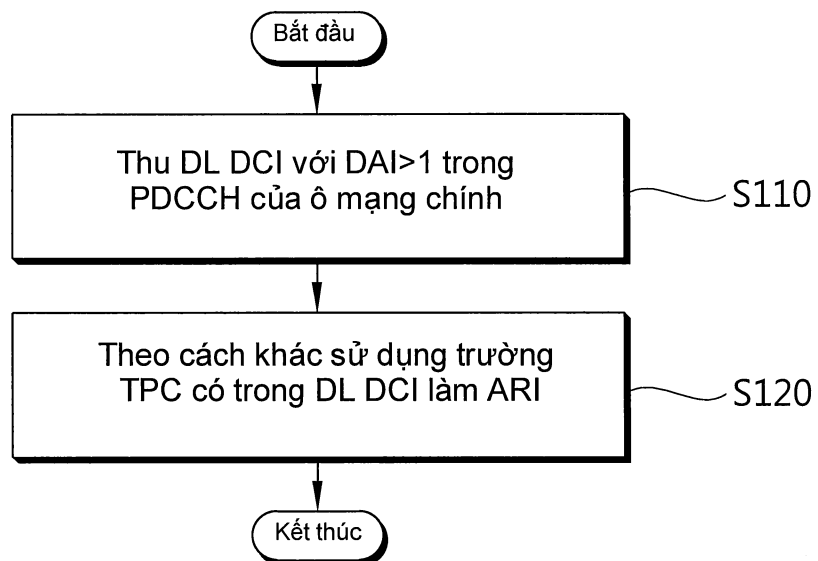


FIG. 14

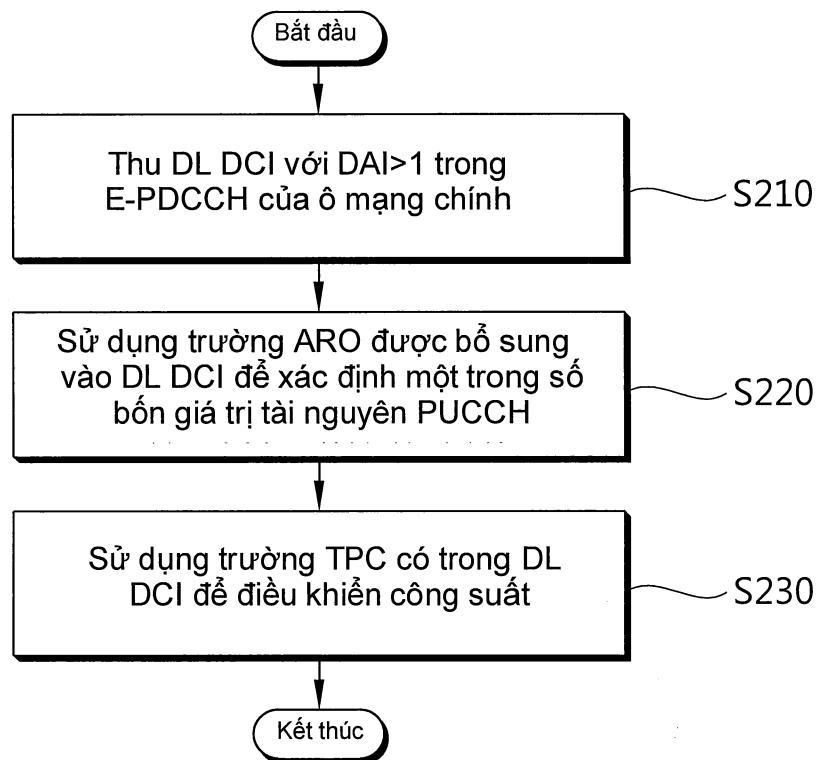


FIG. 15

