



(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)



1-0053407

(51)^{2023.01} H04L 5/00; H04W 72/12; H04L 1/18

(13) B

(21) 1-2023-09388

(22) 04/05/2020

(62) 1-2021-07768

(86) PCT/KR2020/005923 04/05/2020

(87) WO 2020/222624 05/11/2020

(30) 10-2019-0051423 02/05/2019 KR; 10-2019-0142105 07/11/2019 KR; 10-2020-0016625 11/02/2020 KR; 10-2020-0043301 09/04/2020 KR

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/09/2024 438

(73) WILUS INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY INC. (KR)

5Fl., 216 Hwangsaek-ro, Bundang-gu Seongnam-si Gyeonggi-do 13595, Republic of Korea

(72) CHOI, Kyungjun (KR); NOH, Minseok (KR); KWAK, Jinsam (KR).

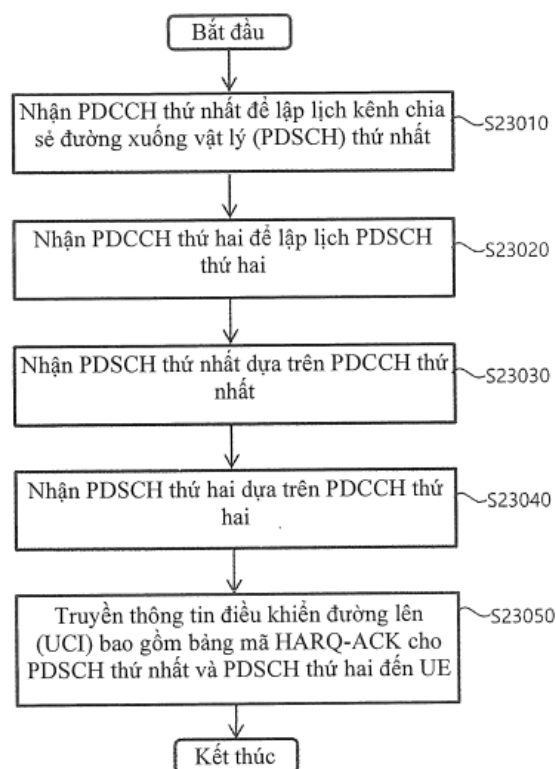
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TIẾP NHẬN DỮ LIỆU TRONG
HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY

(21) 1-2023-09388

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp, thiết bị và hệ thống tiếp nhận dữ liệu đường xuống và truyền dẫn HARQ-ACK trong hệ thống truyền thông không dây. Theo sáng chế, trong phương pháp, thiết bị và hệ thống tiếp nhận dữ liệu đường xuống và truyền dẫn HARQ-ACK, kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel, PDCCH) thứ nhất để lập lịch kênh chia sẻ đường xuống vật lý (physical downlink shared channel, PDSCH) thứ nhất được nhận, và PDCCH thứ hai để lập lịch PDSCH thứ hai được nhận. Sau đó, thông tin điều khiển đường lên (uplink control information, UCI) bao gồm bảng mã báo nhận (acknowledge, ACK) yêu cầu lặp lại tự động lai (hybrid automatic repeat request, HARQ) cho PDSCH thứ nhất và PDSCH thứ hai được truyền đến trạm cơ sở.

FIG.23



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến cuộc truyền dẫn dữ liệu đường xuống và cuộc truyền dẫn báo nhận cho cuộc truyền dẫn dữ liệu đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

3GPP LTE(-A) xác định các kênh vật lý đường lên/đường xuống để truyền các tín hiệu lớp vật lý. Ví dụ, kênh chia sẻ đường lên vật lý (physical uplink shared channel, PUSCH) mà là kênh vật lý để truyền dữ liệu thông qua đường lên, kênh điều khiển đường lên vật lý (physical uplink control channel, PUCCH) để truyền tín hiệu điều khiển, kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (physical uplink control channel, PRACH) và dạng tương tự được xác định, và có kênh chia sẻ đường xuống vật lý (physical downlink shared channel, PDSCH) để truyền dữ liệu đến đường xuống cũng như kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (physical downlink shared channel, PCFICH) để truyền các tín hiệu điều khiển L1/L2, kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel, PDCCH), kênh chỉ báo ARQ lai vật lý (physical hybrid ARQ indicator channel, PHICH) dạng tương tự.

Các kênh điều khiển đường xuống (PDCCH/EPDCCH) trong số các kênh ở trên là các kênh để trạm cơ sở truyền thông tin điều khiển cấp phát lập lịch đường lên/đường xuống, thông tin điều khiển công suất truyền đường lên và thông tin điều khiển khác đến một hoặc nhiều thiết bị người dùng. Vì các tài nguyên khả dụng cho PDCCH mà có thể được truyền bởi trạm cơ sở tại một thời điểm là giới hạn, nên các tài nguyên khác nhau không thể được cấp phát cho mỗi thiết bị người dùng, và thông tin điều khiển nên được truyền đến thiết bị người dùng bất kỳ bằng cách chia sẻ các tài nguyên. Ví dụ, 3GPP LTE(-A), bốn phần tử tài nguyên (resource element, RE) có thể được nhóm để tạo ra nhóm phần tử tài nguyên (resource element group, REG), chín phần tử kênh điều khiển (control channel element, CCE) có thể được tạo ra, các tài nguyên có khả năng kết hợp và gửi một hoặc nhiều CCE có thể được thông báo cho thiết bị người dùng, và các thiết bị người dùng có thể chia sẻ và sử dụng các CCE này. Ở đây, số lượng CCE được kết hợp được gọi là mức tổ hợp CCE, và tài nguyên mà CCE được cấp phát theo mức tổ hợp CCE khả thi được gọi là không gian tìm kiếm. Không gian tìm kiếm có thể bao gồm không gian tìm kiếm chung

được xác định cho mỗi trạm cơ sở và không gian tìm kiếm thiết bị đầu cuối cụ thể hoặc UE cụ thể được xác định đối với mỗi thiết bị người dùng. Thiết bị người dùng thực hiện việc giải mã đối với số lượng trường hợp của tất cả các tổ hợp CCE khả thi trong không gian tìm kiếm, và có thể nhận biết xem thiết bị người dùng có thuộc PDCCH hay không thông qua mã định danh thiết bị người dùng (user equipment, UE) được bao gồm trong PDCCH. Do đó, hoạt động này của thiết bị người dùng cần thời gian dài để giải mã PDCCH và không thể tránh khỏi việc khiến lượng tiêu thụ năng lượng lớn.

Các nỗ lực được thực hiện để phát triển hệ thống truyền thông 5G được cải thiện hoặc hệ thống truyền thông trước 5G để thỏa mãn nhu cầu lưu lượng dữ liệu không dây mà đang gia tăng sau sự thương mại hóa của hệ thống truyền thông 4G. Vì lý do đó, hệ thống truyền thông 5G hoặc hệ thống truyền thông trước 5G được gọi là hệ thống truyền thông mạng trên 4G hoặc hệ thống sau LTE. Điều được xem xét là thực hiện hệ thống truyền thông 5G ở dải tần số siêu cao (mmWave) (ví dụ, dải 60-GHz) để đạt được tốc độ truyền dữ liệu cao. Để làm giảm mất mát đường truyền vô tuyến và tăng khoảng cách truyền của các sóng vô tuyến trong dải tần số siêu cao, thì điều hướng chùm tia, MIMO cỡ lớn, MIMO toàn bộ chiều (full dimensional MIMO, FD-MIMO), ăngten mảng, điều hướng chùm tia tương tự và các công nghệ ăngten quy mô lớn được thảo luận trong lĩnh vực hệ thống truyền thông 5G. Hơn nữa, để cải thiện mạng của hệ thống, các công nghệ chẳng hạn như ô nhỏ nâng cao, mạng truy cập vô tuyến đám mây (cloud radio access network, cloud RAN), mạng siêu dày đặc, truyền thông từ thiết bị sang thiết bị (device-to-device communication, D2D), mạng chuyển tiếp không dây, mạng di chuyển, truyền thông hợp tác, đa điểm phối hợp (Coordinated Multi-Points, CoMP), khử nhiễu và công nghệ tương tự được phát triển trong lĩnh vực hệ thống truyền thông 5G. Ngoài ra, điều biến FSK và QAM (FSK and QAM modulation, FQAM) lai và mã hóa chồng chập cửa sổ trượt (sliding window superposition coding, SWSC), mà là các sơ đồ điều biến mã hóa nâng cao (advanced coding modulation, ACM), và đa sóng mang băng lọc (filter bank multi carrier, FBMC), đa truy cập không trực giao (nonorthogonal multiple access, NOMA) và đa truy cập mã thưa (sparse code multiple access, SCMA), mà là các công nghệ truy cập nâng cao, được phát triển trong lĩnh vực hệ thống 5G.

Trong khi đó, trong mạng kết nối lấy con người làm trung tâm trong đó con người tạo ra và sử dụng thông tin, mạng Internet đã tiến hóa thành mạng Internet vạn vật (Internet of Things, IoT), mà trao đổi thông tin giữa các thành phần được phân tán chẳng hạn như

các đối tượng. Công nghệ mạng Internet mọi vật (Internet of Everything, IoE), kết hợp công nghệ IoT với công nghệ xử lý dữ liệu lớn thông qua kết nối với các máy chủ đám mây, cũng đang phát triển. Để thực hiện IoT, thì cần phải có các phần tử công nghệ chẳng hạn như công nghệ cảm biến, truyền thông nối dây/không dây và cơ sở hạ tầng mạng, công nghệ giao diện dịch vụ và công nghệ bảo mật, vì vậy trong những năm gần đây, các công nghệ chẳng hạn như mạng cảm biến, truyền thông từ máy sang máy (machine to machine, M2M) và truyền thông kiểu máy (machine type communication, MTC) đã được nghiên cứu để kết nối giữa các đối tượng này. Trong môi trường IoT, dịch vụ công nghệ Internet (internet technology, IT) thông minh để tập hợp và phân tích dữ liệu được tạo ra từ các đối tượng được kết nối để tạo giá trị mới trong cuộc sống của con người có thể được đề xuất. Thông qua sự phối hợp và pha trộn của công nghệ thông tin (information technology, IT) hiện có và các ngành công nghiệp khác nhau, IoT có thể được áp dụng vào các lĩnh vực chẳng hạn như nhà ở thông minh, tòa nhà thông minh, thành phố thông minh, ô tô thông minh hoặc ô tô được kết nối, lưới điện thông minh, chăm sóc sức khỏe, đồ gia dụng thông minh, và dịch vụ y tế nâng cao.

Ở đây, các nỗ lực khác nhau được thực hiện để áp dụng hệ thống truyền thông 5G vào mạng IoT. Ví dụ, các công nghệ chẳng hạn như mạng cảm biến, truyền thông máy sang máy (machine to machine, M2M), và truyền thông kiểu máy (machine type communication, MTC) được thực hiện với các công nghệ truyền thông 5G, nghĩa là, điều hướng chùm tia, MIMO, ăngten mảng và dạng tương tự. Việc áp dụng mạng truy cập vô tuyến đám mây (RAN đám mây) dưới dạng công nghệ xử lý dữ liệu lớn được mô tả ở trên có thể là ví dụ của sự xuất hiện của công nghệ 5G và công nghệ IoT.

Nói chung, hệ thống truyền thông di động được phát triển để cung cấp dịch vụ thoại trong khi đảm bảo hoạt động của người dùng. Tuy nhiên, lĩnh vực của hệ thống truyền thông di động đang mở rộng không chỉ cho dịch vụ thoại mà còn cho dịch vụ dữ liệu, và được phát triển đến mức cung cấp dịch vụ dữ liệu tốc độ cao tại thời điểm hiện tại. Tuy nhiên, trong hệ thống truyền thông di động mà đang được sử dụng để cấp dịch vụ, hiện tượng thiếu hụt tài nguyên xảy ra và các người dùng cần các dịch vụ tốc độ cao hơn. Do đó, cần có hệ thống truyền thông không dây phát triển hơn.

Như được mô tả ở trên, công nghệ 5G tương lai cần độ trễ truyền dẫn dữ liệu thấp hơn với sự ra đời của các ứng dụng mới chẳng hạn như điều khiển theo thời gian thực và mạng Internet xúc giác, và độ trễ cần thiết của dữ liệu 5G được mong đợi sẽ giảm đến 1 ms.

5G có mục đích là tạo ra độ trễ dữ liệu mà được làm giảm khoảng 10 lần so với tình trạng kỹ thuật. Để giải quyết các vấn đề này, hệ thống truyền thông 5G được mong đợi được đề xuất, mà sử dụng khe nhỏ có khoảng thời gian TTI ngắn hơn (ví dụ, 0,2 ms) ngoài khe (hoặc khung con) hiện có.

Trong URLLC tăng cường (enhanced URLLC, eURLLC) bản phát hành 16, các công nghệ khác nhau để tạo ra thời gian độ trễ thấp hơn và độ tin cậy cao hơn được thảo luận. Để tạo ra thời gian độ trễ thấp hơn, cuộc truyền dẫn kênh điều khiển đường lên bao gồm hai hoặc nhiều hơn hai HARQ-ACK trong một khe duy nhất được hỗ trợ. Thiết bị người dùng được cho phép truyền HARQ-ACK nhanh nhất có thể dưới dạng phản hồi đối với sự tiếp nhận kênh chia sẻ đường xuống thành công, nhờ đó đảm bảo thời gian độ trễ thấp hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Sáng chế đề cập đến phương pháp thiết kế bảng mã HARQ-ACK bán tĩnh trong hệ thống NR 3GPP và phương pháp để truyền PUCCH, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị có khả năng giải quyết vấn đề xảy ra trong trường hợp trong đó các PDSCH và các PUCCH được truyền một cách lặp lại trong các khe.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng các mục đích mà có thể đạt được bởi sáng chế không bị giới hạn ở mục đích được mô tả cụ thể ở trên và các mục đích ở trên và các mục đích khác mà sáng chế có thể đạt được sẽ được hiểu một cách rõ ràng hơn từ phần mô tả chi tiết sau được đưa ra kết hợp với các hình vẽ kèm theo.

Giải pháp cho vấn đề

Thiết bị người dùng của hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế bao gồm mô đun truyền thông và bộ xử lý để điều khiển mô đun truyền thông. Bộ xử lý nhận kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) thứ nhất để lập lịch kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) thứ nhất, PDCCH thứ nhất bao gồm bộ chỉ báo chỉ định đường xuống (downlink assignment indicator, DAI) bộ đếm thứ nhất biểu thị số lượng PDSCH được lập lịch cho ô phục vụ tại thời điểm mà PDCCH thứ nhất được giám sát và DAI tổng thứ nhất biểu thị số lượng tất cả các PDSCH được lập lịch trong ô phục vụ cho đến thời điểm mà PDCCH được giám sát, nhận PDCCH thứ hai để lập lịch PDSCH thứ hai, PDCCH thứ hai bao gồm DAI bộ đếm thứ hai và DAI tổng thứ hai, nhận PDSCH thứ nhất dựa trên PDCCH thứ nhất, nhận PDSCH thứ hai dựa trên PDCCH thứ hai, và truyền, đến

trạm cơ sở, thông tin điều khiển đường lên (uplink control information, UCI) bao gồm bảng mã báo nhận (acknowledge, ACK) yêu cầu lặp lại tự động lai (hybrid automatic repeat request, HARQ) cho PDSCH thứ nhất và PDSCH thứ hai, giá trị của DAI bộ đếm thứ hai được xác định dựa trên số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khác với số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất nhỏ hơn số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai, thì giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ hai được xác định dựa trên ít nhất một trong số các bit với số bằng số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất trong số các bit của DAI bộ đếm thứ hai.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi có các giá trị được xác định bởi ít nhất một trong số các bit của DAI bộ đếm thứ hai với số bằng số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất, thì xác định rằng giá trị của DAI bộ đếm thứ hai là giá trị có chênh lệch nhỏ nhất so với giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ nhất trong số các giá trị này.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi DAI bộ đếm thứ nhất là 1 bit và DAI bộ đếm thứ hai là 2 bit, thì giá trị của DAI bộ đếm thứ hai được xác định nhờ sử dụng bit có ý nghĩa ít nhất (least significant bit, LSB) hoặc bit có ý nghĩa nhiều nhất (most significant bit, MSB) trong số 2 bit.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi 1 bit của DAI bộ đếm thứ nhất là '0', thì giá trị của DAI bộ đếm thứ hai được xác định là '2' khi LSB hoặc MSB của DAI bộ đếm thứ hai là '0', và giá trị của DAI bộ đếm thứ hai được xác định là '1' khi LSB hoặc MSB của DAI bộ đếm thứ hai là '1'.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi 1 bit của DAI bộ đếm thứ nhất là '1', thì giá trị của DAI bộ đếm thứ hai được xác định là '1' khi LSB hoặc MSB của DAI bộ đếm thứ hai là '1', và giá trị của DAI bộ đếm thứ hai được xác định là '2' khi LSB hoặc MSB của DAI bộ đếm thứ hai là '0'.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất lớn hơn số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai, thì giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ hai được xác định bằng cách mở rộng số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai thành số lượng bit giống với số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi có các giá trị DAI bộ đếm thứ hai được xác định bằng cách được mở rộng thành số lượng bit giống với số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất, thì

xác định rằng giá trị của DAI bộ đếm thứ hai là giá trị có chênh lệch nhỏ nhất so với giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ nhất trong số các giá trị này.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi DAI bộ đếm thứ nhất là 2 bit và DAI bộ đếm thứ hai là 1 bit, thì giá trị của DAI bộ đếm thứ hai được xác định bằng cách mở rộng 1 bit thành 2 bit.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi 2 bit của DAI bộ đếm thứ nhất là '00' hoặc '01' và 1 bit của DAI bộ đếm thứ hai là '0', thì DAI bộ đếm thứ hai được xác định là '3', và khi 2 bit của DAI bộ đếm thứ nhất là '10' hoặc '11' và 1 bit của DAI bộ đếm thứ hai là '1', thì DAI bộ đếm thứ hai được xác định là '1'.

Ngoài ra, theo sáng chế, khi 2 bit của DAI bộ đếm thứ nhất là '01' hoặc '10' và 1 bit của DAI bộ đếm thứ hai là '1', thì DAI bộ đếm thứ hai được xác định là '4', và khi 2 bit của DAI bộ đếm thứ nhất là '00' hoặc '11' và 1 bit của DAI bộ đếm thứ hai là '1', thì DAI bộ đếm thứ hai được xác định là '2'.

Ngoài ra, sáng chế đề xuất phương pháp bao gồm các bước: nhận kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) thứ nhất để lập lịch kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) thứ nhất, PDCCH thứ nhất bao gồm bộ chỉ báo chỉ định đường xuống (DAI) bộ đếm thứ nhất biểu thị số lượng PDSCH được lập lịch cho ô phục vụ tại thời điểm mà PDCCH thứ nhất được giám sát và DAI tổng thứ nhất biểu thị số lượng tất cả các PDSCH được lập lịch trong ô phục vụ cho đến thời điểm mà PDCCH được giám sát; nhận PDCCH thứ hai để lập lịch PDSCH thứ hai, PDCCH thứ hai bao gồm DAI bộ đếm thứ hai và DAI tổng thứ hai; nhận PDSCH thứ nhất dựa trên PDCCH thứ nhất; nhận PDSCH thứ hai dựa trên PDCCH thứ hai; và truyền, đến trạm cơ sở, thông tin điều khiển đường lên (UCI) bao gồm bảng mã báo nhận (ACK) yêu cầu lặp lại tự động lai (HARQ) cho PDSCH thứ nhất và PDSCH thứ hai, trong đó giá trị của DAI bộ đếm thứ hai được xác định dựa trên số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khác với số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo các phương án của sáng chế, UE có thể truyền PUCCH bao gồm hai hoặc nhiều hơn hai HARQ-ACK trong một khe. Trong trường hợp này, độ phủ của PUCCH có thể được tăng lên bằng cách làm giảm lượng HARQ-ACK mà có thể được chiếm bởi mỗi PUCCH.

Hơn nữa, theo các phương án của sáng chế, có hiệu quả là thông tin HARQ-ACK về

PD SCH được lập lịch bởi thông tin điều khiển đường xuống có định dạng khác có thể được ghép kênh và được truyền.

Ngoài ra, theo các phương án của sáng chế, thông tin HARQ-ACK về PD SCH được lập lịch bởi thông tin điều khiển đường xuống khác được ghép kênh và được truyền, và do đó hiệu quả làm giảm tổng phí báo hiệu cho cuộc truyền dẫn của thông tin HARQ-Ack được tạo ra.

Ngoài ra, theo các phương án của sáng chế, chuỗi bit HARQ-ACK có tổng phí nhỏ của thông tin điều khiển đường xuống (ví dụ, DCI) có thể được xác định, và do đó hiệu quả tăng hiệu quả truyền dẫn của mạng giữa trạm cơ sở và UE được tạo ra.

Các hiệu quả thu được từ sáng chế không bị giới hạn ở các hiệu quả được nêu ở trên, và các hiệu quả khác không được nêu có thể được hiểu rõ bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật từ phần mô tả sau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 minh họa ví dụ về cấu trúc khung không dây được sử dụng trong hệ thống truyền thông không dây.

Fig.2 minh họa ví dụ về cấu trúc khe đường xuống (downlink, DL)/đường lên (uplink, UL) trong hệ thống truyền thông không dây.

Fig.3 là sơ đồ để giải thích kênh vật lý được sử dụng trong hệ thống 3GPP và phương pháp truyền tín hiệu điển hình sử dụng kênh vật lý này.

Fig.4 minh họa khối SS/PBCH để truy cập ô ban đầu trong hệ thống 3GPP NR.

Fig.5 minh họa thủ tục để truyền thông tin điều khiển và kênh điều khiển trong hệ thống 3GPP NR.

Fig.6 minh họa tập tài nguyên điều khiển (control resource set, CORESET) trong đó kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) có thể được truyền trong hệ thống 3GPP NR.

Fig.7 minh họa phương pháp để tạo cấu hình không gian tìm kiếm PDCCH trong hệ thống 3GPP NR.

Fig.8 là sơ đồ khái niệm minh họa tập hợp sóng mang.

Fig.9 là sơ đồ để giải thích truyền thông sóng mang tín hiệu và truyền thông đa sóng mang;

Fig.10 là sơ đồ thể hiện một ví dụ trong đó kỹ thuật lập lịch liên sóng mang được áp dụng.

Fig.11 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của thiết bị người dùng và trạm cơ sở theo một phương án của sáng chế.

Fig.12 là lưu đồ minh họa ví dụ của báo hiệu giữa thiết bị người dùng và trạm cơ sở mà một phương án của sáng chế có thể áp dụng.

Fig.13 minh họa ví dụ của phương pháp đếm số lượng PDSCH được truyền từ trạm cơ sở bởi thiết bị người dùng dựa trên mã giả mà có thể áp dụng vào một phương án của sáng chế.

Fig.14 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-Ack dựa trên thông tin điều khiển đường xuống có định dạng khác theo một phương án của sáng chế.

Fig.15 minh họa ví dụ khác của phương pháp để truyền HARQ-Ack dựa trên thông tin điều khiển đường xuống có định dạng khác theo một phương án của sáng chế.

Fig.16 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-Ack dựa trên thông tin điều khiển đường xuống để lập lịch đường lên và đường xuống theo một phương án của sáng chế.

Fig.17 minh họa ví dụ của bộ chỉ báo chỉ định đường xuống của mỗi mẫu thông tin điều khiển đường xuống được phát hiện trong dịp giám sát theo một phương án của sáng chế.

Fig.18 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-ACK dựa trên thông tin điều khiển đường xuống có định dạng khác dựa trên mã giả theo một phương án của sáng chế.

Fig.19 minh họa ví dụ của bộ chỉ báo chỉ định đường xuống của mỗi mẫu thông tin điều khiển đường xuống được phát hiện trong dịp giám sát theo một phương án của sáng chế.

Fig.20 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-ACK cho PDSCH theo thứ tự tiếp nhận của PDCCH theo một phương án của sáng chế.

Fig.21 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-ACK cho PDSCH theo thông tin thời gian về PDSCH theo một phương án của sáng chế.

Fig.22 minh họa cuộc truyền dẫn của HARQ-ACK cho PDSCH theo ID xử lý

HARQ (hoặc số xử lý HARQ) của PDCCH để lập lịch PDSCH theo một phương án của sáng chế.

Fig.23 là lưu đồ minh họa ví dụ của hoạt động của UE để truyền HARQ-ACK dựa trên thông tin đường xuống có định dạng khác theo một phương án của sáng chế.

Fig.24 là lưu đồ minh họa ví dụ của hoạt động của trạm cơ sở để nhận HARQ-ACK dựa trên thông tin đường xuống có định dạng khác theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ được sử dụng trong bản mô tả này thể hiện các thuật ngữ chung đang được sử dụng rộng rãi nhất có thể bằng cách xem xét các chức năng theo sáng chế, nhưng các thuật ngữ này có thể được thay đổi phụ thuộc vào dự định của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, các tùy chỉnh, và sự xuất hiện của công nghệ mới. Hơn nữa, trong trường hợp cụ thể, có thuật ngữ được chọn một cách tùy ý bởi chủ đơn và trong trường hợp này, ý nghĩa của nó sẽ được mô tả trong phần mô tả tương ứng của sáng chế. Theo đó, dự định bộc lộ rằng thuật ngữ được sử dụng trong bản mô tả này nên được phân tích không chỉ dựa vào tên gọi của thuật ngữ mà còn dựa vào ý nghĩa cơ bản của thuật ngữ và các nội dung trong suốt bản mô tả này.

Trong suốt bản mô tả này và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, khi một phần tử được mô tả là “được kết nối” với phần tử khác, thì phần tử này có thể “được kết nối trực tiếp” với phần tử khác hoặc “được nối điện” với phần tử khác thông qua phần tử thứ ba. Hơn nữa, trừ khi được mô tả một cách rõ ràng khác đi, thì từ “bao gồm” sẽ được hiểu là đề cập đến sự bao gồm các phần tử được nêu nhưng không loại trừ phần tử khác bất kỳ trừ khi được chỉ nghĩa khác. Hơn nữa, các giới hạn chẳng hạn như “lớn hơn hoặc bằng” hoặc “nhỏ hơn hoặc bằng” dựa trên ngưỡng cụ thể có thể được thay thế lần lượt một cách thích hợp bằng “lớn hơn” hoặc “nhỏ hơn”, theo một số phương án làm ví dụ.

Công nghệ sau có thể được sử dụng trong các hệ thống truy cập không dây khác nhau, chẳng hạn như đa truy cập phân chia theo mã (code division multiple access, CDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (frequency division multiple access, FDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (time division multiple access, TDMA), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiple access, OFDMA), FDMA sóng mang đơn (single carrier-FDMA, SC-FDMA) và công nghệ tương tự. CDMA có thể được thực hiện bởi công nghệ không dây chẳng hạn như truy cập vô tuyến mặt đất toàn cầu

(universal terrestrial radio access, UTRA) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được thực hiện bởi công nghệ không dây chẳng hạn như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (global system for mobile communications, GSM)/dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (general packet radio service, GPRS)/tốc độ dữ liệu tăng cường để phát triển GSM (enhanced data rates for GSM evolution, EDGE). OFDMA có thể được thực hiện bởi công nghệ không dây chẳng hạn như chuẩn IEEE 802.11 (Wi-Fi), chuẩn IEEE 802.16 (WiMAX), chuẩn IEEE 802-20, UTRA tiến hóa (evolved UTRA, E-UTRA) và công nghệ tương tự. UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (universal mobile telecommunication system, UMTS). Tiến hóa dài hạn (long term evolution, LTE) của dự án đối tác thế hệ thứ ba (3GPP) là một phần của UMTS tiến hóa (evolved UMTS, E-UMTS) bằng cách sử dụng truy cập vô tuyến mặt đất UMTS tiến hóa (evolved-UMTS terrestrial radio access, E-UTRA) và LTE nâng cao (advanced, A) là phiên bản tiến hóa của 3GPP LTE. Hệ thống vô tuyến mới (new radio, NR) 3GPP là hệ thống được thiết kế tách rời từ LTE/LTE-A, và là hệ thống để hỗ trợ băng thông di động tăng cường (enhanced mobile broadband, eMBB), truyền thông có độ tin cậy siêu cao và độ trễ thấp (ultra-reliable and low latency communication, URLLC) và các dịch vụ truyền thông kiểu máy cỡ lớn (massive machine type communication, mMTC), mà là các yêu cầu của IMT-2020. Để mô tả một cách rõ ràng, 3GPP NR chủ yếu được mô tả, nhưng ý tưởng kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Trừ khi được định rõ khác đi trong bản mô tả này, trạm cơ sở có thể tham chiếu đến nút B thế hệ tiếp theo (next generation node B, gNB) như được xác định trong 3GPP NR. Hơn nữa, trừ khi được định rõ khác đi, thiết bị đầu cuối có thể tham chiếu đến thiết bị người dùng (user equipment, UE).

Mặc dù các chi tiết của phần mô tả được phân loại riêng thành các phương án dưới đây để giúp hiểu rõ, các phương án có thể được sử dụng kết hợp. Theo sáng chế, cấu hình của thiết bị người dùng có thể biểu diễn cấu hình bởi trạm cơ sở. Một cách chi tiết, trạm cơ sở có thể truyền tín hiệu đến thiết bị người dùng để thiết lập giá trị thông số được sử dụng trong hoạt động của thiết bị người dùng hoặc hệ thống truyền thông không dây.

Fig.1 minh họa ví dụ về cấu trúc khung không dây được sử dụng trong hệ thống truyền thông không dây. Dựa vào Fig.1, khung không dây (hoặc khung vô tuyến) được sử dụng trong hệ thống 3GPP NR có thể có độ dài là 10 mili giây (ms) $(\Delta f_{\max} N_f / 100) * T_c$. Ngoài ra, khung không dây bao gồm 10 khung con (subframe, SF) có các kích thước bằng nhau. Ở đây, $\Delta f_{\max} = 480 * 10^3$ Hz, $N_f = 4096$, $T_c = 1/(\Delta f_{\text{ref}} * N_{f,\text{ref}})$, $\Delta f_{\text{ref}} = 15 * 10^3$ Hz, và

$N_{f,ref}=2048$. Các số từ 0 đến 9 có thể được cấp phát lần lượt cho 10 khung con trong một khung không dây. Mỗi khung con có độ dài là 1 ms và có thể bao gồm một hoặc nhiều khe theo khoảng cách sóng mang con. Cụ thể hơn là, trong hệ thống NR 3GPP, khoảng cách sóng mang con mà có thể được sử dụng là $15 \cdot 2^\mu$ kHz, và μ có thể có giá trị là $\mu = 0 \sim 4$ làm cấu hình khoảng cách sóng mang con. Nghĩa là, 15 kHz, 30 kHz, 60 kHz, 120 kHz và 240 kHz có thể được sử dụng đối với khoảng cách sóng mang con. Một khung con có độ dài 1 ms có thể bao gồm 2^μ khe. Trong trường hợp này, độ dài của mỗi khe là $2^{-\mu}$ ms. Các số từ 0 đến $2^\mu - 1$ có thể được cấp phát lần lượt cho 2^μ khe trong một khung con. Ngoài ra, các số từ 0 đến $10 \cdot 2^\mu - 1$ có thể được cấp phát lần lượt cho các khe trong một khung không dây. Tài nguyên thời gian có thể được phân biệt bởi ít nhất một trong số số khung không dây (còn được gọi là chỉ số khung không dây), số khung con (còn được gọi là chỉ số khung con), và số khe (hoặc chỉ số khe).

Fig.2 minh họa ví dụ về cấu trúc khe đường xuống (downlink, DL)/đường lên (uplink, UL) trong hệ thống truyền thông không dây. Cụ thể, Fig.2 thể hiện cấu trúc của mạng lưới tài nguyên của hệ thống 3GPP NR.

Có một mạng lưới tài nguyên trên mỗi cổng anten. Dựa vào Fig.2, khe bao gồm các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) trong miền thời gian và bao gồm các khối tài nguyên (resource block, RB) trong miền tần số. Ký hiệu OFDM còn có nghĩa là một đoạn ký hiệu. Trừ khi được chỉ nghĩa khác đi, các ký hiệu OFDM có thể được gọi một cách đơn giản là các ký hiệu. Một RB bao gồm 12 sóng mang con liên tiếp trong miền tần số. Dựa vào Fig.2, tín hiệu được truyền từ mỗi khe có thể được biểu diễn bởi mạng lưới tài nguyên bao gồm $N_{grid,x}^{size,\mu} \cdot N_{sc}^{RB}$ sóng mang con, và N_{symb}^{slot} ký hiệu OFDM. Ở đây, $x = DL$ khi tín hiệu là tín hiệu DL, và $x = UL$ khi tín hiệu là tín hiệu UL. $N_{grid,x}^{size,\mu}$ biểu diễn số lượng khối tài nguyên (RB) theo khoảng cách sóng mang con cấu thành μ (x là DL hoặc UL), và N_{symb}^{slot} biểu diễn số lượng ký hiệu OFDM trong khe. N_{sc}^{RB} là số lượng sóng mang con cấu thành một RB và $N_{sc}^{RB} = 12$. Ký hiệu OFDM có thể được gọi là ký hiệu OFDM dịch chuyển tuần hoàn (cyclic shift OFDM, CP-OFDM) hoặc ký hiệu OFDM lan truyền theo phép biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform spread OFDM, DFT-s-OFDM) theo sơ đồ đa truy cập.

Số lượng ký hiệu OFDM được bao gồm trong một khe có thể thay đổi theo độ dài của tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix, CP). Ví dụ, trong trường hợp của CP bình thường, một khe bao gồm 14 ký hiệu OFDM, nhưng trong trường hợp của CP mở rộng, một khe có thể

bao gồm 12 ký hiệu OFDM. Theo một phương án cụ thể, CP mở rộng chỉ có thể được sử dụng ở khoảng cách sóng mang con là 60 kHz. Trên Fig.2, nhằm thuận tiện cho phần mô tả, một khe được tạo cấu hình với 14 ký hiệu OFDM bằng cách lấy ví dụ, nhưng các phương án của sóng chế có thể được áp dụng theo cách tương tự vào khe có số lượng ký hiệu OFDM khác nhau. Dựa vào Fig.2, mỗi ký hiệu OFDM bao gồm $N^{\text{size}, \mu}_{\text{grid}, x} * N^{\text{RB}}_{\text{sc}}$ sóng mang con trong miền tần số. Kiểu sóng mang con có thể được chia thành sóng mang con dữ liệu để truyền dữ liệu, sóng mang con tín hiệu tham chiếu để truyền tín hiệu tham chiếu, và dải bảo vệ. Tần số sóng mang con được gọi là tần số trung tâm (center frequency, f_c).

Một RB có thể được xác định bởi $N^{\text{RB}}_{\text{sc}}$ (ví dụ, 12) sóng mang con liên tiếp trong miền tần số. Ví dụ, tài nguyên được tạo cấu hình với một ký hiệu OFDM và một sóng mang con có thể được gọi là phần tử tài nguyên (resource element, RE) hoặc âm điệu. Do đó, một RB có thể được tạo cấu hình với $N^{\text{slot}}_{\text{symb}} * N^{\text{RB}}_{\text{sc}}$ thành phần tài nguyên. Mỗi thành phần tài nguyên trong mạng lưới tài nguyên có thể được xác định duy nhất bởi cặp chỉ số (k, l) trong một khe. k có thể là chỉ số được chỉ định từ 0 đến $N^{\text{size}, \mu}_{\text{grid}, x} * N^{\text{RB}}_{\text{sc}} - 1$ trong miền tần số, và l có thể là chỉ số được chỉ định từ 0 đến $N^{\text{slot}}_{\text{symb}} - 1$ trong miền thời gian.

Để cho UE nhận tín hiệu từ trạm cơ sở hoặc truyền tín hiệu đến trạm cơ sở, thời gian/tần số của UE có thể được đồng bộ hóa với thời gian/tần số của trạm cơ sở. Đó là vì khi trạm cơ sở và UE được đồng bộ hóa, thì UE có thể xác định các thông số thời gian và tần số cần thiết để giải điều biến tín hiệu DL và truyền tín hiệu UL tại thời điểm chính xác.

Mỗi ký hiệu của khung vô tuyến được sử dụng trong song công phân chia theo thời gian (TDD) hoặc phổ không được ghép cặp có thể được tạo cấu hình với ít nhất một trong số ký hiệu DL, ký hiệu UL và ký hiệu linh hoạt. Khung vô tuyến được sử dụng làm sóng mang DL trong song công phân chia theo tần số (FDD) hoặc phổ được ghép cặp có thể được tạo cấu hình với ký hiệu DL hoặc ký hiệu linh hoạt, và khung vô tuyến được sử dụng làm sóng mang UL có thể được tạo cấu hình với ký hiệu UL hoặc ký hiệu linh hoạt. Trong ký hiệu DL, truyền dẫn DL là có thể, nhưng truyền dẫn UL là không thể. Trong ký hiệu UL, truyền dẫn UL là có thể, nhưng truyền dẫn DL là không thể. Ký hiệu linh hoạt có thể được xác định để được sử dụng làm DL hoặc UL theo tín hiệu.

Thông tin về kiểu của mỗi ký hiệu, nghĩa là, thông tin biểu diễn ký hiệu bất kỳ trong số các ký hiệu DL, ký hiệu UL và ký hiệu linh hoạt, có thể được tạo cấu hình với tín hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control, RRC) cho ô cụ thể hoặc chung. Ngoài ra, thông tin về kiểu của mỗi ký hiệu có thể còn được tạo cấu hình với tín hiệu RCC

cho UE cụ thể hoặc dùng cho mục đích cụ thể. Trạm cơ sở thông báo, bằng cách sử dụng các tín hiệu RRC cho ô cụ thể, i) chu kỳ của cấu hình khe cho ô cụ thể, ii) số lượng khe chỉ có các ký hiệu DL từ khi bắt đầu chu kỳ của cấu hình khe cho ô cụ thể, iii) số lượng ký hiệu DL từ ký hiệu thứ nhất của khe ngay sau khe chỉ có các ký hiệu DL, iv) số lượng khe chỉ có các ký hiệu UL từ thời điểm kết thúc của chu kỳ của cấu hình khe cho ô cụ thể, và v) số lượng ký hiệu UL từ ký hiệu cuối cùng của khe ngay trước khe chỉ có ký hiệu UL. Ở đây, các ký hiệu không được tạo cấu hình với ký hiệu bất kỳ trong số ký hiệu UL và ký hiệu DL là các ký hiệu linh hoạt.

Khi thông tin về kiểu ký hiệu được tạo cấu hình với tín hiệu RRC cho UE cụ thể, thì trạm cơ sở có thể báo hiệu xem ký hiệu linh hoạt là ký hiệu DL hay ký hiệu UL trong tín hiệu RRC cho ô cụ thể. Trong trường hợp này, tín hiệu RRC cho UE cụ thể không thể thay đổi ký hiệu DL hoặc ký hiệu UL được tạo cấu hình với tín hiệu RRC cho ô cụ thể thành kiểu ký hiệu khác. Tín hiệu RRC cho UE cụ thể có thể báo hiệu số lượng ký hiệu DL trong số $N^{\text{slot}}_{\text{symb}}$ ký hiệu của khe tương ứng đối với mỗi khe, và số lượng ký hiệu UL trong số $N^{\text{slot}}_{\text{symb}}$ ký hiệu của khe tương ứng. Trong trường hợp này, ký hiệu DL của khe có thể được tạo cấu hình liên tục với ký hiệu thứ nhất đến ký hiệu thứ i của khe. Ngoài ra, ký hiệu UL của khe có thể được tạo cấu hình liên tục với ký hiệu thứ j đến ký hiệu cuối cùng của khe (trong đó $i \leq j$). Trong khe, các ký hiệu không được tạo cấu hình với ký hiệu bất kỳ trong số ký hiệu UL và ký hiệu DL là các ký hiệu linh hoạt.

Fig.3 là sơ đồ để giải thích kênh vật lý được sử dụng trong hệ thống 3GPP (ví dụ, NR) và phương pháp truyền tín hiệu điển hình bằng cách sử dụng kênh vật lý này.

Nếu nguồn điện của UE được bật lên hoặc UE tham gia vào ô mới, thì UE thực hiện bước tìm kiếm ô ban đầu (S101). Cụ thể, UE có thể đồng bộ hóa với BS ở bước tìm kiếm ô ban đầu. Vì vậy, UE có thể nhận tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (primary synchronization signal, PSS) và tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (secondary synchronization signal, SSS) từ trạm cơ sở để đồng bộ hóa với trạm cơ sở, và thu được thông tin chẳng hạn như ID ô. Sau đó, UE có thể nhận kênh phát rộng vật lý từ trạm cơ sở và thu được thông tin phát rộng trong ô.

Khi hoàn thành bước tìm kiếm ô ban đầu, UE nhận kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) theo kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) và thông tin trong PDCCH, sao cho UE có thể thu được nhiều thông tin hệ thống cụ thể hơn thông tin hệ thống thu được thông qua bước tìm kiếm ô ban đầu (S102).

Ở đây, hệ thống thông tin được nhận bởi thiết bị người dùng là hệ thống thông tin cho ô chung để thiết bị người dùng vận hành đúng trong lớp vật lý trong điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control, RRC), và được gọi là thông tin hệ thống còn lại hoặc khối thông tin hệ thống (system information block, SIB).

Khi UE truy cập ban đầu trạm cơ sở hoặc không có các tài nguyên vô tuyến để truyền tín hiệu, thì UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên trên trạm cơ sở (các hoạt động từ S103 đến S106). Đầu tiên, UE có thể truyền phản mào đầu thông qua kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (physical random access channel, PRACH) (S103) và nhận thông điệp đáp lại đối với phản mào đầu từ trạm cơ sở thông qua PDCCH và PDSCH tương ứng (S104). Khi thông điệp đáp lại truy cập ngẫu nhiên hợp lệ được nhận bởi UE, thì UE truyền dữ liệu bao gồm mã định danh của UE và tương tự đến trạm cơ sở thông qua kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) được biểu thị bởi sự cấp quyền UL được truyền thông qua PDCCH từ trạm cơ sở (S105). Tiếp theo, UE đợi để tiếp nhận PDCCH dưới dạng chỉ báo về trạm cơ sở để giải quyết xung đột. Nếu UE nhận thành công PDCCH thông qua mã định danh của UE (S106), thì quy trình truy cập ngẫu nhiên được kết thúc. Thiết bị người dùng có thể thu thông tin hệ thống cho thiết bị đầu cuối cụ thể cần thiết để thiết bị người dùng vận hành đúng trong lớp vật lý trong lớp RRC trong quá trình truy cập ngẫu nhiên. Khi thiết bị người dùng thu thông tin hệ thống cho thiết bị đầu cuối cụ thể từ lớp RRC, thì thiết bị người dùng chuyển sang chế độ được kết nối RRC.

Lớp RRC được sử dụng để tạo ra và quản lý thông điệp giữa thiết bị người dùng và mạng truy cập vô tuyến (radio access network, RAN). Một cách chi tiết hơn, trạm cơ sở và thiết bị người dùng có thể thực hiện, trong lớp RRC, việc phát rộng thông tin hệ thống ô cần thiết đối với tất cả các thiết bị người dùng trong ô, quản lý việc truyền thông điệp tìm gọi, quản lý tính di động và chuyển vùng, báo cáo phép đo của thiết bị người dùng và việc điều khiển đối với đó, và quản lý lưu trữ bao gồm quản lý khả năng của thiết bị người dùng và quản lý thiết bị. Nói chung, vì việc cập nhật tín hiệu được truyền trong lớp RRC (sau đây gọi là tín hiệu RRC) lâu hơn khoảng thời gian truyền dẫn/tiếp nhận (nghĩa là, khoảng thời gian truyền (transmission time interval, TTI)) trong lớp vật lý, nên tín hiệu RRC có thể được duy trì trong khoảng thời gian dài mà không được thay đổi.

Sau thủ tục được mô tả ở trên, UE nhận PDCCH/PDSCH (S107) và truyền kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH)/kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) (S108) dưới dạng thủ tục truyền tín hiệu UL/DL chung. Cụ thể, UE có thể nhận thông tin điều khiển đường

xuống (downlink control information, DCI) thông qua PDCCH. DCI có thể bao gồm thông tin điều khiển chẳng hạn như thông tin cấp phát tài nguyên đối với UE. Ngoài ra, định dạng của DCI có thể thay đổi phụ thuộc vào mục đích sử dụng. Thông tin điều khiển đường lên (UCI) mà UE truyền đến trạm cơ sở thông qua UL bao gồm tín hiệu ACK/NACK DL/UL, bộ chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator, CQI), chỉ số ma trận mã hóa trước (precoding matrix index, PMI), bộ chỉ báo hạng (rank indicator, RI) và tín hiệu tương tự. Ở đây, CQI, PMI, và RI có thể có trong thông tin trạng thái kênh (channel state information, CSI). Trong hệ thống 3GPP NR, UE có thể truyền thông tin điều khiển chẳng hạn như HARQ-ACK và CSI được mô tả ở trên thông qua PUSCH và/hoặc PUCCH.

Fig.4 minh họa khối SS/PBCH để truy cập ô ban đầu trong hệ thống 3GPP NR. Khi nguồn điện được bật lên hoặc muốn truy cập ô mới, thì UE có thể thu được đồng bộ hóa thời gian và tần số với ô và thực hiện thủ tục tìm kiếm ô ban đầu. UE có thể phát hiện định danh ô vật lý $N^{\text{cell}}_{\text{ID}}$ của ô trong thủ tục tìm kiếm ô. Vì vậy, UE có thể nhận tín hiệu đồng bộ hóa, ví dụ, tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (PSS) và tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (SSS), từ trạm cơ sở, và đồng bộ hóa với trạm cơ sở này. Trong trường hợp này, UE có thể thu được thông tin chẳng hạn như định danh (identity, ID) ô.

Dựa vào Fig.4A, tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal, SS) sẽ được mô tả một cách chi tiết. Tín hiệu đồng bộ hóa có thể được phân loại thành PSS và SSS. PSS có thể được sử dụng để thu đồng bộ hóa miền thời gian và/hoặc đồng bộ hóa miền tần số, chẳng hạn như đồng bộ hóa ký hiệu OFDM và đồng bộ hóa khe. SSS có thể được sử dụng để thu đồng bộ hóa khung và ID nhóm ô. Dựa vào Fig.4A và bảng 2, khối SS/PBCH có thể được tạo cấu hình với 20 RB liên tiếp (= 240 sóng mang con) theo trục tần số, và có thể được tạo cấu hình với 4 ký hiệu OFDM liên tiếp theo trục thời gian. Trong trường hợp này, trong khối SS/PBCH, PSS được truyền trong ký hiệu OFDM thứ nhất và SSS được truyền trong ký hiệu OFDM thứ ba thông qua các sóng mang con từ thứ 56 đến thứ 182. Ở đây, chỉ số sóng mang con thấp nhất của khối SS/PBCH được đánh số từ 0. Trong ký hiệu OFDM thứ nhất trong đó PSS được truyền, trạm cơ sở không truyền tín hiệu thông qua các sóng mang con còn lại, nghĩa là, các sóng mang con từ thứ 0 đến thứ 55 và từ thứ 183 đến thứ 239. Ngoài ra, trong ký hiệu OFDM thứ ba trong đó SSS được truyền, trạm cơ sở không truyền tín hiệu thông qua các sóng mang con từ thứ 48 đến thứ 55 và từ thứ 183 đến thứ 191. Trạm cơ sở truyền kênh phát rộng vật lý (physical broadcast channel, PBCH) thông qua RE còn lại ngoại trừ tín hiệu trên trong khối SS/PBCH.

Bảng 1

Kênh hoặc tín hiệu	Số ký hiệu OFDM / liên quan đến sự bắt đầu của khối SS/PBCH	Số sóng mang con k liên quan đến sự bắt đầu của khối SS/PBCH
PSS	0	56, 57, ..., 182
SSS	2	56, 57, ..., 182
Thiết lập thành 0	0	0, 1, ..., 55, 183, 184, ..., 239
	2	48, 49, ..., 55, 183, 184, ..., 191
PBCH	1, 3	0, 1, ..., 239
	2	0, 1, ..., 47, 192, 193, ..., 239
DM-RS cho PBCH	1, 3	$0 + v, 4 + v, 8 + v, \dots, 236 + v$
	2	$0 + v, 4 + v, 8 + v, \dots, 44 + v$ $192 + v, 196 + v, \dots, 236 + v$

SS cho phép tổng 1008 ID ô lớp vật lý duy nhất được tạo nhóm thành 336 nhóm mã định danh ô lớp vật lý, mỗi nhóm bao gồm ba mã định danh duy nhất, thông qua sự kết hợp của ba PSS và SSS, cụ thể là, sao cho mỗi ID ô lớp vật lý chỉ là một phần của một nhóm mã định danh ô lớp vật lý. Do đó, ID ô lớp vật lý $N^{\text{cell}}_{\text{ID}} = 3N^{(1)}_{\text{ID}} + N^{(2)}_{\text{ID}}$ có thể được xác định duy nhất bởi chỉ số $N^{(1)}_{\text{ID}}$ nằm trong khoảng từ 0 đến 335 biểu thị nhóm mã định danh ô lớp vật lý và chỉ số $N^{(2)}_{\text{ID}}$ nằm trong khoảng từ 0 đến 2 biểu thị mã định danh lớp vật lý trong nhóm mã định danh ô lớp vật lý. UE có thể phát hiện PSS và nhận dạng một trong số ba mã định danh lớp vật lý duy nhất. Ngoài ra, UE có thể phát hiện SSS và nhận dạng một trong số 336 ID ô lớp vật lý được kết hợp với mã định danh lớp vật lý. Trong trường hợp này, trình tự $d_{\text{PSS}}(n)$ của PSS là như sau.

$$d_{\text{PSS}}(n) = 1 - 2x(m)$$

$$m = (n + 43N^{(2)}_{\text{ID}}) \bmod 127$$

$$0 \leq n < 127$$

Ở đây, $x(i+7) = (x(i+4) + x(i)) \bmod 2$ và được đưa ra là

$$[x(6) \ x(5) \ x(4) \ x(3) \ x(2) \ x(1) \ x(0)] = [1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0].$$

Hơn nữa, trình tự $d_{\text{SSS}}(n)$ của SSS là như sau.

$$d_{\text{SSS}}(n) = [1 - 2x_0((n+m_0) \bmod 127)] [1 - 2x_1((n+m_1) \bmod 127)]$$

$$m_0 = 15 \left\lfloor \frac{N_{\text{ID}}^{(1)}}{112} \right\rfloor + 5N_{\text{ID}}^{(2)}$$

$$m_1 = N_{\text{ID}}^{(1)} \bmod 112$$

$$0 \leq n < 127$$

$$x_0(i+7) = (x_0(i+4) + x_0(i)) \bmod 2$$

Ở đây, $x_1(i+7) = (x_1(i+1) + x_1(i)) \bmod 2$ và được đưa ra là

$$\begin{bmatrix} x_0(6) & x_0(5) & x_0(4) & x_0(3) & x_0(2) & x_0(1) & x_0(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_1(6) & x_1(5) & x_1(4) & x_1(3) & x_1(2) & x_1(1) & x_1(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Khung vô tuyến có độ dài là 10 ms có thể được chia thành hai nửa khung có độ dài là 5 ms. Dựa vào Fig.4B, phần mô tả sẽ được thực hiện đối với khe trong đó các khối SS/PBCH được truyền trong mỗi nửa khung. Khe trong đó khối SS/PBCH được truyền có thể là trường hợp bất kỳ trong số các trường hợp A, B, C, D và E. Trong trường hợp A, khoảng cách sóng mang con là 15 kHz và thời điểm bắt đầu của khối SS/PBCH là ký hiệu thứ $(\{2, 8\} + 14*n)$. Trong trường hợp này, $n = 0$ hoặc 1 ở tần số sóng mang là 3 GHz hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, có thể là $n = 0, 1, 2, 3$ ở các tần số sóng mang lớn hơn 3 GHz và nhỏ hơn 6 GHz. Trong trường hợp B, khoảng cách sóng mang con là 30 kHz và thời điểm bắt đầu của khối SS/PBCH là $\{4, 8, 16, 20\} + 28*n$. Trong trường hợp này, $n = 0$ ở tần số sóng mang là 3 GHz hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, có thể là $n = 0, 1$ ở các tần số sóng mang lớn hơn 3 GHz và nhỏ hơn 6 GHz. Trong trường hợp C, khoảng cách sóng mang con là 30 kHz và thời điểm bắt đầu của khối SS/PBCH là ký hiệu thứ $(\{2, 8\} + 14*n)$. Trong trường hợp này, $n = 0$ hoặc 1 ở tần số sóng mang là 3 GHz hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, có thể là $n = 0, 1, 2, 3$ ở các tần số sóng mang lớn hơn 3 GHz và nhỏ hơn 6 GHz. Trong trường hợp D, khoảng cách sóng mang con là 120 kHz và thời điểm bắt đầu của khối SS/PBCH là ký hiệu thứ $(\{4, 8, 16, 20\} + 28*n)$. Trong trường hợp này, ở tần số sóng mang là 6 GHz hoặc lớn hơn, $n = 0, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18$. Trong trường hợp E, khoảng cách sóng mang con là 240 kHz và thời điểm bắt đầu của khối SS/PBCH là ký hiệu thứ $(\{8, 12, 16, 20, 32, 36, 40, 44\} + 56*n)$. Trong trường hợp này, ở tần số sóng mang là 6 GHz hoặc lớn hơn, $n = 0, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8$.

Fig.5 minh họa thủ tục để truyền thông tin điều khiển và kênh điều khiển trong hệ thống 3GPP NR. Dựa vào Fig.5A, trạm cơ sở có thể thêm kiểm tra dư tuần hoàn (cyclic redundancy check, CRC) được tạo mặt nạ (ví dụ, hoạt động XOR) với mã định danh tạm

thời mạng vô tuyến (radio network temporary identifier, RNTI) để điều khiển thông tin (ví dụ, thông tin điều khiển đường xuống (DCI)) (S202). Trạm cơ sở có thể xáo trộn CRC với giá trị RNTI được xác định theo mục đích/đích của mỗi thông tin điều khiển. RNTI chung được sử dụng bởi một hoặc nhiều UE có thể bao gồm ít nhất một trong số RNTI thông tin hệ thống (system information RNTI, SI-RNTI), RNTI tìm gọi (paging RNTI, P-RNTI), RNTI truy cập ngẫu nhiên (random access RNTI, RA-RNTI) và RNTI điều khiển công suất truyền (transmit power control RNTI, TPC-RNTI). Ngoài ra, RNTI cho UE cụ thể có thể bao gồm ít nhất một trong số RNTI tạm thời ô (cell temporary RNTI, C-RNTI) và CS-RNTI. Sau đó, trạm cơ sở có thể thực hiện bước so khớp tốc độ (S206) theo lượng tài nguyên được sử dụng để truyền PDCCH sau khi thực hiện bước mã hóa kênh (ví dụ, tạo mã chập) (S204). Sau đó, trạm cơ sở có thể ghép kênh (các) DCI dựa vào cấu trúc PDCCH dựa vào thành phần kênh điều khiển (CCE) (S208). Ngoài ra, trạm cơ sở có thể áp dụng quy trình bổ sung (S210) chẳng hạn như xáo trộn, điều biến (ví dụ, QPSK), đan xen và quy trình tương tự vào (các) DCI được ghép kênh, và sau đó ánh xạ (các) DCI đến tài nguyên cần được truyền. CCE là đơn vị tài nguyên cơ sở đối với PDCCH, và một CCE có thể bao gồm các (ví dụ, sáu) nhóm phân tử tài nguyên (REG). Một REG có thể được tạo cấu hình với các (ví dụ, 12) RE. Số lượng CCE được sử dụng đối với một PDCCH có thể được xác định làm mức tập hợp. Trong hệ thống 3GPP NR, mức tập hợp là 1, 2, 4, 8, hoặc 16 có thể được sử dụng. Fig.5B là sơ đồ có liên quan đến mức tập hợp CCE và bước ghép kênh PDCCH và minh họa kiểu của mức tập hợp CCE được sử dụng đối với một PDCCH và (các) CCE được truyền trong vùng điều khiển theo đó.

Fig.6 minh họa tập tài nguyên điều khiển (CORESET) trong đó kênh điều khiển đường xuống vật lý (PUCCH) có thể được truyền trong hệ thống 3GPP NR.

CORESET là tài nguyên thời gian-tần số trong đó PDCCH, nghĩa là, tín hiệu điều khiển đối với UE, được truyền. Ngoài ra, không gian tìm kiếm được mô tả sau có thể được ánh xạ đến một CORESET. Do đó, UE có thể giám sát miền thời gian-tần số được chỉ định làm CORESET thay vì giám sát tất cả các dải tần số để tiếp nhận PDCCH, và giải mã PDCCH được ánh xạ đến CORESET. Trạm cơ sở có thể tạo cấu hình một hoặc nhiều CORESET đối với mỗi ô cho UE. CORESET có thể được tạo cấu hình với đến ba ký hiệu liên tiếp trên trục thời gian. Ngoài ra, CORESET có thể được tạo cấu hình theo các đơn vị của sáu PRB liên tiếp trên trục tần số. Theo phương án trên Fig.5, CORESET#1 được tạo cấu hình với các PRB liên tiếp, và CORESET#2 và CORESET#3 được tạo cấu hình với các

PRB gián đoạn. CORESET có thể được định vị ở ký hiệu bất kỳ trong khe. Ví dụ, theo phương án trên Fig.5, CORESET#1 bắt đầu ở ký hiệu thứ nhất của khe, CORESET#2 bắt đầu ở ký hiệu thứ năm của khe, và CORESET#9 bắt đầu ở ký hiệu thứ chín của khe.

Fig.7 minh họa phương pháp thiết lập không gian tìm kiếm PDCCH trong hệ thống NR 3GPP.

Để truyền PDCCH đến UE, mỗi CORESET có thể có ít nhất một không gian tìm kiếm. Theo phương án của sáng chế, không gian tìm kiếm là tập hợp tất cả các tài nguyên thời gian-tần số (sau đây gọi là, các ứng viên PDCCH) qua đó PDCCH của UE có khả năng được truyền. Không gian tìm kiếm có thể bao gồm không gian tìm kiếm chung mà UE của 3GPP NR cần tìm kiếm chung và không gian tìm kiếm cho thiết bị đầu cuối cụ thể hoặc UE cụ thể mà UE cụ thể cần tìm kiếm. Trong không gian tìm kiếm chung, UE có thể giám sát PDCCH được thiết lập sao cho tất cả các UE trong ô thuộc về cùng trạm cơ sở thường tìm kiếm. Ngoài ra, không gian tìm kiếm cho UE cụ thể có thể được thiết lập đối với mỗi UE sao cho các UE giám sát PDCCH được cấp phát cho mỗi UE ở vị trí không gian tìm kiếm khác nhau theo UE. Trong trường hợp của không gian tìm kiếm cho UE cụ thể, không gian tìm kiếm giữa các UE có thể được chồng lên một phần và được cấp phát do vùng điều khiển được giới hạn trong đó PDCCH có thể được cấp phát. Bước giám sát PDCCH bao gồm bước giải mã mù đối với các ứng viên PDCCH trong không gian tìm kiếm. Khi bước giải mã mù thành công, thì có thể thể hiện rằng PDCCH được phát hiện/nhận (thành công) và khi bước giải mã mù thất bại, thì có thể thể hiện rằng PDCCH không được phát hiện/nhận, hoặc không được phát hiện/nhận thành công.

Nhằm thuận tiện cho phần giải thích, PDCCH được xáo trộn với RNTI chung nhóm (group common, GC) được biết trước đó đối với các UE để truyền thông tin điều khiển DL đến một hoặc nhiều UE được gọi là PDCCH chung nhóm (GC) hoặc PDCCH chung. Ngoài ra, PDCCH được xáo trộn với RNTI cho thiết bị đầu cuối cụ thể mà UE cụ thể đã biết để truyền thông tin lập lịch UL hoặc thông tin lập lịch DL đến UE cụ thể được gọi là PDCCH cho UE cụ thể. PDCCH chung có thể được bao gồm trong không gian tìm kiếm chung, và PDCCH cho UE cụ thể có thể được bao gồm trong không gian tìm kiếm chung hoặc PDCCH cho UE cụ thể.

Trạm cơ sở có thể báo hiệu mỗi UE hoặc nhóm UE thông qua PDCCH về thông tin (nghĩa là, sự cấp quyền DL) liên quan đến sự cấp phát tài nguyên của kênh tìm gọi (paging channel, PCH) và kênh chia sẻ đường xuống (downlink-shared channel, DL-SCH) là kênh

truyền dẫn hoặc thông tin (nghĩa là, sự cấp quyền UL) liên quan đến sự cấp phát tài nguyên của kênh chia sẻ đường lên (uplink-shared channel, UL-SCH) và yêu cầu lặp lại tự động lai (hybrid automatic repeat request, HARQ). Trạm cơ sở có thể truyền khối vận chuyển PCH và khối vận chuyển DL-SCH thông qua PDSCH. Trạm cơ sở có thể truyền dữ liệu ngoại trừ thông tin điều khiển cụ thể hoặc dữ liệu dịch vụ cụ thể thông qua PDSCH. Ngoài ra, UE có thể nhận dữ liệu ngoại trừ thông tin điều khiển cụ thể hoặc dữ liệu dịch vụ cụ thể thông qua PDSCH.

Trạm cơ sở có thể bao gồm, trong PDCCH, thông tin về UE (một hoặc các UE) mà dữ liệu PDSCH được truyền và cách dữ liệu PDSCH được nhận và giải mã bởi UE tương ứng, và truyền PDCCH. Ví dụ, giả sử rằng DCI được truyền thông qua PDCCH cụ thể là CRC được tạo mặt nạ với RNTI là “A”, và DCI biểu thị rằng PDSCH được cấp phát cho tài nguyên vô tuyến (ví dụ, vị trí tần số) là “B” và biểu thị thông tin định dạng truyền (ví dụ, kích thước khối vận chuyển, sơ đồ điều biến, thông tin mã hóa, v.v.) là “C”. UE giám sát PDCCH bằng cách sử dụng thông tin RNTI mà UE có. Trong trường hợp này, nếu có UE thực hiện bước giải mã mà PDCCH bằng cách sử dụng RNTI “A”, thì UE nhận PDCCH, và nhận PDSCH được biểu thị bởi “B” và “C” thông qua thông tin PDCCH nhận được.

Bảng 2 thể hiện một phương án của kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) được sử dụng trong hệ thống truyền thông không dây.

Bảng 2

Định dạng PUCCH	Độ dài theo các ký hiệu OFDM	Số lượng bit
0	1 – 2	≤ 2
1	4 – 14	≤ 2
2	1 – 2	> 2
3	4 – 14	> 2
4	4 – 14	> 2

PUCCH có thể được sử dụng để truyền thông tin điều khiển UL (UL control information, UCI) sau.

- Yêu cầu lập lịch (Scheduling Request, SR): Thông tin được sử dụng để yêu cầu tài nguyên UL-SCH UL.

- HARQ-ACK: Sự đáp lại đến PDCCH (biểu thị ngắt DL SPS) và/hoặc sự đáp lại đến khối vận chuyển (transport block, TB) DL trên PDSCH. HARQ-ACK biểu thị xem thông tin được truyền trên PDCCH hoặc PDSCH có được nhận hay không. Phản hồi

HARQ-ACK bao gồm ACK khẳng định (ACK đơn giản), ACK phủ định (sau đây gọi là NACK), truyền dẫn gián đoạn (Discontinuous Transmission, DTX), hoặc NACK/DTX. Ở đây, thuật ngữ HARQ-ACK được sử dụng kết hợp với HARQ-ACK/NACK và ACK/NACK. Nói chung, ACK có thể được biểu diễn bởi giá trị bit 1 và NACK có thể được biểu diễn bởi giá trị bit 0.

- Thông tin trạng thái kênh (CSI): Thông tin phản hồi về kênh DL. UE tạo ra thông tin này dựa vào tín hiệu tham chiếu (Reference Signal, RS) CSI được truyền bởi trạm cơ sở. Thông tin phản hồi liên quan đến đa đầu vào đa đầu ra (Multiple Input Multiple Output, MIMO) bao gồm bộ chỉ báo hạng (RI) và bộ chỉ báo ma trận mã hóa trước (PMI). CSI có thể được chia thành CSI phần 1 và CSI phần 2 theo thông tin được biểu thị bởi CSI.

Trong hệ thống 3GPP NR, năm định dạng PUCCH có thể được sử dụng để hỗ trợ các kịch bản dịch vụ khác nhau, môi trường kênh khác nhau, và cấu trúc khung.

Định dạng PUCCH 0 là định dạng để truyền thông tin HARQ-ACK 1 bit hoặc 2 bit hoặc SR. Định dạng PUCCH 0 có thể được truyền thông qua một hoặc hai ký hiệu OFDM trên trục thời gian và một PRB trên trục tần số. Khi định dạng PUCCH 0 được truyền thông qua hai ký hiệu OFDM, thì cùng chuỗi trên hai ký hiệu có thể được truyền thông qua RB khác. Ở đây, chuỗi có thể là chuỗi được dịch chuyển tuần hoàn (cyclic-shifted, CS) từ chuỗi cơ sở được sử dụng trong định dạng PUCCH 0. Theo cách này, thiết bị người dùng có thể thu khuếch đại đa dạng tần số. Một cách chi tiết, thiết bị người dùng có thể xác định giá trị dịch chuyển tuần hoàn (CS) m_{cs} theo Mbit bit UCI ($M_{bit} = 1$ hoặc 2). Hơn nữa, chuỗi được thu bằng cách dịch chuyển tuần hoàn chuỗi cơ sở có độ dài 12 trên cơ sở giá trị CS được xác định m_{cs} có thể được ánh xạ đến một OFDM ký hiệu và 12 RE của một RB để được truyền. Khi số lượng dịch chuyển tuần hoàn khả dụng đối với thiết bị người dùng là 12 và $M_{bit} = 1$, thì UCI 1 bit 0 và 1 có thể được ánh xạ đến hai chuỗi được dịch chuyển tuần hoàn có chênh lệch giá trị dịch chuyển tuần hoàn là 6. Hơn nữa, khi $M_{bit} = 2$, thì UCI 2 bit 00, 01, 11, và 10 có thể được ánh xạ lần lượt đến bốn chuỗi được dịch chuyển tuần hoàn có chênh lệch giá trị dịch chuyển tuần hoàn là 3.

Định dạng PUCCH 1 có thể phân phối thông tin HARQ-ACK 1 bit hoặc 2 bit hoặc SR. Định dạng PUCCH 1 có thể được truyền thông qua các ký hiệu OFDM liên tiếp trên trục thời gian và một PRB trên trục tần số. Ở đây, số lượng ký hiệu OFDM bị chiếm bởi định dạng PUCCH 1 có thể là một trong số từ 4 đến 14. Cụ thể hơn là, UCI, mà là $M_{bit} = 1$, có thể được điều biến BPSK. UE có thể điều biến UCI, mà là $M_{bit} = 2$, với khóa dịch

chuyển pha cầu phương (quadrature phase shift keying, QPSK). Tín hiệu được thu bằng cách nhân ký hiệu có giá trị phức tạp được điều biến $d(0)$ với chuỗi có độ dài là 12. Trong trường hợp này, chuỗi có thể là chuỗi cơ sở được sử dụng đối với định dạng PUCCH 0. UE lan truyền các ký hiệu OFDM được đánh số chẵn mà định dạng PUCCH 1 được cấp phát thông qua mã che trực giao (orthogonal cover code, OCC) trực thời gian để truyền tín hiệu đã thu. Định dạng PUCCH 1 xác định số lượng UE khác nhau lớn nhất được ghép kênh trong một RB theo độ dài của OCC cần được sử dụng. Tín hiệu tham chiếu giải điều biến (demodulation reference signal, DMRS) có thể được lan truyền với OCC và được ánh xạ đến các ký hiệu OFDM được đánh số lẻ của định dạng PUCCH 1.

Định dạng PUCCH 2 có thể phân phối UCI vượt quá 2 bit. Định dạng PUCCH 2 có thể được truyền thông qua một hoặc hai ký hiệu OFDM trên trục thời gian và một hoặc nhiều RB trên trục tần số. Khi định dạng PUCCH 2 được truyền trong hai ký hiệu OFDM, thì các chuỗi mà được truyền trong các RB khác nhau thông qua hai ký hiệu OFDM có thể giống nhau. Ở đây, chuỗi có thể là các ký hiệu có giá trị phức tạp được điều biến $d(0), \dots, d(M_{\text{symbol}}-1)$. Ở đây, M_{symbol} có thể là $M_{\text{bit}}/2$. Thông qua đó, UE có thể thu được khuếch đại đa dạng tần số. Cụ thể hơn, M_{bit} bit UCI ($M_{\text{bit}} > 2$) được xáo trộn mức bit, được điều biến QPSK, và được ánh xạ đến (các) RB của một hoặc hai ký hiệu OFDM. Ở đây, số lượng RB có thể là một trong số từ 1 đến 16.

Định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 có thể phân phối UCI vượt quá 2 bit. Định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 có thể được truyền thông qua các ký hiệu OFDM liên tiếp trên trục thời gian và một PRB trên trục tần số. Số lượng ký hiệu OFDM bị chiếm bởi định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 có thể là một trong số từ 4 đến 14. Cụ thể, UE điều biến UCI M_{bit} bit ($M_{\text{bit}} > 2$) với khóa dịch pha nhị phân (Binary Phase Shift Keying, BPSK) $\pi/2$ hoặc QPSK để tạo ra ký hiệu có giá trị phức tạp $d(0)$ đến $d(M_{\text{symbol}}-1)$. Ở đây, khi sử dụng $\pi/2$ -BPSK, thì $M_{\text{symb}} = M_{\text{bit}}$, và khi sử dụng QPSK, thì $M_{\text{symb}} = M_{\text{bit}}/2$. UE có thể không áp dụng lan truyền khối đơn vị vào định dạng PUCCH 3. Tuy nhiên, UE có thể áp dụng lan truyền khối đơn vị vào một RB (nghĩa là, 12 sóng mang con) bằng cách sử dụng PreDFT-OCC có độ dài là 12 sao cho định dạng PUCCH 4 có thể có hai hoặc bốn khả năng ghép kênh. UE thực hiện việc mã hóa trước truyền (hoặc mã hóa trước DFT) đối với tín hiệu lan truyền và ánh xạ tín hiệu này đến mỗi RE để truyền tín hiệu lan truyền này.

Trong trường hợp này, số lượng RB bị chiếm bởi định dạng PUCCH 2, định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 có thể được xác định theo độ dài và tốc độ mã lớn

nhất của UCI được truyền bởi UE. Khi UE sử dụng định dạng PUCCH 2, thì UE có thể truyền thông tin HARQ-ACK kết hợp với thông tin CSI thông qua PUCCH. Khi số lượng RB mà UE có thể truyền lớn hơn số lượng RB lớn nhất mà định dạng PUCCH 2, hoặc định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 có thể sử dụng, thì UE có thể chỉ truyền thông tin UCI còn lại mà không truyền một số thông tin UCI theo độ ưu tiên của thông tin UCI.

Định dạng PUCCH 1, định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 có thể được tạo cấu hình thông qua tín hiệu RRC để biểu thị sự nhảy tần số trong khe. Khi sự nhảy tần số được tạo cấu hình, thì chỉ số của RB cần được nhảy tần số có thể được tạo cấu hình với tín hiệu RRC. Khi định dạng PUCCH 1, định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 được truyền thông qua N ký hiệu OFDM trên trục thời gian, thì bước nhảy thứ nhất có thể có $\text{floor}(N/2)$ ký hiệu OFDM và bước nhảy thứ hai có thể có $\text{ceiling}(N/2)$ ký hiệu OFDM.

Định dạng PUCCH 1, định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 có thể được tạo cấu hình để được truyền lặp lại ở các khe. Trong trường hợp này, số lượng K khe trong đó PUCCH được truyền lặp lại có thể được tạo cấu hình bởi tín hiệu RRC. Các PUCCH được truyền lặp lại phải bắt đầu ở ký hiệu OFDM của vị trí không đối trong mỗi khe, và có độ dài không đổi. Khi một ký hiệu OFDM trong số các ký hiệu OFDM của khe trong đó UE sẽ truyền PUCCH được biểu thị dưới dạng ký hiệu DL bởi tín hiệu RRC, thì UE có thể không truyền PUCCH trong khe tương ứng và trì hoãn cuộc truyền dẫn PUCCH đến khe tiếp theo để truyền PUCCH.

Trong khi đó, trong hệ thống NR 3GPP, thiết bị người dùng có thể thực hiện việc truyền dẫn/tiếp nhận nhờ sử dụng băng thông nhỏ hơn hoặc bằng băng thông của sóng mang (hoặc ô). Để thực hiện điều này, người dùng có thể nhận cấu hình của phần băng thông (bandwidth part, BWP) được tạo cấu hình với băng thông liên tục một phần của băng thông của sóng mang. Thiết bị người dùng vận hành theo TDD hoặc vận hành theo phổ không được ghép cặp có thể nhận cấu hình của tối đa bốn cặp DL/UL BWP trong một sóng mang (ô). Hơn nữa, thiết bị người dùng có thể kích hoạt một cặp DL/UL BWP. Thiết bị người dùng vận hành theo FDD hoặc vận hành theo phổ được ghép cặp có thể nhận cấu hình của tối đa bốn DL BWP trong sóng mang (hoặc ô) đường xuống và cấu hình của tối đa bốn UL BWP trong sóng mang (hoặc ô) đường lên. Thiết bị người dùng có thể kích hoạt một DL BWP và UL BWP đối với mỗi sóng mang (hoặc ô). Thiết bị người dùng có thể không nhận hoặc truyền trên tài nguyên thời gian-tần số ngoại trừ BWP được kích hoạt. BWP được kích hoạt có thể được gọi là BWP kích hoạt.

Trạm cơ sở có thể biểu thị BWP được kích hoạt trong số các BWP được tạo cấu hình cho thiết bị người dùng thông qua thông tin điều khiển đường xuống (DCI). BWP được biểu thị thông qua DCI được kích hoạt, và (các) BWP được tạo cấu hình khác được hủy kích hoạt. Trong sóng mang (hoặc ô) vận hành theo TDD, trạm cơ sở có thể thêm bộ chỉ báo phần băng thông (bandwidth part indicator, BPI) biểu thị BWP cần được kích hoạt cho DCI mà lập lịch PDSCH hoặc PUSCH để thay đổi cặp DL/UL BWP của thiết bị người dùng. Thiết bị người dùng có thể nhận DCI mà lập lịch PDSCH hoặc PUSCH, và có thể nhận dạng cặp DL/UL BWP cần được kích hoạt trên cơ sở BPI. Trong trường hợp sóng mang (hoặc ô) đường xuống vận hành theo FDD, trạm cơ sở có thể thêm BPI biểu thị BWP cần được kích hoạt cho DCI mà lập lịch PDSCH để thay đổi DL BWP của trạm cơ sở. Trong trường hợp sóng mang (hoặc ô) đường lên vận hành theo FDD, trạm cơ sở có thể thêm BPI biểu thị BWP cần được kích hoạt cho DCI mà lập lịch PUSCH để thay đổi UL BWP của trạm cơ sở.

Fig.8 là sơ đồ khái niệm minh họa tập hợp sóng mang.

Tập hợp sóng mang là phương pháp trong đó UE sử dụng các khối tần số hoặc ô (theo nghĩa logic) được tạo cấu hình với các tài nguyên UL (hoặc các sóng mang thành phần) và/hoặc các tài nguyên DL (hoặc các sóng mang thành phần) làm một dải tần số logic lớn để hệ thống truyền thông không dây sử dụng dải tần số rộng hơn. Một sóng mang thành phần có thể còn được đề cập đến dưới dạng thuật ngữ được gọi là ô sơ cấp (Primary cell, PCell) hoặc ô thứ cấp (Secondary cell, SCell), hoặc SCell sơ cấp (Primary Scell, PScell). Tuy nhiên, sau đây, nhằm thuận tiện cho phân mô tả, thuật ngữ “sóng mang thành phần” được sử dụng.

Dựa vào Fig.8, là một ví dụ về hệ thống 3GPP NR, toàn bộ dải hệ thống có thể bao gồm lên đến 16 sóng mang thành phần, và mỗi sóng mang thành phần này có thể có băng thông lên đến 400 MHz. Sóng mang thành phần có thể bao gồm một hoặc nhiều sóng mang con liên tiếp vật lý. Mặc dù được thể hiện trên Fig.8 rằng mỗi trong số các sóng mang thành phần có cùng băng thông, nhưng đó chỉ là một ví dụ, và mỗi sóng mang thành phần này có thể có băng thông khác nhau. Ngoài ra, mặc dù mỗi sóng mang thành phần được thể hiện dưới dạng liền kề với nhau theo trục tần số, nhưng các hình vẽ này được thể hiện theo khái niệm logic, và mỗi sóng mang thành phần này có thể liền kề vật lý với sóng mang thành phần khác, hoặc có thể được đặt cách xa.

Các tần số trung tâm khác nhau có thể được sử dụng đối với mỗi sóng mang thành phần

phần. Ngoài ra, một tần số trung tâm chung có thể được sử dụng trong các sóng mang thành phần liên kế vật lý. Giả sử rằng tất cả các sóng mang thành phần liên kế vật lý theo phương án trên Fig.8, tần số trung tâm A có thể được sử dụng trong tất cả các sóng mang thành phần. Hơn nữa, giả sử rằng các sóng mang thành phần tương ứng không liên kế vật lý với nhau, tần số trung tâm A và tần số trung tâm B có thể được sử dụng trong mỗi trong số các sóng mang thành phần.

Khi tổng dải hệ thống được mở rộng bởi tập hợp sóng mang, thì dải tần số được sử dụng để truyền thông với mỗi UE có thể được xác định theo các đơn vị của sóng mang thành phần. UE A có thể sử dụng 100 MHz, mà là tổng dải hệ thống, và thực hiện việc truyền thông bằng cách sử dụng tất cả năm sóng mang thành phần. Các UE B₁~B₅ có thể chỉ sử dụng băng thông 20 MHz và thực hiện việc truyền thông bằng cách sử dụng một sóng mang thành phần. Các UE C₁ và C₂ có thể sử dụng băng thông 40 MHz và thực hiện việc truyền thông bằng cách sử dụng lần lượt hai sóng mang thành phần. Hai sóng mang thành phần có thể liên kế hoặc không liên kế logic/vật lý. UE C₁ biểu diễn trường hợp sử dụng hai sóng mang thành phần không liên kế, và UE C₂ biểu diễn trường hợp sử dụng hai sóng mang thành phần liên kế.

Fig.9 là hình vẽ để giải thích sự truyền thông sóng mang tín hiệu và truyền thông đa sóng mang. Cụ thể, Fig.9A thể hiện cấu trúc khung con sóng mang đơn và Fig.9B thể hiện cấu trúc khung con đa sóng mang.

Dựa vào Fig.9A, ở chế độ FDD, hệ thống truyền thông không dây nói chung có thể thực hiện việc truyền hoặc nhận dữ liệu thông qua một dải DL và một dải UL tương ứng. Theo một phương án cụ thể khác, ở chế độ TDD, hệ thống truyền thông không dây có thể chia khung vô tuyến thành đơn vị thời gian UL và đơn vị thời gian DL trong miền thời gian, và thực hiện việc truyền hoặc nhận dữ liệu thông qua đơn vị thời gian UL/DL. Dựa vào Fig.9B, ba sóng mang thành phần (CC) 20 MHz có thể được kết hợp thành mỗi trong số UL và DL, sao cho băng rộng là 60 MHz có thể được hỗ trợ. Mỗi CC có thể liên kế hoặc không liên kế với CC khác trong miền tần số. Fig.9B thể hiện trường hợp trong đó băng rộng của UL CC và băng rộng của DL CC là giống nhau và đối xứng, nhưng băng rộng của mỗi CC có thể được xác định một cách độc lập. Ngoài ra, tập hợp sóng mang không đối xứng có số lượng UL CC và DL CC khác nhau là có thể. DL/UL CC được cấp phát/tạo cấu hình để UE cụ thể thông qua RRC có thể được gọi là DL/UL CC phục vụ của UE cụ thể.

Trạm cơ sở có thể thực hiện việc truyền thông với UE bằng cách kích hoạt một số

CC phục vụ hoặc tất cả các CC phục vụ của UE hoặc hủy kích hoạt một số CC. Trạm cơ sở có thể thay đổi CC cần được kích hoạt/hủy kích hoạt, và thay đổi số lượng CC cần được kích hoạt/hủy kích hoạt. Nếu trạm cơ sở cấp phát CC khả dụng đối với UE dưới dạng ô cụ thể hoặc UE cụ thể, thì ít nhất một trong số các CC được cấp phát có thể được hủy kích hoạt, trừ khi sự cấp phát CC đối với UE được tạo cấu hình lại hoàn toàn hoặc UE được chuyển giao. Một CC không được hủy kích hoạt bởi UE được gọi là CC sơ cấp (Primary CC, PCC) hoặc ô sơ cấp (PCell), và CC mà trạm cơ sở có thể kích hoạt/hủy kích hoạt một cách tự do được gọi là CC thứ cấp (Secondary CC, SCC) hoặc ô thứ cấp (SCell).

Trong khi đó, 3GPP NR sử dụng khái niệm ô để quản lý các tài nguyên vô tuyến. Ô được xác định là tổ hợp của các tài nguyên DL và tài nguyên UL, nghĩa là, tổ hợp của DL CC và UL CC. Ô có thể được tạo cấu hình với chỉ các tài nguyên DL, hoặc tổ hợp của các tài nguyên DL và tài nguyên UL. Khi tập hợp sóng mang được hỗ trợ, thì liên kết giữa tần số sóng mang của tài nguyên DL (hoặc DL CC) và tần số sóng mang của tài nguyên UL (hoặc UL CC) có thể được biểu thị bởi thông tin hệ thống. Tần số sóng mang đề cập đến tần số trung tâm của mỗi ô hoặc CC. Ô tương ứng với PCC được gọi là PCell, và ô tương ứng với SCC được gọi là SCell. Sóng mang tương ứng với PCell trong DL là DL PCC, và sóng mang tương ứng với PCell trong UL là UL PCC. Tương tự, sóng mang tương ứng với SCell trong DL là DL SCC và sóng mang tương ứng với SCell trong UL là UL SCC. Theo khả năng UE, (các) ô phục vụ có thể được tạo cấu hình với một PCell và nhiều hơn hoặc bằng không SCell. Trong trường hợp của các UE ở trạng thái RRC_CONNECTED nhưng không được tạo cấu hình cho tập hợp sóng mang hoặc không hỗ trợ tập hợp sóng mang, chỉ có một ô phục vụ được tạo cấu hình chỉ có PCell.

Như được nêu ở trên, thuật ngữ “ô” được sử dụng trong tập hợp sóng mang được phân biệt với thuật ngữ “ô” mà đề cập đến vùng địa lý nhất định trong đó dịch vụ truyền thông được cung cấp bởi một trạm cơ sở hoặc một nhóm ăngten. Nghĩa là, một sóng mang thành phần có thể còn được gọi là ô lập lịch, ô được lập lịch, ô sơ cấp (PCell), ô thứ cấp (SCell) hoặc SCell sơ cấp (PScell). Tuy nhiên, để phân biệt giữa ô dựa vào vùng địa lý nhất định và ô của tập hợp sóng mang, theo sáng chế, ô của tập hợp sóng mang được gọi là CC, và ô của vùng địa lý được gọi là ô.

Fig.10 là sơ đồ thể hiện một ví dụ trong đó kỹ thuật lập lịch liên sóng mang được áp dụng. Khi lập lịch liên sóng mang được thiết lập, thì kênh điều khiển được truyền thông qua CC thứ nhất có thể lập lịch kênh dữ liệu được truyền thông qua CC thứ nhất hoặc CC thứ

hai bằng cách sử dụng trường chỉ báo sóng mang (carrier indicator field, CIF). CIF được bao gồm trong DCI. Nói cách khác, ô lập lịch được thiết lập, và sự cấp quyền DL/sự cấp quyền UL được truyền ở vùng PDCCH của ô lập lịch lập lịch PDSCH/PUSCH của ô được lập lịch. Nghĩa là, vùng tìm kiếm đối với các sóng mang thành phần tồn tại ở vùng PDCCH của ô lập lịch. PCell về cơ bản có thể là ô lập lịch, và SCell cụ thể có thể được chỉ định làm ô lập lịch bởi lớp trên.

Theo phương án trên Fig.10, giả sử rằng ba DL CC được hợp nhất. Ở đây, giả sử rằng sóng mang thành phần DL #0 là DL PCC (hoặc PCell), và sóng mang thành phần DL #1 và sóng mang thành phần DL #2 là các DL SCC (hoặc SCell). Ngoài ra, giả sử rằng DL PCC được thiết lập thành PDCCH giám sát CC. Khi lập lịch liên sóng mang không được tạo cấu hình bằng cách báo hiệu lớp cao hơn cho UE cụ thể (hoặc nhóm UE cụ thể hoặc ô cụ thể), thì CIF được vô hiệu hóa, và mỗi DL CC có thể chỉ truyền PDCCH để lập lịch PDSCH của nó không có CIF theo quy tắc NR PDCCH (lập lịch phi-liên sóng mang, lập lịch nội sóng mang). Trong khi đó, nếu lập lịch liên sóng mang được tạo cấu hình bằng cách báo hiệu lớp cao hơn cho UE cụ thể (hoặc nhóm UE cụ thể hoặc ô cụ thể), thì CIF được cho phép, và CC cụ thể (ví dụ, DL PCC) không chỉ có thể truyền PDCCH để lập lịch PDSCH của DL CC A bằng cách sử dụng CIF mà còn có thể truyền PDCCH để lập lịch PDSCH của CC khác (lập lịch liên sóng mang). Mặt khác, PDCCH không được truyền trong DL CC khác. Theo đó, UE giám sát PDCCH không bao gồm CIF để nhận PDSCH được lập lịch nội sóng mang phụ thuộc vào việc xem lập lịch liên sóng mang có được tạo cấu hình cho UE hay không, hoặc giám sát PDCCH bao gồm CIF để nhận PDSCH được lập lịch liên sóng mang.

Mặt khác, Fig.9 và Fig.10 minh họa cấu trúc khung con của hệ thống 3GPP LTE-A, và cấu hình giống hoặc tương tự có thể được áp dụng vào hệ thống 3GPP NR. Tuy nhiên, trong hệ thống 3GPP NR, các khung con của Fig.9 và Fig.10 có thể được thay thế bằng các khe.

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện các cấu hình của UE và trạm cơ sở theo một phương án của sáng chế. Theo một phương án của sáng chế, UE có thể được thực hiện với các kiểu thiết bị truyền thông không dây khác nhau hoặc các thiết bị tính toán được đảm bảo là có thể cầm tay và di động. UE có thể được gọi là thiết bị người dùng (UE), trạm (Station, STA), thuê bao di động (Mobile Subscriber, MS) hoặc thiết bị tương tự. Ngoài ra, theo một phương án của sáng chế, trạm cơ sở điều khiển và quản lý ô (ví dụ, ô macro, ô femto, ô

pico, v.v.) tương ứng với vùng dịch vụ, và thực hiện các chức năng truyền tín hiệu, chỉ định kênh, theo dõi kênh, tự chuẩn đoán, chuyển tiếp hoặc chức năng tương tự. Trạm cơ sở có thể được gọi là nút B thế hệ tiếp theo (next Generation NodeB, gNB) hoặc điểm truy cập (Access Point, AP).

Như được thể hiện trên hình vẽ, UE 100 theo một phương án của sáng chế có thể bao gồm bộ xử lý 110, môđun truyền thông 120, bộ nhớ 130, giao diện người dùng 140 và bộ phận hiển thị 150.

Trước tiên, bộ xử lý 110 có thể thực thi các lệnh hoặc chương trình khác nhau và xử lý dữ liệu trong UE 100. Ngoài ra, bộ xử lý 110 có thể điều khiển toàn bộ hoạt động bao gồm mỗi bộ phận của UE 100, và có thể điều khiển việc truyền dẫn/tiếp nhận dữ liệu giữa các bộ phận này. Ở đây, bộ xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động theo các phương án được mô tả theo sáng chế. Ví dụ, bộ xử lý 110 có thể nhận thông tin cấu hình khe, xác định cấu hình khe dựa vào thông tin cấu hình khe và thực hiện việc truyền thông theo cấu hình khe đã xác định.

Tiếp theo, môđun truyền thông 120 có thể là môđun tích hợp thực hiện việc truyền thông không dây bằng cách sử dụng mạng truyền thông không dây và truy cập LAN không dây sử dụng LAN không dây. Vì vậy, môđun truyền thông 120 có thể bao gồm các thẻ giao diện mạng (network interface card, NIC) chẳng hạn như các thẻ giao diện truyền thông di động 121 và 122 và thẻ giao diện truyền thông dải không được cấp phép 123 ở dạng bên trong hoặc bên ngoài. Trên hình vẽ, môđun truyền thông 120 được thể hiện dưới dạng môđun tích hợp liền khối, nhưng không giống trên hình vẽ, mỗi thẻ giao diện mạng có thể được bố trí độc lập theo cấu hình mạch hoặc mức sử dụng.

Thẻ giao diện truyền thông di động 121 có thể truyền hoặc nhận tín hiệu vô tuyến với ít nhất một trong số trạm cơ sở 200, thiết bị bên ngoài và máy chủ bằng cách sử dụng mạng truyền thông di động và cung cấp dịch vụ truyền thông di động ở dải tần số thứ nhất dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 110. Theo một phương án, thẻ giao diện truyền thông di động 121 có thể bao gồm ít nhất một môđun NIC sử dụng dải tần số nhỏ hơn 6 GHz. Ít nhất một môđun NIC của thẻ giao diện truyền thông di động 121 có thể thực hiện việc truyền thông di động một cách độc lập với ít nhất một trong số trạm cơ sở 200, thiết bị bên ngoài và máy chủ theo các chuẩn hoặc giao thức truyền thông di động ở các dải tần số nhỏ hơn 6 GHz được hỗ trợ bởi môđun NIC tương ứng.

Thẻ giao diện truyền thông di động 122 có thể truyền hoặc nhận tín hiệu vô tuyến

với ít nhất một trong số trạm cơ sở 200, thiết bị bên ngoài và máy chủ bằng cách sử dụng mạng truyền thông di động và cung cấp dịch vụ truyền thông di động ở dải tần số thứ hai dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 110. Theo một phương án, thẻ giao diện truyền thông di động 122 có thể bao gồm ít nhất một môđun NIC sử dụng dải tần số lớn hơn 6 GHz. Ít nhất một môđun NIC của thẻ giao diện truyền thông di động 122 có thể thực hiện việc truyền thông di động một cách độc lập với ít nhất một trong số trạm cơ sở 200, thiết bị bên ngoài và máy chủ theo các chuẩn hoặc giao thức truyền thông di động ở các dải tần số lớn hơn hoặc bằng 6 GHz được hỗ trợ bởi môđun NIC tương ứng.

Thẻ giao diện truyền thông dải không được cấp phép 123 truyền hoặc nhận tín hiệu vô tuyến với ít nhất một trong số trạm cơ sở 200, thiết bị bên ngoài và máy chủ bằng cách sử dụng dải tần số thứ ba là dải không được cấp phép, và cung cấp dịch vụ truyền thông dải không được cấp phép dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 110. Thẻ giao diện truyền thông dải không được cấp phép 123 có thể bao gồm ít nhất một môđun NIC sử dụng dải không được cấp phép. Ví dụ, dải không được cấp phép có thể là dải 2,4 GHz hoặc 5 GHz. Ít nhất một môđun NIC của thẻ giao diện truyền thông dải không được cấp phép 123 có thể thực hiện việc truyền thông không dây độc lập hoặc phụ thuộc với ít nhất một trong số trạm cơ sở 200, thiết bị bên ngoài và máy chủ theo chuẩn hoặc giao thức truyền thông dải không được cấp phép của dải tần số được hỗ trợ bởi môđun NIC tương ứng.

Bộ nhớ 130 lưu trữ chương trình điều khiển được sử dụng trong UE 100 và các loại dữ liệu khác nhau dành cho chương trình điều khiển này. Chương trình điều khiển này có thể bao gồm chương trình được quy định trước cần thiết để thực hiện việc truyền thông không dây với ít nhất một trong số trạm cơ sở 200, thiết bị bên ngoài và máy chủ.

Tiếp theo, giao diện người dùng 140 bao gồm các loại phương tiện đầu vào/đầu ra khác nhau được bố trí ở UE 100. Nói cách khác, giao diện người dùng 140 có thể nhận đầu vào của người dùng bằng cách sử dụng các phương tiện đầu vào khác nhau, và bộ xử lý 110 có thể điều khiển UE 100 dựa vào đầu vào của người dùng đã nhận. Ngoài ra, giao diện người dùng 140 có thể thực hiện việc kết xuất dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 110 bằng cách sử dụng các loại phương tiện đầu ra khác nhau.

Tiếp theo, bộ phận hiển thị 150 kết xuất các hình ảnh khác nhau trên màn hình hiển thị. Bộ phận hiển thị 150 này có thể kết xuất các đối tượng hiển thị khác nhau chẳng hạn như nội dung được thực thi bởi bộ xử lý 110 hoặc giao diện người dùng dựa vào các lệnh điều khiển từ bộ xử lý 110.

Ngoài ra, trạm cơ sở 200 theo một phương án của sáng chế có thể bao gồm bộ xử lý 210, môđun truyền thông 220 và bộ nhớ 230.

Trước tiên, bộ xử lý 210 có thể thực thi các lệnh hoặc chương trình khác nhau, và xử lý dữ liệu bên trong của trạm cơ sở 200. Ngoài ra, bộ xử lý 210 có thể điều khiển toàn bộ hoạt động của các bộ phận trong trạm cơ sở 200, và điều khiển việc truyền và tiếp nhận dữ liệu giữa các bộ phận này. Ở đây, bộ xử lý 210 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động theo các phương án được mô tả theo sáng chế. Ví dụ, bộ xử lý 210 có thể báo hiệu cấu hình khe và thực hiện việc truyền thông theo cấu hình khe được báo hiệu.

Tiếp theo, môđun truyền thông 220 có thể là môđun tích hợp thực hiện việc truyền thông không dây bằng cách sử dụng mạng truyền thông không dây và truy cập LAN không dây sử dụng LAN không dây. Vì vậy, môđun truyền thông 120 có thể bao gồm các thẻ giao diện mạng chẳng hạn như các thẻ giao diện truyền thông di động 221 và 222 và thẻ giao diện truyền thông dải không được cấp phép 223 dưới dạng bên trong hoặc bên ngoài. Trên hình vẽ, môđun truyền thông 220 được thể hiện dưới dạng môđun tích hợp liền khối, nhưng không giống trên hình vẽ, mỗi thẻ giao diện mạng có thể được bố trí độc lập theo cấu hình mạch hoặc mức sử dụng.

Thẻ giao diện truyền thông di động 221 có thể truyền hoặc nhận tín hiệu vô tuyến với ít nhất một trong số trạm cơ sở 100, thiết bị bên ngoài và máy chủ bằng cách sử dụng mạng truyền thông di động và cung cấp dịch vụ truyền thông di động trong dải tần số thứ nhất dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 210. Theo một phương án, thẻ giao diện truyền thông di động 221 có thể bao gồm ít nhất một môđun NIC sử dụng dải tần số nhỏ hơn 6 GHz. Ít nhất một môđun NIC của thẻ giao diện truyền thông di động 221 có thể thực hiện một cách độc lập việc truyền thông di động với ít nhất một trong số trạm cơ sở 100, thiết bị bên ngoài và máy chủ theo các tiêu chuẩn hoặc giao thức truyền thông di động trong các dải tần số nhỏ hơn 6 GHz được hỗ trợ bởi môđun NIC tương ứng.

Thẻ giao diện truyền thông di động 222 có thể truyền hoặc nhận tín hiệu vô tuyến với ít nhất một trong số trạm cơ sở 100, thiết bị bên ngoài và máy chủ bằng cách sử dụng mạng truyền thông di động và cung cấp dịch vụ truyền thông di động trong dải tần số thứ hai dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 210. Theo một phương án, thẻ giao diện truyền thông di động 222 có thể bao gồm ít nhất một môđun NIC sử dụng dải tần số lớn hơn hoặc bằng 6 GHz. Ít nhất một môđun NIC của thẻ giao diện truyền thông di động 222 có thể thực hiện việc truyền thông di động độc lập với ít nhất một trong số trạm cơ sở 100, thiết bị bên ngoài

và máy chủ theo các chuẩn hoặc giao thức truyền thông di động ở các dải tần số lớn hơn hoặc bằng 6 GHz được hỗ trợ bởi môđun NIC tương ứng.

Thẻ giao diện truyền thông dải không được cấp phép 223 truyền hoặc nhận tín hiệu vô tuyến với ít nhất một trong số trạm cơ sở 100, thiết bị bên ngoài và máy chủ bằng cách sử dụng dải tần số thứ ba là dải không được cấp phép, và cung cấp dịch vụ truyền thông dải không được cấp phép dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 210. Thẻ giao diện truyền thông dải không được cấp phép 223 có thể bao gồm ít nhất một môđun NIC sử dụng dải không được cấp phép. Ví dụ, dải không được cấp phép có thể là dải 2,4 GHz hoặc 5 GHz. Ít nhất một môđun NIC của thẻ giao diện truyền thông dải không được cấp phép 223 có thể thực hiện việc truyền thông không dây độc lập hoặc phụ thuộc với ít nhất một trong số trạm cơ sở 100, thiết bị bên ngoài và máy chủ theo các chuẩn hoặc các giao thức truyền thông dải không được cấp phép của dải tần số được hỗ trợ bởi môđun NIC tương ứng.

Fig.11 là sơ đồ khối minh họa UE 100 và trạm cơ sở 200 theo một phương án của sáng chế, và các khối được thể hiện riêng biệt là các phần tử được phân chia về mặt logic của thiết bị. Theo đó, các phần tử nêu trên của thiết bị có thể được lắp trong chip duy nhất hoặc các chip theo thiết kế của thiết bị. Ngoài ra, một phần cấu hình của UE 100, ví dụ, giao diện người dùng 140, bộ phận hiển thị 150 và bộ phận tương tự có thể được bố trí ở UE 100 một cách chọn lọc. Ngoài ra, giao diện người dùng 140, bộ phận hiển thị 150 và bộ phận tương tự có thể được bố trí bổ sung ở trạm cơ sở 200, nếu cần thiết.

Trong hệ thống truyền thông không dây NR, thiết bị người dùng có thể truyền bảng mã bao gồm thông tin yêu cầu lặp lại tự động lại (HARQ)-ACK để báo hiệu xem việc tiếp nhận tín hiệu hoặc kênh đường xuống có thành công hay không. Bảng mã HARQ-ACK bao gồm một hoặc nhiều bit biểu thị xem việc tiếp nhận tín hiệu hoặc kênh đường xuống có thành công hay không. Ở đây, kênh đường xuống có thể bao gồm ít nhất một trong số kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH), PDSCH lập lịch bán lưu (semi-persistence scheduling, SPS), và PDCCH để ngắt SPS PDSCH. Bảng mã HARQ-ACK có thể được phân chia thành bảng mã HARQ-ACK bán tĩnh (hoặc bảng mã kiểu thứ nhất) và bảng mã HARQ-ACK động (hoặc bảng mã kiểu thứ hai). Trạm cơ sở có thể thiết lập một trong số hai bảng mã HARQ-ACK cho thiết bị người dùng. Thiết bị người dùng có thể sử dụng bảng mã HARQ-ACK được thiết lập cho thiết bị người dùng.

Khi bảng mã HARQ-ACK bán tĩnh được sử dụng, thì trạm cơ sở có thể sử dụng tín hiệu RRC để tạo cấu hình số lượng bit của bảng mã HARQ-ACK và thông tin để xác định

tín hiệu hoặc kênh đường xuống nào được nhận thành công bởi mỗi bit của bảng mã HARQ-ACK. Do đó, trạm cơ sở không cần thiết báo hiệu thông tin cần thiết để truyền bảng mã HARQ-ACK đến thiết bị người dùng mỗi lần truyền dẫn bảng mã HARQ-ACK cần thiết.

Khi bảng mã HARQ-ACK động được sử dụng, thì trạm cơ sở có thể báo hiệu thông tin cần thiết để tạo ra bảng mã HARQ-ACK thông qua PDCCH (hoặc DCI). Một cách chi tiết, trạm cơ sở có thể báo hiệu thông tin cần thiết để tạo ra bảng mã HARQ-ACK thông qua trường chỉ số chỉ định đường xuống (down assignment index, DAI) của PDCCH (hoặc DCI). Theo một phương án cụ thể, DAI biểu diễn thông tin về số lượng bit của bảng mã HARQ-ACK và về kênh hoặc tín hiệu nào mà mỗi bit của bảng mã HARQ-ACK biểu thị việc tiếp nhận thành công hoặc thất bại. Thiết bị người dùng có thể nhận trường DAI thông qua PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH. Giá trị của trường DAI có thể được phân chia thành DAI bộ đếm và DAI tổng. DAI tổng biểu thị số lượng tín hiệu hoặc kênh đường xuống mà việc tiếp nhận thành công hoặc thất bại được biểu thị thông qua bảng mã HARQ-ACK cho đến dịp giám sát hiện thời (monitoring occasion, MO). DAI bộ đếm biểu thị bit bảng mã HARQ-ACK biểu thị việc tiếp nhận thành công hoặc thất bại đối với các tín hiệu hoặc kênh đường xuống trong số các tín hiệu hoặc kênh đường xuống mà việc tiếp nhận thành công hoặc thất bại được biểu thị thông qua bảng mã HARQ-ACK cho đến ô hiện thời của dịp giám sát hiện thời. PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH có thể bao gồm giá trị của DAI bộ đếm tương ứng với PDSCH được lập lịch. Hơn nữa, PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH có thể bao gồm giá trị của DAI tổng tương ứng với PDSCH được lập lịch. Thiết bị người dùng có thể xác định số lượng bit của bảng mã HARQ-ACK động trên cơ sở thông tin được báo hiệu bởi PDCCH (hoặc DCI). Một cách chi tiết, thiết bị người dùng có thể xác định số lượng bit của bảng mã HARQ-ACK động trên cơ sở DAI của PDCCH (hoặc DCI).

Fig.12 là lưu đồ minh họa ví dụ của báo hiệu giữa thiết bị người dùng và trạm cơ sở mà một phương án của sáng chế có thể áp dụng.

Dựa vào Fig.12, UE nhận, từ trạm cơ sở, thông tin cấu hình RRC bao gồm thông tin để nhận thông tin điều khiển đường xuống (DCI) (S12010).

Ví dụ, thông tin cấu hình RRC có thể bao gồm thông tin liên quan đến tập tài nguyên điều khiển (CORESET) và không gian tìm kiếm để UE phát hiện PDCCH bao gồm thông tin điều khiển đường xuống. Trong trường hợp này, thông tin liên quan đến tập tài nguyên điều

khíên có thể bao gồm ít nhất một trong số mã định danh (ID) của tập tài nguyên điều khiển mà thông qua đó UE có thể phát hiện PDCCH bao gồm DCI, phần tử kênh điều khiển (control channel element, CCE) thông tin cấu hình và độ dài (khoảng thời gian) tập tài nguyên điều khiển, hoặc thông tin tài nguyên tần số. Trong trường hợp này, thông tin liên quan đến không gian tìm kiếm có thể bao gồm ít nhất một trong số mã định danh (ID) của không gian tìm kiếm mà thông qua đó UE có thể phát hiện PDCCH bao gồm DCI, định dạng của DCI mà có thể được phát hiện trong mỗi không gian tìm kiếm, khoảng thời gian phát hiện hoặc thông tin tài nguyên.

Sau đó, UE có thể nhận DCI bằng cách phát hiện PDCCH trong dịp giám sát dựa trên thông tin cấu hình RRC (S12020). UE có thể thu nhận DCI bằng cách phát hiện PDCCH trong không gian tìm kiếm cụ thể của dịp giám sát theo loại dịch vụ và/hoặc dữ liệu dựa trên thông tin cấu hình RRC.

Trong trường hợp này, DAI được bao gồm trong DCI có thể được tạo cấu hình với các bit khác nhau theo định dạng của DCI. Ví dụ, trong định dạng DCI 1_0, DAI có thể được tạo cấu hình với 2 bit, và trong định dạng DCI 1_1, có thể được tạo cấu hình với 1 bit đối với bảng mã HARQ-ACK bán tĩnh, và với 2 bit đối với bảng mã HARQ-ACK động.

Bảng 3 dưới đây thể hiện ví dụ của các bit của DAI theo định dạng DCI.

Bảng 3

	DAI bộ đếm	DAI tổng	UL DAI
Định dạng DCI 0_0	-	-	-
Định dạng DCI 0_1	-	-	Đối với truyền dẫn dựa trên TB 2 bit Đối với truyền dẫn CBG 4 bit (2 bit để tiếp nhận dựa trên TB, 2 bit để tiếp nhận dựa trên CBG)
Định dạng DCI 0_2	-	-	nếu <i>Downlinkassignmentindex-ForDCIFormat0_2</i> không được tạo cấu hình, thì 0 bit Nếu không thì đối với tiếp nhận dựa trên TB 2 bit đối với tiếp nhận dựa trên CBG

			4 bit (2 bit để tiếp nhận dựa trên TB, 2 bit để tiếp nhận dựa trên CBG)
Định dạng DCI 1_0	2 bit	0 bit	-
Định dạng DCI 1_1	2 bit	2 bit	-
Định dạng DCI 1_2	nếu <i>Downlinkassignmentindex-ForDCIFormat1_2</i> không được tạo cấu hình, thì 0 bit Nếu không thì 1 hoặc 2 bit	nếu <i>Downlinkassignmentindex-ForDCIFormat1_2</i> không được tạo cấu hình, thì 0 bit Nếu không thì 0 bit hoặc 2 bit	-

Ngoài ra, UE có thể được cấp phát tài nguyên để tiếp nhận PDSCH hoặc cuộc truyền dẫn của PUSCH thông qua PDCCH (hoặc DCI).

Sau đó, UE có thể nhận PDSCH hoặc truyền PUSCH đến trạm cơ sở thông qua tài nguyên được cấp phát (S12030). Nếu UE nhận PDSCH từ trạm cơ sở, thì UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK biểu thị ACK/NACK của PDSCH nhận được dựa trên giá trị DAI được bao gồm trong PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH, và truyền, đến trạm cơ sở, bảng mã HARQ-ACK được tạo ra bằng cách bao gồm bảng mã này trong thông tin điều khiển đường lên (UCI) (S12040).

Fig.13 minh họa ví dụ của phương pháp đếm số lượng PDSCH được truyền từ trạm cơ sở bởi thiết bị người dùng dựa trên mã giả mà có thể áp dụng vào một phương án của sáng chế.

Phần (a) và phần (b) của Fig.13 minh họa ví dụ của phương pháp tạo ra và truyền bảng mã HARQ-ACK dựa trên giá trị DAI bộ đếm được lưu trữ, giá trị DAI bộ đếm được truyền thông qua DCI cụ thể và giá trị DAI tổng được lưu trữ.

Cụ thể là, tham chiếu đến phần (a) của Fig.13, UE có thể thiết lập giá trị DAI bộ đếm của PDCCH (hoặc DCI) được nhận trong ô phục vụ c của dịp giám sát m thành $V_{C-DALC,m}^{DL}$, giá trị DAI bộ đếm được lưu trữ thành V_{temp} và giá trị DAI tổng được lưu trữ (DAI tổng) thành V_{temp2} . Trong trường hợp này, khoảng T_D của giá trị mà có thể được biểu diễn dưới dạng số lượng bit của DAI có thể được tính toán bằng phương trình 1 dưới đây.

Phương trình 1

$$T_D = 2^{N_{C-DAI}^{DL}}$$

Ở đây, chỉ số dip giám sát m và chỉ số ô c được lược bỏ. Bảng 4 và bảng 5 thể hiện các khoảng của các giá trị trong đó DAI bộ đếm hoặc DAI tổng được biểu diễn theo số lượng bit của DAI bộ đếm hoặc số lượng bit của DAI tổng. Bảng 4 thể hiện ví dụ khi số lượng bit của DAI bộ đếm hoặc số lượng bit của DAI tổng là 2 bit, và bảng 5 thể hiện ví dụ khi số lượng bit của DAI bộ đếm hoặc số lượng bit của DAI tổng là 1 bit.

Bảng 4

DAI MSB, LSB	V_{C-DAI}^{DL} hoặc V_{T-DAI}^{DL}	Số lượng cặp {ô phục vụ, dip giám sát PDCCH} trong đó các cuộc truyền dẫn PDSCH được kết hợp với PDCCH hoặc PDCCH biểu thị sự ngắt SPS PDSCH có mặt, được thể hiện là Y và $Y \geq 1$
0,0	1	$(Y - 1) \bmod T_D + 1 = 1$
0,1	2	$(Y - 1) \bmod T_D + 1 = 2$
1,0	3	$(Y - 1) \bmod T_D + 1 = 3$
1,1	4	$(Y - 1) \bmod T_D + 1 = 4$

Bảng 5

DAI	V_{C-DAI}^{DL}	Số lượng cặp {ô phục vụ, dip giám sát PDCCH} trong đó các cuộc truyền dẫn PDSCH được kết hợp với PDCCH hoặc PDCCH biểu thị sự ngắt SPS PDSCH có mặt, được thể hiện là Y và $Y \geq 1$
0	1	$(Y - 1) \bmod T_D + 1 = 1$
1	2	$(Y - 1) \bmod T_D + 1 = 2$

Trong trường hợp này, mã giả để tạo ra bảng mã HARQ-ACK được thể hiện trên bảng 6 dưới đây.

Bảng 6

Thiết lập $m = 0$ - PDCCH với định dạng DCI lập lịch sự tiếp nhận PDSCH hoặc chỉ số dịp giám sát ngắt SPS PDSCH: chỉ số thấp hơn tương ứng với dịp giám sát PDCCH sớm hơn

Thiết lập $j = 0$

Thiết lập $V_{temp} = 0$

Thiết lập $V_{temp2} = 0$

Thiết lập $V_s = \emptyset$

Thiết lập N_{cells}^{DL} thành số lượng ô phục vụ được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn đối với UE

Thiết lập M thành số lượng dịp giám sát PDCCH

khi $m < M$

Thiết lập $c = 0$ - Chỉ số ô phục vụ: các chỉ số thấp hơn tương ứng với các chỉ số RRC thấp hơn của ô tương ứng

khi $c < N_{cells}^{DL}$

nếu dịp giám sát PDCCH m trước sự thay đổi DL BWP kích hoạt trên ô phục vụ c hoặc sự thay đổi UL BWP kích hoạt trên PCell và sự thay đổi DL BWP kích hoạt không được kích hoạt trong dịp giám sát PDCCH m

$$c = c + 1$$

nếu không thì

nếu có PDSCH trên ô phục vụ c được kết hợp với PDCCH trong dịp giám sát PDCCH m , hoặc có PDCCH biểu thị sự ngắt SPS PDSCH trên ô phục vụ c

$$\text{nếu } V_{C-DAI, m}^{DL} \leq V_{temp}$$

$$j = j + 1$$

kết thúc nếu

$$V_{temp} = V_{C-DAI, m}^{DL}$$

$$\text{nếu } V_{T-DAI, m}^{DL} = \emptyset$$

$$V_{temp2} = V_{C-DAI, m}^{DL}$$

nếu không thì

$$V_{temp2} = V_{T-DAI, m}^{DL}$$

kết thúc nếu

nếu *harq-ACK-SpatialBundlingPUCCH* không được tạo ra và UE được tạo cấu hình bởi *maxNrofCodeWordsScheduledByDCI* với sự tiếp nhận hai khối vận chuyển cho ít nhất một DL BWP được tạo cấu hình của ít nhất một ô phục vụ,

$\delta_{2 \cdot T_D \cdot j + 2(V_{C-DAL,c,m}^{DL} - 1) + 1}^{ACK}$ bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với khối vận chuyển thứ nhất của ô này

$\delta_{2 \cdot T_D \cdot j + 2(V_{C-DAL,c,m}^{DL} - 1) + 1}^{ACK}$ = bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với khối vận chuyển thứ hai của ô này

$$V_s = V_s \cup \{2 \cdot T_D \cdot j + 2(V_{C-DAL,c,m}^{DL} - 1), 2 \cdot T_D \cdot j + 2(V_{C-DAL,c,m}^{DL} - 1) + 1\}$$

hoặc nếu *harq-ACK-SpatialBundlingPUCCH* được tạo ra cho UE và *m* là dịp giám sát cho PDCCH với định dạng DCI mà hỗ trợ việc tiếp nhận PDSCH với hai khối vận chuyển và UE được tạo cấu hình bởi *maxNrofCodeWordsScheduledByDCI* với sự tiếp nhận hai khối vận chuyển trong ít nhất một DL BWP được tạo cấu hình của ô phục vụ

$\delta_{T_D \cdot j + (V_{C-DAL,c,m}^{DL} - 1)}^{ACK}$ = phép toán AND nhị phân của các bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với các khối vận chuyển thứ nhất và thứ hai của ô này

$$V_s = V_s \cup \{T_D \cdot j + V_{C-DAL,c,m}^{DL} - 1\}$$

nếu không thì

$\delta_{T_D \cdot j + (V_{C-DAL,c,m}^{DL} - 1)}^{ACK}$ = bit thông tin HARQ-ACK của ô này

$$V_s = V_s \cup \{T_D \cdot j + V_{C-DAL,c,m}^{DL} - 1\}$$

kết thúc nếu

kết thúc nếu

$$c = c + 1$$

kết thúc nếu

kết thúc khi

$$m = m + 1$$

kết thúc khi

if $V_{temp,2} < V_{temp}$

$$j = j + 1$$

kết thúc nếu

nếu *harq-ACK-SpatialBundlingPUCCH* không được tạo ra cho UE và UE được tạo cấu hình bởi *maxNrofCodeWordsScheduledByDCI* với sự tiếp nhận hai khối vận chuyển cho ít nhất một DL BWP được tạo cấu hình của ô phục vụ,

$$O^{ACK} = 2 \cdot (T_D \cdot j + V_{temp,2})$$

nếu không thì

$$O^{ACK} = T_D \cdot j + V_{temp,2}$$

kết thúc nếu

Trong trường hợp này, nhờ sử dụng mã giả của bảng 6, UE có thể so sánh các giá trị V_{temp} và $V_{C-DAL,c,m}$ như được minh họa trên phần (a) của Fig.13 để xác định xem việc tiếp nhận PDSCH có được lược bỏ hay không do thất bại trong việc tiếp nhận PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH được truyền từ trạm cơ sở.

Ví dụ, như được minh họa trên phần (a) của Fig.13, khi UE nhận cấu hình DAI bộ đếm 2 bit, thì UE có thể tính toán $T_D = 2^2 = 4$ và thấy rằng khoảng mà có thể được biểu

diễn dưới dạng số lượng bit của DAI bộ đếm là từ 1 đến 4. Khi một PDCCH (hoặc DCI) được nhận, thì nó có thể được nhận biết rằng PDSCH được truyền liên tục mà không mất đi khi giá trị $V_{C-DAI,c,m}$ của DAI bộ đếm của PDCCH (hoặc DCI) là '1' và giá trị V_{temp} là '4'. Tuy nhiên, khi nhận một PDCCH (hoặc DCI), UE có thể nhận biết rằng PDSCH được lập lịch bởi PDCCH (hoặc DCI) với giá trị của DAI bộ đếm là '1' bị bỏ qua khi giá trị $V_{C-DAI,c,m}$ của DAI bộ đếm của PDCCH (hoặc DCI) là '2' và giá trị V_{temp} là '4', và có thể biểu thị HARQ-ACK cho PDSCH này là NACK.

Hơn nữa, như được minh họa trên phần (b) của Fig.13, UE có thể nhận biết sự bỏ qua cuộc truyền dẫn của PDSCH được lập lịch bởi PDCCH của trạm cơ sở bằng cách so sánh các giá trị V_{temp2} và V_{temp} được lưu trữ, mà là các giá trị DAI tổng được lưu trữ. Ví dụ, như được minh họa trên phần (b) của Fig.13, khi UE nhận cấu hình DCI tổng 2 bit, $T_D = 2^2 = 4$ được tính toán và khoảng mà có thể được biểu diễn trong số lượng bit của DAI tổng là từ 1 đến 4. Khi giá trị của DAI tổng V_{temp2} của PDCCH (hoặc DCI) được nhận cuối cùng bởi UE là '1' và giá trị V_{temp} là '4', thì có thể nhận biết rằng PDSCH đã không bị bỏ qua kể từ PDCCH được nhận cuối cùng. Tuy nhiên, khi giá trị DAI tổng V_{temp2} của PDCCH (hoặc DCI) được nhận cuối cùng bởi UE là '2' và giá trị V_{temp} là '4', thì UE có thể nhận biết rằng PDSCH được lập lịch bởi một PDCCH (hoặc DCI) đã bị bỏ qua kể từ PDCCH được nhận cuối cùng, và có thể biểu thị HARQ-ACK cho PDSCH này là NACK.

Trên bảng 6, kích thước của bảng mã HARQ-ACK cuối cùng của UE có thể được xác định bởi giá trị của O^{ACK} .

Định dạng DCI mới để cấp các dịch vụ truyền thông có độ tin cậy siêu cao và độ trễ thấp (URLLC) có thể được đưa vào. Định dạng DCI mới này có đặc trưng là có khả năng thiết lập độ dài của mỗi trường của DCI để làm giảm kích thước bit. Sau đây, định dạng DCI mới được đưa vào sẽ được gọi là định dạng DCI 0_2 và định dạng DCI 1_2.

Định dạng DCI 0_2 là định dạng DCI để lập lịch PUSCH, và định dạng DCI 1_2 là định dạng DCI để lập lịch PDSCH.

Ngoài ra, trong NR bản phát hành 16, tối đa hai bảng mã HARQ-ACK có thể được tạo ra theo loại dịch vụ. Ví dụ, một bảng mã HARQ-ACK có thể được tạo ra bằng cách thu thập thông tin HARQ-ACK về các PDSCH cho dịch vụ eMBB, và một bảng mã HARQ-ACK có thể được tạo ra bằng cách thu thập thông tin HARQ-ACK về các PDSCH cho dịch vụ URLLC. Trong các định dạng DCI 1_0, 1_1 và 1_2 để lập lịch PDSCH, cần được biểu thị bảng mã HARQ-ACK nào mà thông tin HARQ-ACK về PDSCH được lập lịch được

bao gồm trong đó. Trong trường hợp này, các phương pháp khác nhau có thể được sử dụng làm phương pháp để biểu thị thông tin HARQ-ACK.

Ví dụ, bằng cách thêm trường 1 bit riêng vào định dạng DCI, chỉ số 1 có thể biểu thị HARQ-ACK cho PDSCH có độ ưu tiên cao chẳng hạn như dịch vụ URLLC, và chỉ số 0 có thể biểu thị HARQ-ACK cho PDSCH có độ ưu tiên thấp chẳng hạn như dịch vụ eMBB.

Theo cách khác, HARQ-ACK của PDSCH cho URLLC và HARQ-ACK của PDSCH cho eMBB có thể được phân biệt bằng các thông số và/hoặc các phương pháp sau.

- Các HARQ-ACK có thể được phân biệt bởi các RNTI khác nhau. Nghĩa là, dựa trên các RNTI khác nhau của PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH của URLLC và PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH của eMBB, UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK bằng cách phân biệt giữa HARQ-ACK của PDSCH cho URLLC và HARQ-ACK của PDSCH cho eMBB.

- Các HARQ-ACK có thể được phân biệt theo CORESET trong đó PDCCH được truyền. Nghĩa là, dựa trên CORESET trong đó PDSCH của URLLC được truyền và CORESET trong đó PDSCH của eMBB được truyền, UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK bằng cách phân biệt giữa HARQ-ACK của PDSCH cho URLLC và HARQ-ACK của PDSCH cho eMBB.

- Các HARQ-ACK có thể được phân biệt theo định dạng DCI. Nghĩa là, dựa trên định dạng DCI để lập lịch PDSCH của URLLC và định dạng DCI để lập lịch PDSCH của eMBB, UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK bằng cách phân biệt giữa HARQ-ACK của PDSCH cho URLLC và HARQ-ACK của PDSCH cho eMBB. Ví dụ, định dạng DCI 0_0 hoặc định dạng DCI 1_0 luôn luôn lập lịch PUSCH hoặc PDSCH có độ ưu tiên thấp. Ngoài ra, định dạng DCI 0_1 hoặc định dạng DCI 1_1 luôn luôn lập lịch PUSCH hoặc PDSCH có độ ưu tiên thấp. Ngoài ra, định dạng DCI 0_2 hoặc định dạng DCI 1_2 luôn luôn lập lịch PUSCH hoặc PDSCH có độ ưu tiên cao.

Dựa trên các phương pháp được mô tả ở trên, UE có thể biết độ ưu tiên của mỗi PDSCH được truyền từ trạm cơ sở, và có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK bằng cách thu thập các HARQ-ACK của các PDSCH tương ứng với cùng độ ưu tiên. Sau đây, bảng mã HARQ-ACK được mô tả theo sáng chế tham chiếu đến bảng mã HARQ-ACK cho các HARQ-ACK của các PDSCH tương ứng với cùng độ ưu tiên, trừ khi được nêu khác đi.

Fig.14 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-ACK dựa trên thông tin

điều khiển đường xuống có định dạng khác theo một phương án của sáng chế.

DAI được nhận từ PDCCH (hoặc DCI) bao gồm DAI bộ đếm và DAI tổng, và mỗi trong số DAI bộ đếm và DAI tổng có thể được tạo cấu hình với tối đa 2 bit. Tuy nhiên, trong định dạng DCI 1_0, số lượng bit của DAI bộ đếm được cố định thành 2 bit, và trong định dạng DCI 1_1, số lượng bit của DAI bộ đếm có thể được thiết lập để được cố định thành 2 bit và số lượng bit của DAI tổng có thể được thiết lập để được cố định thành 2 bit.

Độ dài của mỗi trường DCI của định dạng DCI 1_2 và định dạng DCI 0_2 cho UE có thể được thiết lập bởi trạm cơ sở. Ví dụ, trạm cơ sở có thể thiết lập độ dài của trường DAI để tạo ra bảng mã HARQ-ACK trong định dạng DCI 1_2. Trong định dạng DCI 1_2, độ dài của trường DAI có thể được thiết lập thành một trong số 0 bit, 1 bit, 2 bit hoặc 4 bit. Nếu độ dài của trường DAI được thiết lập thành 1 bit hoặc 2 bit, thì DAI bộ đếm là 1 bit hoặc 2 bit và DAI tổng là 0 bit. Nếu độ dài của trường DAI được thiết lập thành 4 bit, thì DAI bộ đếm là 2 bit và DAI tổng là 2 bit.

Dựa vào Fig.14, PDSCH tương ứng với một bảng mã HARQ-ACK của một UE có thể được lập lịch theo định dạng DCI 1_0, định dạng DCI 1_1 hoặc định dạng DCI 1_2. Nghĩa là, các định dạng DCI của PDSCH tương ứng với một bảng mã HARQ-ACK có thể có các kích thước bit DAI bộ đếm có các độ dài khác nhau. Sau đây, khi các định dạng DCI có các kích thước bit DAI bộ đếm có các độ dài khác nhau, thì phương pháp tạo ra bảng mã HARQ-ACK sẽ được mô tả.

Fig.15 minh họa ví dụ khác của phương pháp để truyền HARQ-Ack dựa trên thông tin điều khiển đường xuống có định dạng khác theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.15, UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK cho PDSCH được lập lịch bởi mỗi PDCCH có định dạng DCI khác và truyền bảng mã HARQ-ACK này đến trạm cơ sở.

Cụ thể là, như được mô tả ở trên, khi định dạng DCI được thay đổi, thì số lượng bit của trường DAI được bao gồm trong mỗi mẫu DCI cũng có thể thay đổi. Trong trường hợp này, UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK bao gồm bit HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch bởi PDCCH (hoặc DCI) của trường DAI có số lượng bit khác và truyền bảng mã HARQ-ACK này đến trạm cơ sở.

Trong trường hợp này, UE khó đếm DAI nhận được, vì số lượng bit của trường DAI là khác nhau. Nghĩa là, khi giá trị bit của trường DAI của PDCCH (hoặc DCI) thứ nhất là

“0” và giá trị bit của trường DAI của DCI thứ hai là “11”, thì UE khó xác định xem hai PDSCH nhận được có được truyền liên tục hay không.

Theo đó, khi số lượng bit của DAI bộ đếm của mỗi trong số các PDCCH (hoặc DCI) nhận được khác nhau, thì UE có thể nhận biết thứ tự của PDSCH nhận được bằng cách so khớp số lượng bit của DAI bộ đếm giống nhau. Nghĩa là, UE có thể so khớp các số lượng bit bằng cách nhận biết rằng chỉ một số bit trong số các bit của DAI bộ đếm với số lượng bit lớn hơn là các bit có giá trị, và có thể so khớp các số lượng bit bằng cách mở rộng và dịch chuyển các bit của DAI bộ đếm với số lượng bit nhỏ hơn.

Đề xuất 1: tạo ra bảng mã HARQ-ACK bằng cách nhận biết chỉ một số bit trong số các bit của DAI bộ đếm là các bit có giá trị.

Khi các số lượng bit của các trường DAI bộ đếm của định dạng DCI được giám sát bởi UE khác nhau, thì chỉ một số bit trong số các bit của DAI bộ đếm có số lượng bit lớn hơn được nhận biết là các bit có giá trị để tạo ra bảng mã HARQ-ACK. Trong trường hợp này, số lượng bit có giá trị bằng số lượng bit của trường DAI với số lượng bit nhỏ hơn trong số các trường DAI của PDCCH (hoặc DCI) nhận được. Ngoài ra, trong định dạng DCI 1_0 và định dạng DCI 1_1, số lượng bit của DAI bộ đếm có thể được cố định thành 2 bit, và trong định dạng DCI 1_2, số lượng bit của DAI bộ đếm có thể được thiết lập thành 0 bit, 1 bit hoặc 2 bit, và do đó trường DAI với số lượng bit nhỏ hơn trong số các trường DAI có số lượng bit giống với số lượng bit của DAI bộ đếm được bao gồm trong định dạng DCI 1_2. Nghĩa là, khi UE được tạo cấu hình để giám sát định dạng DCI 1_2, thì UE có thể nhận biết rằng số lượng bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 là số lượng bit có giá trị, và có thể nhận biết rằng trong số DAI bộ đếm 2 bit của định dạng DCI 1_0 hoặc định dạng DCI 1_1, chỉ số lượng bit có giá trị là các bit có giá trị đối với DAI bộ đếm.

Cụ thể là, khi kích thước bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 được thiết lập thành N_{C-DAI} bit, thì chỉ (các) bit N_{C-DAI} có thể được xác định là có giá trị trong số 2 bit của các trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_0 và định dạng DCI 1_1, mà là các định dạng khác của DCI. Trong trường hợp này, (các) bit được xác định là có giá trị có thể là (các) bit LSB N_{C-DAI} hoặc (các) bit MSB N_{C-DAI} .

Ngoài ra, giá trị DAI bộ đếm có thể được xác định theo giá trị của (các) bit N_{C-DAI} . Ví dụ, khi giá trị của N_{C-DAI} là '1', thì số lượng bit có giá trị là 1. Trong trường hợp này, khi giá trị nhị phân của bit có giá trị là 0, thì giá trị DAI bộ đếm là 1, và khi giá trị nhị phân của bit có giá trị là 1, thì giá trị DAI bộ đếm là 2.

Khi giá trị của N_{C-DAI} là '2', thì số lượng bit có giá trị là 2. Trong trường hợp này, khi giá trị nhị phân của các bit có giá trị là 00, thì giá trị DAI bộ đếm là 1, và khi giá trị nhị phân là 01, thì giá trị DAI bộ đếm là 2. Hơn nữa, khi giá trị nhị phân là 10, thì giá trị DAI bộ đếm là 3, và khi giá trị nhị phân là 11, thì giá trị DAI bộ đếm là 4.

Ví dụ, khi N_{C-DAI} , mà là kích thước bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2, được tạo cấu hình là 1 bit như được minh họa trên phần (a) của Fig.15, thì UE có thể nhận biết rằng chỉ 1 bit của LSB hoặc MSB trong số 2 bit của các DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_0 và định dạng DCI 1_1 là số lượng bit có giá trị của DAI bộ đếm.

Nghĩa là, trong số các số lượng bit của các trường DAI bộ đếm của DCI nhận được, số lượng bit của trường DAI bộ đếm với số lượng bit nhỏ nhất được xác định là số lượng bit có giá trị, và bằng cách nhận biết rằng chỉ một số bit trong số LSB hoặc MSB là có giá trị trong số các bit của các trường DAI bộ đếm của DCI còn lại, các kích thước bit của các DAI bộ đếm của các mẫu DCI nhận được có thể được so khớp giống nhau.

UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK nhờ chỉ sử dụng bit N_{C-DAI} có giá trị trong trường DAI bộ đếm của mỗi định dạng DCI. Ví dụ, phần (a) của Fig.15 minh họa giá trị nhị phân của DAI bộ đếm khi giá trị của N_{C-DAI} , mà là kích thước bit có giá trị của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2, được thiết lập thành 1 bit.

Như được minh họa trên phần (a) của Fig.15, DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_1 có thể có các giá trị nhị phân là 00, 01, 10 và 11 trong 2 bit, nhưng chỉ 1 bit, mà là LSB, có thể có giá trị. Các giá trị nhị phân không có giá trị được đánh dấu x. Trong cùng dịp giám sát, giá trị DAI bộ đếm có thể được tăng lên một theo thứ tự tăng dần của chỉ số ô.

Cụ thể là, giá trị của DAI bộ đếm là giá trị được xác định theo số lượng PDCCH được truyền lên đến ô hiện thời của dịp giám sát hiện thời. Nếu X PDCCH đã được truyền cho đến $(X-1 \bmod 2^{N_{C-DAI}})$, thì giá trị DAI bộ đếm được xác định là +1. UE có thể xác định xem có PDCCH mà đã không được nhận hay không bằng cách sử dụng giá trị của DAI bộ đếm.

Khi định dạng của DCI nhận được là định dạng DCI 1_1 và định dạng của DCI nhận được tiếp theo là định dạng 1_1, thì UE có thể thiết lập bit có giá trị của DAI bộ đếm thành 1 bit. Trong trường hợp này, chỉ MSB hoặc LSB của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_1 có thể được nhận biết là bit có giá trị, và bit không có giá trị của DAI bộ đếm không được sử dụng để tính toán giá trị của DAI bộ đếm.

Ví dụ, khi số lượng N_{C-DAI} bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 được nhận như được minh họa trên phần (a) của Fig.15 là 1 bit, thì UE có thể xác định rằng số lượng bit có giá trị là 1 bit, và thậm chí nếu số lượng bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_1 được thiết lập thành 2 bit, thì chỉ 1 MSB hoặc LSB trong số 2 bit có thể được sử dụng để xác định giá trị DAI bộ đếm. Theo đó, 1 bit không có giá trị được đánh dấu 'x' trên phần (a) của Fig.15 không được sử dụng để xác định giá trị DAI bộ đếm.

Nếu bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 là '0', thì giá trị của DAI bộ đếm có thể được xác định là 1. Trong trường hợp này, khi 2 bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_1 được truyền tiếp theo là '11' hoặc '01', thì UE có thể xác định giá trị của DAI bộ đếm bằng cách sử dụng chỉ '1', mà là giá trị của LSB, mà là bit có giá trị. Do đó, giá trị của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_1 có thể được nhận biết là 2.

Ngoài ra, đề xuất 1 có thể được hiểu như sau. Khi các bit của DAI bộ đếm 2 bit của định dạng DCI 1_0 hoặc định dạng DCI 1_1 là '00', thì UE xác định giá trị của DAI bộ đếm là 1, và khi '01', thì xác định giá trị của DAI bộ đếm là 2, khi '10', thì xác định giá trị của DAI bộ đếm là 3, và khi '11', thì xác định giá trị của DAI bộ đếm là 4.

Khi UE nhận cấu hình trong đó số lượng bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 là 1 bit, thì UE có thể xác định giá trị của DAI bộ đếm là 1 hoặc 2. Ở đây, khi giá trị của DAI bộ đếm 2 bit là C_2 , thì C_2 có một trong số 1, 2, 3 và 4. Khi giá trị của DAI bộ đếm 1 bit là C_1 , thì C_1 có một trong số 1 và 2.

Trong trường hợp này, giá trị C_2 của DAI bộ đếm 2 bit có thể được chuyển đổi thành giá trị bit giống với giá trị C_1 của DAI bộ đếm 1 bit thông qua $C_1 = (C_2 - 1) \bmod 2 + 1$. Phương pháp này có hiệu quả giống với việc xác định rằng 1 bit của LSB là có giá trị và dịch 1 LSB là giá trị DAI bộ đếm 1 bit theo đề xuất 1.

Khi giá trị DAI bộ đếm của PDCCH (hoặc DCI) nhận được trước là 1 và giá trị DAI bộ đếm của PDCCH (hoặc DCI) nhận được sau là 1, thì UE có thể nhận biết rằng hai PDCCH không được truyền liên tiếp, và ít nhất một PDCCH đã được truyền giữa hai PDCCH, nhưng UE không nhận nó.

Tuy nhiên, khi việc tiếp nhận hai PDCCH liên tiếp thất bại, thì UE có thể không nhận biết nó. Nghĩa là, khi N_{C-DAI} được thiết lập thành 1 bit, có thể phát hiện sự thất bại tiếp nhận đối với nhiều nhất một PDCCH, nhưng không phải là không thể phát hiện sự thất bại tiếp nhận đối với hai hoặc nhiều hơn hai PDCCH liên tiếp.

Như được mô tả ở trên, trong các định dạng DCI 1_0 và 1_1, DAI bộ đếm được cố định thành 2 bit. Do đó, trong các định dạng DCI 1_0 và 1_1, DAI bộ đếm trong đó số lượng bit là 2 có thể phát hiện sự thất bại tiếp nhận đối với tối đa ba PDCCH liên tiếp. Tuy nhiên, hiệu suất phát hiện sự thất bại tiếp nhận PDCCH có thể bị suy giảm bằng cách thiết lập số lượng bit có giá trị thành 1 bit, mà là số lượng bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 theo đề xuất 1.

Đề xuất 2: tạo ra bảng mã HARQ-ACK dựa trên số lượng bit lớn nhất trong số các bit của DAI bộ đếm.

Trong trường hợp đề xuất 1, như được mô tả ở trên, vì số lượng bit có giá trị của DAI bộ đếm chỉ là 1 bit, nên không phải là không thể nhận biết rằng hai hoặc nhiều hơn hai PDCCH liên tiếp không được phát hiện. Do đó, có thể không dễ dàng phát hiện sự thất bại tiếp nhận đối với PDCCH.

Để giải quyết vấn đề này, khi số lượng bit của DAI bộ đếm thay đổi tùy thuộc vào định dạng của DCI, thì giá trị của DAI bộ đếm có thể được xác định bằng cách mở rộng và diễn dịch số lượng bit của DAI bộ đếm dựa trên số lượng bit nhiều hơn.

Cụ thể là, khi DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 được tạo cấu hình với N_{C-DAI} bit theo kích thước bit, thì DAI bộ đếm N_{C-DAI} bit được mở rộng và được diễn dịch là giá trị DAI bộ đếm 2 bit. Ngoài ra, có thể xác định được rằng DAI bộ đếm 2 bit đối với định dạng DCI 1_0 và định dạng DCI 1_1 là có giá trị.

Ví dụ, như được minh họa trên phần (b) của Fig.15, định dạng DCI 1_0 và định dạng DCI 1_1 bao gồm DAI bộ đếm hai bit, và do đó, khi các bit của DAI bộ đếm là '00' theo số nhị phân, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 1, và khi các bit là '01' theo số nhị phân, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 2. Ngoài ra, khi các bit của DAI bộ đếm là 10 theo số nhị phân, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 3, và khi các bit của DAI bộ đếm là 11 theo số nhị phân, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 4.

Trong trường hợp này, khi giá trị của N_{C-DAI} , mà là kích thước bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2, là 1 bit, thì UE có thể mở rộng và diễn dịch số lượng bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 là 2 bit. Ví dụ, khi 1 bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 được mở rộng và được diễn dịch là 2 bit khi nó là '0', DAI bộ đếm có thể có giá trị bit là '00' hoặc '10'. Do đó, giá trị DAI bộ đếm có thể được mở rộng và được diễn dịch là 1 hoặc 3.

Theo cách khác, khi 1 bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 được mở rộng và được diễn dịch là 2 bit khi nó là '1', DAI bộ đếm có thể có giá trị bit là '01' hoặc '11'. Do đó, giá trị DAI bộ đếm có thể được mở rộng và được diễn dịch là 2 hoặc 4.

Khi DAI bộ đếm với kích thước 1 bit của định dạng DCI 1_2 được mở rộng và được diễn dịch là 2 bit bởi đề xuất 2, thì giá trị của DAI bộ đếm có thể có hai hoặc nhiều hơn hai giá trị ứng viên bằng phép diễn dịch được mở rộng. Trong trường hợp này, UE có thể nhận biết rằng giá trị với số lượng PDCCH không liên tiếp nhỏ nhất là giá trị của DAI bộ đếm. Nghĩa là, khi được diễn dịch bằng cách mở rộng số lượng bit của DAI bộ đếm, UE có thể xác định giá trị tương ứng với giá trị với số lượng PDCCH không được phát hiện nhỏ nhất là giá trị của DAI bộ đếm.

Ví dụ, khi giá trị của DAI bộ đếm 2 bit của DCI nhận được trước là 3 và bit của DAI bộ đếm 1 bit của PDCCH (hoặc DCI) nhận được sau là '1', thì UE có thể xác định, là DAI bộ đếm, giá trị 4, mà là giá trị với số lượng PDCCH không được phát hiện nhỏ nhất trong số giá trị ứng viên 2 hoặc 4 mà có thể là giá trị của DAI bộ đếm, bằng cách mở rộng và diễn dịch DAI bộ đếm 1 bit là 2 bit. Nói cách khác, khi xác định được rằng DAI bộ đếm của PDCCH (hoặc DCI) nhận được sau là 2, thì xác định được rằng các tiếp nhận đối với hai PDCCH (hoặc DCI) với các giá trị DAI bộ đếm là 4 và 1 đã thất bại. Tuy nhiên, khi xác định được rằng DAI bộ đếm của PDCCH (hoặc DCI) nhận được là 4, thì UE xác định rằng không có PDCCH (hoặc DCI) nào đã không được nhận. Khi xác suất rằng UE không nhận được PDCCH là p , thì xác suất xác định rằng DAI bộ đếm là 2 và việc tiếp nhận đối với hai PDCCH liên tiếp (hoặc DCI) thất bại là p^2 , và xác suất xác định rằng DAI bộ đếm là 4 và không có sự thất bại tiếp nhận PDCCH (hoặc DCI) là $1-p$. Nói chung, p là giá trị rất nhỏ để trạm cơ sở cho phép UE nhận thành công PDCCH (hoặc DCI). Do đó, DAI bộ đếm 4 với xác suất $1-p$ xảy ra thường xuyên hơn so với DAI bộ đếm 2 với xác suất p^2 . Do đó, trong trường hợp ở trên, giá trị của DAI bộ đếm có nhiều khả năng là 4 hơn 2, và do đó có thể mong muốn xác định DAI bộ đếm là 4.

Bảng 7 dưới đây thể hiện ví dụ của các giá trị của DAI bộ đếm được mở rộng và được diễn dịch cho DAI bộ đếm của DCI nhận được trước khi bit của DAI bộ đếm được mở rộng và được diễn dịch. Ở đây, DAI bộ đếm là 1 bit, và giá trị của DAI bộ đếm của DCI nhận được trước là 2 bit.

Bảng 7

V_{temp} DAI bộ đếm	1(00)	2(01)	3(10)	4(11)
1 hoặc 3 (0)	3	3	1	1
2 hoặc 4 (1)	2	4	4	2

Trên bảng 7, số trong dấu ngoặc đơn có nghĩa là mỗi giá trị bit.

Đối với ví dụ khác của đề xuất 2, định dạng DCI 1_0 và định dạng DCI 1_1 bao gồm DAI bộ đếm hai bit, và do đó, khi các bit của DAI bộ đếm là '00' theo số nhị phân, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 1, và khi các bit là '01' theo số nhị phân, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 2. Ngoài ra, khi các bit của DAI bộ đếm là 10 theo số nhị phân, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 3, và khi các bit của DAI bộ đếm là 11 theo số nhị phân, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 4.

Trong trường hợp này, khi giá trị của N_C -DAI, mà là kích thước bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2, là 0 bit, thì UE có thể mở rộng và diễn dịch số lượng bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 là 2 bit. Trong trường hợp này, vì kích thước của DAI bộ đếm là 0 bit, khi nó được mở rộng và được diễn dịch là 2 bit, thì DAI bộ đếm 0 bit có thể có bốn giá trị ứng viên.

Khi giá trị DAI bộ đếm được mở rộng và được diễn dịch là giá trị với số lượng PDCCH không được phát hiện nhỏ nhất trong số bốn giá trị ứng viên, thì UE có thể xác định giá trị DAI bộ đếm là giá trị liên tiếp với giá trị DAI bộ đếm của DCI nhận được trước.

Bảng 8 dưới đây thể hiện ví dụ của các giá trị DAI bộ đếm được mở rộng và được diễn dịch cho DAI bộ đếm của DCI nhận được trước khi bit của DAI bộ đếm được mở rộng và được diễn dịch. Ở đây, DAI bộ đếm là 0 bit, và giá trị của DAI bộ đếm của DCI nhận được trước là 2 bit.

Bảng 8

V_{temp} DAI bộ đếm	1(00)	2(01)	3(10)	4(11)
Trống	1	2	3	4

Nghĩa là, khi kích thước bit của DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 nhỏ hơn 2 bit, thì có thể có các giá trị DAI bộ đếm 2 bit khả thi. UE có thể chọn một giá trị trong số các giá trị DAI bộ đếm 2 bit khả thi.

Để chọn một trong số các giá trị ứng viên, phương pháp cụ thể sau có thể được sử dụng.

Khi giá trị DAI bộ đếm của PDCCH được nhận ngay trước là C và DAI bộ đếm nhận được hiện thời của định dạng DCI 1_2 được hiểu là 2 bit, giả sử rằng các giá trị DAI bộ đếm 2 bit khả thi là $i_1, i_2, \dots$. UE cần xác định một giá trị trong số $i_1, i_2, \dots$ là giá trị DAI bộ đếm 2 bit bằng cách sử dụng giá trị V_{temp} hoặc C.

UE có thể tính toán giá trị của Y dựa trên phương trình 2 dưới đây theo thứ tự $x=1, 2, 3 \dots$.

Phương trình 2

$$Y = ((V_{\text{temp}} \text{ hoặc } C) + x - 1 \bmod 4) + 1$$

Nếu Y là một giá trị trong số $i_1, i_2, \dots$, thì UE xác định rằng giá trị của DAI bộ đếm 2 bit là Y. Đây là phương pháp thiết lập giá trị DAI bộ đếm 2 bit để cực tiểu hóa số lượng PDCCH mà đã không được nhận kể từ PDCCH nhận được ngay trước cho đến định dạng DCI 1_2 được nhận hiện thời.

Trên bảng 4 và bảng 5, V_{temp} là giá trị (khi định dạng DCI nhận được cuối cùng trước là định dạng DCI 1_2, giá trị được hiểu là giá trị DAI bộ đếm 2 bit) của DAI bộ đếm với kích thước 2 bit ngay trước (nghĩa là, ô với chỉ số ô thấp trong dịp giám sát hiện thời hoặc PDCCH được nhận cuối cùng trong dịp giám sát trước).

Ví dụ, khi giá trị V_{temp} là 1 và DAI bộ đếm nhận được hiện thời của định dạng DCI 1_2 là 0 theo số nhị phân, DAI bộ đếm có thể có giá trị là 1 hoặc 3. Khi xác định được rằng giá trị DAI bộ đếm là 3, thì nó biểu thị trường hợp trong đó một PDCCH (giá trị DAI bộ đếm là 2) đã được truyền giữa PDCCH nhận được trước (giá trị DAI bộ đếm là 1) và PDCCH nhận được hiện thời (giá trị DAI bộ đếm là 3), nhưng sự tiếp nhận nó đã thất bại. Khi xác định được rằng giá trị DAI bộ đếm là 1, thì nó biểu thị trường hợp trong đó ba PDCCH (các giá trị DAI bộ đếm là 2, 3 và 4) đã được truyền giữa PDCCH nhận được trước (giá trị DAI bộ đếm là 1) và PDCCH nhận được hiện thời (giá trị DAI bộ đếm là 1), nhưng các sự tiếp nhận chúng đã thất bại. Giả sử rằng số lượng PDCCH nhỏ nhất đã được truyền theo phương án ở trên nhưng sự tiếp nhận nó đã thất bại, và có thể xác định được rằng giá trị của DAI bộ đếm của PDCCH nhận được hiện thời là 3.

Theo các đề xuất 1 và 2, chỉ DAI bộ đếm được sử dụng khi tạo ra bảng mã HARQ-ACK, nhưng bảng mã HARQ-ACK có thể được tạo ra bằng cách sử dụng thêm giá trị DAI

tổng. Ví dụ, trong định dạng DCI 1_2, DAI tổng có thể được tạo cấu hình với N_{T-DAI} bit. Trong trường hợp này, tương tự với phương pháp của đề xuất 1, chỉ LSB (hoặc MSB) N_{T-DAI} bit trong trường DAI tổng hai bit của định dạng DCI 1_1 bao gồm trường DAI tổng 2 bit được xác định là các bit có giá trị, và giá trị DAI tổng có thể được xác định dựa trên N_{T-DAI} bit có giá trị.

Theo một phương án khác của sáng chế, bảng mã HARQ-ACK có thể được tạo ra bằng cách sử dụng giá trị DAI tổng 2 bit. Giá trị DAI tổng được xác định theo số lượng PDCCH được nhận lên đến dịp giám sát hiện thời. Nếu số lượng PDCCH được nhận lên đến dịp giám sát hiện thời là T , thì DAI tổng của N_{T-DAI} bit có thể được xác định là $((T-1) \bmod 2^{N_{T-DAI}}) + 1$. PDCCH được nhận trong một dịp giám sát có cùng giá trị DAI tổng 2 bit.

Theo một phương án khác của sáng chế, khi ít nhất một định dạng DCI 1_1 được nhận trong một dịp giám sát, giá trị DAI tổng 2 bit được bao gồm trong định dạng DCI 1_1 có thể được sử dụng. Nghĩa là, khi định dạng DCI bao gồm DAI tổng 2 bit và định dạng DCI bao gồm DAI tổng 1 bit hoặc DAI tổng 0 bit được nhận trong cùng dịp giám sát, DAI tổng 2 bit chứa hầu hết thông tin, và do đó giá trị DAI tổng 2 bit có thể được giả định.

Theo một phương án khác của sáng chế, khi định dạng DCI 1_1 không được nhận và định dạng DCI 1_2 được nhận trong một dịp giám sát, thì giá trị của DAI tổng 2 bit có thể được xác định như sau.

Khi giá trị của N_{T-DAI} , mà là kích thước bit của DAI tổng trong định dạng DCI 1_2, là 1 bit, thì nó có thể được mở rộng và được diễn dịch là giá trị DAI tổng 2 bit. Ví dụ, khi bit của DAI tổng 1 bit là '0', thì giá trị DAI tổng có thể là 1 hoặc 3, và khi bit là '1', thì giá trị DAI tổng có thể là 2 hoặc 4.

Khi giá trị của N_{T-DAI} , mà là kích thước bit của DAI tổng trong định dạng DCI 1_2, là 0 bit (nghĩa là, khi DAI tổng không được bao gồm trong định dạng DCI), thì DAI tổng 0 bit có thể được hiểu là giá trị DAI tổng 2 bit.

Ví dụ, giá trị của DAI tổng 0 bit có thể là 1, 2, 3 hoặc 4. Nghĩa là, khi kích thước bit của DAI tổng của định dạng DCI 1_2 nhỏ hơn 2 bit, thì DAI tổng 2 bit có thể có các giá trị ứng viên. Trong trường hợp này, một giá trị có thể được chọn từ trong số các giá trị ứng viên thông qua phương pháp sau.

Giá trị của DAI bộ đếm 2 bit của PDCCH được nhận cuối cùng (nghĩa là, được nhận từ ô với chỉ số ô cao nhất) trong dịp giám sát hiện thời có thể là C , và giá trị của DAI tổng 2

bit mà DAI tổng được bao gồm trong DCI trên PDCCH được nhận trong dịp giám sát tương ứng có thể có thể là $j_1, j_2, \dots$.

Trong trường hợp này, UE cần xác định một giá trị trong số $j_1, j_2, \dots$, là giá trị DAI tổng 2 bit bằng cách sử dụng giá trị C . UE có thể tính toán giá trị của Z dựa trên phương trình 3 dưới đây lần lượt theo giá trị của x ($x=0, 1, 2, 3, \dots$).

Phương trình 3

$$Z = ((V_{\text{temp}} \text{ hoặc } C) + x - 1 \bmod 4) + 1$$

Nếu Z là một giá trị trong số các giá trị $j_1, j_2, \dots$, thì UE xác định rằng giá trị của DAI tổng 2 bit là Z . Đây là phương pháp thiết lập giá trị của DAI tổng 2 bit để cực tiểu hóa số lượng PDCCH mà đã không được nhận đối với PDCCH mà đã được truyền kể từ PDCCH cuối cùng của dịp giám sát hiện thời.

Bảng 9 dưới đây là bảng thể hiện ví dụ của giá trị DAI tổng được chọn từ trong số các giá trị ứng viên.

Bảng 9

$V_{\text{temp}2}$ DAI tổng	1(00)	2(01)	3(10)	4(11)
1 hoặc 3 (0)	1	3	3	1
2 hoặc 4 (1)	2	2	4	4

Trên bảng 9, $V_{\text{temp}2}$ là giá trị của DAI bộ đếm 2 bit của PDCCH cuối cùng trong số các PDCCH được nhận trong dịp giám sát. Ví dụ, khi giá trị của $V_{\text{temp}2}$ trước là 2 và DAI bộ đếm nhận được hiện thời của định dạng DCI 1_2 là 0 theo số nhị phân, thì DAI tổng có thể là 1 hoặc 3.

Khi xác định được rằng giá trị DAI tổng là 3, thì nó biểu thị trường hợp trong đó một PDCCH (giá trị DAI bộ đếm là 3) đã được truyền kể từ PDCCH được nhận cuối cùng (giá trị DAI bộ đếm là 2), nhưng UE không phát hiện nó. Khi xác định được rằng giá trị DAI tổng là 1, thì nó biểu thị trường hợp trong đó ba PDCCH (các giá trị DAI bộ đếm là 3, 4 và 1) đã được truyền kể từ PDCCH được nhận cuối cùng (giá trị DAI bộ đếm là 2), nhưng UE không phát hiện chúng. Giả sử rằng số lượng PDCCH nhỏ nhất đã được truyền theo phương án ở trên nhưng các sự tiếp nhận chúng đã thất bại, và có thể xác định được rằng giá trị của DAI tổng của PDCCH nhận được là 3.

Thông qua phương pháp được mô tả ở trên, UE có thể xác định số lượng bit có giá trị hoặc mở rộng và diễn dịch số lượng bit thậm chí khi số lượng bit của DAI bộ đếm hoặc DAI tổng của DCI có định dạng khác là khác, và ghép kênh bảng mã HARQ-ACK đối với các PDSCH được lập lịch bởi các mẫu DCI và truyền nó đến trạm cơ sở.

Fig.16 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-Ack dựa trên thông tin điều khiển đường xuống để lập lịch đường lên và đường xuống theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.16, UE ghép kênh PUSCH được lập lịch thông qua DCI và bảng mã HARQ-ACK bao gồm các bit HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch thông qua DCI trên PDCCH và truyền chúng đến trạm cơ sở.

Cụ thể là, như được minh họa trên Fig.16, UE có thể ghép kênh (hoặc mang) các bit HARQ-ACK của các PDSCH nhận được với PUSCH và truyền chúng đến trạm cơ sở. Trong trường hợp này, các định dạng DCI để lập lịch các PDSCH là định dạng DCI 1_0, định dạng DCI 1_1 và/hoặc định dạng DCI 1_2. Ngoài ra, các định dạng DCI để lập lịch PUSCH mà các bit HARQ-ACK được ghép kênh (hoặc được mang) bao gồm định dạng DCI 0_0, định dạng DCI 0_1, định dạng DCI 0_2 và/hoặc định dạng tương tự.

Độ dài của trường UL DAI được bao gồm trong định dạng DCI 0_2 có thể được thiết lập thành 0, 1 hoặc 2 bit. Hơn nữa, độ dài của trường DAI bộ đếm được bao gồm trong định dạng DCI 1_2 có thể được thiết lập thành 0, 1 hoặc 2 bit.

Ngoài ra, định dạng DCI 0_0 và định dạng DCI 0_1 có thể bao gồm trường UL DAI 2 bit, và định dạng DCI 1_0 và định dạng DCI 1_1 có thể bao gồm trường DAI bộ đếm 2 bit.

Trong trường hợp này, khi độ dài của trường UL DAI không giống với độ dài của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2, thì cần xác định giá trị của trường UL DAI dựa trên trường DAI bộ đếm. Sau đây, theo phương án này, giả sử rằng độ dài của trường DAI không phải ít nhất là 0. Nghĩa là, định dạng DCI có thể bao gồm trường DAI có độ dài ít nhất 1 bit.

Theo phương án thứ nhất, khi độ dài của trường UL DAI lớn hơn độ dài của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 (ví dụ, khi độ dài của trường UL DAI là 2 bit và độ dài của trường DAI bộ đếm là 1 bit), UE có thể xác định chỉ một số bit trong số các bit của trường UL DAI là các bit có giá trị của trường UL DAI. Ở đây, số lượng một số bit có số

lượng giống với số lượng bit của trường DAI bộ đếm, và có thể là các bit gần nhất với MSB hoặc LSB của trường UL DAI.

UE có thể tính toán giá trị UL DAI bằng cách sử dụng các bit được xác định là các bit có giá trị trong số các bit của trường UL DAI. Nếu trường UL DAI có một bit có giá trị, thì giá trị UL DAI là 1 khi bit là '0', và giá trị UL DAI là 2 khi nó là 1.

Nếu trường UL DAI có hai bit có giá trị, thì giá trị UL DAI là 1 khi các bit là '00', và giá trị UL DAI là 2 khi chúng là 01. Ngoài ra, giá trị UL DAI là 3 khi 2 bit là 10, và giá trị UL DAI là 4 khi 2 bit là 11.

UE có thể sử dụng giá trị UL DAI được thu nhờ sử dụng các bit của trường UL DAI được xác định là có giá trị và giá trị DAI bộ đếm được thu từ trường DAI bộ đếm để xác định số lượng bit HARQ-ACK cho các PDSCH mà đã không được nhận.

Ví dụ, cho giá trị UL DAI là X và giá trị DAI bộ đếm là Y . Nếu $X = Y$, có thể xác định được rằng không có PDSCH mà đã không được nhận. Tuy nhiên, khi $Y < X$, có thể xác định được rằng $X - Y$ PDSCH đã không được nhận, và khi $X < Y$, có thể xác định được rằng $T - (Y - X)$ PDSCH đã không được nhận. Ở đây, $T = 2^N$ và N là số lượng bit của trường DAI bộ đếm.

Theo phương án thứ hai, khi độ dài của trường UL DAI lớn hơn độ dài của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 (ví dụ, độ dài của trường UL DAI là 2 bit và độ dài của trường DAI bộ đếm là 1 bit), đầu tiên, UE có thể xác định giá trị UL DAI theo độ dài của trường UL DAI, và sau đó sửa đổi giá trị UL DAI được xác định theo trường DAI bộ đếm, nhờ đó xác định giá trị UL DAI cuối cùng.

Quy trình xác định đầu tiên giá trị của UL DAI theo độ dài của trường UL DAI như sau. Nếu trường UL DAI có độ dài trường là 1 bit, thì giá trị UL DAI là 1 khi giá trị bit là '0', và giá trị UL DAI là 2 khi giá trị bit là '1'.

Nếu trường UL DAI có độ dài trường là 2 bit, thì giá trị UL DAI là 1 khi giá trị bit là '00', và giá trị UL DAI là 2 khi giá trị bit là '01'. Ngoài ra, giá trị UL DAI là 3 khi giá trị bit là '10', và giá trị UL DAI là 4 khi giá trị bit là '11'.

Khi giá trị UL DAI được xác định theo trường UL DAI, thì UE có thể sửa đổi giá trị UL DAI được xác định để khớp với trường DAI bộ đếm để xác định giá trị UL DAI cuối cùng như sau.

Khi $T = 2^N$, trong đó N là số lượng bit của trường DAI bộ đếm, và giá trị được xác định của UL DAI là Z , giá trị UL DAI cuối cùng (X) có thể được tính toán nhờ sử dụng phương trình 4 dưới đây.

Phương trình 4

$$\text{Giá trị UL DAI cuối cùng (X)} = ((Z - 1) \bmod T) + 1$$

UE có thể sử dụng giá trị UL DAI cuối cùng X và giá trị DAI bộ đếm được thu từ trường DAI bộ đếm để xác định số lượng bit HARQ-ACK cho các PDSCH mà đã không được nhận. Ví dụ, khi giá trị DAI bộ đếm là Y , có thể xác định được rằng không có PDSCH mà đã không được nhận khi $X = Y$. Tuy nhiên, khi $Y < X$, có thể xác định được rằng $X - Y$ PDSCH đã không được nhận, và khi $X < Y$, thì có thể xác định được rằng $T - (Y - X)$ PDSCH đã không được nhận. Ở đây, $T = 2^N$ và N là số lượng bit của trường DAI bộ đếm.

Theo phương án thứ ba, khi độ dài của trường UL DAI lớn hơn độ dài của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_2 (ví dụ, độ dài của trường UL DAI là 2 bit và độ dài của trường DAI bộ đếm là 1 bit), UE có thể giả định (hoặc nhận biết) rằng khoảng của các giá trị UL DAI giống với khoảng của các giá trị mà DAI bộ đếm có thể biểu thị. Ví dụ, khi giá trị mà có thể được biểu thị bởi DAI bộ đếm là 1, 2, 3 hoặc 4, thì giá trị của UL DAI có thể được nhận biết là một trong số 1, 2, 3 và 4.

Cụ thể là, UE có thể xác định giá trị của UL DAI theo độ dài của trường UL DAI. Nếu trường UL DAI có độ dài trường là 1 bit, thì giá trị UL DAI là 1 khi giá trị bit là '0', và giá trị UL DAI là 2 khi giá trị bit là '1'. Nếu trường UL DAI có độ dài trường là 2 bit, thì giá trị UL DAI là 1 khi giá trị bit là '00', và giá trị UL DAI là 2 khi giá trị bit là '01'. Ngoài ra, giá trị UL DAI là 3 khi giá trị bit trong số 2 bit là '10', và giá trị UL DAI là 4 khi giá trị bit là '11'.

Giá trị UL DAI cần luôn luôn nằm trong khoảng của các giá trị mà DAI bộ đếm có thể biểu thị. Ví dụ, khi trường UL DAI có độ dài là 2 bit, thì khoảng của các giá trị UL DAI là 1, 2, 3 và 4. Nếu giá trị DAI bộ đếm có thể có khoảng là 1 và 2, độ dài của trường UL DAI là 2 bit, nhưng các giá trị mà UL DAI có thể có là 1 và 2.

Nghĩa là, UE không dự định được ra lệnh với giá trị UL DAI biểu thị giá trị nằm trong khoảng của các giá trị mà DAI bộ đếm có thể có. Không được dự định rằng 10 hoặc 11, trong đó giá trị của UL DAI biểu thị 3 hoặc 4, cần được biểu thị. Nghĩa là, khi giá trị này được biểu thị, thì UE có thể xác định trường hợp lỗi.

Như được mô tả ở trên, trong định dạng DCI 0_2, độ dài của trường UL DAI có thể được thiết lập thành 0, 1 hoặc 2 bit. Khi độ dài của trường UL DAI nhỏ hơn 2 bit, đối với UL DAI, giá trị UL DAI 2 bit có thể được xác định theo cách giống với phương pháp xác định giá trị DAI tổng 2 bit.

Nghĩa là, giá trị của UL DAI có thể được xác định bằng cách sử dụng giá trị DAI bộ đếm 2 bit được nhận cuối cùng. Bảng 10 dưới đây là bảng thể hiện ví dụ của giá trị UL-DAI 2 bit.

Bảng 10

V_{temp3} UL DAI	1(00)	2(01)	3(10)	4(11)
1 hoặc 3 (0)	1	3	3	1
2 hoặc 4 (1)	2	2	4	4

Trên bảng 10, V_{temp3} là giá trị DAI bộ đếm 2 bit của PDCCH cuối cùng trong số các PDCCH nhận được. Ví dụ, khi giá trị của V_{temp3} trước là 2 và giá trị bit của UL-DAI nhận được của định dạng DCI 0_2 là 0, giá trị UL-DAI có thể là 1 hoặc 3.

Khi giá trị UL-DAI được xác định là 3, thì nó biểu thị trường hợp trong đó một PDCCH (giá trị DAI bộ đếm là 3) đã được truyền kể từ PDCCH được nhận cuối cùng (giá trị DAI bộ đếm là 2), nhưng sự tiếp nhận nó đã thất bại, và khi giá trị UL-DAI được xác định là 1, thì nó biểu thị trường hợp trong đó ba PDCCH (các giá trị DAI bộ đếm là 3, 4 và 1) đã được truyền kể từ PDCCH được nhận cuối cùng (giá trị DAI bộ đếm là 2), nhưng các sự tiếp nhận chúng đã thất bại. Như được mô tả ở trên, khi giả sử rằng số lượng PDCCH nhỏ nhất đã được truyền nhưng các sự tiếp nhận chúng đã thất bại, giá trị UL-DAI 2 bit có thể được xác định là 3.

Fig.17 minh họa ví dụ của bộ chỉ báo chỉ định đường xuống của mỗi mẫu thông tin điều khiển đường xuống được phát hiện trong dịp giám sát theo một phương án của sáng chế.

Theo một phương án khác của sáng chế, khi UE có kích thước bit của trường UL DAI của định dạng DCI 0_0, 0_1 hoặc 0_2 khác với kích thước bit của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_0, 1_1, hoặc định dạng DCI 1_2, UE có thể thực hiện các hoạt động sau.

Khi kích thước bit của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_0, 1_1, hoặc 1_2 là

N_{C-DAI} bit, thì giá trị DAI bộ đếm có thể biểu thị 1, 2, ..., $2^{N_{C-DAI}}$. Ở đây, khi giá trị lớn nhất C_D là $2^{N_{C-DAI}}$, nghĩa là, khi kích thước bit N_{C-DAI} của trường DAI bộ đếm là 2 bit, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 1 khi giá trị bit của trường DAI bộ đếm là '00', 2 khi '01', 3 khi '10' và 4 khi '11'. Trong trường hợp này, giá trị của C_D có thể là 4.

Theo cách khác, khi N_{C-DAI} là 1 bit, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 1 khi giá trị của trường DAI bộ đếm là 0, và 2 khi 1, trong đó giá trị của C_D là 2.

Nếu UE nhận định dạng DCI để lập lịch PDSCH trong ô phục vụ c của dịp giám sát m , và giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI nhận được là $V_{C-DAI,c,m}$, thì UE có thể xác định rằng $C_D*j + V_{C-DAI,c,m}$ định dạng DCI để lập lịch PDSCH đã được nhận lên đến ô phục vụ hiện thời c của dịp giám sát hiện thời m trong đó định dạng DCI đã được nhận. Ở đây, j là số nguyên không âm.

Nói cách khác, khi số lượng định dạng DCI để lập lịch PDSCH là X lên đến ô phục vụ hiện thời c của dịp giám sát hiện thời m trong đó định dạng DCI đã được nhận, giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI là $V_{C-DAI,c,m} = (X - 1 \bmod C_D) + 1$.

Khi kích thước bit của trường UL DAI của định dạng DCI 0_0, 0_1, hoặc 0_2 là N_{UL-DAI} bit, thì giá trị UL DAI có thể được biểu diễn dưới dạng 1, 2, ..., $2^{N_{UL-DAI}}$. Ở đây, khi giá trị lớn nhất U_D là $2^{N_{UL-DAI}}$, nghĩa là, khi kích thước bit N_{UL-DAI} của trường UL DAI là 2 bit, thì giá trị UL DAI là 1 khi giá trị bit của trường UL DAI là '00', 2 khi '01', 3 khi '10', và 4 khi '11'. Hơn nữa, giá trị của U_D là 4.

Nếu UE nhận định dạng DCI để lập lịch PUSCH trong dịp giám sát m , và giá trị UL-DAI của định dạng DCI nhận được là $V_{UL-DAI,m}$, thì UE có thể xác định rằng $U_D*i + V_{UL-DAI,m}$ định dạng DCI để lập lịch PDSCH lên đến dịp giám sát hiện thời m nhận định dạng DCI đã được nhận. Ở đây, i là số nguyên không âm.

Nói cách khác, khi số lượng định dạng DCI để lập lịch PDSCH là X lên đến dịp giám sát hiện thời m trong đó định dạng DCI đã được nhận, giá trị UL-DAI của định dạng DCI là $V_{UL-DAI,m} = (X - 1 \bmod U_D) + 1$.

Ví dụ, khi giá trị của U_D là 4 và giá trị của C_D là 2, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 1 hoặc 2, và giá trị UL-DAI có thể là 1, 2, 3 hoặc 4. Phần (a) của Fig.17 minh họa ví dụ của các giá trị DAI bộ đếm của các định dạng DCI được nhận trong các dịp giám sát (MO) #0 đến #6.

Theo sự xác định đối với giá trị DAI bộ đếm, giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI

được nhận trên MO#0 là 1, giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI được nhận trên MO#1 là 2, giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI được nhận trên MO#2 là 1, giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI được nhận trên MO#3 là 2, giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI được nhận trên MO#4 là 1, giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI được nhận trên MO#5 là 2, và giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI được nhận trên MO#6 là 1. Hơn nữa, UE nhận định dạng DCI để lập lịch PUSCH. Giá trị UL DAI của định dạng DCI nhận được là 3. Đó là do bảy định dạng DCI để lập lịch PDSCH đã được nhận trước.

Theo sáng chế, khi kích thước bit của DAI bộ đếm và kích thước bit của UL DAI khác nhau, thì phương pháp tạo ra bảng mã HARQ-ACK bởi UE được đưa ra. Giả sử rằng UE đã không nhận được định dạng DCI của MO#4 và MO#5 trên phần (b) của Fig.17. Vì UE đã nhận được định dạng DCI trong đó giá trị DAI bộ đếm là 2 trên MO#3 và định dạng DCI trong đó giá trị DAI bộ đếm là 1 trên MO#6, nên UE có thể không biết sự thất bại tiếp nhận đối với định dạng DCI trên MO#4 và MO#5. Do đó, UE tạo ra chỉ các bit HARQ-ACK cho các định dạng DCI được nhận trên MO#0, MO#1, MO#2, MO#3 và MO#6 và bao gồm chúng trong bảng mã HARQ-ACK.

Nếu UE nhận 3 là giá trị UL-DAI trong định dạng DCI để lập lịch PUSCH, thì UE có thể nhận biết rằng có hai định dạng DCI khác ngoài năm định dạng DCI mà đã được nhận thành công. Theo đó, UE có thể tạo ra các bit HARQ-ACK của tổng bảy định dạng DCI và bao gồm chúng trong bảng mã HARQ-ACK.

Fig.19 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-ACK dựa trên thông tin điều khiển đường xuống có định dạng khác dựa trên mã giả theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.19, bảng mã HARQ-ACK có thể được tạo ra bằng cách sử dụng giá trị UL-DAI và giá trị DAI bộ đếm nhờ sử dụng mã giả và được truyền đến trạm cơ sở. Fig.19 minh họa ví dụ ghép kênh UL-DAI 2 bit và DAI bộ đếm 1 bit.

Cụ thể là, theo một phương án của sáng chế, giá trị UL-DAI và giá trị DAI bộ đếm có thể được sử dụng như sau. Đầu tiên, như được minh họa trên phần (a) của Fig.19, cho giá trị DAI bộ đếm được nhận bởi UE ở MO cuối cùng là V_{temp} . Như được nêu ở trên, giá trị DAI bộ đếm có thể có một trong số 1, 2, ..., C_D . Cho giá trị UL DAI được nhận bởi UE trong định dạng DCI để lập lịch PUSCH là V_{temp2} . UE tạo ra bảng mã HARQ-ACK thông qua quy trình sau.

Đầu tiên, UE có thể xác định số lượng định dạng DCI W_{temp} để lập lịch PDSCH với V_{temp} . W_{temp} có thể được xác định bằng phương trình 5 dưới đây.

Phương trình 5

$$W_{temp} = C_D * j + V_{temp}$$

Trong phương trình 5, giá trị ban đầu của j được thiết lập thành 0, và khi giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI để lập lịch PDSCH trên MO hiện thời nhỏ hơn giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI để lập lịch PDSCH trên MO trước, thì giá trị này có thể được tăng lên một. Nghĩa là, các định dạng DCI có các giá trị DAI bộ đếm là 1, 2, ..., C_D được nhóm thành một nhóm, và j biểu thị số lượng nhóm đã được nhận. Trên phần (b) của Fig.17, $j = 2$.

Sau đó, UE chuyển đổi số lượng W_{temp} định dạng DCI để lập lịch PDSCH thành V'_{temp} , mà là giá trị DAI bộ đếm tương ứng với N_{UL-DAI} , mà là kích thước bit của trường UL DAI, như được minh họa trên phần (b) của Fig.19. Trong trường hợp này, V'_{temp} có thể được xác định bằng phương trình 6 dưới đây.

Phương trình 6

$$V'_{temp} = ((W_{temp} - 1) \bmod U_D) + 1$$

Trong phương trình 6, V'_{temp} có một trong số 1, 2, ..., U_D giống như UL DAI. UE có thể xác định giá trị của j bằng cách so sánh V'_{temp} và V_{temp2} . Nếu $V_{temp2} < V'_{temp}$, thì giá trị của j có thể được xác định thông qua phương trình 7 dưới đây.

Phương trình 7

$$j = j + \frac{U_D}{C_D}$$

Theo cách khác, j có thể giữ nguyên. Nhờ sử dụng giá trị của j , UE có thể xác định kích thước O^{ACK} của bảng mã HARQ-ACK. Nếu UE được tạo cấu hình để nhận chỉ 1 TB đối với mỗi PDSCH, thì O^{ACK} có thể được tính toán thông qua phương trình 8 dưới đây.

Phương trình 8

$$O^{ACK} = U_D \cdot \text{floor} \left(j \cdot \frac{C_D}{U_D} \right) + V_{temp2}$$

Nếu UE được tạo cấu hình để nhận 2 TB đối với mỗi PDSCH, thì O^{ACK} có thể được tính toán thông qua phương trình 9 dưới đây.

Phương trình 9

$$O^{ACK} = 2 \left(U_D \cdot \text{floor} \left(j \cdot \frac{C_D}{U_D} \right) + V_{temp2} \right)$$

Khi giá trị này được biểu diễn trong mã giả, thì nó được thể hiện như trên bảng 11 dưới đây.

Bảng 11

Nếu UE truyền thông tin HARQ-ACK trong PUCCH trong khe n và đối với định dạng PUCCH bất kỳ, UE xác định $\tilde{o}_0^{ACK}, \tilde{o}_1^{ACK}, \dots, \tilde{o}_{O^{ACK}-1}^{ACK}$, cho tổng số lượng O^{ACK} bit thông tin HARQ-ACK, theo mã giả sau:

Thiết lập $m=0$ – PDCCH với định dạng DCI lập lịch việc tiếp nhận PDSCH hoặc chỉ số dịp giám sát ngắt SPS PDSCH: chỉ số thấp hơn tương ứng với dịp giám sát PDCCH sớm hơn

Thiết lập $j=0$

Thiết lập $V_{temp}=0$

Thiết lập $V_{temp2}=0$

Thiết lập V_s là tập trống

Thiết lập N_{cells} thành số lượng ô phục vụ được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn cho UE

Thiết lập M thành số lượng dịp giám sát PDCCH

Khi $m < M$

Thiết lập $c=0$ – chỉ số ô phục vụ: các chỉ số thấp hơn tương ứng với các chỉ số RRC thấp hơn của ô tương ứng

khi $c < N_{cells}$

nếu dịp giám sát PDCCH m diễn ra trước sự thay đổi DL BWP kích hoạt trên ô phục vụ c hoặc sự thay đổi UL BWP kích hoạt trên PCell và sự thay đổi DL BWP kích hoạt không được kích hoạt trong dịp giám sát PDCCH m

$c=c+1$;

nếu không thì

nếu có PDSCH trên ô phục vụ c được kết hợp với PDCCH trong dịp giám sát PDCCH m, hoặc có PDCCH biểu thị ngắt SPS PDSCH trên ô phục vụ c

nếu $V_{C-DAI,c,m}$ nhỏ hơn hoặc bằng V_{temp}

$j=j+1$

kết thúc nếu

$V_{temp} = V_{C-DAI,c,m}$

nếu $V_{T-DAI,m}$ trống

$$V_{temp2} = V_{C-DAI,c,m}$$

nếu không thì

$$V_{temp2} = V_{T-DAI,m}$$

kết thúc nếu

nếu *harq-ACK-SpatialBundlingPUCCH* không được tạo ra và UE được tạo cấu hình bởi *maxNrofCodeWordsScheduledByDCI* với sự tiếp nhận hai khối vận chuyển cho ít nhất một DL BWP được tạo cấu hình của ít nhất một ô phục vụ,

$\tilde{o}_{2 \cdot C_D \cdot j + 2(V_{C-DAI,c,m}^{DL} - 1)}^{ACK} =$ bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với khối vận chuyển thứ nhất của ô này

$\tilde{o}_{2 \cdot C_D \cdot j + 2(V_{C-DAI,c,m}^{DL} - 1) + 1}^{ACK} =$ bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với khối vận chuyển thứ hai của ô này

$$V_s = V_s \cup \{2 \cdot C_D \cdot j + 2(V_{C-DAI,c,m}^{DL} - 1), 2 \cdot C_D \cdot j + 2(V_{C-DAI,c,m}^{DL} - 1) + 1\}$$

hoặc nếu *harq-ACK-SpatialBundlingPUCCH* được tạo ra cho UE và m là dịp giám sát cho PDCCH với định dạng DCI mà hỗ trợ việc tiếp nhận PDSCH với hai khối vận chuyển và UE được tạo cấu hình bởi *maxNrofCodeWordsScheduledByDCI* với sự tiếp nhận

hai khối vận chuyển trong ít nhất một DL BWP được tạo cấu hình của ô phục vụ,

$\tilde{o}_{C_D \cdot j + V_{C-DAI,c,m}^{DL} - 1}^{ACK} =$ phép toán AND nhị phân của các bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với các khối vận chuyển thứ nhất và thứ hai của ô này

$$V_s = V_s \cup \{C_D \cdot j + V_{C-DAI,c,m}^{DL} - 1\}$$

nếu không thì

$\tilde{o}_{C_D \cdot j + V_{C-DAI,c,m}^{DL} - 1}^{ACK} =$ bit thông tin HARQ-ACK của ô này

$$V_s = V_s \cup \{C_D \cdot j + V_{C-DAI,c,m}^{DL} - 1\}$$

kết thúc nếu

kết thúc nếu

$$c=c+1$$

kết thúc nếu

kết thúc khi

$$m=m+1$$

kết thúc khi

nếu $V_{temp2} < ((C_D \cdot j + V_{temp} - 1) \bmod U_D) + 1$ hoặc $V_{temp} = 0$

$$j = j + \frac{U_D}{C_D}$$

kết thúc nếu

nếu *harq-ACK-SpatialBundlingPUCCH* không được tạo ra cho UE và UE được tạo cấu hình bởi *maxNrofCodeWordsScheduledByDCI* với sự tiếp nhận hai khối vận chuyển cho ít nhất một DL BWP được tạo cấu hình của ô phục vụ,

$$O^{ACK} = 2 \cdot (U_D \cdot \text{floor}\left(j \cdot \frac{C_D}{U_D}\right) + V_{temp2})$$

nếu không thì

$$O^{ACK} = U_D \cdot \text{floor}\left(j \cdot \frac{C_D}{U_D}\right) + V_{temp2}$$

kết thúc nếu

$\tilde{o}_i^{ACK} = \text{NACK}$ đối với $i \in \{0, 1, \dots, O^{ACK} - 1\} \setminus V_s$ bất kỳ

Thiết lập $c=0$

khi $c < N_{cells}$

nếu sự tiếp nhận SPS PDSCH duy nhất được kích hoạt cho UE và UE được tạo cấu hình để nhận SPS PDSCH trong khe $n-K_{1,c}$ cho ô phục vụ c , trong đó $K_{1,c}$ là giá trị định thời phản hồi PDSCH đến HARQ cho SPS PDSCH trên ô phục vụ c

$$O^{ACK} = O^{ACK} + 1$$

$o_{O^{ACK}-1}^{ACK}$ = bit thông tin HARQ-ACK được kết hợp với sự tiếp nhận SPS PDSCH

kết thúc nếu

$c=c+1$;

kết thúc khi

Fig.18 minh họa ví dụ khác của bộ chỉ báo chỉ định đường xuống của mỗi mẫu thông tin điều khiển đường xuống được phát hiện trong dịp giám sát theo một phương án của sáng chế.

Theo một phương án khác của sáng chế, khi UE có kích thước bit của trường DAI tổng của định dạng DCI 1_0, 1_1, hoặc 1_2 khác với kích thước bit của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_0, 1_1, hoặc định dạng DCI 1_2, thì UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK thông qua các hoạt động sau.

Khi kích thước bit của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_0, 1_1, hoặc 1_2 là N_{C-DAI} bit, thì giá trị DAI bộ đếm có thể biểu thị 1, 2, ..., $2^{N_{C-DAI}}$. Ở đây, khi giá trị lớn nhất C_D là $2^{N_{C-DAI}}$, nghĩa là, khi kích thước bit N_{C-DAI} của trường DAI bộ đếm là 2 bit, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 1 khi giá trị bit của trường DAI bộ đếm là '00', 2 khi '01', 3 khi '10' và 4 khi '11'. Trong trường hợp này, giá trị của C_D có thể là 4.

Theo cách khác, khi N_{C-DAI} là 1 bit, thì giá trị DAI bộ đếm có thể là 1 khi giá trị của trường DAI bộ đếm là 0, và 2 khi 1, trong đó giá trị của C_D là 2.

Nếu UE nhận định dạng DCI để lập lịch PDSCH trong ô phục vụ c của dịp giám sát m , và giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI nhận được là $V_{C-DAI,c,m}$, thì UE có thể xác định rằng $C_D*j + V_{C-DAI,c,m}$ định dạng DCI để lập lịch PDSCH đã được nhận lên đến ô phục vụ hiện thời c của dịp giám sát hiện thời m trong đó định dạng DCI đã được nhận. Ở đây, j là số nguyên không âm.

Nói cách khác, khi số lượng định dạng DCI để lập lịch PDSCH là X lên đến ô phục vụ hiện thời c của dịp giám sát hiện thời m trong đó định dạng DCI đã được nhận, giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI là $V_{C-DAI,c,m} = (X - 1 \bmod C_D) + 1$.

Khi kích thước bit của trường DAI tổng của định dạng DCI 1_0, 1_1, hoặc 1_2 là N_{T-DAI} bit, thì giá trị DAI tổng có thể biểu thị 1, 2, ..., $2^{N_{T-DAI}}$. Ở đây, khi giá trị lớn nhất T_D là $2^{N_{T-DAI}}$, nghĩa là, khi kích thước bit N_{T-DAI} của trường DAI tổng là 2 bit, thì giá trị DAI tổng là 1 khi giá trị bit của trường DAI tổng là '00', 2 khi '01', 3 khi '10' và 4 khi '11'. Hơn nữa, giá trị của T_D là 4.

Nếu UE nhận định dạng DCI để lập lịch PDSCH trong dịp giám sát m , và giá trị DAI tổng của định dạng DCI là $V_{T-DAI,m}$, thì UE có thể xác định rằng $T_D*i + V_{T-DAI,m}$ định dạng DCI để lập lịch PDSCH lên đến dịp giám sát hiện thời m nhận định dạng DCI đã được nhận. Ở đây, i là số nguyên không âm.

Nói cách khác, khi số lượng định dạng DCI để lập lịch PDSCH là X lên đến dịp giám sát hiện thời m trong đó định dạng DCI đã được nhận, thì giá trị DAI tổng $V_{T-DAI,c,m}$ của định dạng DCI là $(X - 1 \bmod T_D) + 1$.

Xem trường hợp trong đó giá trị của T_D là 4 và giá trị của C_D là 2 làm một ví dụ. Giá trị là 1 hoặc 2 có thể được thiết lập là giá trị DAI bộ đếm của UE, và DAI tổng có thể có giá trị là 1, 2, 3 hoặc 4.

Phần (a) của Fig.18 minh họa các giá trị (DAI bộ đếm, DAI tổng) của định dạng DCI

được nhận trên các MO #0 đến #6. Theo sự xác định đối với giá trị DAI bộ đếm và giá trị DAI tổng, (DAI bộ đếm, DAI tổng) của định dạng DCI được nhận trên MO#0 là (1, 1), (DAI bộ đếm, DAI tổng) của định dạng DCI được nhận trên MO#1 là (2, 2), (DAI bộ đếm, DAI tổng) của định dạng DCI được nhận trên MO#2 là (1, 3), (DAI bộ đếm, DAI tổng) của định dạng DCI được nhận trên MO#3 là (2, 4), (DAI bộ đếm, DAI tổng) của định dạng DCI được nhận trên MO#4 là (1, 1), (DAI bộ đếm, DAI tổng) của định dạng DCI được nhận trên MO#5 là (2, 2), và (DAI bộ đếm, DAI tổng) của định dạng DCI được nhận trên MO#6 là (1, 3).

Là một ví dụ khác của sáng chế, khi kích thước bit của DAI bộ đếm và kích thước bit của DAI tổng khác nhau, thì phương pháp tạo ra bảng mã HARQ-ACK bởi UE được đưa ra. Như được minh họa trên phần (b) của Fig.18, UE có thể không nhận các định dạng DCI của MO#4 và MO#5. Trong trường hợp này, UE đã nhận được định dạng DCI trong đó giá trị DAI bộ đếm là 2 trên MO#3 và định dạng DCI trong đó giá trị DAI bộ đếm là 1 trên MO#6, và do đó UE có thể không nhận biết sự thất bại tiếp nhận đối với định dạng DCI trên MO#4 và MO#5.

Do đó, UE tạo ra chỉ các bit HARQ-ACK cho các định dạng DCI được nhận trên MO#0, MO#1, MO#2, MO#3 và MO#6 và bao gồm chúng trong bảng mã HARQ-ACK.

Nếu UE nhận 3 là giá trị DAI tổng trong định dạng DCI để lập lịch PDSCH, thì UE có thể xác định rằng có hai định dạng DCI khác ngoài năm định dạng DCI đã được nhận thành công. Theo đó, UE có thể tạo ra các bit HARQ-ACK của tổng bảy định dạng DCI và bao gồm chúng trong bảng mã HARQ-ACK.

Cụ thể là, theo một phương án của sáng chế, giá trị DAI tổng và giá trị DAI bộ đếm có thể được sử dụng như sau. Đầu tiên, giá trị của DAI bộ đếm được nhận bởi UE trên MO cuối cùng có thể là V_{temp} . Như được mô tả ở trên, giá trị DAI bộ đếm có thể có một trong số 1, 2, ..., C_D . Khi giá trị của DAI tổng được nhận bởi UE trong định dạng DCI để lập lịch PDSCH là V_{temp2} , thì UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK thông qua quy trình sau.

Đầu tiên, UE có thể xác định W_{temp} , mà là số lượng định dạng DCI để lập lịch PDSCH với V_{temp} , thông qua phương trình 10 dưới đây.

Phương trình 10

$$W_{temp} = C_D * j + V_{temp}$$

Trong phương trình 10, giá trị ban đầu của j có thể được thiết lập thành 0, và khi giá

trị DAI bộ đếm của định dạng DCI để lập lịch PDSCH trên MO hiện thời nhỏ hơn giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI để lập lịch PDSCH trên MO trước, thì giá trị này có thể được tăng lên một.

Nghĩa là, các định dạng DCI có các giá trị DAI bộ đếm là 1, 2, ..., C_D được nhóm thành một nhóm, và j biểu thị số lượng nhóm được tạo đã được nhận. Trên phần (a) của Fig.18, $j = 2$.

Tiếp theo, UE chuyển đổi số lượng W_{temp} định dạng DCI để lập lịch PDSCH thành V'_{temp} , mà là giá trị DAI bộ đếm tương ứng với N_{T-DAI} , mà là kích thước bit của trường DAI tổng. Điều này có thể được thực hiện bằng phương trình 11 dưới đây.

Phương trình 11

$$V'_{temp} = ((W_{temp} - 1) \bmod T_D) + 1$$

Trong phương trình 11, V'_{temp} có một trong số 1, 2, ..., T_D , giống như DAI tổng. UE có thể xác định giá trị của j bằng cách so sánh V'_{temp} và V_{temp2} . Nếu $V_{temp2} < V'_{temp}$, thì giá trị của j có thể được tính toán thông qua phương trình 12 dưới đây.

Phương trình 12

$$j = j + \frac{T_D}{C_D}$$

Theo cách khác, j có thể giữ nguyên. Nhờ sử dụng giá trị của j , UE có thể xác định kích thước O^{ACK} của bảng mã HARQ-ACK. Nếu UE được tạo cấu hình để nhận chỉ 1 TB đối với mỗi PDSCH, thì O^{ACK} có thể được tính toán thông qua phương trình 13 dưới đây.

Phương trình 13

$$O^{ACK} = U_D \cdot \text{floor}\left(j \cdot \frac{C_D}{T_D}\right) + V_{temp2}$$

Nếu UE được tạo cấu hình để nhận 2 TB đối với mỗi PDSCH, thì O^{ACK} có thể được tính toán thông qua phương trình 14 dưới đây.

Phương trình 14

$$O^{ACK} = 2 \left(U_D \cdot \text{floor}\left(j \cdot \frac{C_D}{T_D}\right) + V_{temp2} \right)$$

Theo một phương án khác của sáng chế, khi các kích thước bit của các trường DAI

bộ đếm của định dạng DCI 1_0, 1_1, hoặc 1_2 khác nhau, thì UE có thể thực hiện các hoạt động sau.

Kích thước bit của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI 1_0, 1_1, hoặc 1_2 được nhận trong ô phục vụ c trong dịp giám sát m có thể là $N_{C-DAI,c,m}$ bit. Trong trường hợp này, giá trị DAI bộ đếm có thể được biểu diễn dưới dạng $1, 2, \dots, 2^{N_{C-DAI,c,m}}$. Ở đây, giá trị lớn nhất $C_{D,c,m}$ có thể là $2^{N_{C-DAI,c,m}}$. Nghĩa là, khi kích thước bit $N_{C-DAI,c,m}$ của trường DAI bộ đếm là 2 bit, thì giá trị DAI bộ đếm là 1 khi giá trị bit của trường DAI bộ đếm là '00', 2 khi '01', 3 khi '10' và 4 khi '11'. Hơn nữa, giá trị của C_D là 4. Khi $N_{C-DAI,c,m}$ là 1 bit, thì giá trị DAI bộ đếm là 1 khi giá trị bit của trường DAI bộ đếm là 0, và 2 khi 1. Hơn nữa, giá trị của $C_{D,c,m}$ là 2.

Nếu UE nhận định dạng DCI để lập lịch PDSCH trong ô phục vụ c của dịp giám sát m , và giá trị DAI bộ đếm của định dạng DCI nhận được là $V_{C-DAI,c,m}$, thì UE có thể xác định rằng $C_{D,c,m} * j + V_{C-DAI,c,m}$ định dạng DCI để lập lịch PDSCH đã được nhận lên đến ô phục vụ hiện thời c của dịp giám sát hiện thời m trong đó định dạng DCI đã được nhận. Ở đây, j là số nguyên không âm.

Nói cách khác, khi số lượng định dạng DCI để lập lịch PDSCH là X lên đến ô phục vụ hiện thời c của dịp giám sát hiện thời m trong đó định dạng DCI đã được nhận, thì giá trị DAI bộ đếm $V_{C-DAI,c,m}$ của định dạng DCI là $(X - 1 \bmod C_{D,c,m}) + 1$.

Theo sáng chế, khi các kích thước bit của các DAI bộ đếm khác nhau, thì phương pháp tạo ra bảng mã HARQ-ACK bởi UE được đưa ra. Theo một phương án của sáng chế, giá trị DAI bộ đếm được sử dụng như sau.

$N_{C-DAI,min}$ được giả định thành kích thước bit nhỏ nhất trong số các kích thước bit của các trường DAI bộ đếm của các định dạng DCI, và giá trị của $C_{D,min}$ có thể là $2^{(N_{C-DAI,min})}$. Ví dụ, khi kích thước bit của trường DAI bộ đếm của một định dạng DCI là 2 bit và kích thước bit của trường DAI bộ đếm của định dạng DCI khác là 1 bit, thì giá trị của $N_{C-DAI,min}$ là 1 và giá trị của $C_{D,min}$ là 2.

Khi giá trị của DAI bộ đếm được nhận trong ô phục vụ c của dịp giám sát m là $V_{C-DAI,c,m}$, thì giá trị của DAI bộ đếm có thể có một trong số $1, 2, \dots, C_{D,c,m}$, như được mô tả ở trên. Đầu tiên, UE có thể xác định số lượng $S_{c,m}$ của định dạng DCI để lập lịch PDSCH với $V_{C-DAI,c,m}$ dựa trên phương trình 15 dưới đây.

Phương trình 15

$$S_{c,m} = \text{floor} \left(j * \frac{C_{D,min}}{C_{D,c,m}} \right) * C_{D,c,m} + V_{C-DAI,c,m}$$

Trong phương trình 15, phần $\text{floor}(j * C_{D,min}/C_{D,c,m}) * C_{D,c,m}$ là phần cho số lượng $S_{c,m}$ của các định dạng DCI để lập lịch PDSCH thỏa mãn $(S_{c,m}-1 \bmod C_{D,c,m})+1 = V_{C-DAI,c,m}$.

Nghĩa là, giá trị của j có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi tỷ lệ và/hoặc phép floor sao cho giá trị của $S_{c,m} - V_{C-DAI,c,m}$ là bội số của $C_{D,c,m}$ trong phương trình 15.

UE so sánh số lượng $S_{c,m}$ định dạng DCI được thu dựa trên các giá trị DAI bộ đếm được nhận trong ô phục vụ c trong dịp giám sát hiện thời m với số lượng W_{temp} định dạng DCI được thu ngay trước. Nếu $S_{c,m} \leq W_{temp}$ được thỏa mãn, thì giá trị của j có thể được tăng cho đến khi $S_{c,m} > W_{temp}$. Trong trường hợp này, giá trị của j có thể được tăng lên một. Nếu $S_{c,m} > W_{temp}$, thì j có thể giữ nguyên.

j là thông số biểu thị số lượng $C_{D,min}$ định dạng DCI đã được nhận.

Khi giá trị này được biểu diễn trong mã giả, thì nó được thể hiện trên bảng 12 dưới đây.

Bảng 12

Được thể hiện bởi $N_{C-DAI,c,m}$ là số lượng bit cho DAI bộ đếm trong định dạng DCI được phát hiện trong dịp giám sát m trong ô phục vụ c và đặt $C_{D,c,m} = 2^{N_{C-DAI,c,m}}$.

Được thể hiện bởi $N_{C-DAI,min}$ là số lượng bit nhỏ nhất cho DAI bộ đếm trong các định dạng DCI và đặt $C_{D,min} = 2^{N_{C-DAI,min}}$.

Được thể hiện bởi $N_{T-DAI,m}$ là số lượng bit cho DAI tổng trong định dạng DCI được phát hiện trong dịp giám sát m và đặt $T_{D,m} = 2^{N_{T-DAI,m}}$.

Được thể hiện bởi N_{UL-DAI} là số lượng bit cho UL DAI trong định dạng DCI lập lịch cuộc truyền dẫn PUSCH và đặt $U_D = 2^{N_{UL-DAI}}$.

Nếu UE truyền thông tin HARQ-ACK trong PUCCH trong khe n và đối với định dạng PUCCH bất kỳ, UE xác định $\tilde{o}_0^{ACK}, \tilde{o}_1^{ACK}, \dots, \tilde{o}_{O_{ACK}-1}^{ACK}$, cho tổng số lượng O_{ACK} bit thông tin HARQ-ACK, theo mã giả sau:

Thiết lập $m=0$ – PDCCH với định dạng DCI lập lịch việc tiếp nhận PDSCH hoặc chỉ số dịp giám sát ngắt SPS PDSCH: chỉ số thấp hơn tương ứng với dịp giám sát PDCCH sớm hơn

Thiết lập $j=0$

Thiết lập $V_{temp}=0, W_{temp}=0$

Thiết lập $V_{temp2}=0$

Thiết lập V_s là tập trống

Thiết lập N_{cells} thành số lượng ô phục vụ được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn cho UE

Thiết lập M thành số lượng dịp giám sát PDCCH

Khi $m < M$

Thiết lập $c=0$ – chỉ số ô phục vụ: các chỉ số thấp hơn tương ứng với các chỉ số RRC thấp hơn của ô tương ứng

khi $c < N_{\text{cells}}$

nếu dịp giám sát PDCCH m diễn ra trước sự thay đổi DL BWP kích hoạt trên ô phục vụ c hoặc sự thay đổi UL BWP kích hoạt trên PCell và sự thay đổi DL BWP kích hoạt không được kích hoạt trong dịp giám sát PDCCH m

$$c=c+1;$$

nếu không thì

nếu có PDSCH trên ô phục vụ c được kết hợp với PDCCH trong dịp giám sát PDCCH m , hoặc có PDCCH biểu thị ngắt SPS PDSCH trên ô phục vụ c

$$S_{c,m} = \text{floor} \left(j * \frac{C_{D,\text{min}}}{C_{D,\text{min}}} \right) * C_{D,c,m} + V_{C-DAI,c,m}$$

trong khi $S_{c,m} \leq W_{\text{temp}}$

$$j = j + 1$$

$$S_{c,m} = \text{floor} \left(j * \frac{C_{D,\text{min}}}{C_{D,\text{min}}} \right) * C_{D,c,m} + V_{C-DAI,c,m}$$

kết thúc khi

$$W_{\text{temp}} = S_{c,m}$$

nếu $V_{T-DAI,m}$ trống

$$V_{\text{temp2}} = V_{C-DAI,c,m}$$

nếu không thì

$$V_{\text{temp2}} = V_{T-DAI,m}$$

kết thúc nếu

nếu *harq-ACK-SpatialBundlingPUCCH* không được tạo ra và UE được tạo cấu hình bởi *maxNrofCodeWordsScheduledByDCI* với sự tiếp nhận hai khối vận chuyển cho ít nhất một DL BWP được tạo cấu hình của ít nhất một ô phục vụ,

$\tilde{\sigma}_{2(W_{\text{temp}}-1)}^{\text{ACK}}$ = bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với khối vận chuyển thứ nhất của ô này

$\tilde{\sigma}_{2(W_{\text{temp}}-1)+1}^{\text{ACK}}$ = bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với khối vận chuyển thứ hai của ô này

$$V_s = V_s \cup \{2(W_{\text{temp}} - 1), 2(W_{\text{temp}} - 1) + 1\}$$

hoặc nếu *harq-ACK-SpatialBundlingPUCCH* được tạo ra cho UE và m là dịp giám sát cho PDCCH với định dạng DCI mà hỗ trợ việc tiếp nhận PDSCH với hai khối vận chuyển và UE được tạo cấu hình bởi *maxNrofCodeWordsScheduledByDCI* với sự tiếp nhận hai khối vận chuyển trong ít nhất một DL BWP được tạo cấu hình của ô phục vụ,

$\tilde{a}_{W_{\text{temp}}-1}^{\text{ACK}}$ = phép toán AND nhị phân của các bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với các khối vận chuyển thứ nhất và thứ hai của ô này

$$V_s = V_s \cup \{W_{\text{temp}} - 1\}$$

nếu không thì

$\tilde{a}_{W_{\text{temp}}-1}^{\text{ACK}}$ = bit thông tin HARQ-ACK của ô này

$$V_s = V_s \cup \{W_{\text{temp}} - 1\}$$

kết thúc nếu

kết thúc nếu

$c=c+1$

kết thúc nếu

kết thúc khi

$m=m+1$

kết thúc khi

nếu $V_{\text{temp}2} < ((W_{\text{temp}} - 1) \bmod T_D) + 1$ hoặc $V_{\text{temp}} = 0$

$$j = j + \frac{T_D}{C_{D,\min}}$$

kết thúc nếu

nếu *harq-ACK-SpatialBundlingPUCCH* không được tạo ra cho UE và UE được tạo cấu hình bởi *maxNrofCodeWordsScheduledByDCI* với sự tiếp nhận hai khối vận chuyển cho ít nhất một DL BWP được tạo cấu hình của ô phục vụ,

$$O^{\text{ACK}} = 2 \cdot \left(T_D \cdot \text{floor} \left(j \cdot \frac{C_{D,\min}}{U_D} \right) + V_{\text{temp}2} \right)$$

nếu không thì

$$O^{\text{ACK}} = T_D \cdot \text{floor} \left(j \cdot \frac{C_{D,\min}}{U_D} \right) + V_{\text{temp}2}$$

kết thúc nếu

$$\tilde{o}_i^{ACK} = \text{NACK} \quad \text{đối với } i \in \{0, 1, \dots, O^{ACK} - 1\} \setminus V_s \text{ bất kỳ}$$

Trên bảng 12, khi bảng mã HARQ-ACK được ghép kênh với PUSCH, $T_D = U_D$, và $V_{\text{temp}2}$ sau câu lệnh trong khi (while) có thể được thiết lập thành giá trị của UL DAI.

Định dạng DCI 1_2 có thể không bao gồm DAI bộ đếm (điều này bao gồm việc được tạo cấu hình với 0 bit). Trong trường hợp này, UE có thể không rõ ràng về phương pháp xác định bảng mã HARQ-ACK động. Nghĩa là, khi thiết kế bảng mã HARQ-ACK động (bảng mã HARQ-ACK loại 2), thì trạm cơ sở có thể được tạo cấu hình để lược bỏ một số trường DCI để tăng xác suất tiếp nhận thành công PDCCH của UE. Nghĩa là, trạm cơ sở có thể lược bỏ một số trường DCI hoặc thiết lập kích thước trường thành 0 bit.

Ví dụ, trạm cơ sở có thể lược bỏ trường DAI bộ đếm từ trong số các trường DCI cần được truyền đến UE, hoặc thiết lập kích thước của trường thành 0 bit.

Như được mô tả ở trên, trong bảng mã HARQ-ACK động, trường DAI bộ đếm có thể được sử dụng không chỉ để xác định vị trí của bit HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK, mà còn để xác định kích thước của bảng mã HARQ-ACK.

Để UE truyền các bit HARQ-ACK để thông báo cho trạm cơ sở về ACK/NACK (hoặc DTX) đối với các PDSCH với bảng mã HARQ-ACK, thì các giá trị của các trường DAI bộ đếm của DCI cần được sắp xếp theo thứ tự tăng dần, nhưng khi trường DAI bộ đếm được lược bỏ, thì các giá trị của các trường DAI bộ đếm có thể không được sắp xếp theo thứ tự tăng dần thông qua các giá trị rõ ràng, và do đó cần có phương pháp xác định thứ tự của các bit HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK.

Do đó, phương pháp tạo ra bảng mã HARQ-ACK theo các tiêu chí định trước thậm chí khi một số trường của DCI được lược bỏ sẽ được mô tả.

Fig.20 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-ACK cho PDSCH theo thứ tự tiếp nhận của PDCCH theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.20, khi một vài trong số các trường DAI được lược bỏ hoặc kích thước được thiết lập thành 0 bit, thì UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK theo thứ tự trong đó các PDCCH để lập lịch các PDSCH được nhận, không phải các giá trị DAI bộ đếm.

Theo phương án thứ nhất của sáng chế, UE có thể xác định thứ tự của các bit

HARQ-ACK cho các PDSCH trong bảng mã HARQ-ACK dựa trên thông tin thời gian mà PDCCH để lập lịch PDSCH được nhận. Nghĩa là, UE có thể xác định thứ tự của các bit HARQ-ACK được bao gồm trong bảng mã HARQ-ACK theo thứ tự trong đó các PDCCH được nhận, bất kể giá trị của DAI bộ đếm trong PDCCH được truyền để lập lịch PDSCH.

Ví dụ, khi ký hiệu bắt đầu của CORESET bao gồm PDCCH để lập lịch PDSCH thứ nhất hoặc không gian tìm kiếm của nó được định vị trước ký hiệu bắt đầu của CORESET bao gồm PDCCH để lập lịch PDSCH thứ hai hoặc không gian tìm kiếm của nó như được minh họa trên phần (a) của Fig.20, trong bảng mã HARQ-ACK, B(1), mà là bit HARQ-ACK của PDSCH thứ nhất có thể được bố trí ở vị trí trước B(0), mà là bit HARQ-ACK của PDSCH thứ hai, như được minh họa trên phần (b) của Fig.20. Nếu các ký hiệu bắt đầu của các CORESET hoặc các không gian tìm kiếm giống nhau, thì bit HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch bởi PDCCH mà ký hiệu cuối cùng của CORESET hoặc không gian tìm kiếm của nó đứng trước có thể được bố trí ở vị trí đứng trước.

Fig.21 minh họa ví dụ của phương pháp để truyền HARQ-ACK cho PDSCH theo thông tin thời gian về PDSCH theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.21, khi một vài trong số các trường DAI được lược bỏ hoặc kích thước được thiết lập thành 0 bit, thì UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK theo thông tin thời gian về PDSCH được bao gồm trong PDCCH để lập lịch PDSCH, không phải là các giá trị DAI bộ đếm.

Theo phương án thứ hai của sáng chế, UE có thể xác định thứ tự của các bit HARQ-ACK của các PDSCH cấu thành bảng mã HARQ-ACK theo thông tin thời gian về các PDSCH. Cụ thể là, khi ký hiệu bắt đầu của PDSCH thứ nhất được định vị trước ký hiệu bắt đầu của PDSCH thứ hai, trong bảng mã HARQ-ACK, vị trí của bit HARQ-ACK cho PDSCH thứ nhất có thể đứng trước vị trí của HARQ-ACK cho PDSCH thứ hai.

Ví dụ, như được minh họa trên phần (a) của Fig.21, ký hiệu bắt đầu của PDSCH thứ hai có thể được định vị trước ký hiệu bắt đầu của PDSCH thứ nhất, dựa trên thông tin thời gian được bao gồm trong PDCCH để lập lịch PDSCH thứ nhất và thông tin thời gian được bao gồm trong PDCCH để lập lịch PDSCH thứ hai. Trong trường hợp này, như được minh họa trên phần (b) của Fig.21, trong UE truyền HARQ-ACK cho PDSCH thứ nhất và HARQ-ACK cho PDSCH thứ hai thông qua PUCCH, B(1), mà là bit HARQ-ACK cho PDSCH thứ hai, có thể được định vị trước B(0), mà là bit HARQ-ACK cho PDSCH thứ nhất.

Fig.22 minh họa ví dụ của phương pháp truyền HARQ-ACK cho PDSCH theo ID xử lý HARQ (hoặc số xử lý HARQ) của PDCCH để lập lịch PDSCH theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.22, khi một vài trong số các trường DAI được lược bỏ hoặc kích thước được thiết lập thành 0 bit, thì UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK theo ID xử lý HARQ (hoặc số xử lý HARQ) được bao gồm trong PDCCH để lập lịch PDSCH, không phải là các giá trị DAI bộ đếm.

Theo phương án thứ ba của sáng chế, UE có thể xác định thứ tự của các bit HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK theo giá trị của ID xử lý HARQ (hoặc số xử lý HARQ) của PDCCH để lập lịch PDSCH.

Cụ thể là, khi ID xử lý HARQ của PDSCH thứ nhất trong PDCCH để lập lịch PDSCH thứ nhất là A và ID xử lý HARQ của PDSCH thứ hai trong PDCCH để lập lịch PDSCH thứ hai là B, trong bảng mã HARQ-ACK, bit HARQ-ACK của PDSCH với giá trị nhỏ hơn trong số các giá trị A và B có thể được bố trí trước bit HARQ-ACK của PDSCH với giá trị lớn hơn.

Nghĩa là, vị trí của bit HARQ-ACK có thể được xác định theo thứ tự tăng dần của các ID xử lý HARQ. Ở đây, UE có thể giả định rằng các ID xử lý HARQ của các HARQ-ACK được truyền với một bảng mã HARQ-ACK có các giá trị khác nhau. Do đó, không được dự định rằng một bảng mã HARQ-ACK có bit HARQ-ACK của PDSCH có cùng ID xử lý HARQ được tạo ra.

Ví dụ, khi số lượng bit của trường DAI bộ đếm được bao gồm trong ít nhất một trong số PDCCH để lập lịch PDSCH thứ nhất và PDCCH để lập lịch PDSCH thứ hai khác hoặc được lược bỏ, hoặc kích thước được thiết lập thành 0 bit, thì UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK dựa trên ID xử lý HARQ-ACK được bao gồm trong PDCCH để lập lịch mỗi PDSCH và truyền nó đến trạm cơ sở thông qua UCI.

Trong trường hợp này, như được minh họa trên phần (a) của Fig.22, giá trị của ID xử lý HARQ-ACK hoặc số xử lý HARQ-ACK của PDCCH để lập lịch PDSCH thứ hai có thể là '0', và giá trị của ID xử lý HARQ-ACK hoặc số xử lý HARQ-ACK của PDCCH để lập lịch PDSCH thứ nhất có thể là '1'. Trong trường hợp này, như được minh họa trên phần (b) của Fig.15, dựa trên thứ tự tăng dần của các ID xử lý HARQ-ACK hoặc các số xử lý HARQ-ACK, B(0), mà là bit HARQ-ACK cho PDSCH thứ hai với ID xử lý HARQ-ACK

hoặc số xử lý HARQ-ACK thấp hơn, có thể được định vị trước B(1), mà là bit HARQ-ACK cho PDSCH thứ nhất.

Theo phương án thứ tư của sáng chế, UE có thể xác định thứ tự của các bit HARQ-ACK của PDSCH trong bảng mã HARQ-ACK bằng cách sử dụng thông tin ô trên PDCCH nhận được để lập lịch mỗi PDSCH. Thông tin ô có thể có nghĩa là chỉ số (hoặc ID) của ô. UE có thể được tạo cấu hình để giám sát các PDCCH trong các ô. Trong trường hợp này, UE có thể nhận các PDCCH khác nhau trong các ô khác nhau. UE có thể sắp xếp các bit HARQ-ACK của các PDSCH được nhận trong các ô khác nhau trong bảng mã HARQ-ACK theo thứ tự tăng dần của các chỉ số của các ô mà đã nhận được các PDCCH để lập lịch các PDSCH.

Theo phương án thứ năm của sáng chế, UE có thể xác định thứ tự của các bit HARQ-ACK của PDSCH bằng cách sử dụng thông tin về CORESET (hoặc không gian tìm kiếm) mà đã nhận được PDCCH để lập lịch PDSCH để tạo ra bảng mã HARQ-ACK. Ở đây, thông tin về CORESET (hoặc không gian tìm kiếm) có thể là chỉ số (hoặc ID) của CORESET (hoặc không gian tìm kiếm).

UE có thể được tạo cấu hình để giám sát PDCCH trong các CORESET (hoặc các không gian tìm kiếm). Trong trường hợp này, UE có thể nhận các PDCCH khác nhau trong các CORESET (hoặc các không gian tìm kiếm) khác nhau. Trong trường hợp này, UE có thể sắp xếp thứ tự của các bit HARQ-ACK của các PDSCH được nhận trong các CORESET (hoặc các không gian tìm kiếm) khác nhau theo thứ tự tăng dần của các chỉ số của các CORESET (hoặc các không gian tìm kiếm) mà đã nhận được các PDCCH để lập lịch các PDSCH để tạo ra bảng mã HARQ-ACK.

Theo phương án thứ sáu của sáng chế, UE có thể xác định thứ tự của các bit HARQ-ACK của PDSCH trong bảng mã HARQ-ACK bằng cách sử dụng thông tin miền tần số về PDCCH để lập lịch PDSCH. Ở đây, thông tin miền tần số có thể là chỉ số PRB thấp nhất trong số các PRB mà PDCCH được cấp phát. Ở đây, chỉ số có nghĩa là chỉ số PRB chung, và chỉ số này biểu thị khoảng cách từ điểm A trong miền tần số. Điểm A có nghĩa là tần số tham chiếu của UE trong quy trình truy cập ban đầu, và cụ thể là, điểm A là như sau.

- *offsetToPointA* biểu thị độ lệch tần số giữa điểm A và sóng mang con thấp nhất của khối tài nguyên thấp nhất. Khối tài nguyên thấp nhất có khoảng cách sóng mang con được tạo ra bởi thông số lớp cao hơn *subCarrierSpacingCommon* và chồng lên khối SS/PBCH được sử dụng bởi UE để lựa chọn ô ban đầu. *offsetToPointA* được biểu diễn theo các đơn vị

của các khối tài nguyên giả định khoảng cách sóng mang con 15 kHz đối với FR1 và khoảng cách sóng mang con 60 kHz con đối với FR2.

- *absoluteFrequencyPointA* biểu thị vị trí tần số của điểm A được biểu diễn dưới dạng số kênh tần số vô tuyến tuyệt đối (absolute radio frequency channel number, ARFCN) đối với tất cả các trường hợp khác.

UE có thể được tạo cấu hình để giám sát các PDCCH, và có thể nhận các PDCCH khác nhau trong các miền tần số khác nhau. Trong trường hợp này, UE có thể sắp xếp các bit HARQ-ACK của các PDSCH được nhận trong các miền tần số khác nhau trong bảng mã HARQ-ACK theo thứ tự tăng dần của các chỉ số PRB thấp nhất của các PDCCH để lập lịch các PDSCH. Theo phương pháp này, khi các PDCCH được nhận bởi UE trong một CORESET (hoặc không gian tìm kiếm) theo phương án thứ năm, thì thứ tự của các bit HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK có thể được xác định.

Các phương án từ thứ nhất đến thứ sáu có thể được sử dụng kết hợp với nhau, mà thông qua đó UE có thể xác định thứ tự của các bit HARQ-ACK cho các PDSCH tương ứng trong bảng mã HARQ-ACK. Ví dụ, phương án thứ nhất và phương án thứ ba có thể được kết hợp. Với tổ hợp này, thứ tự của các bit HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK có thể được xác định trước tiên theo thông tin miền thời gian về PDCCH, và khi thứ tự này có thể không được xác định bởi thông tin miền thời gian, thì thứ tự này có thể được xác định theo ID xử lý HARQ theo phương án thứ ba. Theo cách khác, các phương án thứ nhất, thứ tư, thứ năm và thứ sáu có thể được kết hợp. Với tổ hợp này, thứ tự của các bit HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK có thể được xác định trước tiên theo thông tin miền thời gian về PDCCH. Sau đó, khi thứ tự có thể không được xác định bởi thông tin miền thời gian theo mỗi phương án, thì thứ tự được xác định theo thông tin ô, và khi thứ tự có thể không được xác định bởi thông tin ô, thì thứ tự có thể được xác định theo thông tin về CORESET (hoặc không gian tìm kiếm). Ngoài ra, khi thứ tự có thể không được xác định với thông tin về CORESET (hoặc không gian tìm kiếm), thì thứ tự có thể được xác định theo thông tin cấp phát miền tần số về PDCCH.

Ngoài ra, theo một phương án khác của sáng chế, khi mỗi trong số các PDSCH được lập lịch thông qua các PDCCH và số lượng bit của các trường DAI bộ đếm được bao gồm trong các PDCCH khác nhau, thì UE có thể tạo ra một cách riêng lẻ mỗi trong số các bảng mã HARQ-ACK theo số lượng bit của DAI bộ đếm mà không ghép kênh theo số lượng bit.

Ví dụ, khi số lượng bit của trường DAI bộ đếm là 2 bit hoặc 1 bit, thì UE có thể tạo

ra một cách riêng lẻ mỗi trong số bảng mã HARQ-ACK cho các PDSCH được lập lịch bởi PDCCH bao gồm DAI bộ đếm với số lượng bit là 2 bit, và/hoặc bảng mã HARQ-ACK cho các PDSCH được lập lịch bởi PDCCH bao gồm DAI bộ đếm với số lượng bit là 1 bit và truyền chúng đến trạm cơ sở.

Nghĩa là, đối với UE, một bảng mã HARQ-ACK có thể chỉ bao gồm các HARQ-ACK của các PDSCH được lập lịch với các định dạng DCI với cùng số lượng bit của DAI bộ đếm.

Thông qua các phương án từ thứ nhất đến thứ sáu được mô tả ở trên, UE có thể xác định vị trí của các bit của HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK mà không cần trường DAI bộ đếm. Tuy nhiên, khi tạo ra bảng mã HARQ-ACK bao gồm các bit HARQ-ACK cho mỗi PDSCH, thì vấn đề có thể xảy ra khi UE xác định kích thước của bảng mã HARQ-ACK.

Ví dụ, khi UE không nhận một trong số các PDCCH, thì UE có thể xác định kích thước của bảng mã HARQ-ACK khác đi do PDCCH mà đã không được nhận, và do đó cần có phương pháp để giải quyết vấn đề này.

Trong trường hợp này, UE có thể luôn luôn giả định rằng phần còn lại là Y khi kích thước của bảng mã HARQ-ACK động được phân chia theo X. Mong muốn là $X = 4$ và $Y = 1$. Nghĩa là, kích thước của bảng mã HARQ-ACK động có thể được xác định là một trong số 1, 5, 9, ... bit. Khi UE nhận PDCCH để lập lịch Z PDSCH, thì UE có thể xác định giá trị nhỏ nhất trong số các kích thước lớn hơn hoặc bằng Z là kích thước của bảng mã HARQ-ACK. Ví dụ, nếu $Z = 3, 5$ có thể được xác định là kích thước của bảng mã HARQ-ACK.

Trường DAI bộ đếm có thể hoặc có thể không được bao gồm trong DCI của PDCCH tương ứng với HARQ-ACK của một bảng mã HARQ-ACK. Trong trường hợp này, trong bảng mã HARQ-ACK, UE xác định các vị trí của HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch bởi DCI bao gồm trường DAI bộ đếm và HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch bởi DCI mà không có trường DAI bộ đếm.

Theo một phương án của sáng chế, trong trường hợp này, UE có thể tạo ra một cách riêng lẻ mỗi trong số các bảng mã HARQ-ACK theo việc liệu DCI có bao gồm trường DAI bộ đếm hay không.

Cụ thể là, UE tạo ra bảng mã HARQ-ACK con thứ nhất bằng cách thu thập chỉ các HARQ-ACK của các PDSCH được lập lịch bởi DCI bao gồm trường DAI bộ đếm. Trong

trường hợp này, vị trí của HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK con thứ nhất được xác định bằng cách sử dụng giá trị của trường DAI bộ đếm (nghĩa là, vị trí được xác định theo thứ tự tăng dần của các DAI bộ đếm). Trong trường hợp này, khi các số lượng bit của các trường DAI bộ đếm khác nhau, thì phương pháp của các phương án từ thứ nhất đến thứ sáu được mô tả ở trên và tổ hợp của chúng có thể được sử dụng.

Ngoài ra, UE tạo ra bảng mã HARQ-ACK con thứ hai bằng cách thu thập chỉ các HARQ-ACK của các PDSCH được lập lịch bởi DCI, trong đó trường DAI bộ đếm được lược bỏ hoặc được thiết lập thành giá trị 0 bit. Trong trường hợp này, vị trí của HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK con thứ hai có thể được xác định theo các phương án từ thứ nhất đến thứ sáu được mô tả ở trên và tổ hợp của chúng. UE có thể liên tục kết hợp bảng mã HARQ-ACK con thứ nhất và bảng mã HARQ-ACK con thứ hai (nghĩa là, sao cho bit thứ nhất của bảng mã HARQ-ACK con thứ hai đến sau bit cuối cùng của bảng mã HARQ-ACK con thứ nhất) để tạo ra bảng mã HARQ-ACK. Theo phương pháp này, UE cần tạo ra hai bảng mã HARQ-ACK con theo các cách khác nhau, và độ phức tạp UE có thể tăng, theo đó.

Theo một phương án khác của sáng chế, trong trường hợp trên, UE có thể bỏ qua trường DAI bộ đếm được bao gồm trong DCI. Nghĩa là, bằng cách xem xét tất cả DCI là DCI không có trường DAI bộ đếm, các vị trí của các bit HARQ-ACK trong bảng mã HARQ-ACK có thể được xác định bằng cách sử dụng các phương án từ thứ nhất đến thứ sáu và tổ hợp của chúng.

Theo một phương án khác của sáng chế, UE được tạo cấu hình với bảng mã HARQ-ACK bán tĩnh có thể xác định các bit HARQ-ACK cho một PDSCH.

Cụ thể là, UE được tạo cấu hình với bảng mã HARQ-ACK bán tĩnh cần truyền bảng mã HARQ-ACK bao gồm số lượng bit HARQ-ACK định trước đến PUCCH. Trong trường hợp này, số lượng định trước có thể được xác định bất kể PDSCH nào được lập lịch thực tế bởi UE, và có thể được suy ra từ thông tin được thiết lập dưới dạng lớp cao hơn.

Thông tin được thiết lập dưới dạng lớp cao hơn có thể bao gồm ít nhất thông tin cấu hình CBG của ô, và UE có thể nhận thông tin cấu hình CBG cho mỗi ô. Thông tin cấu hình CBG có thể được sử dụng để tạo cấu hình số lượng CBG lớn nhất mà một PDSCH (hoặc TB) có thể bao gồm, và có thể được biểu diễn dưới dạng N_{MAX} . Trong bảng mã HARQ-ACK bán tĩnh, khi các bit HARQ-ACK của các PDSCH được bao gồm, thì cần xác định số lượng bit của HARQ-ACK mà một PDSCH tương ứng với. Nói chung, khi cuộc truyền dẫn

CBG không được tạo cấu hình, thì PDSCH có thể tương ứng với 1 bit HARQ-ACK (2 bit khi 2 cuộc truyền dẫn TB được tạo cấu hình), và khi cuộc truyền dẫn CBG được tạo cấu hình, thì PDSCH có thể tương ứng với N_{MAX} bit HARQ-ACK.

Khi HARQ-ACK bán tĩnh được tạo cấu hình cho UE, thì số lượng bit HARQ-ACK được xác định ở trên cần được bao gồm trong PUCCH. Thậm chí nếu cuộc truyền dẫn dựa trên CBG được tạo cấu hình, trong trường hợp cụ thể, UE có thể truyền chỉ 1 bit HARQ-ACK cho PDSCH bằng cách bao gồm nó trong PUCCH.

Ví dụ, khi cuộc truyền dẫn dựa trên CBG được tạo cấu hình, một ô (hoặc sóng mang) đường xuống được tạo cấu hình trong UE trong khi thỏa mãn ít nhất một trong số các trường hợp sau, và khi có một dịp giám sát để nhận PDCCH, UE có thể tạo ra chỉ 1 bit của HARQ-ACK của DCI hoặc PDSCH ngắt SPS PDSCH hoặc SPS PDSCH.

- Khi UE cần truyền HARQ-ACK cho một SPS PDSCH
- Khi một DCI ngắt SPS PDSCH được nhận
- Khi HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch trong định dạng DCI 1_0 hoặc định dạng DCI 1_2 được truyền

Nghĩa là, thậm chí nếu cuộc truyền dẫn dựa trên CBG được tạo cấu hình, thì UE có thể tạo ra chỉ HARQ-ACK 1 bit đối với mỗi PDSCH.

Ngược lại, khi cuộc truyền dẫn dựa trên CBG được tạo cấu hình, và khi ít nhất một trong số các điều kiện sau được thỏa mãn, và hai hoặc nhiều hơn hai ô (hoặc sóng mang) đường xuống được tạo cấu hình trong UE hoặc có hai hoặc nhiều hơn hai dịp giám sát để nhận PDCCH, UE có thể tạo ra N_{MAX} bit bằng cách lặp lại 1 bit của HARQ-ACK (HARQ-ACK mức TB) của DCI hoặc PDSCH ngắt SPS PDSCH hoặc SPS PDSCH N_{MAX} lần.

- Khi HARQ-ACK cho một SPS PDSCH được truyền
- Khi một DCI ngắt SPS PDSCH được nhận
- Khi HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch trong định dạng DCI 1_0 hoặc định dạng DCI 1_2 được truyền

Nghĩa là, theo cuộc truyền dẫn dựa trên CBG, UE có thể tạo ra chỉ HARQ-ACK N_{MAX} bit đối với mỗi PDSCH.

Trong hoạt động trên, định dạng DCI 1_2 là định dạng DCI mà có thể thiết lập kích thước của mỗi trường đối với độ tin cậy cao và độ trễ thấp. Định dạng DCI 1_2 này không

hỗ trợ hoạt động dựa trên CBG. Nghĩa là, PDSCH được lập lịch trong định dạng DCI 1_2 luôn luôn tương ứng với 1 bit của HARQ-ACK mức TB. Điều này tương tự với định dạng DCI 1_0. Do đó, định dạng DCI 1_2 có thể được xử lý theo cách giống với định dạng DCI 1_0.

Fig.23 là lưu đồ minh họa ví dụ của hoạt động của UE để truyền HARQ-ACK dựa trên thông tin đường xuống có định dạng khác theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.23, UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK bao gồm các bit HARQ-ACK cho các PDSCH được lập lịch bởi DCI trên các PDCCH được truyền từ trạm cơ sở. Trong trường hợp này, khi định dạng của DCI là khác và số lượng bit của trường DAI được bao gồm trong mỗi mẫu DCI là khác, thì UE có thể diễn dịch giá trị của trường DAI trong điều kiện nhất định để tạo ra bảng mã HARQ-ACK.

Đầu tiên, UE nhận PDCCH thứ nhất để lập lịch kênh chia sẻ vật lý đường xuống (PDSCH) thứ nhất (S23010). Trong trường hợp này, UE có thể nhận thông tin thiết lập bao gồm thông tin để nhận PDCCH trước khi nhận PDCCH thứ nhất.

PDCCH thứ nhất có thể bao gồm bộ chỉ báo chỉ định đường xuống (DAI) bộ đếm thứ nhất biểu thị số lượng PDSCH được lập lịch cho đến thời điểm mà PDCCH thứ nhất được giám sát, và DAI tổng thứ nhất biểu thị số lượng tất cả các PDSCH được lập lịch trong ô phục vụ.

Sau đó, UE nhận PDCCH thứ hai để lập lịch PDSCH thứ hai bao gồm DAI bộ đếm thứ hai và DAI tổng thứ hai (S23020).

Sau đó, UE nhận PDSCH thứ nhất dựa trên PDCCH thứ nhất (S23030) và nhận PDSCH thứ hai dựa trên PDCCH thứ hai (S23040).

Sau khi nhận PDSCH thứ nhất và PDSCH thứ hai, UE tạo ra các bit HARQ-ACK cho mỗi trong số các PDSCH thứ nhất và thứ hai, và tạo ra bảng mã HARQ-ACK bằng cách sử dụng các bit HARQ-ACK được tạo ra.

Sau đó, UE truyền thông tin điều khiển đường lên (UCI) bao gồm bảng mã HARQ-ACK đến trạm cơ sở (S23050).

Giá trị của DAI bộ đếm thứ hai có thể được nhận biết dựa trên số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khác với số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai. Nghĩa là, khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khác với số lượng bit

của DAI bộ đếm thứ hai, thì UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK bao gồm các bit HARQ-ACK thông qua các phương pháp của các đề xuất 1 đến 3 được mô tả ở trên.

Ví dụ, khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất nhỏ hơn số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai, thì giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ hai có thể được nhận biết dựa trên ít nhất một trong số các bit với số bằng số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất trong số các bit của DAI bộ đếm thứ hai.

Theo cách khác, khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất lớn hơn số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai, thì giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ hai có thể được diễn dịch bằng cách mở rộng số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai thành số lượng bit giống với số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất.

Trong trường hợp này, khi có các giá trị ứng viên của DAI bộ đếm thứ hai, giá trị của DAI bộ đếm thứ hai có thể được hiểu là giá trị có chênh lệch nhỏ nhất so với giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ nhất trong số các giá trị ứng viên.

Fig.24 là lưu đồ minh họa ví dụ của hoạt động của trạm cơ sở để nhận HARQ-ACK dựa trên thông tin đường xuống có định dạng khác theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.24, trạm cơ sở có thể lập lịch PDSCH đến UE thông qua các PDCCH có định dạng khác. Trong trường hợp này, khi số lượng bit của trường DAI được bao gồm trong DCI của định dạng khác trên PDCCH là khác, thì trạm cơ sở có thể nhận bảng mã HARQ-ACK cho các PDSCH được lập lịch bởi DCI của định dạng khác từ UE.

Đầu tiên, trạm cơ sở truyền PDCCH thứ nhất để lập lịch kênh chia sẻ vật lý đường xuống (PDSCH) thứ nhất đến UE (S24010). Trong trường hợp này, trạm cơ sở có thể truyền thông tin thiết lập bao gồm thông tin để nhận PDCCH trước khi truyền PDCCH thứ nhất.

PDCCH thứ nhất có thể bao gồm bộ chỉ báo chỉ định đường xuống (DAI) bộ đếm thứ nhất biểu thị số lượng PDSCH được lập lịch cho đến thời điểm mà PDCCH thứ nhất được giám sát, và DAI tổng thứ nhất biểu thị số lượng tất cả các PDSCH được lập lịch trong ô phục vụ.

Sau đó, trạm cơ sở truyền PDCCH thứ hai để lập lịch PDSCH thứ hai bao gồm DAI bộ đếm thứ hai và DAI tổng thứ hai (S24020).

Sau đó, trạm cơ sở truyền PDSCH thứ nhất dựa trên PDCCH thứ nhất (S24030) và

truyền PDSCH thứ hai dựa trên PDCCH thứ hai (S24040).

Trạm cơ sở nhận bảng mã HARQ-ACK bao gồm các bit HARQ-ACK cho mỗi trong số PDSCH thứ nhất và PDSCH thứ hai được tạo ra bởi UE thông qua thông tin điều khiển đường lên (UCI) từ UE (S24050).

Giá trị của DAI bộ đếm thứ hai có thể được nhận biết dựa trên số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khác với số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai. Nghĩa là, khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất khác với số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai, thì UE có thể tạo ra bảng mã HARQ-ACK bao gồm các bit HARQ-ACK thông qua các phương pháp của các đề xuất 1 đến 3 được mô tả ở trên.

Ví dụ, khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất nhỏ hơn số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai, thì giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ hai có thể được nhận biết dựa trên ít nhất một trong số các bit với số bằng số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất trong số các bit của DAI bộ đếm thứ hai.

Theo cách khác, khi số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất lớn hơn số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai, thì giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ hai có thể được diễn dịch bằng cách mở rộng số lượng bit của DAI bộ đếm thứ hai thành số lượng bit giống với số lượng bit của DAI bộ đếm thứ nhất.

Trong trường hợp này, khi có các giá trị ứng viên của DAI bộ đếm thứ hai, DAI bộ đếm thứ hai giá trị có thể được hiểu là giá trị có chênh lệch nhỏ nhất so với giá trị được biểu thị bởi DAI bộ đếm thứ nhất trong số các giá trị ứng viên.

Phần mô tả trên của sáng chế để minh họa, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà sáng chế thuộc về có thể hiểu rằng sáng chế có thể được cải biến để dàng thành các dạng cụ thể khác mà không thay đổi nguyên lý kỹ thuật hoặc các dấu hiệu cơ bản của sáng chế. Do đó, cần hiểu rằng các phương án được mô tả ở trên được dự định để minh họa theo tất cả các khía cạnh và không giới hạn. Ví dụ, mỗi thành phần được mô tả dưới dạng kiểu duy nhất có thể được thực hiện theo cách được phân tán, và tương tự, các thành phần được mô tả dưới dạng được phân tán còn có thể được thực hiện ở dạng kết hợp.

Phạm vi của sáng chế được biểu diễn bởi các điểm yêu cầu bảo hộ được mô tả dưới đây thay vì phần mô tả chi tiết ở trên, và cần hiểu rằng ý nghĩa và phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ và tất cả các sự thay đổi hoặc các sự cải biến được suy ra từ các điểm tương đương của chúng nằm trong phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị người dùng để sử dụng trong hệ thống truyền thông không dây, thiết bị người dùng này bao gồm:

môđun truyền thông; và

bộ xử lý để điều khiển môđun truyền thông,

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để,

nhận các định dạng thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information, DCI) thứ nhất để lập lịch đường xuống, trong đó mỗi định dạng DCI thứ nhất bao gồm chỉ số chỉ định đường xuống số đếm (counter downlink assignment index, c-DAI) N_c -bit, và N_c là một trong số 1 và 2;

nhận định dạng DCI thứ hai để lập lịch kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), trong đó định dạng DCI thứ hai bao gồm DAI đường lên (uplink DAI, UL-DAI) 2 bit; và

truyền bảng mã báo nhận yêu cầu lặp lại tự động lai (hybrid automatic repeat request-acknowledge, HARQ-ACK) cho việc lập lịch đường xuống qua PUSCH,

trong đó kích thước của bảng mã HARQ-ACK được liên kết với giá trị O tương ứng với $4 * (\text{floor}(j * C/4) + Q) + V$, trong đó

- j là giá trị bộ đếm cho trường hợp là c-DAI N_c -bit hiện thời có giá trị nhỏ hơn hoặc bằng c-DAI N_c -bit trước đó nằm trong các c-DAI N_c -bit nhận được,

- C là 2^{N_c} ,

- Q là 0 hoặc 1,

- V là giá trị của UL-DAI 2 bit, và nằm trong khoảng từ 1 đến 4, và

- floor là hàm phần nguyên nhỏ hơn.

2. Thiết bị người dùng theo điểm 1, trong đó N_c là 1.

3. Thiết bị người dùng theo điểm 1, trong đó kích thước của bảng mã HARQ-ACK được xác định là O hoặc $P \cdot O$, và P là số nguyên dương.

4. Thiết bị người dùng theo điểm 1,

trong đó Q là 1 chỉ khi V nhỏ hơn V_{temp} , và

trong đó, khi N_c là 1, thì V_{temp} được xác định là giá trị c-DAI 2 bit được chuyển đổi từ giá trị của c-DAI N_c -bit cuối cùng trong số các c-DAI N_c -bit nhận được, sao cho giá trị c-DAI 2 bit được chuyển đổi tương ứng với số lượng lập lịch đường xuống được xác định dựa trên các c-DAI N_c -bit nhận được.

5. Thiết bị người dùng theo điểm 4, trong đó giá trị của c-DAI N_c -bit cuối cùng trong số các c-DAI N_c -bit nhận được và giá trị c-DAI 2 bit được chuyển đổi thỏa mãn mối quan hệ bao gồm bảng sau:

j	0	0	1	1	2	2	3	...
X	1	2	1	2	1	2	1	...
Y	1	2	3	4	1	2	3	...

trong đó X biểu diễn giá trị của c-DAI N_c -bit cuối cùng trong số các c-DAI N_c -bit nhận được và Y biểu diễn giá trị c-DAI 2 bit được chuyển đổi.

6. Thiết bị người dùng theo điểm 1, trong đó c-DAI N_c -bit được liên kết với vị trí bit của thông tin HARQ-ACK tương ứng trong bảng mã HARQ-ACK.

7. Thiết bị người dùng theo điểm 1, trong đó c-DAI N_c -bit liên quan đến số đếm của lập lịch đường xuống tương ứng và UL DAI 2 bit liên quan đến số lượng lập lịch đường xuống.

8. Thiết bị người dùng theo điểm 1, trong đó hệ thống truyền thông không dây bao gồm hệ

thống truyền thông không dây dựa trên dự án đối tác thế hệ thứ 3 (3rd generation partnership project, 3GPP).

9. Phương pháp được thực hiện bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận các định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI) thứ nhất để lập lịch đường xuống, trong đó mỗi định dạng DCI thứ nhất bao gồm chỉ số chỉ định đường xuống số đếm (c-DAI) N_c -bit, và N_c là một trong số 1 và 2;

nhận định dạng DCI thứ hai để lập lịch kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), trong đó định dạng DCI thứ hai bao gồm DAI đường lên (UL-DAI) 2 bit; và

truyền bảng mã báo nhận yêu cầu lặp lại tự động lai (HARQ-ACK) cho việc lập lịch đường xuống qua PUSCH,

trong đó kích thước của bảng mã HARQ-ACK được liên kết với giá trị O tương ứng với: $4 * (\text{floor}(j * C / 4) + Q) + V$, trong đó

- j là giá trị bộ đếm cho trường hợp là c-DAI N_c -bit hiện thời có giá trị nhỏ hơn hoặc bằng c-DAI N_c -bit trước đó nằm trong các c-DAI N_c -bit nhận được,

- C là 2^{N_c} ,

- Q là 0 hoặc 1,

- V là giá trị của UL-DAI 2 bit, và nằm trong khoảng từ 1 đến 4, và

- floor là hàm phần nguyên nhỏ hơn.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó N_c là 1.

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó kích thước của bảng mã HARQ-ACK được xác định là O hoặc $P * O$, và P là số nguyên dương.

12. Phương pháp theo điểm 9,

trong đó Q là 1 chỉ khi V nhỏ hơn V_{temp} , và

trong đó, khi N_c là 1, thì V_{temp} được xác định là giá trị c-DAI 2 bit được chuyển đổi từ giá trị của c-DAI N_c -bit cuối cùng trong số các c-DAI N_c -bit nhận được, sao cho giá trị c-DAI 2 bit được chuyển đổi tương ứng với số lượng lập lịch đường xuống được xác định dựa trên các c-DAI N_c -bit nhận được.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó giá trị của c-DAI N_c -bit cuối cùng trong số các c-DAI N_c -bit nhận được và giá trị c-DAI 2 bit được chuyển đổi thỏa mãn mối quan hệ bao gồm bảng sau:

j	0	0	1	1	2	2	3	...
X	1	2	1	2	1	2	1	...
Y	1	2	3	4	1	2	3	...

trong đó X biểu diễn giá trị của c-DAI N_c -bit cuối cùng trong số các c-DAI N_c -bit nhận được và Y biểu diễn giá trị c-DAI 2 bit được chuyển đổi.

14. Phương pháp theo điểm 9, trong đó c-DAI N_c -bit được liên kết với vị trí bit của thông tin HARQ-ACK tương ứng trong bảng mã HARQ-ACK.

15. Phương pháp theo điểm 9, trong đó c-DAI N_c -bit liên quan đến số đếm của lập lịch đường xuống tương ứng và UL DAI 2 bit liên quan đến số lượng lập lịch đường xuống.

16. Phương pháp theo điểm 9, trong đó hệ thống truyền thông không dây bao gồm hệ thống truyền thông không dây dựa trên dự án đối tác thế hệ thứ 3 (3GPP).

1/20

FIG.1

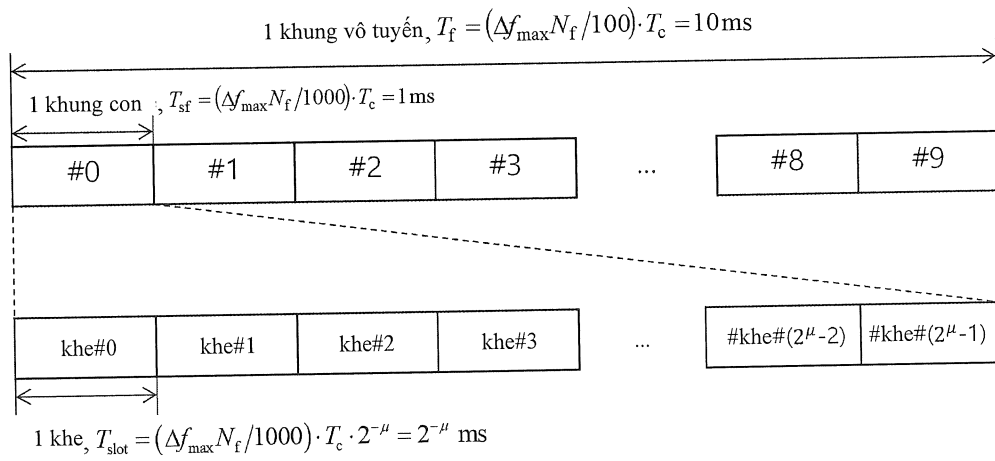


FIG.2

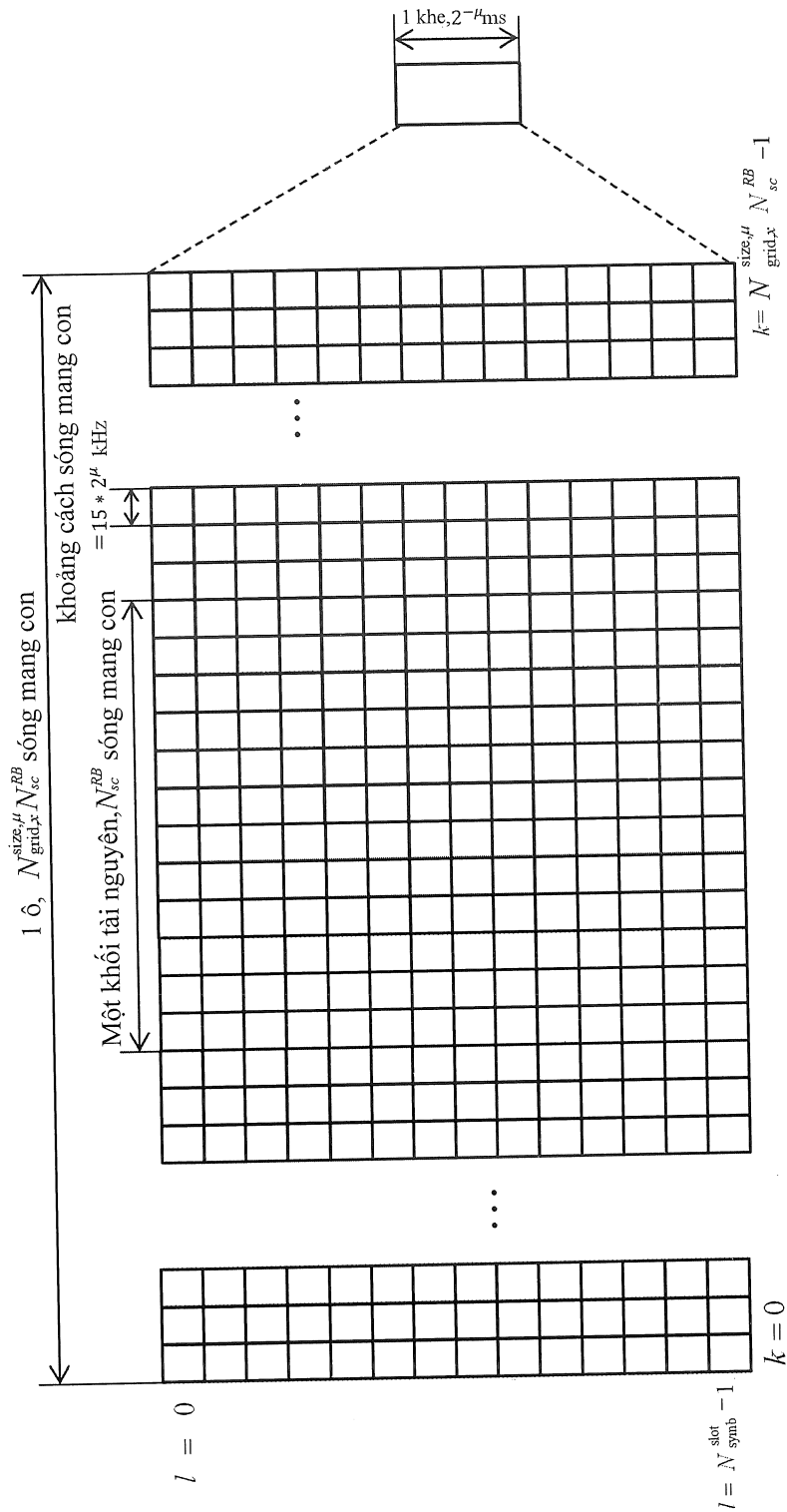
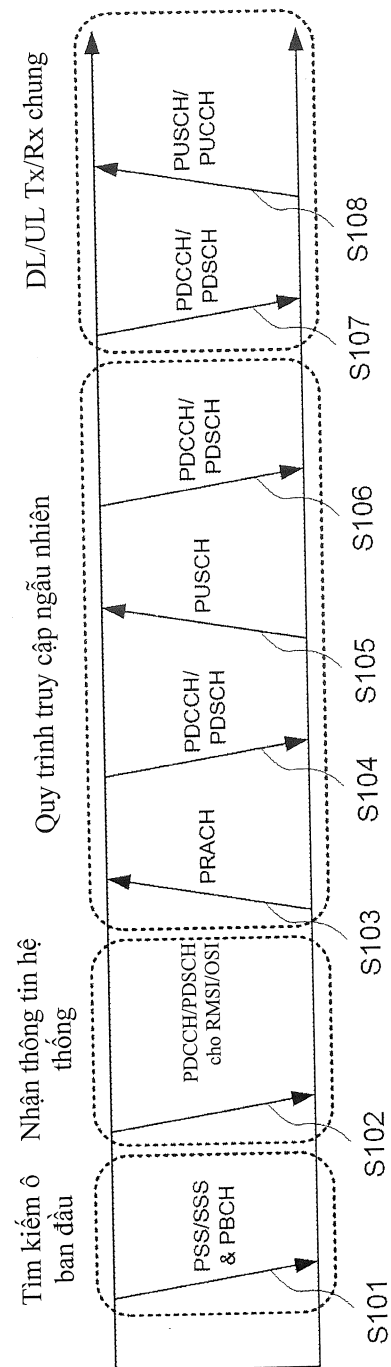
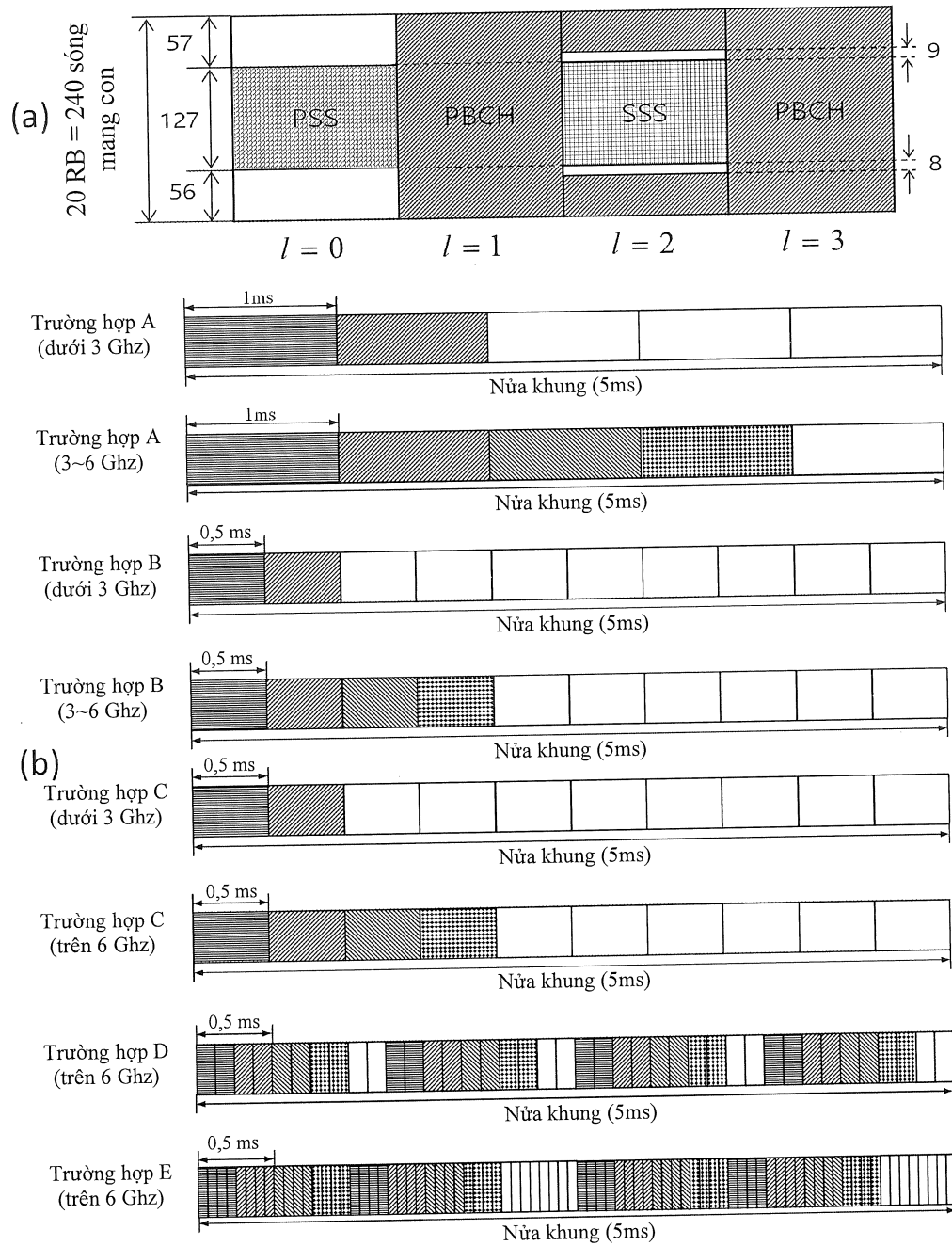


FIG.3



4/20

FIG.4



5/20

FIG.5

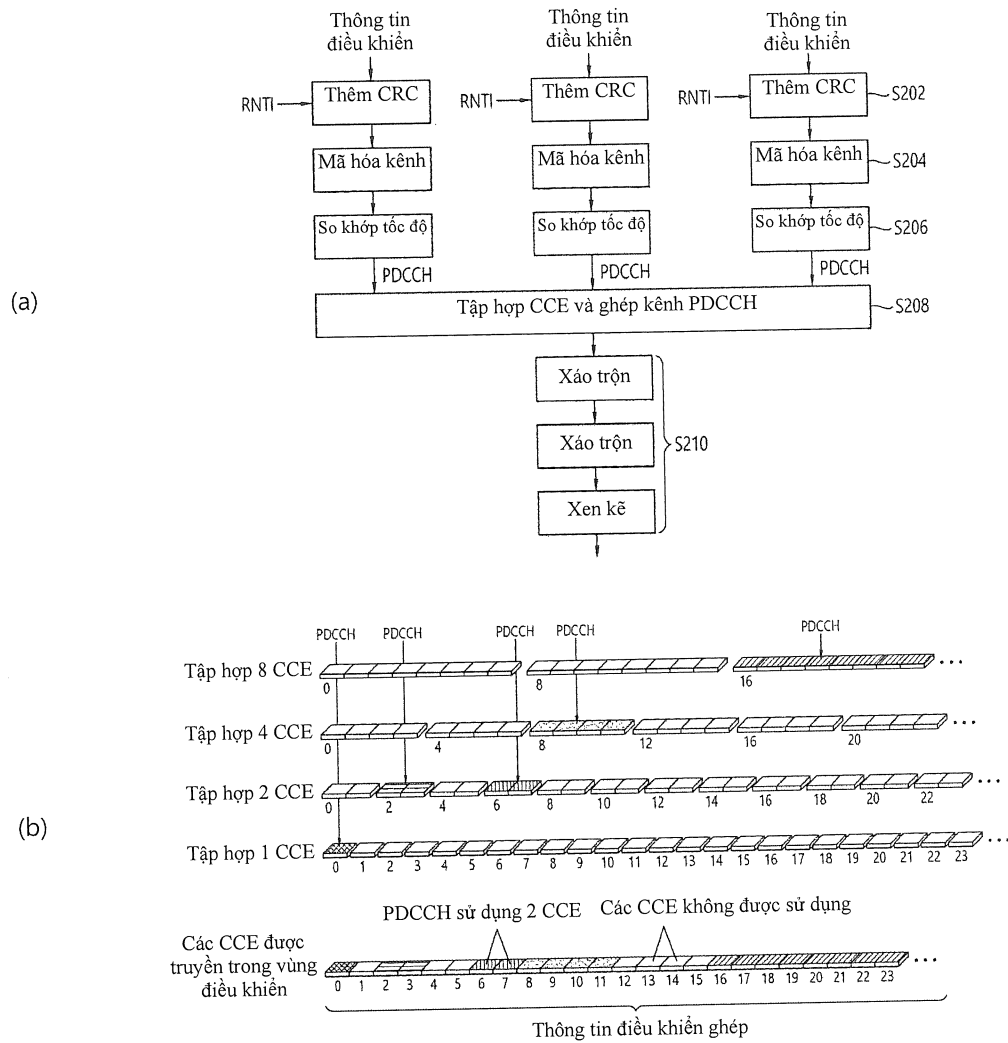


FIG.6

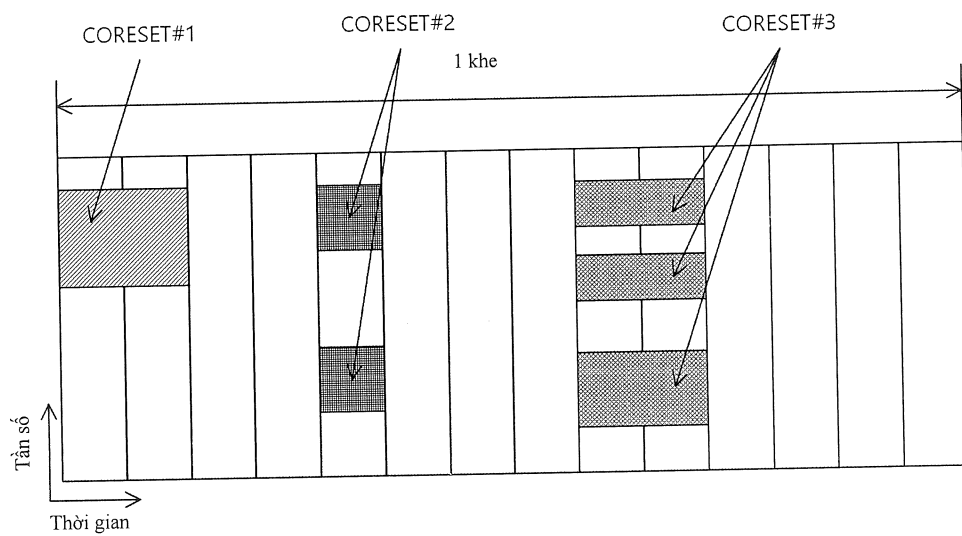


FIG.7

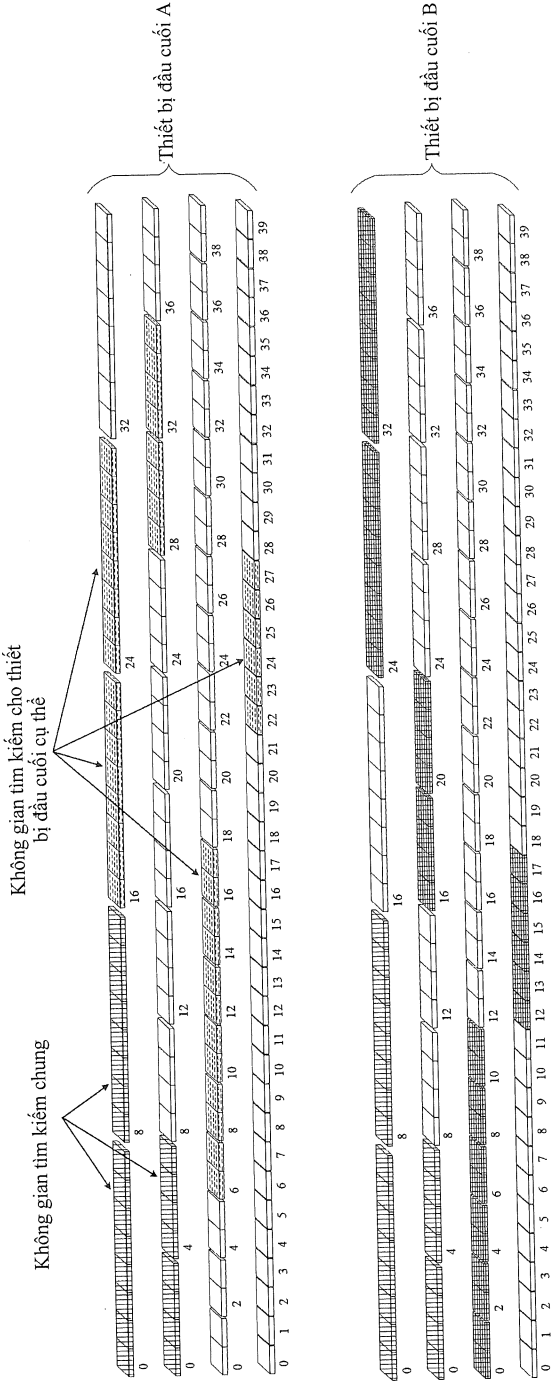


FIG.8

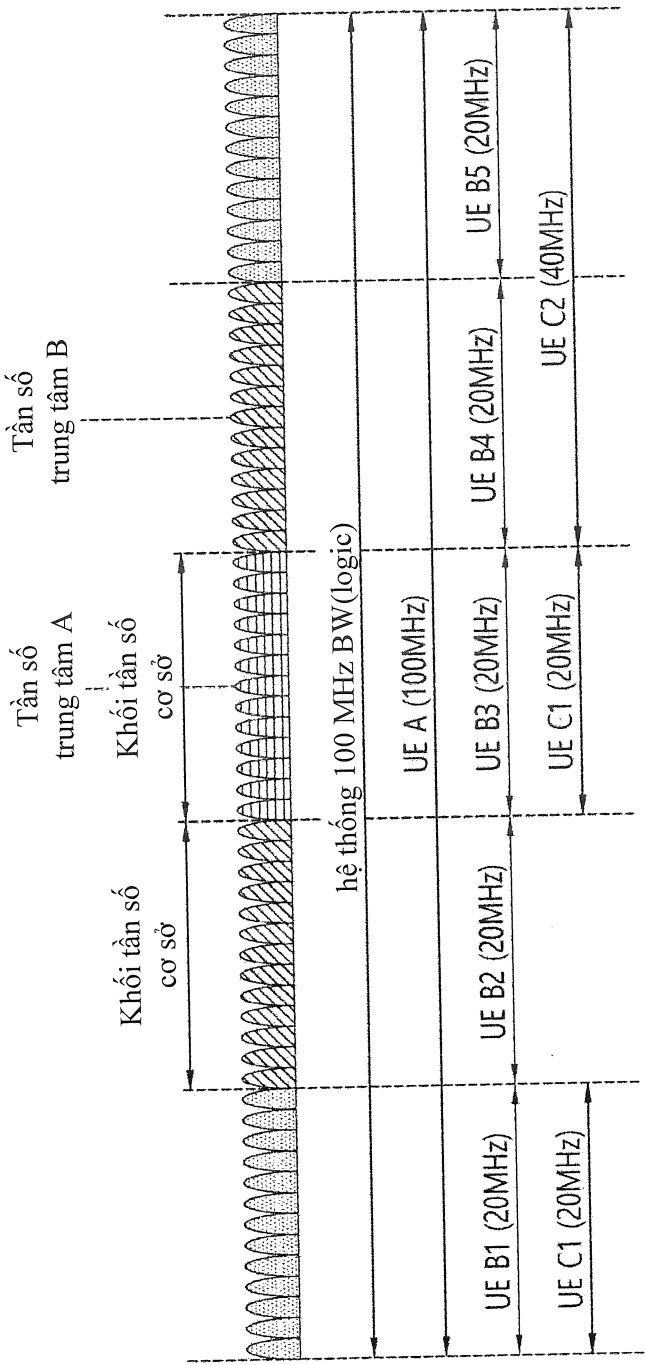
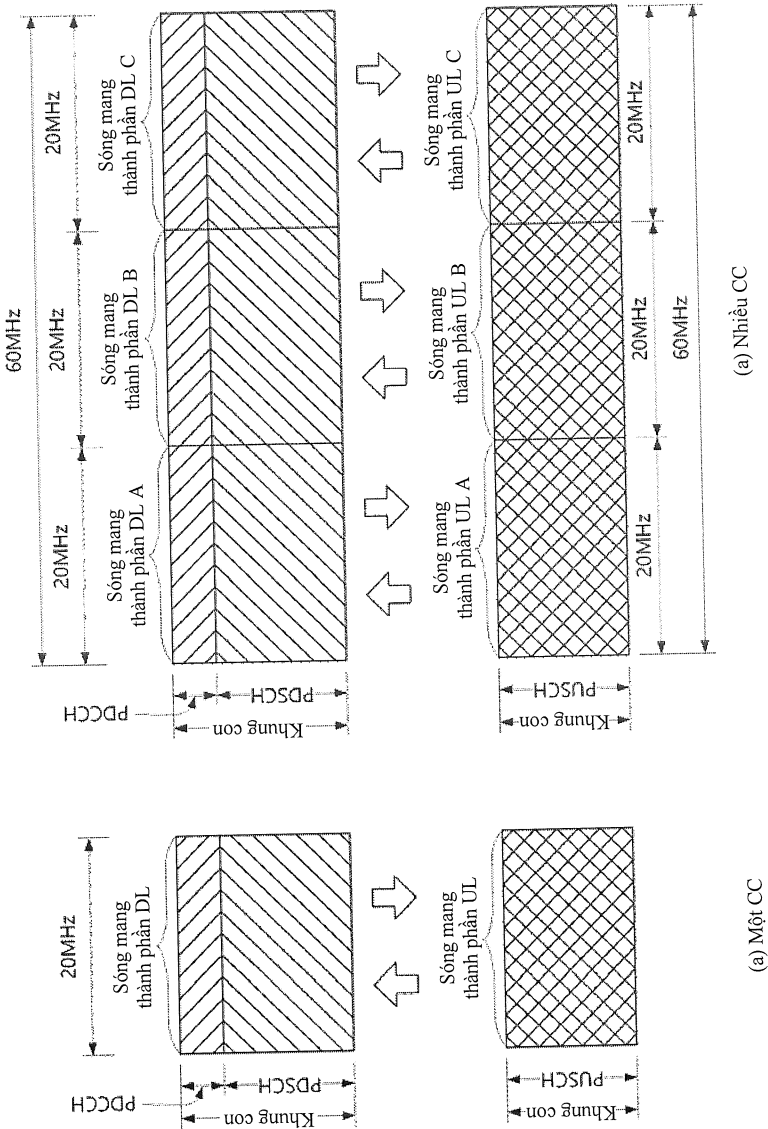


FIG.9



9/20

FIG.10

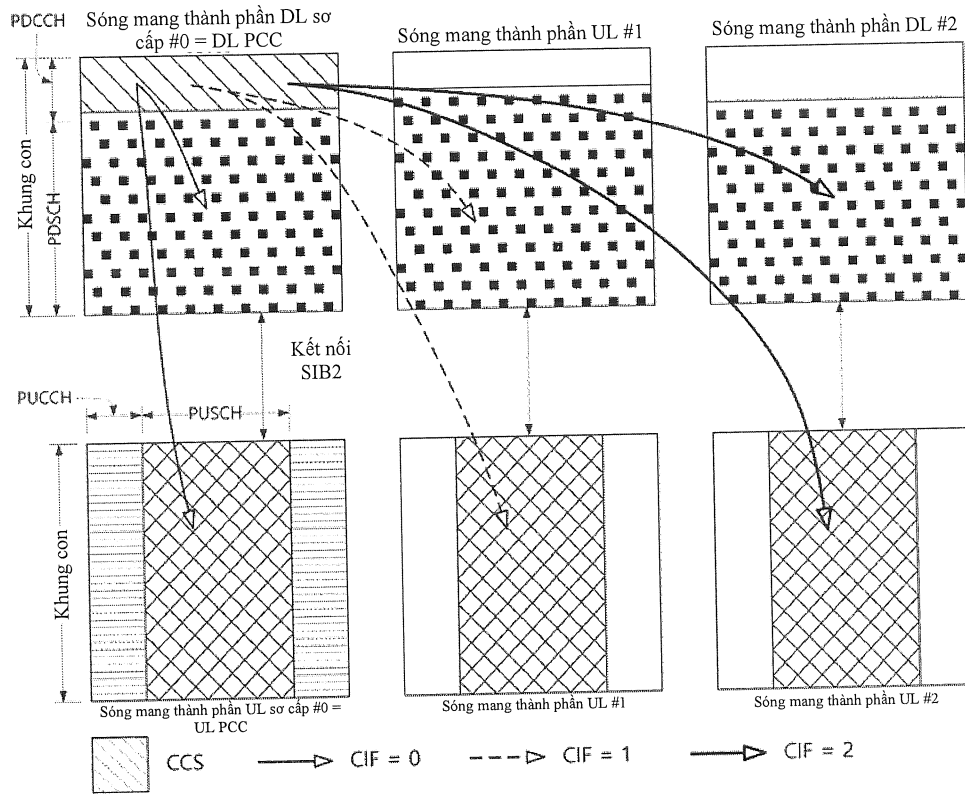
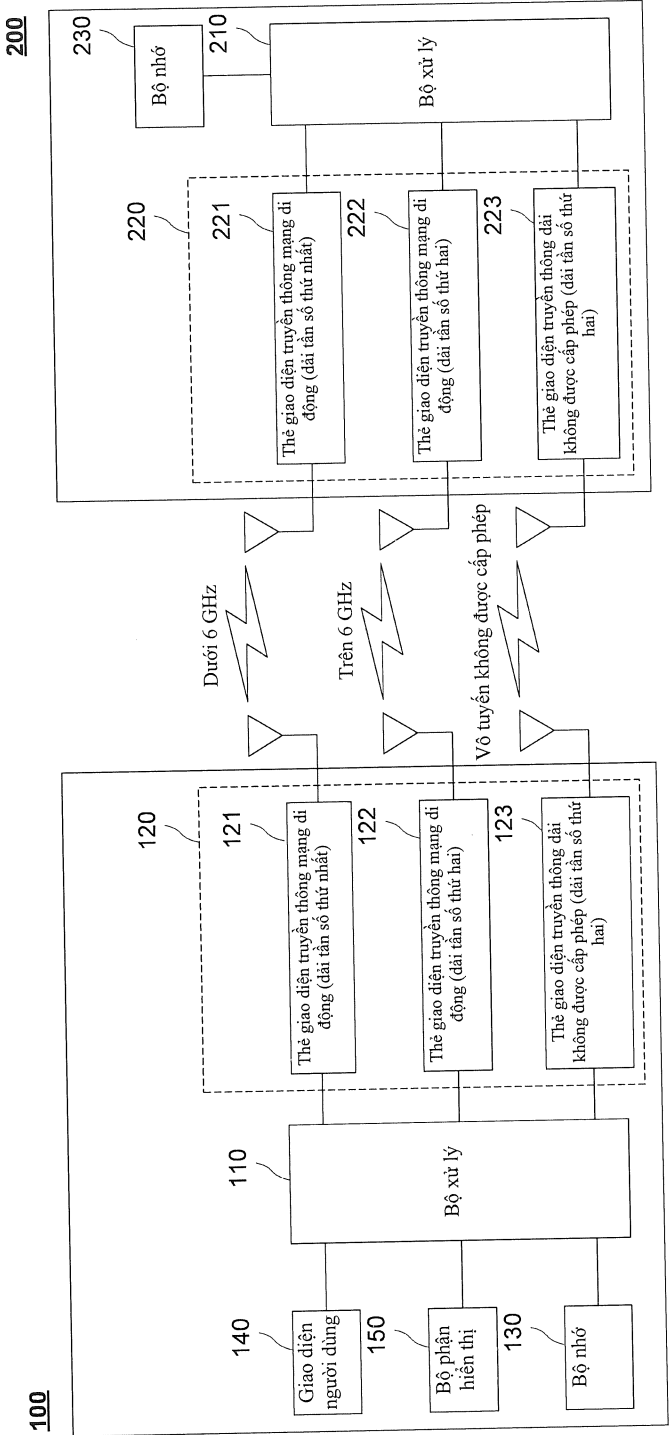
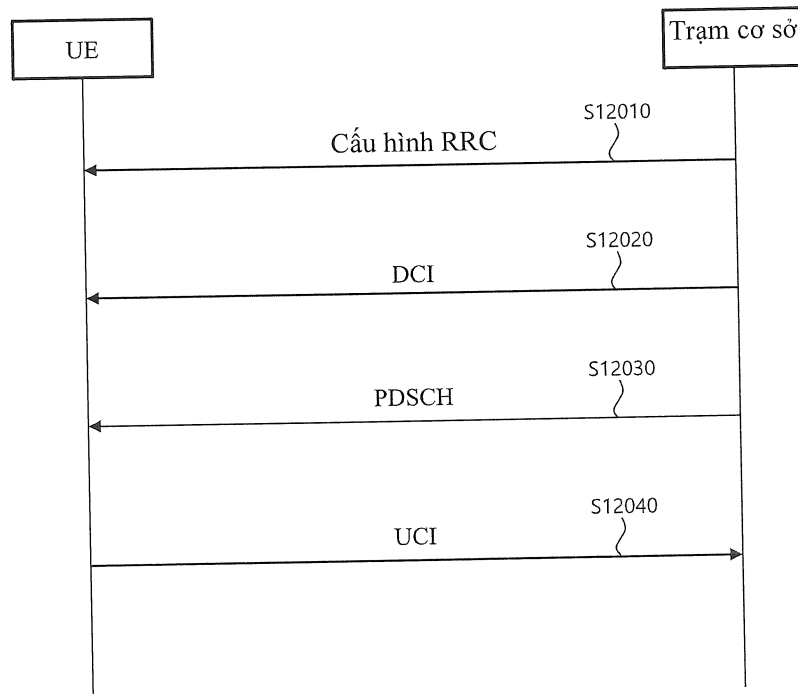


FIG.11



11/20

FIG.12



12/20

FIG.13

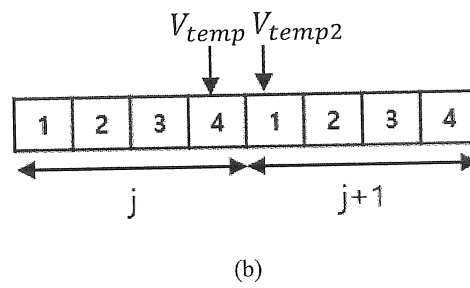
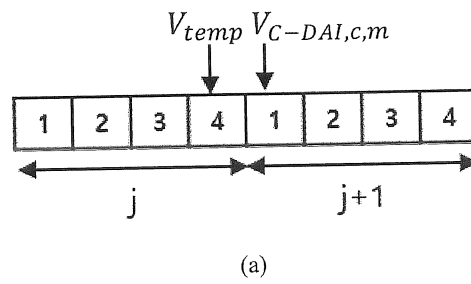


FIG.14

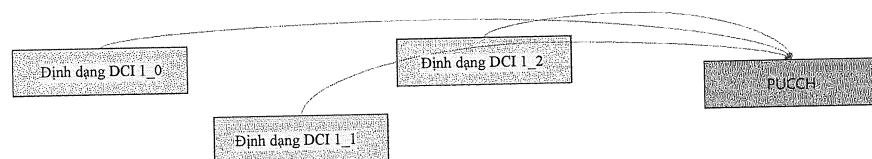


FIG.15

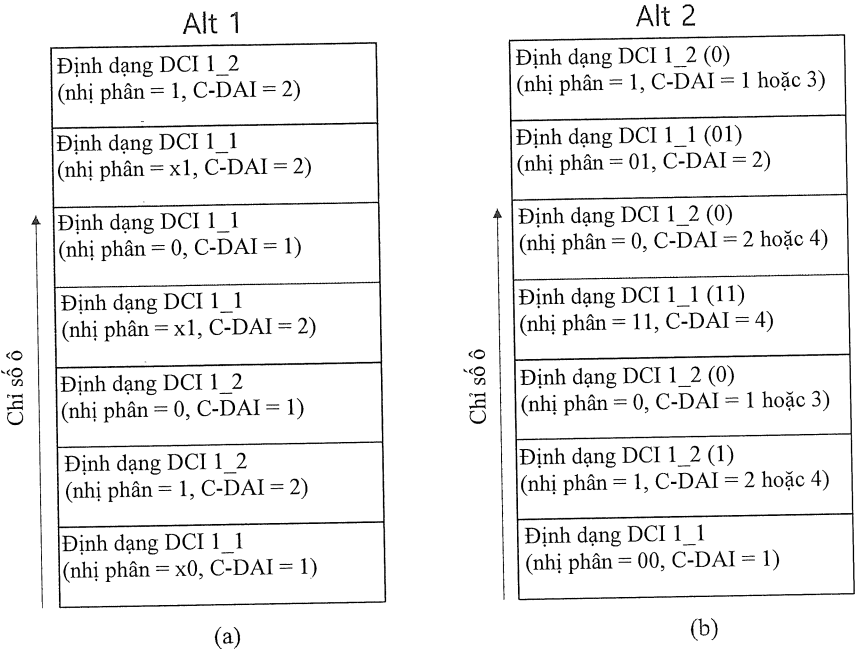


FIG.16

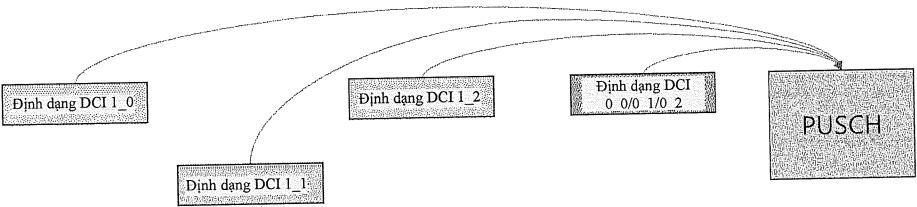


FIG.17

MO#0	MO#1	MO#2	MO#3	MO#4	MO#5	MO#6	Định dạng DCI cho PUSCH
C-DAI=1	C-DAI=2	C-DAI=1	C-DAI=2	C-DAI=1	C-DAI=2	C-DAI=1	UL-DAI = 3

(a)

MO#0	MO#1	MO#2	MO#3	MO#4	MO#5	MO#6	Định dạng DCI cho PUSCH
C-DAI=1	C-DAI=2	C-DAI=1	C-DAI=2	C-DAI=1	C-DAI=2	C-DAI=1	UL-DAI = 3

(b)

15/20

FIG.18

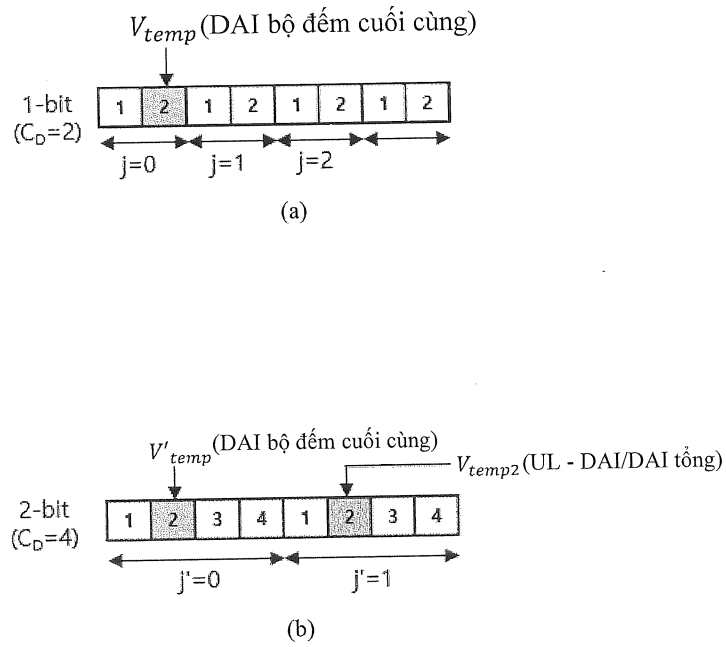


FIG.19

MO#0	MO#1	MO#2	MO#3	MO#4	MO#5	MO#6
C-DAI=1 T-DAI=1	C-DAI=2 T-DAI=2	C-DAI=1 T-DAI=3	C-DAI=2 T-DAI=4	C-DAI=1 T-DAI=1	C-DAI=2 T-DAI=2	C-DAI=1 T-DAI=3

(a)

MO#0	MO#1	MO#2	MO#3	MO#4	MO#5	MO#6
C-DAI=1 T-DAI=1	C-DAI=2 T-DAI=2	C-DAI=1 T-DAI=3	C-DAI=2 T-DAI=4	C-DAI=1 T-DAI=1	C-DAI=2 T-DAI=2	C-DAI=1 T-DAI=3

(b)

FIG.20

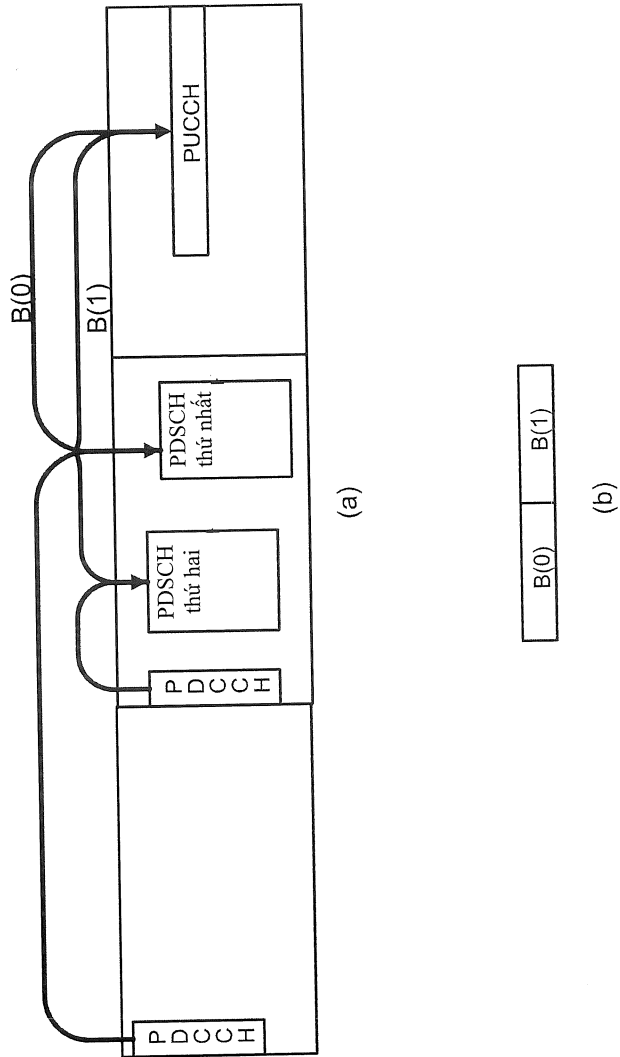


FIG.21

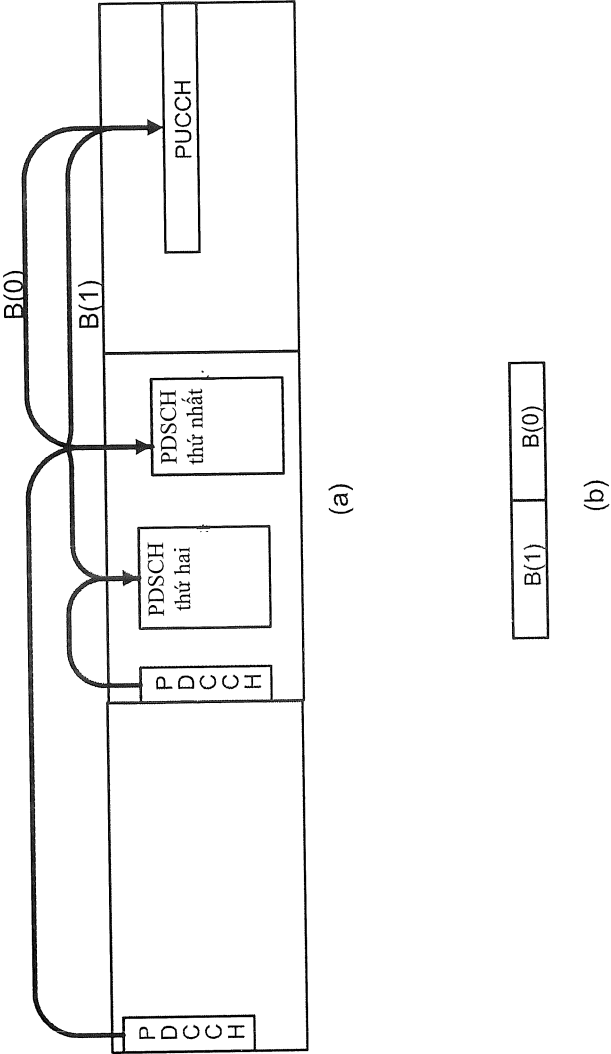
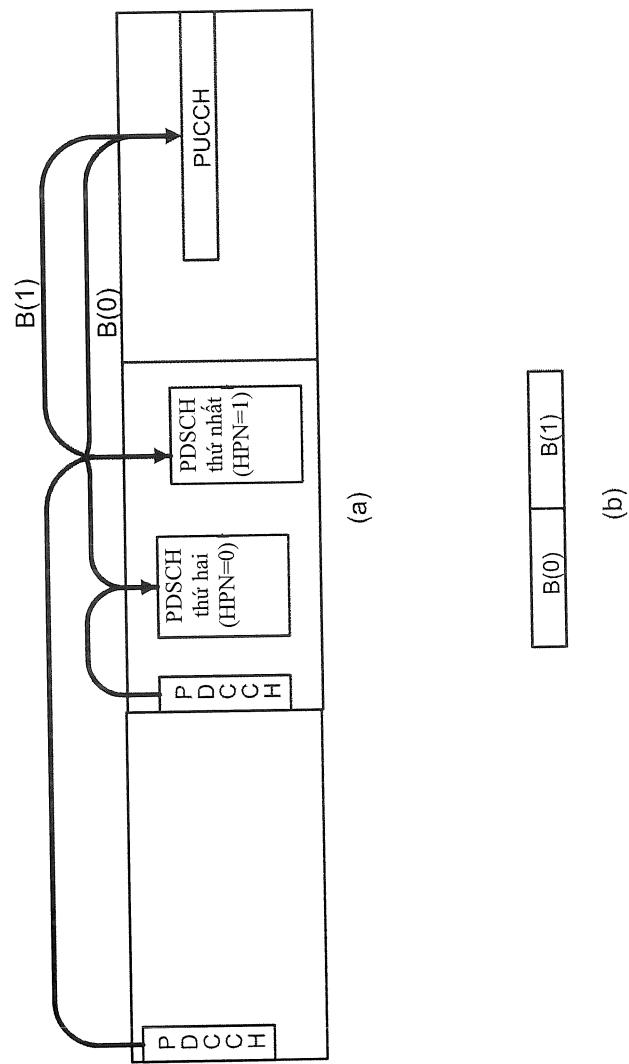


FIG.22



20/20

FIG.23

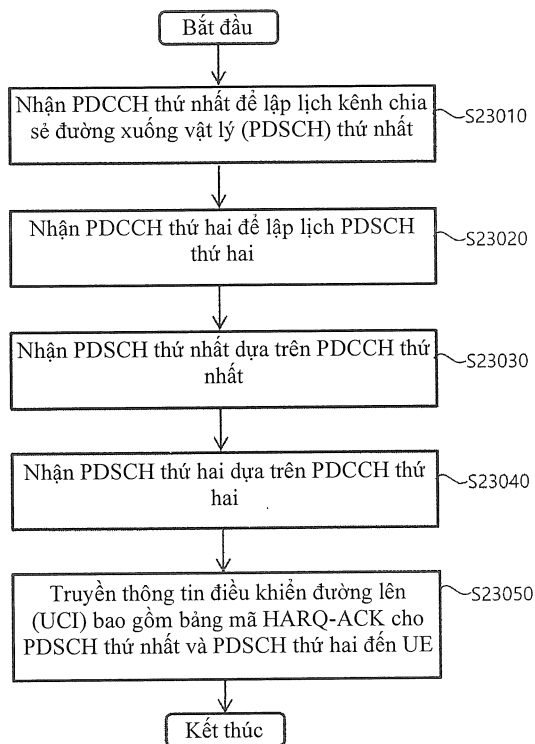


FIG.24

