



(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)



1-0047423

(51)^{2020.01} H04L 5/00; H04W 72/04

(13) B

(21) 1-2021-04871

(22) 09/01/2020

(86) PCT/KR2020/000430 09/01/2020

(87) WO2020/145704 16/07/2020

(30) 10-2019-0003012 09/01/2019 KR; 10-2019-0038071 01/04/2019 KR

(45) 25/06/2025 447

(43) 25/10/2021 403A

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

5F 216 Hwangsaek-ro Bundang-Gu Seongnam-Si Gyeonggi-do 13595, Republic of Korea

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

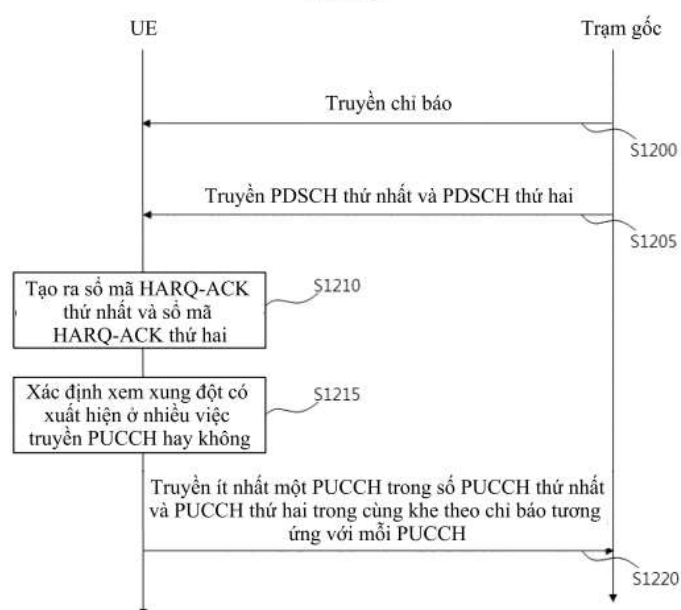
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG, TRẠM CƠ SỞ, PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN VÀ
PHƯƠNG PHÁP NHẬN KÊNH ĐIỀU KHIỂN ĐƯỜNG LÊN VẬT LÝ TRONG
HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY

(21) 1-2021-04871

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền và phương pháp nhận kênh điều khiển đường lên vật lý trong hệ thống truyền thông không dây. Sáng chế đề xuất phương pháp truyền kênh điều khiển đường lên vật lý bởi UE (User Equipment - thiết bị người dùng), phương pháp này bao gồm các bước: bước tạo ra sổ mã HARQ-ACK (Hybrid Automatic Repeat Request-Acknowledgement – báo nhận yêu cầu lặp tự động lại) thứ nhất liên quan tới PUCCH (Physical Uplink Control Channel - kênh điều khiển đường lên vật lý) thứ nhất; bước tạo ra sổ mã HARQ-ACK thứ hai liên quan tới PUCCH thứ hai; và bước truyền đồng thời PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai hoặc một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai đến trạm cơ sở trong một khe trên cơ sở của nhiều chỉ báo. Theo các phương án của sáng chế, chuỗi để truyền nhiều PUCCH bao gồm các HARQ-ACK khác nhau tương ứng trong một khe được làm rõ, và do đó hiệu suất mục tiêu của hệ thống truyền thông không dây 5G nhằm để cung cấp đồng thời các loại lưu lượng khác nhau (eURLLC (enhanced Ultra-Reliable Low-Latency Communication - truyền thông siêu tin cậy và độ trễ thấp cải tiến), eMBB (enhanced Mobile Broadband - băng thông rộng di động cải tiến)) có thể đạt được.

FIG. 12



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến truyền thông không dây và, cụ thể hơn là, đề cập đến thiết bị và phương pháp truyền kênh điều khiển đường lên trong hệ thống truyền thông không dây, thiết bị và phương pháp nhận kênh điều khiển đường lên trong hệ thống truyền thông không dây, và thiết bị và phương pháp điều khiển đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sau khi thương mại hóa hệ thống truyền thông thế hệ thứ 4 (4th Generation, 4G), để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về lưu lượng dữ liệu không dây, thì các nỗ lực đang được thực hiện để phát triển các hệ thống truyền thông thế hệ thứ 5 (5th Generation, 5G) mới. Hệ thống truyền thông 5G được gọi là hệ thống truyền thông mạng sau 4G, hệ thống hậu LTE, hoặc hệ thống vô tuyến mới (New Radio, NR). Để đạt được tốc độ truyền dữ liệu cao, các hệ thống truyền thông 5G bao gồm các hệ thống được hoạt động bằng cách sử dụng dải sóng mm (millimeter Wave, mmWave) là 6 GHz hoặc cao hơn, và bao gồm hệ thống truyền thông được hoạt động bằng cách sử dụng dải tần số là 6 GHz hoặc nhỏ hơn để đảm bảo vùng phủ sóng sao cho việc khai triển trong các trạm cơ sở và các thiết bị đầu cuối được xem xét.

Hệ thống NR dự án đối tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) nâng cao hiệu quả phổ của mạng và cho phép nhà cung cấp truyền thông cung cấp nhiều dịch vụ dữ liệu và thoại hơn trên băng thông nhất định. Theo đó, hệ thống 3GPP NR được thiết kế đáp ứng nhu cầu về truyền dữ liệu và đa phương tiện tốc độ cao ngoài hỗ trợ lượng thoại lớn. Các ưu điểm của hệ thống NR là có thông lượng cao hơn và độ trễ thấp hơn trong nền tảng đồng nhất, hỗ trợ song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplex, FDD) và song công phân chia theo thời gian (Time

Division Duplex, TDD), và chi phí vận hành thấp bằng môi trường đầu người dùng tăng cường và kiến trúc đơn giản.

Để giảm bớt sự suy hao đường truyền sóng vô tuyến và tăng khoảng cách truyền sóng vô tuyến trong dải mmWave, thì trong các hệ thống truyền thông 5G, điều hướng chùm sóng, nhiều đầu vào/đầu ra lớn (Massive Multiple Input/Output, Massive MIMO), MIMO đầy đủ chiều (Full Dimensional MIMO, FD-MIMO), ăng ten mạng, điều hướng chùm sóng tương tự, điều hướng chùm sóng lai để kết hợp với điều hướng chùm sóng tương tự và điều hướng chùm sóng số, và các công nghệ ăng ten quy mô lớn được thảo luận. Ngoài ra, để cải tiến hệ thống mạng, trong hệ thống truyền thông 5G, các phát triển công nghệ liên quan đến các ô mạng nhỏ cải tiến, các ô mạng 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, D2D), truyền thông từ xe sang mọi vật (Vehicle to Everything, V2X), đường trục chính không dây, truyền thông mạng phi mặt đất (Non-Terrestrial Network, NTN), mạng di chuyển, truyền thông hợp tác, đa điểm phối hợp (Coordinated Multi-Point, CoMP), loại bỏ nhiễu, và tương tự được thực hiện. Ngoài ra, trong hệ thống 5G, FSK lai và điều biến QAM (QAM Modulation, FQAM) và mã chồng cửa sổ trượt (Sliding Window Superposition Coding, SWSC), là các giải pháp điều biến mã nâng cao (Advanced Coding Modulation, ACM), và giàn lọc đa sóng mang (Filter Bank Multi-Carrier, FBMC), đa truy cập không trực giao (Non-Orthogonal Multiple Access, NOMA), và đa truy cập mã thưa (Sparse Code Multiple Access, SCMA), là các công nghệ kết nối nâng cao, đang được phát triển.

Trong khi đó, trong mạng con người làm trung tâm trong đó con người tạo ra và tiêu thụ thông tin, thì Internet đã được cải tiến thành mạng vạn vật kết nối Internet (Internet of Things, IoT), trao đổi thông tin giữa các thành phần phân tán chẳng hạn như các đối tượng. Công nghệ Internet vạn 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 nổi lên. Để triển khai IoT, thì các phần tử công nghệ chẳng hạn như công nghệ cảm biến, truyền thông có dây/không dây và cơ sở hạ tầng mạng, công nghệ giao diện dịch vụ, và công nghệ bảo mật là cần thiết, để trong những năm gần đây, các công

nghe chẳng hạn như mạng cảm biến, từ máy sang máy (Machine to Machine, M2M), và truyền thông loại máy (Machine Type Communication, MTC) đã được nghiên cứu để kết nối giữa các đối tượng. Trong môi trường IoT, dịch vụ công nghệ internet (Internet Technology, IT) thông minh để thu thập và phân tích dữ liệu được tạo ra từ các đối tượng được nói để tạo ra giá trị mới trong cuộc sống con người có thể được đề xuất. Thông qua sự kết hợp và hỗn hợp của công nghệ thông tin (Information Technology, IT) hiện có và các ngành công nghiệp khác nhau, IoT có thể được áp dụng cho các lĩnh vực chẳng hạn như nhà 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.

Theo đó, nhiều cố gắng khác nhau đã được thực hiện để áp dụng hệ thống truyền thông 5G cho mạng IoT. Ví dụ, các công nghệ chẳng hạn như mạng cảm biến, từ máy sang máy (Machine to Machine, M2M), và truyền thông dạng máy (Machine Type Communication, MTC) được thực hiện bằng các kỹ thuật chẳng hạn như điều hướng chùm sóng, MIMO, và các ăng ten mạng. Ứng dụng của RAN đám mây là công nghệ xử lý dữ liệu lớn được mô tả ở trên là ví dụ về kết hợp công nghệ 5G và công nghệ IoT. Nói chung, hệ thống truyền thông di động đã được phát triển để cung cấp dịch vụ thoại trong khi đảm bảo hoạt động của người dùng.

Công nghệ 5G tương lai yêu cầu việc truyền dữ liệu có độ trễ thấp hơn do sự ra đời của ứng dụng mới, chẳng hạn như điều khiển theo thời gian thực và Internet xúc giác, và độ trễ yêu cầu dữ liệu 5G được kỳ vọng sẽ hạ thấp xuống 1 mili giây (ms). 5G nhằm mục đích cung cấp độ trễ dữ liệu thấp hơn gần 10 lần so với trước đó. Để giải quyết vấn đề này, có kỳ vọng rằng hệ thống truyền thông sử dụng khe nhỏ có chu kỳ TTI ngắn hơn (ví dụ, 0,2 mili giây), ngoài khe (hoặc khung con) hiện thời, sẽ được đề xuất cho 5G.

Liên quan tới truyền thông trễ thấp siêu tin cậy (Ultra-Reliable Low Latency Communication, URLLC) cải tiến đang được phát triển trong 3GPP phiên bản 16, các công nghệ khác nhau để cung cấp độ tin cậy thấp hơn và cao hơn đang được thảo luận.

Để cung cấp thời gian trễ thấp hơn, việc truyền kênh điều khiển đường lên bao gồm hai hoặc nhiều phần HARQ-ACK trong một khe được hỗ trợ. UE có thể đảm bảo thời gian trễ thấp hơn bằng cách cho phép việc truyền HARQ-ACK nhanh nhất có thể đáp lại việc nhận thành công kênh chia sẻ đường xuống. Cụ thể là, khi nhiều PUCCH dùng cho nhiều việc truyền HARQ-ACK có trong một khe, thủ tục truyền thời gian PUCCH và HARQ-ACK phải được xác định mới.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Nhiệm vụ kỹ thuật của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp truyền kênh điều khiển đường lên trong hệ thống truyền thông không dây, thiết bị và phương pháp nhận kênh điều khiển đường lên trong hệ thống truyền thông không dây, và thiết bị và phương pháp điều khiển đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây.

Nhiệm vụ kỹ thuật khác của sáng chế là đề xuất phương pháp truyền thông tin điều khiển đường xuống cho nhiều việc truyền PUCCH và phương pháp xác định thông tin HARQ-ACK được bao gồm trong các PUCCH.

Nhiệm vụ kỹ thuật khác của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp để giải quyết, bằng cách chỉ báo nhiều PUCCH qua đó các phần khác nhau của HARQ-ACK được truyền, sự xung đột của nhiều PUCCH.

Nhiệm vụ kỹ thuật khác của sáng chế là đề xuất phương pháp truyền chỉ báo nhóm PDSCH chỉ báo nhiều PUCCH, qua đó các phần HARQ-ACK khác nhau được truyền, đến UE bởi trạm cơ sở.

Nhiệm vụ kỹ thuật khác của sáng chế là đề xuất phương pháp xác định k_1 , mà chỉ báo thời gian HARQ-ACK, theo đơn vị nhỏ hơn so với khe.

Nhiệm vụ kỹ thuật khác của sáng chế là đề xuất phương pháp truyền chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK, mà chỉ báo xem liệu HARQ-ACK có được ghép kênh hay không, đến UE bởi trạm cơ sở.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất phương pháp truyền kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) đến trạm cơ sở bởi UE trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm các bước: tạo ra số mã HARQ-ACK thứ nhất được kết hợp với PUCCH thứ nhất; tạo ra số mã HARQ-ACK thứ hai được kết hợp với PUCCH thứ hai; và truyền đồng thời PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai đến trạm cơ sở trong một khe, hoặc truyền một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai đến trạm cơ sở.

Ở đây, PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai có thể tương ứng với chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai, mà có các giá trị khác nhau, tương ứng, và một PUCCH có thể được xác định là PUCCH thứ nhất hoặc PUCCH thứ hai trên cơ sở của các chỉ báo thứ nhất và thứ hai.

Theo một khía cạnh, nếu PUCCH thứ nhất tương ứng với chỉ báo thứ nhất có giá trị là 0, thì PUCCH thứ hai tương ứng với chỉ báo thứ hai có giá trị là 1, và nếu PUCCH thứ nhất tương ứng với chỉ báo thứ nhất có giá trị là 1, thì PUCCH thứ hai tương ứng với chỉ báo thứ hai có giá trị là 0.

Theo khía cạnh khác, phương pháp này còn có thể bao gồm bước nhận chỉ báo thứ nhất tương ứng với PUCCH thứ nhất và chỉ báo thứ hai tương ứng với PUCCH thứ hai từ trạm cơ sở qua kênh điều khiển đường xuống vật lý hoặc báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control, RRC).

Theo khía cạnh khác, số mã HARQ-ACK thứ nhất có thể được tạo ra theo giản đồ bán tĩnh, và số mã HARQ-ACK thứ hai có thể được tạo ra theo giản đồ động.

Theo khía cạnh khác, việc truyền đồng thời PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai đến trạm cơ sở trong một khe có thể được thực hiện trong trường hợp mà ở đó việc truyền PUCCH thứ nhất và việc truyền PUCCH thứ hai không xung đột, và việc truyền một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai có thể được thực hiện trong trường hợp mà ở đó việc truyền PUCCH thứ nhất và việc truyền PUCCH thứ hai xung đột, trong đó trường hợp mà ở đó việc truyền PUCCH thứ nhất và việc truyền PUCCH thứ hai xung đột bao gồm trường hợp mà ở đó tài nguyên cho PUCCH thứ nhất và tài

nguyên cho PUCCH thứ hai ít nhất là chồng lấp một phần.

Theo khía cạnh khác, việc truyền một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai có thể còn bao gồm bước ghép kênh số mã HARQ-ACK thứ nhất và số mã HARQ-ACK thứ hai, và ánh xạ các số mã HARQ-ACK thứ nhất và thứ hai được ghép kênh đến một PUCCH.

Theo khía cạnh khác, phương pháp này còn có thể bao gồm bước nhận ít nhất một kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) được kết hợp với PUCCH thứ nhất hoặc PUCCH thứ hai trong khe đứng trước một khe, trong đó khoảng thời gian giữa thời gian nhận PDSCH và thời gian truyền PUCCH bao gồm số mã HARQ-ACK được kết hợp với ít nhất một PDSCH được xác định theo đơn vị số lượng ($=b$) ký hiệu nhỏ hơn số lượng ($=a$) ký hiệu cấu thành một khe hoặc khe trước.

Theo khía cạnh khác, b bằng một nửa a .

Theo khía cạnh khác, mỗi trong số một khe và khe trước có thể bao gồm nhiều khe con, và số mã HARQ-ACK được kết hợp với ít nhất một PDSCH có thể bao gồm số lượng các phần HARQ-ACK giống như số lượng lớn nhất của các PDSCH có thể nhận được trong khe trước.

Theo khía cạnh khác, phương pháp này còn có thể bao gồm các bước nhận PDSCH được lập lịch bán ổn định trong khe đứng trước một khe, trong đó: nếu HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH được lập lịch bán ổn định không thể được truyền sau k_1 khe từ khe trước, thời gian truyền PUCCH bao gồm HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH được lập lịch bán ổn định được hoãn lại cho đến một khe; và k_1 là khoảng thời gian giữa thời gian nhận PDSCH được lập lịch bán ổn định và thời gian truyền PUCCH bao gồm HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH.

Theo khía cạnh khác, phương pháp này còn có thể bao gồm bước nhận chu kỳ truyền của PDSCH được lập lịch bán tĩnh từ trạm cơ sở, trong đó khoảng thời gian giữa một khe và khe sau k_1 khe từ khe trước được xác định là bội số của chu kỳ truyền.

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất phương pháp nhận kênh điều khiển đường

lên vật lý (PUCCH) từ UE bởi trạm cơ sở trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm các bước: truyền kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) thứ nhất và PDSCH thứ hai đến UE trong khe thứ nhất; và nhận đồng thời PUCCH thứ nhất bao gồm số mã HARQ-ACK thứ nhất được kết hợp với PDSCH thứ nhất và PUCCH thứ hai bao gồm số mã HARQ-ACK thứ hai được kết hợp với PDSCH thứ hai từ UE trong khe thứ hai, hoặc nhận một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai từ UE.

Ở đây, PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai có thể tương ứng với chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai, mà có các giá trị khác nhau, tương ứng, và một PUCCH có thể được xác định là PUCCH thứ nhất hoặc PUCCH thứ hai trên cơ sở của chỉ báo thứ nhất và chỉ báo thứ hai.

Theo một khía cạnh, nếu PUCCH thứ nhất tương ứng với chỉ báo thứ nhất có giá trị là 0, thì PUCCH thứ hai có thể tương ứng với chỉ báo thứ hai có giá trị là 1, và nếu PUCCH thứ nhất tương ứng với chỉ báo thứ nhất có giá trị là 1, thì PUCCH thứ hai có thể tương ứng với chỉ báo thứ hai có giá trị là 0.

Theo khía cạnh khác, phương pháp này còn có thể bao gồm bước truyền chỉ báo thứ nhất tương ứng với PUCCH thứ nhất và chỉ báo thứ hai tương ứng với PUCCH thứ hai đến UE qua kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) hoặc báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC).

Theo khía cạnh khác, số mã HARQ-ACK thứ nhất có thể được tạo ra theo giản đồ bán tĩnh, và số mã HARQ-ACK thứ hai có thể được tạo ra theo giản đồ động.

Theo khía cạnh khác, việc nhận đồng thời PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai từ UE trong khe thứ hai có thể được thực hiện trong trường hợp mà ở đó việc truyền PUCCH thứ nhất và việc truyền PUCCH thứ hai không xung đột, và việc nhận một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai có thể được thực hiện trong trường hợp mà ở đó việc truyền PUCCH thứ nhất và việc truyền PUCCH thứ hai xung đột, trong đó trường hợp mà ở đó việc truyền PUCCH thứ nhất và việc truyền PUCCH thứ hai xung đột bao gồm trường hợp mà ở đó tài nguyên cho PUCCH thứ nhất và tài

nguyên cho PUCCH thứ hai ít nhất là chồng lấp một phần.

Theo khía cạnh khác, việc nhận một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai có thể còn bao gồm bước giải ghép kênh một PUCCH để thu số mã HARQ-ACK thứ nhất và số mã HARQ-ACK thứ hai.

Theo khía cạnh khác, khoảng thời gian giữa thời gian truyền của PDSCH thứ nhất và thứ hai và thời gian nhận của các PUCCH thứ nhất và thứ hai có thể được xác định theo đơn vị số lượng ($=b$) ký hiệu nhỏ hơn số lượng ($=a$) ký hiệu cấu thành khe thứ nhất hoặc khe thứ hai.

Theo khía cạnh khác, khe thứ nhất có thể bao gồm mỗi trong số nhiều khe con, và số mã HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH thứ nhất có thể bao gồm số lượng các phần HARQ-ACK giống như số lượng lớn nhất của các PDSCH có thể nhận được trong khe thứ nhất.

Theo khía cạnh khác, PDSCH thứ nhất là PDSCH được lập lịch bán ổn định, và chu kỳ truyền được kết hợp với PDSCH thứ nhất có thể được tạo cấu hình bởi trạm cơ sở; khoảng thời gian giữa khe thứ nhất và khe thứ hai có thể là k_1 ; nếu PUCCH thứ nhất không thể được truyền trong khe thứ hai, thì thời gian truyền PUCCH thứ nhất có thể được hoãn lại cho đến khe thứ ba; và k_1 có thể là khoảng thời gian giữa thời gian nhận của PDSCH thứ nhất và thời gian truyền PUCCH thứ nhất.

Hiệu quả của sáng chế

Theo các phương án của sáng chế, thủ tục truyền nhiều PUCCH, mà bao gồm các phần HARQ-ACK khác nhau tương ứng, trong một khe được làm rõ, và do đó hiệu suất mục tiêu của hệ thống truyền thông không dây 5G được dự định để cung cấp đồng thời các loại lưu lượng khác nhau (eURLLC và eMBB) có thể đạt được.

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

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 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.

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

Fig.5A và Fig.5B minh họa thủ tục 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) mà kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel, PDCCH) có thể được truyền trong hệ thống 3GPP NR.

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

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

Fig.9 là sơ đồ giải thích truyền thông sóng mang đơn và truyền thông đa sóng mang.

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

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện các cấu hình của UE và trạm cơ sở theo một phương án của sáng chế.

Fig.12 là lưu đồ minh họa phương pháp truyền nhiều PUCCH trong một khe trên cơ sở của chỉ báo theo một phương án của sáng chế;

Fig.13 là sơ đồ mô tả ví dụ về phương pháp truyền nhiều PUCCH trong một khe;

Fig.14 là sơ đồ mô tả ví dụ khác về phương pháp truyền nhiều PUCCH trong một

khe;

Fig.15 là sơ đồ mô tả phương pháp xác định đơn vị của giá trị k_1 là khe con mà là một đơn vị nhỏ hơn so với khe cơ bản;

Fig.16 là sơ đồ minh họa tình huống trong đó nhiều việc truyền PUCCH xung đột trong một khe theo ví dụ;

Fig.17 là sơ đồ minh họa ví dụ nhiều ứng viên PDSCH có thể truyền được qua các khe con theo ví dụ;

Fig.18 là sơ đồ mô tả ví dụ về việc tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh dựa vào một nửa khe;

Fig.19 minh họa việc tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh dựa vào một nửa khe theo ví dụ khác;

Fig.20 minh họa kết quả tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh theo Fig.19;

Fig.21 minh họa việc truyền PUCCH bởi UE theo chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK theo ví dụ;

Fig.22 minh họa việc truyền PUCCH của UE theo chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK theo ví dụ khác;

Fig.23 là sơ đồ mô tả phương pháp xác định tài nguyên PUCCH khi các trường k_1 và PRI không được bao gồm (hoặc được chỉ báo) trong UE theo ví dụ; và

Fig.24 là sơ đồ mô tả phương pháp truyền, bởi UE, các bit HARQ-ACK được kết hợp với nhiều SPS PDSCH trong một khe theo ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ được sử dụng trong bản mô tả là các thuật ngữ chung hiện đang được sử dụng rộng rãi có thể sử dụng bằng cách xem xét các chức năng theo sáng chế, mà các thuật ngữ có thể được thay đổi tùy theo ý định của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, các thói quen và sự xuất hiện của công nghệ mới. Ngoài ra, trong trường hợp cụ thể, sẽ có thuật ngữ được lựa chọn một cách tùy ý bởi chủ đơn và

trong trường hợp đó, nghĩa của nó sẽ được mô tả trong phần mô tả tương ứng của sáng chế. Theo đó, dự định được tiết lộ rằng, thuật ngữ được sử dụng trong bản mô tả nên được phân tích dựa vào không chỉ tên của thuật ngữ mà còn có ý nghĩa quan trọng của thuật ngữ và nội dung trong toàn bộ bản mô tả.

Xuyên suốt bản mô tả này và phần yêu cầu bảo hộ tiếp theo, khi được mô tả là phần tử “được nối” với phần tử khác, thì phần tử này có thể “được nối trực tiếp” với phần tử khác hoặc “được nối gián tiếp” với phần tử khác thông qua phần tử thứ ba. Ngoài ra, trừ khi được mô tả một cách rõ ràng ngược lại, từ “bao gồm” sẽ được hiểu là đề cập đến sự bao gồm của các phần tử được nêu ra nhưng không loại bỏ các phần tử khác bất kỳ. Hơn nữa, các giới hạn chẳng hạn như “lớn hơn hoặc bằng” hoặc “nhỏ hơn hoặc bằng” dựa vào ngưỡng cụ thể có thể được thay thế thích hợp tương ứng với “lớn hơn” hoặc “nhỏ hơn”, theo một số phương án làm ví dụ.

Công nghệ sau đây có thể được sử dụng trong các hệ thống truy cập không dây, chẳng hạn như đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access, CDMA), 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 một sóng mang (Single Carrier-FDMA, SC-FDMA), và tương tự. CDMA có thể được triển khai bằng 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 triển khai bằng công nghệ không dây chẳng hạn như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (Global System For Mobile Communications, GSM)/hệ thống dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (General Packet Radio Service, GPRS)/tốc độ dữ liệu tăng cường cho GSM cải tiến (Enhanced Data Rates For GSM Evolution (EDGE). OFDMA có thể được triển khai bằng công nghệ không dây chẳng hạn như IEEE 802.11(Wi-Fi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE 802-20, UTRA tiến hóa (Evolved UTRA, E-UTRA), và 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) dự án đối tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) là một phần của UMTS cải tiến (Evolved UMTS, E-UMTS) sử dụng công nghệ truy cập

vô tuyến mặt đất cải tiến (Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access, E-UTRA) và LTE cải tiến (Advanced, A) là phiên bản cải tiến của 3GPP LTE. Vô tuyến mới (New Radio, NR) 3GPP là hệ thống được thiết kế một cách riêng biệt với LTE/LTE-A, và là hệ thống hỗ trợ băng thông rộng di động cải tiến (Enhanced Mobile Broadband, eMBB), truyền thông siêu tin cậy và độ trễ thấp (Ultra-Reliable and Low Latency Communication, URLLC), và các dịch vụ truyền thông máy số lượng lớn (Massive Machine Type Communication, mMTC), là các yêu cầu của IMT-2020. Để cho phần mô tả được rõ ràng, 3GPP NR được mô tả là chủ yếu, nhưng ý tưởng kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Trừ khi được nêu theo cách khác trong bản mô tả này, trạm cơ sở có thể bao gồm nút B thế hệ tiếp theo (next generation node, gNB) được xác định trong 3GPP NR. Ngoài ra, trừ khi được nêu theo cách khác, thiết bị đầu cuối có thể bao gồm thiết bị người dùng (User Equipment, UE). Dưới đây, để giúp cho việc hiểu phần mô tả, mỗi nội dung được mô tả riêng biệt bởi các phương án, nhưng mỗi phương án có thể được sử dụng kết hợp với nhau. Trong bản mô tả này, cấu hình của UE có thể chỉ báo cấu hình của trạm cơ sở. Chi tiết hơn, trạm cơ sở có thể tạo cấu hình giá trị của tham số được sử dụng trong hoạt động của UE hoặc hệ thống truyền thông không dây bằng cách truyền kênh hoặc tín hiệu đến UE.

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 ($(\Delta f_{\max} N_f / 100) * T_c$). Ngoài ra, khung không dây bao gồm 10 khung con (subframe, SF) có 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 $N_{f,\text{ref}} = 2048$. Các số từ 0 đến 9 có thể được phân bổ tương ứng đối với 10 khung con trong phạm vi một khung vô tuyến. Mỗi khung con có chiều dài là 1 mili giây và có thể bao gồm một hoặc nhiều khe theo khoảng cách sóng mang con. Cụ thể hơn là, trong hệ thống 3GPP NR, khoảng cách sóng mang con mà có thể được sử dụng là $15 * 2^\mu$ kHz, và μ có thể có giá

trị là $\mu = 0, 1, 2, 3, 4$ là cấu hình khoảng cách sóng mang con. Tức là, 15 kHz, 30 kHz, 60 kHz, 120 kHz và 240 kHz có thể được sử dụng cho khoảng cách sóng mang con. Một khung con có độ dài là 1 mili giây có thể bao gồm 2^μ khe. Trong trường hợp này, độ dài của mỗi khe là $2^{-\mu}$ mili giây. Các số từ 0 đến $2^\mu - 1$ có thể được cấp phát tương ứng cho 2^μ khe trong một khung không dây. Ngoài ra, các số từ 0 đến $10 \cdot 2^\mu - 1$ có thể được cấp phát tương ứng cho các khe trong một khung con. Tài nguyên thời gian có thể được phân biệt bởi ít nhất một 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 là, Fig.2 thể hiện cấu trúc của lưới tài nguyên của hệ thống 3GPP NR.

Có một lưới tài nguyên trên công ăng ten. Dựa vào Fig.2, khe bao gồm nhiều ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) trong miền thời gian và bao gồm nhiều khối tài nguyên (Resource Block, RB) trong miền tần số. Ký hiệu OFDM cũng có nghĩa là một phần ký hiệu. Trừ khi được chỉ định khác đi, các ký hiệu OFDM có thể được gọi 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 thị bởi lưới tài nguyên bao gồm $N_{\text{grid},x}^{\text{size},\mu} * N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ sóng mang con, và $N_{\text{symb}}^{\text{slot}}$ ký hiệu OFDM. Ở đây, $x = \text{DL}$ khi tín hiệu là tín hiệu DL, và $x = \text{UL}$ khi tín hiệu là tín hiệu UL. $N_{\text{grid},x}^{\text{size},\mu}$ biểu thị số lượng các khối tài nguyên (RB) theo thành phần khoảng cách sóng mang con μ (x là DL hoặc UL), và $N_{\text{symb}}^{\text{slot}}$ biểu thị số lượng các ký hiệu OFDM trong khe. $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ là số lượng sóng mang con cấu thành một RB và $N_{\text{sc}}^{\text{RB}} = 12$. Một ký hiệu OFDM có thể được gọi là ký hiệu OFDM dịch chuyển tuần hoàn (cyclic shift OFDM, CP-OFDM) hoặc ký hiệu OFDM mở rộng biến đổi Fourier rời rạc (DFT-s-OFDM) theo giản đồ đa truy cập.

Số lượng ký hiệu OFDM nằm trong một khe có thể thay đổi theo chiều dài của tiền tố tuần hoàn (Cyclic Prefix, CP). Ví dụ, trong trường hợp CP thông thường, một khe bao gồm 14 ký hiệu OFDM, nhưng trong trường hợp CP mở rộng, một khe có thể

bao gồm 12 ký hiệu OFDM. Theo một phương án cụ thể, CP mở rộng có thể chỉ được sử dụng ở khoảng cách sóng mang con 60 kHz. Trên Fig.2, để thuận tiện cho việc mô tả, một khe được tạo cấu hình bằng 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 với 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 một dải tần bảo vệ. Tần số sóng mang cũng 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. Để tham khảo, tài nguyên được tạo ra với một ký hiệu OFDM và một sóng mang con có thể được gọi là thành phần tài nguyên (RE – Resource Element) hoặc tone. 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 lưới tài nguyên có thể được xác định duy nhất bởi một 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 UE tiếp 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. Điều này 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 ở đúng thời điểm.

Mỗi ký hiệu của khung vô tuyến được sử dụng trong song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplex, TDD) hoặc phổ không ghép kênh cặp có thể được tạo cấu hình bằng 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 (Frequency Division Duplex, FDD) hoặc phổ ghép kênh cặp có thể được tạo cấu hình bằng 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 bằng ký hiệu UL hoặc ký hiệu linh hoạt. Trong ký hiệu DL, truyền DL là khả thi, nhưng truyền UL là không khả thi. Trong ký hiệu UL, truyền UL là khả thi, nhưng truyền DL là không khả thi. Ký hiệu linh hoạt có thể được xác định để được sử dụng làm DL hoặc UL theo tín hiệu.

Thông tin về loại của mỗi ký hiệu, tức là, thông tin biểu diễn một ký hiệu bất kỳ trong số các ký hiệu DL, ký hiệu UL, và ký hiệu linh hoạt, có thể được tạo cấu hình bằng tín hiệu ô mạng cụ thể hoặc điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control, RRC) chung. Ngoài ra, thông tin về loại của mỗi ký hiệu có thể còn được tạo cấu hình bằng UE riêng hoặc tín hiệu RRC chuyên dụng. Trạm cơ sở thông báo, bằng cách sử dụng các tín hiệu RRC ô mạng cụ thể, i) chu kỳ cấu hình khe ô mạng cụ thể, ii) số lượng khe chỉ với các ký hiệu DL từ đầu chu kỳ cấu hình khe ô mạng cụ thể, iii) số lượng ký hiệu DL từ ký hiệu đầu tiên của khe ngay sau khe chỉ với các ký hiệu DL, iv) số lượng khe chỉ với các ký hiệu UL từ cuối chu kỳ của cấu hình khe ô mạng cụ thể, và v) số lượng ký hiệu UL từ ký hiệu cuối cùng của khe ngay trước khe chỉ với ký hiệu UL. Trong bản mô tả này, các ký hiệu không được tạo cấu hình bằng một ký hiệu bất kỳ trong số ký hiệu UL và ký hiệu DL là các ký hiệu linh hoạt.

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

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

Nếu nguồn của UE được bật hoặc UE tạm trú trên một ô mạng mới, thì UE thực hiện tìm kiếm ô mạng ban đầu (S101). Cụ thể là, UE có thể đồng bộ hóa với BS trong tìm kiếm ô mạng ban đầu. Đối với điều này, 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, PSS) từ trạm cơ sở để đồng bộ hóa với trạm cơ sở, và thu thông tin chẳng hạn như ID ô. Sau đó, UE có thể nhận kênh phát rộng vật lý từ trạm cơ sở và thu thông tin phát rộng trong ô mạng này.

Khi hoàn thành tìm kiếm ô mạng ban đầu, UE nhận kênh chia sẻ đường xuống vật lý (Physical Downlink Shared Channel, PDSCH) theo kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel, PDCCH) và thông tin trong PDCCH, để UE có thể thu thông tin hệ thống cụ thể hơn thông tin hệ thống được thu thông qua tìm kiếm ô mạng ban đầu (S102). Ở đây, thông tin hệ thống được nhận bởi UE là thông tin hệ thống ô chung cho việc hoạt động thông thường của UE trong lớp vật lý trong điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control, RRC) và được gọi là thông tin hệ thống duy trì, hoặc khối thông tin hệ thống (System Information Block, SIB) 1.

Khi UE truy cập ban đầu trạm cơ sở hoặc không có các tài nguyên vô tuyến cho tín hiệu truyền (tức là UE ở chế độ RRC_IDLE), UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên trên trạm cơ sở (các thao tác từ S103 đến S106). Trước tiên, UE có thể truyền phần mở đầu qua kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (Physical Random Access Channel, PRACH) (S103) và tiếp nhận thông báo phản hồi đối với phần mở đầu từ trạm cơ sở qua PDCCH và PDSCH tương ứng (S104). Khi thông điệp phản hồi 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 tới trạm cơ sở thông qua kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH) được biểu thị bởi cấp phép UL được truyền thông qua PDCCH từ trạm cơ sở (S105). Tiếp theo, UE đợi nhận PDCCH là chỉ báo của trạm cơ sở để phân giải 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. UE có thể thu thông tin hệ thống UE riêng cho việc hoạt động thông thường của UE trong lớp vật lý trong lớp RRC trong suốt quy trình truy cập ngẫu nhiên. Khi UE thu thông tin hệ thống UE riêng, UE vào chế độ kết nối RRC (chế độ RRC_CONNECTED).

Lớp RRC được sử dụng để tạo ra hoặc quản lý thông điệp để điều khiển sự kết nối giữa UE và mạng truy cập vô tuyến (Radio Access Network, RAN). Chi tiết hơn, trạm cơ sở và UE, trong lớp RRC, có thể thực hiện việc truyền phát rộng thông tin hệ thống ô được yêu cầu bởi mỗi UE trong ô, quản lý tính di động và chuyển giao, báo cáo đo của UE, quản lý lưu trữ bao gồm quản lý khả năng UE và quản lý thiết bị. Nhìn chung, tín hiệu RRC không được thay đổi và được duy trì trong khoảng thời gian quá dài vì chu kỳ cập nhật của tín hiệu được phân phối trong lớp RRC dài hơn so với khoảng thời gian truyền (Transmission Time Interval, TTI) trong lớp vật lý.

Sau quy trình được mô tả ở trên, UE tiếp nhận PDCCH/PDSCH (S107) và truyền kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)/kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) (S108) dưới dạng thủ tục truyền tín hiệu UL/DL thông thường. Cụ thể là, 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 cho UE. Ngoài ra, định dạng của DCI có thể thay đổi phụ thuộc vào mục đích sử dụng. Thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information, UCI) mà UE truyền tới trạm cơ sở thông qua UL bao gồm tín hiệu DL/UL ACK/NACK, chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, CQI), chỉ số ma trận tiền mã hóa (Precoding Matrix Index, PMI), chỉ báo thứ hạng (Rank Indicator, RI), và tương tự. Trong bản mô tả này, CQI, PMI, và RI có thể nằm 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 khởi tạo truy cập ô trong hệ thống 3GPP NR.

Khi nguồn được tắt hoặc muốn truy cập ô mạng mới, thì UE có thể thu sự đồng

bộ hóa thời gian và tần số với ô mạng này và thực hiện quy trình tìm kiếm ô mạng ban đầu. UE có thể phát hiện danh tính ô vật lý $N^{\text{cell}}_{\text{ID}}$ của ô trong suốt thủ tục tìm kiếm ô. Với mục đích này, UE có thể tiếp nhận tín hiệu đồng bộ hóa, chẳng hạn, tín hiệu đồng bộ sơ cấp (Primary Synchronization Signal, PSS) và tín hiệu đồng bộ thứ cấp (Secondary Synchronization Signal, SSS), từ trạm cơ sở và đồng bộ hóa với trạm cơ sở. Trong trường hợp này, UE có thể thu thông tin chẳng hạn như danh tính (Identity, ID) ô mạng.

Dựa vào Fig.4A, tín hiệu đồng bộ hóa (Synchronization Signal, SS) sẽ được mô tả chi tiết hơn. 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 mạng. Dựa vào Fig.4A và bảng 1, khối SS/PBCH có thể được tạo cấu hình bằng 20 RB liên tiếp (= 240 sóng mang con) trên trục tần số, và có thể được tạo cấu hình bằng 4 ký hiệu OFDM liên tiếp trên 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 thứ 56 đến 182. Trong bản mô tả này, chỉ số sóng mang con thấp nhất của khối SS/PBCH được đánh số từ 0. Trong ký hiệu OFDM thứ nhất mà PSS được truyền, trạm cơ sở không truyền tín hiệu thông qua các sóng mang con còn lại, tức là, các sóng mang con từ thứ 0 đến 55 và thứ 183 đến 239. Ngoài ra, trong ký hiệu OFDM thứ ba mà SSS được truyền, trạm cơ sở không truyền tín hiệu thông qua các sóng mang con từ thứ 48 đến 55 và từ thứ 183 đến 191. Trạm cơ sở truyền kênh phát rộng vật lý (Physical Broadcast Channel, PBCH) thông qua RE còn lại ngoại trừ tín hiệu ở trên trong khối SS/PBCH.

Bảng 1

Kênh hoặc tín hiệu	Số lượng ký hiệu OFDM liên quan tới sự bắt đầu của khối SS/PBCH	Số lượng sóng mang con liên quan tới sự bắt đầu của khối SS/PBCH
PSS	0	56, 57, ..., 182
SSS	2	56, 57, ..., 182
Thiết đặt tới 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 cộng 1008 ID ô lớp vật lý duy nhất được nhóm thành 336 nhóm định danh ô lớp vật lý, mỗi nhóm bao gồm ba định danh duy nhất, qua sự kết hợp của ba PSS và SSS, cụ thể, sao cho mỗi ID ô lớp vật lý chỉ là một phần của một nhóm 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 $N^{(1)}_{\text{ID}}$ trong khoảng từ 0 đến 335 biểu thị nhóm nhận dạng ô lớp vật lý và chỉ số $N^{(2)}_{\text{ID}}$ trong khoảng từ 0 đến 2 biểu thị số nhận dạng lớp vật lý trong nhóm định danh ô lớp vật lý. UE có thể phát hiện PSS và xác nhận một trong 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 mạng lớp vật lý được liên kết với mã định danh lớp vật lý. Trong trường hợp này, chuỗi $d_{\text{PSS}}(n)$ 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 cho là

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

Ngoài ra, chuỗi $d_{\text{SSS}}(n)$ của SSS là như sau.

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

$$m_0 = 15 \text{ floor } (N^{(1)}_{\text{ID}} / 112) + 5N^{(2)}_{\text{ID}}$$

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

$$0 \leq n < 127$$

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

$x_1(i+7) = (x_1(i+1) + x_1(i)) \bmod 2$ và được cho là

$$[x_0(6) \ x_0(5) \ x_0(4) \ x_0(3) \ x_0(2) \ x_0(1) \ x_0(0)] = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$$

$$[x_1(6) \ x_1(5) \ x_1(4) \ x_1(3) \ x_1(2) \ x_1(1) \ x_1(0)] = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$$

Khung vô tuyến với độ dài 10 mili giây có thể được chia thành hai nửa khung với độ dài 5 mili giây. Dựa vào Fig.4B, phần mô tả sẽ được thực hiện 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 một bất kỳ trong số các trường hợp A, B, C, D, và E. Trong trường hợp A, khoảng cách sóng mang con bằng 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 bằng 3 GHz hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, nó có thể là $n = 0, 1, 2, 3$ ở các tần số sóng mang trên 3 GHz và dưới 6 GHz. Trong trường hợp B, khoảng cách sóng mang con bằng 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 bằng 3 GHz hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, có thể là $n = 0, 1$ ở các tần số sóng mang trên 3 GHz và dưới 6 GHz. Trong trường hợp C, khoảng cách sóng mang con bằng 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 bằng 3 GHz hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, nó có thể là $n = 0, 1, 2, 3$ ở các tần số sóng mang trên 3 GHz và dưới 6 GHz. Trong trường hợp D, khoảng cách sóng mang con bằng 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 bằng 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 bằng 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 bằng 6 GHz hoặc lớn hơn, $n = 0, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8$.

Fig.5 minh họa thủ tục truyền thông tin điều khiển và kênh điều khiển trong hệ thống 3GPP NR. Dựa vào Fig.5A, trạm cơ sở có thể thêm mặt nạ kiểm tra phần dư tuần hoàn (Cyclic Redundancy Check, CRC) (ví dụ, phép toán XOR) với mã định danh tạm thời mạng vô tuyến (Radio Network Temporary Identifier, RNTI) vào thông tin điều khiển (ví dụ, thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, 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 thường 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 UE riêng có thể bao gồm ít nhất một trong số RNTI ô mạng tạm thời (Cell Temporary RNTI, C-RNTI), và CS-RNTI. Sau đó, trạm cơ sở có thể thực hiện so khớp tốc độ (S206) theo lượng tài nguyên được sử dụng để truyền PDCCH sau khi thực hiện mã hóa kênh (ví dụ, mã hóa cực) (S204). Sau đó, trạm cơ sở có thể ghép kênh (các) DCI dựa vào cấu trúc PDCCH dựa trên phần tử kênh điều khiển (Control Channel Element, CCE) (S208). Ngoài ra, trạm cơ sở có thể áp dụng quy trình bổ sung (S210) chẳng hạn như xáo trộn, điều biên (ví dụ, QPSK), đan xen, và tương tự với (các) DCI được ghép kênh, và sau đó ánh xạ (các) DCI tới tài nguyên để được truyền. CCE là đơn vị tài nguyên cơ bản cho PDCCH, và một CCE có thể bao gồm nhiều (ví dụ, sáu) nhóm thành phần tài nguyên (Resource Element Group, REG). Một REG có thể được tạo cấu hình với các RE (ví dụ, 12). Số lượng CCE được sử dụng cho một PDCCH có thể được xác định là mức kết hợp. Trong hệ thống 3GPP NR, mức kết hợp là 1, 2, 4, 8, hoặc 16 có thể được sử dụng. Fig.5B là sơ đồ liên quan đến mức kết hợp CCE và ghép kênh của PDCCH và minh họa loại mức kết hợp CCE được sử dụng cho một PDCCH và (các) CCE được truyền trong vùng điều khiển theo đó.

Fig.6 minh họa tập tài nguyên điều khiển (Control Resource Set, CORESET) mà kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel, PUCCH) có thể được truyền trong hệ thống 3GPP NR.

CORESET là tài nguyên thời gian-tần số trong đó PDCCH, tức là, tín hiệu điều khiển cho UE, được truyền. Ngoài ra, không gian tìm kiếm được mô tả sau đây có thể được ánh xạ tới một CORESET. Do đó, UE có thể theo dõi miền thời gian-tần số được chỉ định là CORESET thay vì theo dõi tất cả các dải tần số để nhận PDCCH, và giải mã PDCCH được ánh xạ tới CORESET. Trạm cơ sở có thể tạo cấu hình một hoặc nhiều CORESET cho mỗi ô mạng UE. CORESET có thể được tạo cấu hình với ba ký hiệu liên

tiếp trên trục thời gian. Ngoài ra, CORESET có thể được tạo cấu hình trong các đơn vị của sáu PRB liên tiếp trên trục tần số. Trong phương án trên Fig.5, CORESET#1 được tạo cấu hình bằng các PRB liên tiếp, và CORESET#2 và CORESET#3 được tạo cấu hình bằng các PRB không liên tiếp. CORESET có thể được đặt trong ký hiệu bất kỳ trong khe. Ví dụ, theo phương án trên 5, CORESET#1 bắt đầu ở ký hiệu đầu tiên 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 đặt không gian tìm kiếm PDCCH trong hệ thống 3GPP NR.

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

Để thuận tiện đối với việc lý giải, PDCCH được xáo trộn với RNTI nhóm chung (Group Common, GC) được biết trước đối với một hoặc nhiều UE để truyền thông tin

điều khiển DL đến các UE được đề cập đến như là PDCCH nhóm chung (Group Common, GC) hoặc PDCCH chung. Ngoài ra, PDCCH còn được xáo trộn với RNTI đầu cuối cụ thể mà một 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 của UE cụ thể. PDCCH chung có thể nằm trong không gian tìm kiếm chung, và PDCCH UE chung có thể nằm trong không gian tìm kiếm chung hoặc PDCCH UE chung.

Trạm cơ sở có thể báo hiệu cho mỗi UE hoặc nhóm UE thông qua PDCCH về thông tin (tức là, cấp phép DL) liên quan đến 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 hoặc thông tin (tức là, cấp phép UL) liên quan đến cấp phát tài nguyên của kênh chia sẻ đường lên (Uplink-Shared Channel, UL-SCH) và yêu cầu lặp tự động lại (Hybrid Automatic Repeat Request, HARQ). Trạm cơ sở có thể truyền khối truyền tải PCH và khối truyền tải 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 PDSCH, thông tin trên dữ liệu PDSCH UE (một hoặc các UE) được truyền và cách dữ liệu PDSCH được nhận và được giải mã bởi UE tương ứng, và truyền PDCCH. Ví dụ, giả sử rằng DCI được truyền trên PDCCH cụ thể là CRC được chắn với RNTI là "A", và DCI biểu thị rằng PDSCH được cấp phát tới tài nguyên vô tuyến (ví dụ, địa điểm tần số) là "B" và biểu thị thông tin định dạng truyền (ví dụ, kích thước khối truyền tải, giản đồ điều biến, thông tin mã hóa, v.v.) là "C". UE theo dõi PDCCH bằng cách sử dụng thông tin RNTI mà UE có. Trong trường hợp này, nếu có UE thực hiện giải mã PDCCH bằng cách sử dụng "A" RNTI, thì UE nhận PDCCH, và nhận PDSCH được biểu thị bởi "B" và "C" thông qua thông tin PDCCH được nhận.

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

Bảng 2

Định dạng PUCCH	Độ dài trong 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 UL-SCH.

HARQ-ACK: Phản hồi tới PDCCH (biểu thị giải phóng DL SPS) và/hoặc phản hồi tới khối truyền tải (Transport Block, TB) DL trên PDSCH. HARQ-ACK biểu thị xem liệu thông tin được truyền trên PDCCH hoặc PDSCH có được nhận hay không. Phản hồi HARQ-ACK bao gồm ACK khẳng định (đơn giản là ACK), ACK phủ định (sau đây là NACK), truyền gián đoạn (Discontinuous Transmission, DTX), hoặc NACK/DTX. Trong bản mô tả này, thuật ngữ HARQ-ACK được sử dụng cùng với HARQ-ACK/NACK và ACK/NACK. Nói chung, ACK có thể được biểu diễn bởi bit giá trị 1 và NACK có thể được biểu diễn bởi bit giá trị 0.

Thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI). Thông tin phản hồi trên kênh DL. UE tạo ra thông tin phản hồi này dựa vào tín hiệu tham chiếu CSI (CSI-Reference Signal, RS) được truyền bởi trạm cơ sở. Thông tin phản hồi liên quan đến nhiều đầu vào đầu ra (Multiple Input Multiple Output, MIMO) bao gồm chỉ báo hạng (Rank Indicator, RI) và chỉ báo ma trận tiền mã hóa (Precoding Matrix Indicator, 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 trường hợp dịch vụ khác nhau, các môi trường kênh, và các cấu trúc khung khác nhau.

Định dạng PUCCH 0 là định dạng có thể 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 theo hai ký hiệu OFDM, cùng một chuỗi trên hai ký hiệu có thể được truyền qua các RB khác nhau. Trong trường hợp này, chuỗi có thể là chuỗi dịch chuyển tuần hoàn (CS) từ chuỗi cơ sở được sử dụng trong định dạng PUCCH 0. Thông qua điều này, UE có thể thu được sự khuếch đại phân tập tần số. Chi tiết hơn, UE có thể xác định giá trị chuỗi tuần hoàn (CS) m_{cs} theo M_{bit} bit UCI ($M_{bit} = 1$ hoặc 2). Ngoài ra, chuỗi cơ sở có độ dài là 12 có thể được truyền bằng cách ánh xạ chuỗi dịch chuyển tuần hoàn dựa vào giá trị CS định trước m_{cs} đến một ký hiệu OFDM và 12 RE của một RB. Khi số các dịch chuyển tuần hoàn có sẵn đối với UE là 12 và $M_{bit} = 1$, 1 bit UCI 0 và 1 có thể được ánh xạ lần lượt lên hai chuỗi dịch chuyển tuần hoàn có chênh lệch là 6 giá trị dịch chuyển tuần hoàn. Ngoài ra, khi $M_{bit} = 2$, 2 bit UCI 00, 01, 11, và 10 có thể được ánh xạ đến bốn chuỗi dịch chuyển tuần hoàn có sự chênh lệch là 3 trong các giá trị chuỗi tuần hoàn, tương ứng.

Định dạng PUCCH 1 có thể cấp 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. Trong bản mô tả này, số lượng ký hiệu OFDM được chiếm bởi định dạng PUCCH 1 có thể là một trong số từ 4 đến 14. Cụ thể hơn, UCI là $M_{bit} = 1$, có thể được điều biến-BPSK. UE có thể điều biến UCI, đó là $M_{bit} = 2$, với khóa dịch pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK). Tín hiệu thu được bằng cách nhân một ký hiệu có giá trị phức được điều biến $d(0)$ với một chuỗi có độ dài 12. Trong trường hợp này, chuỗi này có thể là chuỗi cơ sở được sử dụng cho định dạng PUCCH 0. UE trải các ký hiệu OFDM được đánh số chẵn mà định dạng PUCCH 1 được cấp phát thông qua mã phủ trục giao (Orthogonal Cover Code, OCC) trục thời gian để truyền tín hiệu được thu. Định dạng PUCCH 1 xác định số lượng UE khác nhau tối thiểu được ghép kênh trong một RB theo chiều dài của OCC được sử dụng. Tín hiệu tham chiếu giải điều biến (Demodulation Reference Signal, DMRS) có thể được trải với OCC và được ánh xạ tới các ký hiệu OFDM được đánh số lẻ của định dạng PUCCH 1.

Định dạng PUCCH 2 có thể cấp 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, các chuỗi được truyền trong các RB khác nhau thông qua hai ký hiệu OFDM có thể là giống nhau. Ở đây, chuỗi có thể là một số các ký hiệu có giá trị phức được điều biến $d(0), \dots, d(M_{\text{symbol}}-1)$. Ở đây, M_{symbol} có thể là $M_{\text{bit}}/2$. Thông qua điều này, UE có thể thu được sự khuếch đại phân tập tần số. Cụ thể hơn, M_{bit} bit UCI ($M_{\text{bit}} > 2$) là mức bit được xáo trộn, QPSK được điều biến và được ánh xạ vào các RB của một hoặc hai ký hiệu OFDM. Ở đây, số các RB có thể là một trong các số từ 1 đến 16.

Định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 có thể cấp 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 được chiếm bởi định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 có thể là một trong số từ 4 đến 14. Cụ thể là, UE điều biến các bit M_{bit} UCI ($M_{\text{bit}} > 2$) với $\pi/2$ -khóa dịch chuyển pha nhị phân (BPSK) hoặc QPSK để tạo ký hiệu có giá trị phức tạp $d(0)$ đến $d(M_{\text{symb}}-1)$. Ở đây, khi sử dụng $\pi/2$ -BPSK, $M_{\text{symb}} = M_{\text{bit}}$, và khi sử dụng QPSK, $M_{\text{symb}} = M_{\text{bit}}/2$. UE không thể áp dụng sự lan truyền đơn vị khối sang định dạng PUCCH 3. Tuy nhiên, UE có thể áp dụng trải đơn vị khối cho một RB (tức là, 12 sóng mang con) bằng cách sử dụng PreDFT-OCC có độ dài là 12 để định dạng PUCCH 4 có thể có hai hoặc bốn khả năng ghép kênh. UE thực hiện việc truyền tiền mã hóa (hoặc DFT-tiền mã hóa) đối với tín hiệu được trải và ánh xạ nó tới mỗi RE để truyền tín hiệu được trải này.

Trong trường hợp này, số lượng RB được chiếm bởi định dạng PUCCH 2, định dạng PUCCH 3, hoặc định dạng PUCCH 4 có thể được xác định theo chiều dài và tốc độ mã hóa tối đa của UCI được truyền bởi UE. Khi UE sử dụng định dạng PUCCH 2, thì UE có thể truyền thông tin HARQ-ACK và thông tin CSI cùng nhau qua PUCCH. Khi số lượng RB mà UE có thể truyền lớn hơn số lượng RB tối đa 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 mức 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 nhảy tần trong một khe. Khi nhảy tần được tạo cấu hình, chỉ số của RB được nhảy tần có thể được tạo cấu hình bằng 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 floor $(N/2)$ ký hiệu OFDM và bước nhảy thứ hai có thể có 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 trong 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. PUCCH được truyền lặp lại phải bắt đầu ở ký hiệu OFDM của vị trí không đổi trong mỗi khe, và có chiều dài không đổi. Khi một ký hiệu OFDM trong số các ký hiệu OFDM của khe trong đó UE cần truyền PUCCH được biểu thị là ký hiệu DL bởi tín hiệu RRC, thì UE có thể không truyền PUCCH trong khe tương ứng và trì hoãn việc truyền PUCCH tới khe tiếp theo để truyền PUCCH.

Trong khi đó, trong hệ thống 3GPP NR, UE có thể thực hiện việc truyền/tiếp nhận sử dụng băng thông nhỏ hơn hoặc bằng băng thông của sóng mang (hoặc ô). Đối với điều này, UE có thể nhận phần băng thông (BWP) được tạo cấu hình với băng thông liên tục của một vài băng thông của sóng mang. UE hoạt động theo TDD hoặc hoạt động trong phổ không ghép đôi có thể tiếp nhận tới bốn cặp DL/UL BWP trong một sóng mang (hoặc ô). Ngoài ra, UE có thể kích hoạt một cặp DL/UL BWP. UE hoạt động theo FDD hoặc hoạt động trong phổ ghép đôi có thể nhận lên tới bốn DL BWP trên sóng mang DL (hoặc ô) và lên tới bốn UL BWP trên sóng mang UL (hoặc ô). UE có thể kích hoạt một DL BWP và một UL BWP đối với mỗi sóng mang (hoặc ô). UE có thể không thực hiện việc nhận hoặc truyền trong tài nguyên thời gian-tần số khác với BWP được kích hoạt. BWP được kích hoạt có thể được gọi là một BWP hoạt động.

Trạm cơ sở có thể biểu thị BWP được kích hoạt trong số các BWP được tạo cấu hình bởi UE qua thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information,

DCI). BWP được biểu thị qua DCI được kích hoạt và (các) BWP được tạo cấu hình khác được ngưng kích hoạt. Trong sóng mang (hoặc ô) hoạt động trong TDD, trạm cơ sở có thể bao gồm, trong DCI để lập lịch PDSCH hoặc PUSCH, chỉ báo phần băng thông (Bandwidth Part Indicator, BPI) chỉ báo BWP cần được kích hoạt để thay đổi cặp DL/UL BWP của UE. UE có thể nhận DCI để lập lịch PDSCH hoặc PUSCH và có thể nhận dạng cặp DL/UL BWP được kích hoạt dựa vào BPI. Đối với sóng mang DL (hoặc ô) hoạt động trong FDD, trạm cơ sở có thể bao gồm BPI chỉ báo BWP cần được kích hoạt trong DCI để lập lịch PDSCH để thay đổi DL BWP của UE. Đối với sóng mang UL (hoặc ô) hoạt động trong FDD, trạm cơ sở có thể bao gồm BPI chỉ báo BWP cần được kích hoạt trong DCI để lập lịch PUSCH để thay đổi UL BWP của UE.

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

Kết hợp sóng mang là phương pháp trong đó UE sử dụng các khối tần số hoặc các ô mạng (theo nghĩa logic) được tạo cấu hình bằng các tài nguyên UL (hoặc các sóng mang thành phần) và/hoặc các tài nguyên DL (hoặc các sóng mang thành phần) là một dải tần số logic rộng để hệ thống truyền thông không dây sử dụng dải tần số rộng hơn. Một sóng mang thành phần có thể cũng được đề cập đến là thuật ngữ được gọi là ô mạng sơ cấp (Primary Cell, PCell) hoặc ô mạng thứ cấp (Secondary Cell, SCell), hoặc SCell sơ cấp (Primary SCell, PScell). Tuy nhiên, sau đây, để thuận tiện cho việc mô tả, thuật ngữ "sóng mang thành phần" được sử dụng.

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

Các tần số trung tâm khác nhau có thể được sử dụng cho mỗi sóng mang thành phần. Ngoài ra, một tần số trung tâm chung có thể được sử dụng trong các sóng mang thành phần liên kề về mặt vật lý. Giả sử rằng tất cả các sóng mang thành phần liên kề về mặt 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. Ngoài ra, giả sử rằng các sóng mang thành phần tương ứng không liên kề nhau về mặt vật lý, 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 tần hệ thống được mở rộng bằng cách kết hợp sóng mang, thì dải tần số được sử dụng để truyền thông với mỗi UE có thể được xác định trong mỗi đơn vị của sóng mang thành phần. UE A có thể sử dụng 100 MHz, là tổng dải tần 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 sử dụng chỉ băng thông 20 MHz và thực hiện việc truyền thông 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 sử dụng hai sóng mang thành phần tương ứng. Hai sóng thành phần có thể là liên kề theo logic/vật lý hoặc không liên kề. UE C₁ thể hiện trường hợp sử dụng hai sóng mang thành phần không liên kề và UE C₂ thể hiện trường hợp sử dụng hai sóng mang thành phần liên kề.

Fig.9 là hình vẽ giải thích truyền thông sóng mang đơn và truyền thông đa sóng mang. Cụ thể là, Fig.9(a) thể hiện cấu trúc khung con sóng mang đơn và Fig.9(b) thể hiện cấu trúc khung con đa sóng mang.

Dựa vào Fig.9a, trong chế độ FDD, hệ thống truyền thông không dây chung có thể thực hiện việc truyền hoặc nhận dữ liệu thông qua một dải DL và một dải UL tương ứng với nhau. Theo một phương án cụ thể khác, trong 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.9(b), ba sóng mang thành phần 20 MHz (Component Carrier, CC) có thể được kết hợp thành mỗi trong số UL và DL, để băng thông bằng 60 MHz có thể được hỗ trợ. Mỗi CC có thể liên kề hoặc không liên kề nhau trong miền tần

số. Fig.9(b) hiện trường hợp trong đó băng thông của UL CC và băng thông của DL CC giống nhau và đối xứng, nhưng băng thông của mỗi CC có thể được xác định một cách độc lập. Ngoài ra, kết hợp sóng mang không đối xứng với số lượng UL CC và DL CC khác nhau là khả thi. DL/UL CC được cấp phát/được tạo cấu hình cho UE riêng thông qua RRC có thể được gọi là DL/UL CC phục vụ của UE riêng này.

Trạm cơ sở có thể thực hiện việc truyền thông với UE bằng cách kích hoạt một số hoặc tất cả trong số các CC phục vụ của UE hoặc giải kích hoạt một số CC. Trạm cơ sở có thể thay đổi CC cần được kích hoạt/giải kích hoạt, và thay đổi số lượng CC cần được kích hoạt/giải kích hoạt. Nếu trạm cơ sở phân bổ CC có sẵn đối với UE là ô riêng hoặc UE riêng, ít nhất một trong số các CC được phân bổ có thể bị hủy kích hoạt, trừ khi sự phân bổ CC đối với UE được tái tạo ra hoàn toàn hoặc UE được bàn giao lại. Một CC không bị vô hiệu hóa bởi UE được gọi là CC sơ cấp (Primary CC, PCC) hoặc ô sơ cấp (Primary Cell, PCell) và CC mà trạm cơ sở có thể tự do kích hoạt/hủy kích hoạt một cách tự do được gọi là CC thứ cấp (Secondary CC, SCC) hoặc ô thứ cấp (Secondary Cell, SCell).

Trong khi đó, 3GPP NR sử dụng khái niệm ô mạng để quản lý các tài nguyên vô tuyến. Ô được định nghĩa là tổ hợp của các tài nguyên DL và các tài nguyên UL, tức là, tổ hợp của DL CC và UL CC. Ô mạng có thể được tạo cấu hình chỉ bằng các tài nguyên DL, hoặc tổ hợp của các tài nguyên DL và các tài nguyên UL. Khi kết hợp sóng mang được hỗ trợ, 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 mạng hoặc CC. Ô mạng tương ứng với PCC được gọi là PCell, và ô mạng 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 là, 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 của UE, (các) ô mạng phục vụ có thể được tạo cấu hình bằng một PCell và không hoặc nhiều hơn không SCell. Trong trường hợp các UE ở trạng thái RRC_CONNECTED nhưng không được tạo cấu hình để kết hợp sóng mang hoặc không hỗ trợ kết hợp sóng mang, thì chỉ

một ô mạng phục vụ được tạo cấu hình bằng PCell.

Như được đề cập ở trên, thuật ngữ "ô mạng" được sử dụng trong kết hợp sóng mang được phân biệt với thuật ngữ "ô" 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 ăng ten. Tức là, một sóng mang thành phần có thể cũng được gọi là ô mạng lập lịch, ô mạng được lập lịch, ô mạng sơ cấp (Primary Cell, PCell), ô mạng thứ cấp (Secondary Cell, SCell), hoặc SCell sơ cấp (Primary SCell, PScell). Tuy nhiên, để phân biệt giữa ô đề cập đến vùng địa lý nhất định và ô mạng của kết hợp sóng mang, theo sáng chế, ô mạng của kết hợp sóng mang được gọi là CC, và ô của vùng địa lý được gọi là ô.

Fig.10 là sơ đồ thể hiện ví dụ trong đó kỹ thuật lập lịch sóng mang ngang 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 nằm trong DCI. Nói cách khác, ô mạng lập lịch được thiết lập, và cấp phép DL/cấp phép UL được truyền trong vùng PDSCH của ô mạng lập lịch lập lịch PDSCH/PUSCH của ô mạng được lập lịch. Tức là, vùng tìm kiếm cho các sóng mang thành phần có trong vùng PDSCH của ô mạng lập lịch. PCell có thể là ô mạng lập lịch cơ sở, và SCell riêng có thể được chỉ định là ô mạng lập lịch bởi lớp trên.

Trong phương án trên Fig.10, Giả sử rằng ba DL CC được gộp. Trong bản mô tả này, giả sử rằng DL sóng mang thành phần #0 là DL PCC (hoặc PCell), và DL sóng mang thành phần #1 và DL sóng mang thành phần #2 là các DL SCC (hoặc SCell). Ngoài ra, giả sử rằng DL PCC được thiết lập là PDCCH theo dõi CC. Khi lập lịch liên sóng mang không được tạo cấu hình bởi tín hiệu lớp cao hơn UE riêng (hoặc nhóm UE riêng hoặc ô mạng riêng), thì CIF bị 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 không liên sóng mang, lập lịch nội sóng mang). Trong khi đó, nếu lập lịch liên sóng mang được tạo cấu hình bởi tín hiệu lớp cao hơn UE riêng (hoặc nhóm UE riêng hoặc ô mạng riêng), thì CIF được cho phép, và CC riêng (ví dụ, DL PCC) có thể truyền không

chỉ PDCCH để lập lịch PDSCH của DL CC A bằng cách sử dụng CIF mà còn 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 theo dõi PDCCH không bao gồm CIF để nhận PDSCH được lập lịch nội sóng mang phụ thuộc vào xem liệu lập lịch liên sóng mang có được tạo cấu hình cho UE hay không, hoặc theo dõi 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 cho hệ thống 3GPP NR. Tuy nhiên, trong hệ thống 3GPP NR, các khung con trên 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 khai triển với các loại thiết bị truyền thông không dây hoặc thiết bị tính toán khác nhau mà được đảm bảo cầm tay được và di động. UE có thể được gọi là thiết bị người dùng (User Equipment, UE), trạm (Station, (STA), thuê bao di động (Mobile Subscriber, MS), hoặc tương tự. Ngoài ra, theo một phương án của sáng chế, trạm cơ sở điều khiển và quản lý ô mạng (ví dụ, ô mạng macro, ô mạng femto, ô mạng pico, v.v.) tương ứng với vùng dịch vụ, và thực hiện các chức năng trong số truyền tín hiệu, chỉ định kênh, theo dõi kênh, tự chuẩn đoán, chuyển tiếp, hoặc tương tự. Trạm cơ sở có thể được gọi là NodeB thế hệ tiếp theo (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.

Đầu 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/nhận dữ liệu giữa các bộ phận. Trong bản mô tả này, bộ xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động theo các phương án được mô tả trong bản mô tả này. 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 này, và thực hiện việc truyền thông theo cấu hình khe được xác định.

Tiếp theo, môđun truyền thông 120 có thể là môđun tích hợp để 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. Đối với điều này, 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 chia ô 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 là môđun tích hợp nguyên khối, nhưng không như trên hình vẽ, mỗi thẻ giao diện mạng có thể được sắp xếp một cách độc lập theo cấu hình mạch hoặc cách sử dụng.

Thẻ giao diện truyền thông chia ô 121 có thể truyền hoặc nhận tín hiệu vô tuyến bằng 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 trong dải tần số thứ nhất dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 110. Theo một phương án, thẻ giao diện truyền thông chia ô 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 chia ô 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 trong các dải tần số dưới 6 GHz được hỗ trợ bởi môđun NIC tương ứng.

Thẻ giao diện truyền thông chia ô 122 có thể truyền hoặc nhận tín hiệu vô tuyến bằng 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 trong dải tần số thứ hai dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 110. Theo một phương án, thẻ giao diện truyền thông chia ô 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 chia ô 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 trong các

dải tần số bằng 6 GHz hoặc lớn hơn 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 bằng 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 bằng 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 với ít nhất một trong số trạm cơ sở 200, thiết bị bên ngoài, và máy chủ một cách độc lập hoặc phụ thuộc 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 chương trình điều khiển được sử dụng trong UE 100 và các kiểu dữ liệu khác nhau. Vì vậy, chương trình điều khiển có thể bao gồm một chương trình được yêu cầu để thực hiện việc truyền thông vô tuyến với ít nhất một trong số 200 trạm cơ sở, 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 tạo ra trong UE 100. Nói cách khác, giao diện người dùng 140 có thể nhận đầu vào 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 người dùng được nhận. Ngoài ra, giao diện người dùng 140 có thể thực hiện đầu ra 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 hiển thị. Bộ phận hiển thị 150 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.

Đầu tiên, bộ xử lý 210 có thể thực thi các lệnh hoặc chương trình khác nhau, và xử lý dữ liệu bên ngoài 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 nhận dữ liệu giữa các bộ phận. Trong bản mô tả này, 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 cho 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 để 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. Đối với điều này, môđun truyền thông 120 có thể bao gồm các thẻ giao diện mạng chẳng hạn như các thẻ giao diện truyền thông chia ô 221 và 222 và thẻ giao diện truyền thông dải không được cấp phép 223 ở dạng bên trong hoặc bên ngoài. Trên hình vẽ, môđun truyền thông 220 được thể hiện là môđun tích hợp nguyên khối, nhưng không như trên hình vẽ, mỗi thẻ giao diện mạng có thể được sắp xếp một cách độc lập theo cấu hình mạch hoặc cách sử dụng.

Thẻ giao diện truyền thông chia ô 221 có thể truyền hoặc tiếp nhận tín hiệu vô tuyến với ít nhất một trong số UE 100, thiết bị bên ngoài và máy chủ sử dụng mạng truyền thông di động và tạo ra dịch vụ truyền thông di động trên dải tần số thứ nhất dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 210. Theo một phương án, thẻ giao diện truyền thông chia ô 221 có thể bao gồm ít nhất một môđun NIC sử dụng dải tần số nhỏ hơn 6 GHz. Ít nhất môđun NIC của thẻ giao diện truyền thông chia ô 221 có thể thực hiện một cách độc lập việc truyền thông di động với ít nhất một trong số UE 100, thiết bị bên ngoài và máy chủ theo các tiêu chuẩn hoặc các 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 chia ô 222 có thể truyền hoặc tiếp nhận tín hiệu vô tuyến với ít nhất một trong số UE 100, thiết bị bên ngoài và máy chủ sử dụng mạng truyền thông di động và tạo ra dịch vụ truyền thông di động trên dải tần số thứ hai dựa vào các lệnh từ bộ xử lý 210. Theo một phương án, thẻ giao diện truyền thông chia ô

222 có thể bao gồm ít nhất một môđun NIC sử dụng dải tần số bằng 6 GHz hoặc lớn hơn. Ít nhất một môđun NIC của thẻ giao diện truyền thông chia ô 222 có thể thực hiện việc truyền thông di động một cách 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 trong các dải tần số bằng 6 GHz hoặc lớn hơn 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 bằng 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 bằng 2,4 GHz hoặc 5 GHz. Ít nhất môđun NIC của thẻ giao diện truyền thông băng thông không được cấp phép 223 có thể độc lập hoặc không độc lập thực hiện việc truyền thông vô tuyến với ít nhất một trong số UE 100, thiết bị bên ngoài và máy chủ theo các tiêu chuẩn hoặc các giao thức dải tần 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 các phần tử được chia theo chức năng của thiết bị. Theo đó, các phần tử nêu trên của thiết bị có thể được gắn trên một chip hoặc nhiều 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 tương tự có thể được bố trí một cách chọn lọc trong UE 100. Ngoài ra, giao diện người dùng 140, bộ phận hiển thị 150 và tương tự có thể được bố trí bổ sung trong trạm cơ sở 200, nếu cần thiết.

Để hỗ trợ dịch vụ yêu cầu độ trễ thấp và độ tin cậy cao, chẳng hạn như dịch vụ URLLC, UE cần nhận việc truyền lại nhanh từ trạm cơ sở bằng cách truyền HARQ-ACK nhanh nhất có thể. Tuy nhiên, trong 3GPP NR phiên bản 15, chỉ việc truyền PUCCH bao gồm ở nhiều nhất một phần thông tin HARQ-ACK được cho phép trong một khe. Do đó, UE sử dụng giản đồ: i) truyền các phản hồi HARQ-ACK cho các

PDSCH khác nhau trong các khe khác nhau, tương ứng; hoặc ii) thực hiện việc ghép kênh trong một PUCCH. Tuy nhiên, i) không phù hợp cung cấp thời gian trễ thấp; và trong ii), có thể có khả năng rằng vấn đề nảy sinh trong phạm vi của PUCCH, nghĩa là, độ tin cậy. Do đó, phương pháp truyền nhiều PUCCH, mỗi trong số đó bao gồm các thông tin HARQ-ACK khác nhau, trong một khe được thảo luận.

Phương pháp truyền nhiều PUCCH trong một khe trên cơ sở của chỉ báo

Fig.12 là lưu đồ minh họa phương pháp truyền nhiều PUCCH trong một khe trên cơ sở của chỉ báo theo một phương án của sáng chế. Trạm cơ sở trên Fig.12 là giống như trạm cơ sở 200 trên Fig.11, và UE trên Fig.12 là giống như UE 100 trên Fig.11.

Dựa vào Fig.12, trạm cơ sở truyền chỉ báo đến UE, ở bước S1200. Chỉ báo có thể chỉ báo các giá trị tương ứng với số lượng các PUCCH được truyền đồng thời trong một khe. Ví dụ, nếu có thể truyền lên tới hai PUCCH đồng thời trong một khe, chỉ báo có thể có hai giá trị, ví dụ, 0 hoặc 1. Nghĩa là, các PUCCH được truyền đồng thời trong một khe được nhận dạng bởi các chỉ báo tương ứng. Nếu giá trị chỉ báo 0 được chỉ định đến một PUCCH, thì giá trị chỉ báo 1 được chỉ định đến PUCCH khác. Tương tự, nếu giá trị chỉ báo 1 được chỉ định đến một PUCCH, thì giá trị chỉ báo 0 được chỉ định đến PUCCH khác. Giá trị chỉ báo giống nhau không thể tương ứng với các PUCCH khác nhau.

Ví dụ, dựa vào Fig.13, UE nhận ít nhất một PDSCH tương ứng với giá trị chỉ báo 0 trong khe trước 1300, và sau đó truyền HARQ-ACK liên quan đến trạm cơ sở qua PUCCH 1320 tương ứng với giá trị chỉ báo 0 trong khe sau 1310. UE nhận các PDSCH tương ứng với giá trị chỉ báo 1 trong khe trước 1300, và sau đó truyền HARQ-ACK liên quan đến trạm cơ sở qua PUCCH 1330 tương ứng với giá trị chỉ báo 1 trong khe sau 1310. Nghĩa là, nhiều PUCCH 1320 và 1330 được truyền đồng thời trong khe sau 1310 lần lượt được đánh chỉ số bằng 0 hoặc 1 bởi các chỉ báo. Nếu PUCCH thứ nhất tương ứng với giá trị chỉ báo 0, thì PUCCH thứ hai có thể tương ứng với giá trị chỉ báo 1, và nếu PUCCH thứ nhất tương ứng với giá trị chỉ báo 1, thì PUCCH thứ hai có thể tương ứng với giá trị chỉ báo 0. Các chỉ báo có thể được sử dụng làm tiêu chí để giải quyết

xung đột khi nhiều việc truyền PUCCH xung đột với nhau trong một khe.

Phạm vi chung của giá trị mà chỉ báo có thể có là như sau. Nếu số lượng của các bit của chỉ báo là B , và X PUCCH được truyền trong một khe, thì $B = \text{ceil}(\log_2(X))$. Trong trường hợp này, chỉ báo có thể chỉ báo một trong số các giá trị $0, 1, \dots, X-1$.

Chỉ báo có thể được chỉ báo rõ ràng hoặc có thể được suy ra ngầm từ các thông tin khác. Nếu chỉ báo được suy ra ngầm, thì S1200 trên Fig.12 có thể được bỏ qua. Nghĩa là, chỉ báo có thể không được báo hiệu riêng biệt, và UE có thể suy ra ngầm chỉ báo từ các thông tin khác. Trong trường hợp này, phương án của sáng chế tương ứng với phương án bao gồm các thao tác còn lại thu được bằng cách loại trừ bước S1200.

Ví dụ, chỉ báo có thể được truyền trong khi được bao gồm trong PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH thứ nhất hoặc PDSCH thứ hai, ở bước S1205. Trong trường hợp này, chỉ báo có thể được đề cập đến là chỉ báo nhóm PDSCH hoặc ID nhóm PDSCH. Tuy nhiên, trong bản mô tả này, nó được thể hiện là “chỉ báo” nhằm mục đích thống nhất các thuật ngữ.

Ví dụ khác, chỉ báo có thể được truyền trong khi được bao gồm trong báo hiệu RRC.

Ví dụ khác, chỉ báo có thể là thông tin được suy ra ngầm từ giá trị của trường khác của PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH thứ nhất hoặc PDSCH thứ hai, hoặc từ giá trị của trường khác của báo hiệu RRC. Phương pháp suy ra ngầm chỉ báo tương tự như xác định ngầm giá trị của chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK, mà sẽ được mô tả sau.

Việc truyền chỉ báo bởi trạm cơ sở theo bước S1200 tương ứng với hoạt động của mô đun truyền thông 220 trên Fig.11, và việc nhận chỉ báo bởi UE tương ứng với hoạt động của mô đun truyền thông 220 trên Fig.11.

Quay lại Fig.12, trạm cơ sở truyền PDSCH thứ nhất và PDSCH thứ hai đến UE, ở bước S1205. Ở đây, PDSCH thứ nhất và PDSCH thứ hai có thể tương ứng với các loại lưu lượng khác nhau, ví dụ, eMBB và URLLC. Nghĩa là, PDSCH thứ nhất có thể là lưu lượng liên quan đến eMBB, và PDSCH thứ hai có thể là lưu lượng liên quan đến

URLLC. Theo phương án này, phần mô tả được đưa ra rằng nhiều PDSCH được truyền ở bước S1205, nhưng trạm cơ sở có thể truyền chỉ một PDSCH đến UE. Đó là bởi vì nhiều PUCCH được truyền trong khe sau 1310 có thể bao gồm UCI khác nhau, chẳng hạn như yêu cầu lập lịch (Scheduling Request, SR) được truyền bởi UE bất kể PDSCH, không cần HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH, trong khe trước 1300. Việc truyền PDSCH thứ nhất và thứ hai bởi trạm cơ sở theo bước S1205 tương ứng với hoạt động của mô đun truyền thông 220 trên Fig.11, và việc nhận PDSCH thứ nhất và thứ hai bởi UE tương ứng với hoạt động của mô đun truyền thông 220 trên Fig.11.

UE tạo ra số mã HARQ-ACK thứ nhất được kết hợp với PDSCH thứ nhất và tạo ra số mã HARQ-ACK thứ hai được kết hợp với PDSCH thứ hai, ở bước S1210. Số mã HARQ-ACK thứ nhất và số mã HARQ-ACK thứ hai có thể được ánh xạ đến các PUCCH khác nhau trong cùng khe. Nói cách khác, số mã HARQ-ACK thứ nhất và số mã HARQ-ACK thứ hai có thể được tạo cấu hình để được truyền qua các PUCCH khác nhau trong cùng khe. Ở đây, số mã HARQ-ACK thứ nhất được ánh xạ đến PUCCH thứ nhất, và số mã HARQ-ACK thứ hai được ánh xạ đến PUCCH thứ hai.

Khi nhiều PDSCH được truyền, UE có thể, như được thể hiện trên Fig.13, tạo ra số mã HARQ-ACK bằng cách ghép kênh HARQ-ACK của các PDSCH có cùng giá trị chỉ báo, và sau đó có thể truyền số mã HARQ-ACK được tạo ra qua cùng PUCCH. Nghĩa là, nếu các giá trị chỉ báo khác nhau được sử dụng, thì các PUCCH khác nhau có thể được truyền trong một khe. Dựa vào Fig.13, UE có thể nhận hai PDSCH tương ứng với giá trị chỉ báo 1 trong khe trước 1300, có thể tạo ra số mã HARQ-ACK bằng cách ghép kênh nhiều phần HARQ-ACK liên quan đến nó, và có thể truyền số mã HARQ-ACK qua PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo 1 trong khe sau 1310. UE có thể nhận hai PDSCH tương ứng với giá trị chỉ báo 0 trong khe trước 1300, có thể tạo ra số mã HARQ-ACK bằng cách ghép kênh nhiều phần HARQ-ACK liên quan đến nó, và có thể truyền số mã HARQ-ACK qua PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo 0 trong khe sau 1310. Kết quả là, tổng số hai PUCCH cho bốn PDSCH được truyền trong một khe.

Khi nhiều PUCCH được truyền, phương pháp tạo ra số mã HARQ-ACK cho mỗi

PUCCH là như sau.

Mỗi số mã HARQ-ACK có thể được tạo ra theo cách khác nhau. Ví dụ, số mã HARQ-ACK thứ nhất có thể được tạo ra theo cách bán tĩnh, và số mã HARQ-ACK thứ hai có thể được tạo ra theo cách động.

UE cần xác định các bit HARQ-ACK được bao gồm trong mỗi PUCCH, nghĩa là, số mã HARQ-ACK. Cụ thể là, nếu UE được tạo cấu hình để sử dụng số mã HARQ-ACK bán tĩnh (hoặc số mã HARQ-ACK loại 1), UE tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh để được truyền qua PUCCH tương ứng với mỗi giá trị chỉ báo. Nếu số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với mỗi giá trị chỉ báo được tạo ra độc lập mà không xác định riêng biệt, số mã HARQ-ACK bán tĩnh có cùng kích thước được truyền trong cùng khe qua mỗi PUCCH, và do đó vấn đề trong đó phạm vi của PUCCH dường như bị giới hạn xuất hiện.

Do đó, phương án của sáng chế đề xuất phương pháp làm giảm kích thước của số mã HARQ-ACK bán tĩnh được truyền qua các PUCCH tương ứng với các giá trị chỉ báo khác nhau trong một khe.

Theo một khía cạnh, UE bao gồm các ứng viên PDSCH, mà có khả năng được truyền trong một nửa khe trước của các khe được chia đều thu được bằng cách chia đôi khe, trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 0. Ngoài ra, UE có thể bao gồm các ứng viên PDSCH, mà có khả năng được truyền trong một nửa khe sau, trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 1. Nghĩa là, UE và trạm cơ sở có thể xác định rằng số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo mà bao gồm PDSCH, bằng cách sử dụng thông tin chỉ định tài nguyên miền thời gian được chiếm giữ bởi các ứng viên PDSCH.

Theo khía cạnh khác, UE có thể xác định rằng số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo mà bao gồm HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH, theo các giá trị k_1 (các chỉ báo thời gian PDSCH-to-HARQ_feedback) được chỉ báo bởi PDCCH (hoặc DCI). Ở đây, giá trị k_1 được chỉ báo qua trường chỉ báo thời gian PDSCH-to-HARQ_feedback của PDCCH (hoặc DCI), và tương ứng với khoảng thời gian (= số

lượng khe) giữa khe trong đó PDSCH được lập lịch kết thúc và khe trong đó PUCCH được kết hợp với HARQ-ACK được truyền. Ví dụ, khi 8 giá trị k_1 được tạo cấu hình hoặc được cấp cho UE, HARQ-ACK của các PDSCH được chỉ báo bởi bốn giá trị k_1 nhỏ trong số 8 giá trị k_1 có thể được bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 0, và HARQ-ACK của các PDSCH được chỉ báo bởi bốn giá trị k_1 lớn còn lại có thể được bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 1.

Theo khía cạnh khác, UE có thể xác định rằng số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo mà bao gồm HARQ-ACK của PDSCH, theo các giá trị độ dài (số lượng của các ký hiệu được chiếm giữ) của PDSCH được chỉ báo bởi PDCCH (hoặc DCI). Ví dụ, nếu độ dài (ký hiệu) của PDSCH là 2 hoặc 4, HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH được bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 0, và HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH với độ dài (ký hiệu) là 7 hoặc lớn hơn có thể được bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 1.

Theo khía cạnh khác, UE có thể xác định rằng số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo mà bao gồm HARQ-ACK của PDSCH, theo loại ánh xạ PDSCH được chỉ báo bởi PDCCH (hoặc DCI). Ví dụ, nếu loại ánh xạ PDSCH chỉ báo A, thì HARQ-ACK của PDSCH được bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 0, và nếu loại ánh xạ PDSCH chỉ báo B, thì HARQ-ACK của PDSCH có thể được bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 1.

Theo khía cạnh khác, UE có thể xác định rằng số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo mà bao gồm HARQ-ACK được kết hợp với mỗi PDSCH, theo chỉ số của trường ấn định tài nguyên miền thời gian được chỉ báo bởi PDCCH (hoặc DCI). Ví dụ, HARQ-ACK được kết hợp với các PDSCH được chỉ báo bởi chỉ số 0 đến 7 (các bit từ 0000 đến 0111) có thể được bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 0, và HARQ-ACK được kết hợp với các PDSCH được chỉ báo bởi các chỉ số còn lại từ 8 đến 15 (các bit từ 1000 đến 1111) có thể được bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với giá trị chỉ báo 1.

Theo khía cạnh khác, khi trạm cơ sở tạo cấu hình, cho UE, số mã HARQ-ACK bán tĩnh có giá trị chỉ báo cụ thể, số lượng của các phần HARQ-ACK (hoặc các PDSCH) được yêu cầu trên mỗi khe có thể được tạo cấu hình. Ví dụ, nếu hai bit HARQ-ACK được tạo cấu hình trên mỗi khe, khi UE tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh có giá trị chỉ báo cụ thể, số mã HARQ-ACK bán tĩnh bao gồm lên tới 2 bit trên mỗi khe có thể được tạo ra. Nói cách khác, UE mong muốn nhận lên tới hai PDSCH (1 bit trên mỗi PDSCH) được chỉ báo bởi giá trị chỉ báo cụ thể trong một khe. Số lượng các phần HARQ-ACK (hoặc các PDSCH) được yêu cầu trên mỗi khe có thể được tạo cấu hình là các giá trị khác nhau trong các số mã HARQ-ACK bán tĩnh tương ứng với các giá trị chỉ báo khác nhau.

Theo khía cạnh khác, UE có thể tạo cấu hình số mã HARQ-ACK có giá trị chỉ báo cụ thể theo cách số mã HARQ-ACK bán tĩnh, và có thể tạo cấu hình số mã HARQ-ACK có giá trị chỉ báo cụ thể khác theo cách số mã HARQ-ACK động.

Theo khía cạnh khác, khi UE nhận chỉ một PDSCH có giá trị chỉ báo cụ thể (nghĩa là, nếu không có HARQ-ACK của PDSCH khác được ghép kênh), UE có thể truyền chỉ HARQ-ACK cho một PDSCH được nhận qua PUCCH.

Theo khía cạnh khác, khi UE nhận thông tin cấu hình của chỉ báo tài nguyên PUCCH (PUCCH resource indicator, PRI) từ trạm cơ sở, UE có thể nhận thông tin cấu hình của chỉ báo tương ứng với mỗi giá trị PRI. Ví dụ, giả sử rằng chỉ báo có thể có bốn giá trị, chẳng hạn như 0, 1, 2, và 3, và UE nhận 16 cấu hình PUCCH và giá trị PRI (= 0, 1, ..., 15) từ trạm cơ sở. Trong trường hợp này, khi mỗi cấu hình PUCCH và giá trị PRI được tạo cấu hình, trạm cơ sở có thể tạo cấu hình 0, 1, 2, hoặc 3 là giá trị chỉ báo cho UE. Nghĩa là, giá trị chỉ báo 0 có thể được tạo cấu hình cho giá trị PRI là 0, 1, 2, hoặc 3, giá trị chỉ báo 1 có thể được tạo cấu hình cho giá trị PRI là 4, 5, 6, hoặc 7, giá trị chỉ báo là 2 có thể được tạo cấu hình cho giá trị PRI là 8, 9, 10, hoặc 11, và giá trị chỉ báo là 3 có thể được tạo cấu hình cho giá trị PRI là 12, 13, 14, hoặc 16. UE có thể tìm ra giá trị chỉ báo trên cơ sở của giá trị PRI của DCI để lập lịch PDSCH. Trong ví dụ trước đó, nếu giá trị PRI của DCI là 10, UE có thể biết rằng giá trị chỉ báo là 2.

Việc tạo ra và truyền các số mã HARQ-ACK thứ nhất và thứ hai bởi UE theo bước S1210 tương ứng với hoạt động của bộ xử lý 110 trên Fig.11.

UE xác định xem có xung đột hay không khi nhiều PUCCH được truyền, ở bước S1215. PR được cấp phát đến PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai, mà số mã HARQ-ACK thứ nhất và số mã HARQ-ACK thứ hai được ánh xạ tương ứng, theo quy tắc riêng.

Ví dụ, dựa vào Fig.13, các tài nguyên PUCCH để truyền HARQ-ACK của hai PDSCH có giá trị chỉ báo 0 có thể được xác định theo PRI được chỉ báo trong PDCCH (hoặc DCI) được lập lịch muộn hơn từ trong số hai PDSCH. Tương tự, các tài nguyên PUCCH để truyền HARQ-ACK của hai PDSCH có giá trị chỉ báo 1 có thể được xác định theo PRI được chỉ báo trong PDCCH (hoặc DCI) được lập lịch muộn hơn từ trong số hai PDSCH.

Nếu các tài nguyên PUCCH được chỉ báo bởi hai giá trị PRI không chồng lấp với nhau, UE có thể xác định rằng hai PUCCH không xung đột trong một khe. Mặt khác, nếu các tài nguyên của các PUCCH 1420 và 1430 tương ứng với hai giá trị PRI (hoặc các giá trị chỉ báo khác nhau) chồng lấp với nhau trong khe sau 1410 như được thể hiện trên Fig.14, xác định được rằng hai việc truyền PUCCH xung đột.

Do đó, UE truyền ít nhất một PUCCH của PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai đến trạm cơ sở trong cùng khe trên cơ sở của chỉ báo tương ứng với mỗi PUCCH, ở bước S1220.

Nghĩa là, nếu sự xung đột xuất hiện ở bước S1215, thì cả hai PUCCH không thể được truyền. Nghĩa là, khi UE truyền hai PUCCH trong một khe, nếu tài nguyên của PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo 0 và tài nguyên của tài nguyên PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo 1 chồng lấp, UE không thể truyền hai PUCCH ở cùng thời điểm. Ở đây, các tài nguyên chồng lấp có thể là các tài nguyên thời gian và/hoặc tần số.

Trong trường hợp này, có thể có phương pháp trong đó UE giảm một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất tương ứng với giá trị chỉ báo 0 và PUCCH thứ hai tương ứng với giá trị chỉ báo 1 và truyền PUCCH khác, hoặc phương pháp trong đó các số mã HARQ-ACK của PUCCH thứ nhất tương ứng với giá trị chỉ báo 0 và PUCCH thứ hai

tương ứng với giá trị chỉ báo 1 được ghép kênh và được truyền qua một PUCCH. Thuật ngữ “giảm” có thể được thay thế bằng các thuật ngữ chẳng hạn như tạm ngừng, loại bỏ, và hoãn lại. Dưới đây, các thao tác như vậy sẽ được mô tả trong phương án cụ thể hơn.

Ví dụ, UE có thể lựa chọn hoặc xác định PUCCH để truyền từ trong số hai PUCCH trên cơ sở của giá trị chỉ báo. Cụ thể là, phương pháp xác định xem có giảm một trong số hai PUCCH và truyền PUCCH khác hay không là như sau.

Theo một khía cạnh, UE truyền PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo thứ nhất (ví dụ, 0) và giảm PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo thứ hai (ví dụ, 1). Ở đây, trường hợp trong đó giá trị chỉ báo là 0 có thể được xem là có độ ưu tiên cao hơn so với trường hợp trong đó giá trị chỉ báo là 1. Giá trị chỉ báo nào trong số các giá trị chỉ báo là 0 và 1 có độ ưu tiên cao hơn có thể được xác định khác nhau. Ở đây, độ ưu tiên của PUCCH có thể được xác định khác nhau theo loại dữ liệu dịch vụ hoặc loại lưu lượng được mang bởi PDSCH được kết hợp với mỗi PUCCH. Ví dụ, khi PDSCH được kết hợp với PUCCH thứ nhất mang dữ liệu liên quan URLLC và PDSCH được kết hợp với PUCCH thứ hai mang dữ liệu liên quan eMBB, PUCCH thứ nhất có thể có độ ưu tiên cao hơn so với PUCCH thứ hai.

Theo khía cạnh khác, UE truyền PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo dựa vào PDCCH (hoặc DCI) được nhận gần đây nhất, và giảm PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo khác.

Theo khía cạnh khác, PUCCH có giá trị tốc độ tạo mã thấp hơn (tức là đáng tin cậy hơn) từ trong số hai PUCCH xung đột hoặc chồng lấp được truyền, và PUCCH khác được giảm.

Theo khía cạnh khác, PUCCH của tài nguyên trước từ trong số hai PUCCH xung đột hoặc chồng lấp được truyền, và PUCCH của tài nguyên sau được giảm. Việc xác định tài nguyên trước có thể dựa vào các ký hiệu cuối cùng của các tài nguyên, trong đó có thể nói rằng, nếu ký hiệu cuối cùng là giống nhau, tài nguyên có ký hiệu bắt đầu trước là tài nguyên trước.

Theo khía cạnh khác, PUCCH chiếm giữ ký hiệu dài hơn từ trong số hai PUCCH

xung đột hoặc chồng lấp được truyền và PUCCH chiếm giữ ký hiệu nhỏ hơn được giảm. Nghĩa là, PUCCH được truyền và PUCCH cần được giảm có thể được xác định trên cơ sở của độ dài (số lượng ký hiệu) được chiếm giữ bởi PUCCH.

Theo khía cạnh khác, PUCCH với giá trị PRI nhỏ từ trong số hai PUCCH xung đột hoặc chồng lấp được truyền, và PUCCH với giá trị PRI lớn được giảm. Nghĩa là, PUCCH được truyền và PUCCH cần được giảm có thể được xác định trên cơ sở của giá trị PRI của PUCCH.

Ví dụ khác, UE có thể ghép kênh các số mã HARQ-ACK của hai PUCCH, và sau đó có thể truyền các số mã này qua một PUCCH. Để truyền, qua một PUCCH, hai số mã HARQ-ACK cần được ánh xạ ban đầu đến hai PUCCH, UE có thể xử lý hoặc biến đổi các số mã HARQ-ACK theo phương án sau đây.

Theo một khía cạnh, UE có thể tạo ra một số mã HARQ-ACK lớn được gộp bằng cách kết nối liên tục các số mã HARQ-ACK theo chuỗi của các giá trị chỉ báo, và có thể truyền số mã HARQ-ACK qua một PUCCH.

Theo khía cạnh khác, UE có thể tạo mới số mã HARQ-ACK cho các ứng viên PDSCH được kết hợp với hai PUCCH xung đột hoặc chồng lấp (nghĩa là, tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh cho tất cả các ứng viên PDSCH), và có thể truyền số mã HARQ-ACK qua một PUCCH. Theo cách khác, khi UE tạo ra một số mã HARQ-ACK lớn được gộp bằng cách kết nối liên tục các số mã HARQ-ACK theo chuỗi của các giá trị chỉ báo, các bit HARQ-ACK được bao gồm trong số mã HARQ-ACK trước có thể được loại trừ khỏi số mã HARQ-ACK sau. Ưu điểm của ví dụ này là khi các bit HARQ-ACK cho một ứng viên PDSCH có trong cả hai PUCCH chồng lấp, không cần phải truyền trùng lặp.

Xác định, theo bước S1215, xem có xung đột hay không khi UE truyền nhiều PUCCH tương ứng với hoạt động của bộ xử lý 110 trên Fig.11.

Ngoài ra, việc truyền ít nhất một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai trong cùng khe bởi UE trên cơ sở của chỉ báo tương ứng với mỗi PUCCH theo bước S1220 có thể tương ứng với hoạt động của mô đun truyền thông 120 trên Fig.11.

Việc nhận ít nhất một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai trong cùng khe từ UE bởi trạm cơ sở trên cơ sở của chỉ báo tương ứng với mỗi PUCCH theo bước S1220 có thể tương ứng với hoạt động của môđun truyền thông 220 trên Fig.11.

Thiết kế thời gian (độ chi tiết k_1 tốt hơn) của PDSCH và HARQ-ACK khi nhiều PUCCH được truyền trong một khe

Để chỉ báo, đến UE, khe dùng cho việc truyền HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH, trạm cơ sở có thể bao gồm giá trị k_1 (chỉ báo thời gian PDSCH-to-HARQ_feedback) trong PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH để truyền giá trị k_1 đến UE. Giá trị k_1 được chỉ báo qua trường chỉ báo thời gian PDSCH-to-HARQ_feedback của PDCCH (hoặc DCI), và tương ứng với khoảng thời gian (= số lượng khe) giữa khe trong đó PDSCH được lập lịch kết thúc và khe trong đó PUCCH được kết hợp với HARQ-ACK được truyền. Tuy nhiên, nếu đơn vị của giá trị k_1 là khe, sẽ tồn tại sự không rõ ràng trong việc định thời gian gian cho việc truyền hai hoặc nhiều phần HARQ-ACK (hoặc các PUCCH) trong một khe.

Do đó, trong phương án này, để truyền nhiều PUCCH được kết hợp với nhiều phần HARQ-ACK trong một khe, đơn vị (hoặc độ chi tiết) của giá trị k_1 được xác định là khe con, mà là đơn vị nhỏ hơn so với khe cơ bản. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.15, đơn vị của k_1 có thể được xác định là một nửa khe của khe cơ bản. Trong trường hợp này, một khe cơ bản bao gồm hai nửa khe ($k-1$ và k). Do đó, giá trị k_1 được xác định là số lượng của các nửa khe được bao gồm giữa một nửa khe k trong đó PDSCH được lập lịch kết thúc và một nửa khe n trong đó PUCCH dùng cho việc truyền HARQ-ACK được truyền.

Trong trường hợp này, khoảng thời gian giữa thời gian nhận PDSCH và thời gian truyền của số mã HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH có thể được xác định theo đơn vị số lượng (=b) ký hiệu nhỏ hơn số lượng (=a) ký hiệu cấu thành một khe.

Ví dụ, khi đơn vị của giá trị k_1 được cho là khe con (hoặc tập hợp của các ký hiệu), giá trị k_1 chỉ báo số lượng các khe con giữa khe con bao gồm ký hiệu cuối cùng của PDSCH và khe con bao gồm ký hiệu thứ nhất của PUCCH. Ví dụ, nếu giá trị là k_1

bằng 0, điều này chỉ báo rằng khe con bao gồm ký hiệu cuối cùng của PDSCH và khe con bao gồm ký hiệu thứ nhất của PUCCH là giống nhau.

Ví dụ khác, khi đơn vị của giá trị $k1$ được cho là khe con (hoặc tập hợp của các ký hiệu), giá trị $k1$ chỉ báo số lượng các khe con giữa khe con bao gồm ký hiệu cuối cùng của PDSCH và khe con bao gồm ký hiệu thứ nhất của PUCCH. Ví dụ, nếu giá trị $k1$ bằng 0, điều này chỉ báo rằng khe con cuối cùng của khe bao gồm ký hiệu cuối cùng của PDSCH và khe con bao gồm ký hiệu thứ nhất của PUCCH là giống nhau.

Ví dụ khác, khi đơn vị của giá trị $k1$ được cho là khe con (hoặc tập hợp của các ký hiệu), giá trị $k1$ chỉ báo số lượng các khe con giữa khe con trước nhất trong số các khe con sau $T_{proc,1}$ thời gian từ ký hiệu cuối cùng của PDSCH và khe con bao gồm ký hiệu thứ nhất của PUCCH. $T_{proc,1}$ biểu thị thời gian nhỏ nhất cần cho UE nhận PDSCH và để truyền HARQ-ACK hợp lệ. Tài liệu 3GPP TS38.214 có thể được tham chiếu đến cho giá trị của $T_{proc,1}$.

Như được nêu trên, khi đơn vị của giá trị $k1$ được cho là khe con (hoặc tập hợp của các ký hiệu), nếu tình huống trong đó nhiều PUCCH chồng lấp trong một khe xuất hiện, hoạt động của UE sẽ được mô tả như dưới đây. Đây là phương pháp truyền PUCCH trong tình huống trong đó các tài nguyên PUCCH được chỉ báo theo đơn vị các nửa khe (hoặc đơn vị $k1$) chồng lấp.

Fig.16 là sơ đồ minh họa tình huống trong đó nhiều việc truyền PUCCH xung đột trong một khe theo ví dụ.

Dựa vào Fig.16, khi PUCCH (được đánh chỉ số bằng giá trị chỉ báo=0) 1620 bắt đầu từ một nửa khe trước và PUCCH (được đánh chỉ số bằng giá trị chỉ báo=1) 1630 bắt đầu từ một nửa khe sau chồng lấp, UE không thể truyền cả hai PUCCH ở cùng thời điểm. Ở đây, UE có thể giảm một PUCCH trong số hai PUCCH và truyền PUCCH khác, hoặc có thể truyền các số mã HARQ-ACK của hai PUCCH qua một PUCCH.

Ví dụ, UE có thể xác định PUCCH để truyền từ trong số hai PUCCH trên cơ sở của giá trị chỉ báo. Cụ thể là, phương pháp xác định xem có giảm một trong số hai PUCCH và truyền PUCCH khác hay không là như sau.

Theo một khía cạnh, UE truyền PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo thứ nhất (ví dụ, 0) và giảm PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo thứ hai (ví dụ, 1). Ở đây, trường hợp trong đó giá trị chỉ báo là 0 có thể được xem là có độ ưu tiên cao hơn so với trường hợp trong đó giá trị chỉ báo là 1. Giá trị chỉ báo nào trong số các giá trị chỉ báo là 0 và 1 có độ ưu tiên cao hơn có thể được xác định khác nhau.

Theo khía cạnh khác, UE truyền PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo dựa vào PDCCH (hoặc DCI) được nhận gần đây nhất, và giảm PUCCH tương ứng với giá trị chỉ báo khác.

Theo khía cạnh khác, PUCCH có giá trị tốc độ tạo mã thấp hơn (tức là đáng tin cậy hơn) từ trong số hai PUCCH xung đột hoặc chồng lấp được truyền, và PUCCH khác được giảm.

Theo khía cạnh khác, PUCCH của tài nguyên trước từ trong số hai PUCCH xung đột hoặc chồng lấp được truyền, và PUCCH của tài nguyên sau được giảm. Việc xác định việc đứng trước của tài nguyên có thể dựa vào các ký hiệu cuối cùng của các tài nguyên, trong đó có thể nói rằng, nếu ký hiệu cuối cùng là giống nhau, tài nguyên có ký hiệu bắt đầu trước là tài nguyên trước.

Theo khía cạnh khác, PUCCH chiếm giữ ký hiệu dài hơn từ trong số hai PUCCH xung đột hoặc chồng lấp được truyền và PUCCH chiếm giữ ký hiệu nhỏ hơn được giảm. Nghĩa là, PUCCH được truyền và PUCCH cần được giảm có thể được xác định trên cơ sở của độ dài (số lượng ký hiệu) được chiếm giữ bởi PUCCH.

Theo khía cạnh khác, PUCCH với giá trị PRI nhỏ từ trong số hai PUCCH xung đột hoặc chồng lấp được truyền, và PUCCH với giá trị PRI lớn được giảm. Nghĩa là, PUCCH được truyền và PUCCH cần được giảm có thể được xác định trên cơ sở của giá trị PRI của PUCCH.

Ví dụ khác, UE có thể ghép kênh các số mã HARQ-ACK của hai PUCCH, và sau đó có thể truyền các số mã này qua một PUCCH. Để truyền, qua một PUCCH, hai số mã HARQ-ACK cần được ánh xạ ban đầu đến hai PUCCH, UE có thể xử lý hoặc biến đổi các số mã HARQ-ACK theo phương án sau đây.

Theo một khía cạnh, UE có thể tạo ra một số mã HARQ-ACK lớn được gộp bằng cách kết nối liên tục các số mã HARQ-ACK theo chuỗi thời gian, và có thể ánh xạ số mã HARQ-ACK đến một PUCCH và truyền số mã này. Ví dụ, UE có thể thực hiện cấu hình sao cho số mã HARQ-ACK, mà truyền trong một nửa khe trước trong một khe được chỉ báo, nằm ở phía trước số mã HARQ-ACK mà truyền trong một nửa khe sau được chỉ báo.

Theo khía cạnh khác, UE có thể tạo mới số mã HARQ-ACK cho các ứng viên PDSCH được kết hợp với hai PUCCH xung đột hoặc chồng lấp (nghĩa là, tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh cho tất cả các ứng viên PDSCH), và có thể truyền số mã HARQ-ACK qua một PUCCH. Theo cách khác, khi UE tạo ra một số mã HARQ-ACK lớn được gộp bằng cách kết nối liên tục các số mã HARQ-ACK theo chuỗi của các giá trị chỉ báo, các bit HARQ-ACK được bao gồm trong số mã HARQ-ACK trước có thể được loại trừ khỏi số mã HARQ-ACK sau. Ưu điểm của ví dụ này là khi các bit HARQ-ACK cho một ứng viên PDSCH có trong cả hai PUCCH chồng lấp, không cần phải truyền trùng lặp.

Các thao tác này ở xung đột HARQ-ACK theo Fig.16 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 110 hoặc môđun truyền thông 120 trên Fig.11.

Phương pháp tạo cấu hình khe con và phương pháp tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh

Phương án của sáng chế đề cập đến phương pháp phân chia một khe thành nhiều khe con.

Ví dụ, khi khe bao gồm 14 ký hiệu được chia thành hai khe con, mỗi khe con có thể bao gồm 7 ký hiệu liên tiếp. Trong trường hợp này, khe con thứ nhất bao gồm 7 ký hiệu thứ nhất của khe này, và khe con thứ hai bao gồm 7 ký hiệu cuối của khe này. Theo cách khác, khi khe bao gồm 14 ký hiệu được chia thành hai khe con, khe con thứ nhất có thể bao gồm các ký hiệu được đánh số lẻ của khe, và khe con thứ hai có thể bao gồm các ký hiệu được đánh số chẵn của khe.

Ví dụ, theo phương pháp thứ nhất để phân chia khe bao gồm K ký hiệu thành N

khe con, $(K \bmod N)$ khe con có thể bao gồm $\text{floor}(K/N)+1$ ký hiệu liên tiếp, và $N-(K \bmod N)$ khe con có thể bao gồm $\text{floor}(K/N)$ ký hiệu liên tiếp.

Theo một khía cạnh, trong số N khe con, $(K \bmod N)$ khe con có một hoặc nhiều ký hiệu có thể được đặt ở đầu trước của mỗi khe, và $N-(K \bmod N)$ khe con còn lại có ít hơn một ký hiệu có thể được đặt ở đầu sau của mỗi khe.

Theo khía cạnh khác, trong số N khe con, $N-(K \bmod N)$ khe con có ít hơn một ký hiệu có thể được đặt ở đầu trước của khe, và $(K \bmod N)$ khe con còn lại có một hoặc nhiều ký hiệu có thể được đặt ở đầu sau của khe này.

Theo khía cạnh khác, trong số N khe con, $(K \bmod N)$ khe con có một hoặc nhiều ký hiệu và $N-(K \bmod N)$ khe con có ít hơn một ký hiệu có thể được đặt ở đầu trước và đầu sau của mỗi khe trong khi xen kẽ với nhau.

Ví dụ khác, theo phương pháp thứ hai để phân chia khe bao gồm K ký hiệu thành N khe con, khe con thứ n có thể bao gồm ký hiệu thứ $\text{floor}(K/N)*i+n$ ($i=0,1,..$).

Ví dụ khác, UE có thể phân chia mỗi khe thành nhiều khe con trên cơ sở của thông tin chỉ định tài nguyên miền thời gian được tạo cấu hình của PDSCH. Ví dụ, khe có thể được phân chia thành các khe con theo chuỗi các vị trí của các ký hiệu cuối cùng của PDSCH trong thông tin cấp phát tài nguyên miền thời gian của PDSCH. Lên tới ký hiệu cuối cùng của các ký hiệu cuối cùng của các PDSCH mà đứng trước nhất theo chuỗi của các ký hiệu cuối cùng của các PDSCH có thể được phân chia thành khe con thứ nhất. Sau đó, các khe con còn lại có thể được phân chia sử dụng phương pháp nêu trên.

Ví dụ khác, UE có thể phân chia mỗi khe thành nhiều khe con trên cơ sở của thông tin được tạo cấu hình trên các ký hiệu được chiếm giữ bởi PUCCH. Ví dụ, mỗi khe có thể được phân chia thành các khe con theo chuỗi của các vị trí của các ký hiệu cuối cùng của PUCCH trong thông tin của các ký hiệu được chiếm giữ bởi PUCCH. Lên tới ký hiệu cuối cùng của các ký hiệu cuối cùng của các PUCCH mà đứng trước nhất theo chuỗi có thể được phân chia thành khe con thứ nhất. Sau đó, phần còn lại có thể được phân chia sử dụng phương pháp nêu trên.

Phương án của sáng chế cũng bộc lộ phương pháp tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh khi đơn vị của giá trị k_1 được tạo cấu hình theo đơn vị khe con (hoặc tập hợp của các ký hiệu). Phương pháp tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh theo phương án của sáng chế có thể tương ứng với hoạt động của bộ xử lý 110 hoặc môđun truyền thông 120 trên Fig.11.

Fig.17 là sơ đồ minh họa ví dụ nhiều ứng viên PDSCH có thể truyền được qua các khe con theo ví dụ.

Dựa vào Fig.17, Giả sử rằng ba ứng viên PDSCH có trong một khe. Khe con thứ nhất (khe con 0) bao gồm ứng viên PDSCH #1. Khi ký hiệu cuối cùng của ứng viên PDSCH được bao gồm trong khe con cụ thể, có thể được xem là ứng viên PDSCH được bao gồm trong khe con cụ thể. Khe con thứ hai (khe con 1) bao gồm ứng viên PDSCH #2 và ứng viên PDSCH #3. Ứng viên PDSCH #1 và ứng viên PDSCH #2 chồng lấp trên cùng các ký hiệu trong khe con thứ nhất (khe con 0), trong khi mà ứng viên PDSCH #3 không chồng lấp với các ứng viên PDSCH khác.

Nếu UE có khả năng nhận chỉ một PDSCH trong một ký hiệu, các sự kết hợp của các ứng viên PDSCH có thể nhận được bởi UE trong khe trên Fig.17 là {ứng viên PDSCH #1}, {ứng viên PDSCH #2}, {ứng viên PDSCH #3}, {ứng viên PDSCH #1, ứng viên PDSCH #3}, và {ứng viên PDSCH #2, ứng viên PDSCH #3}. Nghĩa là, trong khe được thể hiện trên Fig.17, số lượng lớn nhất của các ứng viên PDSCH đồng thời có thể nhận được bởi UE là hai. Ở đây, nếu giả sử rằng 1 bit HARQ-ACK được tạo ra và được truyền cho một ứng viên PDSCH, có thể thấy trong phương án của sáng chế rằng số lượng các bit HARQ-ACK mà UE cần phải bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh, cho các ứng viên PDSCH có thể nhận được trong khe, là hai.

Tuy nhiên, nếu đơn vị của giá trị k_1 được cho là một nửa khe, thì UE tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh cho mỗi một nửa khe. Ví dụ về việc tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh dựa vào một nửa khe được thể hiện trên Fig.18.

Dựa vào Fig.18, kết hợp PDSCH có thể nhận được trong một nửa khe thứ nhất (khe con 0) là {ứng viên PDSCH #1}, và do đó số lượng của các sự kết hợp PDSCH có

thể nhận được trong một nửa khe thứ nhất (khe con 0) lên tới một. Do đó, UE cần phải bao gồm 1 bit HARQ-ACK 1810 trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh cho một nửa khe thứ nhất. Sau đó, các sự kết hợp PDSCH có thể nhận được trong một nửa khe thứ hai (khe con 1) là {ứng viên PDSCH #2}, {ứng viên PDSCH #3}, và {ứng viên PDSCH #2, ứng viên PDSCH #3}, và do đó số lượng của các sự kết hợp PDSCH có thể nhận được trong một nửa khe thứ hai (khe con 1) lên tới hai. Do đó, UE cần phải bao gồm 2 bit HARQ-ACK 1820 trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh, cho một nửa khe thứ hai (khe con 1). Kết quả là, tình huống nảy sinh trong đó UE bao gồm, cho một khe, tổng số 3 bit 1810 và 1820 của HARQ-ACK trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh. Tuy nhiên, như được nêu trên, lên tới hai PDSCH truyền được trong một khe, và do đó có thể thấy rằng phí tổn 1 bit không cần thiết xuất hiện so với tình huống trong đó HARQ-ACK 2 bit được bao gồm trong số mã HARQ-ACK bán tĩnh. Do đó, cần phải có phương pháp để làm giảm phí tổn như vậy.

Theo phương án của sáng chế, số mã HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH có thể được tạo cấu hình để bao gồm số lượng các phần HARQ-ACK giống như số lượng lớn nhất của các PDSCH có thể nhận được trong một khe. Nghĩa là, UE có thể tạo ra số mã HARQ-ACK bao gồm số lượng các phần HARQ-ACK giống như số lượng lớn nhất của các PDSCH có thể nhận được trong một khe.

Ví dụ, khi đơn vị của giá trị k_1 là đơn vị khe con (hoặc tập hợp của các ký hiệu), UE bó tất cả các khe con được bao gồm trong một khe và tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh bằng cách sử dụng các ứng viên PDSCH được bao gồm trong các khe con. Nghĩa là, UE có thể tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh cần được truyền trong khe con n như được thể hiện trên Fig.19. Hoạt động trên Fig.19 có thể tương ứng với hoạt động của bộ xử lý 110 hoặc môđun truyền thông 120 trên Fig.11.

Fig.19 minh họa việc tạo ra số mã HARQ-ACK bán tĩnh dựa vào một nửa khe theo ví dụ khác.

Dựa vào Fig.19, UE lấy ra giá trị k_1 lớn nhất ($= k_1_max$) từ k_1_set mà là tập hợp giá trị k_1 mà có thể được chỉ báo bởi trạm cơ sở. Khi giả sử rằng chỉ số của khe bao gồm

khe con tương ứng với $n-(k1_max)$ là X , và $N_subslot$ khe con được bao gồm trong một khe, x là $\text{floor}((n-k1_max)/N_subslot)$.

UE lấy ra, từ $k1_set$, giá trị $k1$ chỉ báo các khe con được bao gồm trong khe X . Nghĩa là, khi phần tử của tập hợp $k1$ là $k1_value$, UE lấy ra tất cả $k1_value$ đáp ứng $X = \text{floor}((n-k1_value)/N_subslot)$. Tập hợp giá trị $k1$ (bao gồm $k1_max$) được lấy ra trong thủ tục nêu trên được đề cập đến là $k1_max_set$. Lấy ra giá trị $k1$ từ $k1_set$ nhờ đó tạo cấu hình $k1_max_set$, như được nêu trên, được đề cập đến là S1900.

Giả sử rằng tập hợp của các ứng viên PDSCH có thể nhận được trong một khe là R . Nếu ký hiệu cuối cùng của ứng viên PDSCH được bao gồm trong tập R được bao gồm trong một trong số các khe con được bao gồm trong $k1_max_set$, UE để lại, ứng viên PDSCH trong tập R , nếu không, UE loại trừ ứng viên PDSCH từ tập R . Ngoài ra, khi ký hiệu của ứng viên PDSCH được bao gồm trong tập R chồng lấp với ký hiệu được tạo cấu hình cho đường lên trong cấu hình UL/DL bán tĩnh, UE loại trừ ứng viên PDSCH từ tập R . Loại trừ ứng viên PDSCH từ tập R theo tiêu chí định trước được đề cập đến là S1905.

UE thực hiện các bước A và B sau đây cho các ứng viên PDSCH được bao gồm trong tập R .

A. UE cấp phát 1 bit mới đến ứng viên PDSCH có ký hiệu cuối cùng trước nhất. Nếu có ứng viên PDSCH chồng lấp ứng viên PDSCH bởi ngay cả một ký hiệu trong tập R , UE cấp phát, đến ứng viên PDSCH chồng lấp, vị trí bit giống như vị trí của ứng viên PDSCH có ký hiệu cuối cùng trước nhất. UE loại trừ các ứng viên PDSCH (bao gồm ứng viên PDSCH có ký hiệu cuối cùng trước nhất) từ tập R . Thực hiện bước A được đề cập đến là S1910.

B. UE lặp lại bước A cho tới khi tập R trở thành tập rỗng, ở bước S1915.

UE lặp lại S1900, S1905, và S1910 cho tới khi $k1_set$ trở thành tập rỗng. Kết quả là, UE có thể cấp phát một HARQ-ACK (chỉ số 1) đến ứng viên PDSCH #1 hoặc ứng viên PDSCH #2 như được thể hiện trên Fig.20, và có thể cấp phát HARQ-ACK khác (chỉ số 2) đến ứng viên PDSCH #3.

Mỗi trong số các thao tác này theo Fig.19 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 110 trên Fig.11.

Chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK

Theo phương án của sáng chế, các phương pháp tạo cấu hình, truyền, và nhận chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK được đưa ra. Phương pháp tạo cấu hình chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 110 trên Fig.11, phương pháp tạo ra và truyền chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK có thể được thực hiện bởi môđun truyền thông 120 trên Fig.11, và phương pháp nhận chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK có thể được thực hiện bởi môđun truyền thông 220 trên Fig.11, trong đó các phương pháp được bộc lộ xuyên suốt bản mô tả này.

UE có thể nhận thông tin về việc xem liệu HARQ-ACK của PDSCH có được ghép kênh với HARQ-ACK khác trong PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH hay không. Trong bản mô tả này, thông tin được đề cập đến là chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK. Chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK có thể được xác định đến 1 bit. Khi chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1 bit, nếu chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0, điều này có thể chỉ báo rằng HARQ-ACK của PDSCH được ghép kênh với HARQ-ACK của PDSCH khác và không được truyền, và nếu chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1, điều này có thể chỉ báo rằng HARQ-ACK của PDSCH được ghép kênh với HARQ-ACK của PDSCH khác và được truyền.

Ở đây, không ghép kênh HARQ-ACK cụ thể với HARQ-ACK của PDSCH khác chỉ báo rằng không có thông tin HARQ-ACK của PDSCH khác trong PUCCH được truyền bao gồm HARQ-ACK cụ thể. Do đó, PUCCH trong đó không có HARQ-ACK đã được ghép kênh bao gồm HARQ-ACK là 1 bit (hoặc 2 bit khi hai khối truyền được tạo cấu hình để được truyền trên PDSCH), và HARQ-ACK có thể được truyền trong một trong số định dạng PUCCH 0 hoặc định dạng PUCCH 1 theo kích thước bit. Mặt khác, ghép kênh và truyền HARQ-ACK cụ thể với HARQ-ACK của PDSCH khác chỉ báo rằng thông tin HARQ-ACK của PDSCH khác có thể được bao gồm trong PUCCH mà được truyền bao gồm HARQ-ACK cụ thể.

Khi HARQ-ACK cụ thể được ghép kênh với HARQ-ACK của PDSCH khác và được truyền, UE tạo ra số mã HARQ-ACK bằng cách sử dụng giản đồ số mã HARQ-ACK động hoặc giản đồ số mã HARQ-ACK bán tĩnh, và ánh xạ số mã HARQ-ACK được tạo ra đến PUCCH để truyền số mã này.

Fig.21 minh họa việc truyền PUCCH bởi UE theo chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK theo một ví dụ.

Dựa vào Fig.21, UE nhận tổng số bốn PDSCH 2101, 2102, 2103, và 2104 trong khe trước 2100. Mỗi PDSCH tương ứng với chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK có giá trị cụ thể. Ví dụ, PDSCH thứ nhất 2101 và PDSCH thứ hai 2102 có thể tương ứng với giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1, và PDSCH thứ ba 2103 và PDSCH thứ tư 2104 có thể tương ứng với giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0.

Thông tin HARQ-ACK của hai PDSCH 2101 và 2102 có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1 được truyền qua một PUCCH 2111. HARQ-ACK của hai PDSCH 2103 và 2104 có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0 được truyền qua các tài nguyên PUCCH khác nhau 2112 và 2113, tương ứng.

Ở đây, các tài nguyên PUCCH được kết hợp với các PDSCH 2103 và 2104 có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0 được chỉ báo qua các giá trị PRI để lập lịch các PDSCH 2103 và 2104. Nếu các PUCCH truyền HARQ-ACK của các PDSCH khác nhau có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0 (ghép kênh với HARQ-ACK của PDSCH khác là không khả thi) chồng lấp trong cùng ký hiệu, việc truyền đồng thời là không thể. Trong trường hợp này, phương pháp xử lý các PUCCH là như sau.

Ví dụ, UE có thể ghép kênh thông tin HARQ-ACK của các PUCCH trong một PUCCH và truyền PUCCH này.

Ví dụ khác, UE truyền PUCCH của PDSCH bằng cách ưu tiên HARQ-ACK của PDSCH (nghĩa là, khi PDCCH để lập lịch PDSCH bắt đầu muộn hoặc kết thúc muộn) được lập lịch muộn hơn, và giảm chồng lấp PUCCH khác mà không truyền.

Ví dụ khác, UE có thể không mong muốn hai PUCCH chồng lấp trong một ký

hiệu.

Ví dụ khác, ngay cả khi 0 (ghép kênh với HARQ-ACK của PDSCH khác là không thể) đã được chỉ báo là giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK, UE có thể được tạo cấu hình sao cho HARQ-ACK ghép kênh là có thể một phần. Ví dụ, khi hai PDSCH 2103 và 2104, trong đó 0 đã được chỉ báo là giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK, được chỉ báo để được truyền trong cùng tài nguyên PUCCH (hoặc nếu hai PDSCH có cùng giá trị PRI, hoặc chồng lấp trong ít nhất một ký hiệu), HARQ-ACK của hai PDSCH 2103 và 2104 được ghép kênh và được truyền. Trong trường hợp này, bit HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch muộn hơn được đặt sau bit HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch sớm hơn. Điều này được thể hiện trên Fig.22

Fig.22 minh họa việc truyền PUCCH bởi UE theo chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK theo ví dụ khác.

Đầu tiên, dựa vào hình (a) trên Fig.22, ngay cả khi các giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK được kết hợp với các PDSCH thứ ba và thứ tư 2103 và 2104 được chỉ báo là 0 trong khe trước 2200 (tức là, vô hiệu hóa việc ghép kênh), nếu giá trị PRI của các PDSCH thứ ba và thứ tư 2103 và 2104 bằng i , UE có thể truyền HARQ-ACK của hai PDSCH trong tài nguyên PUCCH tương ứng với $PRI=i$.

Dựa vào hình (b) trên Fig.22, khi các giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK được kết hợp với các PDSCH thứ ba và thứ tư 2103 và 2104 được chỉ báo là 0 trong khe trước 2200, nếu giá trị PRI của các PDSCH thứ ba và thứ tư 2103 và 2104 không giống nhau (i và j), UE có thể truyền mỗi phần thông tin HARQ-ACK trong tài nguyên PUCCH tương ứng với mỗi giá trị PRI.

Các tài nguyên PUCCH để truyền HARQ-ACK của các PDSCH có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1 và các tài nguyên việc truyền PUCCH HARQ-ACK của các PDSCH có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0 có thể chồng lấp. Trong trường hợp này, UE có thể truyền PUCCH theo cách sau đây.

Ví dụ, UE luôn truyền theo cách ưu tiên PUCCH để truyền HARQ-ACK của các PDSCH có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0 và có thể giảm PUCCH để truyền

HARQ-ACK của các PDSCH có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1.

Ví dụ khác, nếu ký hiệu cuối cùng của PUCCH để truyền HARQ-ACK của các PDSCH có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1 kết thúc trước hoặc kết thúc ở thời điểm giống như ký hiệu cuối cùng của PUCCH để truyền HARQ-ACK của các PDSCH có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0, UE có thể đính kèm bit HARQ-ACK của PDSCH có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0 đến bit HARQ-ACK của các PDSCH có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1, và có thể truyền cùng trong tài nguyên PUCCH của các PDSCH có giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1.

Trong bản mô tả này, chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK được thể hiện là 1 bit cho thuận tiện và đã được mô tả là được truyền rõ ràng. Tuy nhiên, chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK có thể được chỉ báo ngầm như dưới đây.

Ví dụ, UE có thể xác định chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của RNTI được xáo trộn với PDCCH. Ví dụ, nếu PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH được xáo trộn với C-RNTI, UE có thể xác định rằng chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK của PDSCH có giá trị là 1 (nghĩa là, có khả năng được ghép kênh với thông tin HARQ-ACK của PDSCH khác). Mặt khác, nếu PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch PDSCH được xáo trộn với RNTI (ví dụ, RNTI cho dịch vụ URLLC) khác với C-RNTI, UE có thể xác định rằng chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK của PDSCH có giá trị là 0 (nghĩa là, không thể được ghép kênh với HARQ-ACK của PDSCH khác).

Ví dụ, UE có thể xác định chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của giá trị k_1 được bao gồm trong PDCCH (hoặc DCI). Ở đây, giá trị k_1 chỉ báo khoảng thời gian giữa PDSCH được lập lịch và HARQ-ACK của PDSCH hoặc thời gian của PDSCH và HARQ-ACK. Do đó, đối với PDSCH cho dịch vụ URLLC, cần phải chỉ báo hoặc truyền nhanh chóng HARQ-ACK. Do đó, nếu giá trị k_1 nhỏ hơn so với giá trị k_1 cụ thể định trước, UE có thể xác định rằng chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0. Mặt khác, nếu giá trị k_1 lớn hơn so với hoặc bằng giá trị k_1 cụ thể định trước, UE có thể xác định rằng chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1. Ở đây, giá trị k_1 cụ thể định trước có thể được xác

định theo đơn vị khe (ví dụ, 1 khe hoặc 2 khe), có thể được xác định theo đơn vị khe con, hoặc có thể được xác định theo đơn vị thời gian tuyệt đối (ví dụ, 0,5 mili giây hoặc 0,25 mili giây). Theo cách khác, khi giá trị k_1' cụ thể được chỉ báo từ trong số nhiều giá trị k_1 , UE có thể xác định giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0. Nghĩa là, khi UE nhận chỉ báo của giá trị của k_1' , UE truyền chỉ HARQ-ACK cho một PDSCH mà không ghép kênh số mã HARQ-ACK.

Ví dụ khác, UE có thể xác định chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của giá trị giản đồ điều biến và tạo mã (Modulation And Coding Scheme, MCS). Ở đây, giá trị MCS chỉ báo tốc độ tạo mã của PDSCH được lập lịch. Nhìn chung, độ tin cậy cao được yêu cầu cho PDSCH của dịch vụ URLLC. Do đó, nếu giá trị tốc độ tạo mã thấp hơn so với giá trị tốc độ tạo mã cụ thể, UE có thể xác định rằng chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0. Mặt khác, nếu giá trị tốc độ tạo mã lớn hơn so với hoặc bằng giá trị tốc độ tạo mã cụ thể, UE có thể xác định rằng chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1. Theo cách khác, UE có thể xác định chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của bảng MCS được sử dụng bởi PDCCH (hoặc DCI). Khi PDCCH (hoặc DCI) cụ thể sử dụng bảng MCS mà cung cấp độ tin cậy cao hơn (tốc độ tạo mã thấp hơn), UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK của PDCCH (hoặc DCI) là 0.

Ví dụ khác, UE có thể xác định rằng, khi sự kết hợp của các giá trị cụ thể được chỉ báo bởi các trường khác được truyền qua DCI, chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0 hoặc 1.

Ví dụ khác, UE có thể xác định giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của không gian tìm kiếm (hoặc CORESET) trong đó PDCCH (hoặc DCI) được phát hiện. Ví dụ, trạm cơ sở có thể lệnh riêng biệt cho không gian tìm kiếm (hoặc CORESET) cho việc truyền URLLC đến UE. Nếu UE nhận PDCCH (hoặc DCI) trong không gian tìm kiếm (hoặc CORESET), UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0. Mặt khác, nếu UE nhận PDCCH (hoặc DCI) trong không gian tìm kiếm (hoặc CORESET) khác với không gian tìm kiếm (hoặc CORESET), UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1. Theo cách khác, UE có thể phân biệt không

gian tìm kiếm (hoặc CORESET) mà không có chỉ báo rõ ràng riêng biệt từ trạm cơ sở. Ví dụ, nếu chu kỳ giám sát của không gian tìm kiếm (hoặc CORESET) ngắn hơn so với chu kỳ cụ thể, có thể xác định được rằng không gian tìm kiếm (hoặc CORESET) là không gian tìm kiếm (hoặc CORESET) cho việc truyền URLLC. Chu kỳ cụ thể có thể là, ví dụ, một khe.

Ví dụ khác, UE có thể xác định giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của mức kết hợp thành phần kênh điều khiển (Control Channel Element, CCE) của PDCCH được nhận từ trạm cơ sở. Ví dụ, nếu mức kết hợp CCE vượt quá giá trị cụ thể, UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK của PDCCH là 0. Ở đây, giá trị mức kết hợp CCE cụ thể có thể được xác định là 8 hoặc 16. Nếu mức kết hợp CCE nhỏ hơn so với hoặc bằng giá trị cụ thể, UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK của PDCCH là 1.

Ví dụ khác, UE có thể xác định giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của định dạng DCI (hoặc độ dài của DCI). Ví dụ, nếu DCI nhỏ gọn được tạo cấu hình cho UE, UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch qua DCI nhỏ gọn là 0. Mặt khác, nếu không có DCI nhỏ gọn được tạo cấu hình cho UE, UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK của PDSCH được lập lịch qua DCI tương ứng là 1. Ở đây, DCI nhỏ gọn là định dạng DCI để lập lịch URLLC PDSCH, và có thể nhỏ hơn so với kích thước tải tin của DCI dự phòng (định dạng DCI 0_0/1_0).

Ví dụ khác, UE có thể xác định giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của giá trị chỉ báo tài nguyên PUCCH (PRI). Ở đây, PRI được bao gồm trong PUCCH (hoặc DCI) để được truyền chỉ báo tài nguyên PUCCH mà cần được sử dụng bởi UE từ trong số các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình bởi trạm cơ sở. Nếu giá trị cụ thể định trước được chỉ báo từ trong số các giá trị PRI, UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0. Đó là bởi vì tất cả các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình không phù hợp truyền URLLC HARQ-ACK. Ví dụ, vì tài nguyên PUCCH để truyền thông tin HARQ-ACK là 2 bit hoặc nhỏ hơn từ trong số các tài nguyên PUCCH

phù hợp truyền URLLC HARQ-ACK, nếu PRI chỉ báo tài nguyên PUCCH được nhận, UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0. Ngược lại, vì tài nguyên PUCCH vượt quá thông tin HARQ-ACK 2 bit từ trong số các tài nguyên PUCCH không phù hợp truyền URLLC HARQ-ACK, nếu PRI chỉ báo tài nguyên PUCCH được nhận, UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 1.

Ví dụ khác, UE có thể xác định giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của số tiến trình HARQ. Ví dụ, khi giá trị cụ thể định trước được chỉ báo cho UE từ trong số các số tiến trình HARQ, UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0, và có thể truyền chỉ HARQ-ACK cho một PDSCH.

Ví dụ khác, UE có thể xác định giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK trên cơ sở của giá trị chỉ báo nhóm PDSCH. Chỉ báo nhóm PDSCH được sử dụng để truyền đồng thời nhiều PUCCH trong một khe. Trong trường hợp này, nhiều bit HARQ-ACK có thể được ghép kênh trên cùng tài nguyên PUCCH. Nếu UE nhận giá trị cụ thể từ trong số các chỉ báo nhóm PDSCH, UE có thể xác định rằng giá trị chỉ báo ghép kênh HARQ-ACK là 0, và có thể truyền chỉ HARQ-ACK cho một PDSCH.

Phương pháp suy ra giá trị k_1

Phương án của sáng chế bộc lộ phương pháp suy ra hoặc diễn dịch giá trị k_1 bởi UE. Giá trị k_1 là khoảng thời gian giữa khe trong đó PDSCH được lập lịch kết thúc và khe trong đó HARQ-ACK được truyền, hoặc số lượng các khe (hoặc số lượng của các đơn vị cụ thể (các khe con) nhỏ hơn so với các khe). Tuy nhiên, UE thực tế cần thời gian xử lý cho tới khi UE nhận và giải mã PDSCH, và tạo ra PUCCH để truyền HARQ-ACK. Do đó, giá trị k_1 cụ thể, ví dụ, $k_1=0$, là giá trị mà UE không thể xử lý thực tế. Do đó, giá trị k_1 bằng 0 là giá trị mà không thể được chỉ báo đến UE. Do đó, phương án của sáng chế bộc lộ phương pháp xác định giá trị k_1 ngoại trừ giá trị mà không thể được chỉ báo đến UE do thời gian xử lý như được nêu trên.

Ví dụ, UE có thể xác định giá trị k_1 ngoại trừ các khe được bao gồm hoàn toàn giữa ký hiệu cuối cùng của PDSCH và thời gian xử lý PDSCH ($T_{\text{proc},1}$). Các khe được

loại trừ ở trên được đề cập đến là các khe không hợp lệ. Nghĩa là, giá trị k_1 theo phương án của sáng chế có thể được xác định là số lượng của các khe hợp lệ còn lại sau khi loại trừ các khe không hợp lệ từ trong số các khe giữa khe trong đó PDSCH được lập lịch kết thúc và khe trong đó PUCCH dùng cho việc truyền HARQ-ACK được truyền.

Ví dụ khác, UE có thể xác định giá trị k_1 ngoại trừ khe được tạo cấu hình là ký hiệu DL bán tĩnh bởi lớp cao hơn. Ví dụ, UE loại trừ, khi xác định giá trị k_1 , khe bao gồm chỉ các ký hiệu DL bán tĩnh. Theo cách khác, UE có thể loại trừ, khi xác định giá trị k_1 , khe trong đó tất cả các việc truyền PUCCH là không thể do các ký hiệu DL bán tĩnh.

Khe không hợp lệ có thể bao gồm các khe trong đó tài nguyên PUCCH được chỉ báo bởi PRI và ký hiệu DL bán tĩnh chồng lấp sao cho PUCCH không thể được truyền. Trong trường hợp này, giá trị k_1 có thể được xác định là số lượng các khe còn lại sau khi loại trừ các khe không hợp lệ từ trong số các khe giữa khe trong đó PDSCH được lập lịch kết thúc và khe trong đó PUCCH dùng cho việc truyền HARQ-ACK được truyền.

Phương pháp suy ra hoặc diễn dịch giá trị k_1 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 110 trên Fig.11.

Phương pháp xác định tài nguyên PUCCH khi trường k_1 hoặc PRI không được chỉ báo đến UE

Trong PDCCH (hoặc DCI) để lập lịch URLLC, trường k_1 hoặc PRI có thể không được tạo cấu hình nhằm mục đích làm giảm phí tổn DCI (hoặc kích thước tải tin của DCI). Do đó, phương án của sáng chế bộc lộ phương pháp xác định tài nguyên PUCCH khi trường k_1 hoặc PRI không được tạo cấu hình trong DCI.

Ví dụ, khi trường k_1 (hoặc trường chỉ báo thời gian PDSCH-to-HARQ_{feedback}) cho UE không được tạo cấu hình (hoặc được chỉ báo), khe bao gồm tài nguyên PUCCH của UE có thể được xác định là khe trong đó việc truyền PUCCH tiếp theo (được chỉ báo bởi PRI) là khả thi, ngoại trừ các khe được bao gồm hoàn toàn giữa ký hiệu cuối cùng của PDSCH và thời gian xử lý PDSCH ($T_{proc,1}$).

Ví dụ khác, khi trường k_1 cho UE không được tạo cấu hình (hoặc được chỉ báo), khe bao gồm tài nguyên PUCCH của UE có thể được xác định là khe mà không chồng lấp với ký hiệu được chỉ báo bởi PRI và ký hiệu DL bán tĩnh.

Ví dụ khác, khi không có trường PRI cho UE được tạo cấu hình (hoặc được chỉ báo), tài nguyên PUCCH của UE có thể được xác định là tài nguyên PUCCH mà kết thúc sớm nhất từ trong số các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình trong khe được chỉ báo bởi k_1 .

Ví dụ khác, khi không có trường PRI cho UE được tạo cấu hình (hoặc được chỉ báo), tài nguyên PUCCH của UE có thể được xác định là tài nguyên PUCCH mà kết thúc sớm nhất từ trong số các tài nguyên PUCCH ngoại trừ PUCCH mà không đáp ứng thời gian xử lý PDSCH ($T_{proc,1}$) trong khe được chỉ báo bởi k_1 . Ở đây, tài nguyên PUCCH chồng lấp ký hiệu DL bán tĩnh có thể được loại trừ.

Fig.23 là sơ đồ mô tả phương pháp xác định tài nguyên PUCCH khi các trường k_1 và PRI không được bao gồm (hoặc được chỉ báo) trong UE theo ví dụ.

Dựa vào Fig.23, tổng số bốn tài nguyên PUCCH (#1, #2, #3, và #4) được tạo cấu hình trong khe b cho PDSCH của khe a. Trong số chúng, tài nguyên PUCCH #1 có thể được loại trừ khỏi các tài nguyên PUCCH cho UE do không đáp ứng điều kiện thời gian xử lý. Ngoài ra, tài nguyên PUCCH mà kết thúc sớm nhất từ trong số các tài nguyên PUCCH #2, #3, và #4 là #3, và do đó UE có thể xác định tài nguyên PUCCH #3 là tài nguyên PUCCH dùng cho việc truyền HARQ-ACK được kết hợp với PDSCH.

Phương pháp xác định tài nguyên PUCCH có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 110 trên Fig.11.

Phương pháp truyền HARQ-ACK được kết hợp với SPS PDSCH

Chu kỳ nhỏ nhất mà PDSCH được lập lịch bán ổn định (SPS) có thể có trong hệ thống NR phiên bản 15 là 10 mili giây. Ngoài ra, khoảng thời gian giữa khe truyền PUCCH và khe truyền PDSCH dùng cho việc truyền HARQ-ACK có thể lên tới 16 khe. Theo đó cấu hình, không thể truyền HARQ-ACK của hai hoặc nhiều SPS PDSCH trong

một khe truyền PUCCH. Tuy nhiên, trong phiên bản 16, đối với dịch vụ URLLC đường xuống, việc truyền SPS PDSCH có chu kỳ ngắn hơn 10 mili giây đã được cải tiến. Trong trường hợp này, tình huống trong đó UE truyền HARQ-ACK của hai hoặc nhiều SPS PDSCH trong một khe truyền PUCCH có thể xảy ra. Do đó, phương pháp truyền, bởi UE, các bit HARQ-ACK được kết hợp với nhiều SPS PDSCH trong một khe cần được xác định rõ ràng.

Phương án của sáng chế có thể bao gồm bước nhận SPS PDSCH trong khe thứ nhất bởi UE, và nếu HARQ-ACK được kết hợp với SPS PDSCH không thể được truyền trong khe thứ hai mà là khe sau k_1 khe từ khe thứ nhất, làm trễ thời gian truyền của HARQ-ACK được kết hợp với SPS PDSCH cho đến khe thứ ba.

Điều này sẽ được mô tả chi tiết hơn như dưới đây. DCI để kích hoạt SPS PDSCH có thể bao gồm một giá trị k_1 . Ở đây, giá trị k_1 là giá trị được chỉ báo bởi trường chỉ báo thời gian phản hồi HARQ từ PDSCH, và chỉ báo sự chênh lệch khoảng thời gian hoặc khe giữa khe trong đó PDSCH được truyền và khe trong đó PUCCH được truyền.

UE được lập lịch để truyền PUCCH bao gồm HARQ-ACK trong khe $n+k_1$ mà bị tụt lại phía sau bởi giá trị k_1 từ khe n trong đó SPS PDSCH được truyền. Tuy nhiên, khe $n+k_1$ bị tụt lại phía sau bởi giá trị k_1 từ khe n trong đó SPS PDSCH được truyền có thể không phải lúc nào cũng là khe trong đó việc truyền PUCCH là khả thi. Ví dụ, trong hệ thống TD, tình huống trong đó khe $n+k_1$ bị tụt lại phía sau bởi giá trị k_1 từ khe n trong đó SPS PDSCH được truyền chồng lấp với ký hiệu DL có thể xảy ra. Trong trường hợp này, UE không thể truyền HARQ-ACK được kết hợp với SPS PDSCH trong khe $n+k_1$.

Fig.24 là sơ đồ mô tả phương pháp truyền, bởi UE, các bit HARQ-ACK được kết hợp với nhiều SPS PDSCH trong một khe theo ví dụ.

Dựa vào Fig.24, nếu việc truyền SPS PDSCH thứ nhất được lập lịch trong khe n , và việc truyền PUCCH được kết hợp với SPS PDSCH thứ nhất là không thể trong khe $n+k_1$, UE hoãn lại thời gian truyền của HARQ-ACK được kết hợp với SPS PDSCH thứ nhất đến khe $n+P+k_1$. Nếu việc truyền PUCCH là khả thi trong khe $n+P+k_1$, thì UE có thể truyền HARQ-ACK của SPS PDSCH. Tuy nhiên, nếu việc truyền PUCCH là không

thể ngay cả trong khe $n+P+k1$, UE không thể truyền HARQ-ACK của SPS PDSCH thứ nhất. Trong trường hợp này, UE hoãn lại thời gian truyền của HARQ-ACK cho SPS PDSCH thứ nhất đến khe $n+2P+k1$ lần nữa. Với mô hình này, UE có thể liên tục hoãn lại, bởi P , thời gian truyền của HARQ-ACK cho SPS PDSCH thứ nhất. Ở đây, P có thể được xác định là, ví dụ, giá trị giống như chu kỳ của SPS PDSCH.

Ví dụ, nếu việc truyền PUCCH là khả thi trong khe $n+P+k1$, thì UE có thể ghép kênh và truyền HARQ-ACK cho SPS PDSCH mà đã không được truyền trước đó và HARQ-ACK cho SPS PDSCH được nhận trong khe $n+P$. Nghĩa là, UE có thể truyền PUCCH bao gồm HARQ-ACK trong khe gần nhất có khả năng truyền PUCCH bao gồm HARQ-ACK trong số các khe từ khe n , mà SPS PDSCH được cấp phát, đến các khe $n+i*P+k1$ ($i=0,1,\dots$).

Ví dụ khác, trạm cơ sở có thể chỉ báo nhiều giá trị $k1$ để truyền HARQ-ACK của SPS PDSCH đến UE. Khi UE nhận nhiều giá trị $k1$ (ví dụ, cả $k1_1$ và $k1_2$) từ trạm cơ sở, phương pháp truyền HARQ-ACK là như sau. Khi khe trong đó SPS PDSCH được nhận là khe n , nếu PUCCH có thể được truyền trong $n+k1_1$, việc truyền được thực hiện. Nếu PUCCH không thể được truyền trong $n+k1_1$, thì PUCCH được truyền trong $n+k1_2$.

Ví dụ khác, trạm cơ sở có thể chỉ báo nhiều giá trị $k1$ để truyền HARQ-ACK của SPS PDSCH đến UE. Giá trị $k1$ thứ nhất trong số nhiều giá trị $k1$ được áp dụng cho SPS PDSCH thứ nhất, và giá trị $k1$ thứ hai được áp dụng cho SPS PDSCH thứ hai. Nghĩa là, nếu số lượng của được tạo cấu hình giá trị $k1$ là T , thì giá trị $k1$ thứ M có thể được áp dụng cho SPS PDSCH thứ $i*T+M$.

Theo phương án của sáng chế, việc nhận SPS PDSCH bởi UE và hoãn lại HARQ-ACK được kết hợp với SPS PDSCH bởi $i*P$ và sau đó việc truyền SPS PDSCH có thể được thực hiện bởi môđun truyền thông 120 trên Fig.11, và việc truyền SPS PDSCH bởi trạm cơ sở và hoãn lại HARQ-ACK được kết hợp với SPS PDSCH bởi $i*P$ và sau đó việc nhận SPS PDSCH có thể được thực hiện bởi môđun truyền thông 220 trên Fig.11.

Phương pháp tạo cấu hình tải tin của DCI được làm giảm

Phương án của sáng chế là phương pháp làm giảm kích thước tải tin của DCI. Trường k1 hoặc PRI có thể được loại trừ để làm giảm phí tổn DCI, và các trường khác có thể cũng được loại trừ theo cách tương tự. Theo cách khác, chỉ một vài tùy chọn được chỉ báo bởi trường DCI có thể được bao gồm. Ở đây, nếu chỉ một vài tùy chọn rằng trường DCI có thể chỉ báo (ví dụ, N tùy chọn) được bao gồm, kích thước bit của trường DCI trở thành $\text{ceil}(\log_2(N))$. Tuy nhiên, nếu N không xuất hiện dưới dạng lũy thừa của 2, $2X-N$ điểm mã của trường DCI tương ứng không thể được sử dụng. Ở đây, X là giá trị nhỏ nhất trong số các số nguyên đáp ứng điều kiện $2X$ lớn hơn so với hoặc bằng N. Do đó, để sử dụng hiệu quả hơn các điểm mã còn lại, phương pháp để mã hóa nối các trường DCI khác nhau có thể được sử dụng.

Ví dụ, giả sử rằng trường DCI thứ j bao gồm $Y(j)$ tùy chọn (tùy chọn thứ không, tùy chọn thứ nhất, ..., tùy chọn thứ $Y(j)$). Ở đây, chuỗi các tùy chọn được đánh số từ không. Nghĩa là, tùy chọn trước nhất là tùy chọn thứ không. Khi DCI được nhận từ trạm cơ sở, UE có thể thu số lượng tùy chọn trong trường DCI thứ j bằng cách sử dụng phương trình dưới đây.

Phương trình 1

$$\text{Field}(j) = \text{floor}(X/Z(j)) \bmod Y(j)$$

Dựa vào phương trình 1, $X = \sum_{k=0}^{DCI_length-1} 2^{b_k}$, $Z(j) = \prod_{n=0}^{j-1} Y(n)$ đối với $j > 1$, và $Z(1)=1$ đối với $j=1$. DCI_length là độ dài của DCI, và b_k là sự biểu diễn nhị phân của DCI nhận được. Nghĩa là, từ phương trình 1, tùy chọn (tùy chọn thứ $\text{Field}(j)$) tương ứng với $\text{Field}(j)$ trong DCI thứ j có thể được lựa chọn.

Ví dụ, bảng 3 dưới đây thể hiện trường hợp trong đó DCI bao gồm ba trường, và mỗi trường bao gồm ba tùy chọn. Nếu các bit được yêu cầu cho mỗi trường trong DCI là 2 bit, vì có tổng số 3 trường, tổng số 6 bit được yêu cầu cho các trường này. Tuy nhiên, theo phương án của sáng chế, tất cả các tùy chọn của ba trường có thể được biểu diễn với chỉ 5 bit. Trong bảng 3, các điểm mã từ 11011 đến 11111 có thể được dự trữ.

Bảng 3

X (nhị phân)	X (thập phân)	Trường thứ nhất $Y(1)=3, Z(1)=1,$ $\text{floor}(X/Z(1)) \bmod$ $Y(1) = \text{floor}(X/1)$ $\bmod 3$	Trường thứ hai $Y(2)=3, Z(2)=3,$ $\text{floor}(X/Z(2)) \bmod$ $Y(2) = \text{floor}(X/3)$ $\bmod 3$	Trường thứ ba $Y(3)=3, Z(3)=9,$ $\text{floor}(X/Z(3)) \bmod$ $Y(3) = \text{floor}(X/9)$ $\bmod 3$
00000	0	0	0	0
00001	1	1	0	0
00010	2	2	0	0
00011	3	0	1	0
00100	4	1	1	0
00101	5	2	1	0
00110	6	0	2	0
00111	7	1	2	0
01000	8	2	2	0
01001	9	0	0	1
01010	10	1	0	1
01011	11	2	0	1
01100	12	0	1	1
01101	13	1	1	1
01110	14	2	1	1
01111	15	0	2	1
10000	16	1	2	1
10001	17	2	2	1
10010	18	0	0	2
10011	19	1	0	2
10100	20	2	0	2
10101	21	0	1	2
10110	22	1	1	2
10111	23	2	1	2
11000	24	0	2	2
11001	25	1	2	2
11010	26	2	2	2
11011	27	-	-	-
11100	28	-	-	-
11101	29	-	-	-
11110	30	-	-	-
11111	31	-	-	-

Dựa vào bảng 3, ví dụ, khi 01100 (nhị phân) được chỉ báo bởi DCI đến UE, $\text{Field}(1)=0$, $\text{Field}(2)=1$, và $\text{Field}(3)=1$ có thể thu được. Nghĩa là, có thể thấy rằng

Field(1) mà là trường thứ nhất của DCI được chỉ báo là tùy chọn thứ không, Field(2) mà là trường thứ hai của DCI được chỉ báo là tùy chọn thứ nhất, và Field(3) mà là trường thứ ba của DCI được chỉ báo là tùy chọn thứ nhất.

Dưới đây, phương pháp xác định độ dài của định dạng DCI được bộc lộ. Trong hệ thống NR phiên bản 15 là 3GPP, ví dụ, các định dạng DCI có các độ dài khác nhau có thể được xác định như dưới đây.

1) DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm chung

2) DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm UE riêng

3) DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 0_1) để lập lịch PUSCH

4) DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 1_1) để lập lịch PDSCH

Tuy nhiên, UE có thể giải mã các định dạng DCI có lên tới ba độ dài khác nhau, nhưng có thể không đồng thời giải mã bốn định dạng DCI có các độ dài khác nhau. Do đó, khi các độ dài của tất cả bốn DCI theo các mục từ 1) đến 4) là khác nhau, thì cần phải so khớp với các độ dài của các định dạng DCI khác bằng cách làm tăng hoặc làm giảm các độ dài của một vài định dạng DCI. Ví dụ, nếu các độ dài của tất cả bốn định dạng DCI là khác nhau, thì trạm cơ sở có thể so khớp DCI dự phòng trong không gian tìm kiếm UE riêng để có cùng độ dài như độ dài của DCI dự phòng trong không gian tìm kiếm chung.

Cụ thể hơn là, DCI dự phòng trong không gian tìm kiếm UE riêng và DCI dự phòng trong không gian tìm kiếm chung có thể có các độ dài khác nhau của trường ấn định tài nguyên miền tần số (Frequency Domain Resource Assignment, FDRA). Độ dài của trường FDRA của DCI dự phòng trong không gian tìm kiếm chung được xác định theo kích thước của CORESET#0 được tạo cấu hình trong hoạt động truy cập khởi tạo ô và kích thước của DL BWP ban đầu được tạo cấu hình qua thông tin hệ thống (SIB1). Tuy nhiên, độ dài của trường FDRA của DCI dự phòng trong không gian tìm kiếm UE

riêng được xác định theo DL BWP hoạt động. Theo phương án của sáng chế, để so khớp DCI dự phòng trong không gian tìm kiếm UE riêng với độ dài của DCI dự phòng trong không gian tìm kiếm chung, trạm cơ sở có thể cắt các bit có trọng số cao nhất (Most Significant Bit, MSB) của trường FDRA của DCI dự phòng trong không gian tìm kiếm UE riêng.

Để tham khảo, trạm cơ sở có thể tạo cấu hình độ dài của DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 0_1) để lập lịch PUSCH và DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 1_1) để lập lịch PDSCH cho UE qua báo hiệu RRC. Ở đây, độ dài của DCI không phải dự phòng để lập lịch PUSCH và DCI không phải dự phòng để lập lịch PDSCH có thể được tạo cấu hình để giống nhau. Nếu độ dài của DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 0_1) để lập lịch PUSCH và DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 1_1) để lập lịch PDSCH là giống nhau, các định dạng DCI bao gồm chỉ báo 1 bit. Nghĩa là, trong DCI không phải dự phòng để lập lịch PUSCH, chỉ báo 1 bit có giá trị là 0, và trong DCI không phải dự phòng để lập lịch PDSCH, chỉ báo 1 bit có giá trị 1. Cụ thể hơn là, phương pháp xác định các định dạng DCI có tới ba độ dài khác nhau trong phiên bản 15 là như sau.

Thao tác thứ nhất bao gồm bước xác định độ dài của DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm chung bởi UE hoặc trạm cơ sở. Cụ thể là, UE hoặc trạm cơ sở xác định độ dài của định dạng DCI 0_0 trên cơ sở của UL BWP ban đầu, và xác định độ dài của định dạng DCI 1_0 trên cơ sở của kích thước của CORESET #0 (nếu không có DL BWP ban đầu đã được tạo cấu hình) hoặc xác định độ dài của định dạng DCI 1_0 trên cơ sở của DL BWP ban đầu (nếu DL BWP ban đầu đã được tạo cấu hình). Nếu các độ dài của định dạng DCI 0_0 và định dạng DCI 1_0 là khác nhau, thì UE hoặc trạm cơ sở cắt hoặc thực hiện việc đệm không các MSB của trường FDRA của định dạng DCI 0_0 để so khớp độ dài của định dạng DCI 0_0 với độ dài của định dạng DCI 1_0.

Thao tác thứ hai bao gồm bước xác định độ dài của DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm chung bởi UE hoặc trạm cơ sở. Cụ thể là,

UE hoặc trạm cơ sở xác định độ dài của định dạng DCI 0_0 trên cơ sở của UL BWP được kích hoạt, và xác định độ dài của định dạng DCI 1_0 trên cơ sở của DL BWP được kích hoạt. Nếu các độ dài của định dạng DCI 0_0 và định dạng DCI 1_0 là khác nhau, thì UE hoặc trạm cơ sở cắt hoặc thực hiện việc đệm không các MSB của trường FDRA của định dạng DCI 0_0 để so khớp độ dài của định dạng DCI 0_0 với độ dài của định dạng DCI 1_0.

Hoạt động thứ ba bao gồm bước xác định các độ dài của DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 0_1) để lập lịch PUSCH và DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 1_1) để lập lịch PDSCH. Nếu độ dài của định dạng DCI 0_1 là giống như độ dài của DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm UE riêng, UE hoặc trạm cơ sở chèn “0” có độ dài 1 bit vào DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 0_1) để lập lịch PUSCH. Nếu độ dài của định dạng DCI 1_1 là giống như độ dài của DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm UE riêng, thì UE hoặc trạm cơ sở chèn “0” có độ dài 1 bit vào DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 0_1) để lập lịch PDSCH.

Hoạt động thứ tư bao gồm bước kiểm tra các độ dài của các định dạng DCI được điều chỉnh bởi UE hoặc trạm cơ sở theo các thao tác từ một đến ba. Nếu có ba hoặc ít hơn các độ dài khác nhau trong số tất cả DCI, UE có khả năng thực hiện giải mã, và do đó các độ dài không còn được so khớp. Ngược lại, nếu số lượng của các độ dài khác nhau vượt quá ba, các độ dài được điều chỉnh bổ sung qua hoạt động thứ năm.

Hoạt động thứ năm bao gồm bước điều chỉnh các độ dài của các định dạng DCI đến ba bởi UE hoặc trạm cơ sở. Cuối cùng, UE hoặc trạm cơ sở có thể loại trừ 1 bit được bổ sung trong hoạt động thứ ba. UE hoặc trạm cơ sở thay đổi độ dài của trường FDRA của DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm UE riêng. Cụ thể là, UE hoặc trạm cơ sở có thể xác định độ dài của định dạng DCI 1_0 trên cơ sở của kích thước của CORESET #0 (nếu không có DL BWP ban đầu đã được tạo cấu hình), và có thể xác định độ dài của định dạng DCI 1_0 trên cơ sở của DL BWP ban đầu (nếu DL BWP ban đầu đã được tạo cấu hình). UE hoặc trạm cơ sở xác định độ dài của

định dạng DCI 0_0 trên cơ sở của UL BWP ban đầu. Nếu các độ dài của định dạng DCI 0_0 và định dạng DCI 1_0 là khác nhau, thì UE hoặc trạm cơ sở cắt hoặc thực hiện việc đệm không các MSB của trường FDRA của định dạng DCI 0_0 để so khớp độ dài của định dạng DCI 0_0 với độ dài của định dạng DCI 1_0.

Các thao tác từ thứ nhất đến thứ năm như được nêu trên có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 110 hoặc bộ xử lý 210 trên Fig.11.

Theo phương án khác của bản mô tả này, UE hoặc trạm cơ sở có thể tạo cấu hình định dạng DCI có độ dài mới để hỗ trợ dịch vụ URLLC mới. Đây được gọi là DCI nhỏ gọn cho thuận tiện. Độ dài của mỗi trường của DCI nhỏ gọn có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu RRC. Do đó, theo cấu hình qua báo hiệu RRC, độ dài của DCI nhỏ gọn có thể được tạo cấu hình để nhỏ hơn độ dài của phiên bản 15 DCI dự phòng bởi 16 bit, có thể được tạo cấu hình để giống như độ dài của phiên bản 15 DCI dự phòng, và có thể được tạo cấu hình để dài hơn so với độ dài của phiên bản 15 DCI dự phòng. Theo phương án của sáng chế, các định dạng DCI của hai độ dài mới có thể được xác định như dưới đây.

5) DCI nhỏ gọn để lập lịch PUSCH

6) DCI nhỏ gọn để lập lịch PDSCH

Để giải mã các định dạng DCI là 1), 2), 3), 4), 5), và 6) có các độ dài khác nhau, UE cần phải so khớp các độ dài của các định dạng DCI.

Đầu tiên, giả sử rằng UE hỗ trợ dịch vụ URLLC của phiên bản 16 có thể đồng thời nhận các định dạng DCI có ba độ dài khác nhau. Trong tình huống như vậy, phương pháp điều chỉnh hoặc so khớp các độ dài của DCI theo phương án của sáng chế là như sau.

Ví dụ, UE đầu tiên so khớp các kích thước của các định dạng DCI phiên bản 15. Nghĩa là, UE xác định các định dạng DCI có tới ba độ dài khác nhau qua các thao tác từ thứ nhất đến thứ năm nêu trên. Sau đó, UE xác định độ dài của DCI nhỏ gọn như dưới đây.

Nếu có ba định dạng DCI của phiên bản 15, mà có các độ dài khác nhau, DCI nhỏ gọn để lập lịch PUSCH và DCI nhỏ gọn để lập lịch PDSCH có thể được tạo cấu hình để có một độ dài trong số các độ dài được xác định trước đó của các định dạng DCI của phiên bản 15.

Theo một khía cạnh, khi tạo cấu hình DCI nhỏ gọn cho UE qua báo hiệu RRC, trạm cơ sở có thể trực tiếp thông báo về độ dài mà định dạng DCI nhỏ gọn cần có.

Theo khía cạnh khác, khi tạo cấu hình DCI nhỏ gọn cho UE qua báo hiệu RRC, trạm cơ sở có thể thông báo về độ dài của DCI nhỏ gọn bằng cách chỉ báo định dạng DCI khác có cùng độ dài như độ dài của DCI nhỏ gọn. Ví dụ, báo hiệu RRC là 2 bit, trong đó, nếu giá trị là báo hiệu RRC là 00, DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm chung được chỉ báo, nếu giá trị này là 01, DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm UE riêng được chỉ báo, nếu giá trị là 10, DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 0_1) để lập lịch PUSCH được chỉ báo, và nếu giá trị là 11, DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 1_1) để lập lịch PDSCH được chỉ báo. Nghĩa là, độ dài của DCI nhỏ gọn có thể có cùng độ dài như độ dài của các định dạng DCI khác được chỉ báo qua báo hiệu RRC.

Theo khía cạnh khác, khi tạo cấu hình DCI nhỏ gọn cho UE qua báo hiệu RRC, trạm cơ sở có thể chỉ báo chỉ số tương ứng với cùng độ dài như độ dài của DCI nhỏ gọn từ trong số các chỉ số độ dài mà các định dạng DCI khác có thể có. Ví dụ, giá trị chỉ số thấp nhất (ví dụ, “0” khi các chỉ số độ dài của các định dạng DCI khác được đưa ra là 0, 1, và 2) của báo hiệu RRC tương ứng với định dạng DCI của độ dài ngắn nhất, và giá trị chỉ số cao nhất (ví dụ, “2” khi các chỉ số độ dài của các định dạng DCI khác được đưa ra là 0, 1, và 2) tương ứng với định dạng DCI có độ dài dài nhất.

Theo khía cạnh khác, UE có thể không nhận độ dài của DCI nhỏ gọn qua báo hiệu RRC riêng biệt. Nghĩa là, UE có thể xác định độ dài của toàn bộ DCI nhỏ gọn trên cơ sở của độ dài của mỗi trường của DCI nhỏ gọn. Cụ thể là, giả sử rằng các độ dài của các định dạng DCI phiên bản 15 được đưa ra là A, B, và C. Ở đây, giả sử rằng $A < B < C$, và X là tổng của độ dài của mỗi trường của DCI nhỏ gọn. Sau đó, độ dài của DCI nhỏ

gọn được xác định là độ dài ngắn nhất trong số các định dạng DCI phiên bản 15 dài hơn so với X. Nếu không có định dạng DCI phiên bản 15 dài hơn so với X, độ dài của DCI nhỏ gọn được so khớp với độ dài của định dạng DCI phiên bản 15 dài nhất. Ví dụ, nếu $A < X < B$, $(B-X)$ bit được bổ sung vào DCI nhỏ gọn, nhờ đó so khớp độ dài của nó với B bit. Nếu $C < X$, $(X-C)$ bit được loại trừ khỏi DCI nhỏ gọn, nhờ đó so khớp độ dài của nó với C bit.

Như được nêu trên, chỉ báo hoặc tạo cấu hình độ dài của DCI nhỏ gọn qua báo hiệu RRC có thể được thực hiện bởi môđun truyền thông 220 trên Fig.11.

Phương pháp điều chỉnh độ dài của DCI nhỏ gọn bởi UE là như sau.

UE xác định độ dài của DCI nhỏ gọn theo báo hiệu RRC. Nếu tổng của các độ dài của tất cả các trường của DCI nhỏ gọn nhỏ hơn so với độ dài của định dạng DCI được tạo cấu hình qua báo hiệu RRC, UE có thể điền không đủ các bit. Tất cả các giá trị cần được điền đầy ở đây có thể là 0 hoặc có thể được đưa ra dưới dạng giá trị CRC. Mặt khác, nếu tổng của các độ dài của tất cả các trường của DCI nhỏ gọn lớn hơn độ dài của định dạng DCI được tạo cấu hình qua báo hiệu RRC, UE có thể trừ các bit thừa.

Theo một khía cạnh, các bit thừa có thể được trừ từ một trường cụ thể. Ví dụ, các bit thừa có thể được trừ từ trường FDRA.

Theo khía cạnh khác, các bit thừa có thể được trừ liên tục từ số lượng định trước của các trường cụ thể, và có thể được trừ 1 bit từ MSB của mỗi trường. Ví dụ, các bit thừa được trừ liên tục từ trường FDRA và trường TDRA, và có thể được trừ từ MSB của mỗi trường.

Có thể được tạo cấu hình để không làm giảm trường cụ thể đến độ dài nhỏ nhất được tạo cấu hình trước hoặc nhỏ hơn khi UE trừ các bit thừa từ trường cụ thể. Nghĩa là, UE trừ các bit thừa từ trường thứ nhất, nhưng, khi độ dài của trường thứ nhất được làm giảm đến độ dài nhỏ nhất, độ dài của trường thứ hai tiếp theo được làm giảm.

Phương pháp điều chỉnh độ dài của DCI nhỏ gọn bởi UE theo phương án này có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 110 trên Fig.11.

Theo phương án của sáng chế, độ dài của định dạng DCI mà có thể được giám sát bởi UE được xác định theo độ dài của định dạng DCI phiên bản 15. Do đó, có nhược điểm rằng DCI nhỏ gọn không thể được thực hiện ngắn hơn so với định dạng DCI phiên bản 15.

Phương án khác để giải quyết vấn đề này, UE đầu tiên điều chỉnh các kích thước của các định dạng DCI phiên bản 15. Nếu các định dạng DCI phiên bản 15 có ba độ dài, và độ dài của DCI nhỏ gọn khác với các độ dài của các định dạng DCI phiên bản 15, thì UE có thể điều chỉnh độ dài của định dạng DCI theo thủ tục sau đây. Đầu tiên, UE so khớp các độ dài của DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 0_1) để lập lịch PUSCH và DCI không phải dự phòng (định dạng DCI 1_1) để lập lịch PDSCH là giống nhau. Ở đây, định dạng DCI có độ dài ngắn được đệm bằng 0 để được so khớp với định dạng DCI có độ dài dài. Theo cách này, bằng cách so khớp độ dài của DCI không phải dự phòng và không so khớp độ dài của DCI nhỏ gọn, DCI nhỏ gọn có độ dài ngắn có thể được tạo cấu hình và được sử dụng.

Khi giả sử rằng hoạt động thứ năm không được thực hiện, phương án mà có thể được cải biến là như sau. UE đầu tiên điều chỉnh các kích thước của các định dạng DCI phiên bản 15. Nếu độ dài của DCI nhỏ gọn được tạo cấu hình cho UE khác với các độ dài DCI của các định dạng DCI phiên bản 15, và tổng các độ dài vượt quá ba độ dài, thì UE thực hiện hoạt động thứ năm. Nghĩa là, UE so khớp độ dài của DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm UE riêng với độ dài của DCI dự phòng (các định dạng DCI 0_0 và 1_0) trong không gian tìm kiếm chung. Sau đó, nếu các độ dài của các định dạng DCI vẫn vượt quá ba độ dài, thì UE có thể thực hiện lại phương pháp xác định DCI độ dài theo các thao tác từ thứ nhất đến thứ năm nêu trên.

Ví dụ khác của sáng chế, UE có thể nhận các định dạng DCI có các độ dài khác nhau trong mỗi khe. Phương án cụ thể cho điều này bao gồm bước kiểm tra các độ dài có tới ba định dạng DCI cho mỗi khe bởi UE. UE có thể không giám sát định dạng DCI trong khe cụ thể theo chu kỳ của không gian tìm kiếm. Trong trường hợp này, UE có thể xác định xem có nhiều hơn ba loại độ dài hay không, bằng cách sử dụng chỉ các độ

dài của các định dạng DCI được giám sát, ngoại trừ định dạng DCI không được giám sát. Nếu nêu có nhiều hơn lên tới ba loại độ dài trong khe, UE có thể điều chỉnh độ dài của định dạng DCI theo phương án nêu trên. Trong các khe khác, vì số lượng của các độ dài của định dạng DCI là ba hoặc nhỏ hơn, độ dài của định dạng DCI có thể không được điều chỉnh riêng biệt.

Phương pháp và hệ thống của sáng chế được mô tả liên quan tới các phương án cụ thể, nhưng các phần tử cấu hình, một phần hoặc toàn bộ các thao tác của sáng chế có thể được thực hiện sử dụng hệ thống máy tính có kiến trúc phần cứng đa năng.

Các phần mô tả nêu trên của sáng chế nhằm mục đích minh họa, và những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, mà sáng chế thuộc về, sẽ hiểu rằng sự cải biến đối với các dạng cụ thể khác có thể đạt được dễ dàng mà không thay đổi bản chất kỹ thuật hoặc các dấu hiệu cơ bản của sáng chế. Do đó, cần được hiểu rằng các phương án nêu trên là minh họa và không hạn chế trong tất cả các khía cạnh. Ví dụ, mỗi phần tử được mô tả dưới dạng loại đơn lẻ có thể được thực hiện theo cách phân tán, và tương tự, các phần tử được mô tả là được phân tán có thể cũng được thực hiện theo dạng kết hợp.

Phạm vi của sáng chế được chỉ báo bởi các điểm yêu cầu bảo hộ được mô tả dưới đây thay vì phần mô tả chi tiết, và tất cả thay đổi hoặc các sự cải biến được suy ra từ ý nghĩa và phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ và các nguyên lý tương đương của chúng cần được hiểu là được bao gồm trong phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) bởi thiết bị người dùng (User Equipment, UE) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận hai hoặc nhiều kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel, PDCCH), trong đó mỗi PDCCH bao gồm:

- cấp phát tài nguyên miền thời gian cho kênh chia sẻ đường xuống vật lý (Physical Downlink Shared Channel, PDSCH) tương ứng, và

- chỉ báo liên quan đến ghép kênh báo nhận yêu cầu lặp tự động lai (Hybrid Automatic Repeat And Request Acknowledgement, HARQ-ACK), chỉ báo này có giá trị 0 hoặc 1;

nhận hai hoặc nhiều PDSCH, mỗi PDSCH tương ứng với một PDCCH tương ứng trong số hai hoặc nhiều PDCCH;

nếu đối với hai hoặc nhiều PDSCH, tạo ra số mã HARQ-ACK thứ nhất được kết hợp với giá trị chỉ báo thứ nhất, và tạo ra số mã HARQ-ACK thứ hai được kết hợp với giá trị chỉ báo thứ hai; và

dựa vào việc PUCCH thứ nhất cho số mã HARQ-ACK thứ nhất chồng lấp với PUCCH thứ hai cho số mã HARQ-ACK thứ hai, truyền chỉ một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai, được kết hợp với giá trị chỉ báo định trước.

2. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó, dựa vào việc PUCCH thứ nhất cho số mã HARQ-ACK thứ nhất không chồng lấp với PUCCH thứ hai cho số mã HARQ-ACK thứ hai, PUCCH thứ nhất và thứ hai được truyền trong cùng khe.

3. Phương pháp theo điểm 2,

trong đó số mã HARQ-ACK thứ nhất được tạo ra theo giản đồ bán tĩnh, và số mã HARQ-ACK thứ hai được tạo ra theo giản đồ động.

4. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó, dựa vào mỗi PDCCH bao gồm chỉ báo, mỗi PDCCH còn bao gồm khoảng thời gian giữa thời gian nhận của PDSCH tương ứng và thời gian truyền của PUCCH tương ứng, và khoảng thời gian này được xác định theo đơn vị khe con.

5. Phương pháp theo điểm 4,

trong đó khe con là một nửa khe.

6. Phương pháp nhận kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) bởi trạm cơ sở (Base Station, BS) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

truyền hai hoặc nhiều kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), trong đó mỗi PDCCH bao gồm:

- cấp phát tài nguyên miền thời gian cho kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) tương ứng, và
- chỉ báo liên quan đến ghép kênh báo nhận yêu cầu lặp tự động lại (HARQ-ACK), chỉ báo này có giá trị 0 hoặc 1;

truyền hai hoặc nhiều PDSCH, mỗi PDSCH tương ứng với một PDCCH tương ứng trong số hai hoặc nhiều PDCCH; và

dựa vào việc PUCCH thứ nhất cho số mã HARQ-ACK thứ nhất chồng lấp với PUCCH thứ hai cho số mã HARQ-ACK thứ hai, nhận chỉ một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai, được kết hợp với giá trị chỉ báo định trước,

trong đó, như đối với hai hoặc nhiều PDSCH, số mã HARQ-ACK thứ nhất được cung cấp kết hợp với giá trị chỉ báo thứ nhất, và số mã HARQ-ACK thứ hai được cung cấp kết hợp với giá trị chỉ báo thứ hai.

7. Phương pháp theo điểm 6,

trong đó, dựa vào việc PUCCH thứ nhất cho số mã HARQ-ACK thứ nhất không chồng lấp với PUCCH thứ hai cho số mã HARQ-ACK thứ hai, PUCCH thứ nhất và thứ

hai được nhận trong cùng khe.

8. Phương pháp theo điểm 7,

trong đó số mã HARQ-ACK thứ nhất được tạo ra theo giản đồ bán tĩnh, và số mã HARQ-ACK thứ hai được tạo ra theo giản đồ động.

9. Phương pháp theo điểm 6,

trong đó, dựa vào mỗi PDCCH bao gồm chỉ báo, mỗi PDCCH còn bao gồm khoảng thời gian giữa thời gian truyền của PDSCH tương ứng và thời gian nhận của PUCCH tương ứng, và khoảng thời gian này được xác định theo đơn vị khe con.

10. Phương pháp theo điểm 9,

trong đó khe con là một nửa khe.

11. Thiết bị người dùng (User Equipment, UE) để sử dụng trong hệ thống truyền thông không dây, UE này bao gồm:

môđun truyền thông; và

bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển môđun truyền thông,

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

nhận hai hoặc nhiều kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), trong đó mỗi PDCCH bao gồm:

- cấp phát tài nguyên miền thời gian cho kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) tương ứng, và

- chỉ báo liên quan đến ghép kênh báo nhận yêu cầu lặp tự động lại (HARQ-ACK), chỉ báo này có giá trị 0 hoặc 1;

nhận hai hoặc nhiều PDSCH, mỗi PDSCH tương ứng với một PDCCH tương ứng trong số hai hoặc nhiều PDCCH;

như đối với hai hoặc nhiều PDSCH, tạo ra số mã HARQ-ACK thứ nhất được kết hợp với giá trị chỉ báo thứ nhất, và tạo ra số mã HARQ-ACK thứ hai được kết hợp với giá trị chỉ báo thứ hai; và

dựa vào kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) thứ nhất cho số mã HARQ-ACK thứ nhất chồng lấp với PUCCH thứ hai cho số mã HARQ-ACK thứ hai, truyền chỉ một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai, được kết hợp với giá trị chỉ báo định trước.

12. UE theo điểm 11,

trong đó, dựa vào việc PUCCH thứ nhất cho số mã HARQ-ACK thứ nhất không chồng lấp với PUCCH thứ hai cho số mã HARQ-ACK thứ hai, PUCCH thứ nhất và thứ hai được truyền trong cùng khe.

13. UE theo điểm 12,

trong đó số mã HARQ-ACK thứ nhất được tạo ra theo giản đồ bán tĩnh, và số mã HARQ-ACK thứ hai được tạo ra theo giản đồ động.

14. UE theo điểm 11,

trong đó, dựa vào mỗi PDCCH bao gồm chỉ báo, mỗi PDCCH còn bao gồm khoảng thời gian giữa thời gian nhận của PDSCH tương ứng và thời gian truyền của PUCCH tương ứng, và khoảng thời gian này được xác định theo đơn vị khe con.

15. UE theo điểm 14,

trong đó khe con là một nửa khe.

16. Trạm cơ sở (Base Station, BS) để sử dụng trong hệ thống truyền thông không dây, BS này bao gồm:

môđun truyền thông; và

bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển môđun truyền thông,

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

truyền hai hoặc nhiều kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), trong đó mỗi PDCCH bao gồm:

- cấp phát tài nguyên miền thời gian cho kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) tương ứng, và

- chỉ báo liên quan đến ghép kênh báo nhận yêu cầu lặp tự động lại (HARQ-ACK), chỉ báo này có giá trị 0 hoặc 1;

truyền hai hoặc nhiều PDSCH, mỗi PDSCH tương ứng với một PDCCH tương ứng trong số hai hoặc nhiều PDCCH; và

dựa vào kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) thứ nhất cho số mã HARQ-ACK thứ nhất chồng lắp với PUCCH thứ hai cho số mã HARQ-ACK thứ hai, nhận chỉ một PUCCH trong số PUCCH thứ nhất và PUCCH thứ hai, được kết hợp với giá trị chỉ báo định trước,

trong đó, như đối với hai hoặc nhiều PDSCH, số mã HARQ-ACK thứ nhất được cung cấp kết hợp với giá trị chỉ báo thứ nhất, và số mã HARQ-ACK thứ hai được cung cấp kết hợp với giá trị chỉ báo thứ hai.

17. BS theo điểm 16,

trong đó, dựa vào việc PUCCH thứ nhất cho số mã HARQ-ACK thứ nhất không chồng lắp với PUCCH thứ hai cho số mã HARQ-ACK thứ hai, PUCCH thứ nhất và thứ hai được nhận trong cùng khe.

18. BS theo điểm 17,

trong đó số mã HARQ-ACK thứ nhất được tạo ra theo giản đồ bán tĩnh, và số mã HARQ-ACK thứ hai được tạo ra theo giản đồ động.

19. BS theo điểm 16,

trong đó, dựa vào mỗi PDCCH bao gồm chỉ báo, mỗi PDCCH còn bao gồm khoảng thời gian giữa thời gian truyền của PDSCH tương ứng và thời gian nhận của PUCCH tương ứng, và khoảng thời gian này được xác định theo đơn vị khe con.

20. BS theo điểm 19,

trong đó khe con là một nửa khe.

1/24

FIG.1

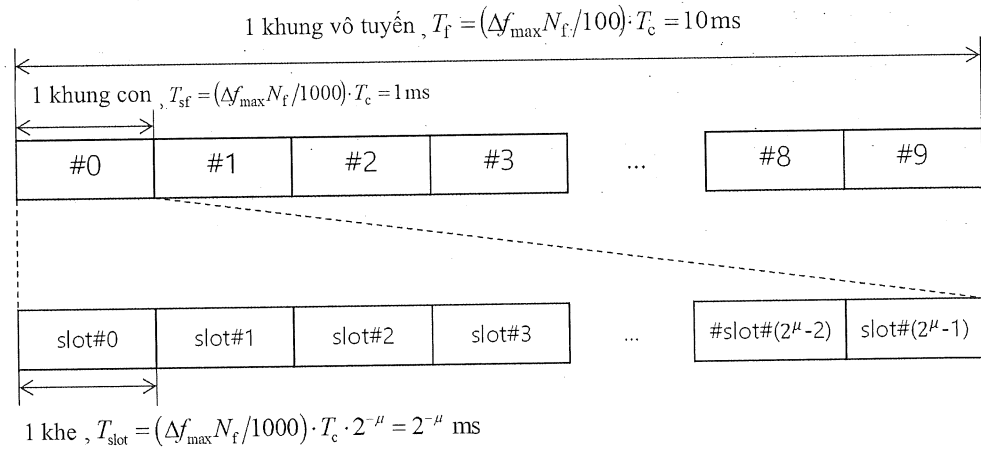
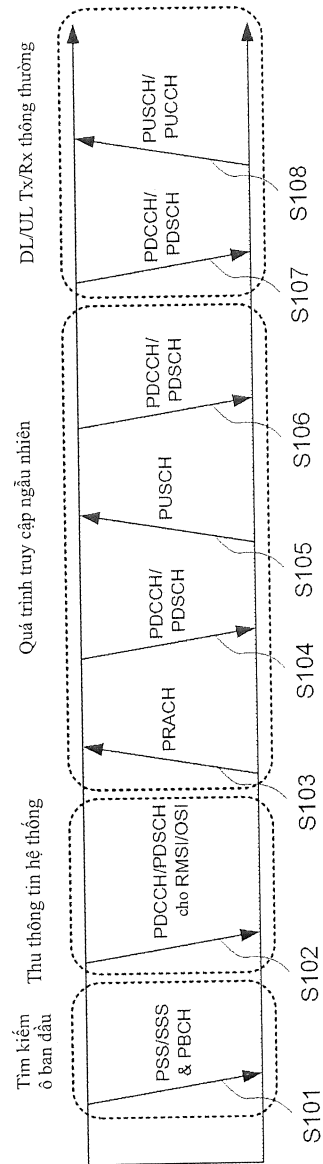
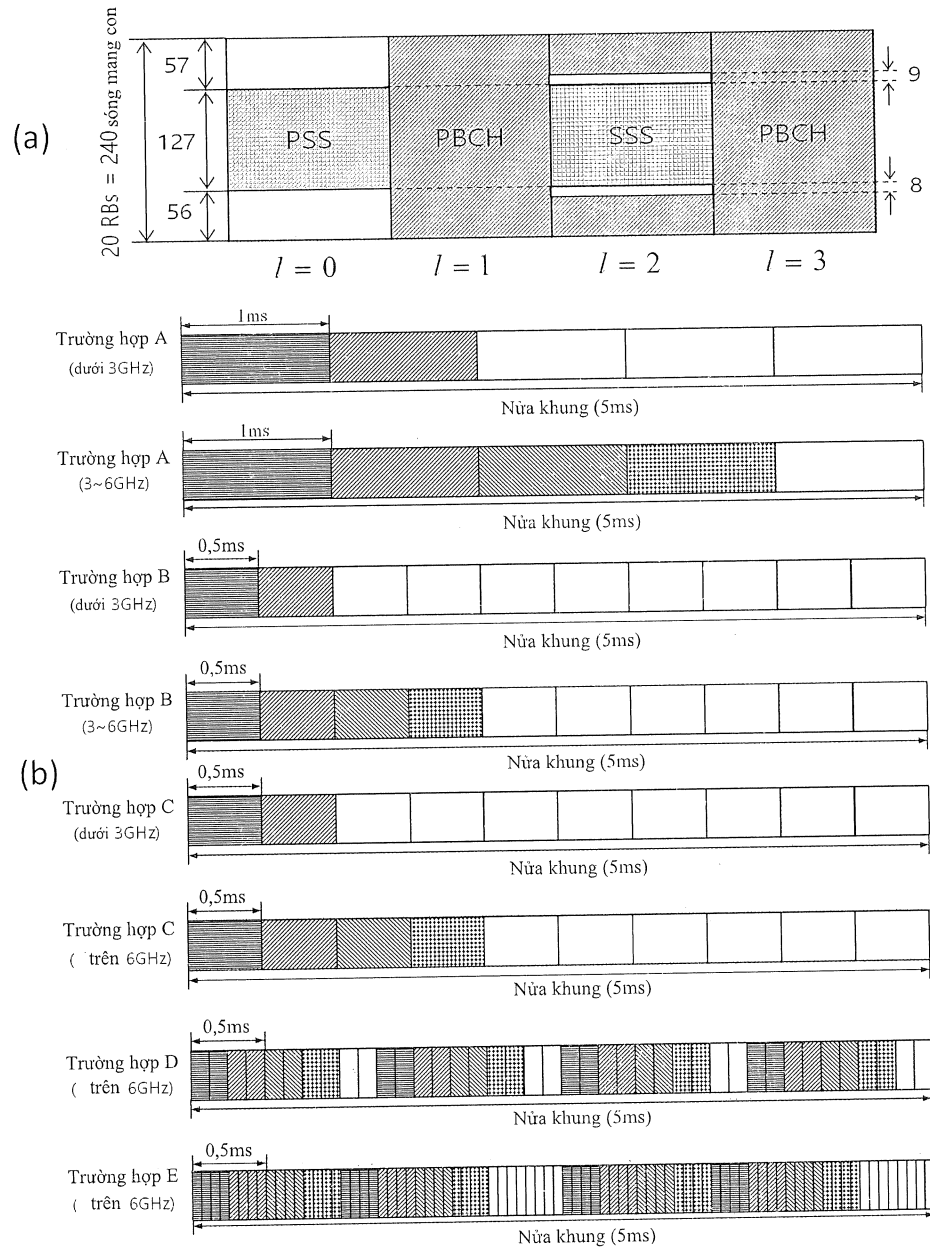


FIG.3



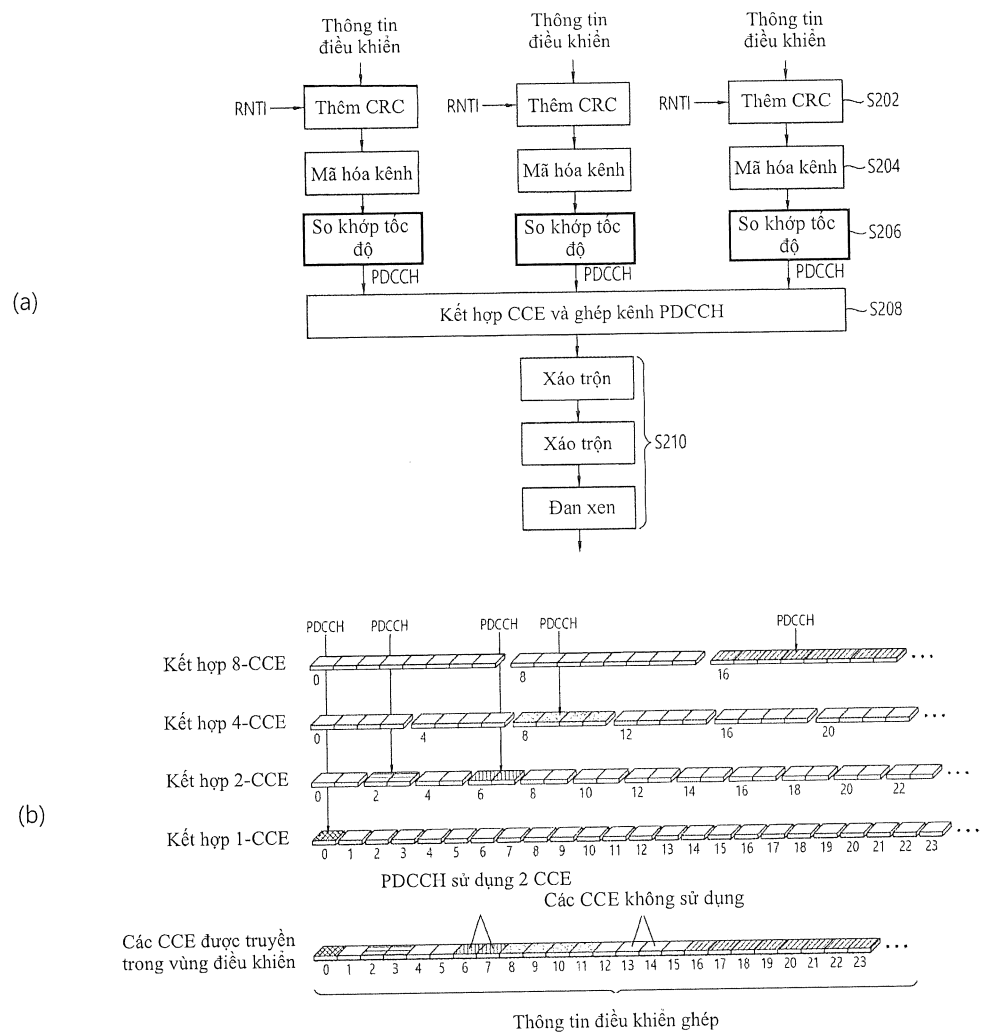
4/24

FIG.4



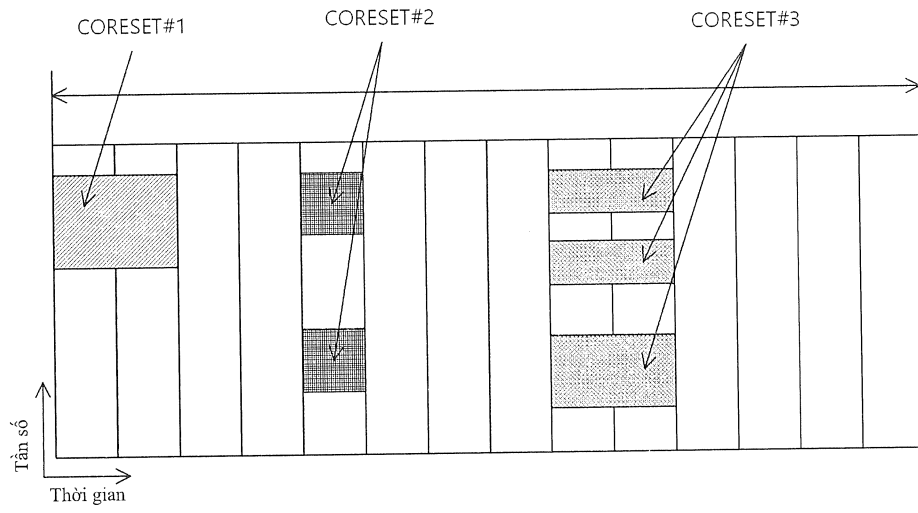
5/24

FIG.5



6/24

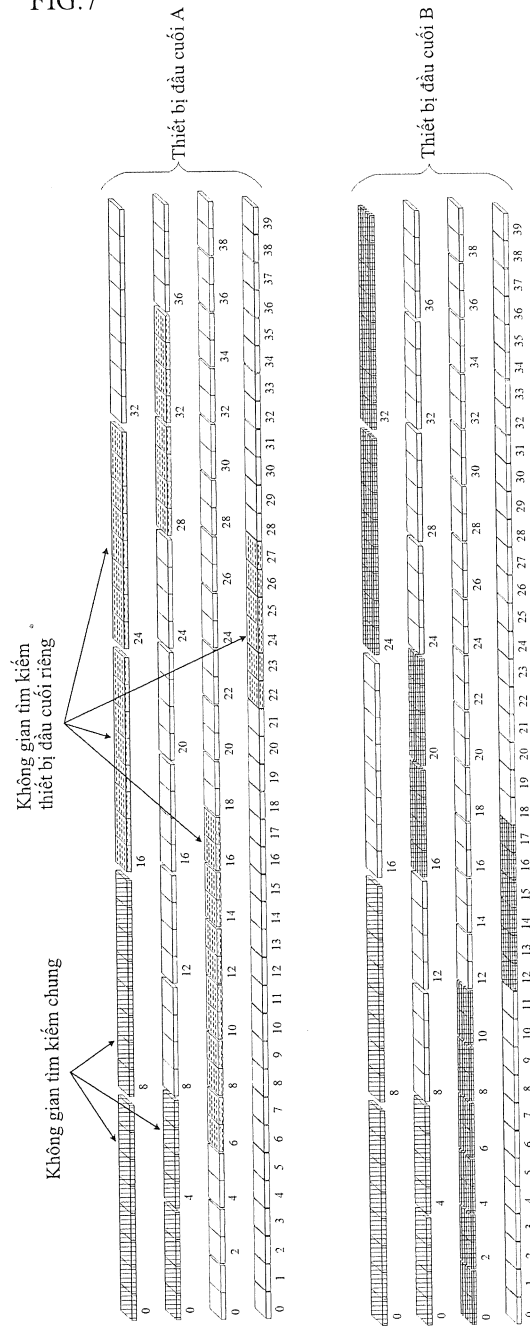
FIG.6



7/24

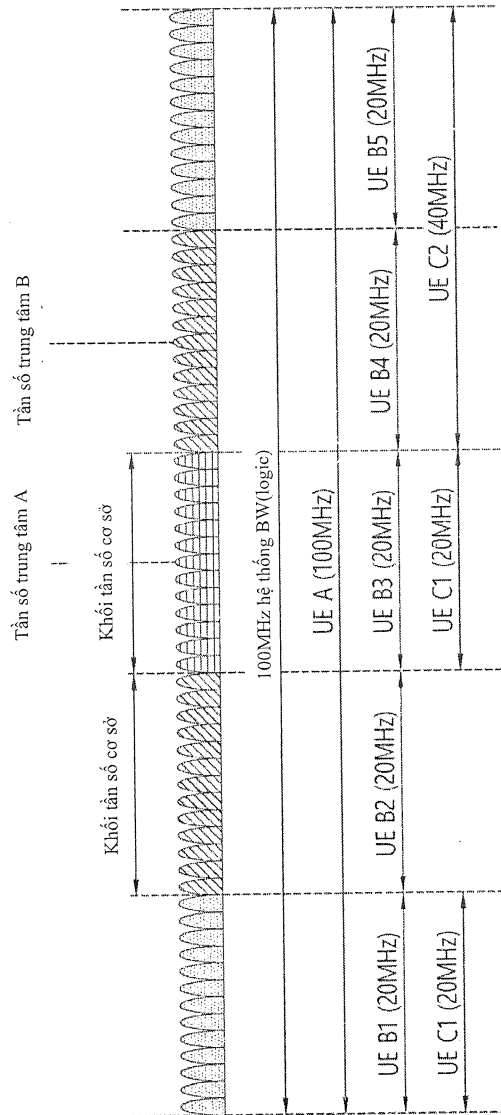
70

FIG.7



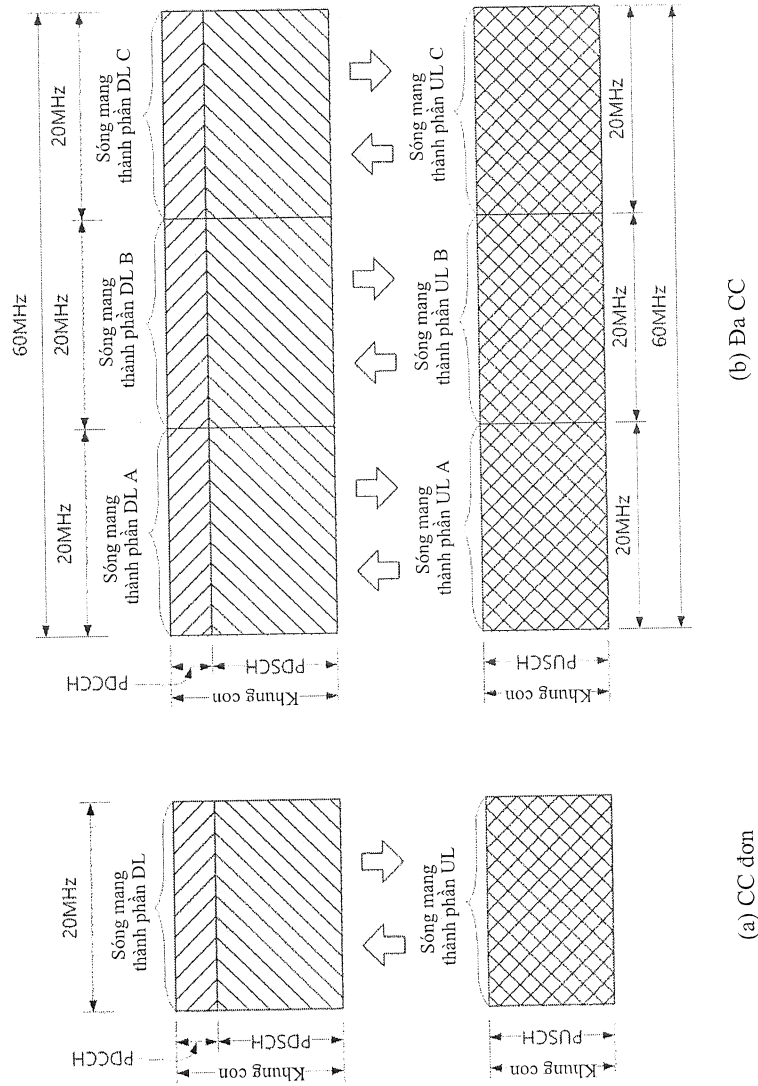
8/24

FIG.8



9/24

FIG.9



10/24

FIG.10

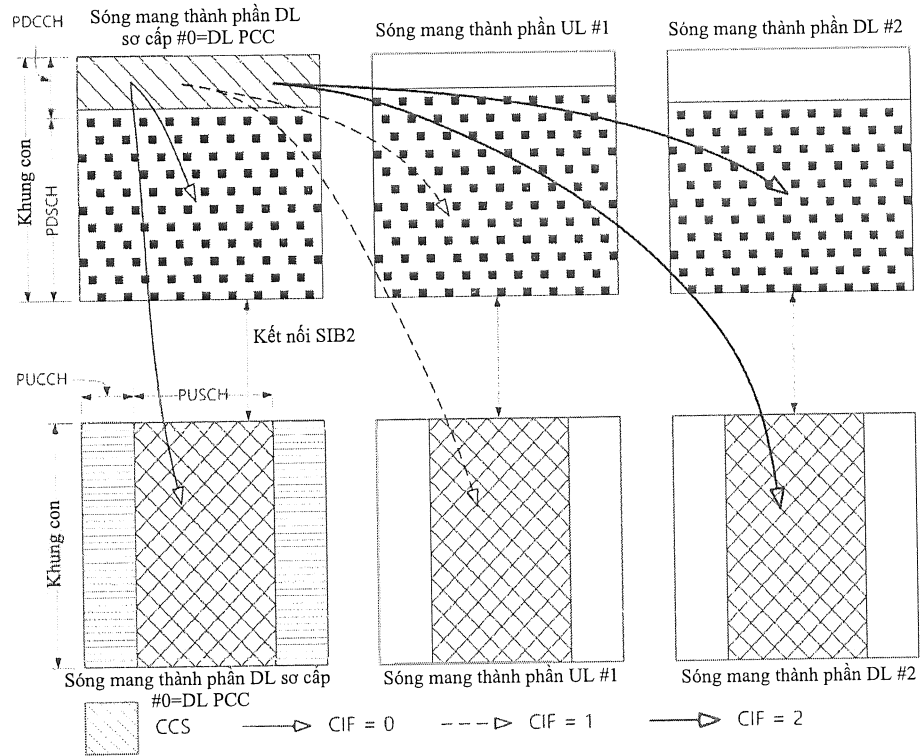
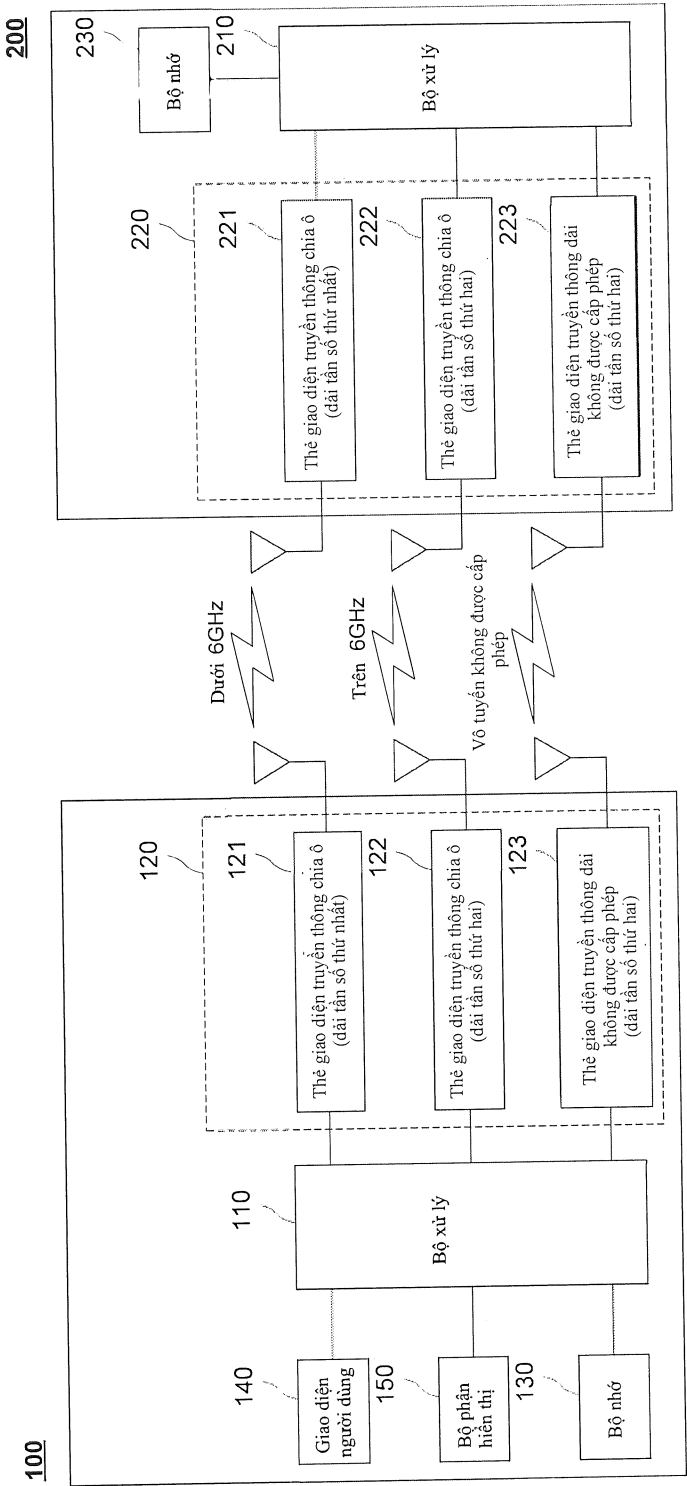
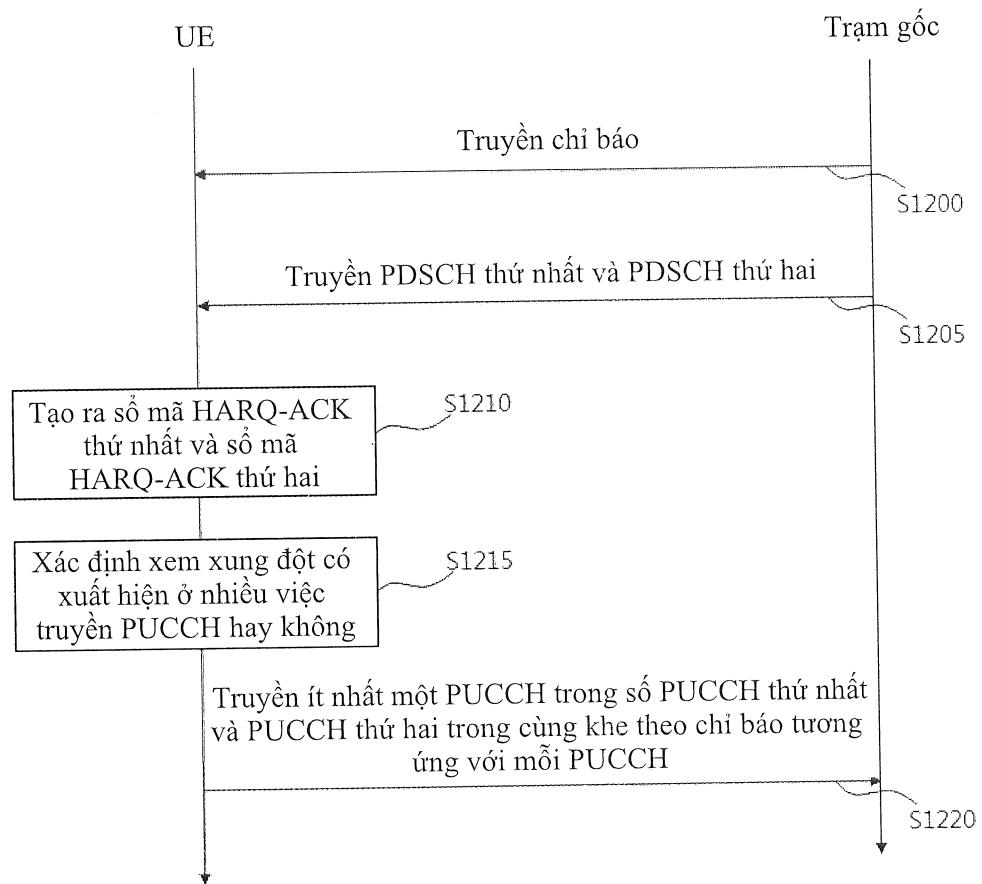


FIG.11



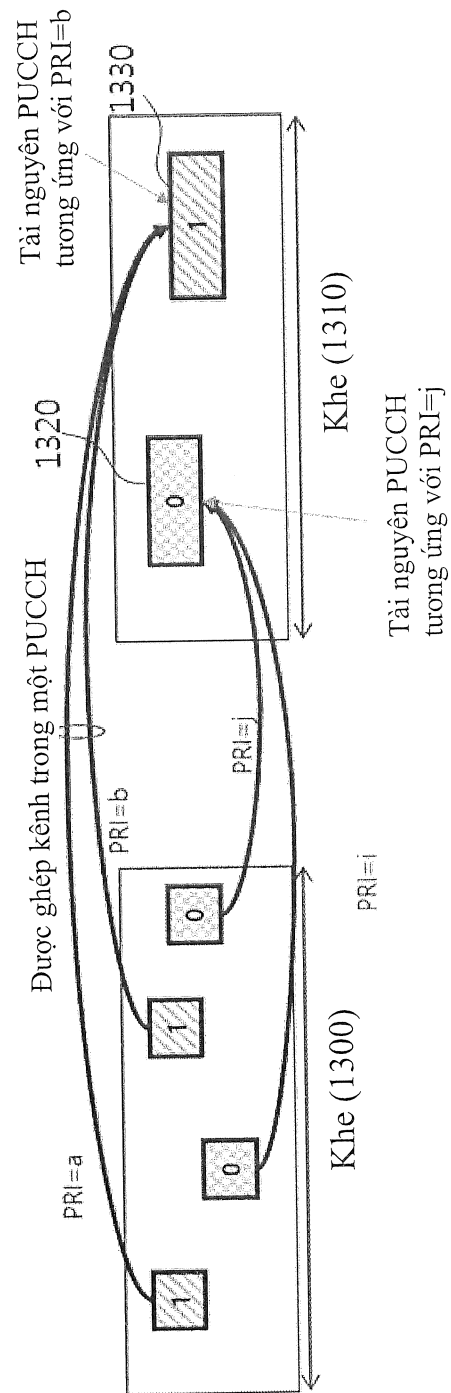
12/24

FIG. 12



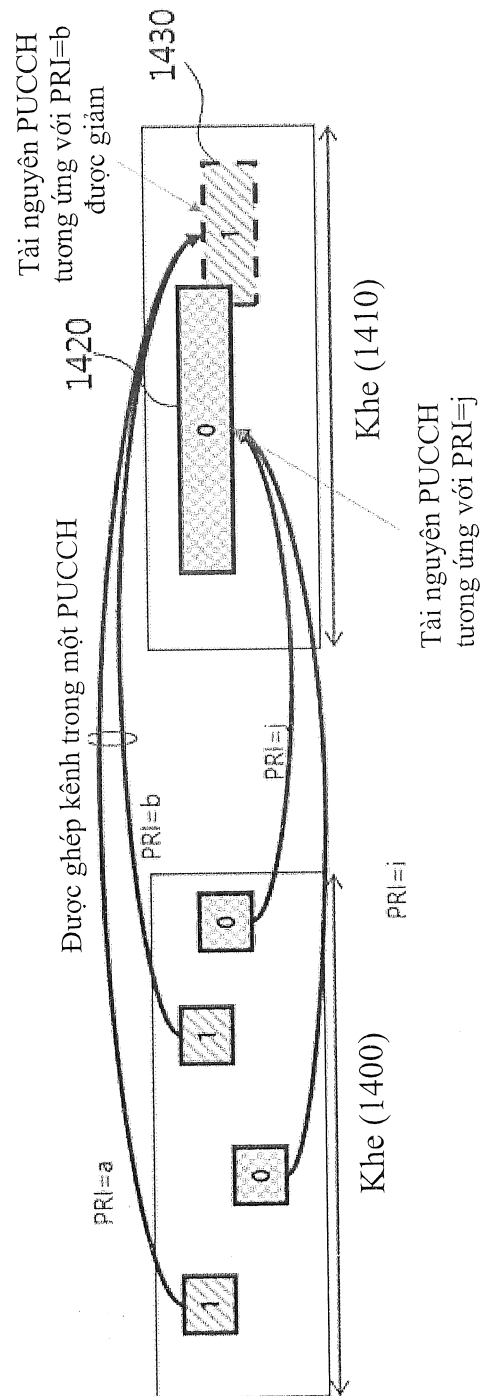
13/24

FIG. 13



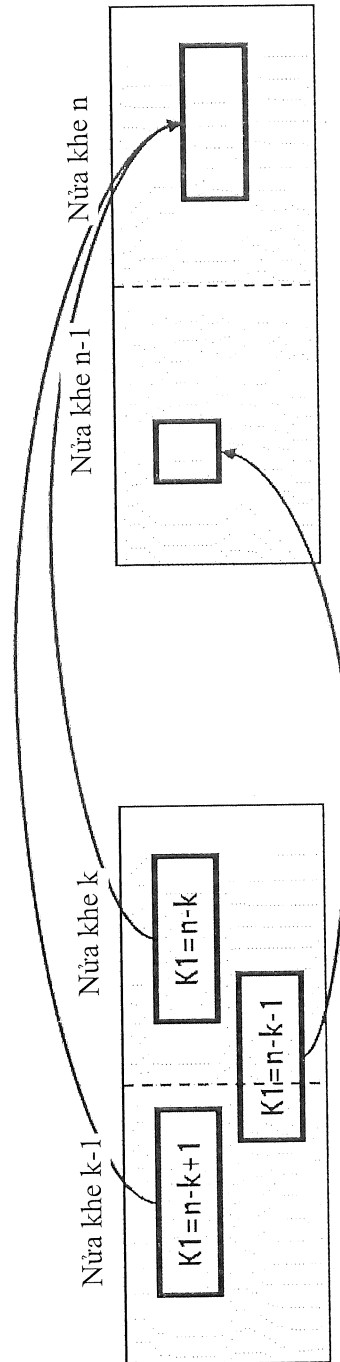
14/24

FIG. 14



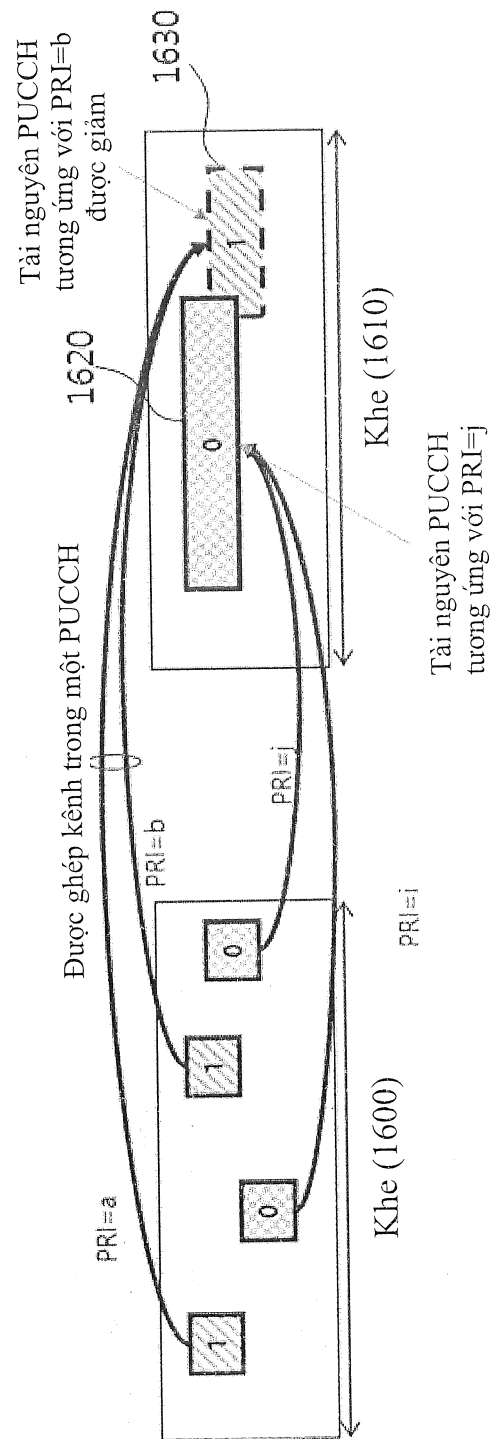
15/24

FIG.15



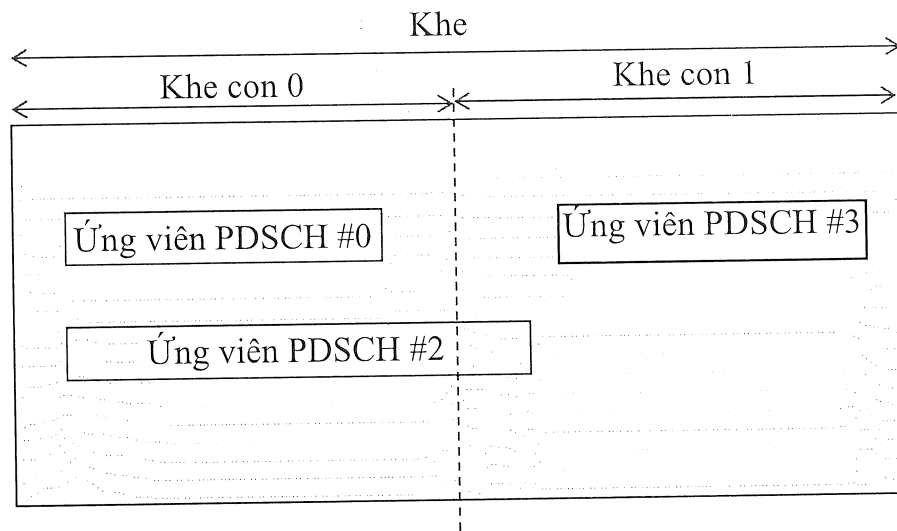
16/24

FIG.16



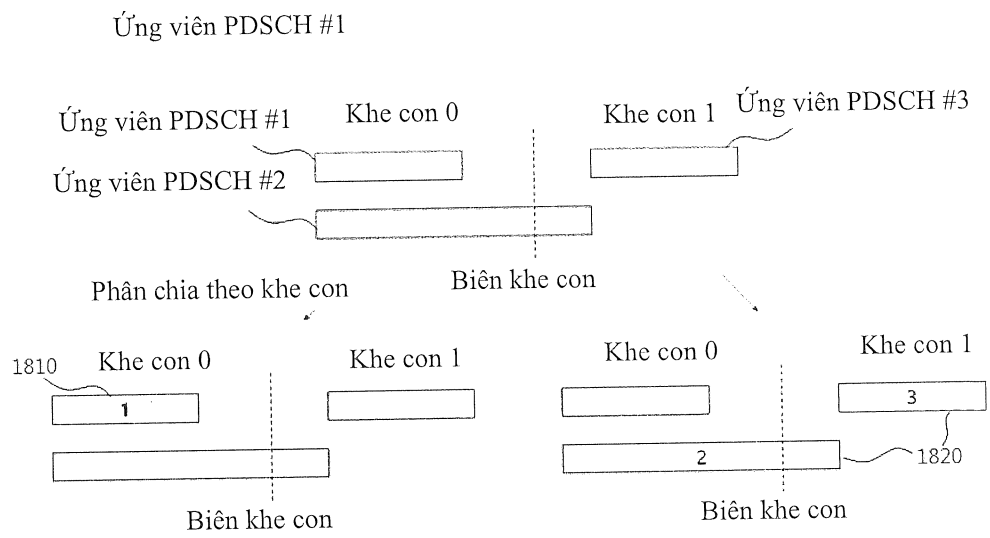
17/24

FIG.17



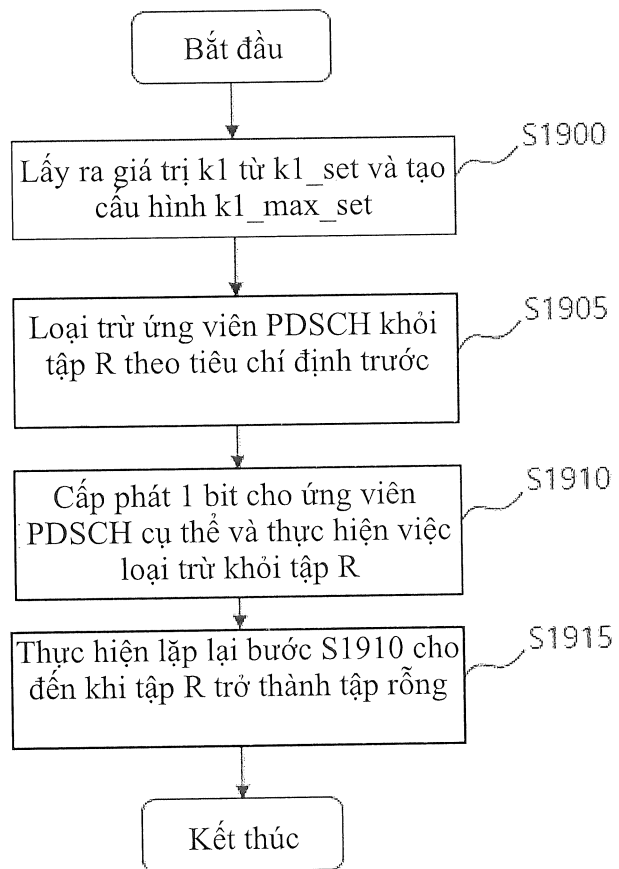
18/24

FIG. 18



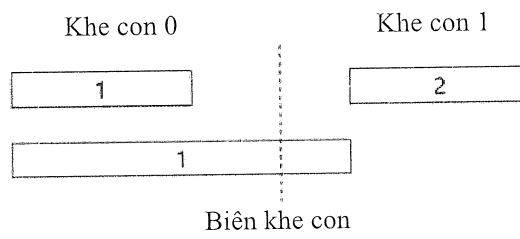
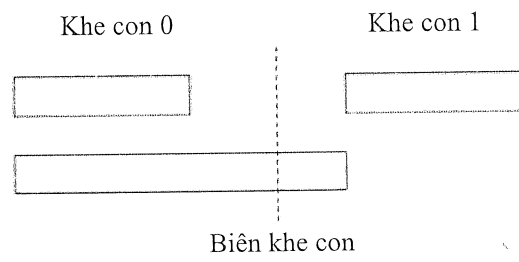
19/24

FIG. 19



20/24

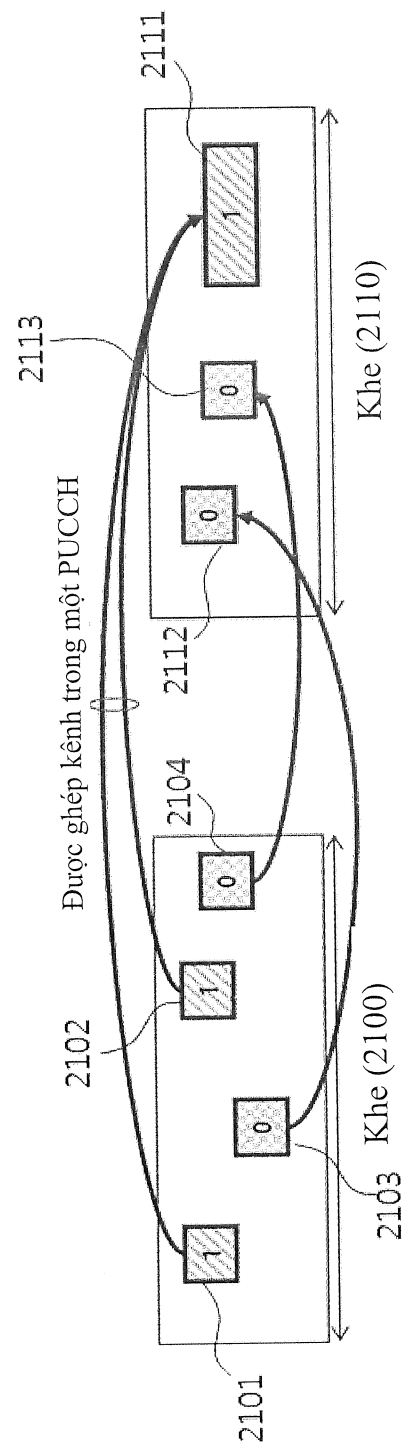
FIG. 20



Quy tắc mới: 2 bit

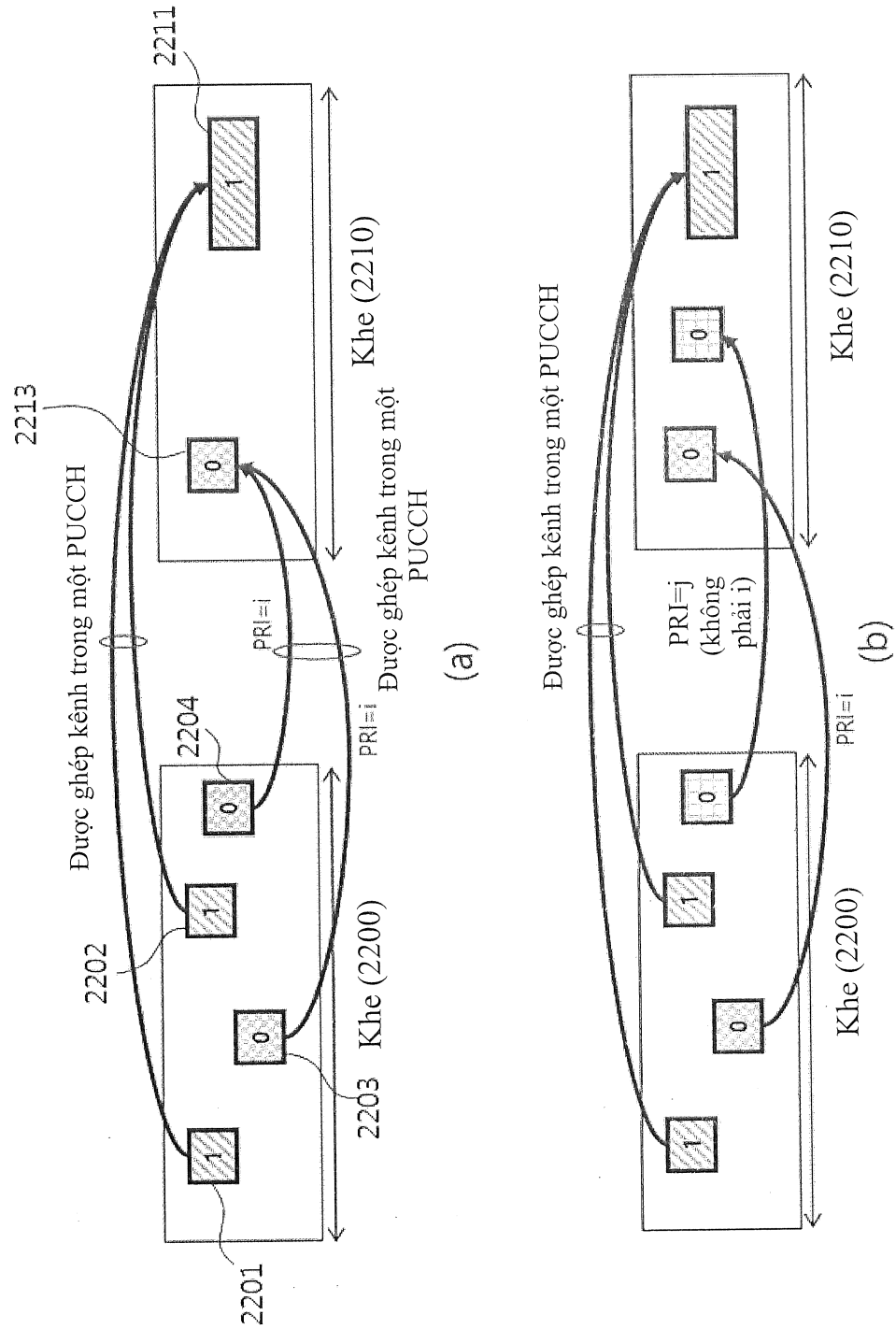
21/24

FIG. 21



22/24

FIG. 22



23/24

FIG. 23

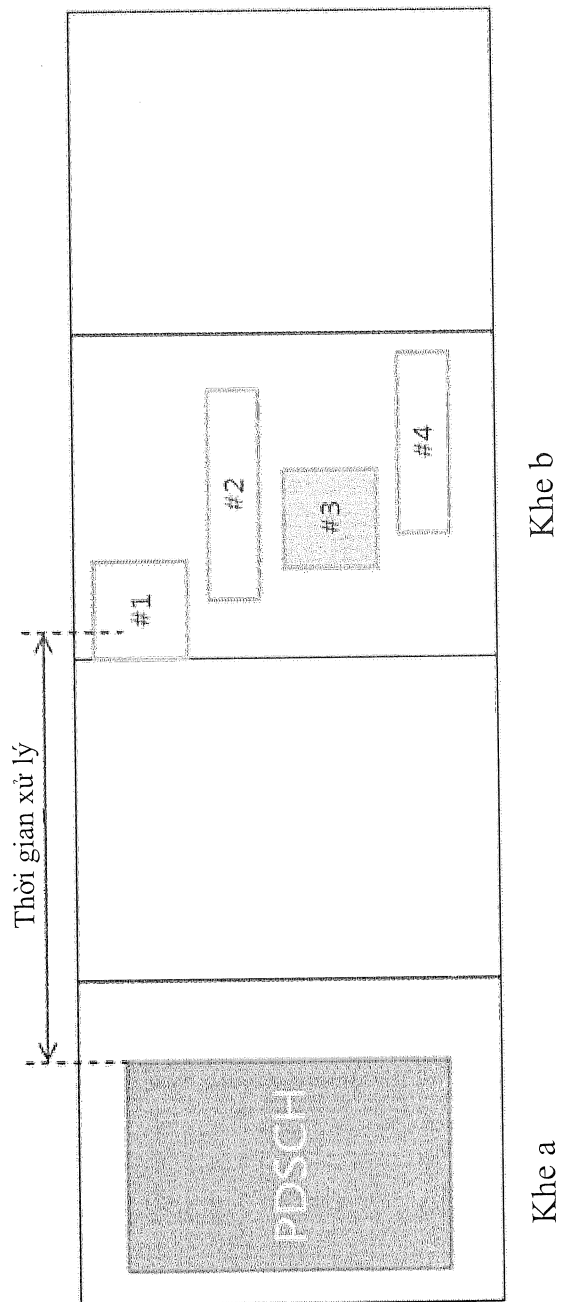


FIG. 24

