



(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)



1-0047690

(51)^{2020.01} H04W 72/12; H04L 1/18; H04L 5/00

(13) B

(21) 1-2020-03886

(22) 02/01/2019

(86) PCT/KR2019/000037 02/01/2019

(87) WO 2019/135597 11/07/2019

(30) 62/612,914 02/01/2018 US; 62/616,228 11/01/2018 US; 16/230,686 21/12/2018 US

(45) 25/06/2025 447

(43) 26/10/2020 391A

(73) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (KR)

129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do 16677, Republic of Korea

(72) PAPASAKELLARIOU, Aris (US).

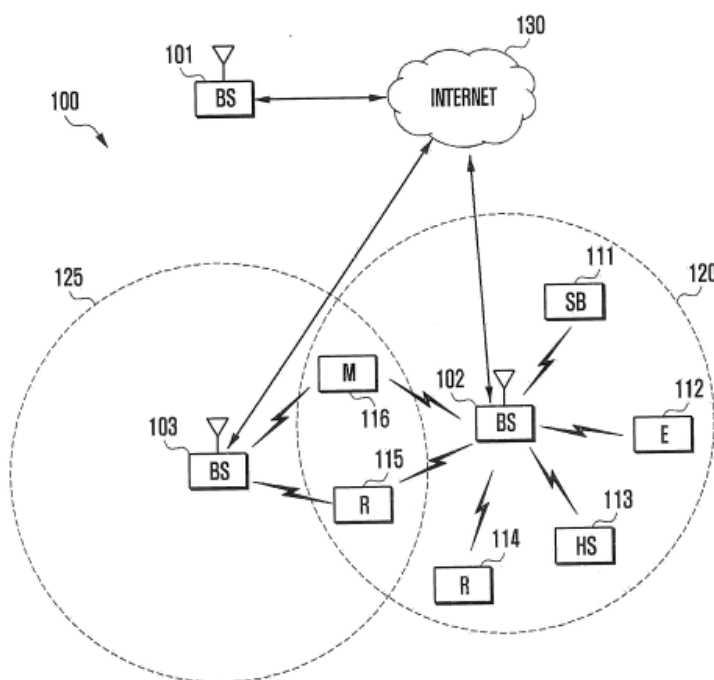
(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) TRẠM GỐC, THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC THỰC HIỆN
BỞI THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG
DÂY

(21) 1-2020-03886

(57) Sáng chế đề cập đến trạm gốc, thiết bị người dùng và phương pháp được thực hiện bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: thu kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel, PDCCH) mà cung cấp định dạng thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information, DCI) thứ nhất; giải mã định dạng DCI thứ nhất, trong đó định dạng DCI thứ nhất: lập lịch truyền dẫn kênh chia sẻ đường lên vật lý (physical uplink shared channel, PUSCH), và bao gồm trường thứ nhất chỉ báo việc có hay không thông tin kênh chia sẻ đường lên (uplink shared channel, UL-SCH) được dồn kênh trong PUSCH; xác định dồn kênh hoặc không dồn kênh thông tin UL-SCH trong PUSCH tùy thuộc vào chỉ báo trong trường thứ nhất; và truyền PUSCH dựa trên việc xác định này.

Fig.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các sơ đồ điều khiển trong các hệ thống truyền thông không dây. Và cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến trạm gốc, thiết bị người dùng và phương pháp được thực hiện bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Truyền thông di động thế hệ thứ năm (5th generation, 5G) hoặc vô tuyến mới (new radio, NR), sự thương mại hóa ban đầu được dự kiến khoảng năm 2020, gần đây đang gia tăng tích lũy tất cả các hoạt động kỹ thuật trên toàn thế giới về các kỹ thuật ứng cử khác nhau từ ngành công nghiệp và giới học viện. Các kỹ thuật ứng cử dành cho truyền thông di động 5G/NR bao gồm các kỹ thuật anten quy mô lớn, từ các dải tần số di động kế thừa đến các dải tần số cao, để cung cấp độ khuếch đại tạo chùm tia và hỗ trợ dung lượng gia tăng, dạng sóng mới (ví dụ, kỹ thuật truy nhập vô tuyến (radio access technology, RAT) mới) để đáp ứng một cách linh hoạt các dịch vụ/ứng dụng khác nhau với các yêu cầu khác nhau, các sơ đồ đa truy nhập mới để hỗ trợ số kết nối quy mô lớn, và v.v.. Liên hiệp viễn thông quốc tế (international telecommunication union, ITU) đã phân loại các kịch bản sử dụng dành cho viễn thông di động quốc tế (international mobile telecommunication, IMT) cho năm 2020 và những năm tiếp theo thành 3 nhóm chính chẳng hạn như truyền thông băng rộng di động tăng cường, truyền thông kiểu máy (machine type communication, MTC) quy mô lớn, và truyền thông siêu tin cậy và độ trễ thấp. Ngoài ra, ITC đã quy định các yêu cầu mục tiêu chẳng hạn như tốc độ dữ liệu đỉnh 20 gigabit trên giây (Gb/s), tốc độ dữ liệu được trải nghiệm bởi người dùng 100 megabit trên giây (Mb/s), độ cải thiện hiệu quả phổ 3X, hỗ trợ khả năng di động lên đến 500 kilômet trên giờ (km/h), độ trễ 1 mili giây (ms), mật độ kết nối 10⁶ thiết bị/km², độ cải thiện hiệu quả năng lượng mạng 100X và dung lượng lưu lượng vùng 10 Mb/s/m². Mặc dù tất cả các yêu cầu không cần phải được đáp ứng đồng thời, nhưng thiết kế mạng 5G/NR có thể cung cấp tính linh hoạt để hỗ trợ các ứng dụng khác nhau đáp ứng một phần các yêu cầu ở trên trên cơ sở trường hợp sử dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế liên quan đến hệ thống truyền thông trước thế hệ thứ năm (5G) hoặc hệ thống truyền thông 5G/NR được đề xuất để hỗ trợ tốc độ dữ liệu cao hơn vượt xa hệ thống truyền thông thế hệ thứ tư (4th-generation, 4G) chẳng hạn như hệ thống phát triển dài hạn (long term evolution, LTE). Các phương án của sáng chế đề xuất phương pháp báo hiệu trước thông tin điều khiển trong các hệ thống truyền thông.

Theo một phương án, một phương pháp được đề xuất. Phương pháp này bao gồm bước giải mã định dạng thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information, DCI). Định dạng DCI lập lịch truyền dẫn kênh chia sẻ đường lên vật lý (physical uplink shared channel, PUSCH) và bao gồm trường thứ nhất chỉ báo việc có hay không thông tin dữ liệu được dồn kênh trong PUSCH. Phương pháp này còn bao gồm bước truyền PUSCH. Thông tin dữ liệu được dồn kênh hoặc không được dồn kênh trong PUSCH phụ thuộc vào chỉ báo trong trường thứ nhất.

Theo một phương án khác, thiết bị người dùng (user equipment, UE) được đề xuất. UE bao gồm bộ giải mã được tạo cấu hình để giải mã định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI). Định dạng DCI lập lịch truyền dẫn kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) và bao gồm trường thứ nhất chỉ báo việc có hay không thông tin dữ liệu được dồn kênh trong PUSCH. UE cũng bao gồm bộ dồn kênh được tạo cấu hình để dồn kênh hoặc không dồn kênh thông tin dữ liệu trong PUSCH phụ thuộc vào chỉ báo trong trường thứ nhất. UE còn bao gồm thêm bộ truyền còn được tạo cấu hình để truyền PUSCH.

Theo một phương án khác trạm gốc được đề xuất. Trạm gốc bao gồm bộ lập mã được tạo cấu hình để lập mã định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI). Định dạng DCI lập lịch truyền dẫn kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) và bao gồm trường thứ nhất chỉ báo việc có hay không thông tin dữ liệu được dồn kênh trong PUSCH. Trạm gốc cũng bao gồm bộ phân kênh được tạo cấu hình để phân kênh hoặc không phân kênh thông tin dữ liệu trong PUSCH phụ thuộc vào chỉ báo trong trường thứ nhất. Trạm gốc còn bao gồm thêm bộ thu được tạo cấu hình để thu PUSCH.

Các đặc điểm kỹ thuật khác có thể dễ dàng nhận thấy bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này dựa vào các hình vẽ, mô tả, và các điểm yêu cầu bảo hộ.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế liên quan đến hệ thống truyền thông trước thế hệ thứ năm (5G) hoặc hệ thống truyền thông 5G/NR được đề xuất để hỗ trợ tốc độ dữ liệu cao hơn vượt xa hệ thống

truyền thông thế hệ thứ tư (4G) chẳng hạn như hệ thống phát triển dài hạn (LTE). Các phương án của sáng chế đề xuất phương pháp báo hiệu trước thông tin điều khiển trong các hệ thống truyền thông.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu rõ hơn phần mô tả sáng chế và những ưu điểm của sáng chế, tham khảo phần mô tả dưới đây cùng với các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau được sử dụng để chỉ các bộ phận giống nhau:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện mạng không dây làm ví dụ theo các phương án của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện gNB làm ví dụ theo các phương án của sáng chế;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện UE làm ví dụ theo các phương án của sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện kết cấu khe DL làm ví dụ theo các phương án của sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện kết cấu khe UL làm ví dụ để truyền dẫn PUSCH hoặc truyền dẫn PUCCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện quy trình lập mã làm ví dụ cho định dạng DCI theo các phương án của sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện quy trình giải mã làm ví dụ cho định dạng DCI để sử dụng với UE theo các phương án của sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ truyền làm ví dụ dành cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ thu làm ví dụ dành cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.10 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp xác định PUSCH để dồn kênh thông tin HARQ-ACK theo các phương án của sáng chế;

Fig.11 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp xác định bởi UE công suất truyền dẫn PUCCH dựa trên thông số thiết đặt không gian dành cho tài nguyên PUCCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện hoạt động của UE làm ví dụ để dồn kênh UCI từ truyền dẫn PUCCH chồng lấn thời gian trong một trong số truyền dẫn PUCCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện hoạt động của UE làm ví dụ để dồn kênh UCI từ truyền dẫn PUCCH và PUSCH chồng lấn thời gian trong truyền dẫn PUSCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp xác định số lần lặp lại truyền dẫn PUCCH mà bao gồm tải UCI, dựa trên số lần lặp lại được cung cấp bởi các lớp cao hơn dành cho tải UCI tham chiếu theo các phương án của sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp xác định số lần lặp lại truyền dẫn PUCCH dựa trên trạng thái TCI được chỉ báo trong định dạng DCI khởi động truyền dẫn PUCCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.16 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp xác định công suất truyền dẫn PUCCH dựa trên kiểu UCI mà được chứa trong truyền dẫn PUCCH theo các phương án của sáng chế; và

Fig.17 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp xác định số lượng khe để truyền dẫn PUCCH dựa trên tỷ lệ mã và số lượng khe được cung cấp bởi các lớp cao hơn theo các phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước khi đọc hiểu phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây, có lợi hơn nếu xác định rõ nghĩa của các từ và câu xác định sử dụng trong suốt bản mô tả này. Thuật ngữ “ghép nối” và các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự dùng để chỉ hoạt động truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp giữa hai hay nhiều bộ phận, dù có các bộ phận tiếp xúc vật lý với nhau hay không. Thuật ngữ “truyền”, và “thu”, “truyền thông”, cũng như các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự, bao hàm cả kiểu truyền thông trực tiếp và gián tiếp. Các thuật ngữ “bao gồm” và “gồm có”, cũng như các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự, có ý nghĩa bao gồm nhưng không hạn chế. Thuật ngữ “hoặc” cũng bao gồm nghĩa và/hoặc. Cụm từ “được liên kết với”, cũng như các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự, có nghĩa bao gồm, được bao gồm trong, kết nối với, chứa, được chứa trong, kết nối tới hoặc với, có khả năng truyền thông với, hợp tác với, xen kẽ, đặt cạnh nhau, gần sát, bị ràng buộc tới hoặc với, có, có thuộc tính của, có quan hệ tới hoặc với, hoặc ý nghĩa tương tự như vậy. Thuật ngữ “bộ điều khiển” có nghĩa là bất kỳ thiết bị, hệ thống hoặc một phần của nó điều khiển ít nhất một hoạt động. Chẳng hạn như bộ điều khiển có thể được thực hiện bằng phần cứng hoặc dạng kết hợp của phần cứng và phần mềm và/hoặc phần sụn. Được liên kết về mặt chức năng với bất kỳ bộ điều

khiến riêng biệt có thể là tập trung hoặc phân tán, cho dù ở tại chỗ hay từ xa. Cụm từ “ít nhất một trong số”, khi được sử dụng với danh sách các mục, có nghĩa là các dạng kết hợp khác của một hoặc nhiều mục được liệt kê có thể được sử dụng, và chỉ duy nhất một mục trong danh sách có thể được đòi hỏi. Ví dụ, “ít nhất một trong số: A, B, và C” bao gồm bất kỳ dạng kết hợp nào sau đây: A, B, C, A và B, A và C, B và C, và A và B và C.

Hơn nữa, các chức năng khác nhau được mô tả bên dưới có thể được thực hiện hoặc được hỗ trợ bằng một hoặc nhiều chương trình máy tính, mỗi một chương trình được tạo ra từ mã chương trình có thể đọc được bằng máy tính và được lưu trong vật ghi có thể đọc được bằng máy tính. Các thuật ngữ “ứng dụng” và “chương trình” dùng để chỉ một hoặc nhiều chương trình máy tính, thành phần phần mềm, tập lệnh, thủ tục, chức năng, đối tượng, lớp, thực thể, dữ liệu liên quan, hoặc một phần của nó phù hợp để thực hiện bằng mã chương trình đọc được bằng máy tính phù hợp. Cụm từ “mã chương trình đọc được bằng máy tính” bao gồm bất kỳ kiểu mã máy tính nào, bao gồm mã nguồn, mã đối tượng, và mã có thể thực thi được. Cụm từ “vật ghi đọc được bằng máy tính” bao gồm loại vật ghi bất kỳ có khả năng truy nhập được bằng máy tính, chẳng hạn như bộ nhớ chỉ đọc (read only memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (random access memory, RAM), ổ đĩa cứng, đĩa dạng compac (compact disc, CD), đĩa video kỹ thuật số (digital video disc, DVD), hoặc loại bộ nhớ bất kỳ khác. Vật ghi “bất khả biến” có thể đọc được bằng máy tính loại trừ các loại kết nối có dây, không dây, quang, hoặc các loại kết nối truyền thông khác truyền chuyển tiếp bằng tín hiệu điện hoặc các loại tín hiệu khác. Vật ghi bất khả biến có thể đọc được bằng máy tính bao gồm các phương tiện trong đó dữ liệu có thể được lưu vĩnh viễn và các phương tiện trong đó dữ liệu có thể được lưu và được ghi đè lên sau đó, chẳng hạn như đĩa quang có thể ghi và xóa được hoặc thiết bị nhớ có thể xóa được.

Các định nghĩa cho các từ và cụm từ nhất định khác được sử dụng trong suốt bản mô tả này. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này nên hiểu rằng trong nhiều trường hợp, không phải là hầu hết các trường hợp, thì các định nghĩa như vậy áp dụng cho việc sử dụng các từ và cụm từ đã được định nghĩa trước đó.

Các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.17, được thảo luận bên dưới, và các phương án khác nhau được sử dụng để mô tả các nguyên lý của sáng chế trong phần tài liệu sáng chế này chỉ là minh họa và không nên được hiểu theo bất kỳ cách nào để hạn chế phạm vi của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này phải hiểu rằng các

nguyên lý của sáng chế có thể được thực hiện trong hệ thống và thiết bị truyền thông vô tuyến bất kỳ được bố trí phù hợp.

Phần mô tả có dựa vào các tài liệu và các bản mô tả tiêu chuẩn sau đây: 3GPP TS 38.211 v15.1.0, “NR, Physical channels and modulation”; 3GPP TS 38.212 v15.1.0, “NR, Multiplexing and Channel coding”; 3GPP TS 38.213 v15.1.0, “NR, Physical Layer Procedures for Control”; 3GPP TS 38.214 v15.1.0, “NR, Physical Layer Procedures for Data”; 3GPP TS 38.321 v15.1.0, “NR, Medium Access Control (MAC) protocol specification”; và 3GPP TS 38.331 v15.1.0, “NR, Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification”.

Các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.4B bên dưới mô tả các phương án khác nhau được thực hiện trong các hệ thống truyền thông không dây và với việc sử dụng các kỹ thuật truyền thông dồn kênh phân chia tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing, OFDM) hoặc đa truy nhập phân chia tần số trực giao (orthogonal frequency division multiple access, OFDMA). Các phần mô tả của các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3 không nhằm hạn chế về mặt vật lý hoặc kiến trúc với cách thức mà trong đó các phương án khác nhau của sáng chế có thể được thực hiện. Các phương án khác nhau của sáng chế có thể được thực hiện trong bất kỳ hệ thống truyền thông nào được bố trí phù hợp.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện mạng không dây làm ví dụ theo các phương án của sáng chế. Phương án của mạng không dây được thể hiện trên Fig.1 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác về mạng không dây 100 có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.1, mạng không dây bao gồm gNB 101, gNB 102, và gNB 103. gNB 101 truyền thông với gNB 102 và gNB 103. gNB 101 cũng truyền thông với ít nhất một mạng 130, chẳng hạn như mạng Internet, mạng giao thức internet (internet protocol, IP) riêng, hoặc mạng dữ liệu khác.

gNB 102 cung cấp khả năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130 cho các UE thứ nhất trong vùng phủ 120 của gNB 102. Các UE thứ nhất bao gồm UE 111, có thể được đặt trong vùng kinh doanh nhỏ (Small Business, SB); UE 112 có thể được đặt trong vùng doanh nghiệp (Enterprise, E); UE 113 có thể được đặt trong vùng WiFi hotspot (HotSpot, HS); UE 114 có thể được đặt trong vùng cư dân thứ nhất (R), UE 115 có thể được đặt trong vùng cư dân thứ hai (R); và UE 116 có thể là thiết bị di động (Mobile, M), chẳng hạn như điện thoại di động, máy tính xách tay không dây, thiết bị hỗ

trợ cá nhân kỹ thuật số PDA không dây, hoặc thiết bị tương tự. gNB 103 cung cấp khả năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130 cho các UE thứ hai trong vùng phủ 125 của gNB 103. Các UE thứ hai bao gồm UE 115 và UE 116. Theo một số phương án, một hoặc nhiều gNB từ 101 đến 103 có thể truyền thông với nhau và với các UE từ 111 đến 116 sử dụng các kỹ thuật truyền thông 5G/NR, LTE, LTE-A, WiMAX, WiFi, hoặc kỹ thuật truyền thông khác.

Tùy thuộc vào kiểu mạng, mà thuật ngữ “trạm gốc” hoặc “BS” hoặc “gNB” có thể dùng để chỉ bộ phận bất kỳ (hoặc tập hợp nhiều bộ phận) được tạo cấu hình để cung cấp chức năng truy nhập không dây vào mạng, chẳng hạn như điểm truyền (transmit point, TP), điểm truyền-thu (transmit-receive point, TRP), trạm gốc tăng cường (eNodeB hoặc eNB), trạm gốc 5G/NR (gNB), macrocell, femtocell, điểm truy nhập (access point, AP) WiFi, hoặc các thiết bị cho phép truyền thông không dây khác. Các trạm gốc cung cấp chức năng truy nhập không dây theo một hoặc nhiều giao thức truyền thông không dây, ví dụ, giao thức truy nhập/giao diện vô tuyến mới (NR) vào mạng 5G/NR theo tiêu chuẩn của tổ chức 3GPP, mạng di động phát triển dài hạn (LTE), LTE cải tiến (LTE advanced, LTE-A), truy nhập gói tốc độ cao (high speed packet access, HSPA), Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac, v.v.. Để cho thuận tiện thì các thuật ngữ “BS”/“gNB” và “TRP” được sử dụng luân phiên trong phần mô tả này và dùng để chỉ các thành phần cơ sở hạ tầng mạng cung cấp khả năng truy nhập không dây cho các thiết bị đầu cuối ở xa. Vì vậy, tùy thuộc vào kiểu mạng, mà thuật ngữ “thiết bị của người dùng” hoặc “UE” có thể chỉ bất kỳ bộ phận nào, chẳng hạn như “trạm di động”, “trạm thuê bao”, “đầu cuối ở xa”, “đầu cuối không dây”, “điểm thu”, hoặc “thiết bị của người dùng”. Để cho thuận tiện, thì các thuật ngữ “thiết bị của người dùng” và “UE” được sử dụng trong sáng chế dùng để chỉ thiết bị không dây ở xa có khả năng truy nhập không dây vào BS, UE là thiết bị di động (chẳng hạn như điện thoại di động hoặc điện thoại thông minh) hoặc là thiết bị cố định (chẳng hạn như máy tính để bàn hoặc máy bán hàng tự động).

Các đường chấm chấm thể hiện kích thước gần đúng của các vùng phủ 120 và 125, được thể hiện như đường tròn gần đúng chỉ nhằm mục đích minh họa và giải thích. Nên hiểu rõ ràng rằng các vùng phủ được liên kết với các gNB, chẳng hạn như các vùng phủ 120 và 125, có thể có các hình dạng khác, bao gồm các hình dạng không theo quy tắc, tùy thuộc vào cấu hình của các gNB và sự thay đổi trong môi trường vô tuyến liên quan đến sức cản do tự nhiên và trở ngại do con người gây ra.

Như được mô tả chi tiết hơn bên dưới, một hoặc nhiều UE từ 111 đến 116 bao gồm mạch, chương trình, hoặc dạng kết hợp của chúng, để báo hiệu có hiệu quả thông tin điều khiển trong hệ thống truyền thông không dây tiên tiến. Theo một số phương án nhất định, và một hoặc nhiều gNB từ 101 đến 103 bao gồm mạch, chương trình, hoặc dạng kết hợp của chúng, để báo hiệu có hiệu quả thông tin điều khiển trong hệ thống truyền thông không dây tiên tiến.

Mặc dù Fig.1 thể hiện một ví dụ về mạng không dây, nhưng các phương án thay đổi khác nhau có thể được thực hiện dựa trên Fig.1. Ví dụ, mạng không dây có thể bao gồm số lượng gNB bất kỳ và số lượng UE bất kỳ theo bất kỳ sự bố trí phù hợp nào. Do đó, gNB 101 có thể truyền thông trực tiếp với số lượng UE bất kỳ và cung cấp cho những UE này chức năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130. Tương tự như vậy, mỗi gNB 102 và gNB 103 có thể truyền thông trực tiếp với mạng 130 và cung cấp cho các UE này chức năng truy nhập băng rộng không dây trực tiếp vào mạng 130. Hơn nữa, các gNB 101, gNB 102, và/hoặc gNB 103 có thể cung cấp chức năng truy nhập vào các mạng bên ngoài khác hoặc bổ sung, chẳng hạn như các mạng điện thoại bên ngoài hoặc các kiểu mạng dữ liệu khác.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện gNB làm ví dụ 102 theo các phương án của sáng chế. Phương án của gNB 102 được thể hiện trên Fig.2 chỉ nhằm mục đích minh họa, và các gNB 101 và 103 trên Fig.1 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Tuy nhiên, các gNB có nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.2 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với loại cấu hình cụ thể bất kỳ nào của gNB.

Như được thể hiện trên Fig.2, gNB 102 bao gồm nhiều anten từ 205a đến 205n, nhiều bộ thu phát RF từ 210a đến 210n, mạch xử lý truyền (TX) 215, và mạch xử lý thu (RX) 220. gNB 102 cũng bao gồm bộ điều khiển/bộ xử lý 225, bộ nhớ 230, và mạng backhaul hoặc giao diện mạng 235.

Các bộ thu phát từ 210a tới 210n thu, từ các anten từ 205a tới 205n, các tín hiệu RF theo chiều đến, chẳng hạn như các tín hiệu được truyền bằng các UE trong mạng 100. Các bộ thu phát từ 210a đến 210n biến đổi xuống các tín hiệu RF theo chiều đến để tạo ra các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc. Các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc được gửi tới mạch xử lý RX 220, tạo ra các tín hiệu băng gốc đã xử lý bằng cách lọc, giải mã, và/hoặc số hóa các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc. Mạch xử lý RX 220 truyền các tín hiệu băng gốc đã xử lý tới bộ điều khiển/bộ xử lý 225 để tiếp tục xử lý.

Mạch xử lý TX 215 thu tín hiệu tương tự hoặc dữ liệu số (chẳng hạn như dữ liệu thoại, dữ liệu web, thư điện tử, hoặc dữ liệu tương tác của trò chơi video) từ bộ điều khiển/bộ xử lý 225. Mạch xử lý TX 215 lập mã, dồn kênh, và/hoặc số hóa dữ liệu bằng gốc theo chiều đi để tạo ra các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF đã xử lý. Các bộ thu phát từ 210a tới 210n thu các tín hiệu băng gốc và tín hiệu IF đã xử lý theo chiều đi từ mạch xử lý TX 215 và biến đổi lên các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF thành các tín hiệu RF được truyền qua các anten từ 205a tới 205n.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc các bộ phận xử lý khác điều khiển toàn bộ hoạt động của gNB 102. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể điều khiển thu các tín hiệu kênh chuyển tiếp và truyền dẫn các tín hiệu kênh ngược bằng các bộ thu phát RF từ 210a đến 210n, mạch xử lý RX 220, và mạch xử lý TX 215 theo các nguyên lý đã biết. Bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể hỗ trợ thêm các chức năng như các chức năng truyền thông không dây cải tiến. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể hỗ trợ các hoạt động tạo chùm hoặc các hoạt động định tuyến hướng mà trong đó các tín hiệu theo chiều đi từ các anten 205a đến 205n được nhân trọng số khác nhau để điều khiển hướng các tín hiệu theo chiều đi đúng hướng phù hợp. Có rất nhiều các loại chức năng khác cũng có thể được hỗ trợ trong gNB 102 bằng bộ điều khiển/bộ xử lý 225.

Bộ điều khiển/bộ vi xử lý 225 cũng có khả năng thực thi các chương trình và các tiến trình khác trong bộ nhớ 230, chẳng hạn như hệ điều hành. Bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể di chuyển dữ liệu vào trong hoặc ra ngoài bộ nhớ 230 như được yêu cầu bởi quy trình thực thi.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 225 còn có thể được ghép nối với mạng backhaul hoặc giao diện mạng 235. Mạng backhaul hoặc giao diện mạng 235 cho phép gNB 102 truyền thông với các thiết bị hoặc hệ thống khác thông qua kết nối backhaul hoặc qua mạng. Giao diện 235 cũng có thể hỗ trợ truyền thông qua bất kỳ loại kết nối có dây hoặc không dây nào phù hợp. Ví dụ, khi gNB 102 được thực hiện như một phần của hệ thống truyền thông di động (chẳng hạn như hệ thống truyền thông hỗ trợ 5G/NR, LTE, hoặc LTE-A), thì giao diện 235 có thể cho phép gNB 102 truyền thông với các gNB khác qua kết nối backhaul có dây hoặc không dây. Khi gNB 102 được thực hiện như là điểm truy nhập, thì giao diện 235 có thể cho phép gNB 102 truyền thông qua mạng vùng nội bộ có dây hoặc không dây hoặc qua kết nối có dây hoặc không dây tới mạng lớn hơn (chẳng hạn như Internet). Giao diện 235 bao gồm bất kỳ loại truyền thông hỗ trợ kết cấu phù hợp qua kết

nối có dây hoặc không dây, chẳng hạn như Ethernet hoặc bộ thu phát RF.

Bộ nhớ 230 được ghép nối với bộ điều khiển/bộ xử lý 225. Một phần của bộ nhớ 230 có thể bao gồm bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM), và phần khác của bộ nhớ 230 có thể bao gồm bộ nhớ dạng flash hoặc bộ nhớ chỉ đọc (ROM) khác.

Mặc dù Fig.2 thể hiện một về dụ về gNB 102, nhưng các phương án thay đổi khác nhau vẫn có thể được thực hiện dựa trên Fig.2. Ví dụ, gNB 102 có thể bao gồm số lượng bất kỳ mỗi bộ phận được thể hiện trên Fig.2. Như là một ví dụ cụ thể, điểm truy nhập có thể bao gồm một số các giao diện 235, và bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể hỗ trợ các chức năng định tuyến để định tuyến dữ liệu giữa các địa chỉ mạng khác nhau. Một ví dụ cụ thể khác, trong khi được thể hiện trên hình vẽ bao gồm một mạch xử lý TX 215 và mạch xử lý RX 220, nhưng gNB 102 cũng có thể bao gồm nhiều loại mạch nêu trên (chẳng hạn như mỗi loại mạch được dùng cho mỗi bộ thu phát RF). Do đó, các bộ phận khác nhau trên Fig.2 có thể được kết hợp, được chia nhỏ ra, hoặc được bỏ qua và các bộ phận bổ sung có thể được thêm vào tùy theo yêu cầu cụ thể.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện UE làm ví dụ 116 theo các phương án của sáng chế. Phương án của UE 116 được thể hiện trên Fig.3 chỉ nhằm mục đích minh họa, và các UE từ 111 đến 115 trên Fig.1 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Tuy nhiên, các UE có nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.3 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với loại cấu hình cụ thể bất kỳ nào của UE.

Như được thể hiện trên Fig.3, UE 116 bao gồm anten 305, bộ thu phát tần số vô tuyến (RF) 310, mạch xử lý truyền (TX) 315, micro 320, và mạch xử lý thu (RX) 325. UE 116 còn bao gồm loa 330, bộ xử lý 340, giao diện (IF) vào/ra (I/O) 345, thiết bị nhập 350, thiết bị hiển thị 255, và bộ nhớ 360. Bộ nhớ 360 bao gồm hệ điều hành (OS) 361 và một hoặc nhiều chương trình ứng dụng 362.

Bộ thu phát RF 310 thu, từ anten 305, tín hiệu RF theo chiều đến được truyền bằng gNB của mạng 100. Các bộ thu phát từ 310 biến đổi xuống các tín hiệu RF theo chiều đến để tạo ra các tín hiệu trung tần (IF) hoặc tín hiệu băng gốc. Các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc được truyền tới mạch xử lý RX 325, tạo ra các tín hiệu băng gốc đã xử lý bằng cách lọc, giải mã, và/hoặc số hóa các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc. Mạch xử lý RX 325 truyền tín hiệu băng gốc đã xử lý tới loa 330 (chẳng hạn như dành cho dữ liệu thoại) hoặc tới bộ xử lý 340 để tiếp tục xử lý (chẳng hạn như dành cho dữ liệu trình duyệt web).

Mạch xử lý TX 315 thu dữ liệu thoại dạng tương tự hoặc số từ micrô 320 hoặc dữ liệu băng gốc theo chiều đi khác (chẳng hạn như dữ liệu web, thư điện tử, hoặc dữ liệu tương tác của trò chơi video) từ bộ xử lý 340. Mạch xử lý TX 315 lập mã, dồn kênh, và/hoặc số hóa dữ liệu băng gốc theo chiều đi để tạo ra các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF đã xử lý. Các bộ thu phát từ 310 thu các tín hiệu băng gốc và tín hiệu IF đã xử lý theo chiều đi từ mạch xử lý TX 315 và biến đổi lên các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF thành các tín hiệu RF được truyền qua các anten 305.

Bộ xử lý 340 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc các bộ phận xử lý khác và bộ xử lý 340 vận hành hệ điều hành OS 361 được lưu trữ trong bộ nhớ 360 để điều khiển toàn bộ hoạt động của UE 116. Ví dụ, bộ xử lý 340 có thể điều khiển thu các tín hiệu kênh chuyển tiếp và truyền dẫn các tín hiệu kênh ngược bằng các bộ thu phát RF 310, mạch xử lý RX 325, và mạch xử lý TX 315 theo các nguyên lý đã biết. Theo một số phương án của sáng chế, bộ xử lý 340 bao gồm ít nhất một bộ vi xử lý hoặc bộ vi điều khiển.

Bộ xử lý 340 còn có khả năng thực hiện các quy trình khác và các chương trình được ghi trong bộ nhớ 360, chẳng hạn như các quy trình để quản lý chùm. Bộ xử lý 340 có thể di chuyển dữ liệu vào trong hoặc ra ngoài bộ nhớ 360 như được yêu cầu bởi quy trình thực thi. Theo một số phương án, bộ xử lý 340 được tạo cấu hình để thực thi các chương trình ứng dụng 362 dựa trên hệ điều hành OS 361 hoặc nhằm đáp lại các tín hiệu thu được từ các gNB hoặc người dùng. Bộ xử lý 340 cũng được nối với giao diện nhập/xuất 345, cung cấp cho UE 116 khả năng kết nối với các thiết bị khác chẳng hạn như các máy tính xách tay và máy tính cầm tay. Giao diện I/O 345 là đường truyền thông giữa các thiết bị và bộ xử lý 340.

Bộ xử lý 340 cũng có thể được ghép nối với màn hình cảm ứng 350 và bộ hiển thị 355. Người sử dụng UE 116 có thể sử dụng màn hình cảm ứng 350 để nhập dữ liệu vào trong UE 116. Bộ hiển thị 355 có thể là bộ hiển thị tinh thể lỏng, bộ hiển thị điốt phát quang, hoặc bộ hiển thị khác có khả năng xuất ra đoạn văn bản và/hoặc ít nhất là đồ họa bị hạn chế, chẳng hạn từ các trang web.

Bộ nhớ 360 được ghép nối với bộ xử lý 340. Một phần của bộ nhớ 360 có thể bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), và phần khác của bộ nhớ 360 có thể bao gồm bộ nhớ dạng flash hoặc bộ nhớ chỉ đọc (ROM) khác.

Mặc dù Fig.3 thể hiện một ví dụ về UE 116, nhưng các phương án thay đổi khác

nhau vẫn có thể được thực hiện dựa trên Fig.3. Ví dụ, các bộ phận khác nhau trên Fig.3 có thể được kết hợp, được chia nhỏ ra, hoặc được bỏ qua và các bộ phận bổ sung có thể được thêm vào tùy theo yêu cầu cụ thể. Một ví dụ cụ thể khác, các bộ xử lý 340 cũng có thể được chia thành nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (CPU) và một hoặc nhiều bộ xử lý đồ họa (GPU). Do đó, trong khi Fig.3 thể hiện UE 116 được tạo cấu hình như điện thoại di động hoặc điện thoại thông minh, nhưng các UE cũng có thể được tạo cấu hình để hoạt động như các loại thiết bị di động hoặc cố định khác.

Để đáp ứng nhu cầu đối với lưu lượng dữ liệu không dây tăng lên kể từ khi sự phát triển của các hệ thống truyền thông 4G, thì đã có nhiều nỗ lực được tạo ra để phát triển hệ thống truyền thông 5G/NR hoặc Pre-5G/NR cải tiến. Do đó, hệ thống truyền thông 5G/NR hoặc pre-5G/NR còn được gọi là “vượt xa mạng 4G” hoặc “hệ thống sau LTE”. Hệ thống truyền thông 5G/NR được xem xét thực hiện trong dải tần số cao hơn (sóng mm), ví dụ như dải tần 60 GHz, để đạt được tốc độ dữ liệu cao hơn. Để giảm tiêu hao lan truyền của sóng vô tuyến và tăng khoảng cách truyền dẫn, thì kỹ thuật tạo chùm tia, kỹ thuật nhiều đầu vào-nhiều đầu ra (multiple-input multiple-output, MIMO), kỹ thuật MIMO toàn chiều (full dimensional MIMO, FD MIMO), anten mảng, kỹ thuật tạo chùm tia tương tự, kỹ thuật anten mảng lớn được đề cập trong các hệ thống truyền thông 5G/NR. Ngoài ra, trong các hệ thống truyền thông 5G/NR, việc phát triển để cải tiến hệ thống mạng được tiến hành dựa trên các tế bào nhỏ hoàn chỉnh, mạng truy nhập vô tuyến dựa trên điện toán đám mây (cloud radio access network, C-RAN), các mạng siêu dày đặc, truyền thông từ thiết bị tới thiết bị (device-to-device, D2D), mạng backhaul không dây, mạng chuyển động, mạng hợp tác, truyền thông đa điểm điều phối (coordinated multi-points, CoMP), khử nhiễu bên đầu thu và các phương thức truyền thông tương tự. Trong hệ thống 5G/NR, điều biến lai (FQAM) giữa điều biến khóa dịch pha (phase shift keying, FSK) và điều biến biên độ cầu phương (quadrature amplitude modulation, QAM) và mã chồng cửa sổ trượt (sliding window superposition coding, SWSC) như điều biến mã hoàn chỉnh (advanced coding modulation, AMC), và điều biến lọc dải đa sóng mang (filter bank multi carrier, FBMC), đa truy nhập không trực giao (non-orthogonal multiple access, NOMA), và đa truy nhập mã thưa (sparse code multiple access, SCMA) như kỹ thuật truy nhập tiên tiến được phát triển.

Hệ thống truyền thông bao gồm đường xuống (downlink, DL) dùng để chỉ hoạt động truyền dẫn từ trạm gốc hoặc một hoặc nhiều điểm truyền dẫn tới các UE và đường

lên (uplink, UL) dùng để chỉ hoạt động truyền dẫn từ các UE tới trạm gốc hoặc tới một hoặc nhiều điểm thu.

Đơn vị thời gian để báo hiệu đường xuống hoặc đường lên trên tế bào được gọi là khe thời gian và có thể bao gồm một hoặc nhiều các ký hiệu khe thời gian. Ký hiệu khe cũng có thể được gọi là đơn vị thời gian bổ sung. Đơn vị tần số (hoặc băng thông (BW)) được gọi là khối tài nguyên (resource block, RB). Một RB bao gồm nhiều sóng mang con (sub-carrier, SC). Ví dụ, khe có thể có độ dài 0,5 mili giây hoặc 1 mili giây, bao gồm 14 ký hiệu và RB có thể có BW 180 KHz và bao gồm 12 SC với khoảng cách giữa các sóng mang con 15 KHz hoặc 30 KHz, và v.v..

Các tín hiệu DL bao gồm các tín hiệu dữ liệu vận chuyển nội dung thông tin, các tín hiệu điều khiển vận chuyển thông tin điều khiển DL (DCI), và các tín hiệu tham chiếu (RS) mà đã được biết đến như là các tín hiệu dẫn đường. gNB truyền thông tin dữ liệu hoặc DCI thông qua các kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) hoặc các kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) tương ứng. PDSCH hoặc PDCCH có thể được truyền trên số lượng ký hiệu khe thay đổi bao gồm một ký hiệu khe.

gNB truyền một hoặc nhiều kiểu tín hiệu chuẩn (RS) bao gồm tín hiệu chuẩn - thông tin trạng thái kênh (channel state information - reference signal, CSI-RS) và tín hiệu chuẩn giải điều biến (demodulation RS, DMRS). CSI-RS được dùng cho các UE để thực hiện đo và cung cấp thông tin trạng thái kênh (channel state information, CSI) cho gNB. Để đo lường kênh, thì các tài nguyên CSI-RS công suất khác không (non-zero power CSI-RS, NZP CSI-RS) được sử dụng. Để báo cáo đo lường nhiễu (interference measurement report, IMR), thì các tài nguyên đo lường nhiễu CSI-IM (CSI interference measurement, CSI-IM) được liên kết với cấu hình CSI-RS công suất khác không (NZP CSI-RS) được sử dụng. Quá trình xử lý CSI bao gồm các tài nguyên NZP CSI-RS và CSI-IM.

UE có thể xác định các thông số truyền dẫn CSI-RS thông qua báo hiệu điều khiển DL hoặc báo hiệu lớp cao hơn, chẳng hạn như báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control, RRC) từ gNB. DMRS được truyền trong BW của PDCCH hoặc PDSCH tương ứng và UE có thể sử dụng DMRS để giải điều biến dữ liệu hoặc thông tin điều khiển.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện kết cấu khe DL làm ví dụ 400 theo các phương án của sáng chế. Phương án của kết cấu khe DL 400 được thể hiện trên Fig.4 chỉ nhằm mục đích

minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.4 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

Khe DL 410 bao gồm N_{syms}^{DL} ký hiệu 420 trong đó gNB có thể truyền thông tin dữ liệu, DCI, hoặc DMRS. BW hệ thống DL bao gồm N_{RB}^{DL} khối tài nguyên (RB). Mỗi RB bao gồm N_{SC}^{RB} sóng mang con (SC). UE được gán M_{PDSCH} RB do đó có tổng cộng $M_{SC}^{PDSCH} = M_{PDSCH} \cdot N_{SC}^{RB}$ SC 430 dành cho BW truyền dẫn PDSCH. PDCCH vận chuyển DCI được truyền trên các phần tử kênh điều khiển (control channel element, CCE) mà gần như được trải ra trên băng thông hệ thống DL. Ký hiệu khe thứ nhất 440 có thể được sử dụng bởi gNB để truyền PDCCH. Ký hiệu khe thứ hai 450 có thể được sử dụng bởi gNB để truyền PDCCH hoặc PDSCH. Các ký hiệu khe còn lại 460 có thể được sử dụng bởi gNB để truyền PDSCH và CSI-RS. Trong một số khe, gNB cũng có thể truyền các tín hiệu đồng bộ và các kênh mà vận chuyển thông tin hệ thống.

Các tín hiệu UL cũng bao gồm các tín hiệu dữ liệu vận chuyển nội dung thông tin, các tín hiệu vận chuyển thông tin điều khiển đường lên (UL control information, UCI), DMRS được liên kết với thông tin dữ liệu hoặc giải điều biến UCI, tín hiệu chuẩn thăm dò (SRS) cho phép gNB thực hiện đo lường kênh UL, và thông tin mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (random access, RA) cho phép UE thực hiện truy nhập ngẫu nhiên. UE truyền thông tin dữ liệu hoặc UCI thông qua kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) hoặc kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) tương ứng. PUSCH hoặc PUCCH có thể được truyền trên số lượng ký hiệu khe thay đổi bao gồm một ký hiệu khe. Khi UE truyền thông tin dữ liệu và UCI, thì UE có thể dồn kênh cả hai trong PUSCH và bỏ truyền dẫn PUCCH.

UCI bao gồm thông tin báo nhận yêu cầu truyền lại tự động cơ chế lai (HARQ-ACK), chỉ báo phát hiện chính xác hoặc không chính xác của các khối vận chuyển dữ liệu (TB) trong PDSCH, thông tin yêu cầu lập lịch (scheduling request, SR) chỉ báo việc UE có dữ liệu trong bộ nhớ đệm của UE hay không, và các báo cáo CSI cho phép gNB chọn các thông số thích hợp để truyền PDSCH hoặc PDCCH tới UE. Thông tin HARQ-ACK có thể được tạo cấu hình với độ chia nhỏ hơn trên mỗi TB và có thể trên mỗi khối mã (code block, CB) dữ liệu hoặc trên mỗi nhóm CB dữ liệu trong đó TB dữ liệu bao gồm một số lượng CB dữ liệu.

Báo cáo CSI từ UE có thể bao gồm chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator, CQI) thông báo gNB có sơ đồ điều biến và mã hóa (modulation and coding scheme, MCS) lớn nhất đối với UE để phát hiện TB dữ liệu với tỷ lệ lỗi khối (block error rate, BLER) định trước, chẳng hạn như 10% BLER, của bộ chỉ báo ma trận mã trước (precoding matrix indicator, PMI) thông báo gNB cách để kết hợp các tín hiệu từ nhiều anten truyền phù hợp với nguyên lý truyền dẫn nhiều đầu vào nhiều đầu ra (MIMO), và của bộ chỉ báo bậc (rank indicator, RI) chỉ báo bậc truyền dẫn dành cho PDSCH.

UL RS bao gồm DMRS và SRS. DMRS chỉ được truyền trong BW truyền dẫn PUSCH hoặc PUCCH tương ứng. gNB có thể sử dụng DMRS để giải điều biến thông tin trong PUSCH hoặc PUCCH tương ứng. SRS được truyền bởi UE để cung cấp cho gNB UL CSI và, đối với hệ thống TDD, truyền dẫn SRS cũng có thể cung cấp PMI để truyền dẫn DL. Ngoài ra, để thiết lập đồng bộ hoặc kết nối khởi tạo lớp cao hơn với gNB, thì UE có thể truyền kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý (physical random access channel, PRACH).

Fig.5 là hình vẽ thể hiện kết cấu khe UL làm ví dụ 500 để truyền dẫn PUSCH hoặc truyền dẫn PUCCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của kết cấu khe UL 500 được thể hiện trên Fig.5 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.5 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

Như được thể hiện trên Fig.5, khe 510 bao gồm N_{symb}^{UL} ký hiệu 520 trong đó UE truyền thông tin dữ liệu, UCI, hoặc DMRS. BW hệ thống UL bao gồm N_{RB}^{UL} RB. Mỗi RB bao gồm N_{SC}^{RB} sóng mang con (SC). UE được gán M_{PUSCH} RB do đó có tổng cộng $M_{SC}^{PUSCH} = M_{PUSCH} \cdot N_{SC}^{RB}$ SC 530 dành cho băng thông truyền dẫn PUSCH (“X”=“S”) hoặc dành cho băng thông truyền dẫn PUCCH (“X”=“C”). Một hoặc nhiều ký hiệu khe cuối có thể được sử dụng để dòn kênh truyền dẫn SRS 550 hoặc truyền dẫn PUCCH ngắn từ một hoặc nhiều UE.

Số lượng các khe ký hiệu UL khả dụng để truyền dẫn dữ liệu/UCI/DMRS là $N_{symb}^{PUSCH} = 2 \cdot (N_{symb}^{UL} - 1) - N_{SRS}$ trong đó N_{SRS} là số lượng ký hiệu khe được sử dụng để truyền dẫn SRS. Do đó, số lượng tổng cộng các RE dành cho truyền dẫn PUSCH là

$M_{SC}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH}$. Truyền dẫn PUCCH và truyền dẫn PUSCH cũng có thể xảy ra trong cùng một khe; ví dụ, UE có thể truyền PUSCH trong các ký hiệu khe sớm hơn và PUCCH trong các ký hiệu khe muộn hơn và sau đó các ký hiệu khe được sử dụng cho PUCCH không khả dụng cho PUSCH và ngược lại.

Khe lai bao gồm vùng truyền dẫn DL, vùng bảo vệ, và vùng truyền dẫn UL, tương tự với khung con đặc biệt trong phần đặc tả kỹ thuật của hệ thống LTE. Ví dụ, vùng truyền dẫn DL có thể chứa truyền dẫn PDCCH và PDSCH và vùng truyền dẫn UL có thể chứa truyền dẫn PUCCH. Ví dụ, vùng truyền dẫn DL có thể chứa truyền dẫn PDCCH và vùng truyền dẫn UL có thể chứa truyền dẫn PUSCH và PUCCH.

Truyền dẫn DL và truyền dẫn UL có thể dựa trên dạng sóng dồn kênh phân chia tần số trực giao (OFDM) bao gồm phương án sử dụng mã trước DFT mà được biết đến như OFDM trái DFT.

UE thường giám sát nhiều vị trí ứng cử để thu PDCCH tiềm năng tương ứng để giải mã các định dạng DCI trong khe. Định dạng DCI bao gồm các bit kiểm dư vòng (cyclic redundancy check, CRC) để cho UE xác định việc phát hiện chính xác định dạng DCI. Kiểu định dạng DCI được nhận dạng bởi bộ nhận dạng tạm thời mạng vô tuyến (radio network temporary identifier, RNTI) mà xáo trộn các bit CRC. Đối với định dạng DCI lập lịch PDSCH hoặc PUSCH cho một UE, thì RNTI có thể là RNTI tế bào (cell RNTI, C-RNTI), hoặc các biến thể của C-RNTI chẳng hạn như CS-RNTI hoặc MCS-C-RNTI, và phục vụ như bộ nhận dạng UE. Đối với định dạng DCI lập lịch PDSCH vận chuyển thông tin hệ thống (system information, SI), thì RNTI có thể là SI-RNTI. Đối với định dạng DCI lập lịch PDSCH cung cấp hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên (random access response, RAR), thì RNTI có thể là RA-RNTI. Đối với định dạng DCI cung cấp các lệnh TPC, thì RNTI có thể là TPC-PUSCH-RNTI, TPC-PUCCH-RNTI, hoặc TPC-SRS-RNTI để liên kết lần lượt các giá trị lệnh TPC với công suất truyền dẫn của PUSCH, PUCCH, hoặc SRS. Mỗi kiểu RNTI có thể được tạo cấu hình cho UE thông qua báo hiệu lớp cao hơn chẳng hạn như báo hiệu RRC. Định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PDSCH cho UE còn được gọi là định dạng DL DCI hoặc phân bổ DL trong khi định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH từ UE còn được gọi là định dạng UL DCI hoặc cấp phát UL.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện quy trình lập mã làm ví dụ 600 dành cho định dạng DCI

theo các phương án của sáng chế. Phương án của quy trình lập mã 600 dành cho định dạng DCI được thể hiện trên Fig.6 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

gNB lập mã và truyền riêng biệt mỗi định dạng DCI trong PDCCH tương ứng. RNTI mang mặt nạ cho CRC của từ mã định dạng DCI để cho phép UE nhận dạng định dạng DCI. Ví dụ, CRC và RNTI có thể bao gồm 16 bit. CRC của các bit định dạng DCI (không được mã hóa) 610 được xác định bằng cách sử dụng bộ tính CRC 620, và CRC được mang mặt nạ bằng cách sử dụng bộ toán tử loại trừ OR (XOR) 8630 giữa các bit CRC và các bit RNTI 640. Toán tử XOR được định rõ là $XOR(0,0) = 0$, $XOR(0,1) = 1$, $XOR(1,0) = 1$, $XOR(1,1) = 0$. Các bit CRC được mang mặt nạ được thêm vào các bit thông tin định dạng DCI bằng cách sử dụng bộ thêm CRC 650. Bộ lập mã 660 thực hiện mã hóa kênh (chẳng hạn như mã xoắn căn đuôi hoặc mã cực), theo sau là hoạt động so khớp tỷ lệ với các tài nguyên được cấp phát bởi bộ so khớp tỷ lệ 670. Các bộ xen kẽ và điều biến 680 áp dụng xem kẽ và điều biến, chẳng hạn như QPSK, và tín hiệu điều khiển đầu ra 690 được truyền.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện quy trình thu và giải mã làm ví dụ 700 dành cho định dạng DCI để sử dụng với UE theo các phương án của sáng chế. Phương án của quy trình giải mã 700 dành cho định dạng DCI để sử dụng với UE được thể hiện trên Fig.7 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Tín hiệu điều khiển được thu 710 được giải điều biến và giải xen kẽ bởi bộ giải điều biến và bộ giải xen kẽ 720. Việc so khớp tỷ lệ được áp dụng tại bộ truyền gNB được khôi phục bởi bộ so khớp tỷ lệ 730, và các bit kết quả được giải mã bởi bộ giải mã 740. Sau khi giải mã, bộ tách CRC 750 tách các bit CRC và cung cấp các bit thông tin định dạng DCI 760. Các bit thông tin định dạng DCI được khử mặt nạ 770 bởi toán tử XOR với RNTI 780 (khi có thể áp dụng được) và việc kiểm tra CRC được thực hiện bởi bộ kiểm tra CRC 790. Khi kiểm tra CRC thành công (tổng kiểm tra là không), thì các bit thông tin định dạng DCI được coi là hợp lệ. Khi kiểm tra CRC không thành công, thì các bit thông tin định dạng DCI được coi là không hợp lệ.

UE có thể truyền HARQ-ACK trong PUCCH hoặc trong PUSCH mà tương ứng với nhiều lần thu PDSCH bởi UE. UE có thể xác định tải thông tin HARQ-ACK mà tương ứng với tất cả các lần thu PDSCH không chồng lấn mà UE có thể truyền thông tin

HARQ-ACK tương ứng trong cùng một PUSCH hoặc PUCCH (từ mã HARQ-ACK bán tĩnh) hoặc dựa trên các trường chỉ báo phân bổ DL (DL assignment indicator, DAI) mà được chứa trong định dạng DCI lập lịch thu PDSCH cho UE hoặc trong định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH từ UE (từ mã HARQ-ACK động). Khi UE có nhiều truyền dẫn PUSCH được lập lịch, thì có lợi cho độ tin cậy thu thông tin HARQ-ACK hoặc thông tin dữ liệu để cung cấp phương tiện cho UE để xác định một trong số truyền dẫn PUSCH để dồn kênh thông tin HARQ-ACK hoặc, nói chung là, UCI.

Khi UE truyền các bit HARQ-ACK trong PUSCH, thì UE xác định số ký hiệu điều biến được mã hóa trên mỗi lớp Q' cho HARQ-ACK như trong biểu thức 1.

$$Q'_{ACK} = \min \left\{ \left\lceil \frac{(O_{ACK} + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C_{UL-SCH}-1} K_r} \right\rceil, \sum_{l=0}^{N_{symb,all}^{PUSCH}-1} M_{sc}^{\Phi_{UCI}}(l) \right\} \dots\dots\dots \text{biểu thức 1}$$

trong đó O_{ACK} là số lượng bit HARQ-ACK; L là số lượng bit CRC, nếu có; M_{sc}^{PUSCH} là băng thông được lập lịch để truyền dẫn PUSCH, được thể hiện là số lượng sóng mang con; N_{symb}^{PUSCH} là số lượng ký hiệu để truyền dẫn PUSCH, không bao gồm tất cả các ký hiệu được sử dụng cho DMRS; $\beta_{offset}^{PUSCH} = \beta_{offset}^{HARQ-ACK}$; C_{UL-SCH} là số lượng khối mã cho UL-SCH trong truyền dẫn PUSCH; K_r là kích thước khối mã thứ r cho UL-SCH trong truyền dẫn PUSCH; M_{sc}^{PT-RS} là số lượng sóng mang con trong ký hiệu mà mang PTRS trong truyền dẫn PUSCH; N_{symb}^{PTRS} là số lượng ký hiệu mà mang PTRS, trong truyền dẫn PUSCH; $M_{sc}^{\Phi_{UCI}}(l) = |\Phi_l^{UCI}|$ là số lượng phần tử trong tập Φ_l^{UCI} , trong đó Φ_l^{UCI} là tập các phần tử tài nguyên khả dụng để truyền dẫn UCI trong ký hiệu l , trong đó $l=0,1,2,\dots,N_{symb,all}^{PUSCH}-1$, và $N_{symb,all}^{PUSCH}$ là tổng số lượng ký hiệu của PUSCH; và $\lceil \cdot \rceil$ là hàm trần mà làm tròn số trị số thành số nguyên cao hơn kế tiếp.

Khi UE truyền CSI phần 1 trong PUSCH, thì UE xác định số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa trên lớp Q'_{CSI1} như trong biểu thức 2.

$$Q'_{CSI,1} = \min \left\{ \left[\frac{(O_{CSI,1} + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C_{UL-SCH}-1} K_r} \right], \left(\left(\sum_{l=0}^{N_{symb,all}^{PUSCH}-1} M_{sc}^{\Phi_{UCI}}(l) \right) - Q'_{ACK} \right) \right\} \quad \text{..... biểu}$$

thức 2

trong đó $O_{CSI,1}$ là số lượng bit dành cho CSI phần 1; L là số lượng bit CRC, nếu có, để mã hóa CSI phần 1; $\beta_{offset}^{PUSCH} = \beta_{offset}^{CSI-part1}$; và Q'_{ACK} là số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa trên lớp dành cho HARQ-ACK được truyền trên PUSCH nếu số lượng

bit thông tin HARQ-ACK lớn hơn 2, và $Q'_{ACK} = \sum_{l=0}^{N_{symb,all}^{PUSCH}-1} \overline{M}_{sc,rvd}^{\Phi}(l)$ nếu số lượng bit thông tin HARQ-ACK là 1 hoặc 2 bit, trong đó $\overline{\Phi}_l^{rvd}$ là tập các phần tử tài nguyên được dành riêng để truyền dẫn HARQ-ACK tiềm năng trong ký hiệu l , trong đó $l=0,1,2,\dots,N_{symb,all}^{PUSCH}-1$ và $\overline{M}_{sc,rvd}^{\Phi}(l) = |\overline{\Phi}_l^{rvd}|$ là số lượng phần tử trong $\overline{\Phi}_l^{rvd}$. Phần chú giải còn lại tương tự với phần được mô tả cho tín hiệu HARQ-ACK và không được mô tả ở đây cho ngắn gọn.

Khi UE truyền CSI phần 2 trong PUSCH, thì UE xác định số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa trên lớp $Q'_{CSI,1}$ như trong biểu thức 3.

$$Q'_{CSI,2} = \min \left\{ \left[\frac{(O_{CSI,2} + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C_{UL-SCH}-1} K_r} \right], \left(\left(\sum_{l=0}^{N_{symb,all}^{PUSCH}-1} M_{sc}^{\Phi_{UCI}}(l) \right) - Q'_{ACK} - Q'_{CSI,1} \right) \right\}$$

..... biểu thức 3

trong đó $O_{CSI,2}$ là số lượng bit dành cho CSI phần 2, nếu có; L là số lượng bit CRC để mã hóa CSI phần 2; $\beta_{offset}^{PUSCH} = \beta_{offset}^{CSI-part2}$; Q'_{ACK} là số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa trên lớp dành cho HARQ-ACK được truyền trên PUSCH nếu số lượng bit thông tin HARQ-ACK lớn hơn 2, và $Q'_{ACK}=0$ nếu số lượng bit thông tin HARQ-ACK là 1 hoặc 2 bit; và $Q'_{CSI,1}$ là số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa trên lớp dành cho CSI phần 1 được truyền trên PUSCH. Phần chú giải còn lại tương tự với phần được mô tả cho tín hiệu HARQ-ACK và không được mô tả ở đây cho ngắn gọn.

Để dồn kênh UCI trong PUSCH, thì các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK đột lỗ các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu hoặc các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI phần 2 khi tải HARQ-ACK là 1 hoặc 2 bit và lần lượt được so khớp tỷ lệ với các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu hoặc với các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI phần 2, khi tải HARQ-ACK lớn hơn 2 bit. Tập $\overline{\Phi}_l^{\text{rvd}}$ của các RE được dành riêng trong ký hiệu để truyền dẫn HARQ-ACK tiềm năng.

Truyền dẫn PUSCH có thể chỉ vận chuyển A-CSI, và cũng có thể bao gồm HARQ-ACK, mà không bao gồm thông tin dữ liệu UL-SCH bất kỳ. Khi UE chỉ dồn kênh UCI (mà không có thông tin dữ liệu UL-SCH) trong truyền dẫn PUSCH và UE cũng truyền các bit thông tin HARQ-ACK, thì UE xác định số lượng ký hiệu được mã hóa Q' cho HARQ-ACK như trong biểu thức 4 trong đó $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{HARQ-ACK}} / \beta_{\text{offset}}^{\text{CSI-part1}}$ và ký hiệu còn lại giống như được mô tả trước đó:

$$Q'_{\text{ACK}} = \min \left\{ \left\lceil \frac{(O_{\text{ACK}} + L) \cdot M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}}{O_{\text{CSI},1}} \right\rceil, \sum_{l=0}^{N_{\text{symb,all}}^{\text{PUSCH}}-1} M_{\text{sc}}^{\Phi_{\text{UCI}}}(l) \right\} \dots\dots\dots$$

biểu thức 4

Việc xác định số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa cho kiểu UCI trên lớp Q' dựa trên một giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ tương ứng mà gNB tạo cấu hình cho UE bởi báo hiệu lớp cao hơn hoặc chỉ báo cho UE với trường trong định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH từ tập các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ định trước chẳng hạn như, ví dụ, với trường 2 bit chỉ báo một trong số bốn giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ định trước.

Trong trường hợp thông tin dữ liệu không được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH, bằng cách sử dụng biểu thức 4 để suy ra số ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK có thể dẫn đến việc vượt quá kích thước đáng kể khi $O_{\text{CSI},1}$ không phản ánh tổng tải CSI và, nếu tập các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{HARQ-ACK}}$ mà được cung cấp bởi các lớp cao hơn được sử dụng, ví dụ theo tải HARQ-ACK, thì các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{HARQ-ACK}}$ có thể lớn hơn đáng kể so với cần thiết, ví dụ theo thứ tự độ lớn, khi các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{HARQ-ACK}}$ thường được chọn để dồn kênh HARQ-ACK trong PUSCH mà bao gồm thông tin dữ liệu và khi BLER đích

cho thông tin dữ liệu thường lớn hơn đáng kể so với BLER đích cho CSI. Phải lưu ý rằng đối với BLER đích thông tin HARQ-ACK đã cho, thì giá trị $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}$ thường tỷ lệ nghịch với BLER đích của kiểu thông tin (dữ liệu hoặc CSI) phục vụ như phần tham chiếu để xác định số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ truyền 800 cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của sơ đồ khối bộ truyền 800 được thể hiện trên Fig.8 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.8 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

Tham khảo Fig.8, các bit thông tin CSI được mã hóa 805, nếu có, các bit thông tin HARQ-ACK được mã hóa 810, nếu có, và các bit thông tin dữ liệu được mã hóa 820, nếu có, được dồn kênh bởi bộ dồn kênh 830. Các ký hiệu điều biến HARQ-ACK được mã hóa, nếu có, đột lỗ các ký hiệu điều biến dữ liệu và/hoặc CSI khi số lượng bit HARQ-ACK nhỏ hơn 2 và được so khớp tỷ lệ với các ký hiệu điều biến dữ liệu và/hoặc CSI khi số lượng bit HARQ-ACK nhiều hơn 2. Số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK hoặc CSI có thể được xác định bởi bộ xử lý (không được thể hiện trên hình vẽ), ví dụ trong biểu thức 1 đến biểu thức 3. Khi dạng sóng DFT-S-OFDM được sử dụng để truyền dẫn, thì biến đổi fourier rời rạc (discrete fourier transform, DFT) được áp dụng bởi bộ DFT 840 (DFT không được áp dụng trong trường hợp dạng sóng OFDM), các RE 850 tương ứng với băng thông truyền dẫn PUSCH được chọn lựa bởi bộ chọn lựa 855, IFFT được thực hiện bởi bộ IFFT 860, đầu ra được lọc bởi bộ lọc 870 và được áp dụng công suất nhất định bởi bộ khuếch đại công suất (power amplifier, PA) 880 và sau đó tín hiệu được truyền 890. Nếu có thông tin bất kỳ trong số thông tin dữ liệu, CSI, hoặc thông tin HARQ-ACK không được dồn kênh, thì khối trên Fig.8 tương ứng với chức năng xử lý bộ truyền tương ứng được bỏ qua. Để ngắn gọn, thì mạch truyền bổ sung chẳng hạn như bộ biến đổi số - tương tự, bộ lọc, bộ khuếch đại, và anten truyền cũng như các bộ lập mã và điều biến cho các ký hiệu dữ liệu và các ký hiệu UCI được bỏ qua.

Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ thu làm ví dụ 900 cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của sơ đồ khối bộ thu 900 được thể hiện trên Fig.9 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.9 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện

cụ thể bất kỳ.

Tham khảo Fig.9, tín hiệu được thu 910 được lọc bởi bộ lọc 920, FFT được áp dụng bởi bộ FFT 930, bộ chọn lựa 940 chọn lựa các RE 950 được sử dụng bởi bộ truyền, bộ DFT ngược (inverse DFT, IDFT) áp dụng IDFT 960 khi dạng sóng DFT-S-OFDM được sử dụng để truyền dẫn, và bộ phân kênh 970 phân tách các bit thông tin CSI được mã hóa 980, nếu có, các bit thông tin HARQ-ACK được mã hóa, nếu có, 985 và các bit thông tin dữ liệu được mã hóa, nếu có, 990 trước khi cung cấp chúng cho các bộ giải mã tương ứng. Số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK hoặc CSI có thể được xác định bởi bộ xử lý (không được thể hiện trên hình vẽ), ví dụ trong biểu thức 1 đến biểu thức 3. Mạch bộ thu bổ sung chẳng hạn như ước lượng kênh, bộ giải điều biến và giải mã đối với các ký hiệu dữ liệu và UCI không được thể hiện để cho ngắn gọn.

Kết cấu bộ truyền và bộ thu dành cho PUCCH phụ thuộc vào định dạng PUCCH và có thể tương tự như các kết cấu dành cho PUSCH (mà không có thông tin dữ liệu). Ví dụ, đối với định dạng PUCCH thứ nhất, kết cấu bộ truyền và bộ thu có thể là kết cấu tương ứng trên Fig.8 và Fig.9 trong khi đối với định dạng PUCCH thứ hai thì mã bảo vệ trực giao có thể áp dụng trước bộ lọc DFT trên Fig.8 hoặc sau bộ lọc IDFT trên Fig.9. Phân mô tả tương ứng đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan và được bỏ qua cho ngắn gọn.

Khi UE truyền thông tin HARQ-ACK trong PUCCH nhằm đáp lại các lần thu PDSCH được lập lịch bởi các định dạng DCI được liên kết, thì tài nguyên PUCCH tương ứng có thể được chỉ báo bởi trường chỉ báo tài nguyên PUCCH trong mỗi định dạng DCI. Tài nguyên PUCCH có thể bao gồm một số thông số phụ thuộc vào định dạng PUCCH tương ứng. Ví dụ, để truyền dẫn PUCCH, thì tài nguyên PUCCH có thể bao gồm chỉ số của ký hiệu thứ nhất trong khe, số lượng ký hiệu trong khe này, và chỉ số của RB thứ nhất trước khi nhảy tần và, nếu được áp dụng, chỉ số của RB thứ nhất sau khi nhảy tần.

Để tránh làm tăng số lượng bit dành cho trường chỉ báo tài nguyên PUCCH, thì chỉ báo tài nguyên PUCCH rõ ràng có thể được bổ sung với chỉ báo tài nguyên PUCCH ngầm. Ví dụ, khi UE được tạo cấu hình một tập có bốn tài nguyên PUCCH, thì trường chỉ báo tài nguyên PUCCH có 2 bit có thể được sử dụng để chỉ báo tài nguyên PUCCH từ tập có bốn tài nguyên PUCCH và việc xác định ngầm không thể áp dụng được trong khi UE được tạo cấu hình một tập có nhiều hơn bốn tài nguyên PUCCH, thì trường chỉ báo tài nguyên PUCCH có 2 bit có thể được sử dụng để chỉ báo tập con từ tập tài nguyên

PUCCH và việc xác định ngàm dành cho tài nguyên PUCCH từ tập con tài nguyên PUCCH có thể áp dụng bổ sung.

PUCCH có thể được truyền theo một định dạng trong số nhiều định dạng PUCCH. Định dạng PUCCH tương ứng với kết cấu mà được thiết kế dành cho số lượng ký hiệu tối đa hoặc dành cho phạm vi tải UCI cụ thể vì các tải UCI khác nhau đòi hỏi các kết cấu truyền dẫn PUCCH khác nhau để cải thiện UCI BLER được liên kết. Truyền dẫn PUCCH cũng được liên kết với trạng thái chỉ báo cấu hình truyền dẫn (transmission configuration indicator, TCI) cung cấp bộ lọc miền không gian để truyền dẫn PUCCH.

Một đặc điểm quan trọng của mạng 5G là tính linh hoạt được cung cấp cho số lượng ký hiệu UL trong khe và việc sử dụng các giá trị khoảng cách sóng mang con (SCS) khác nhau, chẳng hạn như 15 kilôhec (kHz), 60 kHz, và v.v.. Sự tồn tại của một vài ký hiệu UL trong khe hoặc việc sử dụng các giá trị SCS lớn hơn dẫn đến kết quả là tổng năng lượng thu được để truyền dẫn PUCCH bị giảm so với việc chỉ bao gồm các ký hiệu UL hoặc so với việc sử dụng giá trị SCS nhỏ hơn. Để khắc phục vấn đề này và cho phép thu tin cậy truyền dẫn PUCCH, thì UE có thể được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH trên số lượng khe tương ứng.

Khi UE không bị hạn chế công suất, thì UE có thể bù cho số lượng ký hiệu khe bị giảm để truyền dẫn PUCCH hoặc cho SCS cao hơn bằng cách tăng công suất truyền dẫn PUCCH. Ví dụ, trong cơ hội truyền dẫn PUCCH i , thì UE có thể xác định công suất truyền dẫn PUCCH $P_{\text{PUCCH},b,f,c}(i, q_u, q_d, l)$ trên UL BWP hoạt động b của sóng mang f trong tế bào c bằng cách sử dụng trạng thái điều chỉnh điều khiển công suất PUCCH z như trong biểu thức 5

$$P_{\text{PUCCH},b,f,c}(i, q_u, q_d, l) = \min \left\{ P_{\text{CMAX},f,c}(i), P_{\text{O_PUCCH},b,f,c}(q_u) + 10 \log_{10}(2^{\mu} \cdot M_{\text{RB},b,f,c}^{\text{PUCCH}}(i)) + PL_{b,f,c}(q_d) + \Delta_{\text{F_PUCCH}}(F) + \Delta_{\text{TF},b,f,c}(i) + g_{b,f,c}(i, l) \right\}$$

[dBm] biểu thức 5

trong đó các thông số tương ứng được mô tả trong tài liệu 3GPP TS 38.213 v15.1.0, “NR, Physical Layer Procedures for Control”, μ là cấu hình SCS, và $\Delta_{\text{TF},b,f,c}(i)$ là độ điều chỉnh công suất truyền dẫn PUCCH tính cho số lượng tài nguyên khả dụng để truyền dẫn PUCCH trong cơ hội i .

Đối với định dạng PUCCH 1, $\Delta_{TF,b,f,c}(i) = 10 \log_{10} \left(\frac{N_{ref}^{PUCCH}}{N_{symb}^{PUCCH}} \right)$, trong đó $N_{ref}^{PUCCH} = N_{symb}^{slot}$, N_{symb}^{slot} là số lượng ký hiệu trên mỗi khe, và N_{symb}^{PUCCH} là số lượng ký hiệu truyền dẫn PUCCH trong cơ hội truyền dẫn PUCCH i . Đối với định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 và đối với $O_{UCI} = n_{HARQ-ACK} + O_{SR} + O_{CSI} \leq 11$ bit trong cơ hội truyền dẫn PUCCH i , $\Delta_{TF,b,f,c}(i) = 10 \log_{10} (K_1 \cdot (n_{HARQ-ACK} + O_{SR} + O_{CSI}) / N_{RE})$, trong đó $K_1 = 6$, $n_{HARQ-ACK}$ là số lượng bit thông tin HARQ-ACK thực tế mà UE xác định như được mô tả trong REF 3, O_{SR} là số lượng bit thông tin SR, O_{CSI} là số lượng bit thông tin CSI, và N_{RE} là số lượng RE để truyền dẫn UCI. Đối với định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4 và đối với $O_{UCI} = O_{HARQ-ACK} + O_{SR} + O_{CSI} > 11$ bit trong cơ hội truyền dẫn PUCCH i , $\Delta_{TF,b,f,c}(i) = 10 \log_{10} \left(\left(2^{K_2 \cdot BPRE} - 1 \right) \right)$, $K_2 = 2.4$, $BPRE = (O_{ACK} + O_{SR} + O_{CSI} + O_{CRC}) / N_{RE}$, và O_{ACK} là tổng số lượng bit thông tin HARQ-ACK.

Khi gNB xác định rằng UE không thể tăng công suất truyền để đạt được độ tin cậy thu UCI mong muốn để truyền dẫn PUCCH trên số lượng ký hiệu của khe, thì gNB có thể tạo cấu hình UE với số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH trên số lượng khe tương ứng để tăng số lần thu PUCCH và tăng tổng số năng lượng thu PUCCH. Vì công suất truyền dẫn PUCCH được đòi hỏi phụ thuộc vào số lượng bit UCI được chứa trong PUCCH, nên số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH từ UE mà không thể tăng công suất truyền dẫn PUCCH phải phụ thuộc vào số lượng bit UCI được chứa trong PUCCH.

Truyền dẫn PUCCH với sự lặp lại có thể bao gồm một kiểu UCI hoặc nhiều kiểu UCI. Có một kiểu UCI và không dồn kênh các kiểu UCI khác trong truyền dẫn PUCCH, khi truyền dẫn PUCCH tương ứng bao gồm các kiểu UCI chồng lần theo thời gian, tránh phải tăng số lần lặp lại PUCCH để chứa tải UCI lớn hơn và do đó làm giảm độ trễ thu đối với một kiểu UCI với chi phí UE bỏ truyền dẫn của các kiểu UCI khác. Có nhiều kiểu UCI trong truyền dẫn PUCCH với sự lặp lại có sự đánh đổi ngược với việc có một kiểu UCI trong truyền dẫn PUCCH với sự lặp lại và bỏ các UCI khác.

Các kiểu UCI khác nhau cũng có thể có các yêu cầu độ tin cậy thu khác nhau. Ví dụ, độ tin cậy thu đối với thông tin HARQ-ACK có thể là 0,1% trong khi độ tin cậy thu

đối với CSI có thể là 5%. Do đó, để truyền dẫn PUCCH mà không có sự lặp lại, thì công suất truyền dẫn PUCCH có thể phụ thuộc vào kiểu UCI trong khi, để truyền dẫn PUCCH có sự lặp lại, thì số lần lặp lại có thể phụ thuộc vào kiểu UCI.

Các điểm thu tại gNB có thể thay đổi động do tính di động của UE hoặc do sự thay đổi trong môi trường kênh tương ứng. Ví dụ, chùm hiện tại để thu PUCCH có thể trở thành gần tối ưu và chùm mới không thể khả dụng ngay lập tức do đó đòi hỏi gNB sử dụng chùm rộng hơn để thu PUCCH và chịu tỷ số tín hiệu trên tạp và nhiễu (signal-to-noise and interference ratio, SINR) giảm xuống để thu PUCCH. Ví dụ, PUCCH có thể được thu động từ một điểm thu hoặc từ nhiều điểm thu và, trong trường hợp sau cùng, SINR để thu PUCCH có thể tăng lên. Để cho phép gNB thu UCI trong PUCCH với độ tin cậy mong muốn, thì gNB có thể điều chỉnh động công suất truyền dẫn PUCCH từ UE. Khi UE bị hạn chế công suất, thì có lợi cho gNB để có thể điều chỉnh động số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH từ UE.

Ngoài việc điều chỉnh công suất hoặc số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH phụ thuộc vào tải UCI, thì UE có thể bỏ một số UCI khi tổng số tải UCI và số lượng PUCCH RE khả dụng để truyền dẫn UCI dẫn đến kết quả là tỷ lệ mã lớn hơn so với tỷ lệ mã được cung cấp cho UE bởi các lớp cao hơn. Lúc đó, UE bỏ các phần UCI, chẳng hạn như báo cáo CSI phần 2, cho đến khi tỷ lệ mã kết quả nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ mã được cung cấp bởi các lớp cao hơn. Khi không thể bỏ thêm UCI, chẳng hạn như, ví dụ, khi UE đã bỏ toàn bộ báo cáo CSI và UCI còn lại chỉ bao gồm thông tin HARQ-ACK và tỷ lệ mã kết quả vẫn lớn hơn so với tỷ lệ mã được cung cấp bởi các lớp cao hơn, thì UE truyền UCI với tỷ lệ mã kết quả này. Thay vì UE bỏ UCI hoặc tiềm năng phải truyền UCI với tỷ lệ mã mà lớn hơn so với tỷ lệ mã được cung cấp bởi các lớp cao hơn, thì có lợi để cho phép UE tránh việc bỏ UCI hoặc cho phép UE truyền UCI với tỷ lệ mã mà nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ mã được cung cấp bởi các lớp cao hơn.

Một đặc điểm quan trọng khác của mạng 5G là tính linh hoạt được cung cấp cho việc định thời truyền dẫn UL. UE có thể được chỉ báo bởi định dạng DCI lập lịch thu PDSCH hoặc giải phóng PDSCH được lập lịch bán ổn định (semi-persistently scheduled, SPS), khe để truyền dẫn PUCCH vận chuyển thông tin HARQ-ACK tương ứng. UE cũng có thể được chỉ báo tài nguyên để truyền dẫn PUCCH mà bao gồm ký hiệu thứ nhất trong khe này. Tương tự, định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH có thể chỉ báo khe tương ứng và ký hiệu thứ nhất trong khe để truyền dẫn PUSCH. UE cũng có thể có truyền dẫn

PUSCH hoặc PUCCH theo chu kỳ hoặc bán ổn định.

UE có thể hoặc không có khả năng truyền đồng thời PUSCH và PUCCH trong phần băng thông (BWP) UL của tế bào phục vụ. Khi UE không có khả năng truyền đồng thời PUSCH và PUCCH, thì UE bỏ truyền dẫn PUCCH và dồn kênh UCI tương ứng, chẳng hạn như thông tin HARQ-ACK hoặc CSI, trong truyền dẫn PUSCH. Ngoài ra, UE có thể hoặc không có khả năng truyền đồng thời nhiều PUCCH trong phần băng thông (BWP) UL của tế bào phục vụ. Khi UE không có khả năng truyền đồng thời nhiều PUCCH, thì UE bỏ toàn bộ truyền dẫn PUCCH ngoại trừ truyền dẫn PUCCH mà UE dồn kênh tất cả UCI. UE được dự kiến để thực hiện các chức năng ở trên khi truyền dẫn PUCCH hoặc PUSCH tương ứng bắt đầu ở cùng một ký hiệu của cùng một khe. Tuy nhiên, UE thường không có khả năng để thực hiện các chức năng ở trên khi truyền dẫn PUCCH hoặc PUSCH tương ứng bắt đầu ở các ký hiệu khác nhau của cùng một khe. Hơn nữa, dưới các điều kiện nhất định mà liên quan đến thời gian xử lý UE, thì UE có thể không có khả năng thực hiện các chức năng ở trên ngay cả khi truyền dẫn PUCCH hoặc PUSCH tương ứng bắt đầu ở cùng một ký hiệu của cùng một khe.

Khi UE không có khả năng dồn kênh UCI từ nhiều truyền dẫn PUCCH trong một truyền dẫn PUCCH hoặc khi UE không có khả năng dồn kênh UCI trong truyền dẫn PUSCH, thì UE cần phải xác định thêm truyền dẫn PUCCH ưu tiên (hoặc, tương đương, một hoặc nhiều truyền dẫn PUCCH để bỏ) hoặc việc có ưu tiên truyền dẫn PUSCH hoặc truyền dẫn PUCCH hay không.

Do đó, cần thiết để cung cấp việc xác định chính xác dành cho số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH mà không bao gồm thông tin dữ liệu.

Có sự cần thiết khác để cung cấp các cơ chế để xác định PUSCH để dồn kênh UCI trong trường hợp nhiều truyền dẫn PUSCH.

Có sự cần thiết khác để cung cấp các cơ chế để xác định ngân tài nguyên PUCCH kết hợp với việc xác định rõ ràng tài nguyên PUCCH.

Có sự cần thiết khác để xác định hệ số điều chỉnh dành cho công suất truyền dẫn PUCCH phụ thuộc vào số lượng bit UCI tương ứng hoặc phụ thuộc vào kiểu bit UCI tương ứng.

Có sự cần thiết khác để định nghĩa hoạt động của UE về mặt các điều kiện để dồn kênh UCI trong cùng một truyền dẫn PUCCH hoặc PUSCH hoặc, khi việc dồn kênh

không thể, để bỏ số lần truyền dẫn PUSCH hoặc PUCCH.

Có sự cần thiết khác để định nghĩa các quy tắc ưu tiên và hoạt động của UE để truyền dẫn PUSCH hoặc PUCCH chồng lấn thời gian.

Có sự cần thiết khác để định nghĩa khả năng của UE đối với số lần UE yêu cầu hủy bỏ truyền dẫn được tạo cấu hình.

Có sự cần thiết khác để điều chỉnh số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH dựa trên số lượng bit UCI được vận chuyển bởi truyền dẫn PUCCH.

Có sự cần thiết khác để cho phép sử dụng công suất khác nhau hoặc số lần lặp lại khác nhau để truyền dẫn PUCCH phụ thuộc vào kiểu UCI được chứa bởi truyền dẫn PUCCH.

Có sự cần thiết khác để chỉ báo động số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH.

Cuối cùng, có sự cần thiết khác để cho phép UE tránh việc bỏ UCI hoặc tránh truyền UCI với tỷ lệ mã lớn hơn so với tỷ lệ mã được cung cấp cho UE bởi các lớp cao hơn.

Sáng chế liên quan đến hệ thống truyền thông trước thế hệ thứ năm (5G) hoặc hệ thống truyền thông 5G được cung cấp để hỗ trợ tốc độ dữ liệu cao hơn vượt xa hệ thống truyền thông thế hệ thứ tư (4G) chẳng hạn hệ thống mạng phát triển dài hạn (LTE). Sáng chế liên quan đến việc cung cấp sự xác định chính xác dành cho số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH mà không bao gồm thông tin dữ liệu. Sáng chế liên quan đến việc cung cấp các cơ chế để xác định PUSCH để dồn kênh UCI trong trường hợp nhiều truyền dẫn PUSCH. Sáng chế còn liên quan đến việc cung cấp các cơ chế để xác định ngầm tài nguyên PUCCH kết hợp với việc xác định rõ ràng tài nguyên PUCCH. Sáng chế còn liên quan đến việc xác định hệ số điều chỉnh dành cho công suất truyền dẫn PUCCH phụ thuộc vào số lượng bit UCI tương ứng hoặc phụ thuộc vào kiểu bit UCI tương ứng. Sáng chế còn liên quan đến việc định nghĩa hoạt động của UE về mặt các điều kiện để dồn kênh UCI trong cùng một truyền dẫn PUCCH hoặc PUSCH hoặc, khi việc dồn kênh không thể, để bỏ số lần truyền dẫn PUSCH hoặc PUCCH. Sáng chế còn liên quan đến việc định nghĩa các quy tắc ưu tiên và hoạt động của UE để truyền dẫn PUSCH hoặc PUCCH chồng lấn thời gian. Sáng chế còn liên quan đến việc định nghĩa khả năng của UE đối với số lần UE yêu cầu hủy bỏ truyền dẫn được tạo cấu hình. Sáng chế còn liên quan đến việc điều chỉnh số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH dựa trên số lượng bit UCI được vận chuyển bởi truyền dẫn PUCCH. Sáng chế còn liên

quan đến việc cho phép sử dụng công suất khác nhau hoặc số lần lặp lại khác nhau để truyền dẫn PUCCH phụ thuộc vào kiểu UCI được chứa bởi truyền dẫn PUCCH. Sáng chế còn liên quan đến việc báo động số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH. Cuối cùng, sáng chế còn liên quan đến việc cho phép UE tránh việc bỏ UCI hoặc tránh truyền UCI với tỷ lệ mã lớn hơn so với tỷ lệ mã được cung cấp cho UE bởi các lớp cao hơn.

Phương án thứ nhất của sáng chế xem xét việc xác định PUSCH để dồn kênh HARQ-ACK từ UE khi UE truyền nhiều PUSCH trong cùng một khe.

Nói chung, truyền dẫn PUSCH có thể có các đặc tính khác nhau chẳng hạn như số lượng tài nguyên khả dụng khác nhau để dồn kênh thông tin dữ liệu và UCI, do được truyền trên số lượng RB tương ứng khác nhau hoặc số lượng ký hiệu khe tương ứng khác nhau, hoặc có MCS dữ liệu khác nhau hoặc hiệu quả phổ khác nhau, hoặc chịu nhiễu hoặc môi trường kênh có các đặc tính lan truyền khác nhau.

Ngoài ra, truyền dẫn PUSCH có thể được lập lịch bởi định dạng DCI và do đó có các đặc tính thích nghi trong các thông số được liên kết, chẳng hạn như MCS/hiệu quả phổ và tổng số lượng RE khả dụng, hoặc có thể được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn và có các đặc tính không thích nghi. Do bản chất động của truyền dẫn PUSCH trên các tế bào hoặc sóng mang khác nhau, nên việc chọn lựa PUSCH để dồn kênh UCI trong khi duy trì độ tin cậy thu UCI đích mong muốn và làm giảm đến mức tối thiểu tác động đến độ tin cậy thu thông tin dữ liệu trong PUSCH không thể, nói chung, chỉ dựa trên các quy tắc định trước và cần phải được xác định động.

Một quy tắc định trước có thể là, khi nhiều truyền dẫn PUSCH khả dụng cho HARQ-ACK, hoặc nói chung là UCI, dồn kênh từ UE, UE chọn lựa để dồn kênh HARQ-ACK truyền dẫn PUSCH được lập lịch bởi định dạng DCI hơn truyền dẫn PUSCH mà được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn. Quy tắc định trước khác có thể là UE chọn lựa để dồn kênh HARQ-ACK truyền dẫn PUSCH được lập lịch bởi định dạng DCI không dự trữ hơn truyền dẫn PUSCH được lập lịch bởi định dạng DCI dự trữ, trong đó định dạng DCI không dự trữ có kích thước lớn hơn so với định dạng DCI dự trữ, vì thông tin sau đó có thể được liên kết với truyền dẫn PUSCH trên tế bào mà UE đang bị suy giảm độ tin cậy truyền thông với gNB. Ví dụ, trong tài liệu 3GPP TS 38.212 v15.1.0, “NR, Multiplexing and Channel coding”, định dạng DCI 0_0 là định dạng DCI dự trữ và định dạng DCI 0_1 là định dạng DCI không dự trữ.

Hơn nữa, định dạng DCI dự trữ không bao gồm trường chỉ báo `beta_offset`, và sự

có mặt của trường này có thể tạo cấu hình được, khi định dạng DCI không dự trữ bao gồm trường chỉ báo β_{offset} và lúc đó việc điều chỉnh các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH được lập lịch bởi định dạng DCI dự trữ không chính xác như trong truyền dẫn PUSCH được lập lịch bởi định dạng DCI không dự trữ. Định dạng DCI dự trữ cũng có thể không bao gồm trường DAI, dẫn đến thêm việc dồn kênh HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH tương ứng ít tin cậy hơn so với trong truyền dẫn PUSCH được lập lịch bởi định dạng DCI không dự trữ. Trong trường hợp như vậy, nếu dồn kênh HARQ-ACK ở trong truyền dẫn PUSCH được lập lịch bởi định dạng UL DCI dự trữ mà không bao gồm trường DAI, thì UE có thể sử dụng trường DAI từ định dạng DCI không dự trữ để xác định bảng mã HARQ-ACK để dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH.

Fig.10 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp 1000 để xác định PUSCH để dồn kênh thông tin HARQ-ACK theo các phương án của sáng chế. Phương án của phương pháp 1000 được thể hiện trên Fig.10 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.10 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

UE còn được tạo cấu hình để truyền PUSCH thứ nhất và PUSCH thứ hai và UE có thông tin HARQ-ACK để dồn kênh trong PUSCH 1010. UE lần lượt xác định rằng PUSCH thứ nhất được lập lịch bởi định dạng DCI dự trữ hoặc bởi báo hiệu lớp cao hơn và PUSCH thứ hai được lập lịch bởi định dạng DCI không dự trữ hoặc bởi định dạng DCI, 1020. UE dồn kênh thông tin HARQ-ACK trong PUSCH thứ hai 1030.

Trong số truyền dẫn PUSCH được lập lịch bởi các định dạng DCI không dự trữ tương ứng, thì PUSCH để dồn kênh HARQ-ACK có thể được chỉ báo rõ ràng bởi các định dạng DCI tương ứng hoặc được xác định ngầm dựa trên các đặc tính truyền dẫn PUSCH.

Theo cách tiếp cận thứ nhất, ít nhất đối với các định dạng DCI không dự trữ, định dạng DCI có thể bao gồm trường "HARQ-ACK_multiplexing" 1 bit chỉ báo việc có hay không UE có thể dồn kênh HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH được liên kết. Ví dụ, giá trị nhị phân "0" có thể chỉ báo dồn kênh HARQ-ACK. Chỉ báo rõ ràng của PUSCH được sử dụng để dồn kênh HARQ-ACK cũng cho phép bộ thu gNB tránh nhiều hoạt động giải mã khi UE không thành công phát hiện định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH mà gNB kỳ vọng UE dồn kênh HARQ-ACK, và sau đó UE dồn kênh HARQ-ACK trong PUSCH khác nhau mà không được kỳ vọng bởi gNB, hoặc tránh làm sai lệch bộ đệm dữ

liệu khi gNB không nhận dạng được PUSCH có dồn kênh HARQ-ACK, ví dụ, vì việc giải mã tương ứng không thành công hoặc vì gNB không thực hiện nhiều hoạt động giải mã dành cho UCI trong nhiều truyền dẫn PUSCH tương ứng. Khi UE không phát hiện ra định dạng DCI chỉ báo dồn kênh HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH tương ứng, nên UE có thể truyền HARQ-ACK trong PUCCH hoặc UE có thể không truyền HARQ-ACK.

Như một phương án thay thế để giới thiệu trường “HARQ-ACK_multiplexing”, ít nhất trong định dạng DCI không dự trữ lập lịch truyền dẫn PUSCH, một hoặc nhiều trạng thái của trường yêu cầu A-CSI cũng có thể được sử dụng để chỉ báo dồn kênh HARQ-ACK trong PUSCH tương ứng. Ví dụ, đối với trường yêu cầu A-CSI có 2 bit, thì giá trị “01” có thể được sử dụng để chỉ báo cả hai cấu hình tương ứng để báo cáo A-CSI và dồn kênh HARQ-ACK trong PUSCH tương ứng. Ví dụ, giá trị bất kỳ của trường yêu cầu A-CSI khác so với ‘00’ cũng có thể chỉ báo dồn kênh HARQ-ACK trong PUSCH tương ứng. Ví dụ, dồn kênh HARQ-ACK có thể ở trong truyền dẫn PUSCH được chỉ báo để không bao gồm thông tin dữ liệu.

Theo cách tiếp cận thứ hai, ít nhất là đối với các định dạng DCI không dự trữ, khi trường DAI được chứa trong định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH tương ứng, thì trường DAI có thể được sử dụng để chỉ báo ngầm PUSCH để dồn kênh HARQ-ACK. Ví dụ, trường DAI trong định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH trong đó gNB lập lịch kỳ vọng UE dồn kênh HARQ-ACK có thể có giá trị thứ nhất trong khi trường DAI trong mỗi định dạng DCI khác lập lịch truyền dẫn PUSCH mà gNB lập lịch không kỳ vọng UE dồn kênh HARQ-ACK có thể có giá trị thứ hai, khác với giá trị thứ nhất. Ít nhất khi UE chỉ phát hiện hai định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH tương ứng, thì UE có thể xác định truyền dẫn PUSCH để dồn kênh HARQ-ACK từ hai giá trị DAI trong hai định dạng DCI và từ DAI-bộ đếm hoặc tổng giá trị DAI trong các định dạng DCI lập lịch thu PDSCH bởi UE trong đó UE này truyền thông tin HARQ-ACK nhằm đáp lại các lần thu PDSCH (bao gồm sự giải phóng SPS PDSCH).

Ví dụ, khi trường DAI trong định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH từ UE được thể hiện bằng 1 bit, thì trường DAI có thể hoạt động tương đương như trường “HARQ-ACK_multiplexing” bằng cách thiết đặt giá trị, ví dụ, “1” để chỉ báo UE truyền dẫn PUSCH để dồn kênh UCI và “0” để chỉ báo UE truyền dẫn PUSCH mà không dồn kênh UCI. UE có thể kỳ vọng rằng UE có thể phát hiện các định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH trong các tế bào khác nhau trong cùng một khoảng thời gian mà trường DAI

trong một trong số các định dạng DCI được thiết đặt là “1” và các trường DAI trong mỗi định dạng DCI khác được thiết đặt là “0” và UE có thể không coi việc phát hiện xử lý của các định dạng DCI như vậy là sự kiện lỗi. UE có thể không kỳ vọng để phát hiện nhiều hơn một định dạng DCI với trường UL DAI bằng “1” trừ khi UE được tạo cấu hình để dồn kênh UCI trong nhiều truyền dẫn PUSCH.

Ví dụ, khi trường DAI trong định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH từ UE được thể hiện bằng 2 bit, thì các giá trị DAI trong các định dạng DCI thứ nhất và thứ hai lập lịch tương ứng truyền dẫn PUSCH thứ nhất và thứ hai là “00” và “11” và DAI-bộ đếm trong định dạng DCI cuối lập lịch truyền dẫn PDSCH mà UE phát hiện là “00”, thì UE dồn kênh HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH thứ nhất. Ví dụ, khi các giá trị DAI trong các định dạng DCI thứ nhất và thứ hai lập lịch tương ứng truyền dẫn PUSCH thứ nhất và thứ hai là “00” và “11” và DAI-bộ đếm trong định dạng DCI cuối lập lịch truyền dẫn PDSCH mà UE phát hiện là “10”, thì UE dồn kênh HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH thứ hai.

Nói chung, giá trị DAI trong định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH mà UE được kỳ vọng để dồn kênh thông tin HARQ-ACK là giá trị có độ chênh nhỏ nhất (chia môđun 4 cho 2 bit DAI) so với giá trị DAI-bộ đếm trong định dạng DCI cuối mà UE phát hiện và lập lịch thu PDSCH bởi UE.

Để làm tăng xác suất mà UE phát hiện định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH mà UE có thể dồn kênh thông tin HARQ-ACK, thì gNB có thể thiết đặt giá trị tương ứng cho trường HARQ-ACK_multiplexing theo cách tiếp cận thứ nhất hoặc giá trị tương ứng của trường DAI theo cách tiếp cận thứ hai sẽ giống nhau trong nhiều hơn một định dạng DCI.

UE có thể chọn lựa truyền dẫn PUSCH, khi nhiều hơn một, để dồn kênh thông tin HARQ-ACK dựa trên tiêu chuẩn bổ sung chẳng hạn như dồn kênh thông tin HARQ-ACK trong PUSCH được truyền trên tế bào hoặc sóng mang có chỉ số nhỏ nhất, hoặc trong truyền dẫn PUSCH có MCS dữ liệu lớn nhất, hoặc trong PUSCH dẫn đến kết quả là số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK có tỷ số nhỏ hơn so với số ký hiệu điều biến được mã hóa thông tin dữ liệu hoặc so với số RE khả dụng để truyền dẫn thông tin dữ liệu và UCI.

Phương án thứ hai của sáng chế xem xét việc xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trong PUSCH mà chỉ bao gồm UCI và không bao gồm

thông tin dữ liệu.

Sử dụng công thức của biểu thức 4 có thể dẫn đến kết quả là vượt quá kích thước đáng kể đối với số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK vì ít nhất hai lý do. Lý do thứ nhất là ở chỗ nếu chỉ số lượng bit thông tin CSI phần 1, $O_{CSI,1}$, được xem xét làm tham chiếu để xác định số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK, số lượng này thường nhỏ chẳng hạn như khoảng 10, và không thể hiện tổng số bit CSI như số lượng bit thông tin CSI phần 2, $O_{CSI,2}$, có thể lớn hơn đáng kể so với $O_{CSI,1}$ hoặc, tương đương, $O_{CSI,1} + O_{CSI,2}$ có thể là thứ bậc hoặc độ lớn hoặc lớn hơn nhiều so với $O_{CSI,1}$. Tuy nhiên, việc sử dụng $O_{CSI,1} + O_{CSI,2}$ thay vì $O_{CSI,1}$ trong biểu thức 4 thực tế là không thể vì gNB không biết giá trị $O_{CSI,2}$ trước khi giải mã CSI phần 1 và việc xác định không chính xác sau đó có thể dẫn đến việc xác định không chính xác số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK và giải mã không chính xác tương ứng từ mã HARQ-ACK tại gNB.

Lý do thứ hai là cấu hình bởi các lớp cao hơn của các giá trị $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}$, $\beta_{offset}^{CSI-part1}$, và $\beta_{offset}^{CSI-part2}$ thường liên quan đến trường hợp mà thông tin dữ liệu UL-SCH cũng được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH tương ứng. Lúc đó, đối với BLER thông tin dữ liệu đích mà lớn hơn khoảng 10 lần so với CSI BLER, thì việc sử dụng cùng một giá trị $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}$ trong truyền dẫn PUSCH với thông tin dữ liệu và trong truyền dẫn PUSCH mà không có thông tin dữ liệu có thể dẫn đến kết quả là việc vượt quá kích thước dành cho số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK theo hệ số khoảng 10.

Theo cách tiếp cận thứ nhất để cho phép xác định chính xác hơn đối với số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH mà không có thông tin dữ liệu UL-SCH là thay thế $O_{CSI,1}$ trong biểu thức 4 với tải CSI tham chiếu $O_{CSI,ref}$

dẫn đến kết quả là

$$\mathcal{Q}'_{ACK} = \min \left\{ \left\lceil \frac{(O_{ACK} + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{O_{CSI,ref}} \right\rceil, \sum_{l=0}^{N_{symb,all}^{PUSCH}-1} M_{sc}^{\Phi_{UCI}}(l) \right\}.$$

Tải CSI

tham chiếu $O_{CSI,ref}$ có thể bao gồm tải dành cho CSI phần 1 và tải được định trước tương ứng dành cho CSI phần 2. Tải CSI tham chiếu $O_{CSI,ref}$ cũng có thể bao gồm các bit CRC được sử dụng như một phần của quy trình lập mã dành cho CSI phần 1 hoặc CSI

phần 2. Ngay cả khi tải CSI phần 2 thực tế khác so với tải định trước, thì việc xác định đối với số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK chính xác hơn so với khi sử dụng $O_{CSI,1}$ thay vì $O_{CSI,ref}$.

Theo cách tiếp cận thứ hai để cho phép xác định chính xác hơn đối với số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH mà không có thông tin dữ liệu UL-SCH là dành cho định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH từ UE để chỉ báo MCS/hiệu quả phổ để truyền dẫn CSI. Điều này có thể đạt được bằng cách bao gồm trường thông tin có 1 bit (trường “data presence”) mà chỉ báo việc có hay không UE diễn dịch định dạng DCI khi lập lịch truyền dẫn thông tin dữ liệu ngoài việc khởi động báo cáo CSI (được chỉ báo bởi giá trị không bằng không của trường ‘CSI request’) từ UE. Khi trường thông tin này không chỉ báo truyền dẫn thông tin dữ liệu trong PUSCH, thì trường MCS trong định dạng DCI chỉ báo MCS để truyền dẫn CSI, MCS_{CSI} , trong đó $MCS_{CSI} = Q_m \cdot R$, Q_m là bậc điều biến R là tỷ lệ mã đích được xác định từ trường MCS trong định dạng DCI. Lúc đó, số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK

$$Q'_{ACK} = \min \left\{ \left[(O_{ACK} + L) \cdot \beta_{offset}^{PUSCH} / MCS_{CSI} \right], \sum_{l=0}^{N_{symbol}^{PUSCH}-1} M_{sc}^{\Phi_{UCI}}(l) \right\}$$

có thể được xác định là

Ngoài ra, tải O_{CSI} có thể được xác định từ MCS_{CSI} và số lượng PUSCH RE khả dụng để dồn kênh UCI trong truyền dẫn PUSCH (ví dụ, ngoại trừ các RE được sử dụng để truyền dẫn RS).

Theo cách tiếp cận thứ ba để cho phép xác định chính xác hơn số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH mà không có thông tin dữ liệu UL-SCH là cung cấp cấu hình riêng biệt cho hai tập giá trị $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}$, tập thứ nhất dành cho trường hợp mà UE dồn kênh thông tin dữ liệu trong trường dẫn PUSCH và tập thứ hai dành cho trường hợp mà UE không dồn kênh thông tin dữ liệu trong truyền dẫn PUSCH. Điều này cũng có thể được mở rộng trong trường hợp mã hóa riêng biệt cho CSI phần 1 hoặc CSI phần 2 và HARQ-ACK/SR trong PUCCH. Ví dụ, các giá trị $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}$ trong tập giá trị thứ hai (mà có thể tương ứng, ví dụ, tập tải HARQ-ACK tương ứng) có thể xem xét CSI BLER đích thay vì BLER dữ liệu đích và, ví dụ, khi CSI BLER đích nhỏ hơn so với BLER thông tin dữ liệu đích, thì CSI BLER đích có thể có các giá trị nhỏ hơn

so với các giá trị tương ứng trong tập giá trị $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}$ thứ nhất.

Hơn nữa, các giá trị $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}$ trong tập giá trị $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}$ thứ hai có thể xem xét tải của CSI phần 1 như đối với việc xác định số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK, theo biểu thức 4, hoặc có thể xem xét tải CSI tham chiếu mà có thể bao gồm các giá trị tương ứng đối với cả CSI phần 1, CSI phần 2, và các bit CRC có thể dành cho các quy trình lập mã tương ứng.

Theo cách tiếp cận thứ tư để cho phép xác định chính xác hơn số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH mà không có thông tin dữ liệu UL-SCH là áp dụng cấu hình tỷ lệ mã được cung cấp bởi các lớp cao hơn và được sử dụng bởi UE để xác định số lượng RE (các ký hiệu điều biến được mã hóa) để dồn kênh HARQ-ACK hoặc CSI phần 1 trong truyền dẫn PUCCH sử dụng định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4.

Sau đó mã hóa liên kết dành cho các bit thông tin HARQ-ACK và các bit thông tin CSI phần 1 có thể áp dụng để truyền dẫn trong PUSCH như để truyền dẫn PUCCH (các bit thông tin CSI phần 2 được mã hóa riêng biệt). Ngược lại, việc mã hóa riêng biệt các bit thông tin HARQ-ACK và các bit thông tin CSI phần 1 có thể áp dụng trong đó số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK được xác định là số lượng tối thiểu mà dẫn đến kết quả là tỷ lệ mã tương ứng dành cho các bit thông tin HARQ-ACK nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ mã được cung cấp bởi các lớp cao hơn. Số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa CSI phần 1 được xác định là số lượng tối thiểu giữa (a) số lượng tối thiểu của các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI phần 1 mà dẫn đến kết quả là tỷ lệ mã tương ứng dành cho các bit CSI phần 1 nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ mã được cung cấp bởi các lớp cao hơn và (b) số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa CSI phần 1 mà có thể được dồn kênh trong các PUSCH RE khả dụng sau khi loại trừ các RE được sử dụng để dồn kênh HARQ-ACK và các RE được sử dụng để truyền dẫn RS.

Phương án thứ ba của sáng chế xem xét dạng liên kết giữa sự chỉ báo tài nguyên PUCCH cho UE và việc xác định bởi UE tập thông số mà UE sử dụng để tính công suất truyền dẫn PUCCH.

Dạng liên kết giữa tài nguyên PUCCH và tập thông số UE sử dụng để tính công suất truyền dẫn PUCCH có thể dựa trên ánh xạ giữa tập $\mathcal{Q}_a$ chỉ số khối SS/PBCH hoặc

các cấu hình tài nguyên CSI-RS để đo lường tổn hao đường, theo biểu thức 5, và tập $\mathcal{Q}_P$ thiết đặt không gian PUCCH mà tương ứng với các chỉ số khối SS/PBCH hoặc các cấu hình tài nguyên CSI-RS từ tập $\mathcal{Q}_A$. Ánh xạ này có thể được cung cấp bởi các lớp cao hơn.

Khi $\mathcal{Q}_P < \mathcal{Q}_A$, thì ánh xạ có thể dựa trên tập con của tập có $\mathcal{Q}_A$ chỉ số khối SS/PBCH hoặc cấu hình tài nguyên CSI-RS. Ví dụ, tập $\mathcal{Q}_A$ có thể bao gồm 4 chỉ số khối SS/PBCH và 8 cấu hình tài nguyên CSI-RS và tập $\mathcal{Q}_P$ có thể bao gồm 2 trong số 4 chỉ số khối SS/PBCH và 2 trong số 8 cấu hình tài nguyên CSI-RS.

Dựa trên giá trị trường chỉ báo tài nguyên PUCCH trong định dạng DCI, có thể được bổ sung ngầm như được mô tả trước đây, UE có thể suy ra tài nguyên PUCCH và nhận được thiết đặt dành cho bộ lọc không gian để truyền dẫn PUCCH như thông số của tài nguyên PUCCH và do đó nhận được chỉ số khối SS/PBCH hoặc với cấu hình tài nguyên CSI-RS tương ứng với việc đo lường tổn hao đường mà sau đó UE áp dụng để xác định công suất truyền dẫn PUCCH, ví dụ theo biểu thức 5.

Để giảm thiểu tác động từ các trường hợp lỗi tiềm năng từ việc xác định tài nguyên PUCCH ngầm, khi được áp dụng cùng với chỉ báo rõ ràng của tập con của các tài nguyên PUCCH bởi trường chỉ báo tài nguyên PUCCH, thiết đặt không gian PUCCH có thể giống nhau cho tất cả các tài nguyên PUCCH trong tập con của các tài nguyên PUCCH được chỉ báo bởi trường chỉ báo tài nguyên PUCCH. Lúc đó, $\mathcal{Q}_P$ có thể có kích thước bằng với số lượng tập con tài nguyên PUCCH mà có thể được chỉ báo bởi trường chỉ báo tài nguyên PUCCH trong định dạng DCI.

UE cũng có thể được cung cấp bởi các lớp cao hơn ánh xạ giữa tập tài nguyên SRS và tập chỉ số SS/PBCH hoặc cấu hình tài nguyên CSI-RS để nhận được ước lượng tổn hao đường. Khi định dạng DCI lập lịch thu PDSCH cho UE bao gồm trường chỉ báo tài nguyên SRS (SRS resource indicator, SRI) có giá trị mà chỉ báo tài nguyên SRS từ tập tài nguyên SRS và tập $\mathcal{Q}_P$ thiết đặt không gian PUCCH cũng bao gồm tài nguyên SRS, UE có thể sử dụng tổn hao đường tương ứng với khối SS/PBCH hoặc cấu hình tài nguyên CSI-RS mà được ánh xạ tới tài nguyên SRS để xác định công suất truyền dẫn dành cho PUCCH vận chuyển HARQ-ACK nhằm đáp lại việc thu PDSCH.

Fig.11 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp 1100 dành cho việc xác định bởi UE

công suất truyền dẫn PUCCH dựa trên thông số thiết đặt không gian dành cho tài nguyên PUCCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của phương pháp 1100 được thể hiện trên Fig.11 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.11 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

UE phát hiện định dạng DCI mà lập lịch thu PDSCH và bao gồm trường chỉ báo tài nguyên PUCCH 1110. Định dạng DCI cũng có thể bao gồm trường SRI. UE xác định tài nguyên PUCCH dựa trên trường chỉ báo tài nguyên PUCCH 1120. Việc xác định tài nguyên PUCCH cũng có thể được bổ sung ngầm. UE xác định thông số thiết đặt không gian PUCCH dành cho tài nguyên PUCCH mà tương ứng với chỉ số của khối SS/PBCH hoặc với cấu hình tài nguyên CSI-RS 1130. UE xác định đo lường tổn hao đường mà UE đã tính bằng cách sử dụng khối SS/PBCH hoặc CSI-RS 1140.

UE truyền PUCCH với công suất mà UE xác định bằng cách sử dụng đo lường tổn hao đường 1150. Khi định dạng DCI chỉ báo tài nguyên SRS mà được ánh xạ bởi báo hiệu lớp cao hơn tới chỉ số khối SS/PBCH hoặc cấu hình CSI-RS UE sử dụng để đo tổn hao đường, thì UE có thể sử dụng tổn hao đường tương ứng để xác định công suất truyền dẫn PUCCH.

Vì cùng một định dạng PUCCH có thể được sử dụng để truyền dẫn các kiểu UCI khác nhau, chẳng hạn như HARQ-ACK hoặc CSI, và vì các kiểu UCI khác nhau có thể có đích tin cậy thu khác nhau, nên tập thông số mà UE sử dụng để xác định công suất truyền dẫn PUCCH cho cùng một định dạng PUCCH có thể được tạo cấu hình riêng biệt cho UE bởi các lớp cao hơn phụ thuộc vào kiểu UCI. Ví dụ, giá trị $P_{O_PUCCH,f,c}(q_u)$ có thể được tạo cấu hình riêng biệt để truyền dẫn HARQ-ACK và để truyền dẫn CSI đối với cùng một định dạng PUCCH.

Khi UE dồn kênh cả HARQ-ACK và CSI trong cùng một PUCCH, thì UE có thể sử dụng các giá trị $P_{O_PUCCH,f,c}(q_u)$ được tạo cấu hình lớn hơn để đạt được độ tin cậy thu tương ứng cao hơn dành cho các kiểu UCI. Các giá trị khác dành cho tập thông số PUCCH có thể giống nhau hoặc có thể được tạo cấu hình riêng biệt.

Phương án thứ tư của sáng chế xem xét hoạt động của UE trong trường hợp truyền dẫn PUCCH chồng lấn thời gian hoặc truyền dẫn PUCCH và PUSCH chồng lấn trên UL BWP của tế bào phục vụ và việc xác định các điều kiện để định rõ hoạt động của UE.

Truyền dẫn PUCCH chồng lấn một phần có thể thường xảy ra đối với các dạng

kết hợp khác nhau của các kiểu UCI. Trong thực tế, và đối với truyền dẫn PUCCH dựa trên khe, thì bộ lập lịch gNB có thể không tạo cấu hình UE với truyền dẫn PUCCH chồng lần một phần theo chu kỳ, đặc biệt là nếu UE có thể bỏ một trong số truyền dẫn do chồng lần một phần. Chỉ truyền dẫn PUCCH không theo chu kỳ có thể dành cho HARQ-ACK. Khe và ký hiệu thứ nhất để truyền dẫn PUCCH được chỉ báo bởi định dạng DCI khởi động truyền dẫn HARQ-ACK và, để kéo dài truyền dẫn PUCCH ít nhất 4 ký hiệu trong khe, thì UE thường biết khe để truyền dẫn HARQ-ACK ít nhất từ khe trước đó.

Nếu UE có truyền dẫn PUCCH được tạo cấu hình cho CSI trong cùng một khe như truyền dẫn PUCCH cho HARQ-ACK và ký hiệu thứ nhất để truyền dẫn PUCCH trước giống nhau hoặc sau khi ký hiệu thứ nhất để truyền dẫn PUCCH sau, thì UE có thể dồn kênh CSI trong truyền dẫn PUCCH sau. Nếu ký hiệu thứ nhất để truyền dẫn PUCCH trước ở trước ký hiệu thứ nhất để truyền dẫn PUCCH sau, thì CSI một lần nữa có thể được dồn kênh trong truyền dẫn PUCCH sau nếu có đủ thời gian dành cho UE để hủy bỏ truyền dẫn (chưa diễn ra) của PUCCH trước.

Theo cách tiếp cận thứ nhất, khả năng của UE cụ thể có thể được định rõ cho số ký hiệu khe được yêu cầu bởi UE để hủy bỏ truyền dẫn PUCCH mà được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn, chẳng hạn như HARQ-ACK theo chu kỳ hoặc bán cố định, SR, hoặc truyền dẫn CSI trong PUCCH, hoặc được chỉ báo bởi định dạng DCI chẳng hạn như truyền dẫn HARQ-ACK được chỉ báo bởi định dạng DCI trong PUCCH. Theo cách tiếp cận thứ hai, khả năng của UE để chuẩn bị PUSCH của N2 ký hiệu, có thể được xem xét như giới hạn lỏng lẻo cho thời gian được yêu cầu để UE hủy bỏ truyền dẫn.

Nếu thời gian giữa việc thu bởi UE, PDSCH được lập lịch bởi định dạng DCI khởi động truyền dẫn HARQ-ACK trong PUCCH sau và ký hiệu thứ nhất của PUCCH trước đó lớn hơn N2 ký hiệu, thì UE có thể hủy bỏ truyền dẫn PUCCH trước đó và dồn kênh CSI trong truyền dẫn PUCCH sau. Ngược lại, UE có thể không được coi là có thể hủy bỏ truyền dẫn PUCCH trước đó và UE có thể bỏ truyền dẫn PUCCH sau. Ngoài ra, UE có thể xử lý việc này như trường hợp lỗi vì gNB không được kỳ vọng để khởi động truyền dẫn PUCCH dành cho HARQ-ACK trong khe trong đó UE có thể bỏ truyền dẫn PUCCH tương ứng.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện hoạt động của UE làm ví dụ 1200 để dồn kênh UCI từ truyền dẫn PUCCH chồng lần thời gian trong một trong số truyền dẫn PUCCH theo các phương án của sáng chế. Phương án về hoạt động của UE 1200 được thể hiện trên Fig.12

chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.12 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

Khi UE được tạo cấu hình truyền dẫn CSI trong PUCCH thứ nhất 1205 mà bắt đầu muộn hơn so với truyền dẫn HARQ-ACK trong PUCCH thứ hai 1210 (có thể được coi là được chỉ báo bởi định dạng DCI) trong cùng một khe 1220, thì UE dồn kênh CSI và HARQ-ACK trong truyền dẫn PUCCH thứ hai 1230 và bỏ truyền dẫn của PUCCH thứ nhất. Khi UE được tạo cấu hình truyền dẫn CSI trong PUCCH thứ ba 1240 mà bắt đầu sớm hơn so với truyền dẫn HARQ-ACK trong PUCCH thứ tư 1245 (có thể được coi là được chỉ báo bởi định dạng DCI) trong cùng một khe 1220, hai trường hợp được xem xét.

Trong trường hợp thứ nhất (trường hợp A), thời gian giữa thời gian UE thu/phát hiện định dạng DCI chỉ báo truyền dẫn PUCCH thứ tư và thời gian UE được tạo cấu hình để bắt đầu truyền dẫn PUCCH thứ ba lớn hơn hoặc bằng thời gian được yêu cầu dành cho UE để hủy bỏ truyền dẫn PUCCH thứ ba, chẳng hạn như, ví dụ lớn hơn hoặc bằng N2 ký hiệu khe. Đối với trường hợp này (trường hợp A), UE bỏ truyền dẫn PUCCH thứ ba và dồn kênh CSI với HARQ-ACK trong truyền dẫn PUCCH thứ tư 1250. Trong trường hợp thứ hai (trường hợp B), thời gian giữa thời gian UE thu/phát hiện định dạng DCI chỉ báo truyền dẫn PUCCH thứ tư và thời gian UE được tạo cấu hình để bắt đầu truyền dẫn PUCCH thứ ba nhỏ hơn so với thời gian được yêu cầu dành cho UE để hủy bỏ truyền dẫn PUCCH thứ ba, chẳng hạn như, ví dụ nhỏ hơn so với N2 ký hiệu khe. Đối với trường hợp này (trường hợp B), UE bỏ truyền dẫn PUCCH thứ tư và chỉ truyền CSI trong truyền dẫn PUCCH thứ ba 1260. UE cũng có thể xem xét trường hợp này là trường hợp lỗi, ví dụ đối với một hoặc nhiều phát hiện định dạng DCI chỉ báo truyền dẫn PUCCH thứ tư.

Việc dồn kênh HARQ-ACK và SR trong PUCCH có thể phụ thuộc vào khi yêu cầu SR khẳng định được cung cấp từ các lớp cao hơn cho lớp vật lý tại UE. Tuy nhiên, việc dồn kênh HARQ-ACK và SR vẫn có thể được hỗ trợ mà không xét đến ký hiệu khe thứ nhất để truyền dẫn PUCCH tương ứng. UE có thể truyền SR phủ định nếu yêu cầu SR khẳng định từ các lớp cao hơn không được cung cấp cho lớp vật lý đủ sớm cho UE để có thể dồn kênh SR khẳng định (tập giá trị tương ứng của một hoặc nhiều bit SR) với HARQ-ACK trong truyền dẫn PUCCH khi truyền dẫn PUCCH dành cho HARQ-ACK bắt đầu trước truyền dẫn PUCCH dành cho SR. UE có thể truyền SR khẳng định tại cơ hội truyền dẫn SR kế tiếp trong PUCCH.

Do đó, để truyền dẫn PUCCH dựa trên khe (tức là ngoại trừ truyền dẫn PUCCH

dành cho SR với chu kỳ nhỏ hơn một khe), thì UE có thể hỗ trợ hoặc không hỗ trợ dồn kênh HARQ-ACK và CSI hoặc SR trong PUCCH mà không tính đến ký hiệu khe thứ nhất của các PUCCH tương ứng tùy theo các trường hợp lỗi tiềm năng như được mô tả trước đó.

Để truyền dẫn PUCCH không dựa trên khe (khe con), chẳng hạn như truyền dẫn dành cho SR với chu kỳ truyền dẫn nhỏ hơn một khe, thì một khả năng là UE sẽ bỏ truyền dẫn PUCCH (hoặc PUSCH có thể) đang truyền để truyền PUCCH vận chuyển SR. Tuy nhiên, thời gian tối thiểu, chẳng hạn như thời gian bằng thời gian chuẩn bị PUSCH hoặc thời gian được chỉ báo bởi khả năng của UE để hủy bỏ truyền dẫn đang truyền, được yêu cầu để hủy bỏ truyền dẫn đang truyền. Thời gian tối thiểu này lớn hơn so với một vài ký hiệu khe (ví dụ giá trị tối thiểu dành cho N_2 là 10 ký hiệu đối với khoảng cách sóng mang con 15 KHz).

Tuy nhiên, UE không truyền SR khi UE có truyền dẫn PUCCH hoặc PUSCH đang truyền không phải là vấn đề khi độ trễ bổ sung phát sinh để truyền dẫn SR khẳng định không được dự tính là có tác động lớn lên độ trễ lập lịch tổng thể. Ví dụ, độ trễ bổ sung trung bình phát sinh dành cho UE từ việc không có khả năng để truyền SR khẳng định với chu kỳ khe con nhiều nhất là một nửa khe và cần phải có thêm điều kiện là trên UE có truyền dẫn PUCCH (hoặc truyền dẫn PUSCH) đang truyền trong khe. Ngay cả với xác suất tương đối lớn là 50% dành cho UE đang truyền PUCCH với HARQ-ACK hoặc PUSCH trong khe, thì độ trễ bổ sung kết quả tối đa là khe 0,25 hoặc nhỏ hơn mà tác động biên đến độ trễ đầu cuối tới đầu cuối (ngay cả đối với khe 0,5 mili giây).

Để truyền dẫn PUCCH vận chuyển HARQ-ACK có lặp lại trên nhiều và độ ưu tiên cao hơn dành cho HARQ-ACK so với dữ liệu, thì UE có thể bất chấp sự cấp phát UL dẫn đến kết quả là truyền dẫn PUSCH trong các khe trong đó UE lặp lại truyền dẫn PUCCH (nguyên nhân có thể xảy ra nếu kiểm tra CRC không thành công khi bộ lập lịch gNB nếu không sẽ không có lý do để lập lịch PUSCH vì UE bỏ truyền dẫn PUSCH). Ngoài ra, UE không thể dồn kênh UCI khác trong các lần lặp lại truyền dẫn PUCCH vận chuyển HARQ-ACK vì điều này có thể làm giảm độ tin cậy thu (và N_{PUCCH}^{repeat} được tạo cấu hình bán tĩnh). Ngoài ra, UE có thể bất chấp sự phân bổ DL chỉ báo truyền dẫn HARQ-ACK tương ứng trong khe mà UE đang truyền lặp lại (trừ lần thứ nhất) đối với PUCCH vận chuyển HARQ-ACK.

Có hai vấn đề liên quan đến các tính năng 5G mà có thể không cho phép tái sử dụng trực tiếp chức năng LTE: có khả năng chồng lấn một phần với truyền dẫn PUSCH hoặc truyền dẫn PUCCH khác với PUSCH hoặc PUCCH trước đó; và tồn tại truyền dẫn PUSCH (không cần cấp phát) mà yêu cầu độ trễ thấp hoặc tồn tại truyền dẫn SR khẳng định được liên kết với dịch vụ độ trễ thấp.

Đối với vấn đề thứ nhất, UE có thể hủy bỏ truyền dẫn PUSCH chồng lấn hoặc truyền dẫn PUCCH khác. Trường hợp mà PUSCH hoặc PUCCH bắt đầu trước lần lặp thứ nhất của truyền dẫn PUCCH với HARQ-ACK và UE không thể hủy bỏ truyền dẫn tương ứng có thể được xem xét là trường hợp lỗi (vì không cần phải kỳ vọng gNB chỉ báo khe trong đó UE không thể truyền lặp lại PUCCH thứ nhất).

Vấn đề thứ hai không được quan tâm thực tế đặc biệt vì UE (bị hạn chế vùng phủ) yêu cầu lặp lại PUCCH có thể yêu cầu lặp lại nhiều hơn cho PUSCH hoặc cho các kiểu thông tin yêu cầu độ tin cậy thu cao hơn. Hơn nữa, như được thảo luận trước đó, UE không thể hủy bỏ ngay truyền dẫn đang truyền. Do đó, hoạt động của UE và gNB sẽ không bị ảnh hưởng bởi sự lặp lại PUCCH bị bỏ và gNB không cần thực hiện phát hiện mò đối với việc có hay không PUSCH hoặc PUCCH được thu trong khe vì điều này cũng có thể khó để xác định tin cậy đối với các UE bị hạn chế vùng phủ.

Để dồn kênh UCI trong truyền dẫn PUSCH, thay vì truyền dẫn PUCCH, hỗ trợ định thời truyền dẫn PUSCH và PUCCH (với HARQ-ACK) động có thể dẫn đến một số dạng kết hợp có thể để chồng lấn truyền dẫn PUSCH và PUCCH. Chồng lấn thường có thể yêu cầu xử lý khác nhau phụ thuộc vào khi truyền dẫn PUSCH hoặc truyền dẫn PUCCH được khởi động. Để đơn giản, phần sau đây giả định rằng PUCCH được truyền mà không có sự lặp lại.

Nếu UE không phát hiện định dạng DCI khởi động truyền dẫn PUCCH sau khi định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH trong cùng một khe, thì UE biết về sự chồng lấn có thể khi UE chuẩn bị PUSCH (UE có thời gian chuẩn bị PUSCH tối thiểu khả dụng để hủy bỏ truyền dẫn PUCCH). Do đó, UE có thể dồn kênh HARQ-ACK trong PUSCH và bỏ PUCCH bất kể kiểu chồng lấn PUCCH/PUSCH (ký hiệu thứ nhất giống/khác nhau). Trong trường hợp UE có nhiều truyền dẫn PUSCH trong nhiều UL BWP hoặc trong nhiều tế bào phục vụ, thì cùng một quy tắc có thể áp dụng và UE có thể dồn kênh HARQ-ACK trong PUSCH.

Nếu UE phát hiện định dạng DCI khởi động truyền dẫn PUCCH sau định dạng

DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH trong cùng một khe, thì có thể là thông tin HARQ-ACK mà UE không thể dồn kênh trong PUSCH (ví dụ do PDSCH được thu sau khi PUSCH được khởi động). Ngoài ra, tiến độ xử lý PUSCH của UE sẽ bị giảm nếu UE phải dồn kênh HARQ-ACK trong PUSCH. UE lúc đó có thể truyền kênh sớm hơn.

Do đó, nếu UE không phát hiện định dạng DCI khởi động truyền dẫn PUCCH sau định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH trong cùng một khe, thì UE dồn kênh HARQ-ACK trong PUSCH (và PUCCH bị bỏ). Nếu UE phát hiện định dạng DCI khởi động truyền dẫn PUCCH sau định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH trong cùng một khe, thì UE bỏ truyền dẫn muộn hơn.

Đối với chồng lấn giữa truyền dẫn PUCCH có chu kỳ và truyền dẫn PUSCH động với các ký hiệu thứ nhất khác nhau và với truyền dẫn PUCCH có chu kỳ không xảy ra sớm hơn so với truyền dẫn PUSCH, thì UE bỏ PUCCH.

Đối với chồng lấn giữa truyền dẫn PUCCH (được tạo cấu hình RRC) có chu kỳ và truyền dẫn PUSCH (được lập lịch bởi định dạng DCI) động với các ký hiệu thứ nhất khác nhau và với truyền dẫn PUCCH có chu kỳ xảy ra sớm hơn so với truyền dẫn PUSCH, thì UE bỏ truyền dẫn PUCCH và dồn kênh UCI tương ứng trong PUSCH nếu thời gian giữa thời gian UE thu/phát hiện định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH và thời gian bắt đầu để truyền dẫn PUCCH (ký hiệu thứ nhất của truyền dẫn PUCCH) bằng hoặc lớn hơn thời gian hủy bỏ PUCCH (có thể được chỉ báo bởi UE cho gNB hoặc được coi là giống như thời gian chuẩn bị PUSCH). UE sau đó có thể hủy bỏ truyền dẫn PUCCH. Ngoài ra, UE có thể xem xét như trường hợp lỗi trường hợp mà thời gian giữa lần thu PDSCH được liên kết với truyền dẫn thông tin HARQ-ACK trong PUCCH và sự bắt đầu của truyền dẫn PUSCH chồng lấn với truyền dẫn PUCCH nhỏ hơn so với thời gian hủy bỏ PUCCH vì gNB có thể không được kỳ vọng để lập lịch truyền dẫn PUSCH mà UE có thể bỏ. Cùng một quy tắc áp dụng khi UE có nhiều truyền dẫn PUSCH đồng thời.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện hoạt động của UE làm ví dụ 1300 để dồn kênh UCI từ truyền dẫn PUCCH và PUSCH chồng lấn thời gian trong truyền dẫn PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án về hoạt động của UE 1300 được thể hiện trên Fig.13 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.13 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

Truyền dẫn PUCCH được xem xét nhưng cùng một nguyên lý áp dụng cho truyền dẫn PUCCH được khởi động bởi định dạng DCI như được thảo luận sau đây. Khi UE

được tạo cấu hình truyền dẫn PUCCH 1305 mà bắt đầu sớm hơn so với truyền dẫn PUSCH chồng lấn được lập lịch cho UE bởi định dạng DCI 1310 trong cùng một khe 1320, thì UE dồn kênh UCI của truyền dẫn PUCCH theo chu kỳ, chẳng hạn như CSI, trong PUSCH 1330 khi thời gian giữa thời gian UE thu/phát hiện định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH và thời gian bắt đầu để truyền dẫn PUCCH (ký hiệu thứ nhất của truyền dẫn PUCCH) 1340 bằng hoặc lớn hơn thời gian hủy bỏ PUCCH 1350.

Ngược lại, khi thời gian giữa thời gian UE thu/phát hiện định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH và thời gian bắt đầu để truyền dẫn PUCCH 1360 nhỏ hơn so với thời gian hủy bỏ PUCCH 1370, thì UE bỏ truyền dẫn PUSCH và truyền UCI trong PUCCH 1380.

Đối với truyền dẫn PUCCH từ UE mà vận chuyển thông tin HARQ-ACK và được khởi động bởi định dạng DL DCI lập lịch thu PDSCH tương ứng cho UE, thì UE dồn kênh HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH mà chồng lấn theo thời gian với truyền dẫn PUCCH khi thời gian giữa thời gian UE thu PDSCH và thời gian để bắt đầu truyền dẫn PUSCH lớn hơn hoặc bằng thời gian chuẩn bị PUSCH. Để cung cấp biên thời gian bổ sung cho UE, thì tùy chọn khác là UE dồn kênh HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH mà chồng lấn theo thời gian với truyền dẫn PUCCH khi thời gian giữa thời gian UE hoàn thành lần thu tương ứng của các khối vận chuyển trong PDSCH được lập lịch bởi định dạng DCI và thời gian để bắt đầu truyền dẫn PUSCH lớn hơn hoặc bằng thời gian chuẩn bị PUSCH.

Phương án thứ năm của sáng chế xem xét việc điều chỉnh công suất để truyền dẫn PUCCH đối với các tải UCI nhỏ và việc xác định đối với số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH dựa trên số lượng bit UCI được chứa trong PUCCH.

gNB có thể cung cấp, bởi báo hiệu lớp cao hơn, cho UE số lần lặp lại tham chiếu để truyền dẫn PUCCH. Số lần lặp lại tham chiếu có thể tương ứng với tải UCI tham chiếu (số lượng bit thông tin UCI, bao gồm các bit CRC nếu có). Tải UCI tham chiếu có thể được định trước trong chức năng hệ thống, chẳng hạn như 1 bit UCI, hoặc 2 bit UCI, hoặc 4 bit UCI, hoặc cũng có thể được cung cấp bởi báo hiệu lớp cao hơn. Số lần lặp lại có thể được cung cấp riêng biệt cho UE đối với mỗi kiểu UCI, chẳng hạn như HARQ-ACK, SR, của CSI và UE xác định số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH dựa trên kiểu của các bit UCI mà được chứa trong truyền dẫn PUCCH.

UE được tạo cấu hình với sự lặp lại để truyền dẫn PUCCH có thể duy trì cùng một

công suất truyền dẫn PUCCH thay vì, khi có thể, điều chỉnh công suất truyền dẫn PUCCH dựa trên tải UCI trong PUCCH như được mô tả trong biểu thức 5. Cấu hình dành cho sự lặp lại để truyền dẫn PUCCH cũng có thể bao gồm một lần truyền dẫn (không có sự lặp lại) cho tải UCI tham chiếu (và cho các tải UCI nhỏ hơn so với tải UCI tham chiếu). Khi UE được cung cấp bởi các lớp cao hơn cấu hình để truyền dẫn PUCCH với sự lặp lại, thì UE có thể áp dụng một hoặc nhiều lần lặp lại cho các tải UCI lớn hơn so với tải UCI tham chiếu ngay cả khi UE được chỉ báo bởi các lớp cao hơn không có sự lặp lại để truyền dẫn PUCCH với tải UCI tham chiếu.

Đối với định dạng PUCCH 1, công thức điều khiển công suất trong biểu thức 5 có thể được điều chỉnh để bao gồm số hạng bổ sung $10\log_{10}O_{UCI}$ dB để điều chỉnh đối với tải UCI (HARQ-ACK/SR) tùy thuộc vào việc $O_{UCI}=1$ bit hay $O_{UCI}=2$ bit. Ví dụ,

trong cơ hội truyền dẫn PUCCH i ,
$$\Delta_{TF,b,f,c}(i) = 10\log_{10}\left(\frac{N_{\text{ref}}^{\text{PUCCH}}}{N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}}}\right)$$
 có thể được cải biến là

$$\Delta_{TF,b,f,c}(i) = 10\log_{10}\left(\frac{N_{\text{ref}}^{\text{PUCCH}}}{N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}}}\right) + 10\log_{10}O_{UCI}$$

Đối với số lần lặp lại PUCCH $N_{\text{PUCCH}}^{\text{repeat}}$ được tạo cấu hình tương ứng với tải tham chiếu UCI 1 bit, thì UE không thể tăng công suất truyền dẫn PUCCH theo $\Delta_{TF,b,f,c}(i) = 10\log_{10}(K_1 \cdot O_{UCI}/N_{\text{RE}})$ khi $2 < O_{UCI} \leq 11$, ví dụ, vì công suất truyền dẫn UE đã gần với công suất truyền dẫn tối đa. Thay vào đó, UE tăng số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH. Đối với truyền dẫn PUCCH mà bao gồm $O_{UCI}=2$ bit UCI, thì UE có thể áp dụng $2 \cdot N_{\text{PUCCH}}^{\text{repeat}}$ lần lặp lại. Đối với truyền dẫn PUCCH mà bao gồm $2 < O_{UCI} \leq 11$ bit UCI, thì UE có thể áp dụng, ví dụ, $\lceil N_{\text{PUCCH}}^{\text{repeat}} \cdot K_1 \cdot O_{UCI}/N_{\text{RE}} \rceil$ lần lặp lại hoặc $\lfloor N_{\text{PUCCH}}^{\text{repeat}} \cdot K_1 \cdot O_{UCI}/N_{\text{RE}} \rfloor$ lần lặp lại. Tải UCI có thể tương ứng với một kiểu UCI, chẳng hạn như $n_{\text{HARQ-ACK}}$ bit thông tin HARQ-ACK, hoặc với nhiều kiểu UCI chẳng hạn như $O_{\text{SR}} + O_{\text{CSI}}$ bit thông tin.

Các tải UCI mà có thể được hỗ trợ bởi truyền dẫn PUCCH với sự lặp lại có thể bị hạn chế, ví dụ với nhiều nhất $O_{UCI}=11$ bit, vì các UE mà truyền PUCCH trong cơ hội

truyền dẫn i với công suất gần với công suất tối đa $P_{CMAX,f,c}(i)$ thường bị hạn chế vùng phủ và không cần phải cung cấp số lượng lớn các bit thông tin HARQ-ACK hoặc các báo cáo CSI chi tiết. Đối với sự lặp lại truyền dẫn PUCCH mà bao gồm $O_{UCI} > 11$ bit, thì số lần lặp lại có thể được xác định, ví dụ là $\lceil (2^{K_2 \cdot \text{BPRe}} - 1) \cdot N_{PUCCH}^{\text{repeat}} \rceil$, trong đó $K_2 = 2.4$ và $\text{BPRe} = (O_{ACK} + O_{SR} + O_{CSI} + O_{CRC}) / N_{RE}$.

Fig.14 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp 1400 để xác định số lần lặp lại truyền dẫn PUCCH mà bao gồm tải UCI, dựa trên số lần lặp lại được cung cấp bởi các lớp cao hơn dành cho tải UCI tham chiếu theo các phương án của sáng chế. Phương án của phương pháp 1400 được thể hiện trên Fig.14 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.14 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

UE được cung cấp bởi các lớp cao hơn số lần lặp lại $N_{PUCCH}^{\text{repeat}}$ để truyền dẫn PUCCH 1410. UE cũng có thể được cung cấp bởi các lớp cao hơn tải UCI tham chiếu dành cho $N_{PUCCH}^{\text{repeat}}$ lần lặp lại hoặc tải UCI tham chiếu có thể được định trước chẳng hạn như 1 bit. UE có $O_{UCI} \leq 11$ bit UCI để truyền trong PUCCH trong cơ hội truyền dẫn i trong đó các bit UCI tương ứng với $n_{\text{HARQ-ACK}}$ bit thông tin HARQ-ACK, hoặc O_{CSI} bit CSI, hoặc $O_{SR} + O_{CSI}$ bit SR và CSI, và v.v. 1420.

UE truyền PUCCH với $N_{PUCCH}^{\text{repeat}}$ lần lặp lại khi $n_{\text{HARQ-ACK}} = 1$ (hoặc khi $O_{SR} = 1$ nếu UE truyền SR cho một cấu hình SR), hoặc với $2 \cdot N_{PUCCH}^{\text{repeat}}$ lần lặp lại khi $n_{\text{HARQ-ACK}} = 2$ (hoặc khi $O_{SR} = 2$ nếu UE truyền SR cho một trong số bốn cấu hình có thể), hoặc với $\lceil N_{PUCCH}^{\text{repeat}} \cdot K_1 \cdot O_{UCI} / N_{RE} \rceil$ lần lặp lại khi $n_{\text{HARQ-ACK}} > 2$, hoặc khi UCI là CSI, hoặc khi UE truyền SR cho một trong số nhiều hơn bốn cấu hình có thể 1430.

Số lần lặp lại $N_{PUCCH}^{\text{repeat}}$ để truyền dẫn PUCCH cũng có thể liên quan đến tải tham chiếu $O_{UCI}^{\text{ref}} > 1$ bit UCI thay vì 1 bit UCI ($N_{PUCCH}^{\text{repeat}}$ có thể được ký hiệu là $N_{PUCCH}^{\text{repeat}}(O_{UCI}^{\text{ref}})$). Tải tham chiếu O_{UCI}^{ref} bit UCI có thể được định trước trong chức năng hệ thống, chẳng hạn như $O_{UCI}^{\text{ref}} = 1$ bit hoặc $O_{UCI}^{\text{ref}} = 11$ bit, hoặc có thể được cung cấp

cho UE bởi báo hiệu lớp cao hơn. Lúc đó, số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH với tải O_{UCI} bit UCI có thể nhỏ hơn hoặc lớn hơn N_{PUCCH}^{repeat} khi O_{UCI} lần lượt nhỏ hơn hoặc lớn hơn O_{UCI}^{ref} .

Ví dụ, nếu $O_{UCI}^{ref} > 2$ và $O_{UCI} = 1$ hoặc $O_{UCI} = 2$, thì số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH có thể được xác định bằng cách điều chỉnh độ chênh trong các thành phần

$\Delta_{TF,b,f,c}(i)$ tương ứng là
$$N_{PUCCH}^{repeat}(O_{UCI}) = \left\lceil \frac{O_{UCI} \cdot N_{ref}^{PUCCH} / N_{symb}^{PUCCH}}{K_1 \cdot O_{UCI}^{ref} / N_{RE}} \cdot N_{PUCCH}^{repeat}(O_{UCI}^{ref}) \right\rceil$$
. Ví dụ, nếu

$O_{UCI}^{ref} > 2$ và $O_{UCI} > 2$, thì số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH có thể được xác định bằng cách điều chỉnh độ chênh trong các thành phần $\Delta_{TF,b,f,c}(i)$ tương ứng là

$$N_{PUCCH}^{repeat}(O_{UCI}) = \left\lceil \frac{O_{UCI}}{O_{UCI}^{ref}} \cdot N_{PUCCH}^{repeat}(O_{UCI}^{ref}) \right\rceil$$
. Để đơn giản,
$$N_{PUCCH}^{repeat}(O_{UCI}) = \left\lceil \frac{O_{UCI}}{O_{UCI}^{ref}} \cdot N_{PUCCH}^{repeat}(O_{UCI}^{ref}) \right\rceil$$
 có thể áp

dụng cho tất cả các tải UCI lên tới 11 bit.

Thay vì điều chỉnh số lần lặp lại theo tải UCI có O_{UCI} bit UCI (bao gồm O_{CRC} bit CRC khi $O_{UCI} > 11$), thì UE có thể điều chỉnh công suất truyền dẫn PUCCH. Cách tiếp cận này giả định rằng số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH, N_{PUCCH}^{repeat} , mà được tạo cấu hình cho UE đối với tải UCI tham chiếu O_{UCI}^{ref} . Ví dụ, khi $O_{UCI} \leq O_{UCI}^{ref}$, thì UE có thể truyền PUCCH bằng cách sử dụng N_{PUCCH}^{repeat} lần lặp lại trong khi giảm công suất $10 \log_{10}(O_{UCI}^{ref} / O_{UCI})$ dB. Đối với $O_{UCI} > O_{UCI}^{ref}$, UE có thể xác định số lần lặp lại lớn hơn so với N_{PUCCH}^{repeat} , ví dụ như được mô tả trên Fig. 14.

Giá trị của O_{UCI}^{ref} có thể được cung cấp cho UE bởi gNB sử dụng báo hiệu lớp cao hơn hoặc được định trước trong chức năng hệ thống. Ví dụ, giá trị của O_{UCI}^{ref} có thể giống như tải UCI tối đa mà UE có thể truyền PUCCH được liên kết với sự lặp lại. Để truyền dẫn một hoặc hai bit thông tin HARQ-ACK, thì UE có thể giảm công suất truyền

dẫn
$$\Delta_{TF_adjust,b,f,c}(i) = 10 \log_{10} \left(K_1 \cdot (n_{HARQ-ACK} + O_{SR} + O_{CSI}) / N_{RE} \right) - 10 \log_{10} \left(N_{ref}^{PUCCH} / N_{symb}^{PUCCH} \right)$$
 khi

$2 < O_{UCI}^{ref} \leq 11$ bit hoặc
$$\Delta_{TF_adjust,b,f,c}(i) = 10 \log_{10} \left(\left(2^{K_2 \cdot BPRE} - 1 \right) \right) - 10 \log_{10} \left(N_{ref}^{PUCCH} / N_{symb}^{PUCCH} \right)$$
 khi

$O_{UCI}^{ref} > 11$ bit. Để truyền dẫn $2 < O_{UCI} \leq 11$ bit khi $O_{UCI}^{ref} > 11$, thì UE có thể điều chỉnh công suất truyền dẫn PUCCH (trong khi sử dụng N_{PUCCH}^{repeat} lần lặp lại)

$$\Delta_{TF_adjust,b,f,c}(i) = 10\log_{10}\left(\left(2^{K_2 \cdot BP_{PRE}} - 1\right)\right) - 10\log_{10}\left(K_1 \cdot (n_{HARQ-ACK} + O_{SR} + O_{CSI}) / N_{RE}\right).$$

Ngoài việc điều chỉnh số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH hoặc công suất để truyền dẫn PUCCH với sự lặp lại phụ thuộc vào tải UCI, thì số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH hoặc công suất để truyền dẫn PUCCH cũng có thể được điều chỉnh dựa trên số lượng ký hiệu của khe khả dụng cho mỗi lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH. Đối với PUCCH mà bao gồm thông tin HARQ-ACK, thì ký hiệu khởi tạo (thứ nhất) trong khe và khoảng thời gian dành cho mỗi lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH được chỉ báo bởi định dạng DCI được liên kết với thông tin HARQ-ACK.

Vì khoảng thời gian của mỗi lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH có thể phụ thuộc vào tài nguyên PUCCH tương ứng mà có thể thay đổi phụ thuộc vào chỉ báo tương ứng bởi định dạng DCI, nên số lần lặp lại được yêu cầu hoặc công suất dành cho mỗi lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH cũng có thể thay đổi. Khi UE được tạo cấu hình với N_{PUCCH}^{repeat} lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH, thì UE cũng có thể được cung cấp số lượng ký hiệu tham chiếu $N_{PUCCH,ref}^{repeat,symb}$ trong khe tương ứng với N_{PUCCH}^{repeat} lặp lại. Khi khoảng thời gian để lặp lại truyền dẫn PUCCH trong khe nhỏ hơn so với $N_{PUCCH,ref}^{repeat,symb}$, thì UE có thể tăng công suất truyền dẫn PUCCH trong khi khoảng thời gian để lặp lại truyền dẫn PUCCH trong khe lớn hơn so với $N_{PUCCH,ref}^{repeat,symb}$, thì UE có thể giảm công suất truyền dẫn PUCCH.

Ngoài ra, khi khoảng thời gian để lặp lại truyền dẫn PUCCH trong khe nhỏ hơn so với $N_{PUCCH,ref}^{repeat,symb}$, thì UE có thể tăng số lần lặp lại trong khi khoảng thời gian để lặp lại truyền dẫn PUCCH trong khe lớn hơn so với $N_{PUCCH,ref}^{repeat,symb}$, thì UE có thể giảm số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH.

Điều chỉnh công suất (dương hoặc âm hoặc bằng không) là

$$\Delta_{TF,b,f,c}(i) = 10\log_{10}\left(\frac{N_{symb}^{PUCCH}}{N_{PUCCH,ref}^{repeat,symb}}\right) \text{ dB. Ví dụ, khi } N_{PUCCH,ref}^{repeat,symb} = 4 \text{ (số lượng ký hiệu tối thiểu trong}$$

khe để lặp lại truyền dẫn PUCCH) và sự lặp lại truyền dẫn PUCCH trên N_{symb}^{PUCCH} , thì UE

có thể giảm công suất truyền dẫn $\Delta_{TF,b,f,c}(i) = 10 \log_{10} \left(\frac{N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}}}{N_{\text{PUCCH,ref}}^{\text{repeat,symb}}} \right)$ dB. Ví dụ, khi

$N_{\text{PUCCH,ref}}^{\text{repeat,symb}} = 14$ (số lượng ký hiệu tối đa trong khe để lặp lại truyền dẫn PUCCH) và sự lặp lại truyền dẫn PUCCH trên $N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}}$, thì UE có thể tăng công suất truyền dẫn $\Delta_{TF,b,f,c}(i) = 10 \log_{10} \left(\frac{N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}}}{N_{\text{PUCCH,ref}}^{\text{repeat,symb}}} \right)$ dB.

Việc điều chỉnh cho số lần lặp lại, khi không có sự điều chỉnh công suất, có thể bởi hệ số $\left\lceil N_{\text{PUCCH,ref}}^{\text{repeat,symb}} / N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}} \right\rceil$ đối với số lượng $\left\lceil N_{\text{PUCCH,ref}}^{\text{repeat,symb}} / N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}} \right\rceil \cdot N_{\text{PUCCH}}^{\text{repeat}}$ lần lặp lại kết quả khi $N_{\text{PUCCH,ref}}^{\text{repeat,symb}} > N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}}$, hoặc bởi hệ số $\left\lceil N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}} / N_{\text{PUCCH,ref}}^{\text{repeat,symb}} \right\rceil$ đối với số lượng $\left\lceil N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}} / N_{\text{PUCCH,ref}}^{\text{repeat,symb}} \right\rceil \cdot N_{\text{PUCCH}}^{\text{repeat}}$ lần lặp lại kết quả khi $N_{\text{PUCCH,ref}}^{\text{repeat,symb}} > N_{\text{symb}}^{\text{PUCCH}}$ (hàm “sàn” thay vì hàm “trần” có thể được sử dụng như một phương án thay thế).

Phương án thứ sáu của sáng chế xem xét việc xác định động dành cho số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH.

Việc xác định động dành cho số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH có lợi khi các điều kiện môi trường kênh hoặc các điều kiện truyền/thu để truyền dẫn PUCCH thay đổi động và UE cần phải tăng công suất truyền dẫn PUCCH, có khả năng ở trên công suất truyền dẫn được cho phép tối đa, khi các điều kiện này xấu đi, hoặc giảm công suất truyền dẫn PUCCH khi các điều kiện này cải thiện. Ví dụ, các điều kiện như vậy có thể bao gồm sự thay đổi động về bóng râm, hoặc thay đổi động về các chùm truyền/thu cung cấp SINR đủ lớn, hoặc sự thêm vào/loại bỏ các điểm thu, và v.v.. Trong các trường hợp như vậy, có lợi là cho phép mạng thay đổi động số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH ngay cả đối với cùng một tải UCI.

Chỉ báo động dành cho số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH được cung cấp bởi định dạng DCI được liên kết với truyền dẫn PUCCH, ví dụ khi PUCCH bao gồm thông tin HARQ-ACK. Chỉ báo cho số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH có thể là chỉ báo rõ ràng, bằng cách bao gồm trường tương ứng trong định dạng DCI, hoặc ngầm dựa trên giá trị của trường khác trong định dạng DCI.

Theo cách tiếp cận thứ nhất, chỉ báo ngầm có thể được cung cấp bằng cách liên kết trạng thái chỉ báo truyền dẫn (TCI) được chỉ báo bởi định dạng DCI, và thông tin gần

như đồng vị trí có liên quan dành cho UE để xác định bộ lọc không gian để áp dụng cho truyền dẫn PUCCH, với số lần lặp lại PUCCH. Ví dụ, trạng thái TCI thứ nhất có thể được liên kết bởi các lớp cao hơn với số lần lặp lại thứ nhất để truyền dẫn PUCCH và trạng thái TCI thứ hai có thể được liên kết bởi các lớp cao hơn với số lần lặp lại thứ hai để truyền dẫn PUCCH. Định dạng DCI có thể chỉ báo trạng thái TCI để truyền dẫn PUCCH và UE có thể xác định số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH dựa trên dạng liên kết/ánh xạ được cung cấp bởi các lớp cao hơn giữa các trạng thái TCI và số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH. Định dạng DCI có thể chỉ báo trạng thái TCI bất kể việc có hay không truyền dẫn PUCCH được liên kết được tạo cấu hình với sự lặp lại.

Ánh xạ của các trạng thái TCI với số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH có thể được tạo cấu hình riêng biệt cho mỗi định dạng PUCCH hoặc có thể chung cho tất cả các định dạng PUCCH. Việc xác định số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH cũng có thể được kết hợp với phương án thứ năm của sáng chế trong đó dạng liên kết giữa trạng thái TCI và số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH có thể là dành cho tải UCI tham chiếu (mà cũng có thể được cung cấp bởi các lớp cao hơn hoặc có thể được định trước trong chức năng hệ thống) và UE có thể điều chỉnh số lần lặp lại truyền dẫn PUCCH dựa trên tải UCI được chứa trong truyền dẫn PUCCH.

Khi định dạng DCI không bao gồm trường chỉ báo trạng thái TCI, thì từ tập trạng thái TCI được tạo cấu hình, trạng thái TCI với chỉ số không từ tập trạng thái TCI được tạo cấu hình hoặc trạng thái TCI trong định dạng DCI cuối mà bao gồm trường chỉ báo trạng thái TCI mà UE phát hiện có thể được sử dụng để xác định số lần lặp lại PUCCH. Cách tiếp cận thứ nhất cũng có thể áp dụng khi UE không được tạo cấu hình với sự lặp lại để truyền dẫn PUCCH và trong trường hợp như vậy trạng thái TCI có thể được liên kết với giá trị, từ tập giá trị được tạo cấu hình, $P_{O_PUCCH,b,f,c}(q_u)$ hoặc $\Delta_{F_PUCCH}(F)$.

Theo cách tiếp cận thứ hai, chỉ báo ngầm có thể được cung cấp bằng cách liên kết tài nguyên PUCCH được chỉ báo bởi định dạng DCI với số lần lặp lại PUCCH. Ví dụ, tài nguyên PUCCH thứ nhất có thể được liên kết bởi các lớp cao hơn với số lần lặp lại thứ nhất để truyền dẫn PUCCH, chẳng hạn như một lần truyền dẫn trong khe, và tài nguyên PUCCH thứ hai có thể được liên kết bởi các lớp cao hơn với số lần lặp lại thứ hai để truyền dẫn PUCCH, chẳng hạn như hai lần truyền dẫn trong cùng một ký hiệu trên hai khe tương ứng.

Định dạng DCI có thể chỉ báo tài nguyên để truyền dẫn PUCCH và UE có thể xác

định số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH dựa trên dạng liên kết được cung cấp bởi các lớp cao hơn giữa các tài nguyên PUCCH và số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH hoặc bằng cách bao gồm số lần lặp lại là một phần của cấu hình dành cho các thông số được liên kết với tài nguyên PUCCH. Điều này có thể được kết hợp với phương án thứ năm của sáng chế mà dạng liên kết giữa tài nguyên PUCCH và số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH có thể dành cho tải UCI tham chiếu (mà cũng có thể được cung cấp bởi các lớp cao hơn hoặc có thể được định trước trong chức năng hệ thống) và UE có thể điều chỉnh số lần lặp lại truyền dẫn PUCCH dựa trên tải UCI được chứa trong truyền dẫn PUCCH. Cách tiếp cận thứ hai cũng có thể áp dụng khi UE không được tạo cấu hình với sự lặp lại để truyền dẫn PUCCH và trong trường hợp như vậy tài nguyên PUCCH có thể được liên kết giá trị, từ tập giá trị được tạo cấu hình, $P_{O_PUCCH,b,f,c}(q_u)$ hoặc $\Delta_{F_PUCCH}(F)$.

Theo cách tiếp cận thứ ba, chỉ báo ngàm có thể được cung cấp bằng cách liên kết giá trị lệnh TPC được chỉ báo bởi định dạng DCI với số lần lặp lại PUCCH. Ví dụ, giá trị lệnh TPC định trước có thể được liên kết với số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH mà được cung cấp bởi các lớp cao hơn. Điều này có thể được kết hợp với phương án thứ năm của sáng chế mà dạng liên kết giữa giá trị lệnh TPC và số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH có thể dành cho tải UCI tham chiếu (mà cũng có thể được cung cấp bởi các lớp cao hơn hoặc có thể được định trước trong chức năng hệ thống) và UE có thể điều chỉnh số lần lặp lại truyền dẫn PUCCH dựa trên tải UCI được chứa trong truyền dẫn PUCCH.

Fig.15 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp 1500 để xác định số lần lặp lại truyền dẫn PUCCH dựa trên trạng thái TCI được chỉ báo trong định dạng DCI khởi động truyền dẫn PUCCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của phương pháp 1500 được thể hiện trên Fig.15 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.15 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

UE được cung cấp bởi các lớp cao hơn tập trạng thái TCI và tập số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH 1510. Mỗi phần tử của tập số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH được ánh xạ tới phần tử của tập trạng thái TCI, ví dụ thông qua ánh xạ một-một hoặc ánh xạ nhiều-một. UE phát hiện định dạng DCI mà khởi động truyền dẫn PUCCH và bao gồm trường chỉ báo trạng thái TCI để truyền dẫn PUCCH 1520. UE xác định số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH, dành cho tải UCI tương ứng, dựa trên ánh xạ của trạng thái TCI được chỉ báo tới phần tử từ tập số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH 1530. UE truyền PUCCH

sử dụng số lần lặp lại được xác định 1540.

Theo cách tiếp cận thứ tư, số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH mà bao gồm thông tin HARQ-ACK có thể được xác định dựa trên định dạng DCI được liên kết với thông tin HARQ-ACK. Ví dụ, UE có thể truyền PUCCH với số lần lặp lại thứ nhất khi thông tin HARQ-ACK tương ứng được liên kết với định dạng DCI thứ nhất và có thể truyền PUCCH với số lần lặp lại thứ hai khi thông tin HARQ-ACK tương ứng được liên kết với định dạng DCI thứ hai. Các định dạng DCI thứ nhất và thứ hai có thể được phân biệt bởi các RNTI thứ nhất và thứ hai tương ứng được sử dụng để xáo trộn các bit CRC tương ứng, bởi các kích thước định dạng DCI thứ nhất và thứ hai tương ứng, hoặc bởi trường trong mỗi định dạng DCI chỉ báo việc định dạng DCI là định dạng DCI thứ nhất hay định dạng DCI thứ hai.

Phương án thứ bảy của sáng chế xem xét việc xác định công suất truyền dẫn PUCCH hoặc số lần lặp lại để truyền dẫn PUCCH phụ thuộc vào kiểu UCI.

Các lớp cao hơn có thể cung cấp riêng biệt cấu hình cho mỗi kiểu UCI dành cho cùng một định dạng PUCCH đối với các giá trị của các thông số điều khiển công suất vòng hở, chẳng hạn như $P_{O_PUCCH,b,f,c}(q_u)$ hoặc $\Delta_{F_PUCCH}(F)$. Ngoài ra, công thức trong biểu thức 5 để xác định công suất truyền dẫn PUCCH có thể bao gồm số hạng bổ sung, $\Delta_{UCI-type}$, mà được cung cấp bởi các lớp cao hơn cho kiểu UCI (thông tin HARQ-ACK, SR, hoặc CSI) và có thể chung cho tất cả các định dạng PUCCH khả dụng, chẳng hạn như định dạng PUCCH 3 hoặc định dạng PUCCH 4, hoặc có thể được cung cấp riêng biệt cho mỗi định dạng PUCCH. Ngoài ra, $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ có thể được thay thế bởi $\Delta_{UCI-type}$ và biểu thức 5 có thể được thay thế bởi biểu thức 6.

Cũng có thể $\Delta_{UCI-type}$ không được cung cấp cho một kiểu UCI, chẳng hạn như, ví dụ cho HARQ-ACK, và giá trị mặc định chẳng hạn như 0 được sử dụng trong trường hợp đó. Các giá trị $\Delta_{UCI-type}$ có thể là giá trị dương hoặc âm.

$$P_{PUCCH,b,f,c}(i, q_u, q_d, l) = \min \left\{ P_{CMAX,f,c}(i), P_{O_PUCCH,b,f,c}(q_u) + 10 \log_{10}(2^{\mu} \cdot M_{RB,b,f,c}^{PUCCH}(i)) + PL_{b,f,c}(q_d) + \Delta_{UCI-type} + \Delta_{TF,b,f,c}(i) + g_{b,f,c}(i, l) \right\}$$

[dBm] biểu thức 6

Với cấu hình riêng biệt của một hoặc nhiều thông số vòng hở cho mỗi kiểu UCI, thì công suất truyền dẫn PUCCH có thể độc lập trong số các kiểu UCI. Ví dụ, đối với cùng một tải, thì công suất truyền dẫn PUCCH có thể khác nhau khi PUCCH bao gồm

thông tin HARQ-ACK so với PUCCH bao gồm CSI. Các thông số điều khiển công suất vòng kín có thể chung cho các kiểu UCI khác nhau vì mục đích thông thường của việc điều khiển công suất vòng kín là để theo dõi sự thay đổi trong mỗi trường kênh. Tương tự, các lớp cao hơn có thể cung cấp cấu hình riêng biệt cho mỗi kiểu UCI dành cho số lần lặp lại PUCCH. Ví dụ, khi UE truyền PUCCH sử dụng định dạng PUCCH 3 và đối với tải UCI đã cho, thì UE có thể được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn để truyền CSI sử dụng 2 lần lặp lại và để truyền HARQ-ACK sử dụng 4 lần lặp lại.

Khi các kiểu UCI khác nhau được dồn kênh trong cùng một PUCCH, thì UE có thể được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn các giá trị của các thông số điều khiển công suất vòng hở, hoặc số lần lặp lại PUCCH, để sử dụng cho truyền dẫn PUCCH. Cũng có thể là UE xác định các giá trị bằng quy tắc định trước mà không có báo hiệu lớp cao hơn. Ví dụ, UE có thể sử dụng các giá trị được tạo cấu hình để truyền dẫn thông tin HARQ-ACK trong PUCCH khi UE dồn kênh thông tin HARQ-ACK và SR hoặc CSI trong cùng một PUCCH. Ví dụ, UE có thể sử dụng giá trị $P_{O_PUCCH,b,f,c}(q_u)$ lớn hơn, hoặc giá trị $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ lớn hơn, hoặc giá trị $\Delta_{UCI-type}$ lớn hơn khi UE dồn kênh các kiểu UCI khác nhau tương ứng trong truyền dẫn PUCCH.

Fig.16 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp 1600 để xác định công suất truyền dẫn PUCCH dựa trên kiểu UCI mà được chứa trong truyền dẫn PUCCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của phương pháp 1400 được thể hiện trên Fig.16 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.16 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

UE được cung cấp bởi các lớp cao hơn giá trị độ lệch công suất $\Delta_{HARQ-ACK}$ để truyền dẫn PUCCH mà bao gồm thông tin HARQ-ACK, hoặc giá trị độ lệch công suất Δ_{SR} để truyền dẫn PUCCH mà bao gồm SR, hoặc giá trị độ lệch công suất Δ_{CSI} để truyền dẫn PUCCH mà bao gồm CSI 1610. UE xác định việc có hay không một kiểu UCI được chứa trong PUCCH 1620. Khi một kiểu UCI được chứa trong PUCCH, thì UE xác định công suất truyền dẫn PUCCH bằng cách sử dụng giá trị độ lệch công suất $\Delta_{HARQ-ACK}$ khi PUCCH chỉ bao gồm thông tin HARQ-ACK, hoặc bằng cách sử dụng giá trị độ lệch công suất Δ_{SR} khi PUCCH chỉ bao gồm SR, hoặc bằng cách sử dụng giá trị độ lệch công suất Δ_{CSI} khi PUCCH chỉ bao gồm CSI 1630. Khi nhiều kiểu UCI được

chứa trong PUCCH, thì UE sử dụng các giá trị $\Delta_{UCI-type}$ tương ứng lớn hơn 1640.

Phương án thứ tám của sáng chế xem xét việc xác định số lượng khe để truyền dẫn PUCCH để cho UE tránh việc bỏ UCI hoặc để truyền UCI với tỷ lệ mã mà nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ mã được cung cấp cho UE bởi các lớp cao hơn.

UE có thể được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn để mở rộng truyền dẫn PUCCH, với ký hiệu đầu tiên và cuối cùng được chỉ báo trong khe, trên nhiều khe tuân theo tỷ lệ mã kết quả nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ mã R được cung cấp cho UE bởi các lớp cao hơn. Không giống như việc lặp lại truyền dẫn PUCCH mà việc lập mã các bit UCI xem xét việc so khớp tỷ lệ trên các RE khả dụng trên một khe và lặp lại trên các khe, để truyền dẫn PUCCH được mở rộng trên nhiều khe, việc lập mã các bit UCI xem xét việc so khớp tỷ lệ trên các RE khả dụng của nhiều khe. UE cũng có thể được cung cấp bởi các lớp cao hơn số lượng khe tối đa N_{slot}^{PUCCH} để mở rộng truyền dẫn PUCCH. Số lượng RB để truyền dẫn PUCCH giống nhau trong toàn bộ các khe để truyền dẫn PUCCH.

UE xác định số lượng khe tối thiểu, $N_{slot,min}^{PUCCH}$, mà nhỏ hơn hoặc bằng số lượng khe N_{slot}^{PUCCH} được cung cấp bởi các lớp cao hơn, và kết quả là tỷ lệ mã để truyền UCI (bao gồm CRC, nếu có) trong PUCCH nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ mã R được cung cấp cho UE bởi các lớp cao hơn. Ký hiệu M_{RB}^{PUCCH} số lượng RB để truyền dẫn PUCCH (có thể là số lượng RB tối đa khả dụng để truyền dẫn PUCCH), ký hiệu $N_{sc,ctrl}^{RB}$ số lượng sóng mang con trên mỗi RB (RE) mà khả dụng để truyền dẫn UCI trong PUCCH, ký hiệu $N_{symb-UCI}^{PUCCH}$ số lượng ký hiệu trong khe để truyền dẫn UCI trong PUCCH, và ký hiệu Q_m số lượng ký hiệu điều biến trên mỗi RE (bậc điều biến), là $O_{UCI} \leq M_{RB}^{PUCCH} \cdot N_{sc,ctrl}^{RB} \cdot N_{symb-UCI}^{PUCCH} \cdot N_{slot,min}^{PUCCH} \cdot Q_m \cdot r$ và $O_{UCI} > M_{RB}^{PUCCH} \cdot N_{sc,ctrl}^{RB} \cdot N_{symb-UCI}^{PUCCH} \cdot (N_{slot,min}^{PUCCH} - 1) \cdot Q_m \cdot r$, trong đó O_{UCI} là số lượng bit UCI bao gồm các bit CRC, nếu có. UE truyền PUCCH trên số lượng khe tối thiểu $N_{slot,min}^{PUCCH}$.

Khi tỷ lệ mã để truyền UCI trên N_{slot}^{PUCCH} khe lớn hơn so với R , tức là khi $O_{UCI} > M_{RB}^{PUCCH} \cdot N_{sc,ctrl}^{RB} \cdot N_{symb-UCI}^{PUCCH} \cdot N_{slot}^{PUCCH} \cdot Q_m \cdot r$, thì trước hết UE bỏ UCI, chẳng hạn như báo cáo CSI hoặc phần 2 của báo cáo CSI khi có thể áp dụng được, và truyền UCI trong PUCCH trên N_{slot}^{PUCCH} khe ngay cả khi tỷ lệ mã kết quả lớn hơn so với R . UE cũng có thể được

tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn để áp dụng gộp HARQ-ACK theo miền không gian, thời gian, hoặc tế bào khi UE đã bỏ tất cả báo cáo CSI, hoặc đã bỏ tất cả báo cáo CSI phần 2, và tỷ lệ mã kết quả vẫn còn lớn hơn so với β , tức là khi

$$O_{UCI} > M_{RB}^{PUCCH} \cdot N_{sc,ctrl}^{RB} \cdot N_{symb-UCI}^{PUCCH} \cdot N_{slot}^{PUCCH} \cdot Q_m \cdot r.$$

Fig.17 là hình vẽ lưu đồ của phương pháp 1700 để xác định số lượng khe để truyền dẫn PUCCH dựa trên tỷ lệ mã và số lượng khe được cung cấp bởi các lớp cao hơn theo các phương án của sáng chế. Phương án của phương pháp 1700 được thể hiện trên Fig.17 chỉ nhằm mục đích minh họa và có thể có cấu hình giống hoặc tương tự nhau. Fig.17 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ.

UE được cung cấp bởi các lớp cao hơn tỷ lệ mã β và số lượng (tối đa) N_{slot}^{PUCCH} khe để truyền dẫn UCI trong PUCCH 1710. UE xác định số lượng khe tối thiểu $N_{slot,min}^{PUCCH} \leq N_{slot}^{PUCCH}$ để truyền dẫn PUCCH mà dẫn đến kết quả là tỷ lệ mã UCI nhỏ hơn hoặc bằng β hoặc $N_{slot,min}^{PUCCH} = N_{slot}^{PUCCH}$ 1720. UE lập mã UCI trên số lượng sóng mang con và ký hiệu khả dụng để truyền dẫn UCI trong $N_{slot,min}^{PUCCH}$ khe và truyền PUCCH trên $N_{slot,min}^{PUCCH}$ khe 1730.

Thay vì xác định số lượng khe, lên tới số lượng khe tối đa được cung cấp bởi các lớp cao hơn, để truyền dẫn PUCCH dựa trên tỷ lệ mã UCI kết quả nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ mã được cung cấp bởi các lớp cao hơn, thì phương án thứ tám cũng có thể áp dụng theo cách thức tương tự để xác định số lượng ký hiệu trong khe. UE có thể chỉ được cung cấp ký hiệu thứ nhất và số lượng ký hiệu tối đa để truyền dẫn PUCCH trong khe và UE có thể xác định thích nghi số lượng ký hiệu để truyền dẫn PUCCH trong khe dựa trên tỷ lệ mã UCI kết quả nhỏ hơn hoặc bằng tỷ lệ mã được cung cấp bởi các lớp cao hơn.

Để cho phép các đích tin cậy thu khác nhau đối với các kiểu UCI khác nhau, thì tỷ lệ mã β được cung cấp cho UE bởi các lớp cao hơn cũng có thể được cung cấp độc lập cho mỗi kiểu UCI. Ví dụ, UE có thể được cung cấp riêng biệt bởi các lớp cao hơn tỷ lệ mã thứ nhất β_1 để truyền dẫn HARQ-ACK và tỷ lệ mã thứ hai β_2 để truyền dẫn CSI.

Tỷ lệ mã β được cung cấp cho UE bởi các lớp cao hơn cũng có thể được cung cấp độc lập cho mỗi kiểu dịch vụ. Ví dụ UE có thể được cung cấp riêng biệt bởi các lớp cao hơn tỷ lệ mã thứ nhất β_1 để truyền dẫn HARQ-ACK tương ứng với kiểu dịch vụ thứ

nhất chẳng hạn như kiểu dịch vụ băng rộng di động và tỷ lệ mã thứ hai $r=2$ để truyền dẫn HARQ-ACK tương ứng với kiểu dịch vụ thứ hai chẳng hạn như kiểu dịch vụ truyền thông siêu tin cậy và độ trễ thấp. UE có thể xác định tỷ lệ mã để áp dụng dựa trên, ví dụ, sự chỉ báo bởi định dạng DCI lập lịch thu PDSCH mà được liên kết với truyền dẫn HARQ-ACK, chẳng hạn như giá trị của trường trong định dạng DCI, RNTI được sử dụng để xáo trộn CRC của định dạng DCI, kích thước của định dạng DCI, và v.v.. Khi các kiểu UCI khác nhau được dồn kênh (mã hóa) chung trong cùng một PUCCH, thì các tỷ lệ mã hóa tương ứng nhỏ hơn có thể được sử dụng để xác định số lượng tài nguyên, chẳng hạn như số lượng RB, số lượng ký hiệu của khe, hoặc số lượng khe, hoặc để xác định các yêu cầu bỏ UCI khi các tỷ lệ mã nhỏ hơn không được đáp ứng khi tất cả UCI được truyền.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả theo các phương án làm ví dụ, nhưng các thay đổi và cải biến khác nhau có thể được đưa ra đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Lưu ý rằng phần mô tả sáng chế bao hàm cả những thay đổi và cải biến như vậy vẫn thuộc phạm vi của sáng chế như được trình bày trong phần yêu cầu bảo hộ.

Nên hiểu rằng trong các phương án thực hiện sáng chế được mô tả thì không phải bất cứ bộ phận, bước, hoặc chức năng cần thiết nào cũng phải nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Phạm vi bảo hộ của các đối tượng trong sáng chế chỉ được xác định duy nhất bằng các điểm yêu cầu bảo hộ. Hơn nữa, không có bất cứ điểm yêu cầu bảo hộ nào dùng để viện dẫn đến điểm f phần § 112 tại mục 35 của bộ luật Mỹ U.S.C. trừ khi có chính xác cụm từ “có nghĩa là” theo sau là một động tính từ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

thu kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel, PDCCH) mà cung cấp định dạng thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information, DCI) thứ nhất;

giải mã định dạng DCI thứ nhất, trong đó định dạng DCI thứ nhất:

lập lịch truyền dẫn kênh chia sẻ đường lên vật lý (physical uplink shared channel, PUSCH), và

bao gồm trường thứ nhất chỉ báo việc có hay không thông tin kênh chia sẻ đường lên (uplink shared channel, UL-SCH) được dồn kênh trong PUSCH;

xác định dồn kênh hoặc không dồn kênh thông tin UL-SCH trong PUSCH tùy thuộc vào chỉ báo trong trường thứ nhất; và

truyền PUSCH dựa trên việc xác định này.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trường thứ nhất bao gồm 1 bit.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó:

định dạng DCI thứ nhất bao gồm trường thứ hai chỉ báo việc có hay không thông tin trạng thái kênh (channel state information, CSI) được dồn kênh trong PUSCH, và

khi trường thứ nhất chỉ báo rằng thông tin UL-SCH không được dồn kênh trong PUSCH, thì trường thứ hai chỉ báo rằng CSI được dồn kênh trong PUSCH.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

thu số lượng các kênh chia sẻ đường xuống vật lý (physical downlink shared channel, PDSCH) mà cung cấp số lượng các khối vận chuyển (transport block, TB); và

xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa để dồn kênh thông tin báo nhận dành cho các TB trong PUSCH tùy thuộc vào:

số lượng các bit thông tin dữ liệu được dồn kênh trong PUSCH khi trường thứ nhất chỉ báo rằng thông tin UL-SCH được dồn kênh trong PUSCH, và

giá trị của trường sơ đồ điều biến và mã hóa (modulation and coding scheme, MCS) trong định dạng DCI thứ nhất khi trường thứ nhất chỉ báo rằng thông tin UL-SCH không được dồn kênh trong PUSCH.

5. Phương pháp theo điểm 3, trong đó:

truyền dẫn PUSCH là truyền dẫn PUSCH thứ nhất trên tế bào thứ nhất và chồng lấn theo thời gian với truyền dẫn PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai,

truyền dẫn PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai được tạo cấu hình bởi báo hiệu lớp cao hơn, và

CSI được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH thứ nhất trên tế bào thứ nhất.

6. Phương pháp theo điểm 3, trong đó:

truyền dẫn PUSCH là truyền dẫn PUSCH thứ nhất trên tế bào thứ nhất có chỉ số thứ nhất và chồng lấn theo thời gian với truyền dẫn PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai có chỉ số thứ hai,

truyền dẫn PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai được lập lịch bởi định dạng DCI thứ hai, và

CSI được dồn kênh trong một trong số các truyền dẫn PUSCH thứ nhất và thứ hai mà ở trên một trong số các tế bào thứ nhất và thứ hai mà có chỉ số nhỏ hơn trong số hai chỉ số.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

giải mã định dạng DCI thứ hai, trong đó định dạng DCI thứ hai:

lập lịch thu thông tin dữ liệu trong kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH), và

chỉ báo thời gian truyền dẫn dành cho kênh điều khiển đường lên vật lý (physical uplink control channel, PUCCH) với thông tin báo nhận nhằm đáp lại việc thu thông tin dữ liệu; và

dồn kênh thông tin báo nhận trong PUSCH khi thời gian giữa ký hiệu cuối của thu PDSCH và ký hiệu thứ nhất của truyền dẫn PUSCH nhỏ hơn hoặc bằng thời gian định trước.

8. Thiết bị người dùng (user equipment, UE) bao gồm:

bộ thu được tạo cấu hình để thu kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) mà cung cấp định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI);

bộ giải mã được tạo cấu hình để giải mã định dạng DCI thứ nhất, trong đó định dạng DCI thứ nhất:

lập lịch truyền dẫn kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), và

bao gồm trường thứ nhất chỉ báo việc có hay không thông tin kênh chia sẻ đường lên (UL-SCH) được dồn kênh trong PUSCH;

bộ dồn kênh được tạo cấu hình để dồn kênh hoặc không dồn kênh thông tin UL-SCH

trong PUSCH tùy thuộc vào chỉ báo trong trường thứ nhất; và

bộ truyền được tạo cấu hình để truyền PUSCH.

9. UE theo điểm 8, trong đó trường thứ nhất bao gồm 1 bit.

10. UE theo điểm 8, trong đó:

định dạng DCI thứ nhất bao gồm trường thứ hai chỉ báo việc có hay không thông tin trạng thái kênh (CSI) được dồn kênh trong PUSCH, và

khi trường thứ nhất chỉ báo rằng thông tin UL-SCH không được dồn kênh trong PUSCH, thì trường thứ hai chỉ báo rằng CSI được dồn kênh trong PUSCH.

11. UE theo điểm 8, trong đó:

bộ thu còn được tạo cấu hình để thu số lượng các kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) mà cung cấp số lượng các khối vận chuyển (TB); và

bộ dồn kênh còn được tạo cấu hình để dồn kênh số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa dành cho thông tin báo nhận dành cho các TB trong PUSCH mà được xác định tùy thuộc vào:

số lượng các bit thông tin dữ liệu được dồn kênh trong PUSCH khi trường thứ nhất chỉ báo rằng thông tin UL-SCH được dồn kênh trong PUSCH, và

giá trị của trường sơ đồ điều biến và mã hóa (MCS) trong định dạng DCI thứ nhất khi trường thứ nhất chỉ báo rằng thông tin UL-SCH không được dồn kênh trong PUSCH.

12. UE theo điểm 10, trong đó:

truyền dẫn PUSCH là truyền dẫn PUSCH thứ nhất trên tế bào thứ nhất và chồng lấn theo thời gian với truyền dẫn PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai,

truyền dẫn PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai được tạo cấu hình bởi báo hiệu lớp cao hơn, và

bộ dồn kênh còn được tạo cấu hình để dồn kênh CSI trong truyền dẫn PUSCH thứ nhất trên tế bào thứ nhất.

13. UE theo điểm 10, trong đó:

truyền dẫn PUSCH là truyền dẫn PUSCH thứ nhất trên tế bào thứ nhất có chỉ số thứ nhất và chồng lấn theo thời gian với truyền dẫn PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai có chỉ số thứ hai,

truyền dẫn PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai được lập lịch bởi định dạng DCI thứ hai, và

bộ dồn kênh còn được tạo cấu hình để dồn kênh CSI trong một trong số các truyền

dẫn PUSCH thứ nhất và thứ hai mà ở trên một trong số các tế bào thứ nhất và thứ hai mà có chỉ số nhỏ hơn trong số hai chỉ số.

14. UE theo điểm 8, trong đó:

bộ giải mã còn được tạo cấu hình để giải mã định dạng DCI thứ hai, trong đó định dạng DCI thứ hai:

lập lịch thu thông tin dữ liệu trong kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH), và chỉ báo thời gian truyền dẫn dành cho kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) với thông tin báo nhận nhằm đáp lại việc thu thông tin dữ liệu; và

bộ dồn kênh còn được tạo cấu hình để dồn kênh thông tin báo nhận trong PUSCH khi thời gian giữa ký hiệu cuối của thu PDSCH và ký hiệu thứ nhất của truyền dẫn PUSCH nhỏ hơn hoặc bằng thời gian định trước.

15. Trạm gốc bao gồm:

bộ lập mã được tạo cấu hình để lập mã định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI) thứ nhất, trong đó định dạng DCI thứ nhất:

lập lịch truyền dẫn kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), và

bao gồm trường thứ nhất chỉ báo việc có hay không thông tin kênh chia sẻ đường lên (UL-SCH) được dồn kênh trong PUSCH;

bộ truyền được tạo cấu hình để truyền kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) với định dạng DCI thứ nhất;

bộ thu được tạo cấu hình để thu PUSCH; và

bộ phân kênh được tạo cấu hình để phân kênh hoặc không phân kênh thông tin UL-SCH trong PUSCH tùy thuộc vào chỉ báo trong trường thứ nhất.

16. Trạm gốc theo điểm 15, trong đó trường thứ nhất bao gồm 1 bit.

17. Trạm gốc theo điểm 15, trong đó:

định dạng DCI thứ nhất bao gồm trường thứ hai chỉ báo việc có hay không thông tin trạng thái kênh (CSI) được dồn kênh trong PUSCH, và

khi trường thứ nhất chỉ báo rằng thông tin UL-SCH không được dồn kênh trong PUSCH, thì trường thứ hai chỉ báo rằng CSI được dồn kênh trong PUSCH.

18. Trạm gốc theo điểm 15, trong đó:

bộ truyền còn được tạo cấu hình để truyền số lượng các kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) mà cung cấp số lượng các khối vận chuyển (TB); và

bộ phân kênh còn được tạo cấu hình để phân kênh số lượng các ký hiệu điều biến

được mã hóa dành cho thông tin báo nhận dành cho các TB trong PUSCH mà được xác định tùy thuộc vào:

số lượng các bit thông tin dữ liệu được dồn kênh trong PUSCH khi trường thứ nhất chỉ báo rằng thông tin UL-SCH được dồn kênh trong PUSCH, và

giá trị của trường sơ đồ điều biến và mã hóa (MCS) trong định dạng DCI thứ nhất khi trường thứ nhất chỉ báo rằng thông tin UL-SCH không được dồn kênh trong PUSCH.

19. Trạm gốc theo điểm 17, trong đó:

thu PUSCH là thu PUSCH thứ nhất trên tế bào thứ nhất và chồng lần theo thời gian với thu PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai,

thu PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai được tạo cấu hình bởi báo hiệu lớp cao hơn, và

bộ phân kênh còn được tạo cấu hình để phân kênh CSI trong thu PUSCH thứ nhất trên tế bào thứ nhất.

20. Trạm gốc theo điểm 17, trong đó:

thu PUSCH là thu PUSCH thứ nhất trên tế bào thứ nhất có chỉ số thứ nhất và chồng lần theo thời gian với thu PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai có chỉ số thứ hai,

thu PUSCH thứ hai trên tế bào thứ hai được lập lịch bởi định dạng DCI thứ hai, và

bộ phân kênh còn được tạo cấu hình để phân kênh CSI trong một trong số các thu PUSCH thứ nhất và thứ hai mà ở trên một trong số các tế bào thứ nhất và thứ hai mà có chỉ số nhỏ hơn trong số hai chỉ số.

Fig.1

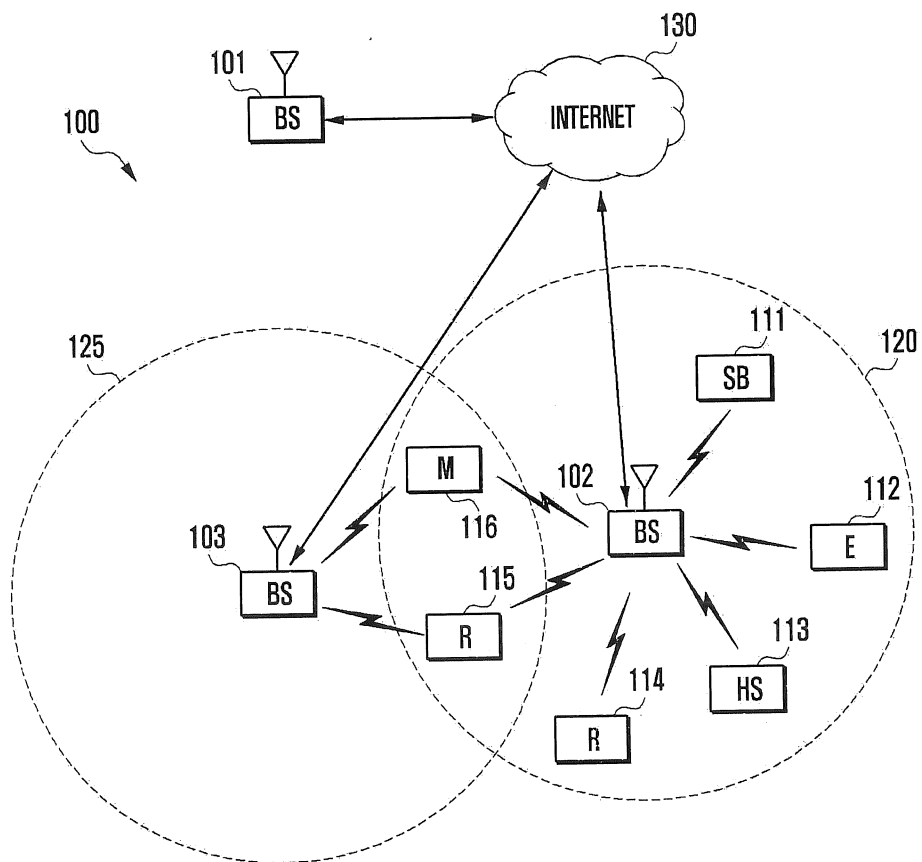


Fig.2

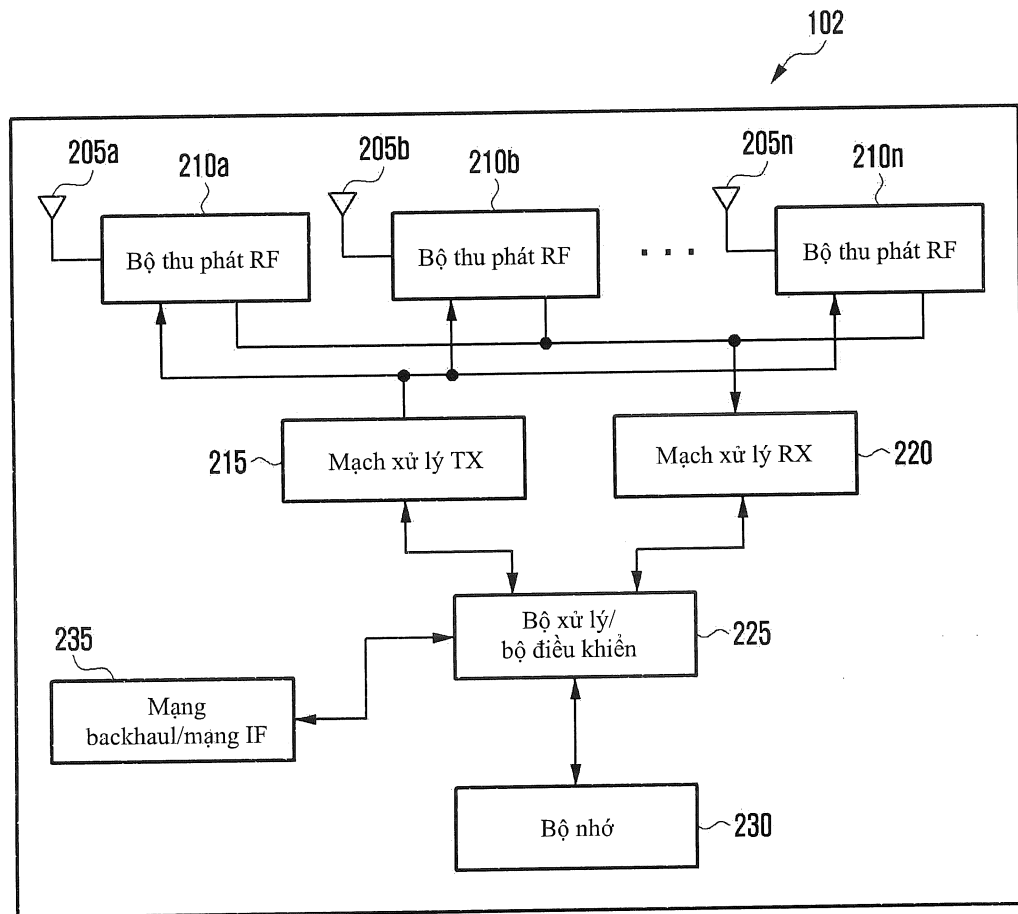


Fig.3

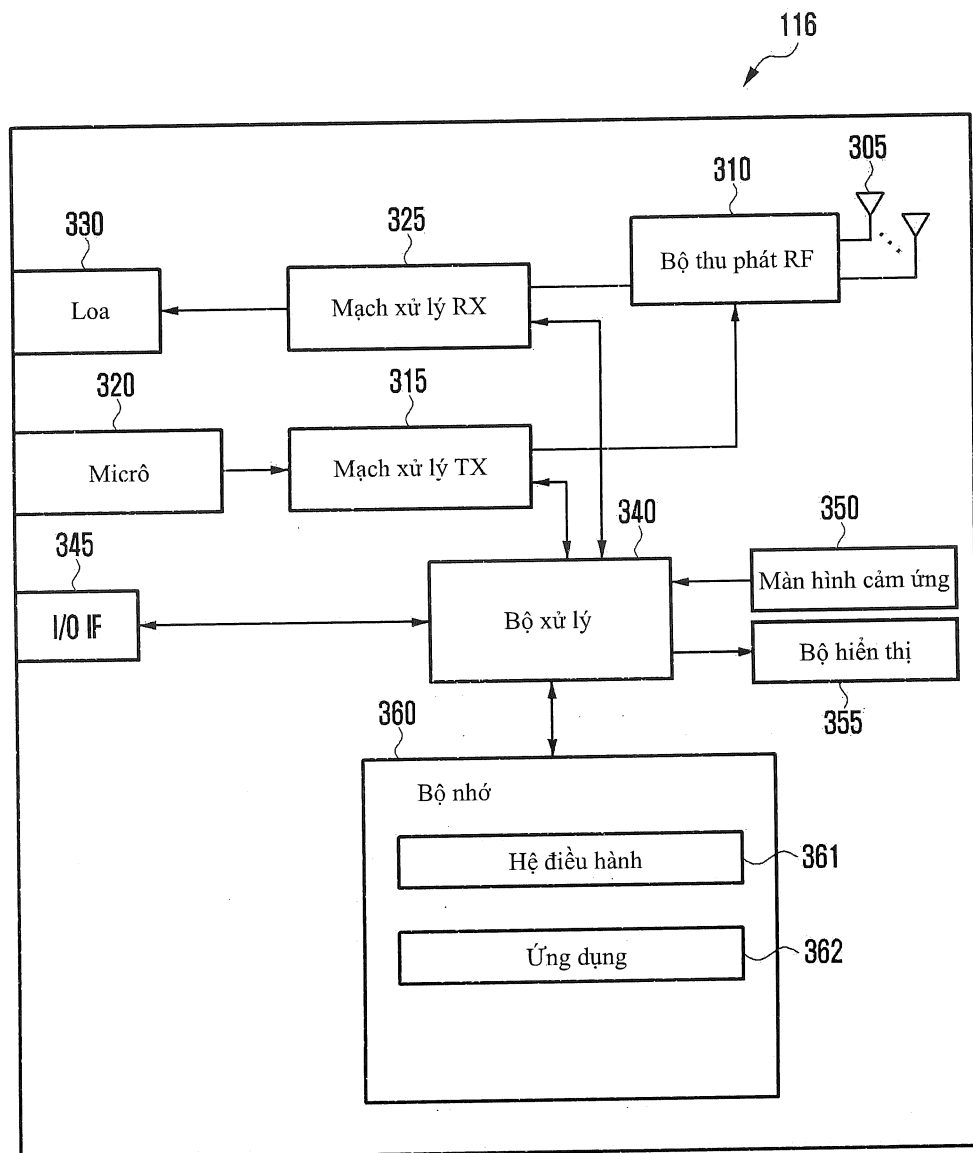


Fig.4

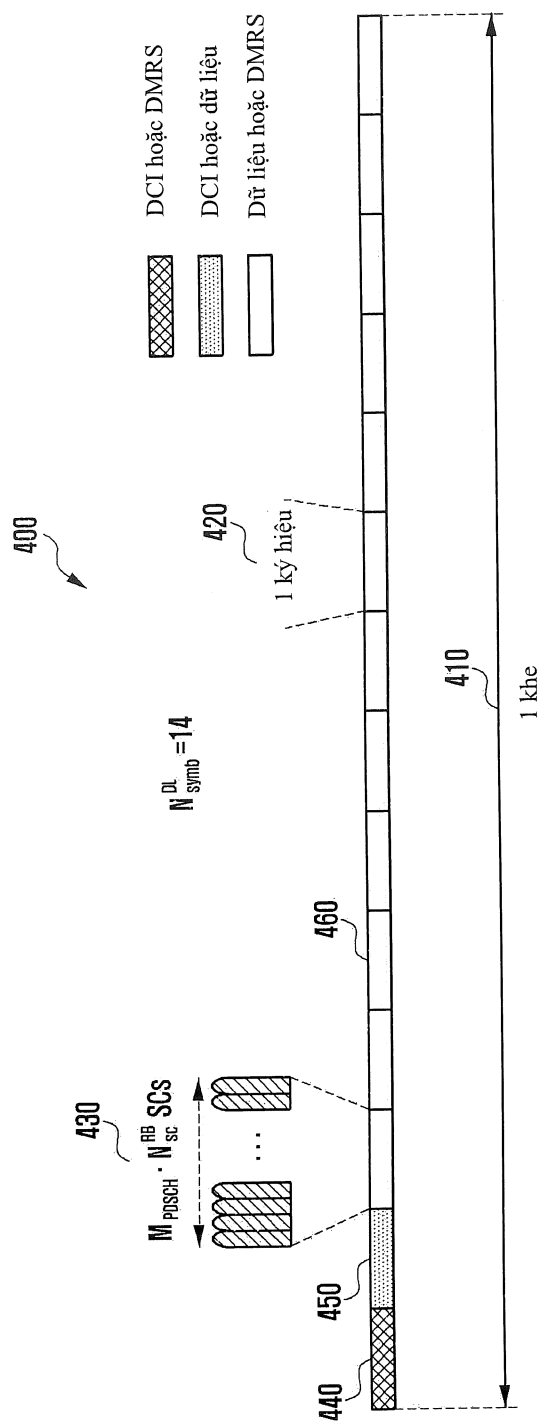


Fig.5

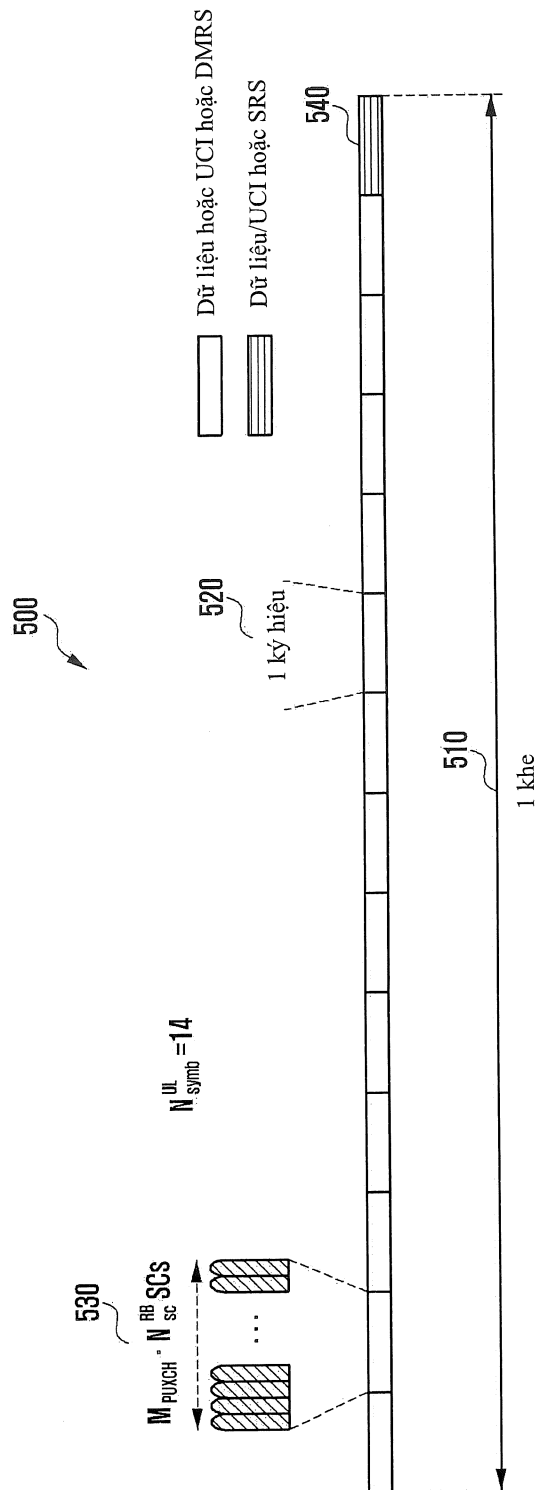


Fig.6

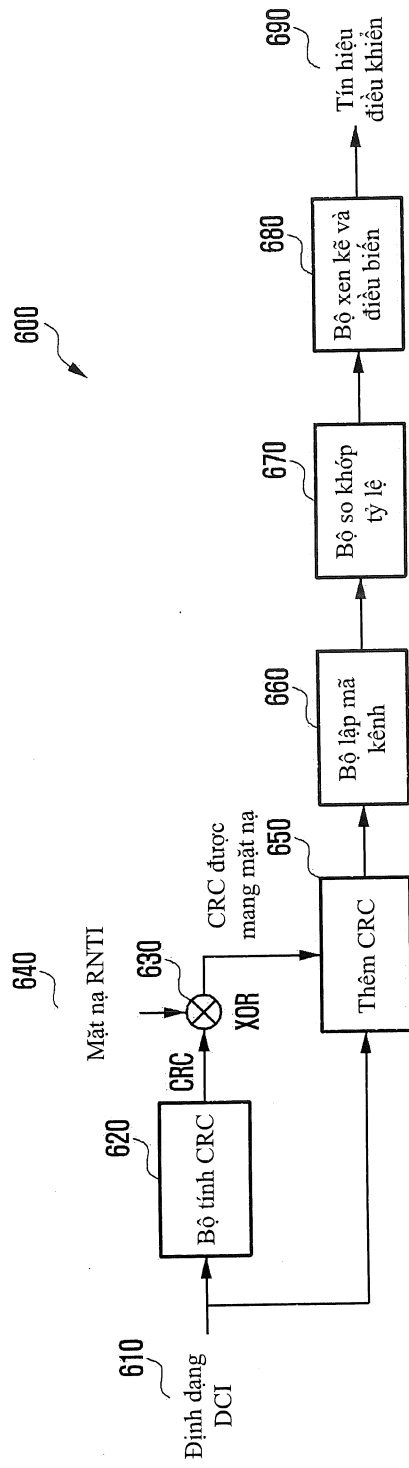


Fig.7

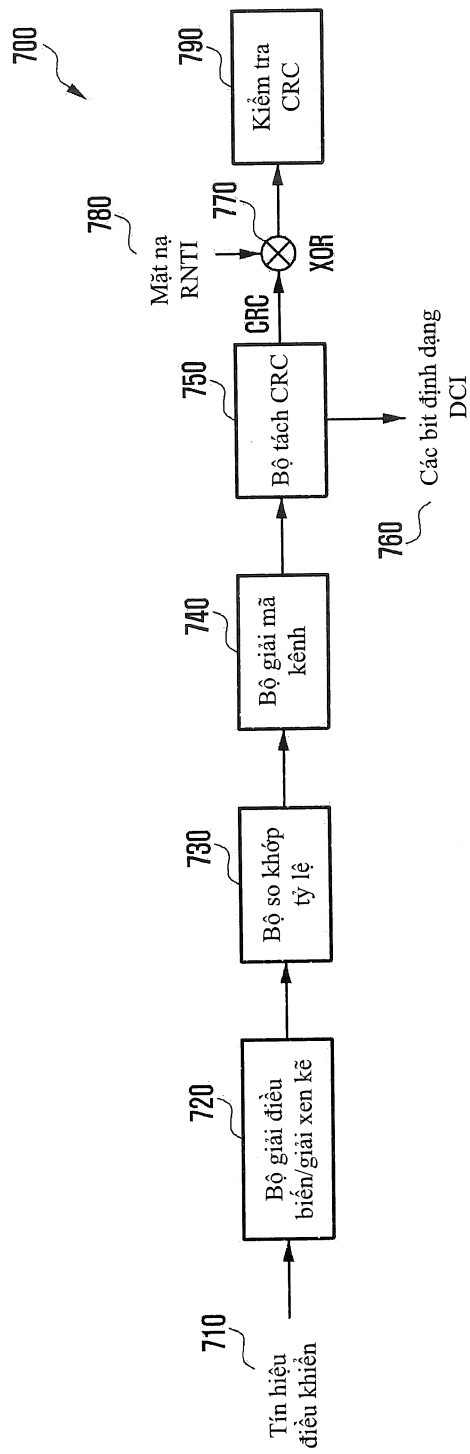


Fig.8

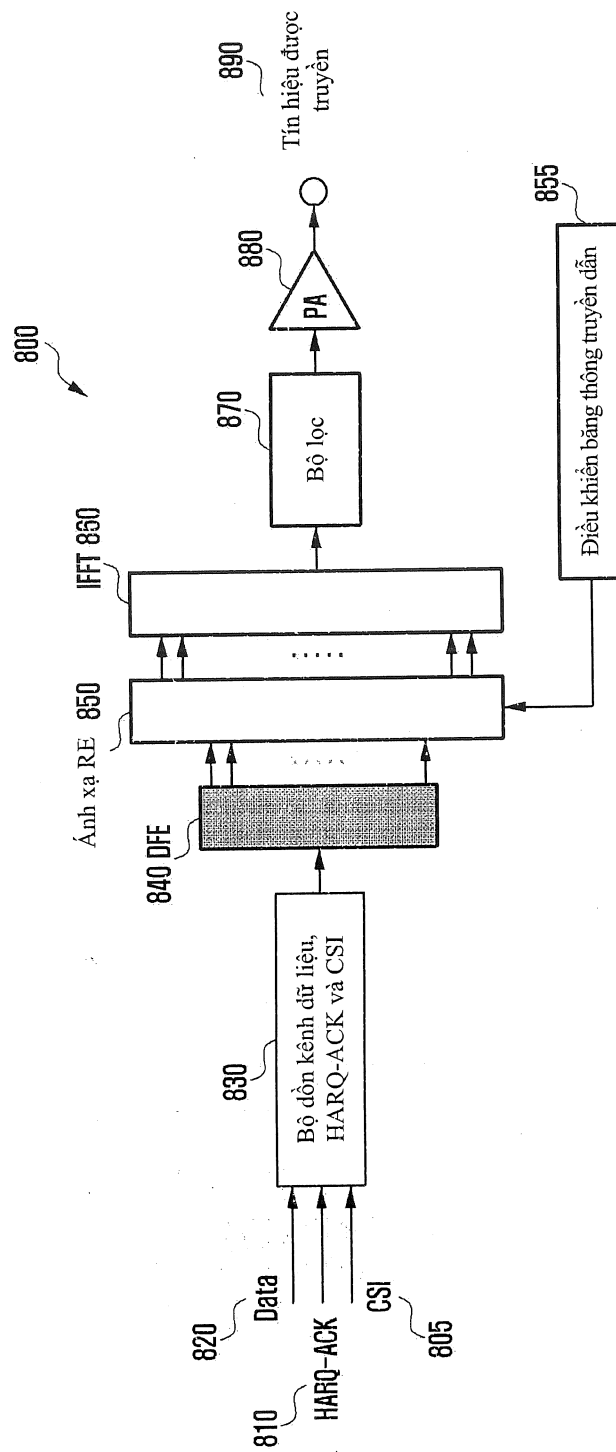


Fig.9

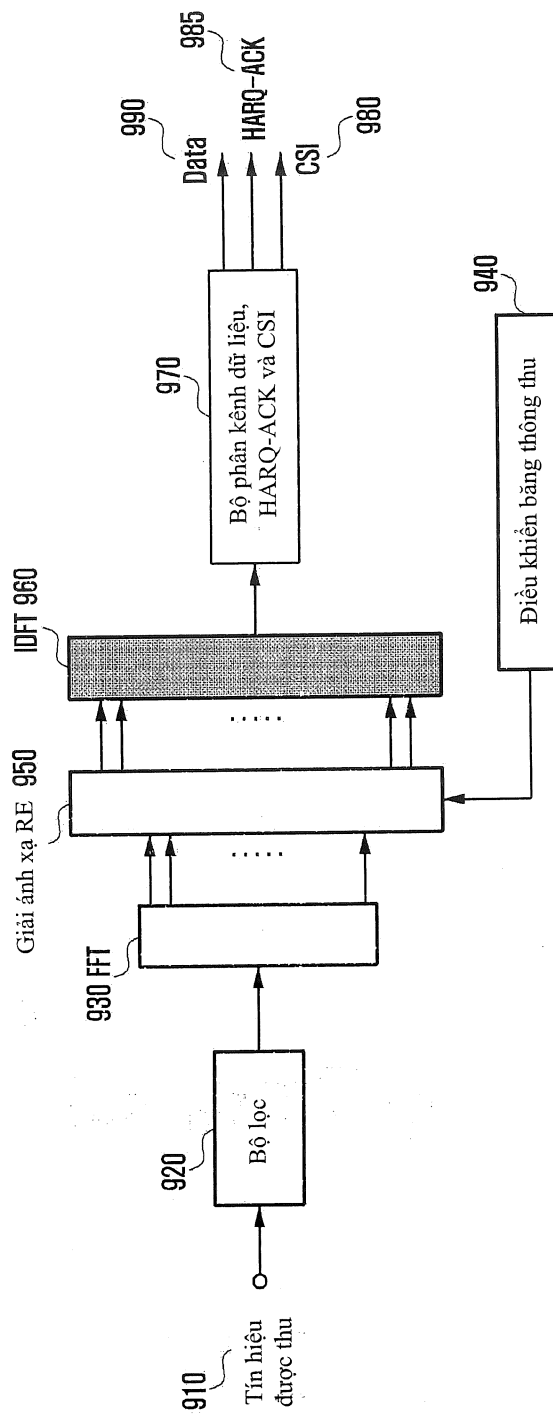


Fig.10

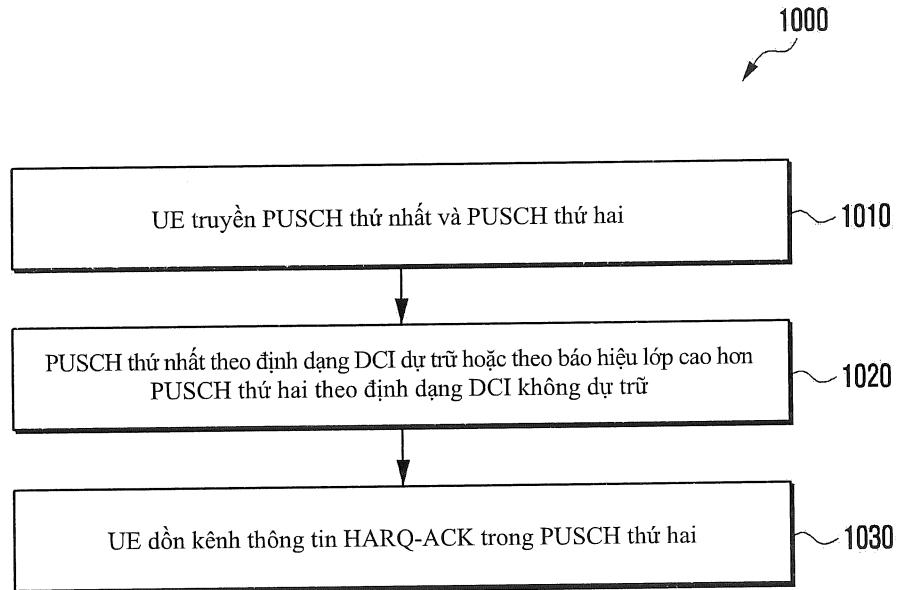


Fig.11

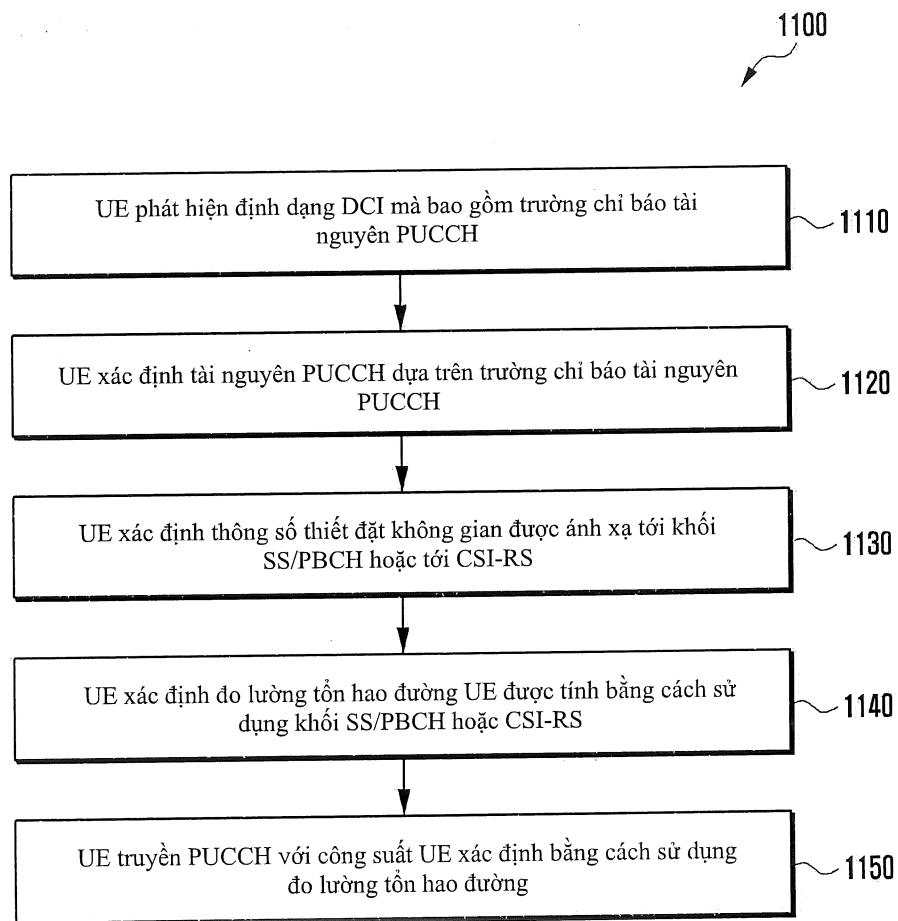


Fig.12

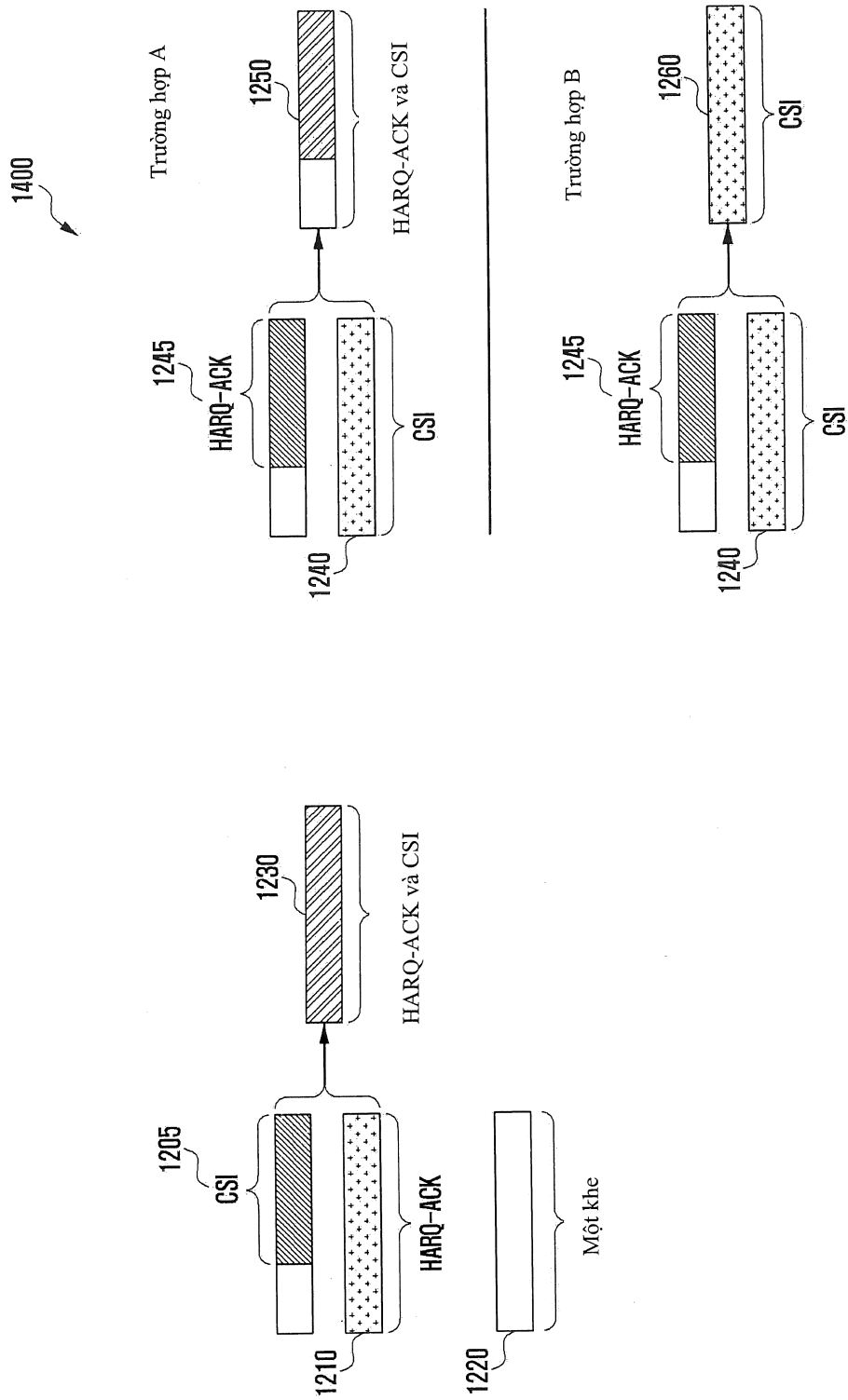


Fig.13

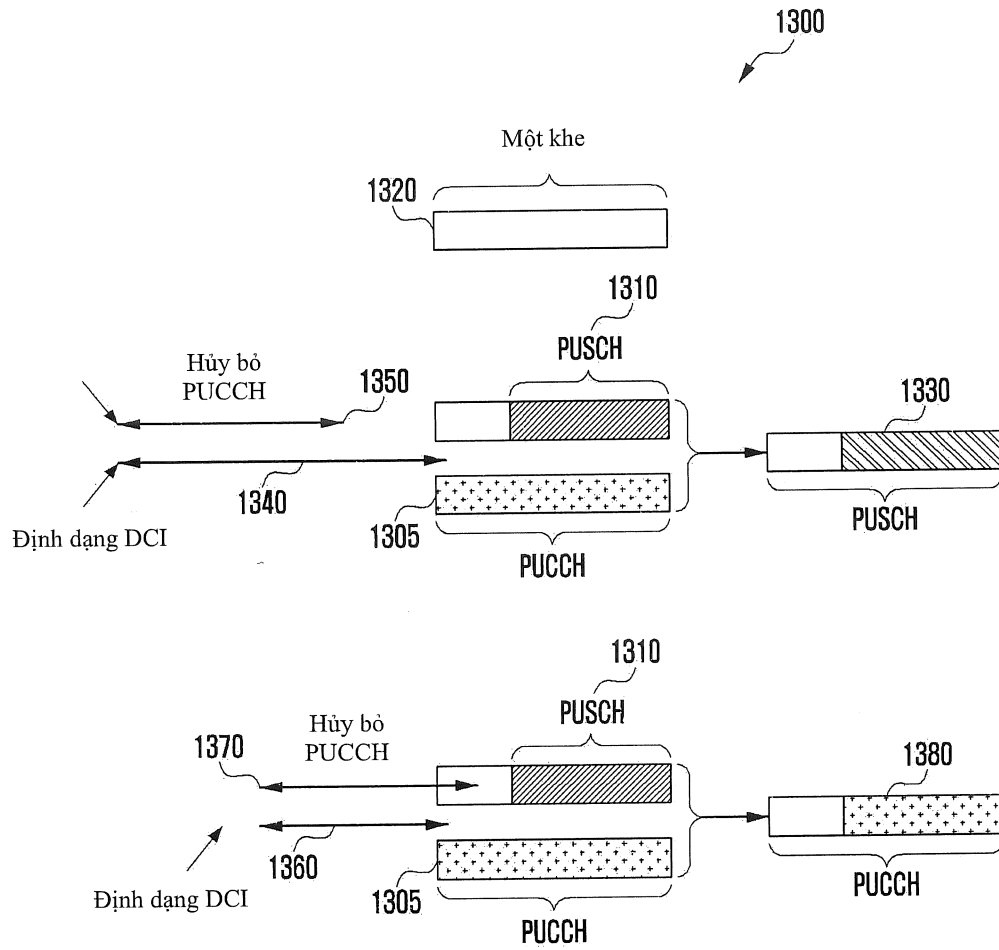


Fig.14

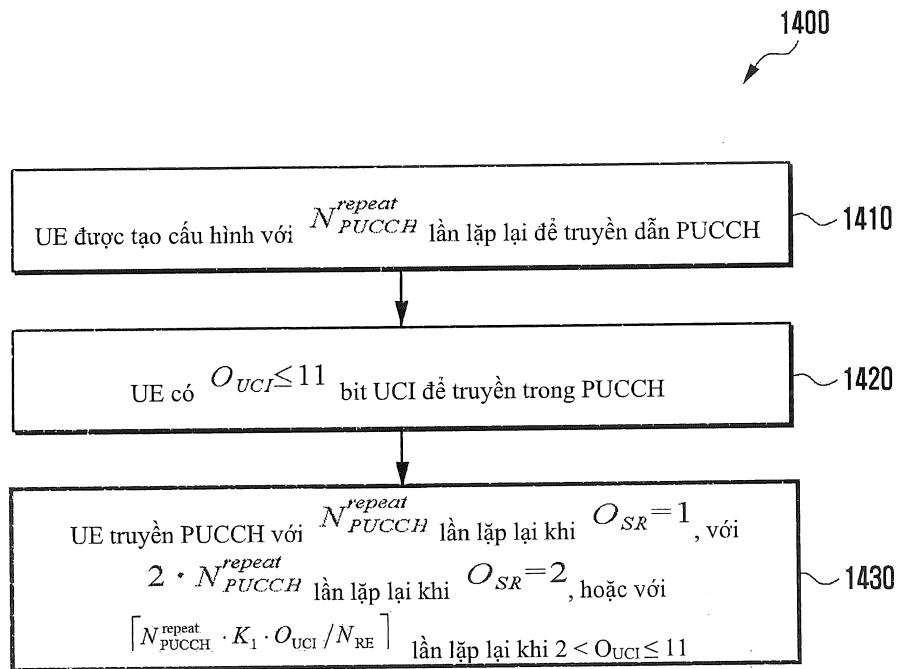


Fig.15

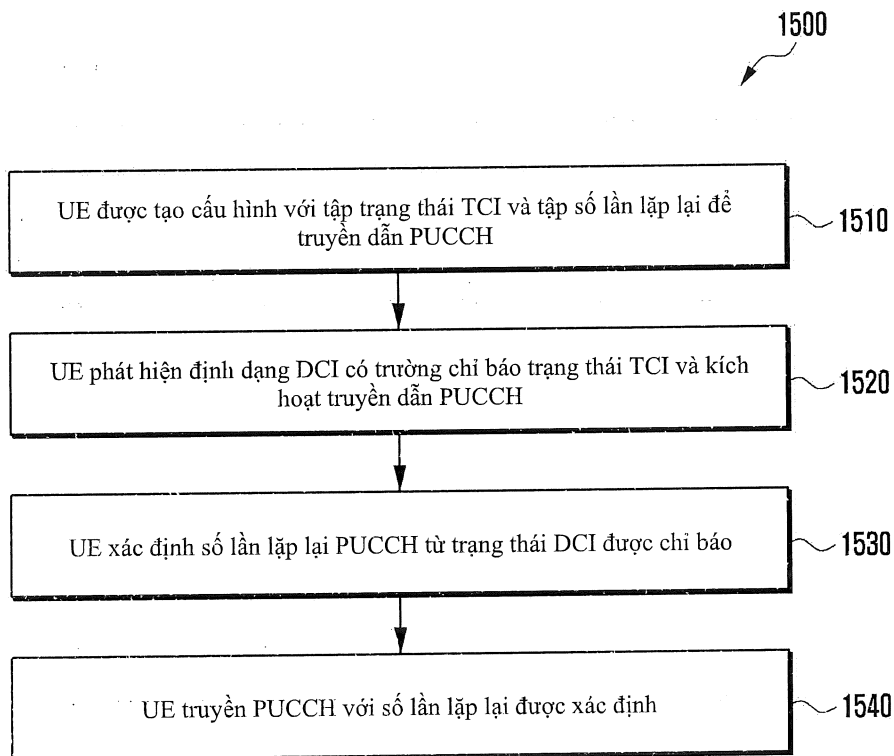


Fig.16

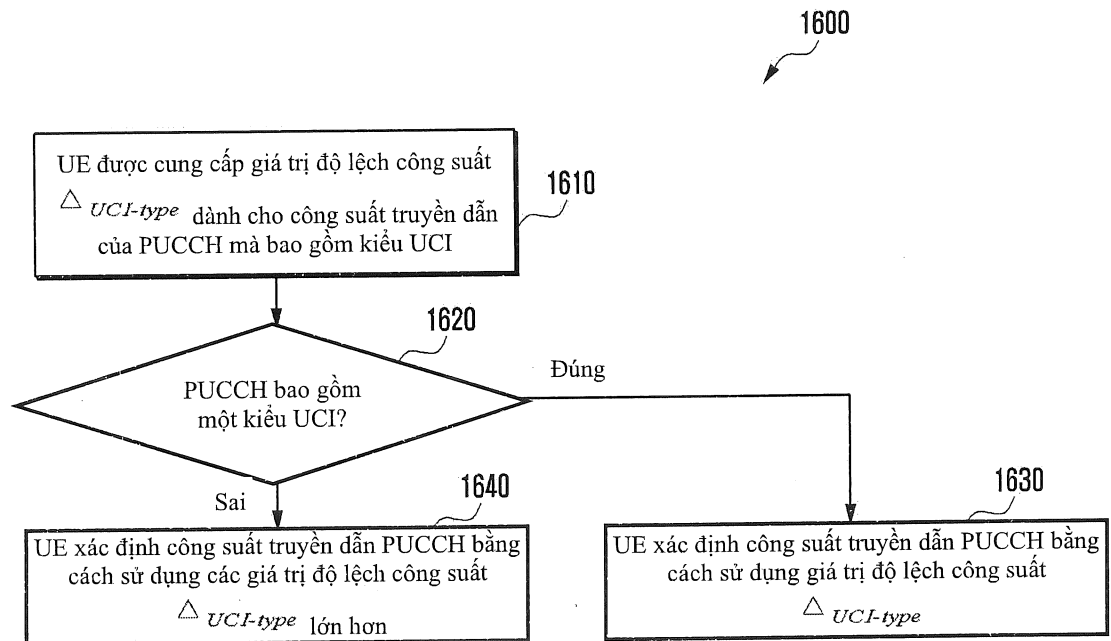


Fig.17

