



(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)



1-0048340

(51)^{2020.01} H04L 1/16

(13) B

(21) 1-2021-08514

(22) 08/07/2019

(86) PCT/CN2019/094974 08/07/2019

(87) WO2021/003630 14/01/2021

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/03/2022 408A

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America

(72) ZHENG, Ruiming (CN); ZHU, Xipeng (CN); PALADUGU, Karthika (US).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ PHƯƠNG
TIỆN BẮT BIẾN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2021-08514

(57) Sáng chế đề cập đến các kỹ thuật truyền thông không dây, cụ thể là phương pháp và thiết bị truyền thông không dây và phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính. Phương pháp này bao gồm bước nhận, tại thực thể giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP) của thiết bị thu từ thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC nhận được từ thiết bị phát trên kênh mang vô tuyến dữ liệu (data radio bearer - DRB) ở chế độ không có báo nhận (unacknowledged mode - UM) RLC hoặc DRB ở chế độ trong suốt (transparent mode - TM) RLC, tạo ra, bởi thực thể PDCP, nhiều gói dữ liệu PDCP tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC, xác định gửi báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu, gửi báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của thiết bị phát, và nhận, từ thiết bị phát, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

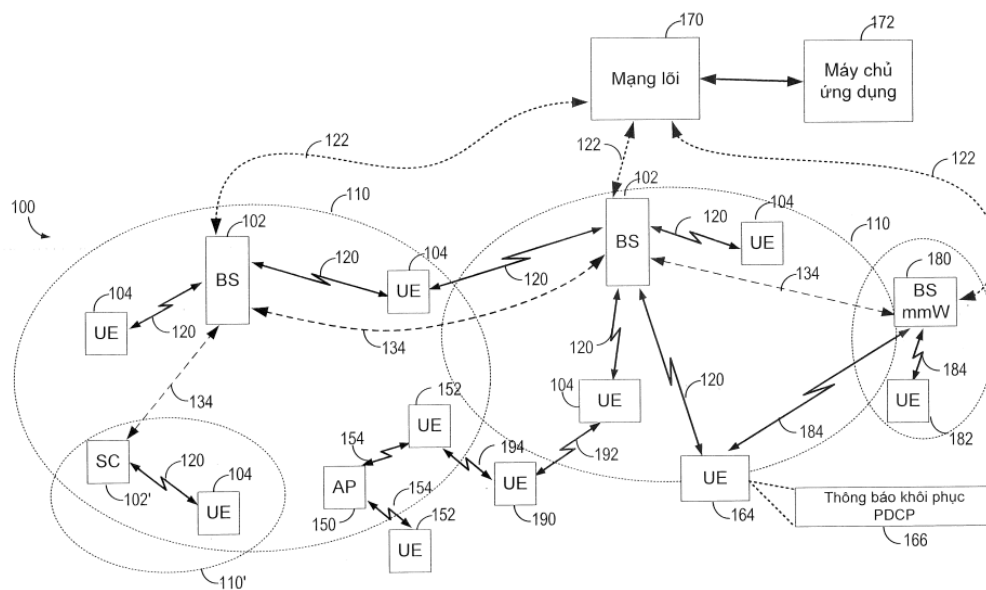


Fig.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Các khía cạnh của sáng chế đề cập chung đến truyền thông không dây và các kỹ thuật tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây đã phát triển qua nhiều thế hệ, bao gồm dịch vụ điện thoại không dây tương tự thế hệ thứ nhất (1G), dịch vụ điện thoại không dây số thế hệ thứ hai (2G) (bao gồm các mạng tạm thời 2.5G), dịch vụ không dây có tính năng internet, dữ liệu tốc độ cao thế hệ thứ ba (3G) và dịch vụ thế hệ thứ tư (4G) (ví dụ, LTE hoặc WiMax). Hiện nay có nhiều loại hệ thống truyền thông không dây đang được sử dụng, bao gồm các hệ thống dịch vụ truyền thông cá nhân (Personal Communications Service - PCS) và tế bào. Các ví dụ về các hệ thống di động đã biết bao gồm Hệ thống điện thoại di động cải tiến tương tự chia ô (Analog Advanced Mobile Phone System - AMPS), và các hệ thống chia ô số dựa vào Đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access - CDMA), Đa truy cập phân chia theo tần số (Frequency Division Multiple Access - FDMA), Đa truy cập phân chia theo thời gian (Time Division Multiple Access - TDMA), biến thể truy cập Hệ thống di động toàn cầu (Global System for Mobile - GSM) của TDMA, v.v.

Chuẩn không dây thế hệ thứ 5 (5G) cho phép tốc độ truyền dữ liệu cao hơn, số lượng kết nối lớn hơn và phủ sóng tốt hơn, trong số các cải tiến khác. Chuẩn 5G (còn gọi là vô tuyến mới (New Radio - NR)), theo Liên minh mạng di động thế hệ tiếp theo, được thiết kế để cung cấp tốc độ dữ liệu vài chục megabit mỗi giây cho mỗi trong số vài chục nghìn người dùng, với 1 gigabit mỗi giây cho hàng chục nhân viên trên mỗi tầng văn phòng. Hàng trăm nghìn kết nối đồng thời cần được hỗ trợ để hỗ trợ các triển khai cảm biến không dây lớn. Vì vậy, hiệu suất phổ của truyền thông di động 5G cần được tăng cường đáng kể so với chuẩn 4G hiện tại. Hơn thế nữa, các hiệu suất truyền tín hiệu nên được tăng cường và độ trễ nên được giảm đáng kể so với các chuẩn hiện tại.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần sau đây trình bày phần bản chất kỹ thuật được đơn giản hóa đề cập đến một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế. Như vậy, phần bản chất kỹ thuật sau đây không được xem là tổng quan sâu rộng đề cập đến tất cả các khía cạnh được dự tính, cũng không nên được xem là nhận diện các yếu tố then chốt hoặc quan trọng liên quan đến tất cả các khía cạnh được dự tính hay mô tả phạm vi gắn với khía cạnh cụ thể bất kỳ. Do đó, phần bản chất kỹ thuật của sáng chế chỉ có mục đích là thể hiện một số khái niệm liên quan đến một hoặc nhiều khía cạnh liên quan đến các kỹ thuật được bộc lộ ở dạng đơn giản hóa để làm tiền đề cho phần mô tả chi tiết sáng chế được trình bày bên dưới.

Theo một khía cạnh, phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi thiết bị thu bao gồm bước nhận, tại thực thể giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP) của thiết bị thu từ thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC, nhiều gói dữ liệu RLC này nhận được từ thiết bị phát trên kênh mang vô tuyến dữ liệu (data radio bearer - DRB) ở chế độ không có báo nhận (unacknowledged mode - UM) RLC hoặc DRB ở chế độ trong suốt (transparent mode - TM) RLC, tạo ra, bởi thực thể PDCP, nhiều gói dữ liệu PDCP tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC, xác định gửi báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu, gửi báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của thiết bị phát, và nhận, từ thiết bị phát, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Theo một khía cạnh, phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi thiết bị phát bao gồm tạo ra, bởi thực thể RLC của thiết bị phát, nhiều gói dữ liệu RLC tương ứng với nhiều gói dữ liệu PDCP nhận được từ thực thể PDCP của thiết bị phát, truyền, đến thiết bị thu, qua RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB, nhiều gói dữ liệu RLC, nhận, từ thiết bị thu, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu, và truyền, đến thiết bị thu, dựa vào báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Theo một khía cạnh, thiết bị truyền thông không dây bao gồm ít nhất một bộ xử lý của thiết bị thu được tạo cấu hình để: nhận, tại thực thể PDCP của thiết bị thu từ thực thể

RLC của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC, nhiều gói dữ liệu RLC này nhận được từ thiết bị phát qua RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB, tạo ra, bởi thực thể PDCP, nhiều gói dữ liệu PDCP tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC, xác định gửi báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu, gửi báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của thiết bị phát, và nhận, từ thiết bị phát, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Theo một khía cạnh, thiết bị truyền thông không dây bao gồm ít nhất một bộ xử lý của thiết bị phát được tạo cấu hình để: tạo ra, bởi thực thể RLC của thiết bị phát, nhiều gói dữ liệu RLC tương ứng với nhiều gói dữ liệu PDCP nhận được từ thực thể PDCP của thiết bị phát, khiến cho bộ phát của thiết bị phát truyền, đến thiết bị thu, qua RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB, nhiều gói dữ liệu RLC, nhận, từ thiết bị thu, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu, và khiến cho bộ phát truyền, đến thiết bị thu, dựa vào báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Theo một khía cạnh, phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm ít nhất một lệnh để lệnh cho thiết bị thu nhận, tại thực thể PDCP của thiết bị thu từ thực thể RLC của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC, nhiều gói dữ liệu RLC này nhận được từ thiết bị phát qua RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB, ít nhất một lệnh để lệnh cho thiết bị thu tạo ra, bởi thực thể PDCP, nhiều gói dữ liệu PDCP tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC, ít nhất một lệnh để lệnh cho thiết bị thu xác định gửi báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu, ít nhất một lệnh để chỉ thị cho thiết bị thu gửi báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của thiết bị phát, và ít nhất một lệnh để lệnh cho thiết bị thu nhận, từ thiết bị phát, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Theo một khía cạnh, phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm ít nhất một lệnh để lệnh cho thiết bị phát tạo ra, bởi thực thể RLC của thiết bị phát, nhiều gói dữ liệu RLC tương ứng với nhiều gói dữ liệu PDCP nhận được từ thực thể PDCP của thiết

bị phát, ít nhất một lệnh để lệnh cho thiết bị phát truyền, đến thiết bị thu, qua RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB, nhiều gói dữ liệu RLC, ít nhất một lệnh để lệnh cho thiết bị phát nhận, từ thiết bị thu, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu, và ít nhất một lệnh để lệnh cho thiết bị phát truyền, đến thiết bị thu, dựa vào báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Theo một khía cạnh, thiết bị truyền thông không dây bao gồm phương tiện để xử lý của thiết bị thu được tạo cấu hình để: nhận, tại thực thể PDCP của thiết bị thu từ thực thể RLC của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC, nhiều gói dữ liệu RLC này nhận được từ thiết bị phát qua RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB, tạo ra, bởi thực thể PDCP, nhiều gói dữ liệu PDCP tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC, xác định gửi báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu, gửi báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của thiết bị phát, và nhận, từ thiết bị phát, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Theo một khía cạnh, thiết bị truyền thông không dây bao gồm phương tiện để xử lý của thiết bị phát được tạo cấu hình để: tạo ra, bởi thực thể RLC của thiết bị phát, nhiều gói dữ liệu RLC tương ứng với nhiều gói dữ liệu PDCP nhận được từ thực thể PDCP của thiết bị phát, khiến cho bộ phát của thiết bị phát truyền, đến thiết bị thu, qua RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB, nhiều gói dữ liệu RLC, nhận, từ thiết bị thu, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu, và khiến cho bộ phát truyền, đến thiết bị thu, dựa vào báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Các mục đích và ưu điểm khác liên quan đến các khía cạnh được mô tả ở đây sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này dựa trên các hình vẽ kèm theo và phần mô tả chi tiết của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo được thể hiện để hỗ trợ việc mô tả các khía cạnh của sáng chế và được cung cấp chỉ để minh họa các khía cạnh và không nhằm làm giới hạn sáng chế.

Fig.1 minh họa ví dụ về hệ thống truyền thông không dây, theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế.

Các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B minh họa ví dụ về các cấu trúc mạng không dây, theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế.

Fig.3 là sơ đồ khối đơn giản hóa của một số khía cạnh mẫu về các thành phần có thể được sử dụng ở các nút truyền thông và được tạo cấu hình để hỗ trợ sự truyền thông như được bộc lộ ở đây.

Các hình vẽ Fig.4A và Fig.4B minh họa các chồng giao thức mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người dùng, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.5 minh họa ví dụ về dòng dữ liệu Lớp 2, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.6 minh họa hình vẽ thể hiện chức năng của lớp PDCCP, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.7 minh họa ví dụ về dòng để truyền lại dữ liệu PDCCP, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.8 minh họa ví dụ về phương pháp xác định có chèn bit hỏi kiểm tra vòng vào PDU dữ liệu PDCCP hay không, theo các khía cạnh của sáng chế.

Các hình vẽ Fig.9A và Fig.9B minh họa ví dụ về các PDU dữ liệu PDCCP bao gồm bit hỏi kiểm tra vòng ở phần đầu, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.10 minh họa dòng dữ liệu chứa chuỗi PDCCP SDU, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.11 minh họa ví dụ về PDU điều khiển PDCCP mang một báo cáo tình trạng PDCCP, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.12 minh họa ví dụ về dòng bản tin chuyển giao MBB, theo các khía cạnh của sáng chế.

Các hình vẽ Fig.13 và Fig.14 minh họa ví dụ về phương pháp truyền thông không dây, theo các khía cạnh khác nhau được mô tả trong sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các khía cạnh của sáng chế được đề cập trong phần mô tả sau đây và các hình vẽ liên quan thể hiện các ví dụ khác nhau được đưa ra nhằm mục đích minh họa. Các khía cạnh thay thế có thể được đưa ra mà không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, các thành phần đã biết của sáng chế sẽ không được mô tả chi tiết hoặc sẽ được lược bỏ để không gây khó hiểu cho các chi tiết liên quan của sáng chế.

Thuật ngữ “làm ví dụ” và/hoặc “ví dụ” được sử dụng ở đây có nghĩa là “có vai trò làm ví dụ, mẫu hoặc minh họa. Khía cạnh bất kỳ được mô tả ở đây là “làm ví dụ” và/hoặc “ví dụ” không nhất thiết được hiểu là được ưu tiên hoặc có lợi hơn so với các khía cạnh khác. Tương tự, thuật ngữ “các khía cạnh của sáng chế” không yêu cầu rằng tất cả các khía cạnh của sáng chế phải đều bao gồm dấu hiệu, ưu điểm hoặc chế độ hoạt động đã được mô tả.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng thông tin và tín hiệu được mô tả dưới đây có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng công nghệ và kỹ thuật bất kỳ trong số nhiều công nghệ và kỹ thuật khác nhau. Ví dụ, dữ liệu, lệnh, chỉ lệnh, thông tin, tín hiệu, bit, ký hiệu, và chip mà có thể được viện dẫn khắp phần mô tả dưới đây có thể được thể hiện bằng điện áp, dòng điện, sóng điện từ, từ trường hoặc hạt từ, quang trường hoặc hạt quang, hoặc dạng kết hợp bất kỳ của chúng, phụ thuộc một phần vào ứng dụng cụ thể, thiết kế mong muốn, kỹ thuật tương ứng, v.v..

Ngoài ra, nhiều khía cạnh được mô tả theo chuỗi các hành động sẽ được thực hiện bởi, ví dụ, các thành phần của thiết bị điện toán. Cần hiểu rằng một số hành động được mô tả ở đây có thể được thực hiện bởi các mạch riêng (ví dụ, mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), bởi các lệnh chương trình đang được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, hoặc bởi tổ hợp cả hai. Ngoài ra, (các) chuỗi hành động được mô tả ở đây có thể được coi là được thể hiện toàn bộ trong dạng bất kỳ của phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính có tập hợp lệnh máy tính được lưu trữ trong đó mà khi thực thi sẽ khiến hoặc lệnh cho bộ xử lý liên quan của thiết bị thực hiện chức năng được mô tả ở đây. Do đó, một số khía cạnh của sáng chế có thể được thể hiện ở một số dạng khác nhau, tất cả các dạng này đều được dự tính là nằm trong phạm vi của đối tượng yêu cầu bảo hộ. Ngoài ra, với mỗi trong số các khía cạnh được mô tả ở đây, dạng tương ứng của khía cạnh bất kỳ như vậy có thể được mô tả ở đây là, ví dụ, "lôgic được tạo cấu

hình đề" thực hiện hành động đã mô tả.

Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ “thiết bị người dùng” (UE) và “trạm gốc” không được dự định là loại cụ thể hoặc nếu không thì giới hạn ở công nghệ truy cập vô tuyến (Radio Access Technology - RAT) cụ thể bất kỳ, trừ khi có lưu ý khác. Nói chung, UE có thể là thiết bị truyền thông không dây bất kỳ (ví dụ, điện thoại di động, bộ định tuyến, máy tính bảng, máy tính xách tay, thiết bị theo dõi, thiết bị mang được (ví dụ, đồng hồ thông minh, kính mắt, tai nghe thực tế tăng cường (augmented reality - AR) / thực tế ảo (virtual reality - VR), v.v.), xe cộ (ví dụ, ô tô, mô tô, xe đạp, thiết bị bay không người lái, v.v.), thiết bị internet vạn vật (Internet of Things - IoT), v.v.) được sử dụng bởi người dùng truyền thông qua mạng truyền thông không dây. UE có thể là di động hoặc cố định (ví dụ, ở các thời điểm nhất định) là cố định, và có thể truyền thông với mạng truy cập vô tuyến (Radio Access Network - RAN). Thuật ngữ “UE” có thể được gọi là theo cách thay thế cho nhau là “đầu cuối truy cập” (access terminal - AT), “thiết bị máy khách,” “thiết bị không dây,” “thiết bị thuê bao,” “đầu cuối thuê bao,” “trạm thuê bao,” “đầu cuối người dùng” (user terminal - UT), “đầu cuối di động,” “trạm di động”, và các biến thể của chúng. Nhìn chung, các UE có thể truyền thông với mạng lõi qua RAN, và qua mạng lõi các UE có thể được kết nối với các mạng bên ngoài như mạng Internet và với các UE khác. Tất nhiên, các cơ cấu khác để kết nối với mạng lõi và/hoặc mạng Internet cũng có thể khả thi cho các UE, như trên các mạng truy cập có dây, các mạng cục bộ không dây (wireless local area network - WLAN) (ví dụ, dựa vào IEEE 802.11, v.v.) và các mạng tương tự.

Trạm gốc có thể hoạt động theo một trong số các RAT truyền thông với các UE phụ thuộc vào mạng trong đó nó được triển khai, và có thể theo cách khác được gọi là điểm truy cập (Access Point - AP), nút/thực thể mạng, Nút B, Nút B cải tiến (evolved NodeB - eNB), Nút B vô tuyến mới (New Radio - NR), gNodeB (gNB), v.v. Ngoài ra, trong một số hệ thống trạm gốc có thể cung cấp chức năng báo hiệu nút cạnh sạch trong khi trong các hệ thống khác nó có thể cung cấp các chức năng điều khiển và/hoặc quản lý mạng bổ sung. Liên kết truyền thông mà qua đó các UE có thể gửi các tín hiệu đến trạm gốc được gọi là kênh đường lên (uplink - UL) (còn gọi là kênh lưu lượng ngược, kênh điều khiển ngược, kênh truy cập, v.v.). Liên kết truyền thông qua đó trạm gốc có thể gửi các tín hiệu đến các UE được gọi là kênh đường xuống (downlink - DL) hoặc liên kết xuôi (còn gọi là kênh tìm gọi, kênh điều khiển, kênh phát quảng bá, kênh lưu lượng xuôi, v.v.). Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ kênh lưu lượng (traffic channel - TCH) có thể chỉ cả kênh lưu lượng

đường lên/ngược hoặc đường xuống/xuôi.

Theo các khía cạnh khác nhau, Fig.1 minh họa ví dụ về hệ thống truyền thông không dây 100. Hệ thống truyền thông không dây 100 (có thể còn được gọi là mạng diện rộng không dây (wireless wide area network - WWAN)) có thể bao gồm các trạm gốc 102 và các UE 104. Các trạm gốc 102 có thể bao gồm các trạm gốc dạng ô macro (trạm gốc dạng ô công suất cao) và/hoặc các trạm gốc dạng ô nhỏ (trạm gốc dạng ô công suất thấp). Theo một khía cạnh, trạm gốc dạng ô macro có thể bao gồm các eNB mà trong đó hệ thống truyền thông không dây 100 tương ứng với mạng LTE, hoặc các gNB mà trong đó hệ thống truyền thông không dây 100 tương ứng với mạng 5G, hoặc sự kết hợp của cả hai loại, và các trạm gốc dạng ô nhỏ có thể bao gồm ô femto, ô pico, ô micro, v.v.

Các trạm gốc 102 có thể cùng nhau tạo thành RAN và giao tiếp với mạng lõi 170 (ví dụ, lõi gói cải tiến (evolved packet core - EPC) hoặc lõi thế hệ tiếp theo (next generation core - NGC)) thông qua các liên kết backhaul 122, và thông qua mạng lõi 170 đến một hoặc nhiều máy chủ ứng dụng 172. Ngoài các chức năng khác, trạm gốc 102 có thể thực hiện các chức năng liên quan đến một hoặc nhiều trong số chuyển dữ liệu người dùng, mã hóa và giải mã kênh vô tuyến, bảo vệ tính nguyên vẹn, nén phân đầu, chức năng điều khiển tính di động (ví dụ, chuyển giao, kết nối kép), phối hợp nhiều liên ô, thiết lập kết nối và ngắt kết nối, cân bằng tải, phân bố đối với các bản tin tầng không truy cập (non-access stratum - NAS), chọn nút NAS, đồng bộ hóa, dùng chung mạng truy cập vô tuyến (Radio access network - RAN), Dịch vụ quảng bá và phát đa hướng đa phương tiện (Multimedia broadcast multicast service - MBMS), dò theo thuê bao và thiết bị, quản lý thông tin RAN (RAN information management - RIM), tìm gọi, định vị và gửi bản tin cảnh báo. Các trạm gốc 102 có thể truyền thông với nhau theo cách trực tiếp hoặc gián tiếp (ví dụ, thông qua EPC / NGC) trên các liên kết backhaul 134, có thể có dây hoặc không dây.

Trạm gốc 102 có thể truyền thông không dây với UE 104. Một trong số các trạm gốc 102 có thể cung cấp vùng phủ sóng truyền thông cho vùng phủ sóng địa lý tương ứng 110. Theo một khía cạnh, một hoặc nhiều ô có thể được trạm gốc 102 hỗ trợ trong mỗi vùng phủ sóng 110. “Ô” là thực thể truyền thông logic dùng để truyền thông với trạm gốc (ví dụ, trên một số tài nguyên tần số, gọi là tần số sóng mang, sóng mang thành phần, sóng mang, băng, hoặc tương tự), và có thể đi kèm với mã định danh (ví dụ, mã định danh ô vật lý (physical cell identifier - PCID), mã định danh ô ảo (virtual cell identifier - VCID)) để

phân biệt các ô hoạt động qua tần số sóng mang giống hoặc khác nhau. Trong một số trường hợp, các ô khác nhau có thể được tạo cấu hình theo các loại giao thức khác nhau (ví dụ, truyền thông kiểu máy (machine-type communication - MTC), IoT băng hẹp (narrowband Internet-of-Things - NB-IoT), băng rộng di động nâng cao (enhanced mobile broadband - eMBB), hoặc giao thức khác) có thể cung cấp quyền truy cập cho các loại UE khác nhau. Trong một số trường hợp, thuật ngữ “ô” có thể còn chỉ vùng phủ sóng địa lý của trạm gốc (ví dụ, khu vực), ở mức mà tần số sóng mang có thể được phát hiện và dùng để truyền thông với một số phần của các vùng phủ sóng địa lý 110.

Mặc dù các vùng phủ sóng địa lý 110 của trạm gốc dạng ô macro lân cận 102 có thể chồng lấn một phần (ví dụ, ở vùng chuyển giao), một số vùng phủ sóng địa lý 110 có thể gần như là bị chồng lấn bởi vùng phủ sóng địa lý 110 lớn hơn. Ví dụ, trạm gốc dạng ô nhỏ 102' có thể có vùng phủ sóng 110' gần như là chồng lấn với vùng phủ sóng 110 của một hoặc nhiều trạm gốc dạng ô macro 102. Mạng mà có cả trạm gốc dạng ô nhỏ và ô macro có thể được gọi là mạng không đồng nhất. Mạng không đồng nhất cũng có thể gồm các eNB thường trú (HeNB) có thể cung cấp dịch vụ cho một nhóm hạn chế gọi là nhóm thuê bao kín (closed subscriber group - CSG).

Các liên kết truyền thông 120 giữa trạm gốc 102 và các UE 104 có thể bao gồm các cuộc truyền UL (còn gọi là liên kết ngược) từ UE 104 đến trạm gốc 102 và/hoặc các cuộc truyền DL (còn gọi là liên kết xuôi) từ trạm gốc 102 đến UE 104. Các liên kết truyền thông 120 có thể sử dụng công nghệ ăngten nhiều đầu vào và nhiều đầu ra (multiple-input multiple-output - MIMO), bao gồm ghép kênh theo không gian, điều hướng chùm sóng và/hoặc phân tập truyền. Các liên kết truyền thông 120 có thể truyền qua một hoặc nhiều tần số sóng mang. Việc phân bổ sóng mang có thể không đối xứng đối với DL và UL (ví dụ, sóng mang có thể được phân bổ cho DL ít hơn hoặc nhiều hơn so với cho UL).

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể còn bao gồm điểm truy cập (access point - AP) mạng cục bộ không dây (WLAN) 150 truyền thông với các trạm (STA) WLAN 152 qua liên kết truyền thông 154 trong phổ tần được miễn cấp phép (ví dụ, 5 GHz). Khi truyền thông trong phổ tần được miễn cấp phép, WLAN STA 152 và/hoặc WLAN AP 150 có thể thực hiện đánh giá kênh rỗi (clear channel assessment - CCA) trước khi truyền thông để xác định xem kênh này có khả dụng hay không.

Trạm gốc dạng ô nhỏ 102' có thể hoạt động trong phổ tần được cấp phép và/hoặc

được miễn cấp phép. Khi hoạt động trong phổ tần được miễn cấp phép, trạm gốc dạng ô nhỏ 102' có thể sử dụng công nghệ LTE hoặc 5G và sử dụng cùng một phổ tần được miễn cấp phép 5 GHz như WLAN AP 150 sử dụng. Trạm gốc dạng ô nhỏ 102', sử dụng LTE / 5G trong phổ tần được miễn cấp phép, có thể tăng sự phủ sóng cho mạng truy cập và/hoặc tăng dung lượng của mạng truy cập. LTE trong phổ tần được miễn cấp phép có thể được gọi là LTE-được miễn cấp phép (LTE-U), truy cập được hỗ trợ có cấp phép (licensed assisted access - LAA), hoặc MulteFire.

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể còn bao gồm trạm gốc sóng milimet (mmW) 180 có thể hoạt động trong các tần số mmW và/hoặc gần các tần số mmW để truyền thông với UE 182. Tần số cực cao (extremely high frequency - EHF) là một phần của RF trong phổ điện từ. EHF có phạm vi từ 30 GHz đến 300 GHz và bước sóng từ 1 milimet đến 10 milimet. Các sóng vô tuyến trong dải này có thể được gọi là sóng milimet. Tần số gần mmW có thể mở rộng xuống đến tần số 3 GHz với bước sóng 100 millimet. Dải tần số siêu cao (super high frequency - SHF) mở rộng trong khoảng từ 3GHz đến 30GHz, còn được gọi là sóng xentimet. Các cuộc truyền sử dụng dải tần số vô tuyến mmW/gần mmW có độ hao hụt đường truyền cao và phạm vi phủ sóng tương đối ngắn. Trạm gốc mmW 180 và UE 182 có thể sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng (truyền và/hoặc nhận) trên liên kết truyền thông mmW 184 để bù lại độ hao hụt đường truyền cao và phạm vi phủ sóng ngắn. Ngoài ra, cần phải hiểu rõ rằng ở các cấu hình khác, một hoặc nhiều trạm gốc 102 còn có thể truyền bằng cách sử dụng kỹ thuật mmW hoặc gần mmW và điều hướng chùm sóng. Theo đó, cần phải hiểu rõ rằng các phần minh họa trên đây chỉ mang tính ví dụ và không nên được hiểu là làm giới hạn các khía cạnh khác nhau được bộc lộ ở đây.

Trong công nghệ 5G, phổ tần mà các nút không dây (ví dụ, các trạm gốc 102/180, các UE 104/182) hoạt động ở đó được chia thành nhiều phạm vi phổ, FR1 (từ 450 đến 6000 MHz), FR2 (từ 24250 đến 52600 MHz), FR3 (trên 52600 MHz), và FR4 (giữa FR1 và FR2). Trong hệ thống đa sóng mang, chẳng hạn như 5G, một trong số các tần số sóng mang được gọi là “sóng mang sơ cấp” hoặc “sóng mang neo” hoặc “ô phục vụ sơ cấp” hay “PCell”, và các tần số sóng mang còn lại được gọi là “sóng mang thứ cấp” hoặc “ô phục vụ thứ cấp” hay “SCell”. Trong kỹ thuật cộng gộp sóng mang, sóng mang neo là sóng mang hoạt động trên tần số chính (ví dụ, FR1) được sử dụng bởi UE 104/182 và ô mà ở đó UE 104/182 thực hiện cả thủ tục thiết lập kết nối điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio

resource control - RRC) ban đầu và khởi đầu thủ tục tái thiết lập kết nối RRC. Sóng mang sơ cấp mang toàn bộ các kênh điều khiển chung và dành riêng cho UE. Sóng mang sơ cấp là sóng mang hoạt động trên tần số thứ hai (ví dụ, FR2) có thể được tạo cấu hình khi kết nối RRC được thiết lập giữa UE 104 và sóng mang neo và có thể được sử dụng để cung cấp các tài nguyên vô tuyến bổ sung. Sóng mang sơ cấp có thể chỉ chứa các tín hiệu và thông tin báo hiệu cần thiết, ví dụ, các tín hiệu và thông tin dành riêng cho UE có thể không có mặt trong sóng mang thứ cấp, vì cả sóng mang đường xuống và đường lên chính thường là đều dành riêng cho UE. Điều này có nghĩa là các UE 104/182 khác nhau trong một ô có thể có các sóng mang sơ cấp đường xuống khác nhau. Điều tương tự cũng đúng với các sóng mang sơ cấp đường lên. Mạng có thể thay đổi sóng mang sơ cấp của mọi UE 104/182 bất cứ lúc nào. Điều này xảy ra để, ví dụ, cân bằng tải trên các sóng mang khác nhau. Vì “ô phục vụ” (PCell hoặc SCell) tương ứng với tần số sóng mang / sóng mang thành phần mà một số trạm gốc đang truyền thông trên đó, thuật ngữ “ô”, “ô phục vụ”, “sóng mang thành phần”, “tần số sóng mang”, và các thuật ngữ tương tự có thể được sử dụng thay thế cho nhau.

Ví dụ, vẫn xem trên Fig.1, một trong số các tần số được sử dụng bởi các trạm gốc dạng ô macro 102 có thể là sóng mang neo (hoặc “PCell”) và các tần số khác được sử dụng bởi các trạm gốc dạng ô macro 102 và/hoặc trạm gốc mmW 180 có thể là sóng mang thứ cấp (“SCell”). Việc truyền và/hoặc nhận cùng lúc nhiều sóng mang cho phép UE 104/182 tăng đáng kể tốc độ truyền và/hoặc nhận dữ liệu của nó. Ví dụ, về lý thuyết thì hai sóng mang gộp 20 MHz trong hệ thống đa sóng mang sẽ dẫn đến tốc độ dữ liệu tăng gấp đôi (tức là, 40 MHz), so với tốc độ đạt được từ một sóng mang 20 MHz.

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể còn bao gồm một hoặc nhiều UE, chẳng hạn như UE 190, liên kết gián tiếp với một hoặc nhiều mạng truyền thông qua một hoặc nhiều liên kết ngang hàng (peer-to-peer - P2P) từ thiết bị đến thiết bị (device-to-device - D2D). Theo ví dụ trên Fig.1, UE 190 có liên kết P2P D2D 192 với một trong số các UE 104 được kết nối với một trong các trạm gốc 102 (ví dụ, qua đó UE 190 có thể gián tiếp thu được kết nối dạng ô) và liên kết P2P D2D 194 với WLAN STA 152 được kết nối với WLAN AP 150 (qua đó UE 190 có thể gián tiếp thu được kết nối Internet dựa vào WLAN). Trong một ví dụ, các liên kết P2P D2D 192 và 194 có thể được hỗ trợ với mọi RAT D2D đã biết đến rộng rãi, chẳng hạn như LTE trực tiếp (LTE Direct - LTE-D), WiFi trực tiếp (WiFi Direct - WiFi-D), Bluetooth®, v.v.

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể còn bao gồm UE 164 có thể truyền thông với trạm gốc dạng ô macro 102 trên liên kết truyền thông 120 và/hoặc trạm gốc mmW 180 trên liên kết truyền thông mmW 184. Ví dụ, trạm gốc dạng ô macro 102 có thể hỗ trợ PCell và một hoặc nhiều SCell cho UE 164 và trạm gốc mmW 180 có thể hỗ trợ một hoặc nhiều SCell cho UE 164. Theo một khía cạnh, UE 164 có thể bao gồm bộ quản lý khôi phục PDCP 166 có thể cho phép UE 164 thực hiện các hoạt động của UE được mô tả ở đây. Lưu ý rằng mặc dù chỉ có một UE trên Fig.1 được minh họa là có bộ quản lý khôi phục PDCP, nhưng mọi UE trên Fig.1 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động của UE được mô tả ở đây.

Theo các khía cạnh khác nhau, Fig.2A minh họa ví dụ về cấu trúc mạng không dây 200. Ví dụ, NGC 210 (còn gọi là “5GC”) về mặt chức năng có thể được xem là các chức năng mặt phẳng điều khiển 214 (ví dụ, đăng ký UE, xác thực, truy cập mạng, chọn công, v.v.) và các chức năng mặt phẳng người dùng 212, (ví dụ, chức năng công UE, truy cập vào các mạng dữ liệu, định tuyến IP, v.v.) phối hợp hoạt động để tạo ra mạng lõi. Giao diện mặt phẳng người dùng (NG-U) 213 và giao diện mặt phẳng điều khiển (NG-C) 215 kết nối gNB 222 với NGC 210 và đặc biệt là với các chức năng mặt phẳng điều khiển 214 và các chức năng mặt phẳng người dùng 212. Trong cấu hình bổ sung, eNB 224 còn có thể được kết nối với NGC 210 qua NG-C 215 với các chức năng mặt phẳng điều khiển 214 và NG-U 213 với các chức năng mặt phẳng người dùng 212. Ngoài ra, eNB 224 có thể trực tiếp truyền thông với gNB 222 qua liên kết backhaul 223. Trong một số cấu hình, RAN mới 220 có thể chỉ có một hoặc nhiều gNB 222, trong khi các cấu hình khác bao gồm một hoặc nhiều trong số cả eNB 224 và gNB 222. gNB 222 hoặc eNB 224 có thể truyền thông với các UE 204 (ví dụ, mọi UE được thể hiện trên Fig.1. Khía cạnh tùy ý khác có thể bao gồm máy chủ định vị 230, có thể truyền thông với NGC 210 để cung cấp sự trợ giúp vị trí cho các UE 204. Máy chủ vị trí 230 có thể được triển khai dưới dạng nhiều máy chủ riêng biệt (ví dụ, các máy chủ riêng biệt về mặt vật lý, các môđun phần mềm khác nhau trên một máy chủ, các môđun phần mềm khác nhau trải trên nhiều máy chủ vật lý, v.v.), hoặc theo cách khác, mỗi trong số đó có thể tương ứng với một máy chủ. Máy chủ vị trí 230 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ một hoặc nhiều dịch vụ vị trí cho các UE 204 có thể kết nối với máy chủ định vị 230 qua mạng lõi, NGC 210, và/hoặc qua Internet (không được minh họa). Ngoài ra, máy chủ định vị 230 có thể được tích hợp thành một thành phần của mạng lõi, hoặc theo cách khác, có thể nằm ngoài mạng lõi.

Theo các khía cạnh khác nhau, Fig.2B minh họa ví dụ khác về cấu trúc mạng không dây 250. Ví dụ, NGC 260 (còn gọi là “5GC”) về mặt chức năng có thể được xem là các chức năng mặt phẳng điều khiển, cung cấp bởi chức năng quản lý di động và truy cập (access and mobility management function - AMF) / chức năng mặt phẳng người dùng (user plane function - UPF) 264, và các chức năng mặt phẳng người dùng, cung cấp bởi chức năng quản lý phiên (session management function - SMF) 262, phối hợp hoạt động để tạo ra mạng lõi (tức là, NGC 260). Giao diện mặt phẳng người dùng 263 và giao diện mặt phẳng điều khiển 265 kết nối eNB 224 với NGC 260 và đặc biệt là lần lượt với SMF 262 và AMF/UPF 264. Trong cấu hình bổ sung, gNB 222 còn có thể được kết nối với NGC 260 qua giao diện mặt phẳng điều khiển 265 với AMF/UPF 264 và giao diện mặt phẳng người dùng 263 với SMF 262. Ngoài ra, eNB 224 có thể trực tiếp truyền thông với gNB 222 qua liên kết backhaul 223, có hoặc không có kết nối trực tiếp gNB với NGC 260. Trong một số cấu hình, RAN mới 220 có thể chỉ có một hoặc nhiều gNB 222, trong khi các cấu hình khác bao gồm một hoặc nhiều trong số cả eNB 224 và gNB 222. gNB 222 hoặc eNB 224 có thể truyền thông với các UE 204 (ví dụ, mọi UE được thể hiện trên Fig.1. Các trạm gốc của RAN mới 220 truyền thông với phía AMF của AMF/UPF 264 trên giao diện N2 và phía UPF của AMF/UPF 264 trên giao diện N3.

Các chức năng của AMF bao gồm quản lý đăng ký, quản lý kết nối, quản lý khả năng kết nối, quản lý tính di động, đánh chặn hợp pháp, truyền tải các bản tin quản lý phiên (session management - SM) giữa UE 204 và SMF 262, các dịch vụ ủy nhiệm minh bạch cho các bản tin SM định tuyến, xác thực truy cập và quyền truy cập, truyền tải các bản tin dịch vụ bản tin ngắn (short message service - SMS) giữa UE 204 và chức năng dịch vụ bản tin ngắn (short message service function - SMSF) (không được thể hiện), và chức năng neo an ninh (security anchor functionality - SEAF). AMF còn giao tiếp với chức năng máy chủ xác thực (authentication server function - AUSF) (không được thể hiện) và UE 204, và nhận khóa trung gian đã được thiết lập là kết quả của quá trình xác thực UE 204. Trong trường hợp xác thực dựa vào môđun nhận dạng thuê bao (subscriber identity module - USIM) UMTS (universal mobile telecommunications system: hệ thống viễn thông di động toàn cầu), AMF truy vấn tài liệu an ninh từ AUSF. Các chức năng của AMF còn bao gồm quản lý ngữ cảnh an ninh (security context management - SCM). SCM nhận khóa từ SEAF dùng để suy ra các khóa dành riêng để truy cập mạng. Chức năng của AMF còn bao gồm dịch vụ vị trí quản lý cho các dịch vụ thông thường, truyền tải các bản tin dịch vụ vị trí

giữa UE 204 và chức năng quản lý vị trí (location management function - LMF) 270, cũng như giữa RAN mới 220 và LMF 270, cấp phát mã định danh kênh mang của hệ thống gói cải tiến (evolved packet system - EPS) để phối hợp với EPS, và thông báo sự kiện di động của UE 204. Ngoài ra, AMF còn hỗ trợ các chức năng cho các mạng truy cập không thuộc 3GPP.

Các chức năng của UPF bao gồm hoạt động như điểm neo cho tính di động nội/liên RAT (khi có thể), hoạt động như điểm phiên đơn vị dữ liệu giao thức (protocol data unit - PDU) ngoài của kết nối liên mạng với mạng dữ liệu (không được thể hiện), cung cấp định tuyến gói và chuyển tiếp gói, kiểm tra gói, thực thi luật chính sách mặt phẳng người dùng (ví dụ, tạo cổng, tái điều hướng, lái lưu lượng), đánh chặn hợp pháp (tập hợp mặt phẳng người dùng), báo cáo về việc sử dụng lưu lượng, kiểm soát chất lượng dịch vụ (quality of service - QoS) cho mặt phẳng người dùng (ví dụ, thực thi tốc độ UL/DL, đánh dấu QoS phản chiếu trong DL), xác minh lưu lượng UL (dòng dữ liệu dịch vụ (SDF) để ánh xạ dòng QoS), đánh dấu gói mức truyền tia trong UL và DL, đệm gói DL và kích hoạt thông báo dữ liệu DL, và gửi và chuyển tiếp một hoặc nhiều “đánh dấu kết thúc” cho nút RAN nguồn.

Các chức năng của SMF 262 bao gồm quản lý phiên, quản lý và cấp phát địa chỉ giao thức internet (Internet protocol - IP) cho UE, lựa chọn và điều khiển các chức năng mặt phẳng người dùng, cấu hình lái lưu lượng tại UPF để định tuyến lưu lượng đến điểm đích đúng, điều khiển một phần của thực thi chính sách và QoS, và thông báo dữ liệu đường xuống. Giao diện mà qua đó SMF 262 truyền thông với phía AMF của AMF/UPF 264 được gọi là giao diện N11.

Khía cạnh tùy ý khác có thể bao gồm LMF 270, có thể truyền thông với NGC 260 để cung cấp sự trợ giúp vị trí cho các UE 204. LMF 270 có thể được triển khai dưới dạng nhiều máy chủ riêng biệt (ví dụ, các máy chủ riêng biệt về mặt vật lý, các môđun phần mềm khác nhau trên một máy chủ, các môđun phần mềm khác nhau trải trên nhiều máy chủ vật lý, v.v.), hoặc theo cách khác, mỗi trong số đó có thể tương ứng với một máy chủ. LMF 270 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ một hoặc nhiều dịch vụ vị trí cho các UE 204 có thể kết nối với LMF 270 qua mạng lõi, NGC 260, và/hoặc qua Internet (không được minh họa).

Fig.3 minh họa một số thành phần mẫu (được biểu diễn bởi các khối tương ứng) có thể được đưa vào UE 302 (có thể tương ứng với mọi UE được mô tả ở đây), trạm gốc 304

(có thể tương ứng với mọi trạm gốc được mô tả ở đây), và thực thể mạng 306 (có thể tương ứng với hoặc bao gồm cả các chức năng mạng bất kỳ được mô tả ở đây, ví dụ, xem trên Fig.2B) để hỗ trợ các hoạt động truyền tập tin như được bộc lộ trong sáng chế này. Sẽ hiểu rằng các thành phần này có thể được triển khai trong các loại thiết bị khác nhau theo các phương án thực hiện khác nhau (ví dụ, trong ASIC, trong hệ thống trên chip (System-on-Chip - SoC), v.v.). Các thành phần được minh họa cũng có thể được đưa vào các thiết bị khác trong hệ thống truyền thông. Chẳng hạn, các thiết bị khác trong hệ thống có thể bao gồm các thành phần tương tự với các thành phần được mô tả để cung cấp chức năng tương tự. Ngoài ra, thiết bị cho trước có thể chứa một hoặc nhiều trong các thành phần này. Chẳng hạn, thiết bị có thể bao gồm nhiều thành phần bộ thu phát có thể cho phép thiết bị hoạt động trên nhiều sóng mang và/hoặc truyền thông bằng các công nghệ khác nhau.

Mỗi trong số UE 302 và trạm gốc 304 bao gồm ít nhất một thiết bị truyền thông không dây (được đại diện bởi các thiết bị truyền thông 308 và 314 (và thiết bị truyền thông 320 nếu thiết bị 304 thiết bị chuyển tiếp)) để truyền thông với các nút khác qua ít nhất một RAT chỉ định. Ví dụ, các thiết bị truyền thông 308 và 314 có thể truyền thông với nhau trên liên kết truyền thông không dây 360, có thể tương ứng với liên kết truyền thông 120 trên Fig.1. Mỗi thiết bị truyền thông 308 bao gồm ít nhất một bộ phát (được đại diện bởi bộ phát 310) để truyền và mã hóa các tín hiệu (ví dụ, bản tin, chỉ báo, thông tin, và v.v.) và ít nhất một bộ thu (được đại diện bởi bộ thu 312) để nhận và giải mã tín hiệu (ví dụ, bản tin, chỉ báo, thông tin, tín hiệu pilot, và v.v.). Tương tự, mỗi thiết bị truyền thông 314 bao gồm ít nhất một bộ phát (được đại diện bởi bộ phát 316) để truyền các tín hiệu (ví dụ, bản tin, chỉ báo, thông tin, tín hiệu pilot, và v.v.) và ít nhất một bộ thu (được đại diện bởi bộ thu 318) để nhận các tín hiệu (ví dụ, bản tin, chỉ báo, thông tin, và v.v.). Nếu trạm gốc 304 là trạm chuyển tiếp, mỗi thiết bị truyền thông 320 có thể bao gồm ít nhất một bộ phát (được biểu diễn bởi bộ phát 322) để truyền các tín hiệu (ví dụ, các bản tin, chỉ báo, thông tin, tín hiệu pilot, v.v) và ít nhất một bộ thu (được biểu diễn bởi bộ thu 324) để nhận các tín hiệu (ví dụ, các bản tin, chỉ báo, thông tin, v.v).

Bộ phát và bộ thu có thể bao gồm thiết bị tích hợp (ví dụ, được thể hiện dưới dạng mạch bộ phát và mạch bộ thu của một thiết bị truyền thông, thường được gọi là “bộ thu phát”) theo một số phương án thực hiện, có thể bao gồm thiết bị bộ phát riêng và thiết bị bộ thu riêng theo một số phương án thực hiện, hoặc có thể được thể hiện theo cách khác trong các phương án thực hiện khác. Thiết bị truyền thông không dây (ví dụ, một trong số

nhiều thiết bị truyền thông không dây) của trạm gốc 304 cũng có thể bao gồm môđun lắng nghe mạng (Network Listen Module - NLM) hoặc tương tự để thực hiện các phép đo khác nhau.

Thực thể mạng 306 (và trạm gốc 304 nếu nó không phải là trạm chuyển tiếp) bao gồm ít nhất một thiết bị truyền thông (được biểu diễn bởi thiết bị truyền thông 326 và, tùy ý, 320) để truyền thông với các nút khác. Tương tự, thiết bị truyền thông 326 có thể bao gồm giao diện mạng được tạo cấu hình để truyền thông với một hoặc nhiều thực thể mạng qua đường backhaul có dây hoặc backhaul không dây 370 (có thể tương ứng với liên kết backhaul 122 trên Fig.1. Theo một số khía cạnh, thiết bị truyền thông 326 có thể được triển khai dưới dạng bộ thu phát được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền thông tín hiệu có dây hoặc không dây. Sự truyền thông này có thể bao gồm, chẳng hạn, gửi và nhận: bản tin, tham số, hoặc các loại thông tin khác. Do vậy, theo ví dụ của Fig.3, thiết bị truyền thông 326 được thể hiện là bao gồm bộ phát 328 và bộ thu 330. Tương tự, nếu trạm gốc 304 không phải là trạm chuyển tiếp, thiết bị truyền thông 320 có thể bao gồm giao diện mạng được tạo cấu hình để truyền thông với một hoặc nhiều thực thể mạng 306 qua đường backhaul có dây hoặc không dây 370. Như với thiết bị truyền thông 326, thiết bị truyền thông 320 được thể hiện là bao gồm bộ phát 322 và bộ thu 324.

Các thiết bị 302, 304, và 306 còn bao gồm các thành phần khác có thể được sử dụng kết hợp với các hoạt động truyền tập tin như được bộc lộ ở đây. UE 302 bao gồm hệ thống xử lý 332 để cung cấp chức năng liên quan đến, ví dụ, các hoạt động của UE như được mô tả ở đây và để cung cấp chức năng xử lý khác. Trạm gốc 304 bao gồm hệ thống xử lý 334 để cung cấp chức năng liên quan đến, ví dụ, các hoạt động của trạm gốc được mô tả ở đây và để cung cấp chức năng xử lý khác. Thực thể mạng 306 bao gồm hệ thống xử lý 336 để cung cấp chức năng liên quan đến, ví dụ, các hoạt động chức năng mạng được mô tả ở đây và để cung cấp chức năng xử lý khác. Các thiết bị 302, 304, và 306 lần lượt bao gồm các thành phần bộ nhớ 338, 340, và 342 (ví dụ, mỗi thành phần bao gồm thiết bị bộ nhớ), để bảo quản thông tin (ví dụ, thông tin chỉ báo các tài nguyên dự trữ, các ngưỡng, tham số, và v.v.). Ngoài ra, UE 302 bao gồm giao diện người dùng 350 để cung cấp các chỉ báo (ví dụ, các chỉ báo nghe được và/hoặc thấy được) cho người dùng và/hoặc để nhận đầu vào người dùng (ví dụ, khi người dùng khởi động thiết bị cảm ứng như bàn phím, màn hình cảm ứng, micro và các thiết bị tương tự). Mặc dù không được thể hiện, nhưng các thiết bị 304 và 306 còn có thể bao gồm các giao diện người dùng.

Xem xét chi tiết hơn về hệ thống xử lý 334, trên đường xuống, các gói IP từ thực thể mạng 306 có thể được cung cấp cho hệ thống xử lý 334. Hệ thống xử lý 334 có thể thực hiện chức năng cho lớp điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control - RRC), lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP), lớp điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC), và lớp điều khiển truy cập môi trường (medium access control - MAC). Hệ thống xử lý 334 có thể cung cấp chức năng lớp RRC gắn với việc phát quảng bá thông tin hệ thống (ví dụ, MIB, SIB), điều khiển kết nối RRC (ví dụ, tìm gọi kết nối RRC, thiết lập kết nối RRC, và thay đổi kết nối RRC và ngắt kết nối RRC), tính di động theo công nghệ truy cập liên vô tuyến (radio access technology - RAT), và cấu hình đo kiểm để báo cáo đo kiểm UE; chức năng của lớp PDCP kết hợp với việc nén/giải nén phân đầu, tính bảo mật (mã hóa, giải mã, bảo vệ tính nguyên vẹn, xác nhận tính nguyên vẹn) và các chức năng hỗ trợ chuyển giao; chức năng của lớp RLC kết hợp với việc chuyển các đơn vị dữ liệu gói lớp trên (packet data unit - PDU), sửa lỗi qua ARQ, ghép nối, phân đoạn và ghép lại các đơn vị dữ liệu dịch vụ RLC (service data unit - SDU), tái phân đoạn các PDU dữ liệu RLC và tái sắp xếp các PDU dữ liệu RLC; và chức năng lớp MAC kết hợp với việc ánh xạ giữa các kênh logic và kênh truyền tải, báo cáo thông tin lập lịch, sửa lỗi, xử lý ưu tiên và ưu tiên kênh logic.

Bộ phát 316 và bộ thu 318 có thể thực hiện chức năng của lớp-1 đi kèm với các chức năng xử lý tín hiệu khác nhau. Lớp-1, gồm lớp vật lý (physical - PHY), có thể gồm việc phát hiện lỗi trên các kênh truyền tải, mã hóa/giải mã sửa lỗi trước (forward error correction - FEC) của các kênh truyền tải, đan xen, so khớp tốc độ, ánh xạ lên các kênh vật lý, điều biến/giải điều chế các kênh vật lý và xử lý ăngten MIMO. Bộ phát 316 thực hiện việc ánh xạ lên các chòm điểm tín hiệu dựa vào các sơ đồ điều chế khác nhau (ví dụ, khóa dịch pha nhị phân (binary phase-shift keying - BPSK), khóa dịch pha vuông góc (quadrature phase-shift keying - QPSK), khóa dịch pha M (M-phase-shift keying - M-PSK), điều chế biên độ vuông góc M (M-quadrature amplitude modulation - M-QAM)). Sau đó các ký hiệu được mã hóa và điều chế có thể được chia tách thành các dòng song song. Sau đó mỗi dòng được ánh xạ đến sóng mang con ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDMA), được ghép kênh với tín hiệu tham chiếu (chẳng hạn, tín hiệu pilot) trong miền thời gian và/hoặc tần số, và được kết hợp với nhau nhờ sử dụng Biến đổi Fourier Nhanh Ngược (Inverse Fast Fourier Transform - IFFT) để tạo ra kênh vật lý mang dòng ký hiệu OFDM miền thời gian. Dòng

OFDM được mã hóa trước về không gian để tạo ra nhiều dòng không gian. Đánh giá kênh từ bộ đánh giá kênh có thể được sử dụng để xác định sơ đồ mã hóa và điều chế, cũng như để xử lý không gian. Đánh giá kênh có thể được suy ra từ tín hiệu tham chiếu và/hoặc thông tin phản hồi điều kiện kênh được truyền bởi UE 302. Mỗi dòng không gian có thể sau đó được cung cấp cho một hoặc nhiều ăngten khác nhau. Bộ phát 316 có thể điều chế sóng mang RF với dòng không gian tương ứng để truyền.

Tại UE 302, bộ thu 312 nhận tín hiệu qua (các) ăngten tương ứng của nó. Bộ thu 312 tìm lại thông tin được điều chế trên sóng mang RF và cung cấp thông tin cho hệ thống xử lý 332. Bộ phát 310 và bộ thu 312 thực hiện chức năng của lớp-1 đi kèm với các chức năng xử lý tín hiệu khác nhau. Bộ thu 312 thực hiện xử lý không gian dựa vào thông tin để khôi phục mọi dòng không gian dành cho UE 302. Nếu nhiều dòng không gian được dành cho UE 302, chúng có thể được kết hợp bởi bộ thu 312 thành một dòng ký hiệu OFDM. Sau đó, bộ thu 312 biến đổi dòng ký hiệu OFDM từ miền thời gian sang miền tần số bằng cách sử dụng phép Biến đổi Fourier Nhanh (Fast Fourier Transform - FFT). Tín hiệu miền tần số bao gồm dòng ký hiệu OFDM riêng cho mỗi sóng mang thứ cấp của tín hiệu OFDM. Các tín hiệu trên mỗi sóng mang con và tín hiệu tham chiếu được khôi phục và giải điều chế bằng cách xác định các điểm chùm tín hiệu thích hợp nhất được truyền bởi trạm gốc 304. Các quyết định mềm này có thể dựa vào các kết quả đánh giá kênh được tính toán bởi bộ đánh giá kênh. Sau đó các quyết định mềm này được giải mã và được giải đan xen để khôi phục tín hiệu dữ liệu và điều khiển mà ban đầu được truyền bởi trạm gốc 304 trên kênh vật lý. Sau đó, dữ liệu và các tín hiệu điều khiển được cung cấp cho hệ thống xử lý 332 để thực hiện chức năng của lớp-3 và lớp-2.

Trong UL, hệ thống xử lý 332 hỗ trợ giải ghép kênh giữa các kênh truyền tải và kênh logic, ghép lại gói, giải mã, giải nén tiêu đề, xử lý tín hiệu điều khiển để khôi phục các gói IP từ mạng lõi. Hệ thống xử lý 332 còn chịu trách nhiệm về việc phát hiện lỗi.

Tương tự với chức năng được mô tả liên quan đến cuộc truyền DL bởi trạm gốc 304, hệ thống xử lý 332 cung cấp chức năng lớp RRC gắn với việc thu thông tin hệ thống (ví dụ, MIB, SIB), kết nối RRC và báo cáo đo, chức năng của lớp PDCP kết hợp với việc nén/giải nén phân đầu và tính bảo mật (mã hóa, giải mã, bảo vệ tính nguyên vẹn, xác nhận tính nguyên vẹn) và chức năng của lớp RLC kết hợp với việc chuyển các đơn vị dữ liệu gói lớp trên (packet data unit - PDU), sửa lỗi qua ARQ, ghép nối, phân đoạn và tái tổ hợp

các đơn vị dữ liệu dịch vụ RLC (service data unit - SDU), tái phân đoạn các PDU dữ liệu RLC và tái sắp xếp các PDU dữ liệu RLC và chức năng lớp MAC kết hợp với việc ánh xạ giữa các kênh logic và kênh truyền tải, ghép kênh các MAC SDU lên các khối truyền tải (transport block - TB), giải ghép kênh các MAC SDU từ các TB, báo cáo thông tin lập lịch, sửa lỗi qua HARQ, xử lý ưu tiên và ưu tiên kênh logic.

Các đánh giá kênh được suy ra bởi bộ đánh giá kênh từ tín hiệu tham chiếu hoặc phản hồi được truyền bởi trạm gốc 304 có thể được sử dụng bởi bộ phát 310 để chọn các sơ đồ mã hóa và điều chế phù hợp, và để tạo thuận lợi cho việc xử lý không gian. Các dòng không gian được tạo ra bởi bộ phát 310 có thể được cung cấp cho (các) ăngten khác nhau. Bộ phát 310 có thể điều chế sóng mang RF với dòng không gian tương ứng để truyền.

Cuộc truyền UL được xử lý tại trạm gốc 304 theo cách tương tự như được mô tả liên quan đến chức năng nhận tại UE 302. Bộ thu 318 nhận tín hiệu qua (các) ăngten tương ứng của nó. Bộ thu 318 tìm lại thông tin được điều chế trên sóng mang RF và cung cấp thông tin cho hệ thống xử lý 334.

Trong UL, hệ thống xử lý 334 hỗ trợ giải ghép kênh giữa các kênh truyền tải và kênh logic, ghép lại gói, giải mã, giải nén tiêu đề, xử lý tín hiệu điều khiển để khôi phục các gói IP từ UE 302. Các gói IP từ hệ thống xử lý 334 có thể được cung cấp cho mạng lõi. Hệ thống xử lý 334 còn chịu trách nhiệm về việc phát hiện lỗi.

Theo một khía cạnh, các thiết bị 302 và 304 có thể lần lượt bao gồm các bộ quản lý khôi phục PDCP 344 và 348. Các bộ quản lý khôi phục PDCP 344 và 348 có thể là các mạch phần cứng lần lượt là một phần của hoặc được gắn vào các hệ thống xử lý 332 và 334, khi được thực thi sẽ khiến cho các thiết bị 302 và 304 thực hiện chức năng được mô tả ở đây. Thay vào đó, các bộ quản lý khôi phục PDCP 344 và 348 có thể là các mô đun bộ nhớ lần lượt được lưu trữ trong các thành phần bộ nhớ 338 và 340, khi được thực thi bởi các hệ thống xử lý 332 và 334 thì sẽ khiến cho các thiết bị 302 và 304 thực hiện chức năng được mô tả ở đây.

Để thuận tiện, các thiết bị 302, 304, và/hoặc 306 được thể hiện trên FIG.3 là bao gồm các thành phần khác nhau có thể được tạo cấu hình theo các ví dụ khác nhau được mô tả ở đây. Tuy nhiên, sẽ hiểu rằng, các khối được minh họa có thể có chức năng khác nhau trong các thiết kế khác nhau.

Các thành phần khác nhau của các thiết bị 302, 304, và 306 có thể truyền thông với nhau lần lượt qua các bus dữ liệu 352, 354, và 356. Các thành phần trên Fig.3 có thể được triển khai theo nhiều cách khác nhau. Theo một số phương án triển khai, các thành phần trên Fig.3 có thể được triển khai trong một hoặc nhiều mạch như, chẳng hạn, một hoặc nhiều bộ xử lý và/hoặc một hoặc nhiều ASIC (có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý). Ở đây, mỗi mạch có thể sử dụng và/hoặc kết hợp ít nhất một thành phần bộ nhớ để lưu trữ thông tin hoặc mã thực thi được sử dụng bởi mạch để cung cấp chức năng này. Chẳng hạn, một số hoặc tất cả chức năng được đại diện bởi khối 308, 332, 338, 344 và 350 có thể được thực thi bởi bộ xử lý và (các) thành phần bộ nhớ của UE 302 (ví dụ, bằng cách thực thi mã thích hợp và/hoặc bởi cấu hình thích hợp của thành phần bộ xử lý). Tương tự, một số hoặc tất cả chức năng được đại diện bởi khối 314, 320, 334, và 340 có thể được thực thi bởi bộ xử lý và (các) thành phần bộ nhớ của trạm gốc 304 (ví dụ, bằng cách thực thi mã thích hợp và/hoặc bằng cấu hình thích hợp của thành phần bộ xử lý). Ngoài ra, một số hoặc tất cả chức năng được đại diện bởi khối 326, 336, 342, và 348 có thể được thực thi bởi bộ xử lý và (các) thành phần bộ nhớ của thực thể mạng 306 (ví dụ, bằng cách thực thi mã thích hợp và/hoặc bằng cấu hình thích hợp của thành phần bộ xử lý). Để đơn giản thì các hoạt động, thao tác và/hoặc các chức năng khác nhau được mô tả ở đây là được thực hiện “bởi UE,” “bởi trạm gốc,” “bởi thực thể mạng,” v.v. Tuy nhiên, cần phải hiểu rõ rằng các hoạt động, hoạt động và/hoặc các chức năng này có thể thực sự được thực hiện bởi các thành phần riêng hoặc tổ hợp các thành phần của UE, trạm gốc, thực thể mạng, v.v., chẳng hạn như các hệ thống xử lý 332, 334, 336, các thiết bị truyền thông 308, 314, 326, các bộ quản lý khôi phục PDCP 344, 348, v.v.

Fig.4A minh họa chồng giao thức mặt phẳng người dùng, theo các khía cạnh của sáng chế. Như được minh họa trên Fig.4A, UE 404 và gNB 402 (có thể lần lượt tương ứng với mọi UE và các trạm gốc, được mô tả trên đây) thực hiện, từ lớp cao nhất đến thấp nhất, lớp giao thức thích ứng dữ liệu dịch vụ (service data adaptation protocol - SDAP) 410, lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP) 415, lớp điều khiển liên kết vô tuyến (RLC) 420, lớp điều khiển truy cập môi trường (MAC) 425, và lớp vật lý (PHY) 430. Như được minh họa bằng các đường mũi tên 2 đầu trên Fig.4A, mỗi lớp của chồng giao thức được thực hiện bởi UE 404 truyền thông với cùng lớp của gNB 402, và ngược lại. Nhìn chung, lớp SDAP 410, lớp PDCP 415, lớp RLC 420 và lớp MAC 425 gọi là “Lớp 2” hoặc “L2.”

Fig.4B minh họa chồng giao thức mặt phẳng điều khiển, theo các khía cạnh của sáng chế. Ngoài lớp PDCP 415, lớp RLC 420, lớp MAC 425 và lớp PHY 430, UE 404 và gNB 402 còn thực hiện lớp RRC 445. Ngoài ra, UE 404 và AMF 406 thực hiện lớp NAS 440.

Lớp RLC 420 hỗ trợ ba chế độ truyền: chế độ trong suốt (TM), chế độ không có báo nhận (UM), và chế độ có báo nhận (AM). Trong chế độ TM, không có phần đầu RLC, không có phân đoạn/tái tổ hợp, và không có phản hồi (tức là, không có báo nhận (ACK) hoặc báo không nhận (NACK)). Ngoài ra, chỉ có hoạt động đệm ở bộ phát. Trong chế độ UM, có phần đầu RLC, hoạt động đệm ở cả bộ phát và bộ thu, và phân đoạn/tái tổ hợp, nhưng không có phản hồi (tức là, cuộc truyền dữ liệu không yêu cầu phản hồi nhận (ví dụ, ACK/NACK) từ bộ thu). Trong chế độ AM, có phần đầu RLC, hoạt động đệm ở cả bộ phát và bộ thu, phân đoạn/tái tổ hợp, và phản hồi (tức là, cuộc truyền dữ liệu yêu cầu phản hồi nhận (ví dụ, ACK/NACK) từ bộ thu). Mỗi chế độ này có thể được sử dụng để cả truyền và nhận dữ liệu. Trong các chế độ TM và UM, thực thể RLC riêng được sử dụng để truyền và nhận, trong khi ở chế độ AM, một thực thể RLC thực hiện cả việc truyền và nhận. Lưu ý rằng mỗi kênh logic sử dụng một chế độ RLC riêng. Tức là, cấu hình RLC dành cho mỗi kênh logic mà không phụ thuộc vào số và/hoặc độ dài khoảng thời gian khoảng thời gian truyền (transmission time interval - TTI) (tức là, độ dài thời gian truyền trên liên kết vô tuyến). Đặc biệt là, kênh điều khiển phát quang bá (broadcast control channel - BCCH), kênh điều khiển tìm gọi (paging control channel - PCCH), và kênh điều khiển chung (common control channel - CCCH) chỉ sử dụng chế độ TM, kênh điều khiển dành riêng (dedicated control channel - DCCH) chỉ sử dụng chế độ AM, và kênh lưu lượng dành riêng (dedicated traffic channel - DTCH) sử dụng chế độ UM hoặc AM. DTCH sử dụng UM hay AM được xác định bởi bản tin RRC.

Các dịch vụ và chức năng chính của lớp RLC 420 phụ thuộc vào chế độ truyền và bao gồm việc chuyển các PDU lớp trên, đánh số thứ tự không phụ thuộc vào một trong số: lớp PDCP 415, sửa lỗi thông qua ARQ, phân đoạn và tái phân đoạn, tái tổ hợp của các đơn vị dữ liệu dịch vụ (service data unit - SDU), loại bỏ RLC SDU, và tái thiết lập RLC. Chức năng ARQ cung cấp sự chỉnh sửa lỗi trong chế độ AM, và có các đặc điểm sau: ARQ truyền lại các RLC PDU hoặc các phân đoạn RLC PDU dựa vào báo cáo tình trạng RLC, hỏi báo cáo tình trạng RLC được sử dụng khi cần thiết bởi RLC, và bộ thu RLC còn có thể

kích hoạt báo cáo tình trạng RLC sau khi phát hiện RLC PDU khuyết hoặc phân đoạn RLC PDU.

Các dịch vụ và chức năng chính của lớp PDCP 415 cho mặt phẳng người dùng bao gồm đánh số thứ tự, nén và giải nén phần đầu (chỉ dùng cho nén phần đầu nhanh (robust header compression - ROHC)), truyền dữ liệu người dùng, sắp xếp lại thứ tự và phát hiện trùng lặp (nếu được phát theo thứ tự đến các lớp ở trên lớp PDCP 415 được yêu cầu), định tuyến PDCP PDU (trong trường hợp các kênh mang chia tách), truyền lại các PDCP SDU, mã hóa và giải mã, loại bỏ PDCP SDU, tái thiết lập PDCP và khôi phục dữ liệu cho RLC AM, và sao chép các PDCP PDU. Các dịch vụ và chức năng chính của lớp PDCP 415 cho mặt phẳng điều khiển bao gồm mã hóa, giải mã, và bảo vệ tính toàn vẹn, truyền dữ liệu mặt phẳng điều khiển, và sao chép các PDCP PDU.

Lớp SDAP 410 là lớp tầng không truy cập (access stratum - AS), các dịch vụ và các chức năng chính của nó bao gồm ánh xạ giữa dòng QoS và kênh mang vô tuyến dữ liệu và đánh dấu ID dòng QoS trong cả các gói DL và UL. Một thực thể giao tiếp của SDAP được tạo cấu hình cho mỗi phiên PDU riêng.

Các dịch vụ và chức năng chính của lớp RRC 445 bao gồm phát quảng bá thông tin hệ thống liên quan đến AS và NAS, tìm gọi do 5GC khởi đầu (ví dụ, NGC 210 hoặc 260) hoặc RAN (ví dụ, RAN mới 220), thiết lập, duy trì, và giải phóng kết nối RRC giữa UE và RAN, các chức năng an ninh bao gồm quản lý khóa, thiết lập, cấu hình, duy trì, và giải phóng các kênh mang vô tuyến báo hiệu (signaling radio bearer - SRB) và kênh mang vô tuyến dữ liệu (DRB), các chức năng di động (bao gồm chuyển giao, chọn ô UE và chọn lại và điều khiển việc chọn ô và chọn lại, truyền ngữ cảnh tại điểm chuyển giao), các chức năng quản lý QoS, báo cáo đo UE và điều khiển báo cáo, và truyền bản tin NAS đến/từ NAS đến/từ UE.

Fig.5 minh họa ví dụ về dòng dữ liệu Lớp 2 500, theo các khía cạnh của sáng chế. Ở phía bộ phát, lớp thấp hơn nhận dữ liệu từ lớp cao hơn và dữ liệu này được gọi là SDU. Lớp thấp hơn sẽ thay đổi dữ liệu bằng cách thêm phần đầu (H) dành riêng cho lớp đó, qua đó chuyển đổi dữ liệu nhận được thành PDU cho lớp đó. Do đó, như được thể hiện trên Fig.5, lớp SDAP nhận các gói IP 510, 512, và 514 từ lớp IP, giờ đây gọi là các SDAP SDU, thêm phần đầu SDAP (H) vào mỗi trong số đó để lần lượt tạo ra các SDAP PDU 520, 522, và 524, và chuyển tiếp chúng đến lớp PDCP. Lớp PDCP nhận các SDAP PDU

520, 522, và 524 từ lớp SDAP, giờ đây gọi là các PDCP SDU, thêm phần đầu PDCP vào mỗi trong số đó để lần lượt tạo ra các PDCP PDU 530, 532, và 534, và chuyển tiếp chúng đến lớp RLC. Lớp RLC nhận các PDCP PDU 530, 532, và 534 từ lớp PDCP, giờ đây gọi là các RLC SDU, thêm phần đầu RLC vào mỗi trong số đó để lần lượt tạo ra các RLC PDU 540, 542, 544, và 546, và chuyển tiếp chúng đến lớp MAC. Lưu ý rằng, trong ví dụ trên Fig.5, PDCP PDU 534 quá lớn để chuyển đổi thành một RLC PDU, và do đó được phân đoạn thành hai RLC PDU 544 và 546. Lớp MAC nhận các RLC PDU 540, 542, 544, và 546 từ lớp RLC, giờ đây gọi là các MAC SDU, và tạo ra khối truyền tải để gửi đến lớp PHY (không được thể hiện). Theo ví dụ trên Fig.5, khối truyền tải được tạo ra bằng cách ghép nối hai RLC PDU từ khối tài nguyên “x” (RB_x) (các RLC PDU 540 và 542) và một RLC PDU từ khối tài nguyên (RB_y) (RLC PDU 544).

Ở phía bộ thu, quá trình này đảo ngược lại. Tức là, thực thể ngang hàng nhận PDU từ lớp thấp hơn (thực ra là SDU của lớp thấp hơn) và chuyển đổi nó trở lại thành (các) SDU và đưa nó đến lớp cao hơn. Do đó, trong ví dụ trên Fig.5, lớp RLC nhận các MAC SDU từ lớp MAC, loại bỏ các phần đầu RLC để khôi phục các RLC SDU, và đưa các RLC SDU đến lớp PDCP. Lớp PDCP loại bỏ các phần đầu PDCP từ các RLC SDU để khôi phục các PDCP SDU, và đưa các PDCP SDU đến lớp SDAP. Lớp SDAP loại bỏ các phần đầu SDAP từ các PDCP SDU để khôi phục các SDAP SDU, và đưa các SDAP SDU (tức là, các gói IP 510, 512, và 514) đến lớp cao hơn tiếp theo (ví dụ, lớp RRC 545).

Lưu ý rằng các PDU có thể là các PDU dữ liệu hoặc các PDU điều khiển. Các PDU dữ liệu mang dữ liệu người dùng, ví dụ, cho ứng dụng chạy trên UE, và các PDU điều khiển mang dữ liệu điều khiển được sử dụng trong lớp cụ thể (không phải dữ liệu mặt phẳng điều khiển). Do đó, ví dụ, PDU dữ liệu PDCP được sử dụng để truyền tải, bên cạnh phần đầu PDU, dữ liệu mặt phẳng người dùng, dữ liệu mặt phẳng điều khiển, và/hoặc mã xác thực bản tin về tính toàn vẹn (message authentication code for integrity - MAC-I). PDU điều khiển PDCP được sử dụng để truyền tải, bên cạnh phần đầu PDU, báo cáo tình trạng PDCP và phản hồi ROHC rải rác.

Fig.6 minh họa hình vẽ thể hiện chức năng của lớp PDCP, theo các khía cạnh của sáng chế. Theo ví dụ trên Fig.6, thực thể PDCP truyền 610 đang gửi dữ liệu (tức là, các PDCP PDU) đến thực thể PDCP nhận 620. Thực thể PDCP truyền 610 có thể được triển khai bởi UE hoặc gNB, và thực thể PDCP nhận 620 có thể được triển khai bởi UE và gNB

khác. Các thực thể PDCP nằm trong lớp PDCP. Có thể có vài thực thể PDCP được xác định cho UE, với mỗi thực thể PDCP mang dữ liệu của một kênh mang vô tuyến. Thực thể PDCP đi kèm với mặt phẳng điều khiển hoặc mặt phẳng người dùng tùy theo kênh mang vô tuyến mà nó mang dữ liệu cho. Đối với các kênh mang chia tách, việc định tuyến được thực hiện ở thực thể PDCP truyền.

Lớp PDCP cung cấp dịch vụ cho các lớp RRC hoặc SDAP. Các dịch vụ sau đây được cung cấp bởi PDCP cho các lớp trên: truyền dữ liệu mặt phẳng người dùng, truyền dữ liệu mặt phẳng điều khiển, nén phần đầu, mã hóa, và bảo vệ tính toàn vẹn. Thực thể PDCP mong muốn các dịch vụ sau đây từ các lớp thấp hơn trên mỗi thực thể RLC: dịch vụ truyền dữ liệu có báo nhận (tức là, AM), bao gồm chỉ báo về việc phát thành công các PDCP PDU (ví dụ, ACK/NACK), và dịch vụ truyền dữ liệu không có báo nhận (tức là, UM).

Lớp PDCP hỗ trợ các chức năng sau đây: truyền dữ liệu (mặt phẳng người dùng hoặc mặt phẳng điều khiển), duy trì các số thứ tự PDCP, nén phần đầu và giải nén bằng cách sử dụng giao thức ROHC, mã hóa và giải mã, bảo vệ tính toàn vẹn và xác minh tính toàn vẹn, loại bỏ SDU dựa vào bộ định thời, định tuyến cho các kênh mang chia tách, sao chép, sắp xếp lại và phát theo thứ tự, phát không theo thứ tự, và loại bỏ trùng lặp.

Như được minh họa trên Fig.6, dữ liệu đi vào thực thể PDCP truyền 610 đầu tiên là được lưu trữ trong bộ đệm truyền ở đó nó được gán số thứ tự. Tức là, thực thể PDCP truyền 610 thêm số thứ tự vào mỗi khối dữ liệu sẽ đi vào. Khi các số thứ tự được thêm vào, thứ tự của các khối dữ liệu có thể được quản lý. Dựa vào số thứ tự, thực thể PDCP nhận có thể xác định liệu dữ liệu có được phát theo thứ tự hay không, liệu dữ liệu trùng lặp có được nhận hay không, cách kết hợp nhiều đoạn dữ liệu thành một khối dữ liệu gốc, v.v.

Sau khi các số thứ tự đã được gán, nén phần đầu được thực hiện, nhưng chỉ đối với dữ liệu mặt phẳng người dùng. Điều đó có nghĩa là việc báo hiệu các bản tin không đi qua bước nén phần đầu. Từ đây có hai đường, một cho các gói kết hợp với PDCP SDU và một cho các gói không có kết hợp. Các gói kết hợp với PDCP SDU đi qua các giai đoạn bảo vệ tính toàn vẹn và mã hóa trước khi phần đầu PDCP được thêm vào, trong khi các gói không kết hợp với PDCP SDU đi thẳng đến bước phần đầu.

Bảo vệ tính toàn vẹn chỉ áp dụng cho dữ liệu mặt phẳng điều khiển (ví dụ, dữ liệu DCCH, chẳng hạn như các bản tin RRC/NAS, không phải dữ liệu DTCH). Mã hóa áp dụng

cho cả dữ liệu mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người dùng. Tiếp theo, phần đầu PDCP được thêm vào các gói, bất kể có kết hợp với PDCP SDU hay không. Nếu kênh mang chia tách được thiết lập, thực thể PDCP truyền 610 định tuyến các gói cho RDB dự định. Phía nhận, được thực hiện bởi thực thể PDCP nhận 620, đơn giản là quy trình truyền đảo ngược được thực hiện bởi thực thể PDCP truyền 610.

Việc sử dụng các RLC AM DRB có thể đảm bảo cuộc truyền dữ liệu không tổn hao bằng cách sử dụng lớp báo cáo tình trạng RLC ở phía bộ thu và truyền lại gói RLC ở phía bộ phát. Tuy nhiên, các cuộc truyền độ trễ thấp siêu tin cậy (ultra-reliable low latency communication - URLLC) thường sử dụng các RLC UM DRB, do chúng không chấp nhận độ trễ khi báo nhận và truyền lại đi cùng với việc sử dụng các RLC AM DRB. Tuy nhiên, URLLC cũng có yêu cầu cao về độ tin cậy khiến cho các dịch vụ nhạy cảm với sự hao hụt gói có thể xảy ra khi sử dụng các RLC UM DRB. Do đó, xuất hiện nhu cầu cung cấp cuộc truyền không tổn hao cho các RLC UM DRB, đặc biệt là cho URLLC.

Theo đó, sáng chế đề xuất các kỹ thuật sử dụng báo cáo tình trạng lớp PDCP và thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP (gọi chung là thủ tục truyền lại dữ liệu) để đạt được việc truyền không tổn hao cho UM RLC và RLC TM DRBs. Các kỹ thuật được mô tả ở đây cho phép UM RLC đạt được việc truyền dữ liệu không tổn hao mà không sử dụng cơ chế truyền lại RLC AM.

Ví dụ sử dụng đầu tiên là các dịch vụ nhạy cảm với sự trễ (ví dụ, lưu lượng trò chơi dựa vào giao thức gói dữ liệu người dùng (user datagram protocol - UDP), điều khiển thời gian thực công nghiệp, v.v.) có thể sử dụng các RLC UM DRB để giảm độ trễ. Các RLC UM DRB có thể được tạo cấu hình cho hầu hết, hoặc tất cả, lưu lượng nhạy với độ trễ do các yêu cầu về độ trễ của các dịch vụ này. Phản hồi lớp cao hơn có thể được tạo cấu hình có thể hỗ trợ các RLC UM DRB giảm/loại bỏ hao hụt gói. Đặc biệt là, như được mô tả ở đây, cơ chế báo cáo tình trạng PDCP có thể được sử dụng làm công cụ phản hồi mức cao hơn cho các RLC UM DRB.

Ví dụ sử dụng thứ hai là độ tin cậy của UM RLC có thể đủ trong tình huống bình thường, nhưng lại không đủ ở biên ô nơi việc chuyển giao được kích hoạt. Trong các trường hợp chuyển giao, UE ở biên ô có thể gặp phải hao hụt gói khi được tạo cấu hình với các RLC UM DRB. Việc hỗ trợ tiếp tục số thứ tự PDCP có thể chỉ có ích cho việc phát hiện trùng lặp trong thời gian chuyển giao, nhưng không thể giảm/loại bỏ hao hụt gói. Như

vậy, truyền lại dữ liệu cho các RLC UM DRB, như được mô tả ở đây, sẽ có ích trong các tình huống chuyển giao như vậy.

Ví dụ sử dụng thứ ba là trong chuyển giao băng rộng di động (mobile broadband - MBB) (được minh họa trên Fig.12), báo cáo tình trạng PDCP có ích cho gNB đích để loại bỏ các PDCP SDU được chuyển tiếp từ gNB nguồn và để giảm độ trễ cho các RLC UM DRB. Đối với chuyển giao MBB, gNB nguồn bắt đầu việc chuyển tiếp dữ liệu đường xuống ngay sau khi gửi lệnh chuyển giao MBB cho UE, và gNB nguồn còn có thể truyền cùng dữ liệu đường xuống này cho UE trên kết nối nguồn. Khi UE hoàn thành chuyển giao (tức là, truyền bản tin hoàn thành tạo lại cấu hình RRC), gNB đích bắt đầu gửi dữ liệu đường xuống cho UE. Tuy nhiên, vì bộ đệm đường xuống của gNB đích đã có dữ liệu được chuyển tiếp từ gNB nguồn rồi, sẽ có độ trễ trước khi dữ liệu mới có thể được gửi đến UE bởi gNB đích. Trong trường hợp này, gNB đích cần biết các PDCP SDU nào đã được truyền đến UE trên kết nối của gNB nguồn. Theo cách đó, gNB đích có thể loại bỏ các SDU đó và chỉ truyền các SDU chưa được truyền, qua đó làm giảm độ trễ. Trong trường hợp đó, sẽ có ích cho UE khi gửi báo cáo tình trạng PDCP cho gNB đích sớm sau khi hoàn thành chuyển giao cho các RLC UM DRB được thiết lập.

Theo sáng chế, thực thể PDCP (ví dụ, thực thể PDCP truyền 610, thực thể PDCP nhận 620) có thể thực hiện các thủ tục truyền lại dữ liệu PDCP cho UM RLC hoặc RLC TM DRB. Theo một khía cạnh, thủ tục truyền lại dữ liệu PDCP được mô tả ở đây có thể được thực hiện cho cả cuộc truyền dữ liệu đường lên hoặc đường xuống. Do đó, thực thể PDCP truyền 610 có thể được triển khai bởi gNB (cho cuộc truyền đường xuống) hoặc UE (cho cuộc truyền đường lên), và thực thể PDCP nhận 620 có thể được triển khai bởi UE (cho cuộc truyền đường xuống) hoặc gNB (cho cuộc truyền đường lên).

Fig.7 minh họa ví dụ về dòng 700 để truyền lại dữ liệu PDCP, theo các khía cạnh của sáng chế. Phương pháp 700 có thể được thực hiện bởi thực thể PDCP truyền 610 và thực thể PDCP nhận 620 trên Fig.6.

Tại 710, thực thể PDCP nhận 620 nhận, từ thực thể RLC nhận, các RLC SDU được nhận trên RLC DRB không phải AM (ví dụ, RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB). Như đã mô tả ở trên dựa vào Fig.5, các RLC SDU tương ứng với các PDCP PDU (ví dụ, các PDCP PDU 530, 532, 534).

Tại 720, tại điểm nào đó trong hoặc sau khi nhận các RLC SDU / PDCP PDU, thực thể PDCP truyền 610 có thể được kích hoạt để khởi tạo thủ tục khôi phục dữ liệu DPCP. Theo một khía cạnh, lớp RRC (ví dụ, lớp RRC 445) có thể yêu cầu thủ tục khôi phục dữ liệu DPCP dựa vào các sự kiện cụ thể, chẳng hạn như chuyển giao, hoặc đơn giản là yêu cầu thủ tục khôi phục dữ liệu DPCP một lần. Ngoài ra hoặc theo cách khác, khôi phục dữ liệu PDCP có thể được thực hiện định kỳ. Ví dụ, lớp cao hơn có thể tạo cấu hình cho thực thể PDCP truyền 610 để thực hiện khôi phục dữ liệu PDCP định kỳ. Bộ định thời ngăn cản có thể được sử dụng để ngăn cản việc thực hiện khôi phục dữ liệu PDCP quá thường xuyên. Hoạt động 720 là tùy ý (như được thể hiện bằng đường nét mờ) vì, như mô tả dưới đây, báo cáo tình trạng PDCP có thể được kích hoạt ở phía bộ thu mà không cần đầu vào từ phía truyền.

Tại 730, thực thể PDCP nhận 620 được kích hoạt để gửi báo cáo tình trạng PDCP. Tại 740, thực thể PDCP nhận 620 gửi báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP truyền 610. Tại 750, thực thể PDCP truyền 610 loại bỏ các PDCP SDU đã phát thành công và lưu trữ các PDCP SDU mất trong bộ đệm truyền. Tại 760, thực thể PDCP truyền 610 truyền lại các PDCP SDU khuyết đến thực thể PDCP nhận 620. Các hoạt động từ 730 đến 760 sẽ được mô tả chi tiết hơn ở phần sau đây.

Xem lại bước 730, thực thể PDCP nhận 620 có thể được kích hoạt theo nhiều cách, chẳng hạn như bằng yêu cầu RRC, bằng bộ định thời định kỳ, bằng cách hỏi kiểm tra vòng, bằng cách sắp xếp lại các gói vượt ra khỏi cửa sổ nhận, hoặc bằng cách tạo cấu hình RRC. Đầu tiên là xét đến kích hoạt yêu cầu RRC, khi lớp RRC ở phía bộ phát yêu cầu rằng thực thể PDCP truyền 610 thực hiện khôi phục dữ liệu PDCP ở bước 720, sau đó ở bước 730, lớp RRC ở phía bộ thu có thể kích hoạt thực thể PDCP nhận 620 tạo ra báo cáo tình trạng PDCP và trình nó cho lớp thấp hơn (tức là, lớp RLC) làm, ví dụ, PDCP PDU thứ nhất.

Xét đến kích hoạt bộ định thời định kỳ, lớp cao hơn có thể tạo cấu hình cho thực thể PDCP nhận 620 để định kỳ truyền các báo cáo tình trạng PDCP. Ví dụ, thực thể PDCP nhận 620 có thể định kỳ truyền báo cáo tình trạng PDCP mỗi lần bộ định thời định kỳ hết hạn. Độ dài của bộ định thời có thể tạo cấu hình được và được sử dụng để ngăn không cho thực thể PDCP nhận 620 gửi các báo cáo tình trạng PDCP quá thường xuyên. Chỉ khi bộ định thời hết hạn thì thực thể PDCP nhận 620 mới được phép gửi báo cáo tình trạng PDCP mới.

Xét đến kích hoạt hỏi kiểm tra vòng, thực thể PDCP truyền 610 có thể hỏi kiểm tra vòng thực thể PDCP ngang hàng của nó, thực thể PDCP nhận 620, để kích hoạt thực thể PDCP nhận 620 gửi báo cáo tình trạng PDCP. Thực thể PDCP truyền 610 có thể chèn bit hỏi kiểm tra vòng vào PDU dữ liệu PDCP. Bit kiểm soát vòng có thể là một bit, chẳng hạn như “1” để chỉ báo rằng thực thể PDCP nhận 620 cần gửi báo cáo tình trạng PDCP và “0” để chỉ báo rằng thực thể PDCP nhận 620 không cần gửi báo cáo tình trạng PDCP. Việc định thời khi nào chèn bit hỏi kiểm tra vòng có thể dựa vào, ví dụ, bộ đếm số lượng các PDU dữ liệu PDCP mà thực thể PDCP truyền 610 đã trình cho lớp thấp hơn (tức là, lớp RLC). Theo một khía cạnh, bộ đếm có thể giải thích kích thước gói của các PDU dữ liệu PDCP được trình cho lớp thấp hơn. Ví dụ, khi các PDU dữ liệu PDCP có kích thước gói lớn hơn, thì ít PDU dữ liệu PDCP hơn được truyền trước khi báo cáo tình trạng PDCP được kích hoạt. Khi bộ đếm đạt đến ngưỡng được tạo cấu hình, thực thể PDCP truyền 610 đặt bit hỏi kiểm tra vòng bằng “1”, nếu không thì bit hỏi kiểm tra vòng vẫn là “0”. Khi bit hỏi kiểm tra vòng được chèn vào PDU dữ liệu PDCP, bộ đếm sẽ được đặt lại. Theo một khía cạnh, bit hỏi kiểm tra vòng cần được đặt là “1” ở PDU dữ liệu PDCP cuối cùng trong bộ đệm truyền PDCP (xem Fig.6) nếu bộ đệm rỗng.

Fig.8 minh họa ví dụ về phương pháp 800 để xác định có chèn bit hỏi kiểm tra vòng vào PDU dữ liệu PDCP hay không, theo các khía cạnh của sáng chế. Phương pháp 800 có thể được thực hiện bởi thực thể PDCP truyền 610. Tại 810, thực thể PDCP truyền 610 tạo ra phần đầu PDCP để tạo PDU dữ liệu PDCP từ SDAP PDU (ví dụ, SDAP PDU 520, 522, 524). Tại 820, thực thể PDCP truyền 610 xác định PDU dữ liệu PDCP có phải là PDU dữ liệu PDCP cuối cùng trong bộ đệm truyền hay không. Nếu không phải, thì ở bước 830, thực thể PDCP truyền 610 xác định số lượng các PDU dữ liệu PDCP được truyền đến lớp thấp hơn (tức là, lớp RLC) kể từ lần hỏi kiểm tra vòng cuối cùng có lớn hơn ngưỡng hay không. Nếu không lớn hơn, thì ở bước 840, thực thể PDCP truyền 610 xác định tổng lượng dữ liệu qua tất cả các PDU dữ liệu PDCP được truyền đến lớp thấp hơn (tức là, lớp RLC) kể từ lần hỏi kiểm tra vòng cuối cùng có lớn hơn ngưỡng hay không. Nếu không lớn hơn, thì ở bước 850, thực thể PDCP truyền 610 không chèn bit hỏi kiểm tra vòng (tức là, không thay đổi bit hỏi kiểm tra vòng từ “0” thành “1”) trong PDU dữ liệu PDCP. Tuy nhiên, nếu kết quả xác định bất kỳ ở các bước 820, 830, và 840 là “có” thì thực thể PDCP truyền 610 chèn bit hỏi kiểm tra vòng (tức là, thay đổi bit hỏi kiểm tra vòng từ “0” thành “1”) vào phần đầu của PDU dữ liệu PDCP.

Các hình vẽ Fig.9A và Fig.9B minh họa ví dụ về các PDU dữ liệu PDCP bao gồm bit hỏi kiểm tra vòng ở phần đầu, theo các khía cạnh của sáng chế. PDCP PDU là chuỗi bit được đồng chỉnh byte (tức là, bội của 8 bit) về độ dài. Trong các hình vẽ Fig.9A và Fig.9B, các chuỗi bit được biểu diễn bằng bảng mà trong đó bit có nghĩa nhất là bit ở tận cùng phía bên trái của dòng đầu tiên trong bảng và bit ít có nghĩa nhất là bit ở tận cùng phía bên phải trên dòng cuối cùng trong bảng. Đường mờ trên mỗi PDU dữ liệu PDCP biểu diễn ranh giới bit của mỗi hàng.

Fig.9A thể hiện định dạng PDU dữ liệu PDCP 910 có 12 bit cho số thứ tự (SN) PDCP. Như được thể hiện trên Fig.9A, bit dành riêng (R) thứ nhất có thể được sử dụng để làm bit hỏi kiểm tra vòng (P). Nếu không, các bit dành riêng được đặt bằng 0 và được bỏ qua bởi bộ thu. Fig.9B thể hiện định dạng PDU dữ liệu PDCP 920 có 18 bit cho số thứ tự (SN) PDCP. Như trên Fig.9A, trên Fig.9B, bit dành riêng thứ nhất có thể được sử dụng để làm bit hỏi kiểm tra vòng (P).

Lưu ý rằng bit D/C chỉ báo PDCP PDU tương ứng là PDU dữ liệu PDCP hay PDU điều khiển PDCP. Trường dữ liệu có thể là số byte biến thiên và bao gồm PDCP SDU không được nén (dữ liệu mặt phẳng người dùng, hoặc dữ liệu mặt phẳng điều khiển) hoặc PDCP SDU nén (chỉ dữ liệu mặt phẳng người dùng). Trường MAC-I có độ dài 32 bit (bốn byte) và mang mã xác thực bản tin. Đối với DRB, trường MAC-I chỉ có mặt khi DRB được tạo cấu hình có bảo vệ tính toàn vẹn.

Bây giờ xét đến kích hoạt cửa sổ nhận, thực thể PDCP nhận 620 có thể xác định rằng số thứ tự của gói dữ liệu PDCP tiếp theo mong muốn được nhận lớn hơn số thứ tự của gói dữ liệu PDCP thứ nhất không được phát đến lớp trên bởi độ dài của cửa sổ nhận. Ví dụ, nếu RX_NEXT lớn hơn RX_DELIV cộng độ dài của cửa sổ nhận, thực thể PDCP nhận 620 được kích hoạt để gửi báo cáo tình trạng PDCP. Biến RX_NEXT chỉ báo giá trị COUNT của PDCP SDU tiếp theo mong muốn được nhận, và biến RX_DELIV chỉ báo giá trị COUNT của PDCP SDU thứ nhất không được phát đến các lớp trên, nhưng vẫn được thực thể PDCP nhận 620 đợi. Biến COUNT bao gồm số siêu tạo khung (hyper framer number - HFN) và số thứ tự PDCP. Độ dài của cửa sổ nhận có thể tạo cấu hình được, ví dụ, bằng gNB.

Fig.10 minh họa dòng dữ liệu 1000 gồm chuỗi PDCP SDU, theo các khía cạnh của sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.10, vị trí thứ nhất 1010 là vị trí của PDCP SDU thứ

nhất không được phát đến các lớp trên, nhưng vẫn được thực thể PDCP nhận 620 đợi, như được chỉ báo bởi biến RX_DELIV. Theo ví dụ trên Fig.10, độ dài của cửa sổ nhận là tám PDCP SDU. Như được thể hiện trên Fig.10, PDCP SDU tiếp theo mong muốn được nhận, được chỉ báo bởi biến RX_NEXT, là ở vị trí thứ mười 1020 của dòng dữ liệu 1000. Vì khoảng trống giữa PDCP SDU thứ nhất không được phát đến các lớp trên nhưng vẫn được đợi, tức là, PDCP SDU mong muốn ở vị trí 1010, và PDCP SDU tiếp theo mong muốn được nhận, tức là, PDCP SDU ở vị trí 1020, lớn hơn cửa sổ nhận, báo cáo tình trạng PDCP được kích hoạt.

Bây giờ xét đến kích hoạt tạo cấu hình RRC, bộ phát (ví dụ, gNB) có thể sử dụng báo hiệu RRC để tạo cấu hình cho bộ thu (ví dụ, UE) để gửi báo cáo tình trạng PDCP. Theo một khía cạnh, UE có thể gửi báo cáo tình trạng PDCP cho (các) RLC UM DRB và/hoặc TM RLC đến gNB đích ngay sau khi hoàn thành chuyển giao để chỉ báo cho gNB đích các PDCP SDU nào mà UE đã nhận được. Khi đó, gNB đích có thể loại bỏ các PDCP SDU được chuyển tiếp từ gNB nguồn đã lưu trữ trong bộ đệm truyền mà UE đã nhận được, qua đó giảm độ trễ cho (các) RLC UM DRB và/hoặc TM RLC.

Theo khía cạnh khác, gNB nguồn có thể gửi bản tin truyền tình trạng số thứ tự PDCP cho gNB đích chỉ báo về số thứ tự SDU đường xuống PDCP cuối cùng đã được truyền cho (các) RLC UM DRB và/hoặc TM RLC trên kết nối nguồn.

Như được thể hiện trên Fig.7, khi báo cáo tình trạng PDCP được kích hoạt ở 730, thực thể PDCP nhận 620 tạo ra báo cáo tình trạng PDCP và trình nó cho lớp thấp hơn (tức là, lớp RLC) để làm, ví dụ, PDCP PDU thứ nhất. Báo cáo tình trạng PDCP bao gồm thông tin về giá trị COUNT khuyết thứ nhất (first missing COUNT - FMC) tại thực thể PDCP nhận 620 và tùy ý là ánh xạ bit của các PDU dữ liệu PDCP được nhận thành công và/hoặc không thành công. Lưu ý rằng báo cáo tình trạng PDCP được tạo ra (730) ở phía bộ thu để chỉ báo và báo cáo các PDU dữ liệu PDCP được nhận thành công và không thành công, trong khi khôi phục dữ liệu PDCP (720) được thực hiện ở phía bộ phát để truyền lại các PDU dữ liệu PDCP không thành công dựa vào báo cáo tình trạng PDCP.

Vẫn như được thể hiện trên Fig.7, và đặc biệt là hoạt động 740, báo cáo tình trạng PDCP được chuyển đến thực thể PDCP truyền 610 trong PDU điều khiển PDCP. Fig.11 minh họa ví dụ về PDU điều khiển PDCP 1100 mang một báo cáo tình trạng PDCP, theo các khía cạnh của sáng chế. Trường loại PDU chỉ báo loại thông tin điều khiển có trong

PDU điều khiển PDCP tương ứng. Đối với báo cáo tình trạng PDCP, trường này bao gồm giá trị 3 bit “000.” Trường FMC chỉ báo giá trị COUNT của PDCP SDU khuyết thứ nhất trong cửa sổ sắp xếp lại, tức là RX_DELIV. Trường ánh xạ bit chỉ báo các SDU nào khuyết và các SDU nhận được chính xác tại thực thể PDCP nhận 620. Vị trí bit của bit thứ N trong ánh xạ bit là N, ví dụ, vị trí bit của bit thứ nhất trong ánh xạ bit là 1.

Lưu ý rằng báo cáo tình trạng PDCP được sử dụng cho các cuộc truyền đường xuống từ gNB đến UE, trong mức mà UE có thể được kích hoạt để gửi báo cáo tình trạng PDCP. Đối với các cuộc truyền đường lên, gNB sẽ gửi bản tin truyền tình trạng SN PDCP đến UE nhận dạng các PDU dữ liệu PDCP được nhận thành công/không thành công.

Khi thực thể PDCP truyền 610 nhận báo cáo tình trạng PDCP, nó truyền lại các PDCP SDU khuyết theo báo cáo tình trạng PDCP mới nhất. Như được thể hiện trên Fig.7, và đặc biệt là hoạt động 750, đối với (các) RLC UM DRB và/hoặc RLC TM DRB và đối với mỗi PDCP SDU trong bộ đệm truyền PDCP của thực thể PDCP truyền 610, nếu bit trong ánh xạ bit trong báo cáo tình trạng PDCP được nhận được đặt bằng “1,” hoặc giá trị COUNT đi kèm cho PDCP SDU nhỏ hơn giá trị của FMC, PDCP SDU được xem là đã phát thành công và được loại bỏ ra khỏi bộ đệm truyền PDCP. Tuy nhiên, nếu bit được đặt bằng “0,” PDCP SDU được lưu trữ trong bộ đệm truyền và được truyền lại đến thực thể PDCP nhận 620 ở bước 760 trên Fig.7.

Sẽ hiểu rõ rằng, vì thực thể PDCP yêu cầu truyền lại các gói khuyết nên lớp RLC, mặc dù hoạt động trên RLC UM DRB và/hoặc RLC TM DRB và qua đó yêu cầu truyền lại các gói khuyết, sẽ nhận các gói khuyết. Như vậy, các dịch vụ URLLC sử dụng các UM RLC/TM DRB có thể đạt được các yêu cầu cao về độ tin cậy của các dịch vụ này đồng thời có độ trễ thấp của UM RLC và RLC TM.

Xét lại ví dụ thứ ba về trường hợp sử dụng được mô tả trên đây, Fig.12 minh họa ví dụ về dòng bản tin chuyển giao MBB 1200, theo các khía cạnh của sáng chế. Ở bước 1, UE phát hiện sự kiện kích hoạt, chẳng hạn như cường độ tín hiệu yếu của các cuộc truyền nhận được từ gNB nguồn. Ở bước 2, UE gửi báo cáo kết quả đo các gNB xung quanh cho gNB nguồn. Ở bước 3, gNB nguồn xác định chuyển giao (HO) UE đến gNB đích. Ở bước 4, gNB nguồn truyền thông với gNB đích để chuẩn bị chuyển giao. Ở bước 5, gNB nguồn gửi bản tin tái cấu hình kết nối RRC cho UE. Ở bước 6, UE và gNB nguồn trao đổi dữ liệu người dùng thông qua giao diện người dùng gọi là giao diện “U2”. Ở bước 7, gNB nguồn

trao đổi dữ liệu người dùng với UPF thông qua giao diện người dùng gọi là giao diện “U3”. Ở bước 8, gNB nguồn chuyển tiếp dữ liệu người dùng đường xuống cho gNB đích. Ở bước 9, UE tiếp tục cuộc truyền/nhận dữ liệu người dùng với gNB nguồn. Ở bước 10, UE kết nối với gNB đích qua thủ tục đồng bộ và RACH trên ô đích của gNB đích. Tại điểm này, cả gNB nguồn và đích đều truyền dữ liệu người dùng đến UPF; do đó, khung bao gồm các bước 9 và 10 được thể hiện là kéo dài đến UPF. Ở bước 11, UE gửi bản tin hoàn thành tạo lại cấu hình RRC cho gNB đích. Ở bước 12, tùy chỉnh thứ nhất là UE gửi báo cáo tình trạng PDCP đến gNB đích cho các kênh mang RLC AM hoặc RLC UM. Ở bước 13, gNB đích gửi bản tin hoàn thành kết nối chuyển giao đến gNB nguồn, và gNB nguồn dừng truyền và nhận dữ liệu từ UE. Ở bước 14, tùy chỉnh thứ hai là (thay cho tùy chỉnh thứ nhất ở bước 12), gNB nguồn gửi bản tin truyền tình trạng số thứ tự (SN) đến gNB đích, điều này có thể cung cấp tình trạng dữ liệu PDCP đường lên hoặc số thứ tự PDCP đường xuống. Lưu ý rằng hộp có các đường mờ chéo chỉ báo rằng, trong các bước này, UE sẽ truyền và nhận dữ liệu qua gNB nguồn, và hộp có các đường mờ ngang chỉ báo rằng UE sẽ truyền và nhận dữ liệu qua gNB đích. Ở bước 15, gNB đích gửi bản tin tái cấu hình RRC đến UE để lệnh cho UE giải phóng kết nối với gNB nguồn. Ở bước 16, UE giải phóng kết nối với gNB nguồn. Ở bước 17, UE gửi bản tin hoàn thành tạo lại cấu hình RRC cho gNB đích. Ở bước 18, AMF chuyển mặt phẳng người dùng sang gNB đích. Ở bước 19, AMF gửi đánh dấu kết thúc đến gNB nguồn. Ở bước 20, gNB đích giải phóng gNB nguồn. Như được minh họa trên Fig.12, UE giữ kết nối với cả gNB nguồn và gNB đích cho đến khi nhận bản tin tái cấu hình RRC từ gNB đích ở bước 15. Trong khi đó, UE tiếp tục truyền và nhận dữ liệu với gNB nguồn.

Fig.13 minh họa ví dụ về phương pháp 1300 để truyền thông không dây, theo các khía cạnh của sáng chế. Phương pháp 1300 có thể được thực hiện bởi thiết bị thu, chẳng hạn như UE hoặc gNB.

Tại 1310, thực thể PDCP của thiết bị thu (ví dụ, thực thể PDCP nhận 620) nhận, từ thực thể RLC của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC (ví dụ, các RLC SDU / các PDCP PDU). Theo một khía cạnh, nhiều gói dữ liệu RLC được nhận từ thiết bị phát qua RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB.

Tại 1320, thực thể PDCP của thiết bị thu tạo ra nhiều gói dữ liệu PDCP (ví dụ, các PDCP SDU) tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC.

Tại 1330, thiết bị thu xác định gửi báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCP tại thiết bị thu. Theo một khía cạnh, việc xác định ở bước 1330 có thể bao gồm bước nhận, từ thực thể RRC của thiết bị thu, yêu cầu gửi báo cáo tình trạng PDCP. Theo một khía cạnh, yêu cầu gửi báo cáo tình trạng PDCP có thể được nhận để đáp lại việc khởi tạo thủ tục khôi phục PDCP tại thiết bị phát. Theo một khía cạnh, việc xác định ở bước 1330 có thể bao gồm bước nhận, tại thực thể PDCP, bit hỏi kiểm tra vòng cho báo cáo tình trạng PDCP trong một trong số nhiều gói dữ liệu PDCP. Theo một khía cạnh, việc xác định ở bước 1330 có thể bao gồm bước xác định rằng bộ định thời định kỳ để gửi báo cáo tình trạng PDCP đã hết hạn. Theo một khía cạnh, việc xác định ở bước 1330 có thể bao gồm bước xác định rằng số thứ tự của gói dữ liệu PDCP tiếp theo mong muốn được nhận lớn hơn số thứ tự của gói dữ liệu PDCP thứ nhất không được phát đến lớp trên bằng độ dài của cửa sổ nhận, trong đó cửa sổ nhận biểu diễn số lượng xác định trước của các gói dữ liệu PDCP, như được mô tả trên đây trên Fig.10. Theo một khía cạnh, việc xác định ở bước 1330 có thể bao gồm bước nhận cấu hình RRC để gửi báo cáo tình trạng PDCP. Cấu hình RRC có thể được nhận để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai. Theo một khía cạnh, thiết bị phát có thể là trạm gốc thứ nhất. Thay vào đó, thiết bị phát có thể là trạm gốc thứ hai.

Tại 1340, thực thể PDCP gửi báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của thiết bị phát. Theo một khía cạnh, báo cáo tình trạng PDCP có thể bao gồm số thứ tự của gói dữ liệu PDCP khuyết thứ nhất trong số nhiều gói dữ liệu PDCP. Theo một khía cạnh, báo cáo tình trạng PDCP có thể bao gồm ánh xạ bit của các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công, không thành công, hoặc cả các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công và không thành công trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

Tại 1350, thực thể PDCP nhận, từ thiết bị phát, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Fig.14 minh họa ví dụ về phương pháp 1400 để truyền thông không dây, theo các khía cạnh của sáng chế. Phương pháp 1400 có thể được thực hiện bởi thiết bị phát, chẳng hạn như gNB hoặc UE.

Tại 1410, thực thể RLC của thiết bị phát tạo ra nhiều gói dữ liệu RLC tương ứng với nhiều gói dữ liệu PDCCP nhận được từ thực thể PDCCP của thiết bị phát (ví dụ, thực thể PDCCP truyền 610).

Tại 1420, thực thể RLC truyền, đến thiết bị thu, qua RLC UM DRB hoặc RLC TM DRB, nhiều gói dữ liệu RLC.

Tại 1430, thực thể PDCCP tùy ý nhận, từ thực thể RRC của thiết bị phát, yêu cầu thực hiện thủ tục khôi phục dữ liệu DPCP. Yêu cầu thực hiện thủ tục khôi phục dữ liệu DPCP có thể được nhận để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai. Theo một khía cạnh, thiết bị phát có thể là trạm gốc thứ nhất. Thay vào đó, thiết bị phát có thể là trạm gốc thứ hai. Theo khía cạnh thay thế, thực thể PDCCP có thể khởi tạo thủ tục khôi phục dữ liệu DPCP khi bộ định thời định kỳ hết hạn.

Tại 1440, thực thể PDCCP tùy ý kích hoạt thực thể PDCCP của thiết bị thu để gửi báo cáo tình trạng PDCCP. Theo một khía cạnh, việc kích hoạt ở bước 1440 có thể bao gồm truyền bit hỏi kiểm tra vòng cho báo cáo tình trạng PDCCP trong một trong số nhiều gói dữ liệu PDCCP. Theo một khía cạnh, bit hỏi kiểm tra vòng có thể được truyền dựa vào việc số lượng của nhiều gói dữ liệu PDCCP được trình cho thực thể RLC lớn hơn ngưỡng, tổng lượng dữ liệu của nhiều gói dữ liệu PDCCP được trình cho thực thể RLC lớn hơn ngưỡng, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Theo một khía cạnh, dựa vào việc bộ đệm PDCCP của thực thể PDCCP là rỗng, thực thể PDCCP có thể chèn bit hỏi kiểm tra vòng vào gói dữ liệu PDCCP cuối cùng trong số nhiều gói dữ liệu PDCCP.

Tại 1450, thực thể PDCCP nhận, từ thiết bị thu, báo cáo tình trạng PDCCP chỉ báo về tình trạng nhận của nhiều gói dữ liệu PDCCP tại thiết bị thu. Các hoạt động 1430 và 1440 là tùy ý vì thủ tục khôi phục có thể không được kích hoạt bởi yêu cầu RRC, mà là bởi việc nhận báo cáo tình trạng PDCCP. Ví dụ, theo một khía cạnh, thiết bị phát có thể nhận báo cáo tình trạng PDCCP sau khi bộ định thời định kỳ để gửi báo cáo tình trạng PDCCP hết hạn. Thay vào đó, thiết bị phát có thể nhận báo cáo tình trạng PDCCP để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai. Theo một khía cạnh, báo cáo tình trạng PDCCP có thể bao gồm số thứ tự của gói dữ liệu PDCCP khuyết thứ nhất trong số nhiều gói dữ liệu PDCCP. Theo một khía cạnh, báo cáo tình trạng PDCCP có thể bao gồm ánh xạ bit của các gói dữ liệu PDCCP được nhận thành công, không thành công, hoặc cả các

gói dữ liệu PDCP được nhận thành công và không thành công trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

Tại 1460, thực thể PDCP truyền, đến thiết bị thu, dựa vào báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Theo một khía cạnh, phương pháp 1400 có thể còn bao gồm (không được thể hiện trên hình vẽ) bước loại bỏ, ra khỏi bộ đệm PDCP của thực thể PDCP, các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công trong số nhiều gói dữ liệu PDCP được biểu diễn bởi báo cáo tình trạng PDCP. Theo một khía cạnh, phương pháp 1400 có thể còn bao gồm (không được thể hiện trên hình vẽ) bước lưu trữ, trong bộ đệm PDCP của thực thể PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

Cần phải hiểu rằng bất kỳ việc tham chiếu đến phần tử ở đây nhờ sử dụng chỉ định như "thứ nhất," "thứ hai," và v.v. đều không giới hạn số lượng hoặc thứ tự của các phần tử này. Thay vào đó, các chỉ định này có thể được sử dụng ở đây như là phương pháp thuận tiện để phân biệt giữa hai hoặc nhiều phần tử hoặc các ví dụ về phần tử. Do đó, việc nói đến phần tử thứ nhất hoặc thứ hai không có nghĩa là chỉ có hai phần tử có thể được sử dụng ở đây hoặc rằng phần tử thứ nhất phải đứng trước phần tử thứ hai theo một cách nào đó. Ngoài ra, trừ khi được quy định khác, tập hợp các phần tử có thể bao gồm một hoặc nhiều phần tử. Hơn nữa, các thuật ngữ của dạng "ít nhất một trong số A, B, hoặc C" hoặc "một hoặc nhiều trong số A, B, hoặc C" hoặc "ít nhất một trong số nhóm bao gồm A, B, và C" được sử dụng trong bản mô tả hoặc yêu cầu bảo hộ có nghĩa là "A hoặc B hoặc C hoặc tổ hợp bất kỳ của các phần tử này." Ví dụ, thuật ngữ này có thể bao gồm A, hoặc B, hoặc C, hoặc A và B, hoặc A và C, hoặc A và B và C, hoặc 2A, hoặc 2B, hoặc 2C, và v.v..

Dựa trên các mô tả và giải thích ở trên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng các khối logic, mô đun, mạch, và các bước thuật toán minh họa khác nhau được mô tả liên quan đến các khía cạnh được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng điện tử, phần mềm máy tính, hoặc kết hợp của cả hai. Để minh họa rõ tính hoán đổi của phần cứng và phần mềm, các thành phần, khối, mô đun, mạch và bước minh họa khác nhau đã được mô tả trên đây nhìn chung là về mặt chức năng của chúng. Chức năng như vậy được thực hiện dưới dạng phần cứng hay phần mềm là tùy

thuộc vào các ràng buộc thiết kế và ứng dụng cụ thể áp dụng cho toàn bộ hệ thống. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể thực hiện chức năng được mô tả theo nhiều cách khác nhau trong từng ứng dụng cụ thể, nhưng các quyết định thực hiện này không nên được hiểu là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Do đó, cần hiểu rằng, chẳng hạn, thiết bị hoặc bộ phận bất kỳ của thiết bị có thể được tạo cấu hình để (hoặc có thể hoạt động hoặc được làm thích ứng với) cung cấp chức năng như được mô tả ở đây. Quy trình này có thể đạt được, ví dụ, bằng cách sản xuất (ví dụ, chế tạo) thiết bị hoặc bộ phận để nó sẽ cung cấp chức năng; bằng cách lập trình thiết bị hoặc bộ phận để nó sẽ cung cấp chức năng; hoặc thông qua việc sử dụng một số kỹ thuật thực hiện thích hợp khác. Theo một ví dụ, mạch tích hợp có thể được chế tạo để cung cấp chức năng cần thiết. Ví dụ khác, mạch tích hợp có thể được chế tạo để hỗ trợ chức năng cần thiết và sau đó được tạo cấu hình (ví dụ, qua lập trình) để cung cấp chức năng cần thiết. Theo một ví dụ khác, mạch xử lý có thể thực thi mã để cung cấp chức năng cần thiết.

Hơn nữa, các phương pháp, trình tự và/hoặc thuật toán được mô tả liên quan đến các khía cạnh được bộc lộ ở đây có thể được thể hiện trực tiếp trong phần cứng, trong môđun phần mềm được thực thi bởi bộ xử lý, hoặc kết hợp của cả hai. Môđun phần mềm có thể thuộc về bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ nhanh, bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory - ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được (erasable programmable read-only memory - EPROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện (electrically erasable programmable read-only memory - EEPROM), thanh ghi, đĩa cứng, đĩa tháo lắp được, bộ nhớ chỉ đọc đĩa nén (compact disc read-only memory - CD-ROM), hoặc bất kỳ dạng khác của phương tiện lưu trữ đã biết trong lĩnh vực này. Phương tiện lưu trữ làm ví dụ được ghép nối với bộ xử lý sao cho bộ xử lý có thể đọc thông tin từ, và ghi thông tin vào phương tiện lưu trữ này. Theo cách khác, phương tiện lưu trữ có thể được tích hợp vào bộ xử lý (ví dụ, bộ nhớ tạm).

Theo đó, cần hiểu rõ rằng, ví dụ, các khía cạnh nhất định của sáng chế có thể bao gồm phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính bao gồm cả các phương pháp truyền tập tin quản lý ở hệ thống 5G.

Mặc dù phần mô tả trên đây thể hiện các khía cạnh minh họa, cần lưu ý rằng những thay đổi và cải biến khác nhau có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế như được xác định bởi bộ yêu cầu bảo hộ kèm theo. Sáng chế không có ý định

giới hạn các phương án được minh họa cụ thể hiện ở đây. Các chức năng, bước và/hoặc hành động của các yêu cầu bảo hộ phương pháp theo các khía cạnh của sáng chế được mô tả ở đây không cần được thực hiện theo thứ tự cụ thể. Hơn nữa, mặc dù các thành phần của các khía cạnh đã mô tả có thể được mô tả hoặc được nêu ở dạng số ít, nhưng cũng bao hàm cả dạng số nhiều trừ khi có nêu rõ giới hạn ở dạng số ít.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi thiết bị thu, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận, tại thực thể giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP) của thiết bị thu từ thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC, nhiều gói dữ liệu RLC này nhận được từ thiết bị phát trên kênh mang vô tuyến dữ liệu (data radio bearer - DRB) ở chế độ không có báo nhận (unacknowledged mode - UM) RLC;

tạo ra, bởi thực thể PDCP, nhiều gói dữ liệu PDCP tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC;

nhận, để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai, cấu hình RRC để gửi báo cáo tình trạng PDCP;

truyền báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của trạm gốc thứ hai sau sự chuyển giao, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo tình trạng nhận ở thiết bị thu của nhiều gói dữ liệu PDCP; và

nhận, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

2. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước:

nhận, từ thực thể điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control - RRC) của thiết bị thu, yêu cầu gửi báo cáo tình trạng PDCP.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó yêu cầu gửi báo cáo tình trạng PDCP được nhận để đáp lại việc khởi tạo thủ tục khôi phục PDCP tại thiết bị phát.

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

xác định rằng bộ định thời định kỳ để gửi báo cáo tình trạng PDCP đã hết hạn.

5. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước:

xác định rằng số thứ tự của gói dữ liệu PDCP tiếp theo mong muốn được nhận lớn hơn số thứ tự của gói dữ liệu PDCP thứ nhất không được đưa đến thực thể lớp trên của thiết bị thu bằng độ dài của cửa sổ nhận, trong đó cửa sổ nhận biểu diễn số lượng gói dữ liệu PDCP được xác định trước.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thiết bị phát là trạm gốc thứ nhất.
7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó báo cáo tình trạng PDCP bao gồm số thứ tự của gói dữ liệu PDCP bị mất thứ nhất trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó báo cáo tình trạng PDCP bao gồm ánh xạ bit của các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công, không thành công, hoặc cả các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công và không thành công trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thiết bị phát là trạm gốc và thiết bị thu là thiết bị người dùng (user equipment - UE).
10. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước:

nhận, tại thực thể PDCP, bit thăm dò cho báo cáo tình trạng PDCP trong một trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thiết bị thu giữ kết nối với trạm gốc thứ nhất cho đến khi nhận cấu hình từ trạm gốc thứ hai để giải phóng kết nối với trạm gốc thứ nhất.

12. Phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi thiết bị phát, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo ra, bởi thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (RLC) của thiết bị phát, nhiều gói dữ liệu RLC tương ứng với nhiều gói dữ liệu giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP) nhận được từ thực thể PDCP của thiết bị phát;

truyền, đến thiết bị thu, qua kênh mang vô tuyến dữ liệu (data radio bearer - DRB) ở chế độ không có báo nhận (unacknowledged mode - UM) RLC, nhiều gói dữ liệu RLC; nhận, để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai, báo cáo tình trạng PDCP từ thiết bị thu, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo tình trạng nhận ở thiết bị thu của nhiều gói dữ liệu PDCP; và

truyền, đến thiết bị thu, dựa vào báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP không nhận được thành công tại thiết bị thu.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó, dựa vào việc bộ đệm PDCP của thực thể PDCP rỗng, thực thể PDCP chèn bit thăm dò trong gói dữ liệu PDCP cuối cùng trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

14. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm bước:

khởi tạo thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP khi bộ định thời định kỳ hết hạn, trong đó báo cáo tình trạng PDCP được nhận sau khi khởi tạo thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP.

15. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm bước:

nhận, từ thực thể điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) của thiết bị phát, yêu cầu thực hiện thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP, trong đó báo cáo tình trạng PDCP được nhận sau khi yêu cầu thực hiện thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP được nhận.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó yêu cầu thực hiện thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP được nhận để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó thiết bị phát là trạm gốc thứ nhất.

18. Phương pháp theo điểm 12, trong đó thiết bị phát nhận báo cáo tình trạng PDCP sau khi bộ định thời định kỳ để gửi báo cáo tình trạng PDCP hết hạn.

19. Phương pháp theo điểm 12, trong đó báo cáo tình trạng PDCP bao gồm số thứ tự của gói dữ liệu PDCP bị mất thứ nhất trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

20. Phương pháp theo điểm 12, trong đó báo cáo tình trạng PDCP bao gồm bitmap của các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công, không thành công, hoặc cả các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công và không thành công trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

21. Phương pháp theo điểm 20, phương pháp này còn bao gồm bước:

loại bỏ, ra khỏi bộ đệm PDCP của thực thể PDCP, các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công trong số nhiều gói dữ liệu PDCP được biểu diễn bởi báo cáo tình trạng PDCP.

22. Phương pháp theo điểm 20, phương pháp này còn bao gồm bước:

lưu trữ, trong bộ đệm PDCP của thực thể PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

23. Phương pháp theo điểm 12, trong đó thiết bị phát là trạm gốc và thiết bị thu là thiết bị người dùng (UE).

24. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm bước:

truyền bit thăm dò cho báo cáo tình trạng PDCP trong một trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó bit thăm dò được truyền dựa vào việc số lượng các gói dữ liệu PDCP được gửi đến thực thể RLC lớn hơn ngưỡng, tổng lượng dữ liệu của các gói dữ liệu PDCP được gửi đến thực thể RLC lớn hơn ngưỡng, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

26. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm bước:

truyền, đến thiết bị thu, cấu hình để giải phóng kết nối giữa thiết bị thu và trạm gốc thứ nhất.

27. Thiết bị thu bao gồm:

bộ nhớ;

ít nhất một bộ thu phát; và

ít nhất một bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ nhớ và ít nhất một bộ thu phát, ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để:

nhận, tại thực thể giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP) của thiết bị thu từ thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC, nhiều gói dữ liệu RLC này nhận được từ thiết bị phát trên kênh mang vô tuyến dữ liệu (DRB) ở chế độ không có báo nhận (UM) RLC;

tạo ra, bởi thực thể PDCP, nhiều gói dữ liệu PDCP tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC;

nhận, thông qua ít nhất một bộ thu phát, để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai, cấu hình RRC để gửi báo cáo tình trạng PDCP;

khiến cho ít nhất một bộ thu phát truyền báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của trạm gốc thứ hai sau sự chuyển giao, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo tình trạng nhận ở thiết bị thu của nhiều gói dữ liệu PDCP; và

nhận, thông qua ít nhất một bộ thu phát, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

28. Thiết bị thu theo điểm 27, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

nhận, từ thực thể điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control - RRC) của thiết bị thu, yêu cầu gửi báo cáo tình trạng PDCP.

29. Thiết bị thu theo điểm 28, trong đó yêu cầu gửi báo cáo tình trạng PDCP được nhận để đáp lại việc khởi tạo thủ tục khôi phục PDCP tại thiết bị phát.

30. Thiết bị thu theo điểm 27, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định rằng bộ định thời định kỳ để gửi báo cáo tình trạng PDCP đã hết hạn.

31. Thiết bị thu theo điểm 27, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định rằng số thứ tự của gói dữ liệu PDCP tiếp theo mong muốn được nhận lớn hơn số thứ tự của gói dữ liệu PDCP thứ nhất không được đưa đến thực thể lớp trên của thiết bị thu bằng độ dài của cửa sổ nhận, trong đó cửa sổ nhận biểu diễn số lượng gói dữ liệu PDCP được xác định trước.

32. Thiết bị thu theo điểm 27, trong đó thiết bị phát là trạm gốc thứ nhất.

33. Thiết bị thu theo điểm 27, trong đó báo cáo tình trạng PDCP bao gồm số thứ tự của gói dữ liệu PDCP bị mất thứ nhất trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

34. Thiết bị thu theo điểm 27, trong đó báo cáo tình trạng PDCP bao gồm bitmap của các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công, không thành công, hoặc cả các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công và không thành công trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

35. Thiết bị thu theo điểm 27, trong đó thiết bị phát là trạm gốc và thiết bị thu là thiết bị người dùng (UE).

36. Thiết bị thu theo điểm 27, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

nhận, tại thực thể PDCP, bit thăm dò cho báo cáo tình trạng PDCP trong một trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

37. Thiết bị thu theo điểm 27, trong đó thiết bị thu giữ kết nối với trạm gốc thứ nhất cho đến khi nhận cấu hình từ trạm gốc thứ hai để giải phóng kết nối với trạm gốc thứ nhất.

38. Thiết bị phát bao gồm:

bộ nhớ;

ít nhất một bộ thu phát; và

ít nhất một bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ nhớ và ít nhất một bộ thu phát, ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tạo ra, bởi thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (RLC) của thiết bị phát, nhiều gói dữ liệu RLC tương ứng với nhiều gói dữ liệu giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP) nhận được từ thực thể PDCP của thiết bị phát;

khiến cho ít nhất một bộ thu phát truyền, đến thiết bị thu, qua kênh mang vô tuyến dữ liệu (DRB) ở chế độ không có báo nhận (UM) RLC, nhiều gói dữ liệu RLC;

nhận, để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai, báo cáo tình trạng PDCP từ thiết bị thu thông qua ít nhất một bộ thu phát, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo tình trạng nhận ở thiết bị thu của nhiều gói dữ liệu PDCP; và

khiến cho ít nhất một bộ thu phát truyền, đến thiết bị thu, dựa vào báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

39. Thiết bị phát theo điểm 38, trong đó, dựa vào việc bộ đệm PDCP của thực thể PDCP rỗng, thực thể PDCP chèn bit thăm dò trong gói dữ liệu PDCP cuối cùng trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

40. Thiết bị phát theo điểm 38, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

khởi tạo thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP khi bộ định thời định kỳ hết hạn, trong đó báo cáo tình trạng PDCP được nhận sau khi khởi tạo thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP.

41. Thiết bị phát theo điểm 38, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

nhận, từ thực thể điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC) của thiết bị phát, yêu cầu thực hiện thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP, trong đó báo cáo tình trạng PDCP được nhận sau khi yêu cầu thực hiện thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP được nhận.

42. Thiết bị phát theo điểm 41, trong đó yêu cầu thực hiện thủ tục khôi phục dữ liệu PDCP được nhận để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai.

43. Thiết bị phát theo điểm 42, trong đó thiết bị phát là trạm gốc thứ nhất.

44. Thiết bị phát theo điểm 38, trong đó thiết bị phát nhận báo cáo tình trạng PDCP sau khi bộ định thời định kỳ để gửi báo cáo tình trạng PDCP hết hạn.

45. Thiết bị phát theo điểm 38, trong đó báo cáo tình trạng PDCP bao gồm số thứ tự của gói dữ liệu PDCP bị mất thứ nhất trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

46. Thiết bị phát theo điểm 38, trong đó báo cáo tình trạng PDCP bao gồm bitmap của các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công, không thành công, hoặc cả các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công và không thành công trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

47. Thiết bị phát theo điểm 46, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

loại bỏ, ra khỏi bộ đệm PDCP của thực thể PDCP, các gói dữ liệu PDCP được nhận thành công trong số nhiều gói dữ liệu PDCP được biểu diễn bởi báo cáo tình trạng PDCP.

48. Thiết bị phát theo điểm 46, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

lưu trữ, trong bộ đệm PDCP của thực thể PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

49. Thiết bị phát theo điểm 38, trong đó thiết bị phát là trạm gốc và thiết bị thu là thiết bị người dùng (UE).

50. Thiết bị phát theo điểm 38, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

khiến cho ít nhất một bộ thu phát truyền bit thăm dò cho báo cáo tình trạng PDCP trong một trong số nhiều gói dữ liệu PDCP.

51. Thiết bị phát theo điểm 50, trong đó bit thăm dò được truyền dựa vào việc số lượng các gói dữ liệu PDCP được gửi đến thực thể RLC lớn hơn ngưỡng, tổng lượng dữ liệu của các gói dữ liệu PDCP được gửi đến thực thể RLC lớn hơn ngưỡng, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

52. Thiết bị phát theo điểm 38, trong đó ít nhất một bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

khiến cho ít nhất một bộ thu phát truyền, đến thiết bị thu, cấu hình để giải phóng kết nối giữa thiết bị thu và trạm gốc thứ nhất.

53. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính mà, khi được thực thi bởi thiết bị thu, khiến cho thiết bị thu:

nhận, tại thực thể giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP) của thiết bị thu từ thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC, nhiều gói dữ liệu RLC này nhận được từ thiết bị phát trên kênh mang vô tuyến dữ liệu (DRB) ở chế độ không có báo nhận (UM) RLC;

tạo ra, bởi thực thể PDCP, nhiều gói dữ liệu PDCP tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC;

nhận, để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai, cấu hình RRC để gửi báo cáo tình trạng PDCP;

truyền báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của trạm gốc thứ hai sau sự chuyển giao, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo tình trạng nhận ở thiết bị thu của nhiều gói dữ liệu PDCP; và

nhận, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

54. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính mà, khi được thực thi bởi thiết bị phát, khiến cho thiết bị thu:

tạo ra, bởi thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (RLC) của thiết bị phát, nhiều gói dữ liệu RLC tương ứng với nhiều gói dữ liệu giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP) nhận được từ thực thể PDCP của thiết bị phát;

truyền, đến thiết bị thu, qua kênh mang vô tuyến dữ liệu (DRB) ở chế độ không có báo nhận (UM) RLC, nhiều gói dữ liệu RLC;

nhận, để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai, báo cáo tình trạng PDCP từ thiết bị thu, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo tình trạng nhận ở thiết bị thu của nhiều gói dữ liệu PDCP; và

truyền, đến thiết bị thu, dựa vào báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

55. Thiết bị thu bao gồm:

phương tiện để nhận, tại thực thể giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP) của thiết bị thu từ thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (RLC) của thiết bị thu, nhiều gói dữ liệu RLC, nhiều gói dữ liệu RLC này nhận được từ thiết bị phát trên kênh mang vô tuyến dữ liệu (DRB) ở chế độ không có báo nhận (UM) RLC;

phương tiện để tạo ra, bởi thực thể PDCP, nhiều gói dữ liệu PDCP tương ứng với nhiều gói dữ liệu RLC;

phương tiện để nhận, để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai, cấu hình RRC để gửi báo cáo tình trạng PDCP;

phương tiện để truyền báo cáo tình trạng PDCP đến thực thể PDCP của trạm gốc thứ hai sau sự chuyển giao, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo tình trạng nhận ở thiết bị thu của nhiều gói dữ liệu PDCP; và

phương tiện để nhận, để đáp lại việc gửi báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

56. Thiết bị phát bao gồm:

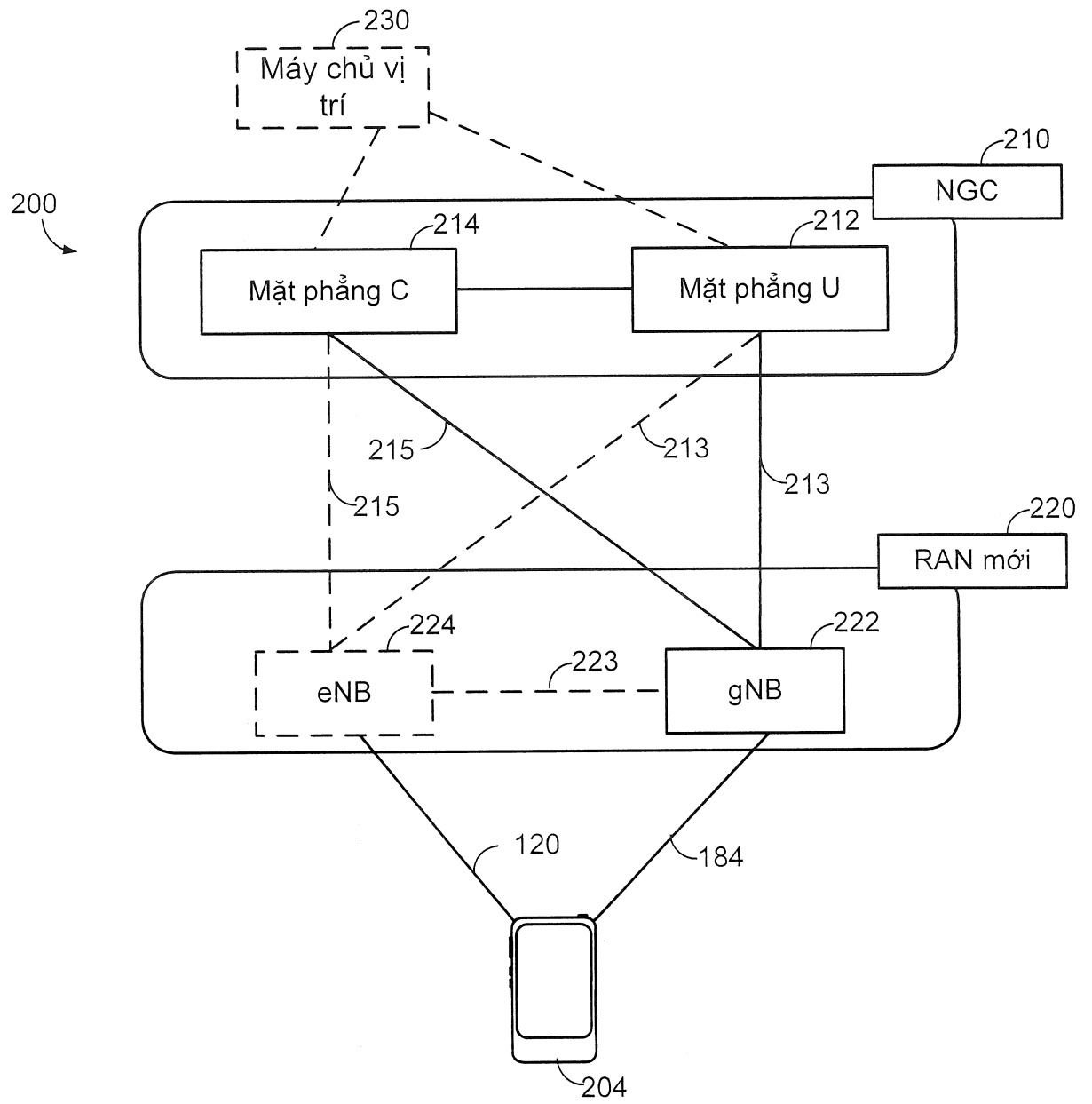
phương tiện để tạo ra, bởi thực thể điều khiển liên kết vô tuyến (RLC) của thiết bị phát, nhiều gói dữ liệu RLC tương ứng với nhiều gói dữ liệu giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP) nhận được từ thực thể PDCP của thiết bị phát;

phương tiện để truyền, đến thiết bị thu, qua kênh mang vô tuyến dữ liệu (DRB) ở chế độ không có báo nhận (UM) RLC, nhiều gói dữ liệu RLC;

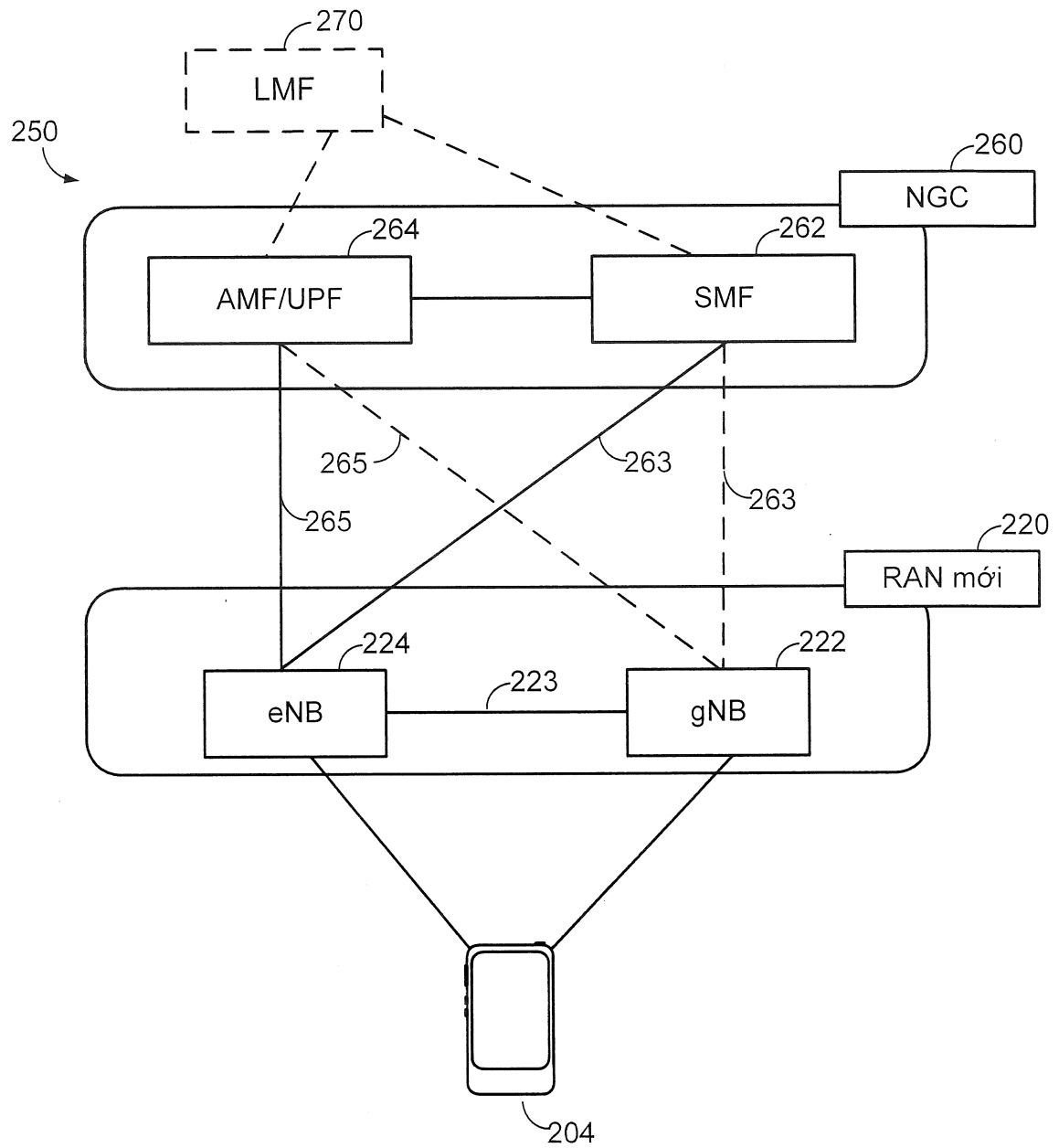
phương tiện để nhận, để đáp lại sự chuyển giao của thiết bị thu từ trạm gốc thứ nhất đến trạm gốc thứ hai, báo cáo tình trạng PDCP từ thiết bị thu, báo cáo tình trạng PDCP chỉ báo tình trạng nhận ở thiết bị thu của nhiều gói dữ liệu PDCP; và

phương tiện để truyền, đến thiết bị thu, dựa vào báo cáo tình trạng PDCP, một hoặc nhiều gói dữ liệu PDCP trong số nhiều gói dữ liệu PDCP đã không được nhận thành công tại thiết bị thu.

2/14

**Fig.2A**

3/14

**Fig. 2B**

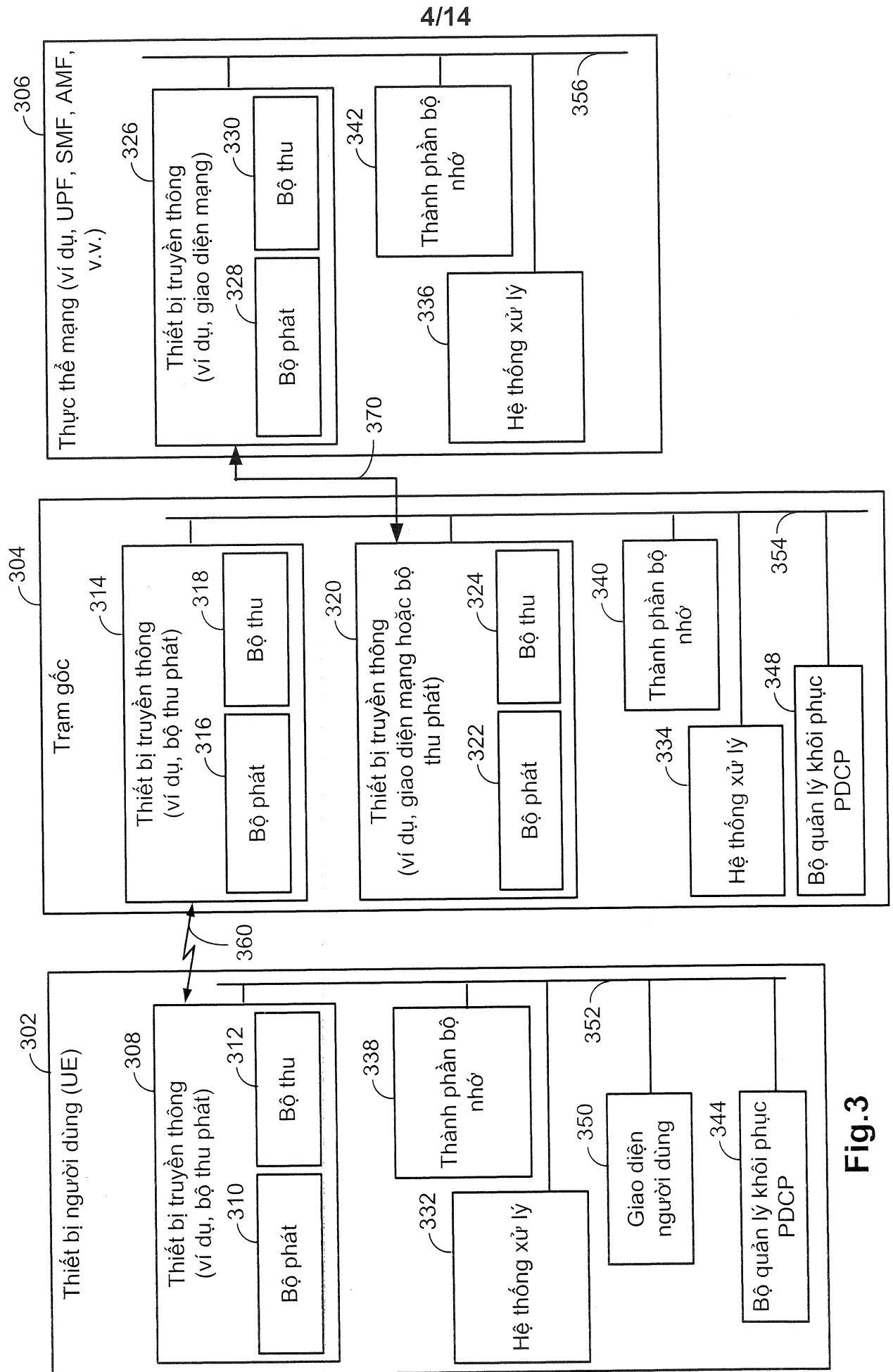
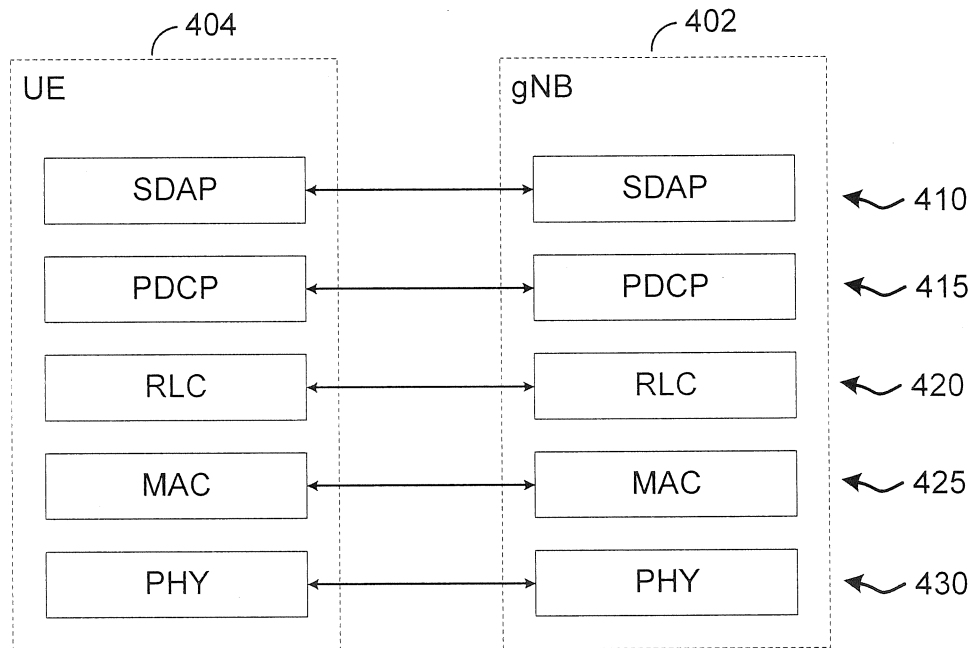
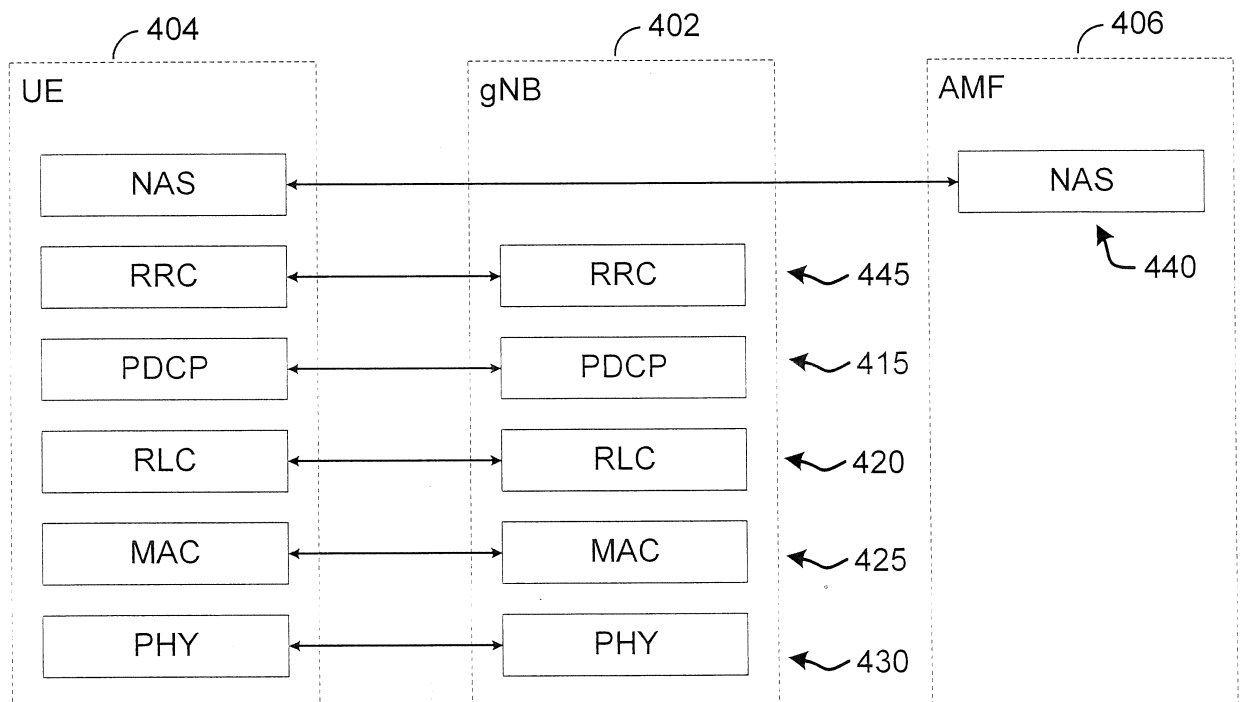


Fig.3

5/14

**Fig.4A**

Chồng giao thức mặt phẳng người dùng

**Fig.4B**

Chồng giao thức mặt phẳng điều khiển

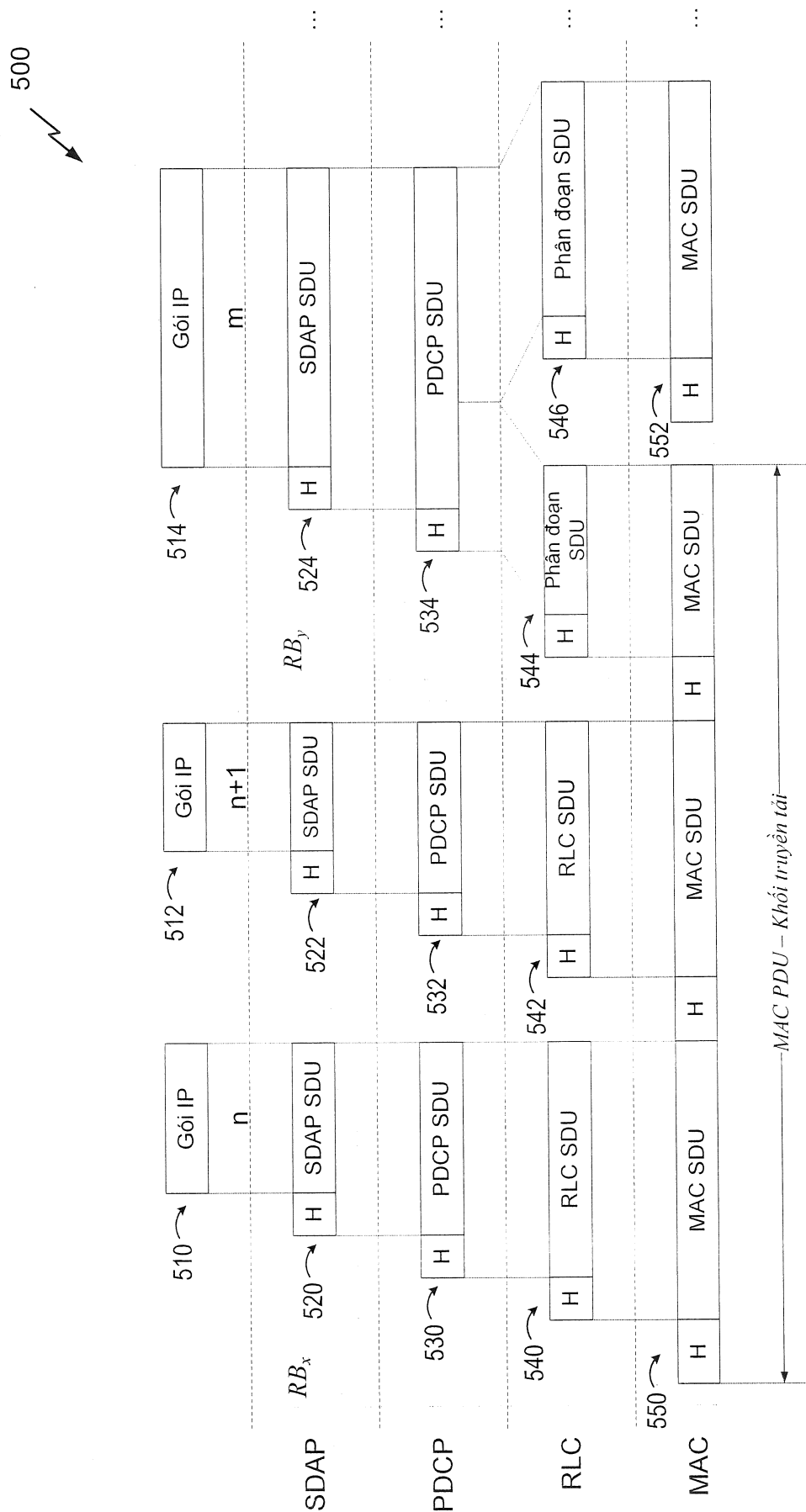


Fig.5

7/14

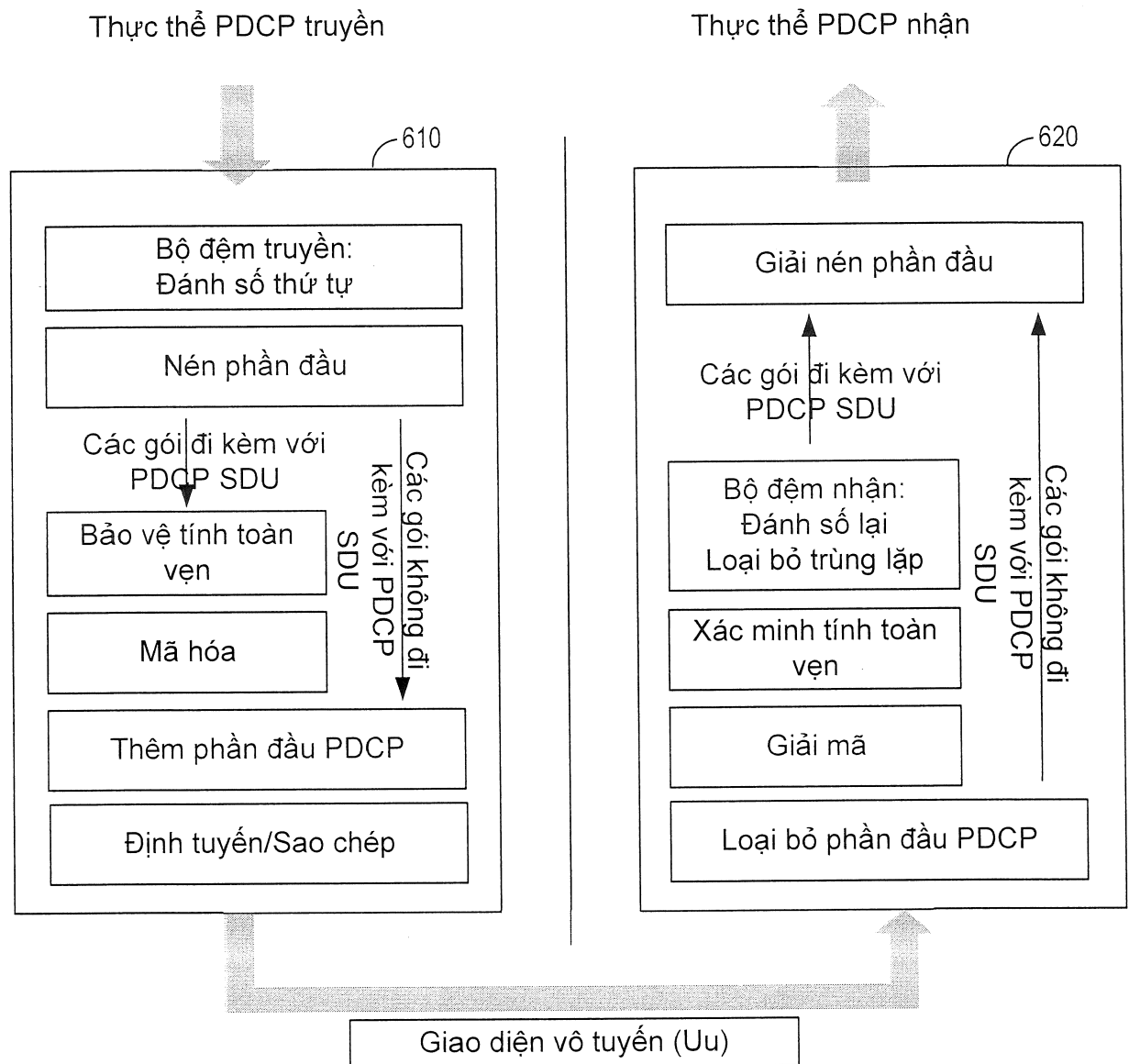


Fig.6

8/14

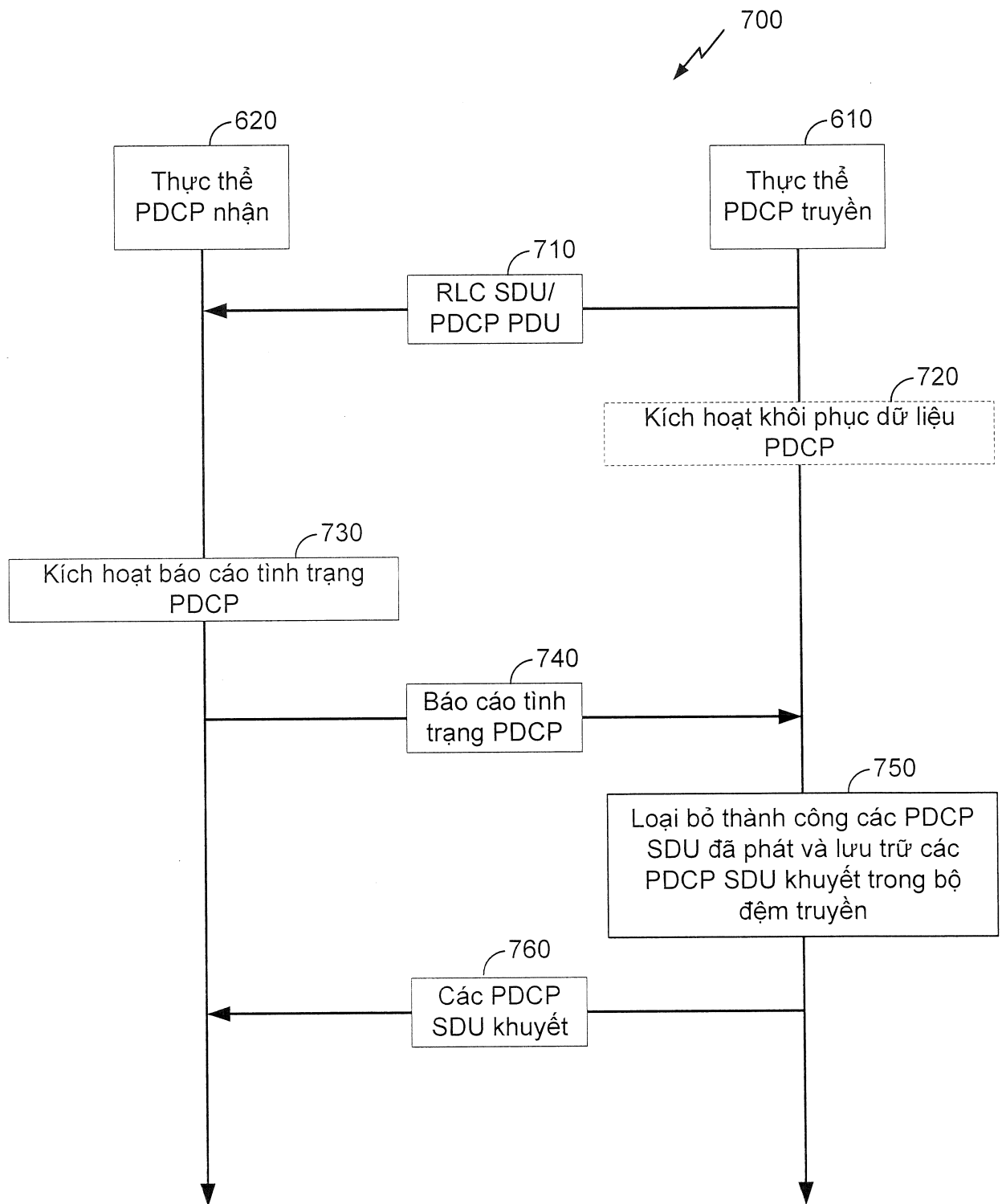


Fig.7

9/14

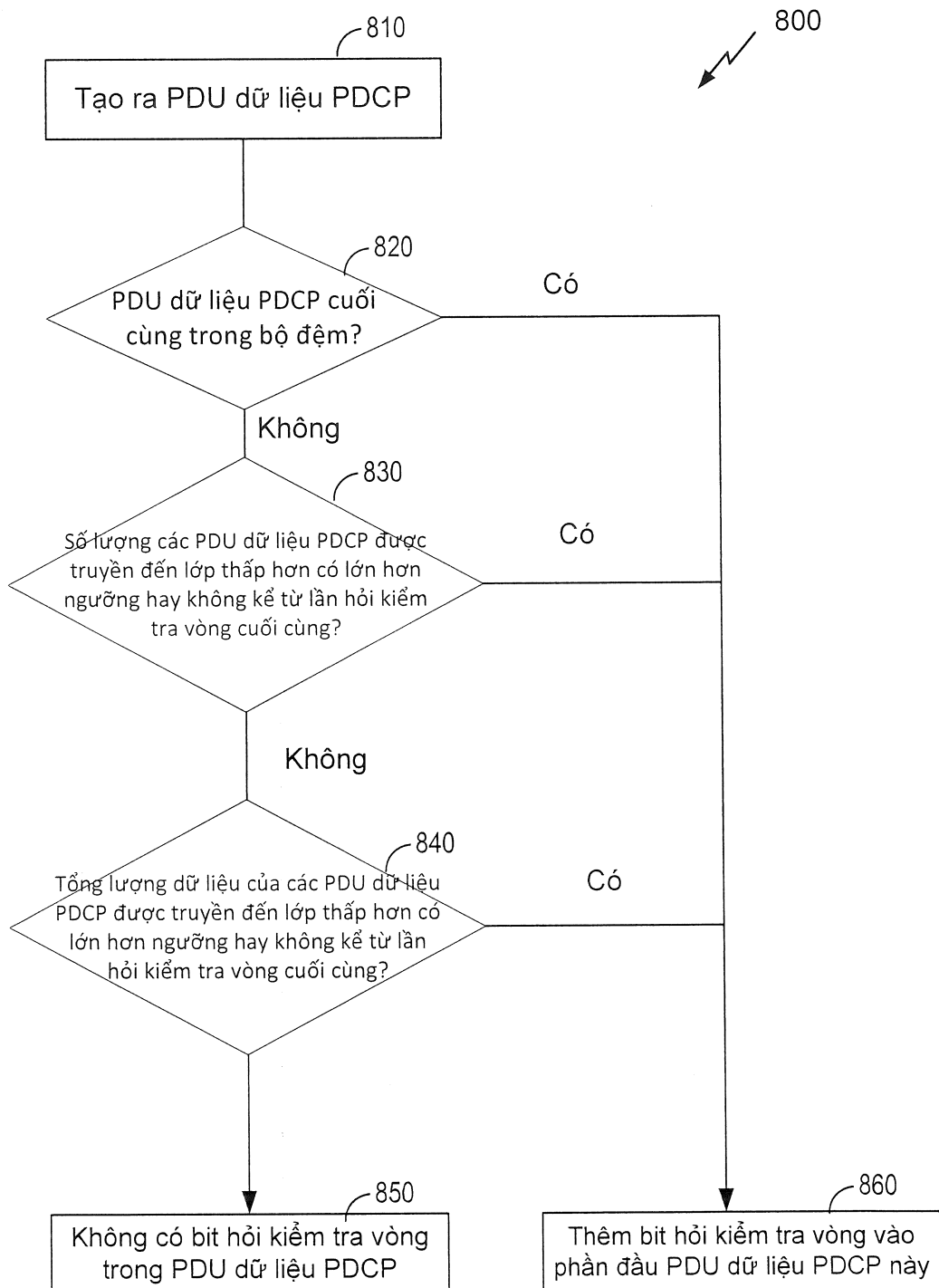


Fig.8

10/14

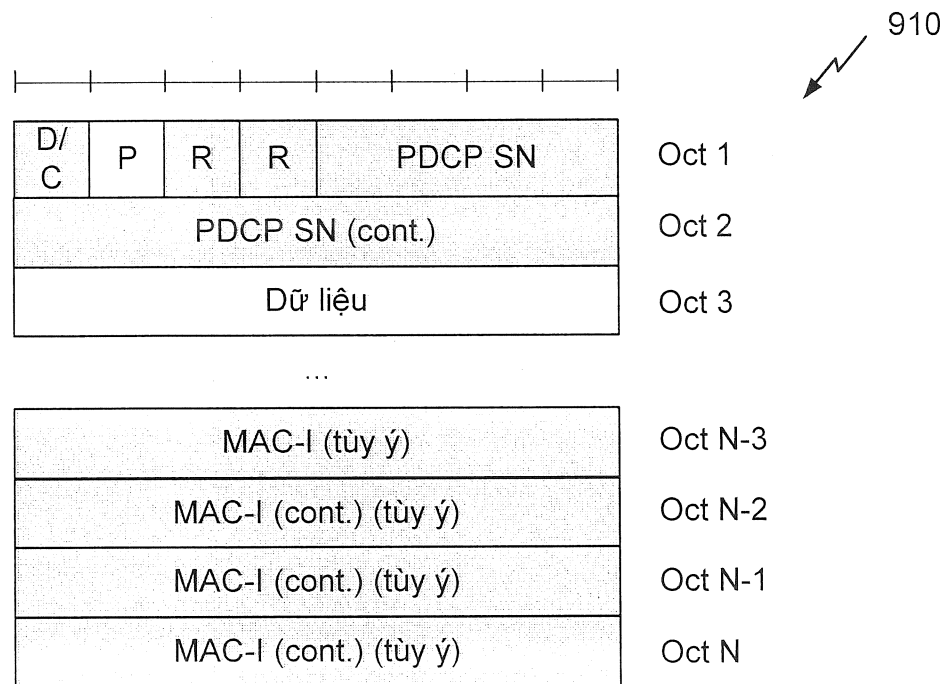


Fig.9A
PDU Dữ liệu Cho Các DRB có 12 bit PDCP SN

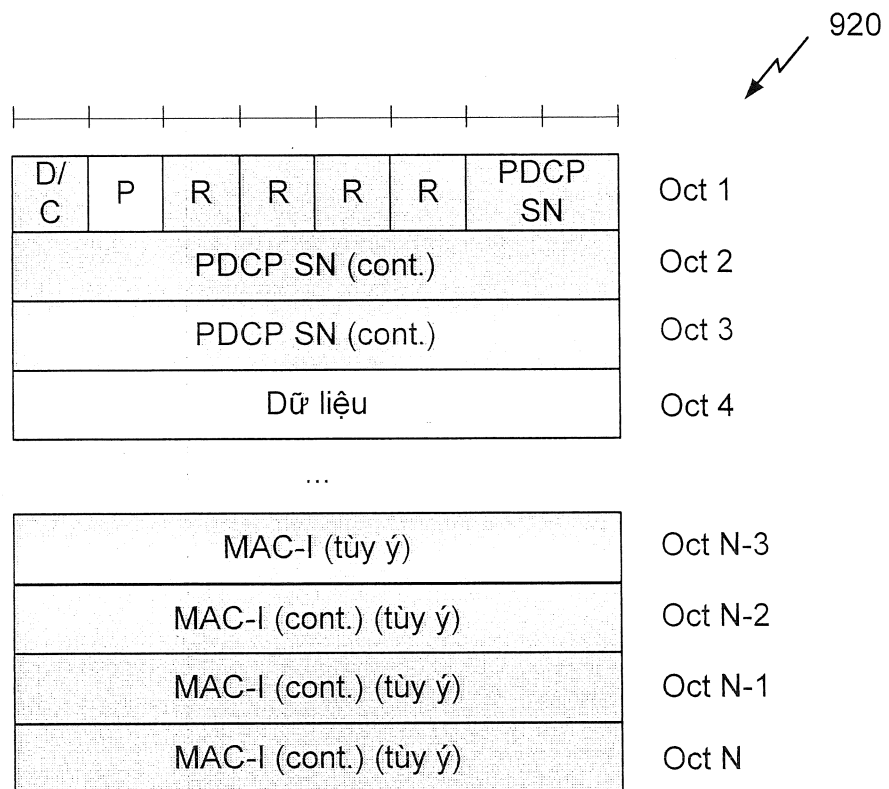
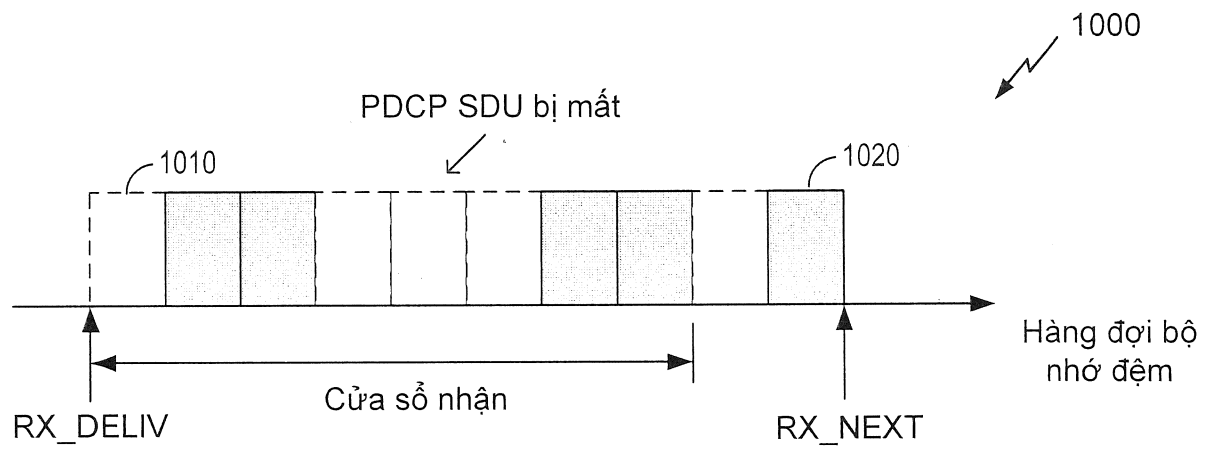
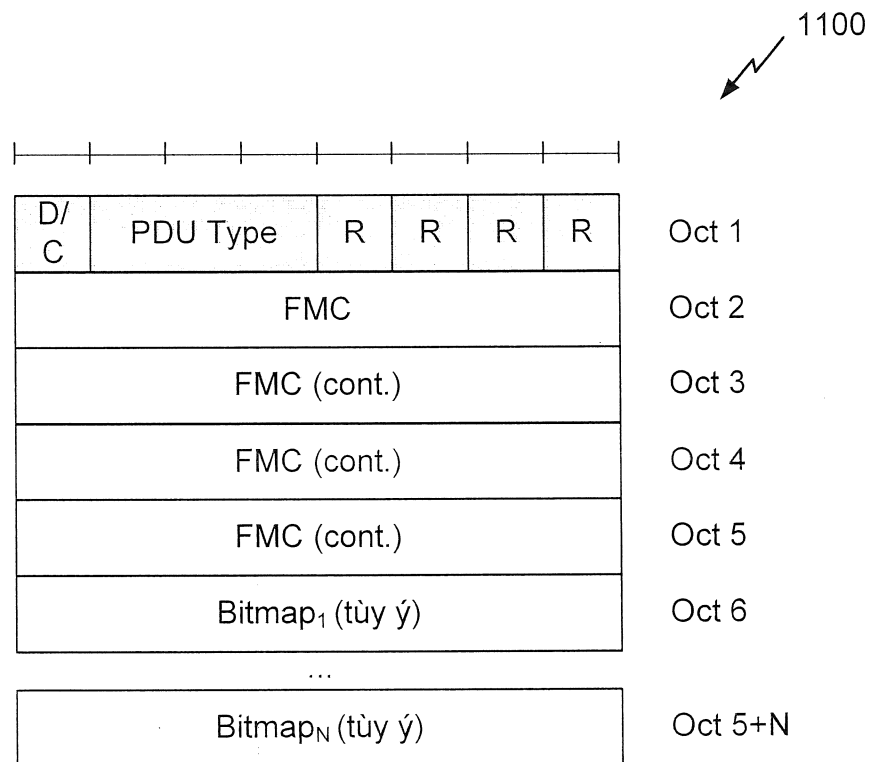


Fig.9B
PDU Dữ liệu Cho các DRB có 18 bit PDCP SN

11/14

**Fig.10****Fig.11**

12/14

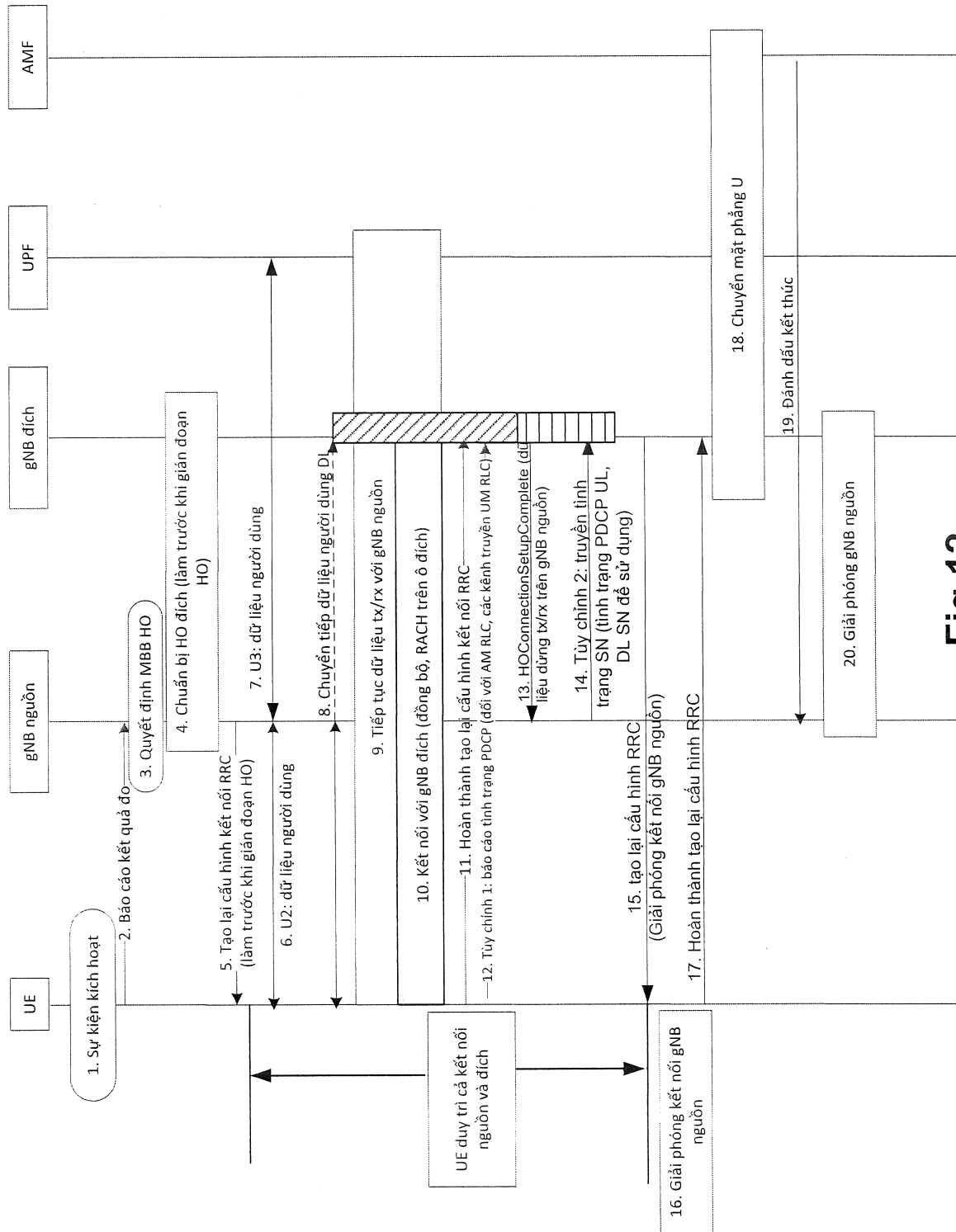


Fig.12

13/14

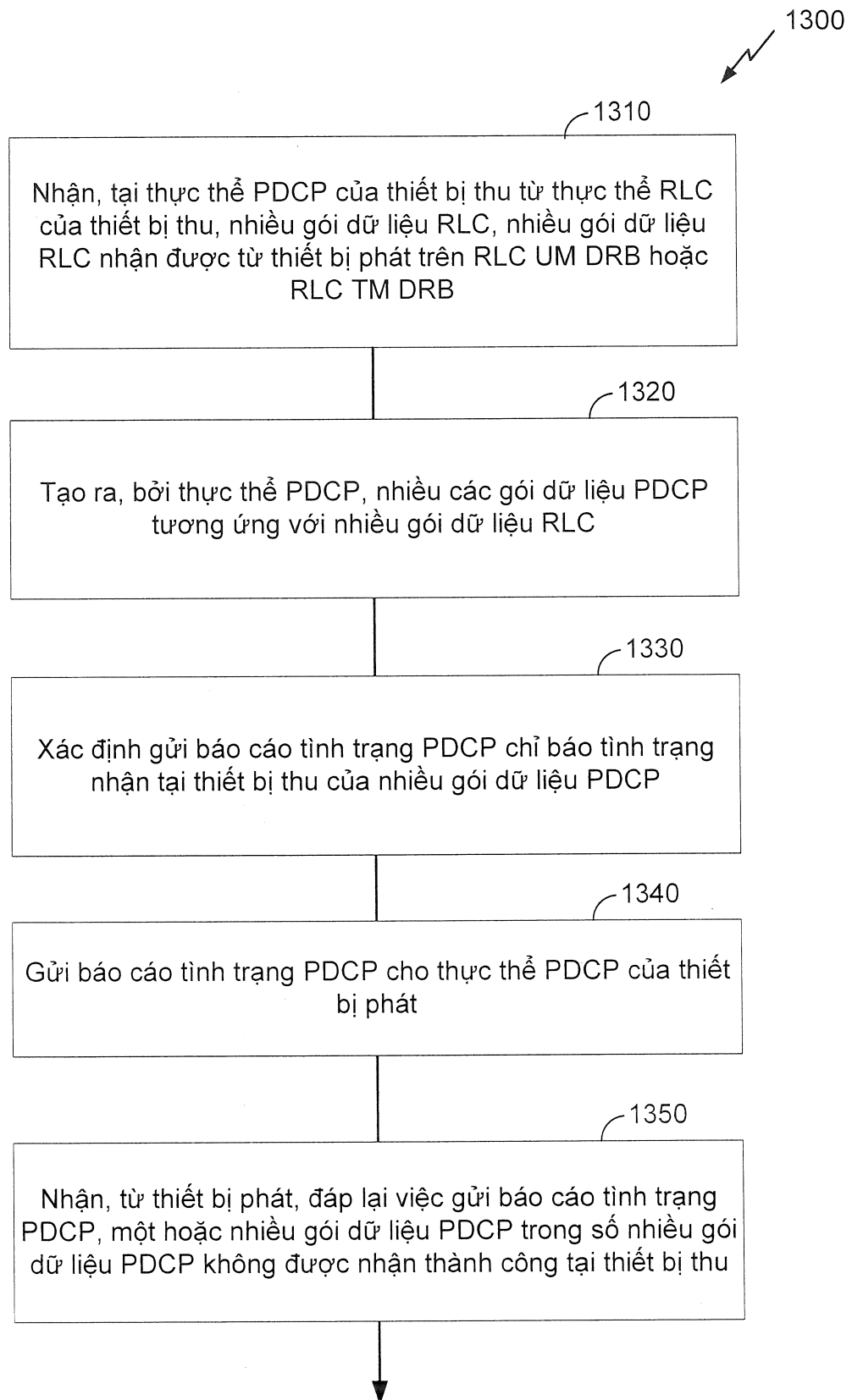


Fig.13

14/14

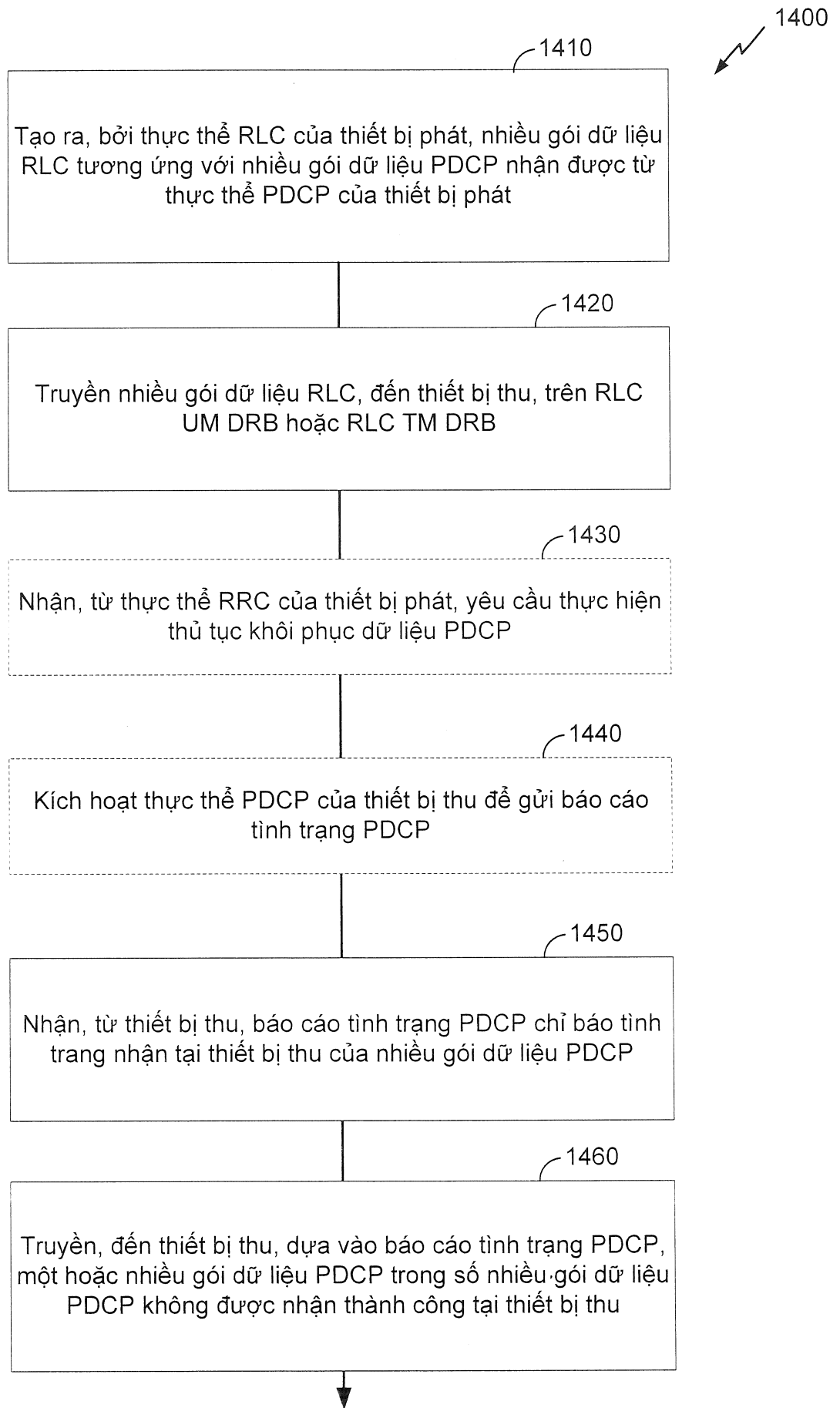


Fig.14