(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) **1-0045225**

(51)[2020.01] **H04W 72/12**; H04W 28/08

(13) **B**

(21) 1-2020-02334
(22) 26/09/2018
(86) PCT/IB2018/057464 26/09/2018
(87) WO2019/064204 04/04/2019
(30) 62/564,640 28/09/2017 US
(45) 25/04/2025 445
(43) 25/09/2020 390A
(71) TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL) (SE)
SE-164 83 Stockholm, Sweden
(72) PRADAS, Jose Luis (ES); DUDDA, Torsten (DE); ENBUSKE, Henrik (SE); WIEMANN, Henning (DE).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(21) 1-2020-02334

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông và thiết bị người dùng (UE). Theo một khía cạnh, UE theo cấu hình sóng mang chia tách đường lên được tạo cấu hình để truyền các đơn vị dữ liệu gói (packet data unit, PDU) bởi thực thể điều khiển liên kết rađiô (Radio Link Control, RLC) thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai. UE xác định tổng lượng của lượng dữ liệu từ lượng dữ liệu giao thức hội tụ dữ liệu gói (Packet Data Convergence Protocol, PDCP) và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC này. UE quyết định liệu việc gửi lượng dữ liệu PDCP được phép đến một trong hai thực thể RLC hay đến chỉ thực thể RLC thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không. UE cũng báo cáo lượng dữ liệu PDCP cho cả các đường truyền đường lên thứ nhất lẫn thứ hai hoặc chỉ đường truyền đường lên thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không.

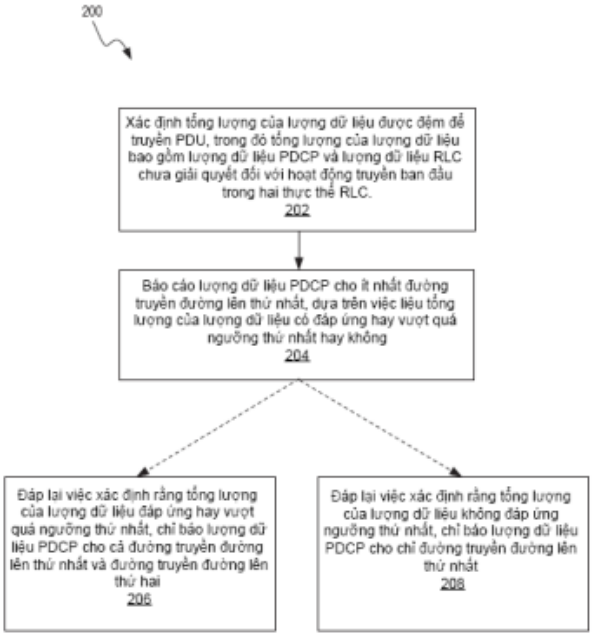

FIG. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các mạng truyền thông vô tuyến, và cụ thể là đề cập đến các cấu hình sóng mang chia tách đường lên đối với các UE mà truyền các đơn vị dữ liệu gói (packet data unit, PDU) bởi thực thể điều khiển liên kết rađiô (Radio Link Control, RLC) thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong phát triển dài hạn (Long Term Evolution, LTE) 3GPP, thiết bị người dùng (user equipment, UE) có thể được tạo cấu hình với khả năng kết nối kép (dual connectivity, DC), trong đó UE được kết nối với hai eNB riêng rẽ, được liên kết qua các thực thể/các nhóm ô điều khiển truy cập môi trường (Medium Access Control, MAC) riêng rẽ. Trong cấu hình sóng mang phân chia đường lên (uplink, UL) của DC, UE duy trì một thực thể giao thức hội tụ dữ liệu gói (Packet Data Convergence Protocol, PDCP) mà định tuyến dữ liệu qua thực thể điều khiển liên kết rađiô (RLC) riêng rẽ, qua hai nhóm ô đến hai eNB.

Khi UE được tạo cấu hình với DC và sóng mang phân chia UL, UE được tạo cấu hình với hai đường truyền UL được liên kết với hai thực thể RLC riêng rẽ. Hoạt động truyền trên các đường truyền này được kích khởi nhờ nhận sự cấp phép truyền UL từ eNB đối với đường tương ứng. Trong LTE, thực thể PDCP truyền các đơn vị dữ liệu giao thức (Protocol Data Unit, PDU) PDCP đến thực thể RLC để truyền khi cơ hội truyền được chỉ báo bởi các lớp thấp hơn, hoặc khi được yêu cầu bởi các lớp thấp hơn đối với đường này (tức là, dựa trên việc nhận cấp phép). PDCP PDU sau đó được truyền đến thực thể RLC và thực thể RLC xây dựng RLC PDU. Điều này ngụ ý là PDCP lưu trữ các PDCP PDU và không truyền chúng đến các lớp thấp hơn cho đến khi được yêu cầu bởi chúng. Các biến số trạng thái RLC chỉ được cập nhật khi PDCP truyền PDCP PDU đến thực thể RLC.

Khi lượng dữ liệu PDCP lớn hơn ngưỡng chia tách được tạo cấu hình, UE báo cáo rằng dữ liệu khả dụng để truyền đối với cả hai eNB, nếu không báo cáo chỉ hướng

về phía eNB được dành ưu tiên được tạo cấu hình (tức là, đối với một đường được dành ưu tiên đơn lẻ). Trong cả hai trường hợp, sau đó mạng có thể phát hành các sự cấp phép một cách độc lập cho mỗi đường trong số các đường truyền này. Cách xử lý này cho phép mạng điều khiển tải mà mỗi đường trong số các đường này mang. Hiện nay, điều này được quy định như là thủ tục để báo cáo dữ liệu đường lên khả dụng ở PDCP đến nhóm ô chính (Master Cell Group, MCG) và nhóm ô phụ (Secondary Cell Group, SCG) khi lượng dữ liệu ngưỡng được tạo cấu hình từ trước bị vượt quá.

Trong kỹ thuật radiô mới (New Radio, NR) 3GPP, thực thể PDCP có thể truyền PDCP PDU đến thực thể RLC ở thời điểm bất kỳ và thực thể RLC cũng có thể xây dựng RLC PDU ở thời điểm bất kỳ, thậm chí trước khi cơ hội truyền được chỉ báo bởi các lớp thấp hơn. Điều này có nghĩa là UE chọn trước đường trong đó các PDCP PDU được đặt mà không quan tâm đến việc liệu UE có sự cấp phép hay không trong đường đó. Ngược lại với LTE, UE trong NR báo cáo phần của dữ liệu khả dụng cho đường thứ nhất, phần của dữ liệu khác cho đường thứ hai, và có thể vẫn báo cáo phần của dữ liệu mà chưa được truyền đến một trong số hai thực thể RLC đến cả hai đường.

Giải pháp hiện có đối với NR, như được chỉ rõ trên đây, làm giảm rất nhiều khả năng của mạng để kiểm soát tải trên mỗi trong số các đường. So với LTE, trong NR, thực thể RLC sẽ đệm dữ liệu (các RLC PDU) và sẽ chờ sự cấp phép được nhận. Biến số trạng thái RLC TX_NEXT (mà chỉ báo số thứ tự tiếp theo sẽ được thiết lập cho RLC SDU sắp tới) cũng được cập nhật ở thời điểm bất kỳ mà RLC PDU mới được tạo và được xếp hàng.

Việc tạo ra các RLC PDU mà không có cơ hội truyền tạo ra một số vấn đề. Ví dụ, mạng không thể kiểm soát tải giao lượng trong mỗi trong số các đường do UE xác định trước trong đường đó UE lưu trữ dữ liệu và trong đường đó các sự cấp phép được yêu cầu. Ngoài ra, nếu các RLC PDU được lưu trữ trong một khoảng thời gian dài do không có sự cấp phép được nhận, rất ít sự cấp phép hoặc các kích thước cấp phép rất nhỏ được nhận. Nếu có nhiều hoạt động truyền lại RLC PDU trong ít nhất một trong số các thực thể RLC trong đó các RLC PDU được lưu trữ, thì các sự kiện không mong muốn có thể xảy ra. Bộ định thời loại bỏ PDCP có thể hết hiệu lực, dẫn đến mất dữ liệu. Bộ định thời T-reordering ở phía bộ nhận PDCP có thể hết hiệu lực, dẫn đến việc

loại bỏ dữ liệu mà đã không được nhận. Một vấn đề khác là dữ liệu không thể được loại bỏ (tức là, các thủ tục LTE hiện hành đối với việc loại bỏ RLC SDU đã lỗi thời). Sự biến động không mong muốn cũng có thể được đưa vào khi UE không chia tách dữ liệu cần được truyền theo tỷ lệ cấp phép đường lên.

Một sự nghiên cứu khác liên quan việc tiền xử lý các PDU bởi các thực thể RLC bao gồm lượng dữ liệu đệm mà sẽ được so sánh với ngưỡng sóng mang chia tách đường lên PDCP. Theo một số phương án, khi các PDCP PDU được di chuyển đến RLC nhằm mục đích tiền xử lý, và dữ liệu chưa được truyền, dữ liệu được tiền xử lý ở thực thể hoặc các thực thể RLC sẽ được xem xét là phần của việc tính toán lượng dữ liệu để so sánh với ngưỡng sóng mang chia tách đường lên. Ngưỡng này xác định lượng dữ liệu được đệm để truyền trên đường UL được dành ưu tiên, và vì vậy nên xem xét tất cả dữ liệu trên cả RLC và PDCP mà chưa được truyền.

Đối với báo cáo trạng thái bộ đệm (buffer status reporting, BSR) hoặc báo cáo lượng dữ liệu, nếu lượng dữ liệu giảm xuống dưới ngưỡng chia tách, thì dữ liệu được chỉ báo chỉ cho đường UL được tạo cấu hình. Nếu lượng dữ liệu lớn hơn ngưỡng, thì dữ liệu được chỉ báo cho cả hai đường UL.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một số phương án, phương pháp bởi UE được tạo cấu hình để truyền các PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai bao gồm bước xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC. Phương pháp này cũng bao gồm bước báo cáo lượng dữ liệu PDCP cho ít nhất đường truyền đường lên thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không. Bước báo cáo bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho cả đường truyền đường lên thứ nhất và đường truyền đường lên thứ hai, và, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho chỉ đường truyền đường lên thứ nhất.

Đường truyền đường lên thứ nhất có thể được tạo cấu hình như là đường truyền đường lên được dành ưu tiên và đường truyền đường lên thứ hai có thể được tạo cấu hình như là đường truyền đường lên không được dành ưu tiên. Thực thể RLC thứ nhất có thể thuộc về nhóm ô chính (Master Cell Group, MCG), và thực thể RLC thứ hai có thể thuộc về nhóm ô phụ (Secondary Cell Group, SCG).

Mặc dù lượng dữ liệu (PDCP) cho hoạt động BSR giống như trong LTE, nhưng để việc thực thi tiền xử lý hiệu quả, việc gửi thực tế đến thủ tục thấp hơn có thể cần phải khác một chút với trong LTE. Điều này có nghĩa là, khi lượng dữ liệu nhỏ hơn ngưỡng chia tách, thì nó phải được truyền qua UL được tạo cấu hình (trong khi trong LTE, nó là khả thi qua mỗi UL). Theo một số phương án, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, phương pháp bao gồm bước gửi lượng dữ liệu chỉ đến thực thể RLC thứ nhất.

Theo các phương án nhất định, khi lượng dữ liệu nhỏ hơn ngưỡng chia tách PDCP, UE không được mong đợi có dữ liệu khả dụng để truyền trên đường UL không được dành ưu tiên.

Theo một số phương án, phương pháp bởi UE được tạo cấu hình để truyền các PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai bao gồm bước xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC kết hợp. Phương pháp cũng bao gồm bước quyết định liệu việc gửi lượng dữ liệu PDCP được phép đến một trong hai thực thể RLC hay đến chỉ thực thể RLC thứ nhất, dựa trên liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không. Bước quyết định bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, và, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến chỉ thực thể RLC thứ nhất.

Phương pháp này có thể còn bao gồm bước gửi lượng dữ liệu PDCP theo quyết

định đó. Phương pháp này có thể bao gồm bước, đáp lại quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, gửi lượng dữ liệu PDCP đến thực thể nào trong số hai thực thể RLC đã yêu cầu lượng dữ liệu PDCP.

Theo một số phương án, UE được tạo cấu hình để truyền các PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai. UE bao gồm mạch thu-phát được tạo cấu hình để gửi và nhận các tín hiệu radiô và mạch xử lý được liên kết hoạt động với mạch thu-phát. Mạch xử lý được tạo cấu hình để xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC. Mạch xử lý cũng được tạo cấu hình để báo cáo lượng dữ liệu PDCP cho ít nhất đường truyền đường lên thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không. Bước báo cáo bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho cả đường truyền đường lên thứ nhất và đường truyền đường lên thứ hai, và, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho chỉ đường truyền đường lên thứ nhất.

Theo một số phương án, UE được tạo cấu hình để truyền các PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai. UE bao gồm mạch thu-phát được tạo cấu hình để gửi và nhận các tín hiệu radiô và mạch xử lý được liên kết hoạt động với mạch thu-phát. Mạch xử lý được tạo cấu hình để xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC kết hợp. Mạch xử lý cũng được tạo cấu hình để quyết định liệu việc gửi lượng dữ liệu PDCP được phép đến một trong hai thực thể RLC hay chỉ thực thể RLC thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không. Bước quyết định bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, và, đáp lại

việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến chỉ thực thể RLC thứ nhất.

Các phương án được mô tả ở đây đề xuất các giải pháp đối với các thách thức này hoặc các thách thức khác. Theo một phương án, UE được tạo cấu hình để: 1) xác định khi RLC PDU sẽ được truyền quá muộn (gây ra mất dữ liệu); 2) định tuyến lại dữ liệu đến đường thứ hai khi RLC PDU không thể được truyền đúng lúc trong đường thứ nhất; và 3) loại bỏ các RLC PDU khỏi đường thứ nhất.

Theo một số phương án, UE được tạo cấu hình với giới hạn tiền xử lý tối đa. Cấu hình này có thể được chỉ báo trong báo hiệu RRC từ gNB. Giới hạn tiền xử lý tối đa giới hạn, trên phương diện thời gian, việc tiền xử lý để đóng khe hở truyền mà có thể được tạo ra khi, ví dụ, PDU n+1 được truyền trong khi PDU n không được truyền. UE có thể không vượt quá giới hạn tiền xử lý và vì vậy UE có thể loại bỏ PDU được tiền xử lý để truyền qua một đường (nhóm ô) và/hoặc truyền lại PDU được tiền xử lý qua một đường khác (một nhóm ô khác).

Các phương án khác nhau được mô tả ở đây giải quyết một hoặc nhiều vấn đề với hoạt động truyền sóng mang chia tách đường lên của các PDU. Các phương án nhất định có thể đề xuất một hoặc nhiều ưu điểm kỹ thuật. Ví dụ, các phương án nhất định có thể tránh việc mất gói mà có thể xảy ra khi các trễ sắp xếp lại mà là quá cao được đưa vào. Sự biến động không mong muốn cũng có thể tránh được. Theo các phương án nhất định, các lưu lượng cao có thể được phép để kết hợp tài nguyên UL với cấu hình chia tách UL. Tất cả các lợi ích này dẫn đến hiệu năng người dùng cuối cao hơn. Các phương án nhất định có thể mang lại tất cả ưu điểm, một số ưu điểm, hoặc không ưu điểm nào trong số các ưu điểm cụ thể này, và các ưu điểm khác có thể trở nên rõ ràng một cách dễ dàng.

Các phương án bổ sung có thể bao gồm phương pháp được thực hiện bởi thiết bị, các thiết bị vô tuyến, phương tiện đọc được bằng máy tính, các sản phẩm chương trình máy tính và các cách thực hiện chức năng.

Tất nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các dấu hiệu và các ưu điểm trên đây. Thực vậy, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực tương ứng sẽ nhận biết các dấu hiệu và các ưu điểm bổ sung nhờ đọc phần mô tả chi tiết dưới đây, và nhờ xem các hình

vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 minh họa mạng truyền thông vô tuyến, theo một số phương án.

Fig.2 là lưu đồ minh họa phương pháp được thực hiện bởi UE, theo một số phương án.

Fig.3 là lưu đồ minh họa một phương pháp khác được thực hiện bởi UE, theo một số phương án.

Fig.4 là sơ đồ khối của UE, theo một số phương án.

Fig.5 minh họa môi trường ảo hóa, theo một số phương án.

Fig.6 minh họa giản lược mạng viễn thông được kết nối qua mạng trung gian đến máy tính chủ, theo một số phương án.

Fig.7 là sơ đồ khối được tổng quát hóa của máy tính chủ truyền thông qua trạm gốc với thiết bị người dùng qua kết nối vô tuyến một phần, theo một số phương án.

Các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.11 là các lưu đồ minh họa các phương pháp ví dụ được thực hiện trong hệ thống truyền thông bao gồm máy tính chủ, trạm gốc và thiết bị người dùng.

Fig.12 là sơ đồ khối minh họa cách thực hiện chức năng của UE, theo một số phương án.

Fig.13 là sơ đồ khối minh họa một cách thực hiện chức năng khác của UE, theo một số phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một số trong số các phương án được dự tính ở đây lúc này sẽ được mô tả đầy đủ hơn dựa vào các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, các phương án khác nằm trong phạm vi của đối tượng được bộc lộ ở đây, đối tượng được bộc lộ sẽ không được hiểu là bị giới hạn chỉ ở các phương án được nêu ở đây; đúng hơn, các phương án này được cung cấp bằng ví dụ để truyền đạt phạm vi của đối tượng cho người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực tương ứng.

Các phương án của sáng chế nâng cao các hoạt động của UE trong cấu hình sóng mang phân chia đường lên. Để nâng cao độ chính xác của các quyết định truyền, theo một số phương án, các PDCP PDU bất kỳ mà được di chuyển đến RLC nhằm mục đích tiền xử lý và chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong các thực thể RLC được xem xét với lượng dữ liệu PDCP khi lượng dữ liệu đang được so sánh với ngưỡng sóng mang chia tách đường lên PDCP. Ngưỡng sóng mang chia tách đường lên xác định lượng dữ liệu được đệm để truyền trên đường truyền đường lên được dành ưu tiên, và vì vậy tất cả dữ liệu trên cả RLC và PDCP mà chưa được truyền sẽ được xem xét.

Báo cáo trạng thái bộ đệm (BSR) hoặc báo cáo dữ liệu PDCP khác sau đó bao gồm tổng lượng của lượng dữ liệu mà xem xét cả lượng dữ liệu PDCP lẫn lượng dữ liệu mà đang được tiền xử lý hoặc được đệm trong lớp RLC trước khi sự cấp phép đường lên được nhận và trước khi dữ liệu được truyền. Nếu toàn bộ lượng dữ liệu nhỏ hơn ngưỡng sóng mang chia tách đường lên, thì lượng dữ liệu PDCP được chỉ báo chỉ đến đường truyền đường lên được tạo cấu hình. Nếu lượng dữ liệu PDCP lớn hơn ngưỡng, thì lượng dữ liệu PDCP được chỉ báo đến cả hai đường truyền đường lên.

Mặc dù đối tượng được mô tả ở đây có thể được thực hiện theo loại hệ thống thích hợp bất kỳ sử dụng các thành phần thích hợp bất kỳ, nhưng các phương án được bộc lộ ở đây được mô tả liên quan đến mạng vô tuyến, như mạng vô tuyến làm ví dụ được minh họa trên Fig.1. Để đơn giản, mạng vô tuyến trên Fig.1 chỉ thể hiện mạng 106, các nút mạng 160 và 160b, và các thiết bị vô tuyến (wireless device, WD) 110, 110b, và 110c. Trên thực tế, mạng vô tuyến có thể còn bao gồm các phần tử bổ sung bất kỳ thích hợp để hỗ trợ việc truyền thông giữa các thiết bị vô tuyến hoặc giữa thiết bị vô tuyến và thiết bị truyền thông khác, như điện thoại cố định, nhà cung cấp dịch vụ, hoặc nút mạng hoặc thiết bị cuối khác bất kỳ. Trong số các thành phần được minh họa, nút mạng 160 và WD 110 được thể hiện có phần chi tiết bổ sung. Mạng vô tuyến có thể cung cấp sự truyền thông và các loại dịch vụ khác cho một hoặc nhiều thiết bị vô tuyến để hỗ trợ việc truy cập của các thiết bị vô tuyến đến mạng vô tuyến và/hoặc sử dụng các dịch vụ được cung cấp bởi, hoặc qua, mạng vô tuyến.

Mạng vô tuyến có thể bao gồm và/hoặc giao tiếp với loại mạng bất kỳ trong số truyền thông, viễn thông, dữ liệu, chia ô, và/hoặc rađiô hoặc loại hệ thống tương tự khác.

Theo một số phương án, mạng vô tuyến có thể được tạo cấu hình để hoạt động theo các chuẩn riêng hoặc các loại quy tắc hoặc thủ tục định trước khác. Vì vậy, các phương án của thể của mạng vô tuyến có thể thực thi các tiêu chuẩn truyền thông hệ thống toàn cầu cho truyền thông di động (Global System for Mobile communications, GSM), hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS), phát triển dài hạn (Long Term Evolution, LTE), và/hoặc các tiêu chuẩn 2G, 3G, 4G, hoặc 5G (NR) thích hợp khác; mạng cục bộ vô tuyến (wireless local area network, WLAN) standards, như các tiêu chuẩn IEEE 802.11; và/hoặc tiêu chuẩn truyền thông vô tuyến thích hợp khác bất kỳ, như các tiêu chuẩn khả năng tương tác toàn cầu với truy nhập vi sóng (Worldwide Interoperability for Microwave Access, WiMax), Bluetooth, Z-Wave và/hoặc ZigBee.

Mạng 106 có thể bao gồm một hoặc nhiều mạng backhaul, mạng lõi, mạng giao thức Internet (Internet Protocol, IP), mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (Public Switched Telephone Network, PSTN), mạng dữ liệu gói, mạng quang, mạng diện rộng (Wide Area Network, WAN), mạng cục bộ (Local Area Network, LAN), mạng cục bộ vô tuyến (wireless local area network, WLAN), mạng hữu tuyến, mạng vô tuyến, mạng đô thị (metropolitan area network), và các mạng khác để cho phép truyền thông giữa các thiết bị.

Nút mạng 160 và WD 110 bao gồm các thành phần khác nhau được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Các thành phần này làm việc với nhau để cung cấp cho nút mạng và/hoặc thiết bị vô tuyến chức năng, như cung cấp các kết nối vô tuyến trong mạng vô tuyến. Theo các phương án khác nhau, mạng vô tuyến có thể bao gồm số lượng mạng hữu tuyến hoặc vô tuyến, nút mạng, trạm gốc, bộ điều khiển, thiết bị vô tuyến, trạm chuyển tiếp bất kỳ, và/hoặc các thành phần hoặc các hệ thống khác bất kỳ mà có thể hỗ trợ hoặc tham gia vào việc truyền thông dữ liệu và/hoặc các tín hiệu qua các kết nối hữu tuyến hoặc vô tuyến.

Như được sử dụng ở đây, nút mạng liên quan đến thiết bị có khả năng, được tạo cấu hình, được bố trí và/hoặc hoạt động được để truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp với thiết bị vô tuyến và/hoặc với các nút mạng khác hoặc thiết bị trong mạng vô tuyến để cho phép và/hoặc cung cấp khả năng truy cập vô tuyến cho thiết bị vô tuyến và/hoặc

để thực hiện các chức năng khác (ví dụ, quản trị) trong mạng vô tuyến. Các ví dụ về các nút mạng bao gồm, nhưng không phải là giới hạn, các điểm truy cập (access point, AP) (ví dụ, các điểm truy cập rađiô), các trạm gốc (base station, BS) (ví dụ, các trạm gốc rađiô, các nút B, các nút B phát triển (evolved Node B, eNB)). Các trạm gốc có thể được phân loại dựa trên lượng phủ sóng chúng cung cấp (hoặc, nói cách khác, mức năng lượng truyền của chúng) và sau đó cũng có thể được gọi là các trạm gốc femtô (femto base station), các trạm gốc picô (pico base station), các trạm gốc micrô (micro base station), hoặc các trạm gốc macrô (macro base station). Trạm gốc có thể là nút chuyển tiếp hoặc nút đầu mối chuyển tiếp (relay donor node) điều khiển việc chuyển tiếp. Nút mạng cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều (hoặc tất cả) phần của trạm gốc rađiô phân tán như các bộ phận số tập trung và/hoặc các bộ phận rađiô từ xa (remote radio unit, RRU), đôi lúc được gọi là các đầu rađiô từ xa (Remote Radio Head, RRH). Các bộ phận rađiô từ xa như vậy có thể hoặc có thể không được tích hợp với ăng ten như là rađiô tích hợp ăng ten. Các phần của trạm gốc rađiô phân tán cũng có thể được gọi là các nút trong hệ thống ăng ten phân tán (distributed antenna system, DAS). Các ví dụ thêm nữa của các nút mạng bao gồm thiết bị rađiô đa chuẩn (multi-standard radio, MSR) như các MSR BS, các bộ điều khiển mạng như các bộ điều khiển mạng rađiô (radio network controller, RNC) hoặc các bộ điều khiển trạm gốc (base station controller, BSC), các trạm thu-phát gốc (base transceiver station, BTS), các điểm truyền, các nút truyền, các thực thể phối hợp nhiều ô/phát đa phương (multi-cell/multicast coordination entities, MCE), các nút mạng lõi và các nút định vị. Theo một ví dụ khác, nút mạng có thể là nút mạng ảo như được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Tuy nhiên, nói chung, các nút mạng có thể đại diện cho thiết bị thích hợp bất kỳ (hoặc nhóm các thiết bị) có khả năng, được tạo cấu hình, được bố trí, và/hoặc hoạt động được để cho phép và/hoặc cung cấp cho thiết bị vô tuyến quyền truy cập vào mạng vô tuyến hoặc để cung cấp dịch vụ nào đó cho thiết bị vô tuyến mà đã truy cập mạng vô tuyến.

Trên Fig.1, nút mạng 160 bao gồm mạch xử lý 170, phương tiện đọc được bằng thiết bị 180, giao diện 190, thiết bị phụ trợ 184, nguồn điện 186, mạch điện 187, và ăng ten 162. Mặc dù nút mạng 160 được minh họa trong mạng vô tuyến làm ví dụ trên Fig.1 có thể đại diện cho thiết bị bao gồm sự kết hợp được minh họa của các thành phần phần cứng, nhưng các phương án khác có thể bao gồm các nút mạng với các sự kết hợp khác

nhau của các thành phần. Cần hiểu rằng nút mạng bao gồm sự kết hợp thích hợp bất kỳ của phần cứng và/hoặc phần mềm cần để thực hiện các tác vụ, các dấu hiệu, các chức năng và các phương pháp được bộc lộ ở đây. Hơn nữa, trong khi các thành phần của nút mạng 160 được thể hiện dưới dạng các khối hộp đơn lẻ được đặt trong khối hộp lớn hơn, hoặc được lồng trong nhiều khối hộp, trên thực tế, nút mạng có thể bao gồm nhiều thành phần vật lý khác nhau mà tạo thành thành phần đơn lẻ được minh họa (ví dụ, phương tiện đọc được bằng thiết bị 180 có thể bao gồm nhiều ổ cứng riêng rẽ cũng như nhiều môđun RAM).

Tương tự, nút mạng 160 có thể bao gồm nhiều thành phần riêng rẽ về mặt vật lý (ví dụ, thành phần nút B và thành phần RNC, hoặc thành phần BTS và thành phần BSC, v.v.), mà từng thành phần có thể có các thành phần tương ứng của riêng chúng. Trong các tình huống nhất định trong đó nút mạng 160 bao gồm nhiều thành phần riêng rẽ (ví dụ, các thành phần BTS và BSC), một hoặc nhiều thành phần riêng rẽ có thể được chia sẻ giữa một số nút mạng. Ví dụ, một RNC đơn lẻ có thể điều khiển nhiều NodeB. Trong tình huống như vậy, mỗi cặp nút B và RNC duy nhất có thể được coi là một nút mạng riêng rẽ trong một số trường hợp. Theo một số phương án, nút mạng 160 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ nhiều kỹ thuật truy cập rađiô (radio access technology, RAT). Trong các phương án này, một số thành phần có thể bị lặp lại (ví dụ, phương tiện đọc được bằng thiết bị 180 riêng rẽ đối với các RAT khác nhau) và một số thành phần có thể được sử dụng lại (ví dụ, cùng ăng ten 162 có thể được chia sẻ bởi các RAT). Nút mạng 160 cũng có thể bao gồm nhiều tập hợp của các thành phần được minh họa khác nhau đối với các kỹ thuật vô tuyến khác nhau được tích hợp vào nút mạng 160, như, ví dụ, các kỹ thuật vô tuyến GSM, WCDMA, LTE, NR, WiFi, hoặc Bluetooth. Các kỹ thuật vô tuyến này có thể được tích hợp vào cùng chip hoặc tập hợp chip hoặc chip hoặc tập hợp chip khác nhau và các thành phần khác trong nút mạng 160.

Mạch xử lý 170 được tạo cấu hình để thực hiện việc xác định, tính toán, hoặc các hoạt động tương tự bất kỳ (ví dụ, các hoạt động thu nhận nhất định) được mô tả ở đây như được cung cấp bởi nút mạng. Các hoạt động này được thực hiện bởi mạch xử lý 170 có thể bao gồm việc xử lý thông tin thu được bởi mạch xử lý 170 bằng cách, ví dụ, chuyển đổi thông tin thu được thành thông tin khác, so sánh thông tin thu được hoặc thông tin được chuyển đổi với thông tin được lưu trữ trong nút mạng, và/hoặc thực hiện

một hoặc nhiều hoạt động dựa trên thông tin thu được hoặc thông tin được chuyển đổi, và dựa vào việc xử lý để đưa ra quyết định.

Mạch xử lý 170 có thể bao gồm sự kết hợp của một hoặc nhiều loại trong số bộ vi xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, bộ xử lý trung tâm, bộ xử lý tín hiệu số, mạch tích hợp chuyên dụng, mảng cổng lập trình được dạng trường, hoặc thiết bị tính toán, tài nguyên thích hợp khác bất kỳ, hoặc sự kết hợp của phần cứng, phần mềm và/hoặc bộ lôgic được mã hóa hoạt động được để cung cấp, một mình hoặc kết hợp với các thành phần nút mạng 160 khác, như phương tiện đọc được bằng thiết bị 180, chức năng nút mạng 160. Ví dụ, mạch xử lý 170 có thể thực hiện các lệnh được lưu trữ trong phương tiện đọc được bằng thiết bị 180 hoặc trong bộ nhớ trong mạch xử lý 170. Chức năng như vậy có thể bao gồm việc cung cấp loại bất kỳ trong số các dấu hiệu vô tuyến, các chức năng, hoặc các lợi ích khác nhau được thảo luận ở đây. Theo một số phương án, mạch xử lý 170 có thể bao gồm hệ thống trên chip (system on a chip, SOC).

Theo một số phương án, mạch xử lý 170 có thể bao gồm một hoặc nhiều loại trong số mạch thu-phát tần số rađiô (RF) 172 và mạch xử lý dải gốc 174. Theo một số phương án, mạch thu-phát RF 172 và mạch xử lý dải gốc 174 có thể ở trên các chip (hoặc tập hợp các chip), các bo mạch, hoặc các bộ phận, như các bộ phận rađiô và các bộ phận số riêng rẽ. Theo các phương án khác, một phần trong số hoặc tất cả mạch thu-phát RF 172 và mạch xử lý dải gốc 174 có thể ở trên cùng một chip hoặc tập hợp các chip, các bo mạch, hoặc các bộ phận.

Theo các phương án nhất định, một số hoặc tất cả chức năng được mô tả ở đây như được cung cấp bởi nút mạng, trạm gốc, eNB hoặc thiết bị mạng như vậy khác có thể được thực hiện bởi mạch xử lý 170 thực hiện các lệnh được lưu trữ trên phương tiện đọc được bằng thiết bị 180 hoặc bộ nhớ trong mạch xử lý 170. Theo các phương án khác, một số hoặc tất cả chức năng có thể được cung cấp bởi mạch xử lý 170 mà không cần thực hiện các lệnh được lưu trữ trên phương tiện đọc được bằng thiết bị riêng rẽ hoặc riêng biệt, như theo cách nối cứng. Theo phương án bất kỳ trong số các phương án đó, việc liệu có thực hiện các lệnh được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ đọc được bằng thiết bị hay không, mạch xử lý 170 có thể được tạo cấu hình để thực hiện chức năng được mô tả. Các lợi ích được tạo ra bởi chức năng như vậy không bị giới hạn ở

một mình mạch xử lý 170 hoặc ở các thành phần khác của nút mạng 160 mà có được bởi toàn bộ nút mạng 160, và/hoặc bởi các người dùng cuối cùng và mạng vô tuyến nói chung.

Phương tiện đọc được bằng thiết bị 180 có thể bao gồm dạng bất kỳ trong số bộ nhớ đọc được bằng máy tính khả biến hoặc bất khả biến bao gồm, nhưng không phải giới hạn, thiết bị lưu trữ ổn định, bộ nhớ trạng thái rắn, bộ nhớ lắp ở xa, phương tiện từ tính, phương tiện quang học, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ chỉ đọc (ROM), phương tiện lưu trữ lớn (ví dụ, đĩa cứng), phương tiện lưu trữ tháo được (ví dụ, ổ tác động nhanh (flash drive), đĩa compact (Compact Disk, CD) hoặc đĩa viđeo số (Digital Video Disk, DVD)), và/hoặc các thiết bị bộ nhớ thực hiện được bằng máy tính và/hoặc đọc được bằng thiết bị lâu dài khả biến hoặc bất khả biến khác bất kỳ mà lưu trữ thông tin, dữ liệu, và/hoặc các lệnh mà có thể được sử dụng bởi mạch xử lý 170. Phương tiện đọc được bằng thiết bị 180 có thể lưu trữ các lệnh, dữ liệu hoặc thông tin thích hợp bất kỳ, bao gồm chương trình máy tính, phần mềm, ứng dụng bao gồm một hoặc nhiều bộ lôgic, các quy tắc, mã, các bảng, v.v. và/hoặc các lệnh khác có khả năng được thực hiện bởi mạch xử lý 170 và, được sử dụng bởi nút mạng 160. Phương tiện đọc được bằng thiết bị 180 có thể được sử dụng để lưu trữ các phép tính bất kỳ được thực hiện bởi mạch xử lý 170 và/hoặc dữ liệu bất kỳ được nhận qua giao diện 190. Theo một số phương án, mạch xử lý 170 và phương tiện đọc được bằng thiết bị 180 có thể được xem xét để được tích hợp.

Giao diện 190 được sử dụng trong việc truyền thông hữu tuyến hoặc vô tuyến báo hiệu và/hoặc dữ liệu giữa nút mạng 160, mạng 106, và/hoặc các WD 110. Như được minh họa, giao diện 190 bao gồm (các) cổng/(các) thiết bị đầu cuối 194 để gửi và nhận dữ liệu, ví dụ đến và từ mạng 106 qua kết nối hữu tuyến. Giao diện 190 cũng bao gồm mạch trung gian (front end circuitry) rađiô 192 mà có thể được ghép nối với, hoặc trong các phương án nhất định là với một phần của, ăng ten 162. Mạch trung gian rađiô 192 bao gồm các bộ lọc 198 và các bộ khuếch đại 196. Mạch trung gian rađiô 192 có thể được nối với ăng ten 162 và mạch xử lý 170. Mạch trung gian rađiô có thể được tạo cấu hình để quy định các tín hiệu được truyền thông giữa ăng ten 162 và mạch xử lý 170. Mạch trung gian rađiô 192 có thể nhận dữ liệu số mà cần được gửi ra ngoài đến các nút mạng khác hoặc các WD qua kết nối vô tuyến. Mạch trung gian rađiô 192 có thể chuyển

đổi dữ liệu số thành tín hiệu rađiô có các thông số kênh và dải thông thích hợp sử dụng sự kết hợp của các bộ lọc 198 và/hoặc các bộ khuếch đại 196. Sau đó, tín hiệu rađiô có thể được truyền qua ăng ten 162. Tương tự, khi nhận dữ liệu, ăng ten 162 có thể thu thập các tín hiệu rađiô mà sau đó được chuyển đổi thành dữ liệu số bởi mạch trung gian rađiô 192. Dữ liệu số có thể được đưa sang mạch xử lý 170. Theo các phương án khác, giao diện có thể bao gồm các thành phần khác nhau và/hoặc các sự kết hợp khác nhau của các thành phần.

Theo các phương án thay thế nhất định, nút mạng 160 có thể không bao gồm mạch trung gian rađiô 192 riêng rẽ, thay vào đó, mạch xử lý 170 có thể bao gồm mạch trung gian rađiô và có thể được nối với ăng ten 162 mà không có mạch trung gian rađiô 192 riêng rẽ. Tương tự, theo một số phương án, tất cả hoặc một số mạch thu-phát RF 172 có thể được xem xét là một phần của giao diện 190. Các phương án khác nữa, giao diện 190 có thể bao gồm một hoặc nhiều cổng hoặc thiết bị đầu cuối 194, mạch trung gian rađiô 192, và mạch thu-phát RF 172, như là một phần của bộ phận rađiô (không được thể hiện trên hình vẽ), và giao diện 190 có thể truyền thông với mạch xử lý dải gốc 174, mà là một phần của bộ phận số (không được thể hiện trên hình vẽ).

Ăng ten 162 có thể bao gồm một hoặc nhiều ăng ten, hoặc mảng ăng ten, được tạo cấu hình để gửi và/hoặc nhận các tín hiệu vô tuyến. Ăng ten 162 có thể được ghép nối với mạch trung gian rađiô 190 và có thể là loại ăng ten bất kỳ có khả năng truyền và nhận dữ liệu và/hoặc các tín hiệu theo cách vô tuyến. Theo một số phương án, ăng ten 162 có thể bao gồm một hoặc nhiều ăng ten đẳng hướng, định hướng hoặc panen hoạt động được để truyền/nhận các tín hiệu rađiô giữa, ví dụ, 2 GHz và 66 GHz. Ăng ten đẳng hướng mà có thể được sử dụng để truyền/nhận các tín hiệu rađiô theo chiều bất kỳ, ăng ten định hướng có thể được sử dụng để truyền/nhận các tín hiệu rađiô từ các thiết bị trong khu vực cụ thể, và ăng ten panen có thể là ăng ten đường nhìn (line of sight) được sử dụng để truyền/nhận các tín hiệu rađiô trong đường thẳng tương đối. Trong một số trường hợp, việc sử dụng nhiều hơn một ăng ten có thể được gọi là nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple-in-multiple-out, MIMO). Theo các phương án nhất định, ăng ten 162 có thể là riêng biệt với nút mạng 160 và có thể kết nối được với nút mạng 160 qua giao diện hoặc cổng.

Ăng ten 162, giao diện 190, và/hoặc mạch xử lý 170 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động nhận bất kỳ và/hoặc các hoạt động thu nhận nhất định được mô tả ở đây khi được thực hiện bởi nút mạng. Thông tin, dữ liệu và/hoặc các tín hiệu bất kỳ có thể được nhận từ thiết bị vô tuyến, một nút mạng khác, và/hoặc thiết bị mạng khác bất kỳ. Tương tự, ăng ten 162, giao diện 190, và/hoặc mạch xử lý 170 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động truyền bất kỳ được mô tả ở đây khi được thực hiện bởi nút mạng. Thông tin, dữ liệu và/hoặc các tín hiệu bất kỳ có thể được truyền đến thiết bị vô tuyến, một nút mạng khác và/hoặc thiết bị mạng khác bất kỳ.

Mạch điện 187 có thể bao gồm, hoặc được ghép nối với, mạch quản lý năng lượng và được tạo cấu hình để cung cấp cho các thành phần của nút mạng 160 năng lượng để thực hiện chức năng được mô tả ở đây. Mạch điện 187 có thể nhận điện năng từ nguồn điện 186. Nguồn điện 186 và/hoặc mạch điện 187 có thể được tạo cấu hình để cung cấp năng lượng cho các thành phần khác nhau của nút mạng 160 dưới dạng thích hợp cho các thành phần tương ứng (ví dụ, ở mức điện áp và dòng điện cần cho mỗi thành phần tương ứng). Nguồn điện 186 có thể có trong, hoặc ở ngoài, mạch điện 187 và/hoặc nút mạng 160. Ví dụ, nút mạng 160 có thể kết nối được với nguồn điện ngoài (ví dụ, ổ cắm điện) qua mạch đầu vào hoặc phần giao tiếp như dây cáp điện, nhờ đó nguồn điện ngoài cấp năng lượng cho mạch điện 187. Đối với một ví dụ nữa, nguồn điện 186 có thể bao gồm nguồn năng lượng dưới dạng pin hoặc bộ pin được kết nối với, hoặc được tích hợp trong, mạch điện 187. Pin có thể cung cấp năng lượng dự phòng khi nguồn điện ngoài bị hỏng. Các loại nguồn điện khác, như các thiết bị quang điện (photovoltaic), cũng có thể được sử dụng.

Các phương án khác của nút mạng 160 có thể bao gồm các thành phần bổ sung ngoài các thành phần được thể hiện trên Fig.1 mà có thể chịu trách nhiệm tạo ra các khía cạnh nhất định của các chức năng của nút mạng, bao gồm chức năng bất kỳ trong số chức năng được mô tả ở đây và/hoặc chức năng bất kỳ cần thiết để hỗ trợ đối tượng được mô tả ở đây. Ví dụ, nút mạng 160 có thể bao gồm thiết bị giao tiếp người dùng để cho phép nhập thông tin vào nút mạng 160 và để cho phép kết xuất thông tin từ nút mạng 160. Điều này có thể cho phép người dùng thực hiện việc chẩn đoán, bảo trì, sửa chữa, và các chức năng quản trị khác đối với nút mạng 160.

Như được sử dụng ở đây, thiết bị vô tuyến (wireless device, WD) liên quan đến thiết bị có khả năng, được tạo cấu hình, được bố trí và/hoặc hoạt động được để truyền thông vô tuyến với các nút mạng và/hoặc các thiết bị vô tuyến khác. Trừ khi được lưu ý khác, ở đây, thuật ngữ WD có thể được sử dụng theo cách hoán đổi được với thiết bị người dùng (UE). Việc truyền thông vô tuyến có thể bao gồm việc truyền và/hoặc nhận các tín hiệu vô tuyến sử dụng các sóng điện từ, các sóng rađiô, các sóng hồng ngoại, và/hoặc các loại tín hiệu khác thích hợp để truyền thông tin qua không trung. Theo một số phương án, WD có thể được tạo cấu hình để truyền và/hoặc nhận thông tin mà không có sự tương tác trực tiếp của con người. Ví dụ, WD có thể được thiết kế để truyền thông tin đến mạng trên lịch biểu định trước, khi được kích khởi bởi sự kiện bên trong hoặc bên ngoài, hoặc đáp lại các yêu cầu từ mạng. Các ví dụ về WD bao gồm, nhưng không phải là giới hạn, điện thoại thông minh, điện thoại di động, điện thoại dạng ô (cell phone), điện thoại sử dụng giao thức tiếng nói qua giao thức internet (voice over IP, VoIP), điện thoại đường dây thuê bao vô tuyến (wireless local loop), máy tính để bàn, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (PDA), camera vô tuyến, thiết bị hoặc bàn giao tiếp trò chơi, thiết bị lưu trữ nhạc, thiết bị phát lại, thiết bị đầu cuối mang được, điểm cuối vô tuyến, trạm di động, máy tính bảng, máy tính xách tay, thiết bị được nhúng vào máy tính xách tay (laptop-embedded equipment, LEE), thiết bị được gắn vào máy tính xách tay (laptop-mounted equipment, LME), thiết bị thông minh, thiết bị thuộc nhà riêng thuê bao (customer-premise equipment, CPE) vô tuyến, thiết bị đầu cuối vô tuyến lắp trên xe, v.v.. WD có thể hỗ trợ việc truyền thông thiết bị-đến-thiết bị (Device-to-Device, D2D), ví dụ bằng cách thực thi tiêu chuẩn 3GPP đối với truyền thông liên kết bên, và trong trường hợp này có thể được gọi là thiết bị truyền thông D2D. Đối với ví dụ cụ thể khác nữa, trong trường hợp Internet vạn vật (Internet of Things, IoT), WD có thể là máy hoặc thiết bị khác mà thực hiện giám sát và/hoặc đo lường, và truyền các kết quả của việc giám sát và/hoặc đo lường này đến WD khác và/hoặc nút mạng. WD trong trường hợp này có thể là thiết bị máy-đến-máy (machine-to-machine, M2M), mà trong ngữ cảnh 3GPP có thể được gọi là thiết bị truyền thông kiểu máy (machine-type communication, MTC). Như một ví dụ cụ thể, WD có thể là UE thực thi tiêu chuẩn internet vạn vật dải hẹp (Narrowband IoT, NB-IoT) 3GPP. Các ví dụ cụ thể về các máy hoặc các thiết bị như vậy là các cảm biến, các thiết bị đo như các công tơ điện năng, máy công nghiệp,

hoặc các thiết bị gia dụng hoặc cá nhân (ví dụ, tủ lạnh, máy vô tuyến truyền hình, v.v.) các thiết bị mang được cá nhân (ví dụ, đồng hồ, thiết bị theo dõi sức khỏe, v.v.). Trong các trường hợp khác, WD có thể là xe hoặc thiết bị khác mà có khả năng giám sát và/hoặc báo cáo về trạng thái hoạt động của nó hoặc các chức năng khác được liên kết với hoạt động của nó. WD như được mô tả trên đây có thể là điểm cuối của kết nối vô tuyến, trong trường hợp đó thiết bị có thể được gọi là thiết bị đầu cuối vô tuyến. Hơn nữa, WD như được mô tả trên đây có thể di động, trong trường hợp đó nó cũng có thể được gọi là thiết bị di động hoặc thiết bị đầu cuối di động.

Như được minh họa, thiết bị vô tuyến 110 bao gồm ăng ten 111, giao diện 114, mạch xử lý 120, phương tiện đọc được bằng thiết bị 130, thiết bị giao tiếp người dùng 132, thiết bị phụ trợ 134, nguồn điện 136 và mạch điện 137. WD 110 có thể bao gồm nhiều tập hợp của một hoặc nhiều thành phần trong số các thành phần được minh họa đối với các kỹ thuật vô tuyến khác nhau được hỗ trợ bởi WD 110, như, ví dụ, các kỹ thuật vô tuyến GSM, WCDMA, LTE, NR, WiFi, WiMAX, hoặc Bluetooth, đây chỉ là liệt kê một vài kỹ thuật có thể có. Các kỹ thuật vô tuyến này có thể được tích hợp vào các chip hoặc tập hợp các chip giống nhau hoặc khác nhau như là các thành phần khác trong WD 110.

Ăng ten 111 có thể bao gồm một hoặc nhiều ăng ten hoặc mảng ăng ten, được tạo cấu hình để gửi và/hoặc nhận các tín hiệu vô tuyến, và được kết nối với giao diện 114. Trong các phương án thay thế nhất định, ăng ten 111 có thể là riêng biệt với WD 110 và có thể kết nối được với WD 110 qua giao diện hoặc cổng. Ăng ten 111, giao diện 114, và/hoặc mạch xử lý 120 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động nhận hoặc truyền bất kỳ được mô tả ở đây như được thực hiện bởi WD. Thông tin, dữ liệu và/hoặc các tín hiệu bất kỳ có thể được nhận từ nút mạng và/hoặc WD khác. Theo một số phương án, mạch trung gian radiô và/hoặc ăng ten 111 có thể được xem xét là giao diện.

Như được minh họa, giao diện 114 bao gồm mạch trung gian radiô 112 và ăng ten 111. Mạch trung gian radiô 112 bao gồm một hoặc nhiều bộ lọc 118 và bộ khuếch đại 116. Mạch trung gian radiô 114 được kết nối với ăng ten 111 và mạch xử lý 120, và được tạo cấu hình để quy định các tín hiệu được truyền thông giữa ăng ten 111 và mạch

xử lý 120. Mạch trung gian rađiô 112 có thể được ghép nối với hoặc là một phần của ăng ten 111. Theo một số phương án, WD 110 có thể không bao gồm mạch trung gian rađiô 112 riêng rẽ; ngoài ra, mạch xử lý 120 có thể bao gồm mạch trung gian rađiô và có thể được nối với ăng ten 111. Tương tự, theo một số phương án, một số hoặc tất cả mạch thu-phát RF 122 có thể được xem xét là một phần của giao diện 114. Mạch trung gian rađiô 112 có thể nhận dữ liệu số mà cần được gửi ra ngoài đến các nút mạng khác hoặc các WD qua kết nối vô tuyến. Mạch trung gian rađiô 112 có thể chuyển đổi dữ liệu số thành tín hiệu rađiô có các thông số kênh và dải thông thích hợp sử dụng sự kết hợp của các bộ lọc 118 và/hoặc các bộ khuếch đại 116. Sau đó, tín hiệu rađiô có thể được truyền qua ăng ten 111. Tương tự, khi nhận dữ liệu, ăng ten 111 có thể thu thập các tín hiệu rađiô mà sau đó được chuyển đổi thành dữ liệu số bởi mạch trung gian rađiô 112. Dữ liệu số có thể được đưa sang mạch xử lý 120. Theo các phương án khác, giao diện có thể bao gồm các thành phần khác nhau và/hoặc các sự kết hợp khác nhau của các thành phần.

Mạch xử lý 120 có thể bao gồm sự kết hợp của một hoặc nhiều loại trong số bộ vi xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, bộ xử lý trung tâm, bộ xử lý tín hiệu số, mạch tích hợp chuyên dụng, mảng cổng lập trình được dạng trường, hoặc thiết bị tính toán, tài nguyên thích hợp khác bất kỳ, hoặc sự kết hợp của phần cứng, phần mềm, và/hoặc bộ lôgic được mã hóa hoạt động được để cung cấp, một mình hoặc kết hợp với các thành phần WD 110 khác, như phương tiện đọc được bằng thiết bị 130, chức năng WD 110. Chức năng như vậy có thể bao gồm việc cung cấp loại bất kỳ trong số các dấu hiệu vô tuyến hoặc các lợi ích khác nhau được thảo luận ở đây. Ví dụ, mạch xử lý 120 có thể thực hiện các lệnh được lưu trữ trong phương tiện đọc được bằng thiết bị 130 hoặc trong bộ nhớ trong mạch xử lý 120 để cung cấp chức năng được bộc lộ ở đây.

Như được minh họa, mạch xử lý 120 bao gồm một hoặc nhiều loại trong số mạch thu-phát RF 122, mạch xử lý dải gốc 124, và mạch xử lý ứng dụng 126. Theo các phương án khác, mạch xử lý có thể bao gồm các thành phần khác nhau và/hoặc các sự kết hợp khác nhau của các thành phần. Theo các phương án nhất định, mạch xử lý 120 của WD 110 có thể bao gồm SOC. Theo một số phương án, mạch thu-phát RF 122, mạch xử lý dải gốc 124, và mạch xử lý ứng dụng 126 có thể ở trên các chip hoặc các tập hợp các chip riêng rẽ. Theo các phương án khác, một phần hoặc tất cả trong số mạch

xử lý dải gốc 124 và mạch xử lý ứng dụng 126 có thể được kết hợp vào một chip hoặc tập hợp các chip, và mạch thu-phát RF 122 có thể ở trên chip hoặc tập hợp chip riêng rẽ. Theo các phương án khác nữa, một phần hoặc tất cả trong số mạch thu-phát RF 122 và mạch xử lý dải gốc 124 có thể ở trên cùng một chip hoặc tập hợp các chip, và mạch xử lý ứng dụng 126 có thể ở trên chip hoặc tập hợp các chip riêng rẽ. Theo các phương án thay thế khác nữa, một phần hoặc tất cả trong số mạch thu-phát RF 122, mạch xử lý dải gốc 124, và mạch xử lý ứng dụng 126 có thể được kết hợp trong cùng một chip hoặc tập hợp các chip. Theo một số phương án, mạch thu-phát RF 122 có thể là một phần của giao diện 114. Mạch thu-phát RF 122 có thể quy định các tín hiệu RF cho mạch xử lý 120.

Theo các phương án nhất định, một số hoặc tất cả chức năng được mô tả ở đây khi được thực hiện bởi WD có thể được cung cấp bởi mạch xử lý 120 thực hiện các lệnh được lưu trữ trên phương tiện đọc được bằng thiết bị 130, mà theo các phương án nhất định có thể là phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính. Theo các phương án khác, một số hoặc tất cả chức năng có thể được cung cấp bởi mạch xử lý 120 mà không thực hiện các lệnh được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ đọc được bằng thiết bị riêng rẽ hoặc riêng biệt, như theo cách nối cứng. Theo phương án bất kỳ trong số các phương án cụ thể đó, liệu có thực hiện các lệnh được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ đọc được bằng thiết bị hay không, mạch xử lý 120 có thể được tạo cấu hình để thực hiện chức năng được mô tả. Các lợi ích được tạo ra bởi chức năng như vậy không bị giới hạn ở một mình mạch xử lý 120 hoặc ở các thành phần khác của WD 110, mà có được bởi toàn bộ WD 110, và/hoặc bởi các người dùng cuối cùng và mạng vô tuyến nói chung.

Mạch xử lý 120 có thể được tạo cấu hình để thực hiện việc xác định, tính toán, hoặc các hoạt động tương tự bất kỳ (ví dụ, các hoạt động thu nhận nhất định) được mô tả ở đây như được thực hiện bởi WD. Các hoạt động này, khi được thực hiện bởi mạch xử lý 120, có thể bao gồm việc xử lý thông tin thu được bởi mạch xử lý 120 bằng cách, ví dụ, chuyển đổi thông tin thu được thành thông tin khác, so sánh thông tin thu được hoặc thông tin được chuyển đổi với thông tin được lưu trữ trong bởi WD 110, và/hoặc thực hiện một hoặc nhiều hoạt động dựa trên thông tin thu được hoặc thông tin được chuyển đổi, và dựa vào việc xử lý để đưa ra quyết định.

Phương tiện đọc được bằng thiết bị 130 có thể hoạt động được để lưu trữ chương trình máy tính, phần mềm, ứng dụng bao gồm một hoặc nhiều bộ lôgic, các quy tắc, mã, các bảng, v.v. và/hoặc các lệnh khác có khả năng được thực hiện bởi mạch xử lý 120. Phương tiện đọc được bằng thiết bị 130 có thể bao gồm bộ nhớ máy tính (ví dụ, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM) hoặc bộ nhớ chỉ đọc (ROM)), phương tiện lưu trữ lớn (ví dụ, đĩa cứng), phương tiện lưu trữ tháo được (ví dụ, đĩa compact (Compact Disk, CD) hoặc đĩa viđeo số (Digital Video Disk, DVD)), và/hoặc các thiết bị bộ nhớ thực hiện được bằng máy tính và/hoặc đọc được bằng thiết bị lâu dài khả biến hoặc bất khả biến khác bất kỳ mà lưu trữ thông tin, dữ liệu, và/hoặc các lệnh mà có thể được sử dụng bởi mạch xử lý 120. Theo một số phương án, mạch xử lý 120 và phương tiện đọc được bằng thiết bị 130 có thể được xem xét để được tích hợp.

Thiết bị giao tiếp người dùng 132 có thể cung cấp các thành phần mà cho phép người dùng con người tương tác với WD 110. Sự tương tác này có thể ở nhiều dạng, như thị giác, thính giác, xúc giác, v.v. Thiết bị giao tiếp người dùng 132 có thể hoạt động được để tạo ra đầu ra đến người dùng và để cho phép người dùng cung cấp đầu vào cho WD 110. Loại tương tác có thể thay đổi phụ thuộc vào loại thiết bị giao tiếp người dùng 132 được lắp đặt trong WD 110. Ví dụ, nếu WD 110 là điện thoại thông minh, thì sự tương tác có thể qua màn hình chạm; nếu WD 110 là dụng cụ đo thông minh, thì sự tương tác có thể qua màn hình mà cung cấp việc sử dụng (ví dụ, số lượng galông được sử dụng hoặc loa mà cung cấp cảnh báo nghe được (ví dụ, nếu khói được phát hiện). Thiết bị giao tiếp người dùng 132 có thể bao gồm các giao diện, các thiết bị và các mạch đầu vào, và các giao diện, các thiết bị và các mạch đầu ra. Thiết bị giao tiếp người dùng 132 được tạo cấu hình để cho phép nhập thông tin vào WD 110, và được kết nối với mạch xử lý 120 để cho phép mạch xử lý 120 xử lý thông tin được nhập. Thiết bị giao tiếp người dùng 132 có thể bao gồm, ví dụ, micrô, cảm biến tiệm cận hoặc cảm biến khác, phím/nút bấm, bộ hiển thị chạm, một hoặc nhiều camera, cổng USB, hoặc mạch đầu vào khác. Thiết bị giao tiếp người dùng 132 cũng được tạo cấu hình để cho phép kết xuất thông tin từ WD 110, và để cho phép mạch xử lý 120 kết xuất thông tin từ WD 110. Thiết bị giao tiếp người dùng 132 có thể bao gồm, ví dụ, loa, bộ hiển thị, mạch rung, cổng USB, giao diện tai nghe, hoặc mạch đầu ra khác. Nhờ sử dụng một hoặc nhiều giao diện, thiết bị và mạch vào và ra của thiết bị giao tiếp người dùng 132,

WD 110 có thể truyền thông với các người dùng cuối và/hoặc mạng vô tuyến, và cho phép chúng đạt được lợi ích từ chức năng được mô tả ở đây.

Thiết bị phụ trợ 134 có thể hoạt động được để cung cấp nhiều chức năng cụ thể hơn mà có thể không thường được thực hiện bởi các WD. Điều này có thể bao gồm các cảm biến chuyên dụng để thực hiện các phép đo nhằm các mục đích khác nhau, các giao diện dùng cho các loại truyền thông bổ sung như truyền thông hữu tuyến v.v.. Việc bao gồm và loại của các thành phần của thiết bị phụ trợ 134 có thể thay đổi phụ thuộc vào phương án và/hoặc tình huống.

Nguồn điện 136 có thể, theo một số phương án, ở dạng pin hoặc bộ pin. Các loại nguồn điện khác, như nguồn điện ngoài (ví dụ, ổ cắm điện), các thiết bị quang điện hoặc các ắc quy, cũng có thể được sử dụng. WD 110 còn có thể bao gồm mạch điện 137 để truyền năng lượng từ nguồn điện 136 đến các phần khác nhau của WD 110 mà cần năng lượng từ nguồn điện 136 để thực hiện chức năng bất kỳ được mô tả hoặc được chỉ báo ở đây. Theo các phương án nhất định, mạch điện 137 có thể bao gồm mạch quản lý năng lượng. Mạch điện 137 có thể hoạt động được thêm hoặc theo cách khác để nhận năng lượng từ nguồn điện ngoài; trong trường hợp đó WD 110 có thể có thể kết nối được với nguồn điện ngoài (như ổ cắm điện) qua mạch đầu vào hoặc giao diện như cáp nguồn điện. Theo các phương án nhất định, mạch điện 137 cũng có thể hoạt động được để truyền năng lượng từ nguồn điện ngoài đến nguồn điện 136. Điều này có thể, ví dụ, dùng cho việc tính cước của nguồn điện 136. Mạch điện 137 có thể thực hiện việc định dạng, chuyển đổi bất kỳ, hoặc cải biến khác đến năng lượng từ nguồn điện 136 để làm cho năng lượng đó thích hợp cho các thành phần tương ứng của WD 110 mà năng lượng được cung cấp.

Theo một số phương án, WD 110 là UE và UE được tạo cấu hình theo cấu hình sóng mang chia tách đường lên để truyền các PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai. Mạch xử lý 120 của UE được tạo cấu hình để xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và dữ liệu mà đã được di chuyển từ PDCP đến các thực thể RLC thứ nhất và/hoặc thứ hai để tiền xử lý và sự cấp phép các tài nguyên đường lên đã không được

nhận (lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC này). Mạch xử lý cũng được tạo cấu hình để báo cáo lượng dữ liệu PDCP cho ít nhất đường truyền đường lên thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không. Bước báo cáo bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho cả đường truyền đường lên thứ nhất và đường truyền đường lên thứ hai, và, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho chỉ đường truyền đường lên thứ nhất.

Đường truyền đường lên thứ nhất có thể được tạo cấu hình như là đường truyền đường lên được dành ưu tiên và đường truyền đường lên thứ hai có thể được tạo cấu hình như là đường truyền đường lên không được dành ưu tiên. Thực thể RLC thứ nhất có thể thuộc về MCG, và thực thể RLC thứ hai có thể thuộc về SCG.

Theo một số phương án, mạch xử lý 120 được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp tương ứng, như phương pháp 200 được thể hiện trên Fig.2, trong UE mà được tạo cấu hình theo cấu hình sóng mang chia tách đường lên để truyền các PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai. Phương pháp 200 bao gồm bước xác định tổng lượng của dữ liệu được đệm để truyền PDU (khối 202). Tổng lượng của dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC. Phương pháp 200 cũng bao gồm bước báo cáo lượng dữ liệu PDCP cho ít nhất đường truyền đường lên thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không (khối 204). Bước báo cáo bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho cả đường truyền đường lên thứ nhất và đường truyền đường lên thứ hai (khối 206), và, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho chỉ đường truyền đường lên thứ nhất (khối 208).

Phương pháp 200 cũng có thể bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, gửi lượng dữ liệu PDCP chỉ đến thực

thể RLC thứ nhất.

Theo các phương án thêm nữa, mạch xử lý 120 của UE được tạo cấu hình để xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC này. Mạch xử lý 120 cũng được tạo cấu hình để quyết định liệu việc gửi lượng dữ liệu PDCP được phép đến một trong hai thực thể RLC hay chỉ thực thể RLC thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không. Bước quyết định bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, và, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến chỉ thực thể RLC thứ nhất.

Theo các phương án nhất định, đường truyền đường lên thứ nhất tương ứng với thực thể MAC được liên kết với thực thể RLC thứ nhất, và đường truyền đường lên thứ hai tương ứng với thực thể MAC được liên kết với thực thể RLC thứ hai.

Theo một số phương án, mạch xử lý 120 được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp tương ứng, như phương pháp 300 được thể hiện trên Fig.3, trong UE mà được tạo cấu hình theo cấu hình sóng mang chia tách đường lên để truyền các PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai. Phương pháp 300 bao gồm bước xác định tổng lượng của dữ liệu được đệm để truyền PDU (khối 302). Tổng lượng của dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC. Phương pháp 300 cũng bao gồm bước quyết định liệu việc gửi lượng dữ liệu PDCP được phép đến một trong hai thực thể RLC hay đến chỉ thực thể RLC thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không (khối 304). Bước quyết định bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC (khối 306), và, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng

ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến chỉ thực thể RLC thứ nhất (khối 308).

Phương pháp này có thể còn bao gồm bước gửi lượng dữ liệu PDCP theo quyết định đó. Phương pháp này có thể bao gồm bước, đáp lại quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, gửi lượng dữ liệu PDCP đến thực thể nào trong số hai thực thể RLC đã yêu cầu lượng dữ liệu PDCP.

Theo các phương án nhất định, đường truyền đường lên thứ nhất tương ứng với thực thể MAC được liên kết với thực thể RLC thứ nhất, và đường truyền đường lên thứ hai tương ứng với thực thể MAC được liên kết với thực thể RLC thứ hai.

Fig.4 minh họa một phương án của UE theo các khía cạnh khác nhau được mô tả ở đây. Như được sử dụng ở đây, thiết bị người dùng hoặc UE có thể không cần có người dùng với nghĩa người dùng con người mà sở hữu và/hoặc thao tác thiết bị liên quan. Thay vào đó, UE có thể là thiết bị mà được dự định để bán cho, hoặc vận hành bởi, người dùng con người mà có thể không, hoặc ban đầu có thể không, được liên kết với người dùng con người cụ thể. UE cũng có thể bao gồm UE bất kỳ được nhận dạng bởi dự án đối tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project, 3GPP), bao gồm NB-IoT UE mà không được dự định để bán cho, hoặc vận hành bởi, người dùng con người. UE 400, như được minh họa trên Fig.4, là một ví dụ về WD được tạo cấu hình để truyền thông theo một hoặc nhiều tiêu chuẩn truyền thông được ban hành bởi dự án đối tác thế hệ thứ ba (3GPP), như các tiêu chuẩn GSM, UMTS, LTE, và/hoặc 5G của 3GPP. Như đã nêu trên, các thuật ngữ WD và UE có thể được sử dụng hoán đổi với nhau. Theo đó, mặc dù Fig.4 là UE, nhưng các thành phần được thảo luận ở đây có thể áp dụng được tương đương cho WD, và ngược lại.

Trên Fig.4, UE 400 bao gồm mạch xử lý 401 mà được ghép nối hoạt động với giao diện vào/ra 405, giao diện tần số radiô (RF) 409, giao diện kết nối mạng 411, bộ nhớ 415 bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM) 417, bộ nhớ chỉ đọc (ROM) 419, và phương tiện lưu trữ 421 hoặc tương tự, hệ thống con truyền thông 441, nguồn điện 433, và/hoặc thành phần khác bất kỳ, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Phương tiện lưu trữ 421 bao gồm hệ điều hành 423, chương trình ứng dụng 425, và dữ liệu 427. Theo các phương án khác, phương tiện lưu trữ 421 có thể bao gồm các loại thông tin tương tự

khác. Các UE nhất định có thể sử dụng tất cả các thành phần được thể hiện trên Fig.4, hoặc chỉ tập con của các thành phần này. Mức tích hợp giữa các thành phần này có thể thay đổi từ một UE sang một UE khác. Hơn nữa, các UE nhất định có thể chứa nhiều thực thể của một thành phần, như nhiều bộ xử lý, bộ nhớ, bộ thu-phát, bộ truyền, bộ nhận, v.v.

Trên Fig.4, mạch xử lý 401 có thể được tạo cấu hình để xử lý các lệnh máy tính và dữ liệu. Mạch xử lý 401 có thể được tạo cấu hình để thực thi máy trạng thái tuần tự có tác dụng để thực hiện các lệnh máy được lưu trữ dưới dạng các chương trình máy tính đọc được bằng máy trong bộ nhớ, như một hoặc nhiều máy trạng thái được thực thi bằng phần cứng (ví dụ, trong bộ lôgic rời rạc, FPGA, ASIC, v.v.); bộ lôgic lập trình được cùng với phần sụn thích hợp; một hoặc nhiều chương trình được lưu trữ, các bộ xử lý đa năng, như bộ vi xử lý hoặc bộ xử lý tín hiệu số (DSP), cùng với phần mềm thích hợp; hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Ví dụ, mạch xử lý 401 có thể bao gồm hai bộ xử lý trung tâm (central processing unit, CPU). Dữ liệu có thể là thông tin ở dạng thích hợp để sử dụng bởi máy tính.

Theo phương án được mô tả, giao diện vào/ra 405 có thể được tạo cấu hình để cung cấp giao diện truyền thông cho thiết bị đầu vào, thiết bị đầu ra, hoặc thiết bị vào và ra. UE 400 có thể được tạo cấu hình để sử dụng thiết bị đầu ra qua giao diện vào/ra 405. Thiết bị đầu ra có thể sử dụng cùng loại cổng giao tiếp như là thiết bị đầu vào. Ví dụ, cổng USB có thể được sử dụng để cung cấp đầu vào đến và đầu ra từ UE 400. Thiết bị đầu ra có thể là loa, thẻ mạch âm thanh, thẻ mạch viđeo, bộ hiển thị, màn hình, máy in, cơ cấu chấp hành, bộ phát, thẻ thông minh, thiết bị đầu ra khác, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. UE 400 có thể được tạo cấu hình để sử dụng thiết bị đầu vào qua giao diện vào/ra 405 để cho phép người dùng thu thập thông tin vào UE 400. Thiết bị đầu vào có thể bao gồm bộ hiển thị nhạy chạm hoặc nhạy hiện diện (presence-sensitive), camera (ví dụ, camera số, camera viđeo số, camera web, v.v.), micrô, cảm biến, chuột, bi xoay, đệm định hướng (directional pad), đệm chuyển động (trackpad), bánh xe cuộn, thẻ thông minh, và tương tự. Bộ hiển thị nhạy hiện diện có thể bao gồm cảm biến chạm điện dung hoặc điện trở để nhận biết đầu vào từ người dùng. Cảm biến có thể là, ví dụ, gia tốc kế, con quay hồi chuyển, cảm biến nghiêng, cảm biến lực, từ kế, cảm biến quang, cảm biến tiệm cận, cảm biến tương tự khác, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Ví dụ,

thiết bị đầu vào có thể là gia tốc kế, từ kế, camera số, micrô, và cảm biến quang.

Trên Fig.4, giao diện RF 409 có thể được tạo cấu hình để cung cấp giao diện truyền thông cho các thành phần RF như bộ truyền, bộ nhận, và ăng ten. Giao diện kết nối mạng 411 có thể được tạo cấu hình để cung cấp giao diện truyền thông cho mạng 443a. Mạng 443a có thể bao hàm các mạng hữu tuyến và/hoặc vô tuyến như mạng cục bộ (LAN), mạng diện rộng (WAN), mạng máy tính, mạng vô tuyến, mạng viễn thông, mạng tương tự khác hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Ví dụ, mạng 443a có thể bao gồm mạng Wi-Fi. Giao diện kết nối mạng 411 có thể được tạo cấu hình để bao gồm giao diện bộ nhận và bộ truyền được sử dụng để truyền thông với một hoặc nhiều thiết bị khác qua mạng truyền thông theo một hoặc nhiều giao thức truyền thông, như Ethernet, TCP/IP, SONET, ATM, hoặc tương tự. Giao diện kết nối mạng 411 có thể thực thi chức năng bộ nhận và bộ truyền thích hợp cho các liên kết mạng truyền thông (ví dụ, quang, điện, và tương tự). Các chức năng bộ truyền và bộ nhận có thể chia sẻ các thành phần mạng, phần mềm hoặc phần sụn, hoặc theo cách khác có thể được thực hiện riêng rẽ.

RAM 417 có thể được tạo cấu hình để giao tiếp qua bus 402 đến mạch xử lý 401 để cung cấp vùng lưu trữ hoặc vùng lưu trữ đệm của dữ liệu hoặc các lệnh máy tính trong suốt quá trình thực hiện các chương trình phần mềm như hệ điều hành, các chương trình ứng dụng, và các trình điều khiển thiết bị. ROM 419 có thể được tạo cấu hình để cung cấp các lệnh máy tính hoặc dữ liệu cho mạch xử lý 401. Ví dụ, ROM 419 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ mã hệ thống mức thấp bất biến hoặc dữ liệu dùng cho các chức năng hệ thống cơ bản như vào và ra (I/O) cơ bản, khởi động, hoặc nhận các sự gõ phím từ bàn phím mà được lưu trữ trong bộ nhớ bất khả biến. Phương tiện lưu trữ 421 có thể được tạo cấu hình để bao gồm bộ nhớ như RAM, ROM, bộ nhớ chỉ đọc lập trình được (PROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được (EPROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện (EEPROM), các đĩa từ, các đĩa quang, các đĩa mềm, các đĩa cứng, các hộp chứa tháo được, hoặc các ổ tác động nhanh. Theo một ví dụ, phương tiện lưu trữ 421 có thể được tạo cấu hình để bao gồm hệ điều hành 423, chương trình ứng dụng 425 như ứng dụng trình duyệt web, cơ chế công cụ (widget) hoặc dụng cụ (gadget) hoặc ứng dụng khác, và tệp dữ liệu 427. Phương tiện lưu trữ 421 có thể lưu trữ, để sử dụng bởi UE 400, hệ điều hành bất kỳ trong số nhiều loại hệ điều hành khác

nhau hoặc các sự kết hợp của các hệ điều hành.

Phương tiện lưu trữ 421 có thể được tạo cấu hình để bao gồm một số khối ổ vật lý, như mảng ổ đĩa độc lập dự phòng (redundant array of independent disk, RAID), ổ đĩa mềm, bộ nhớ tác động nhanh (flash memory), thẻ nhớ USB, ổ đĩa cứng ngoài, ổ kiểu ngón cái (thumb drive), ổ kiểu bút (pen drive), ổ kiểu khóa (key drive), ổ đĩa quang đĩa đa năng số mật độ cao (high-density digital versatile disc, HD-DVD), ổ đĩa cứng trong, ổ đĩa quang Blu-Ray, ổ đĩa quang lưu trữ dữ liệu số ảnh toàn ký (holographic digital data storage, HDDS), môđun bộ nhớ hai hàng (dual in-line memory module, DIMM) nhỏ bên ngoài, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động đồng bộ (synchronous dynamic random access memory, SDRAM), micrô-DIMM SDRAM bên ngoài, bộ nhớ thẻ thông minh như môđun định danh thuê bao (subscriber identity module) hoặc môđun định danh người dùng tháo được (removable user identity module) (SIM/RUIM), bộ nhớ khác, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Phương tiện lưu trữ 421 có thể cho phép UE 400 truy cập các lệnh đọc được bằng máy tính, các chương trình ứng dụng hoặc tương tự, được lưu trữ trên phương tiện nhớ tạm thời hoặc lâu dài, để dỡ dữ liệu, hoặc để tải lên dữ liệu. Sản phẩm, như sản phẩm sử dụng hệ thống truyền thông có thể được chứa hữu hình trong phương tiện lưu trữ 421, mà có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng thiết bị.

Trên Fig.4, mạch xử lý 401 có thể được tạo cấu hình để truyền thông với mạng 443b nhờ sử dụng hệ thống con truyền thông 431. Mạng 443a và mạng 443b có thể là mạng hoặc các mạng giống nhau hoặc mạng hoặc các mạng khác nhau. Hệ thống con truyền thông 431 có thể được tạo cấu hình để bao gồm một hoặc nhiều bộ thu-phát được sử dụng để truyền thông với mạng 443b. Ví dụ, hệ thống con truyền thông 431 có thể được tạo cấu hình để bao gồm một hoặc nhiều bộ thu-phát được sử dụng để truyền thông với một hoặc nhiều bộ thu-phát ở xa của thiết bị khác có khả năng truyền thông vô tuyến như WD, UE, hoặc trạm gốc khác của mạng truy cập rađiô (radio access network, RAN) theo một hoặc nhiều giao thức truyền thông, như IEEE 802.2, CDMA, WCDMA, GSM, LTE, UTRAN, WiMax, hoặc tương tự. Mỗi bộ thu-phát có thể bao gồm bộ truyền 433 và/hoặc bộ nhận 435 để thực thi một cách tương ứng chức năng của bộ truyền hoặc bộ nhận, thích hợp với các liên kết RAN (ví dụ, các sự cấp phát tần số và tương tự). Hơn nữa, bộ truyền 433 và bộ nhận 435 của mỗi bộ thu-phát có thể chia sẻ các thành phần mạch, phần mềm hoặc phần sụn, hoặc theo cách khác có thể được thực hiện riêng rẽ.

Theo phương án được minh họa, các chức năng truyền thông của hệ thống con truyền thông 431 có thể bao gồm truyền thông dữ liệu, truyền thông tiếng nói, truyền thông đa phương tiện, truyền thông khoảng cách ngắn như Bluetooth, truyền thông trường gần, truyền thông dựa trên vị trí như sử dụng Hệ thống định vị toàn cầu (global positioning system, GPS) để xác định vị trí, chức năng truyền thông tương tự khác, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Ví dụ, hệ thống con truyền thông 431 có thể bao gồm truyền thông dạng ô, truyền thông Wi-Fi, truyền thông Bluetooth, và truyền thông GPS. Mạng 443b có thể bao hàm các mạng hữu tuyến và/hoặc vô tuyến như mạng cục bộ (LAN), mạng diện rộng (WAN), mạng máy tính, mạng vô tuyến, mạng viễn thông, mạng tương tự khác hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Ví dụ, mạng 443b có thể là mạng dạng ô, mạng Wi-Fi, và/hoặc mạng trường gần. Nguồn điện 413 có thể được tạo cấu hình để cung cấp công suất xoay chiều (alternating current, AC) hoặc công suất một chiều (direct current, DC) cho các thành phần của UE 400.

Các dấu hiệu, các lợi ích và/hoặc các chức năng được mô tả ở đây có thể được thực hiện trong một trong số các thành phần của UE 400 hoặc được phân chia qua nhiều thành phần của UE 400. Hơn nữa, các dấu hiệu, các lợi ích, và/hoặc các chức năng được mô tả ở đây có thể được thực hiện theo sự kết hợp bất kỳ của phần cứng, phần mềm hoặc phần sụn. Theo một ví dụ, hệ thống con truyền thông 431 có thể được tạo cấu hình để bao gồm thành phần bất kỳ trong số các thành phần được mô tả ở đây. Hơn nữa, mạch xử lý 401 có thể được tạo cấu hình để truyền thông với thành phần bất kỳ trong số các thành phần này qua bus 402. Theo một ví dụ khác, thành phần bất kỳ trong số các thành phần này có thể được biểu diễn bởi các lệnh chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ mà khi được thực hiện bởi mạch xử lý 401 thực hiện các chức năng tương ứng được mô tả ở đây. Theo một ví dụ khác, chức năng của thành phần bất kỳ trong số các thành phần này có thể được phân chia giữa mạch xử lý 401 và hệ thống con truyền thông 431. Theo một ví dụ khác, các chức năng chuyên sâu không tính toán của thành phần bất kỳ trong số các thành phần này có thể được thực hiện trong phần mềm hoặc phần sụn và các chức năng chuyên sâu tính toán có thể được thực hiện trong phần cứng.

Fig.5 là sơ đồ khối giản lược minh họa môi trường ảo hóa 500 trong đó các chức năng được thực hiện bởi một số phương án có thể được ảo hóa. Trong ngữ cảnh này, phương tiện ảo hóa tạo các phiên bản ảo của các thiết bị hoặc dùng cụ mà có thể bao

gồm các nền tảng phần cứng ảo hóa, các thiết bị lưu trữ và các tài nguyên mạng. Như được sử dụng ở đây, ảo hóa có thể được áp dụng vào nút (ví dụ, trạm gốc được ảo hóa hoặc nút truy cập rađiô được ảo hóa) hoặc vào thiết bị (ví dụ, UE, thiết bị vô tuyến hoặc loại thiết bị truyền thông khác bất kỳ) hoặc các thành phần của chúng và đề cập đến cách thực hiện trong đó ít nhất một phần của chức năng được thực thi dưới dạng một hoặc nhiều thành phần ảo (ví dụ, qua một hoặc nhiều ứng dụng, thành phần, chức năng, máy ảo hoặc vật chứa thực hiện trên một hoặc nhiều nút xử lý vật lý trong một hoặc nhiều mạng).

Theo một số phương án, một số hoặc tất cả các chức năng được mô tả ở đây có thể được thực hiện dưới dạng các thành phần ảo được thực hiện bởi một hoặc nhiều máy ảo được thực thi trong một hoặc nhiều môi trường ảo 500 được làm chủ (hosted) bởi một hoặc nhiều nút phần cứng 530. Hơn nữa, theo các phương án trong đó nút ảo không phải là nút truy cập rađiô hoặc không đòi hỏi kết nối rađiô (ví dụ, nút mạng lõi), thì nút mạng có thể được ảo hóa hoàn toàn.

Các chức năng có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều ứng dụng 520 (mà theo cách khác có thể được gọi là các phiên bản phần mềm (software instance), các thiết bị ảo, các thiết bị chức năng mạng, các nút ảo, các thiết bị chức năng mạng ảo, v.v.) có tác dụng để thực thi một số trong số các dấu hiệu, các chức năng, và/hoặc các lợi ích của một số trong số các phương án được bộc lộ ở đây. Các ứng dụng 520 chạy trong môi trường ảo hóa 500 mà cung cấp phần cứng 530 bao gồm mạch xử lý 560 và bộ nhớ 590. Bộ nhớ 590 chứa các lệnh 595 thực hiện được bởi mạch xử lý 560 nhờ đó ứng dụng 520 có tác dụng cung cấp một hoặc nhiều loại trong số các dấu hiệu, các lợi ích, và/hoặc các chức năng được bộc lộ ở đây.

Môi trường ảo hóa 500, bao gồm các thiết bị phần cứng mạng đa năng hoặc chuyên dụng 530 bao gồm tập hợp của một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc mạch xử lý 560, mà có thể là các bộ xử lý thương mại không có quầy bán hàng (commercial off-the-shelf, COTS), các mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), hoặc loại mạch xử lý khác bất kỳ bao gồm các thành phần phần cứng số hoặc tương tự hoặc các bộ xử lý chuyên dụng. Mỗi thiết bị phần cứng có thể bao gồm bộ nhớ 590-1 mà có thể là bộ nhớ không ổn định để lưu trữ tạm thời các lệnh 595 hoặc phần mềm được thực hiện bởi mạch xử lý 560.

Mỗi thiết bị phần cứng có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ điều khiển giao diện mạng (network interface controller, NIC) 570, cũng được gọi là các thẻ mạch giao diện mạng, mà bao gồm giao diện mạng vật lý 580. Mỗi thiết bị phần cứng cũng có thể bao gồm phương tiện lưu trữ lâu dài, ổn định, đọc được bằng máy 590-2 lưu trữ trên đó phần mềm 595 và/hoặc các lệnh thực hiện được bởi mạch xử lý 560. Phần mềm 595 có thể bao gồm loại phần mềm bất kỳ bao gồm phần mềm để tạo phiên bản một hoặc nhiều lớp ảo hóa 550 (cũng được gọi là các phần mềm giám sát máy ảo (hypervisor)), phần mềm để thực hiện các máy ảo 540 cũng như phần mềm cho phép nó thực hiện các chức năng, các dấu hiệu và/hoặc các lợi ích được mô tả liên quan đến một số phương án được mô tả ở đây.

Các máy ảo 540, bao gồm việc xử lý ảo, bộ nhớ ảo, mạng hoặc giao diện ảo và vùng lưu trữ ảo, và có thể được chạy bởi lớp ảo hóa tương ứng 550 hoặc phần mềm giám sát máy ảo (hypervisor). Các phương án khác nhau của đối tượng của thiết bị ảo 520 có thể được thực hiện trên một hoặc nhiều máy ảo 540, và các cách thực hiện này có thể được tiến hành theo các cách khác nhau.

Trong suốt quá trình hoạt động, mạch xử lý 560 thực hiện phần mềm 595 để thực thể hóa phần mềm giám sát máy ảo (hypervisor) hoặc lớp ảo hóa 550, mà đôi lúc có thể được gọi là màn hình máy ảo (virtual machine monitor, VMM). Lớp ảo hóa 550 có thể là nền tảng điều hành ảo mà xuất hiện giống như phần cứng mạng đối với máy ảo 540.

Như được thể hiện trên Fig.5, phần cứng 530 có thể là nút mạng độc lập với các thành phần chung hoặc riêng. Phần cứng 530 có thể bao gồm ăng ten 5225 và có thể thực thi một số chức năng thông qua ảo hóa. Theo cách khác, phần cứng 530 có thể là một phần của cụm lớn hơn của phần cứng (ví dụ như trong trung tâm dữ liệu hoặc thiết bị thuộc nhà riêng thuê bao (customer premise equipment, CPE) trong đó nhiều nút phần cứng làm việc cùng nhau và được quản lý qua quản lý và điều phối (management and orchestration, MANO) 5100, mà, cũng như các loại khác, giám sát việc quản lý vòng đời của các ứng dụng 520.

Ảo hóa của phần cứng theo một số ngữ cảnh được gọi là ảo hóa chức năng mạng (network function virtualization, NFV). NFV có thể được sử dụng để hợp nhất nhiều loại thiết bị mạng lên trên phần cứng máy chủ dung lượng lớn tiêu chuẩn công nghiệp,

các bộ chuyển mạch vật lý, và bộ lưu trữ vật lý, mà có thể được đặt ở các trung tâm dữ liệu, và thiết bị thuộc nhà riêng thuê bao.

Trong ngữ cảnh của NFV, máy ảo 540 có thể là việc thực hiện phần mềm của máy vật lý mà chạy các chương trình như thể chúng đang thực hiện trên máy vật lý, không ảo hóa. Mỗi trong số các máy ảo 540, và một phần của phần cứng 530 mà thực hiện máy ảo đó, là phần cứng chuyên dụng cho máy ảo đó và/hoặc phần cứng được chia sẻ bởi máy ảo đó với các máy ảo khác trong số các máy ảo 540, tạo thành các phần tử mạng ảo (virtual network elements, VNE) riêng rẽ.

Cũng trong ngữ cảnh của NFV, chức năng mạng ảo (Virtual Network Function, VNF) chịu trách nhiệm xử lý các chức năng mạng cụ thể mà chạy trong một hoặc nhiều máy ảo 540 ở trên hạ tầng mạng phần cứng 530 và tương ứng với ứng dụng 520 trên Fig.5.

Theo một số phương án, một hoặc nhiều bộ phận rađiô 5200, mà mỗi bộ phận bao gồm một hoặc nhiều bộ truyền 5220 và một hoặc nhiều bộ nhận 5210 có thể được ghép nối với một hoặc nhiều ăng ten 5225. Các bộ phận rađiô 5200 có thể truyền thông trực tiếp với các nút phần cứng 530 qua một hoặc nhiều giao diện mạng thích hợp và có thể được sử dụng kết hợp với các thành phần ảo để cung cấp cho nút ảo các khả năng rađiô, như nút truy cập rađiô hoặc trạm gốc.

Theo một số phương án, báo hiệu nào đó có thể được tác động cùng với việc sử dụng hệ thống điều khiển 5240 mà theo cách khác có thể được sử dụng để truyền thông giữa các nút phần cứng 530 và các bộ phận rađiô 5200.

Các phương án được mô tả ở đây cũng có thể tránh điều có thể được mô tả là cách xử lý của UE "kém" bằng cách giới hạn việc tiền xử lý dựa trên UE, hoặc việc xử lý của các PDCP PDU trong các thực thể RLC ở lớp RLC mà tạo các RLC PDU trước khi sự cấp phép đường lên được nhận. Một số vấn đề cần được giải quyết để tránh cách xử lý của UE kém này. Một vấn đề có thể là việc tiền xử lý không được thực hiện theo tỷ lệ cấp phép quy định, dẫn đến các trễ sắp xếp lại. Một vấn đề khác có thể là dữ liệu được tiền xử lý đối với một hướng đường lên có thể bị tắc khi không có sự cấp phép thêm nữa có thể được phát ra, dẫn đến cuối cùng là mất dữ liệu. Với các vấn đề này, rõ ràng là do UE không thể ước lượng cách xử lý lập lịch của gNB hoàn toàn (UE không

biết kích thước hoặc tỷ lệ cấp phép giữa các đường truyền), để cho mức tiền xử lý trong cấu hình sóng mang phân chia đường lên đến UE có thể không thực hiện được.

Một số phương án được mô tả ở đây giới hạn lượng tiền xử lý PDU bởi UE mà có thể cho thấy cách xử lý của UE kém, liệu việc tiền xử lý có phải quá rộng và/hoặc không theo tỷ lệ cấp phép đường lên quy định hay không. Ví dụ, thời gian tối đa cho đến khi khe hở truyền được đóng bởi bộ truyền có thể được giới hạn. Khe hở truyền có thể được đưa vào bởi UE bằng cách gửi PDU có số thứ tự (SN) *n+1* qua một đường, trong khi gửi PDU SN *n* qua đường khác. Khe hở truyền được tạo ra trong trường hợp này, khi PDU *n+1* được truyền trước PDU *n*, mà có thể xảy ra khi việc cấp phép đối với PDU *n+1* trở thành khả dụng sớm hơn đối với PDU *n*. UE được ủy nhiệm đóng khe hở truyền trong thời gian tạo cấu hình được.

Việc tiền xử lý ở UE có thể được giới hạn ở một số cách. Trong một ví dụ, chênh lệch thời gian truyền tối đa giữa các nhóm ô/các thực thể RLC/các chân/các đường truyền đường lên của các PDCP PDU tiếp theo có thể được giới hạn. Chênh lệch thời gian truyền tối đa có thể là thời gian cho đến khi khe hở truyền sẽ được đóng (giữa các hoạt động truyền trên các đường truyền đường lên khác nhau). Việc tiền xử lý có thể được giới hạn bởi thời gian đệm/xếp hàng đợi tối đa trên một thực thể RLC, trong khi hoạt động truyền của PDCP PDU trước đó/sau đó xảy ra trên thực thể RLC khác. Theo một ví dụ khác, việc tiền xử lý có thể xảy ra cho đến khi bộ định thời sắp xếp lại phía bộ truyền kết thúc, bộ định thời được bắt đầu khi khe hở truyền được đưa vào và được dừng lại khi khe hở truyền được đóng.

Để tránh việc tiền xử lý mà là quá rộng, như khi thời gian tiền xử lý tối đa sắp được đạt đến hoặc khi bộ định thời kết thúc, UE phải tiền xử lý lại dữ liệu cần được truyền trong thực thể RLC khác, tức là, trên đường truyền đường lên khác. UE có thể thực hiện việc này trước khi thời gian tối đa được đạt đến hoặc bộ định thời hết hiệu lực, do việc tiền xử lý lại cũng cần thời gian. Trong một ví dụ, thời gian tối đa để đóng khe hở truyền là 5 ms, nhưng việc tiền xử lý lại cần 2 ms. Trong trường hợp này, UE sẽ, khi khe hở truyền tồn tại trong 3 ms, quyết định tiền xử lý lại PDU đang chờ truyền trong một RLC được liên kết với đường truyền đường lên thứ nhất, sẵn sàng để truyền trong thực thể RLC khác được liên kết với đường truyền đường lên thứ hai. Nếu hàng đợi

truyền của dữ liệu tồn tại trong RLC khác này, thì UE có thể thực hiện việc tiền xử lý bổ sung (việc tiền xử lý lại) thậm chí sớm hơn để cũng xem xét trễ hàng đợi này ở đó. Theo cách khác, UE có thể tiền xử lý lại PDU để được truyền như là phần tử thứ nhất của hàng đợi truyền (đặt nó ở trước hàng đợi).

Việc tiền xử lý lại của PDCP PDU có thể trải qua một số bước. Các bước này có thể bao gồm, trong thực thể RLC cũ, loại bỏ PDCP PDU (tức là, RLC SDU và các RLC PDU liên kết), mà có thể đạt được với chức năng loại bỏ RLC SDU/PDU, như được quy định trong 3GPP TS 38.322. PDCP PDU có thể được cung cấp từ RLC về phía PDCP để xử lý ở đó. Bước loại bỏ RLC bao gồm cập nhật biến số trạng thái TX_NEXT và việc tiền xử lý lại (ấn định/cập nhật phần đầu/SN) của các RLC PDU khác trong hàng đợi. Trong trường hợp RLC SDU không thể được loại bỏ (ví dụ, do ít nhất một trong số các RLC PDU liên kết đã được truyền), bước nêu trên được bỏ qua. Điều này có nghĩa là RLC SDU chỉ được loại bỏ nếu không có phần nào của RLC SDU đã được gửi đến lớp dưới để truyền.

Thực thể PDCP có thể vẫn có phần trỏ/sự liên kết với PDU này, hoặc có thể nhận nó từ thực thể RLC cũ trong bước trước đó. PDCP có thể truyền lại PDU về phía thực thể RLC mới. Trong thực thể RLC mới, PDCP PDU được tiền xử lý (tức là, SN/phần đầu RLC PDU được ấn định). UE có thể đặt PDU ở cuối hàng đợi. Nếu UE đặt PDU ở phía trước hàng đợi (đối với hoạt động truyền sớm hơn), các SN/các phần đầu RLC PDU của các PDU tiếp theo (lúc này được dịch chuyển lùi) cần được cập nhật theo đó.

Có hai tùy chọn chính để tránh các vấn đề này:

Tùy chọn 1: giải pháp được quy định đầy đủ

Trong tùy chọn thứ nhất, theo một số phương án, việc gửi dữ liệu của các PDCP PDU đến lớp dưới bất kỳ được phép vào thời điểm bất kỳ, khi dữ liệu vượt quá ngưỡng chia tách. Để tránh các trễ sắp xếp lại thừa, thời gian lệch (skew time) tối đa có thể được quy định. Điều này có thể được hoàn thành, ví dụ, nhờ bộ định thời sắp xếp lại truyền giống với bộ định thời sắp xếp lại nhận. Việc gửi dữ liệu cũng có thể được thực hiện với các bộ định thời cho mỗi PDU đếm lượng chênh lệch thời gian truyền tối đa của một PDU liên quan đến các PDU tiếp theo được truyền trên một đường truyền đường lên hoặc nhóm ô khác.

Để ngăn không cho dữ liệu đường lên được tiền xử lý bị tắc vào lúc hết hiệu lực của bộ định thời đó, thực thể RLC phải loại bỏ các PDU được tiền xử lý bị tắc và tiến hành các hoạt động truyền lại. Điều này có thể bao gồm việc tính toán lại SN/phần đầu RLC đối với dữ liệu sau đó. TX_NEXT có thể cần được cập nhật. Điều này cũng có thể bao gồm việc truyền lại dữ liệu qua thực thể RLC khác. Lý tưởng là, các hoạt động truyền lại này được thực hiện trước khi các PDU khác được tiền xử lý trong thực thể RLC khác này. Điều này có nghĩa là, dữ liệu cần được truyền lại có thể được bổ sung ở phía trước hàng đợi, bao gồm việc tính toán lại SN/phần đầu RLC khác đối với dữ liệu sau đó. Lưu ý rằng trong một số trường hợp, RLC có thể không thể loại bỏ RLC SDU bị tắc và các RLC PDU liên kết. Điều này có thể là do việc ít nhất một RLC PDU liên kết đã được truyền bởi bộ truyền. Việc loại bỏ RLC SDU và các PDU liên quan sẽ làm cho phía bộ nhận yêu cầu các hoạt động truyền lại của các PDU đó - nếu chế độ báo nhận (Acknowledged Mode, AM) RLC được sử dụng. Tuy nhiên, đối với chế độ không báo nhận (Unacknowledged Mode, UM) RLC, có thể loại bỏ RLC SDU và các RLC PDU liên kết mà không gặp rủi ro bất kỳ. Các thủ tục loại bỏ và thực thi bộ định thời có thể được dự kiến trước trên PDCP hoặc trên mỗi thực thể RLC. Thủ tục truyền lại PDCP có thể được chuẩn hóa đối với "việc cải tổ" ("reshuffling") dữ liệu giữa các thực thể RLC.

Tùy chọn 2: Gửi chỉ dựa trên yêu cầu, với ngoại lệ là việc tiền xử lý giới hạn được phép

Trong cách tiếp cận này, mô hình hóa và thiết kế giao thức LTE của việc gửi đến PDCP các lớp thấp hơn được kế thừa, bao gồm "gửi chỉ dựa trên yêu cầu" đối với sóng mang chia tách. Theo cách này, không có quy cách kỹ thuật thêm nữa tác động đến các thủ tục khác (ví dụ, loại bỏ, truyền lại PDCP, v.v.) được đòi hỏi.

Để không loại trừ việc tiền xử lý theo một số cách thực hiện, hoạt động truyền được phép đối với các lớp thấp hơn trước, tuy nhiên bị hạn chế. Để tránh cách xử lý của UE kém bắt nguồn từ UE ước lượng các tỷ lệ cấp phép đường lên không chính xác, giới hạn tiền xử lý có thể cần được quy định.

Một cách hiệu quả để tránh vấn đề nêu trên là phải cho phép việc tiền xử lý chỉ ở điều kiện là sự biến động được đưa vào tiềm năng do các khe hở truyền đưa vào được giới hạn bởi ngưỡng trễ quy định. Các khe hở truyền được, ví dụ, đưa vào khi UE tiền

xử lý dữ liệu (ví dụ, PDCP PDU SN *n*) để truyền qua SN, trong khi PDU SN *n*+1 tiếp theo được truyền qua MN.

Theo các phương án nhất định, việc tiền xử lý rộng hoặc việc tiền xử lý không theo tỷ lệ cấp phép UL có thể tránh được nhờ giới hạn thời gian tối đa cho đến khi khe hở truyền được đóng bởi bộ truyền. Đây là thời gian tối đa để truyền PDU n, nếu PDU n+1 đã được truyền. Theo một số phương án, việc gửi các PDCP PDU dựa trên yêu cầu từ các lớp thấp hơn.

Theo các phương án nhất định, như là một ngoại lệ đối với một số trong số các phương án trên đây, việc gửi các PDCP PDU đến RLC lớp dưới (nhằm mục đích tiền xử lý) được phép ở điều kiện là khe hở truyền tiềm năng giữa các đường truyền đường lên được đóng trong ngưỡng thời gian quy định.

Theo các phương án nhất định, khi UE áp dụng việc tiền xử lý, UE được ủy nhiệm đóng khe hở truyền trong ngưỡng thời gian quy định. Điều này có nghĩa là, UE xử lý lại PDCP PDU để truyền qua đường truyền hoặc nhóm ô khác. Với cách này, sự biến động tiềm năng được đưa vào bởi việc chia tách sóng mang đường lên dựa trên UE (việc tiền xử lý trên các thực thể RLC khác nhau) được giới hạn. Hơn nữa, giới hạn này đảm bảo việc điều khiển mạng của các tài nguyên rađiô được sử dụng, tức là, UE có thể xác định trước đường truyền đường lên, vì vậy cho phép tiền xử lý, nhưng điều này không ủy nhiệm mạng phát ra sự cấp phép đường lên trên đường truyền đó. Nhờ đó, UE, bằng cách đảm bảo rằng độ sâu sắp xếp lại (thời gian để đóng khe hở) nhỏ hơn ngưỡng, cũng bao hàm rằng UE có khả năng phải xử lý lại dữ liệu từ một đường truyền đường lên đến một đường truyền đường lên khác (ví dụ, từ SCG RLC đến MCG RLC) – trong trường hợp nó được tiền xử lý một cách quá mạnh mẽ và các tỷ lệ cấp phép đường lên không được ước lượng chính xác. Nhờ đó, việc xử lý lại có thể cần thời gian. UE chỉ phải đảm bảo độ sâu sắp xếp lại (thời gian để đóng khe hở) tối đa, mà có thể xấp xỉ biến động mong muốn tối đa, ví dụ, 5 ms. Mặc dù các sự tương tác giữa các thực thể RLC (và PDCP) có thể được phép đối với việc thực thi UE, nhưng trong mô hình quy định, PDCP gửi dữ liệu đến các lớp thấp hơn chỉ dựa trên yêu cầu.

Ví dụ, UE tiền xử lý lượng dữ liệu đối với các kích thước cấp phép được ước lượng trên nhóm ô chính (MCG) và nhóm ô phụ (SCG). Trong trường hợp UE đã ước

lượng kích thước cấp phép SCG sai cao hơn theo hệ số 10 so với kích thước cấp phép thực tế, thì nó sẽ đưa vào cuối của các hoạt động truyền dữ liệu, độ sâu sắp xếp lại là 10 TTI (ví dụ, 10 PDU được gửi trên MCG trong 1 ms, nhưng 10 PDU khác được gửi trên SCG trong 10 ms). Tuy nhiên, UE được ủy nhiệm để đảm bảo độ sâu sắp xếp lại tối đa là 5 ms. Do đó, sau 1 ms thứ nhất, UE còn 4 ms để truyền dữ liệu còn lại và vì vậy sẽ di chuyển dữ liệu được tiền xử lý sai đối với SCG đến MCG RLC để truyền ở đó, bao gồm việc xử lý lại các PDU.

Theo một số phương án, lượng dữ liệu phải được so sánh với ngưỡng chia tách PDCP, xét vì việc tiền xử lý được phép. Khi các PDCP PDU được di chuyển đến RLC nhằm mục đích tiền xử lý, và dữ liệu chưa được truyền, việc tính toán lượng dữ liệu vẫn có thể được so sánh với ngưỡng chia tách. Ngưỡng này xác định lượng dữ liệu được đệm để truyền trên đường truyền đường lên được dành ưu tiên, và vì vậy tất cả dữ liệu trên cả RLC và PDCP mà chưa được truyền sẽ được xem xét. Theo một số phương án, ngoài lượng dữ liệu PDCP, tất cả dữ liệu được tiền xử lý mà chưa được truyền trên RLC sẽ được xem xét để so sánh với ngưỡng chia tách PDCP.

Nói chung, báo cáo trạng thái bộ đệm (BSR) hoặc báo cáo lượng dữ liệu sau đó có thể tuân theo hoạt động LTE, có nghĩa là nếu lượng dữ liệu nhỏ hơn ngưỡng chia tách, thì dữ liệu được chỉ báo chỉ cho đường truyền đường lên được tạo cấu hình. Nếu lượng dữ liệu lớn hơn ngưỡng, thì dữ liệu được chỉ báo cho cả hai đường truyền đường lên. Mặc dù lượng dữ liệu cho hoạt động BSR giống như trong LTE, nhưng để việc thực thi tiền xử lý hiệu quả, tuy nhiên cần lưu ý rằng việc gửi thực tế đến thủ tục lớp thấp hơn sẽ cần phải khác một chút với trong LTE. Điều này có nghĩa là, khi lượng dữ liệu nhỏ hơn ngưỡng chia tách PDCP, thì nó phải được truyền qua đường truyền đường lên được tạo cấu hình (trong khi trong LTE nó là khả thi qua mỗi đường truyền đường lên).

Theo các phương án nhất định, khi lượng dữ liệu nhỏ hơn ngưỡng chia tách PDCP, UE không được mong đợi có dữ liệu khả dụng để truyền trên đường truyền đường lên không được dành ưu tiên.

Chủ đề ví dụ mà có thể được bổ sung vào TS 38.323 v1.0, để giới hạn thời gian tối đa cho đến khi khe hở truyền được đóng, được thể hiện dưới đây. Các phần bổ sung được thể hiện đậm.

5.2.1 Hoạt động truyền

Khi nhận PDCP SDU từ các lớp cao hơn, thực thể PDCP truyền sẽ:

- bắt đầu *discardTimer* (bộ định thời loại bỏ) được liên kết với PDCP SDU này (nếu được tạo cấu hình);

Đối với PDCP SDU được nhận từ các lớp cao hơn, thực thể PDCP truyền sẽ:

- kết hợp giá trị COUNT (ĐẾM) tương ứng với TX_NEXT với PDCP SDU này;

Lưu ý: Việc liên kết nhiều hơn một nửa không gian PDCP SN của các PDCP SDU liền kề với các PDCP SN, khi ví dụ, các PDCP SDU được loại bỏ hoặc được truyền mà không có báo nhận, có thể gây ra vấn đề mất đồng bộ HFN. Cách để ngăn chặn vấn đề mất đồng bộ HFN được để lại dựa trên cách thực hiện của UE.

- thực hiện nén phần đầu của PDCP SDU như được quy định trong khoản phụ 5.7.4;
- thực hiện bảo vệ tính toàn vẹn, và mã hóa nhờ sử dụng TX_NEXT như được quy định tương ứng trong khoản phụ 5.9 và 5.8;
- thiết lập PDCP SN của PDU dữ liệu PDCP ở TX_NEXT mod (modulo - chia lấy phần dư) $2^{[pdcp\text{-}SN\text{-}Size]}$;
- tăng TX_NEXT thêm một;
- gửi PDU dữ liệu PDCP tạo thành đến lớp dưới như được quy định dưới đây.

Khi gửi PDU dữ liệu PDCP đến lớp dưới, thực thể PDCP truyền sẽ:

- nếu thực thể PDCP truyền được liên kết với một thực thể RLC:
  - gửi PDU dữ liệu PDCP đến thực thể RLC liên kết;
- nếu không, nếu thực thể PDCP truyền được liên kết với hai thực thể RLC:
  - nếu *pdcpDuplication* được tạo cấu hình và được kích hoạt:
    - nhân đôi PDU dữ liệu PDCP và gửi PDU dữ liệu PDCP đến cả hai thực thể RLC liên kết;
  - nếu không, nếu *pdcpDuplication* được tạo cấu hình nhưng không được kích

hoạt:

- gửi PDU dữ liệu PDCP đến thực thể RLC được tạo cấu hình;

- nếu không:

  - nếu lượng dữ liệu PDCP nhỏ hơn *ul-DataSplitThreshold*:

    - **PDU dữ liệu PDCP sẽ được làm cho khả dụng để truyền đến thực thể RLC được tạo cấu hình;**

    - **khi được yêu cầu bởi các lớp thấp hơn,** gửi PDU dữ liệu PDCP đến thực thể RLC được tạo cấu hình;

  - nếu không:

    - **PDU dữ liệu PDCP sẽ được làm cho khả dụng để truyền đối với mỗi thực thể RLC liên kết;**

    - **khi được yêu cầu bởi các lớp thấp hơn,** gửi PDU dữ liệu PDCP đến ~~một trong số~~ thực thể RLC liên kết yêu cầu.

Lưu ý: Nhằm mục đích tiền xử lý, khi thực thể PDCP truyền được liên kết với hai thực thể RLC, việc gửi các PDCP PDU đến RLC được phép ở điều kiện là khe hở truyền có khả năng đưa vào trong các PDCP PDU tiếp theo giữa hai thực thể RLC kết hợp được đóng trong *X*ms. Khi việc tiền xử lý được sử dụng, ngoài lượng dữ liệu PDCP, lượng dữ liệu của các RLC PDU chưa được truyền trên hai thực thể RLC kết hợp được xem xét để so sánh với *ul-DataSplitThreshold*.

Một cách tiếp cận khác đối với UE giới hạn việc tiền xử lý bao gồm hai phần, theo một số phương án. Phần thứ nhất là nhận dạng thực thể RLC mà phải truyền PDCP PDU đến. Lưu ý rằng PDCP PDU và RLC SDU sẽ được sử dụng không rõ ràng trong toàn bộ phần mô tả này. PDCP PDU là đối tượng mà thực thể PDCP truyền đến thực thể RLC. RLC SDU là đối tượng mà thực thể RLC nhận từ thực thể PDCP. Phần thứ hai là giám sát PDCP PDU và quyết định liệu có truyền PDCP PDU trong thực thể RLC thứ hai hay không.

Nhận dạng thực thể RLC để truyền PDCP PDU

Phần thứ nhất, hoặc việc nhận dạng thực thể RLC mà cần truyền PDCP PDU trong đó, bao gồm hai bước. Ở bước 1, UE tính toán thời gian để truyền (time to transmit, TtT) RLC SDU (cũng được gọi là TtT_SDU). Phép đo này được tính cho mỗi thực thể RLC. Phép đo này có thể còn được xử lý để được sử dụng trong phép toán tiếp theo và có thể là, ví dụ, TtT trung bình, trung vị, hoặc tối đa đối với RLC SDU. Thời gian để truyền (TtT) RLC SDU là thời gian từ khi thực thể PDCP truyền PDCP PDU đến thực thể RLC cho đến khi thực thể RLC truyền RLC SDU đầy đủ, hoặc khi UE đã nhận việc cấp phép đủ để truyền RLC SDU đầy đủ.

Ở bước 2, UE quyết định PDCP PDU được truyền bởi thực thể RLC nào trước tiên. Nói chung, UE truyền các PDCP PDU đến thực thể RLC mà có TtT (tức thời/trung bình/trung vị/tối đa) ngắn nhất. Bất đẳng thức mà là TtT_SDU_1 - TtT_SDU_2 > độ lệch có nghĩa là thực thể RLC thứ hai truyền các PDCP PDU nhanh hơn thực thể RLC thứ nhất (chỉ số 1 và 2 theo cách này đề cập đến thực thể RLC hoặc nhóm ô). Vì vậy, UE có thể ưu tiên hoạt động truyền PDCP PDU bởi thực thể RLC thứ hai. Bất đẳng thức mà là độ lệch > TtT_SDU_1 - TtT_SDU_2 có nghĩa là thực thể RLC thứ nhất truyền các PDCP PDU nhanh hơn thực thể RLC thứ hai. Vì vậy, UE có thể ưu tiên hoạt động truyền PDCP PDU bởi thực thể RLC thứ nhất. Bất đẳng thức mà là độ lệch ≤ TtT_SDU_1 - TtT_SDU_2 ≤ độ lệch có nghĩa là hoạt động truyền PDCP PDU bởi một trong số các thực thể RLC xảy ra trong cửa sổ độ lệch và vì vậy thực thể PDCP có thể truyền PDCP PDU đến một trong số các thực thể RLC. Với phương án này, sự cân bằng tải giữa các hàng đợi truyền được hoàn thành. TtT_SDU_1 là thời gian để truyền (TtT) (trung bình/trung vị/tối đa/v.v.) RLC SDU trong thực thể RLC thứ nhất, và TtT_SDU_2 là thời gian để truyền (TtT) (trung bình/trung vị/tối đa/v.v.) RLC SDU trong thực thể RLC thứ hai. Độ lệch là giá trị được mã hóa cứng hoặc được tạo cấu hình (nhờ báo hiệu RRC từ gNB).

Theo một số phương án, mạch xử lý 120 của UE 110 có thể được tạo cấu hình để thu nhận giới hạn tiền xử lý tối đa để tiền xử lý các PDU để truyền qua các đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc thứ hai và thực hiện một hoặc nhiều hoạt động để ngăn không cho việc tiền xử lý các PDU vượt quá giới hạn tiền xử lý tối đa. Việc này có thể bao gồm việc loại bỏ PDU được tiền xử lý để truyền qua đường truyền đường lên thứ nhất. Việc này có thể cũng bao gồm việc truyền lại, qua đường truyền đường lên thứ

hai, PDU được tiền xử lý mà được loại bỏ từ hoạt động truyền qua đường truyền đường lên thứ nhất.

Giới hạn tiền xử lý tối đa có thể bao gồm giới hạn đối với chênh lệch thời gian truyền giữa hoạt động truyền PDU thứ nhất trên đường truyền đường lên thứ nhất và hoạt động truyền PDU thứ hai trên đường truyền đường lên thứ hai.

Mạch xử lý 120 có thể được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều hoạt động bằng cách giới hạn việc tiền xử lý các PDU nhờ thời gian đệm hoặc xếp hàng đợi tối đa trên thực thể điều khiển liên kết radiô (RLC) thứ nhất trong khi hoạt động truyền trước đó hoặc tiếp theo của PDU xảy ra trên thực thể RLC thứ hai. Mạch xử lý 120 cũng có thể được tạo cấu hình để cho phép việc tiền xử lý các PDU xảy ra cho đến khi bộ định thời sắp xếp lại phía bộ truyền hết hiệu lực, trong đó bộ định thời được bắt đầu khi khe hở truyền được đưa vào giữa hoạt động truyền PDU thứ nhất và hoạt động truyền PDU thứ hai tiếp theo, và trong đó bộ định thời được dừng lại khi khe hở truyền được đóng.

Việc tiền xử lý các PDU có thể được phép trước khi yêu cầu từ thực thể RLC được nhận. PDU có thể được phép được gửi đến thực thể RLC trước khi yêu cầu từ thực thể RLC được nhận.

Giám sát PDCP PDU và quyết định liệu có truyền PDCP PDU trong thực thể RLC thứ hai hay không

Phần thứ hai của cách tiếp cận khác này bao gồm giám sát PDCP PDU và quyết định liệu có truyền hoặc di chuyển PDCP PDU trong thực thể RLC thứ hai hay không. Phần thứ hai này bao gồm bước 3, trong đó UE giám sát và quyết định liệu PDCP PDU mà đã được truyền bởi thực thể RLC thứ nhất có nên được truyền thực tế bởi thực thể RLC thứ hai hay không. Nói chung, UE có thể ước lượng liệu PDCP PDU mà đã được truyền đến thực thể RLC thứ nhất có thể được truyền bởi thực thể RLC thứ hai hay không. Điều này có thể được đánh giá bằng cách xem xét các bất đẳng thức sau đây. TtT_SDU_1 + TtT_SDU_2 < T_delay – delta, trong đó T_delay là thông số tương tự như thông số thời gian T_reordering. Nó liên quan đến sự biến động tối đa hoặc thời gian sắp xếp lại được đưa vào tối đa ở bộ truyền và có thể tạo cấu hình được bởi RRC.

TTT_SDU_1 + TTT_SDU_2 > T_delay có nghĩa là nếu PDCP PDU mà được

đệm trong thực thể RLC thứ nhất và sau đó được truyền trong thực thể RLC thứ hai, PDCP PDU có thể đến sau khi T_delay hết hiệu lực ở phía bộ nhận. Điều đó ngụ ý rằng PDCP PDU sẽ được loại bỏ. Do đó, khi TTT_SDU_1 + TTT_SDU_2 > T_delay thì UE có thể không cố gắng truyền PDCP PDU bởi thực thể RLC thứ hai sau khi nó đã đệm PDCP PDU trong thực thể RLC thứ nhất.

TTT_SDU_1 + TTT_SDU_2 ≤ T_delay có nghĩa là nếu PDCP PDU mà đã được đệm trong thực thể RLC thứ nhất và sau đó được truyền trong thực thể RLC thứ hai, PDCP PDU có thể đến trước khi T_delay hết hiệu lực ở phía bộ nhận. Điều này ngụ ý rằng PDCP PDU vẫn sẽ được chấp nhận. Do đó, khi TTT_SDU_1 + TTT_SDU_2 ≤ T_delay, UE có thể vẫn cố gắng truyền PDCP PDU bởi thực thể RLC thứ hai nếu thực thể RLC thứ nhất không truyền PDCP PDU sau một chu kỳ thời gian.

Trong khi bất đẳng thức TTT_SDU_1 + TTT_SDU_2 ≤ T_delay được đáp ứng, UE bắt đầu bộ định thời (Waiting_timer) khi PDCP PDU được truyền đến thực thể RLC thứ nhất. Khi bất đẳng thức Waiting_timer = T_delay – TTT_SDU_2, thực thể PDU truyền PDCP PDU đến thực thể RLC thứ hai. Để tránh hiệu ứng ping-pong giữa các thực thể RLC, phương trình có thể đưa vào hệ số đenta, như Waiting_timer = T_delay – TTT_SDU_2 – delta_1. Đenta có thể là khác trong trường hợp PDCP PDU được truyền trước tiên qua thực thể RLC thứ nhất và sau đó điều được quyết định là PDU cần được truyền qua thực thể RLC thứ hai. Phương trình có thể là Waiting_timer = T_delay – TTT_SDU_1 – delta_2.

Để tối thiểu hóa việc xử lý của UE, UE có thể khởi tạo phép đo/bộ định thời đối với mỗi *n* PDCP PDU hoặc đối với mọi lúc có khe hở truyền. Ví dụ, nếu phép đo được khởi tạo mỗi *n* PDCP PDU, thì quyết định được thực hiện ở bước 2 và bước 3 có thể áp dụng cho tất cả các PDCP PDU với SN=*X* và SN=*X*+*n-1*. Tương tự, nếu bộ định thời được bắt đầu khi có khe hở, thì việc quyết định được thực hiện ở bước 2 và bước 3 nên áp dụng vào tất cả các PDU cho đến khe hở tiếp theo. Sự kết hợp của hai cách tiếp cận này cũng có thể được sử dụng.

Theo một phương án thêm nữa, ngoài phương pháp được mô tả trong phần phụ này mà dẫn đến các hàng đợi dữ liệu cân bằng hơn và vì vậy dẫn đến các trễ sắp xếp lại/sự biến động thấp hơn, UE còn có thể giới hạn lượng tuyệt đối của việc tiền xử lý

tính trên một hàng đợi nhờ không tiền xử lý đối với thực thể RLC cụ thể, nếu lượng dữ liệu được đệm đối với thực thể RLC lớn hơn ngưỡng được tạo cấu hình, hoặc không tiền xử lý đối với thực thể RLC, nếu TtT_SDU dùng cho thực thể RLC này lớn hơn ngưỡng được tạo cấu hình.

Có hai dòng tư tưởng. Một mặt, các PDCP PDU sẽ không được gửi đến các thực thể RLC để truyền trừ khi các sự cấp phép đường lên được nhận. Dòng tư tưởng này dùng lại cơ chế dựa trên ngưỡng của LTE đối với sóng mang phân chia UL. Để duy trì sự điều khiển của nhà khai thác mạng và mạng, nó không nên là UE mà quyết định dựa trên đường truyền UL đối với PDCP PDU. Trong trường hợp này, đường truyền cần được xác định trước khi việc cấp phép UL được nhận để cho phép việc tiền xử lý hiệu quả theo một số cách thực hiện. Việc tiền xử lý, hoặc việc xác định hướng truyền UL bởi UE, có thể dẫn đến các trễ sắp xếp lại rộng ở bộ nhận PDCP, nếu tỷ lệ chia tách UL định trước không tương ứng với tỷ lệ cấp phép UL. Điều này có nghĩa là, sự biến động được đưa vào bởi các trễ sắp xếp lại trở thành chi tiết thực hiện UE. Có thể có độ phức tạp chuẩn hóa bổ sung khi xử lý hoặc loại bỏ dữ liệu trên lớp RLC, tái cấu hình đường UL được dành ưu tiên, hoặc tái cấu hình động sự nhân đôi PDCP UL. Thời gian kích hoạt/khử kích hoạt chuyển mạch/nhân đôi hiệu quả có thể bị trễ bởi dữ liệu được tiền xử lý trên một RLC, mà không thể được làm cho khả dụng để truyền/nhân đôi trên RLC khác.

Tuy nhiên, mặt khác, việc gửi các PDCP PDU đến RLC chỉ dựa trên yêu cầu có thể gây ra gánh nặng đáng kể để cho phép việc tiền xử lý hiệu quả. Một số phương án được mô tả ở đây cung cấp các giải pháp để tránh cách xử lý của UE kém, mà có thể bao gồm việc không tiền xử lý theo tỷ lệ cấp phép (dẫn đến các trễ sắp xếp lại) hoặc có dữ liệu được tiền xử lý đối với một hướng UL bị tắc khi không có sự cấp phép thêm nữa có thể được phát ra (dẫn đến cuối cùng mất dữ liệu).

Điều được nhận ra ở đây là do UE không thể ước lượng cách xử lý lập lịch các gNB hoàn toàn, để cho việc tiền xử lý trong sóng mang phân chia UL đến UE không khả thi. Cách xử lý của UE kém có thể tránh được nhờ giới hạn thời gian tối đa cho đến khi khe hở truyền được đóng bởi bộ truyền (thời gian tối đa để truyền PDCP PDU n sau khi truyền PDCP n+1).

Theo một số phương án, PDCP của UE đảm bảo rằng không nhiều hơn một nửa của không gian PDCP SN được cấp phát. Việc nhân đôi cũng có thể áp dụng được vào PDU điều khiển PDCP.

Theo một số phương án, mạch xử lý 120 được tạo cấu hình để hoạt động trong cấu hình sóng mang chia tách đường lên để truyền PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai. Mạch xử lý 120 được tạo cấu hình để nhận dạng thực thể nào trong số các thực thể RLC thứ nhất và thứ hai sẽ truyền PDU thứ nhất, đệm PDU thứ nhất trong định danh RLC được nhận dạng của các thực thể RLC thứ nhất và thứ hai, giám sát việc tiền xử lý PDU thứ nhất trong định danh RLC được nhận dạng và xác định, dựa trên việc giám sát, liệu có truyền PDU thứ nhất trong thực thể còn lại trong số các thực thể RLC thứ nhất và thứ hai.

Việc nhận dạng thực thể nào trong số các thực thể RLC thứ nhất và thứ hai sẽ truyền PDU thứ nhất có thể bao gồm việc tính toán thời gian để chuyển tiếp đơn vị dữ liệu dịch vụ RLC đầy đủ (full RLC SDU) đối với các thực thể RLC thứ nhất và thứ hai, trong đó thời gian để chuyển tiếp đối với RLC SDU bao gồm thời gian từ khi RDU được truyền đến thực thể RLC tương ứng cho đến khi thực thể RLC tương ứng truyền RLC SDU đầy đủ hoặc khi UE đã nhận sự cấp phép đủ để truyền RLC SDU đầy đủ. Mạch xử lý 120 cũng có thể được tạo cấu hình để xác định thực thể nào trong số các thực thể RLC thứ nhất và thứ hai truyền PDU thứ nhất, dựa trên thời gian để chuyển tiếp đối với mỗi thực thể trong số các thực thể RLC thứ nhất và thứ hai. Có thể xác định được rằng PDU thứ nhất cần được truyền trong thực thể còn lại trong số các thực thể RLC thứ nhất và thứ hai đáp lại việc xác định rằng tổng thời gian để chuyển tiếp đối với thực thể RLC thứ nhất và thời gian để chuyển tiếp đối với thực thể RLC thứ hai nhỏ hơn ngưỡng trễ thời gian định trước.

Fig.6 minh họa mạng viễn thông được kết nối qua mạng trung gian đến máy tính chủ theo một số phương án. Dựa vào Fig.6, theo một phương án, hệ thống truyền thông bao gồm mạng viễn thông 610, như mạng dạng ô loại 3GPP, mà bao gồm mạng truy cập 611, như mạng truy cập radiô, và mạng lõi 614. Mạng truy cập 611 bao gồm nhiều trạm gốc 612a, 612b, 612c, như các NB, các eNB, các gNB hoặc các loại điểm truy cập vô

tuyến khác, mỗi trạm xác định vùng phủ sóng 613a, 613b, 613c tương ứng. Mỗi trạm gốc 612a, 612b, 612c có thể kết nối được với mạng lõi 614 qua kết nối hữu tuyến hoặc vô tuyến 615. UE thứ nhất 691 được đặt trong vùng phủ sóng 613c được tạo cấu hình để kết nối vô tuyến với, hoặc được tìm gọi bởi, trạm gốc 612c tương ứng. UE thứ hai 692 trong vùng phủ sóng 613a có thể kết nối vô tuyến được với trạm gốc 612a tương ứng. Mặc dù các UE 691, 692 được minh họa trong ví dụ này, nhưng các phương án được bộc lộ có thể áp dụng được tương đương cho tình huống trong đó một UE ở trong vùng phủ sóng hoặc trong đó một UE đang kết nối với trạm gốc 612 tương ứng.

Bản thân mạng viễn thông 610 được kết nối với máy tính chủ 630, mà có thể được bao gồm trong phần cứng và/hoặc phần mềm của máy chủ độc lập, máy chủ được thực thi theo đám mây, máy chủ phân tán hoặc dưới dạng các tài nguyên xử lý trong cụm máy chủ. Máy tính chủ 630 có thể thuộc quyền sở hữu hoặc dưới quyền điều khiển của nhà cung cấp dịch vụ, hoặc có thể được vận hành bởi nhà cung cấp dịch vụ hoặc thay mặt nhà cung cấp dịch vụ. Các kết nối 621 và 622 giữa mạng viễn thông 610 và máy tính chủ 630 có thể mở rộng trực tiếp từ mạng lõi 614 đến máy tính chủ 630 hoặc có thể đi qua mạng trung gian tùy chọn 620. Mạng trung gian 620 có thể là một trong số, hoặc sự kết hợp của nhiều hơn một trong số, mạng chung, riêng hoặc chủ; mạng trung gian 620, nếu có, có thể là mạng trục chính (backbone network) hoặc Internet; cụ thể, mạng trung gian 620 có thể bao gồm hai hoặc nhiều hơn hai mạng con (không được thể hiện trên hình vẽ).

Hệ thống truyền thông trên Fig.6 nói chung cho phép kết nối giữa các UE được kết nối 691, 692 và máy tính chủ 630. Sự kết nối này có thể được mô tả dưới dạng kết nối qua internet tốc độ cao (over-the-top, OTT) 660. Máy tính chủ 630 và các UE được kết nối 691, 692 được tạo cấu hình để truyền thông dữ liệu và/hoặc báo hiệu qua kết nối OTT 650, sử dụng mạng truy cập 611, mạng lõi 614, mạng trung gian 620 bất kỳ và hạ tầng khả thi thêm nữa (không được thể hiện trên hình vẽ) làm các thành phần trung gian. Kết nối OTT 650 có thể là rõ rệt với ý nghĩa là các thiết bị truyền thông tham gia mà qua đó kết nối OTT 650 đi qua không biết việc định tuyến của các hoạt động truyền thông đường lên và đường xuống. Ví dụ, trạm gốc 612 có thể không hoặc không cần được thông báo về việc định tuyến trước đó của hoạt động truyền thông đường xuống đến với dữ liệu bắt nguồn từ máy tính chủ 630 để được chuyển tiếp (ví dụ, được chuyển

giao) đến UE được kết nối 691. Tương tự, trạm gốc 612 không cần nhận biết việc định tuyến sau này của hoạt động truyền thông đường lên ra ngoài bắt nguồn từ UE 691 về phía máy tính chủ 630.

Các cách thực hiện ví dụ, theo một phương án, của UE, trạm gốc và máy tính chủ được thảo luận trong các đoạn trên đây sẽ được mô tả dựa vào FIG.7, mà minh họa máy tính chủ truyền thông qua trạm gốc với thiết bị người dùng qua kết nối vô tuyến một phần theo một số phương án. Trong hệ thống truyền thông 700, máy tính chủ 710 bao gồm phần cứng 715 bao gồm giao diện truyền thông 716 được tạo cấu hình để thiết lập và duy trì kết nối hữu tuyến hoặc vô tuyến với giao diện của thiết bị truyền thông khác của hệ thống truyền thông 700. Máy tính chủ 710 còn bao gồm mạch xử lý 718, mà có thể có các khả năng lưu trữ và/hoặc xử lý. Cụ thể, mạch xử lý 718 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý lập trình được, mạch tích hợp chuyên dụng, mảng cổng lập trình được dạng trường hoặc các sự kết hợp của chúng (không được thể hiện trên hình vẽ) được làm thích ứng để thực hiện các lệnh. Máy tính chủ 710 còn bao gồm phần mềm 711, mà được lưu trữ trong hoặc truy cập được bởi máy tính chủ 710 và thực hiện được bởi mạch xử lý 718. Phần mềm 711 bao gồm ứng dụng chủ 712. Ứng dụng chủ 712 có thể hoạt động được để cung cấp dịch vụ cho người dùng ở xa, như UE 730 kết nối qua kết nối OTT 750 chấm dứt tại UE 730 và máy tính chủ 710. Khi cung cấp dịch vụ cho người dùng ở xa, ứng dụng chủ 712 có thể cung cấp dữ liệu người dùng mà được truyền nhờ sử dụng kết nối OTT 750.

Hệ thống truyền thông 700 còn bao gồm trạm gốc 720 được bố trí trong hệ thống viễn thông và bao gồm phần cứng 725 cho phép nó truyền thông với máy tính chủ 710 và với UE 730. Phần cứng 725 có thể bao gồm giao diện truyền thông 726 để thiết lập và duy trì kết nối hữu tuyến hoặc vô tuyến với giao diện của thiết bị truyền thông khác của hệ thống truyền thông 700, cũng như giao diện radiô 727 để thiết lập và duy trì ít nhất kết nối vô tuyến 770 với UE 730 được đặt trong vùng phủ sóng (không được thể hiện trên Fig.7) được phục vụ bởi trạm gốc 720. Giao diện truyền thông 726 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ kết nối 770 với máy tính chủ 710. Kết nối 770 có thể là trực tiếp hoặc nó có thể đi qua mạng lõi (không được thể hiện trên Fig.7) của hệ thống viễn thông và/hoặc qua một hoặc nhiều mạng trung gian bên ngoài hệ thống viễn thông. Theo phương án được thể hiện, phần cứng 725 của trạm gốc 720 còn bao gồm mạch xử lý

728, mà có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý lập trình được, các mạch tích hợp chuyên dụng, các mảng cổng lập trình được dạng trường hoặc các sự kết hợp của chúng (không được thể hiện trên hình vẽ) được làm thích ứng để thực hiện các lệnh. Trạm gốc 720 còn có phần mềm 721 được lưu trữ bên trong hoặc truy cập được qua kết nối bên ngoài.

Hệ thống truyền thông 700 còn bao gồm UE 730 đã được nêu. Phần cứng 735 của nó có thể bao gồm giao diện rađiô 737 được tạo cấu hình để thiết lập và duy trì kết nối vô tuyến 760 với trạm gốc phục vụ vùng phủ sóng trong đó UE 730 hiện được bố trí. Phần cứng 735 của UE 730 còn bao gồm mạch xử lý 738, mà có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý lập trình được, các mạch tích hợp chuyên dụng, các mảng cổng lập trình được dạng trường hoặc các sự kết hợp của chúng (không được thể hiện trên hình vẽ) được làm thích ứng để thực hiện các lệnh. UE 730 còn bao gồm phần mềm 731, mà được lưu trữ trong hoặc truy cập được bởi UE 730 và thực hiện được bởi mạch xử lý 738. Phần mềm 731 bao gồm ứng dụng khách 732. Ứng dụng khách 732 có thể hoạt động được để cung cấp dịch vụ cho người dùng con người hoặc không phải con người qua UE 730, với sự hỗ trợ của máy tính chủ 710. Trong máy tính chủ 710, ứng dụng chủ thực hiện 712 có thể truyền thông với ứng dụng khách thực hiện 732 qua kết nối OTT 750 chấm dứt tại UE 730 và máy tính chủ 710. Khi cung cấp dịch vụ cho người dùng, ứng dụng khách 732 có thể nhận dữ liệu yêu cầu từ ứng dụng chủ 712 và cung cấp dữ liệu người dùng đáp lại dữ liệu yêu cầu. Kết nối OTT 750 có thể truyền cả dữ liệu yêu cầu lẫn dữ liệu người dùng. Ứng dụng khách 732 có thể tương tác với người dùng để tạo dữ liệu người dùng mà nó cung cấp.

Cần lưu ý rằng máy tính chủ 710, trạm gốc 720 và UE 730 được minh họa trên Fig.7 có thể lần lượt tương tự hoặc giống hệt máy tính chủ 630, một trong số các trạm gốc 612a, 612b, 612c và một trong số các UE 691, 692 trên Fig.6. Điều này có nghĩa là, các công việc bên trong của các thực thể này có thể như được thể hiện trên Fig.7 và một cách độc lập, cấu trúc liên kết mạng xung quanh có thể như trên Fig.6.

Trên Fig.7, kết nối OTT 750 đã được lấy một cách trừu tượng để minh họa việc truyền thông giữa máy tính chủ 710 và UE 730 qua trạm gốc 720, mà không tham chiếu rõ ràng đến các thiết bị trung gian bất kỳ và việc định tuyến chính xác của các tin nhắn

qua các thiết bị này. Hạ tầng mạng có thể xác định việc định tuyến, mà nó có thể được tạo cấu hình để che đậy khỏi UE 730 hoặc khỏi nhà cung cấp dịch vụ vận hành máy tính chủ 710, hoặc cả hai. Trong khi kết nối OTT 750 hoạt động, cơ sở hạ tầng mạng còn có thể thực hiện các quyết định mà nhờ đó nó thay đổi theo cách động việc định tuyến (ví dụ, trên cơ sở đánh giá hoặc tái cấu hình sự cân bằng tải của mạng).

Kết nối vô tuyến 760 giữa UE 730 và trạm gốc 720 là theo các hướng dẫn của các phương án được mô tả trong toàn bộ bản mô tả này. Một hoặc nhiều phương án khác nhau nâng cao hiệu năng của các dịch vụ OTT được cung cấp cho UE 730 nhờ sử dụng kết nối OTT 750, trong đó kết nối vô tuyến 760 tạo thành phân đoạn cuối cùng. Cách xử lý kém của UE có thể được giảm bớt và thời gian giữa nhận cấp phép đường lên và thời gian hoạt động truyền đường lên được gửi cũng có thể được giảm bớt. Chính xác hơn, các hướng dẫn của các phương án này có thể cải thiện tốc độ dữ liệu, độ trễ, và mức tiêu thụ năng lượng và nhờ đó đem lại các lợi ích như thời gian chờ của người dùng giảm, độ đáp ứng tốt hơn, và tuổi thọ pin kéo dài.

Thủ tục đo có thể được cung cấp nhằm mục đích giám sát tốc độ dữ liệu, độ trễ và các yếu tố khác mà trên đó một hoặc nhiều phương án cải thiện. Còn có thể có chức năng mạng tùy chọn để tái cấu hình kết nối OTT 750 giữa máy tính chủ 710 và UE 730, đáp lại các sự thay đổi trong các kết quả đo. Thủ tục đo và/hoặc chức năng mạng để tái cấu hình kết nối OTT 750 có thể được thực hiện trong phần mềm 711 và phần cứng 715 của máy tính chủ 710 hoặc trong phần mềm 731 và phần cứng 735 của UE 730, hoặc cả hai. Theo các phương án, các cảm biến (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được triển khai trong hoặc kết hợp với các thiết bị truyền thông mà qua đó kết nối OTT 750 đi qua; các cảm biến có thể tham gia vào thủ tục đo bằng cách cung cấp các giá trị của các đại lượng được giám sát được lấy ví dụ trên đây, hoặc cung cấp các giá trị của các đại lượng vật lý khác mà từ đó phần mềm 711, 731 có thể tính toán hoặc ước lượng các đại lượng được giám sát. Việc tái cấu hình kết nối OTT 750 có thể bao gồm định dạng tin nhắn, các thiết lập truyền lại, định tuyến ưu tiên v.v.; việc tái cấu hình không cần phải tác động đến trạm gốc 720, và nó có thể không được biết đến hoặc không thể nhận thấy được đối với trạm gốc 720. Các thủ tục và các chức năng này có thể được biết đến và thực hành trong lĩnh vực này. Theo các phương án nhất định, các phép đo có thể gồm báo hiệu UE sở hữu hỗ trợ các phép đo của máy tính chủ 710 về lưu lượng, các

thời gian lan truyền, độ trễ và tương tự. Các phép đo có thể được thực hiện trong phần mềm 711 và 731 đó làm cho các tin nhắn được truyền, cụ thể các tin nhắn rỗng hoặc 'giả' ('dummy'), sử dụng kết nối OTT 750 trong khi nó giám sát các thời gian lan truyền, các lỗi v.v.

Fig.8 là lưu đồ minh họa phương pháp được thực thi trong hệ thống truyền thông, theo một phương án. Hệ thống truyền thông bao gồm máy tính chủ, trạm gốc, và UE mà có thể là các thực thể được mô tả dựa vào Fig.6 và Fig.7. Để đơn giản cho sáng chế, chỉ các sự tham chiếu hình vẽ đến Fig.8 sẽ có trong phần này. Ở bước 810, máy tính chủ cung cấp dữ liệu người dùng. Ở bước con 811 (có thể là tùy chọn) của bước 810, máy tính chủ cung cấp dữ liệu người dùng bằng cách thực hiện ứng dụng chủ. Ở bước 820, máy tính chủ khởi tạo hoạt động truyền mang dữ liệu người dùng đến UE. Ở bước 830 (có thể là tùy chọn), trạm gốc truyền đến UE dữ liệu người dùng mà được mang trong hoạt động truyền mà máy tính chủ đã khởi tạo, theo các hướng dẫn của các phương án được mô tả trong toàn bộ bản mô tả này. Ở bước 840 (cũng có thể là tùy chọn), UE thực hiện ứng dụng khách được liên kết với ứng dụng chủ được thực hiện bởi máy tính chủ.

Fig.9 là lưu đồ minh họa phương pháp được thực thi trong hệ thống truyền thông, theo một phương án. Hệ thống truyền thông bao gồm máy tính chủ, trạm gốc, và UE mà có thể là các thực thể được mô tả dựa vào Fig.6 và Fig.7. Để đơn giản cho sáng chế, chỉ các sự tham chiếu hình vẽ đến Fig.9 sẽ có trong phần này. Ở bước 910 của phương pháp này, máy tính chủ cung cấp dữ liệu người dùng. Trong bước con tùy chọn (không được thể hiện trên hình vẽ) máy tính chủ cung cấp dữ liệu người dùng bằng cách thực hiện ứng dụng chủ. Ở bước 920, máy tính chủ khởi tạo hoạt động truyền mang dữ liệu người dùng đến UE. Hoạt động truyền này có thể đi qua trạm gốc, theo các hướng dẫn của các phương án được mô tả trong toàn bộ bản mô tả này. Ở bước 930 (có thể là tùy chọn), UE nhận dữ liệu người dùng được mang trong hoạt động truyền này.

Fig.10 là lưu đồ minh họa phương pháp được thực thi trong hệ thống truyền thông, theo một phương án. Hệ thống truyền thông bao gồm máy tính chủ, trạm gốc, và UE mà có thể là các thực thể được mô tả dựa vào Fig.6 và Fig.7. Để đơn giản cho sáng chế, chỉ các sự tham chiếu hình vẽ đến Fig.10 sẽ có trong phần này. Ở bước 1010 (có

thể là tùy chọn), UE nhận dữ liệu đầu vào được cung cấp bởi máy tính chủ. Ngoài ra hoặc theo cách khác, ở bước 1020, UE cung cấp dữ liệu người dùng. Ở bước con 1021 (có thể là tùy chọn) của bước 1020, UE cung cấp dữ liệu người dùng bằng cách thực hiện ứng dụng khách. Ở bước con 1011 (có thể là tùy chọn) của bước 1010, UE thực hiện ứng dụng khách mà cung cấp dữ liệu người dùng phản ứng với dữ liệu đầu vào được nhận được cung cấp bởi máy tính chủ. Khi cung cấp dữ liệu người dùng, ứng dụng khách được thực hiện còn có thể xem xét đầu vào người dùng được nhận từ người dùng. Không quan tâm đến cách cụ thể trong đó dữ liệu người dùng đã được cung cấp, UE khởi tạo, ở bước con 1030 (có thể là tùy chọn), hoạt động truyền dữ liệu người dùng đến máy tính chủ. Ở bước 1040 của phương pháp này, máy tính chủ nhận dữ liệu người dùng được truyền từ UE, theo các hướng dẫn của các phương án được mô tả trong toàn bộ bản mô tả này.

Fig.11 là lưu đồ minh họa phương pháp được thực thi trong hệ thống truyền thông, theo một phương án. Hệ thống truyền thông bao gồm máy tính chủ, trạm gốc, và UE mà có thể là các thực thể được mô tả dựa vào Fig.6 và Fig.7. Để đơn giản cho sáng chế, chỉ các sự tham chiếu hình vẽ đến Fig.11 sẽ có trong phần này. Ở bước 1110 (có thể là tùy chọn), theo các hướng dẫn của các phương án được mô tả trong toàn bộ bản mô tả này, trạm gốc nhận dữ liệu người dùng từ UE. Ở bước 1120 (có thể là tùy chọn), trạm gốc khởi tạo hoạt động truyền dữ liệu người dùng được nhận đến máy tính chủ. Ở bước 1130 (có thể là tùy chọn), máy tính chủ nhận dữ liệu người dùng được mang trong hoạt động truyền được khởi tạo bởi trạm gốc.

Các bước, các phương pháp, các dấu hiệu, các chức năng, hoặc các lợi ích thích hợp bất kỳ được bộc lộ ở đây có thể được thực hiện qua một hoặc nhiều bộ phận chức năng hoặc các môđun của một hoặc nhiều thiết bị ảo. Mỗi thiết bị ảo có thể bao gồm một số bộ phận chức năng này. Các thiết bị chức năng này có thể được thực thi qua mạch xử lý, mà có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ vi xử lý hoặc bộ vi điều khiển, cũng như phần cứng số khác, mà có thể bao gồm các bộ xử lý tín hiệu số (DSP), bộ logic số chuyên dụng, và tương tự. Mạch xử lý có thể được tạo cấu hình để thực hiện mã chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ, mà có thể bao gồm một hoặc một số loại bộ nhớ như bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ đệm (cache), các thiết bị bộ nhớ tác động nhanh (flash memory), các thiết bị lưu trữ quang, v.v.. Mã

chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ bao gồm các lệnh chương trình để thực hiện một hoặc nhiều giao thức viễn thông và/hoặc truyền thông dữ liệu cũng như các lệnh để thực hiện một hoặc nhiều kỹ thuật được mô tả ở đây. Theo một số cách thực hiện, mạch xử lý có thể được sử dụng để làm cho bộ phận chức năng tương ứng thực hiện các chức năng tương ứng theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế.

Theo đó, Fig.12 thể hiện cách thực hiện chức năng của UE, theo một số phương án, được tạo cấu hình theo cấu hình sóng mang chia tách đường lên để truyền các PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai. Cách thực hiện này bao gồm môđun xác định 1202 để xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC. Cách thực hiện này cũng bao gồm môđun báo cáo 1204 để báo cáo lượng dữ liệu PDCP cho ít nhất đường truyền đường lên thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không. Bước báo cáo bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho cả đường truyền đường lên thứ nhất và đường truyền đường lên thứ hai, và, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho chỉ đường truyền đường lên thứ nhất. Theo một số phương án, cách thực hiện này bao gồm môđun truyền 1206 để, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, gửi lượng dữ liệu PDCP chỉ đến thực thể RLC thứ nhất.

Fig.13 thể hiện một cách thực hiện chức năng khác của UE, theo một số phương án, được tạo cấu hình để truyền các PDU bởi thực thể RLC thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai. Cách thực hiện này bao gồm môđun xác định 1302 để xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC. Cách thực hiện này cũng bao gồm môđun quyết định 1304 để quyết định liệu việc gửi lượng dữ liệu PDCP được phép đến một trong hai thực thể RLC hay đến chỉ thực thể RLC thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu

có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không. Bước quyết định bao gồm, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, và, đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến chỉ thực thể RLC thứ nhất. Theo một số phương án, cách thực hiện này bao gồm môđun truyền 1306 để gửi lượng dữ liệu PDCP theo việc quyết định đó.

Cần hiểu rằng các phương pháp và các phương án khác nhau được mô tả trên đây được sử dụng nhằm mục đích minh họa, và các sự thay đổi có thể xảy ra. Ví dụ, các bước khác nhau có thể được kết hợp, bỏ qua, hoặc sắp xếp lại nếu cần để đạt được mục đích mong muốn. Nói chung, tất cả các thuật ngữ được sử dụng ở đây cần được hiểu theo nghĩa thông thường của chúng trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan, trừ khi nghĩa khác được đưa ra rõ ràng và/hoặc được ngụ ý từ ngữ cảnh trong đó nó được sử dụng. Tất cả các sự tham chiếu đến một phần tử, thiết bị, thành phần, phương tiện, bước, v.v. cần được hiểu theo nghĩa mở là tham chiếu đến ít nhất một thực thể trong số phần tử, thiết bị, thành phần, phương tiện, bước, v.v., trừ khi được nêu khác rõ ràng. Các bước của các phương pháp bất kỳ được bộc lộ ở đây không nhất thiết phải được thực hiện theo đúng thứ tự được bộc lộ, trừ khi một bước được mô tả rõ ràng là theo sau hoặc ở trước một bước khác và/hoặc trong đó có ngụ ý rằng một bước phải theo sau hoặc ở trước một bước khác. Dấu hiệu bất kỳ của phương án bất kỳ trong số các phương án được bộc lộ ở đây có thể được áp dụng vào phương án khác bất kỳ, ở bất kỳ nơi nào thích hợp. Tương tự, ưu điểm bất kỳ của phương án bất kỳ trong số các phương án này có thể áp dụng vào các phương án khác bất kỳ, và ngược lại. Các mục đích, các dấu hiệu và các ưu điểm khác của các phương án kèm theo sẽ rõ ràng từ phần mô tả.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông bởi thiết bị người dùng (user equipment, UE) được tạo cấu hình để truyền các đơn vị dữ liệu gói (packet data unit, PDU) bởi thực thể điều khiển liên kết rađiô (Radio Link Control, RLC) thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai, phương pháp này bao gồm các bước:

xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu giao thức hội tụ dữ liệu gói (Packet Data Convergence Protocol, PDCP) và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC này;

báo cáo lượng dữ liệu PDCP cho ít nhất đường truyền đường lên thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không, trong đó bước báo cáo bao gồm:

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho cả đường truyền đường lên thứ nhất và đường truyền đường lên thứ hai, và

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho chỉ đường truyền đường lên thứ nhất; và

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, gửi lượng dữ liệu PDCP chỉ đến thực thể RLC thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đường truyền đường lên thứ nhất là đường truyền đường lên được dành ưu tiên và đường truyền đường lên thứ hai là đường truyền đường lên không được dành ưu tiên.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó thực thể RLC thứ nhất thuộc về nhóm ô chính (Master Cell Group, MCG) và thực thể RLC thứ hai thuộc về nhóm ô phụ (Secondary Cell Group, SCG).

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên đây, trong đó đường truyền đường lên thứ nhất tương ứng với thực thể MAC được liên kết với thực thể RLC thứ

nhất, và trong đó đường truyền đường lên thứ hai tương ứng với thực thể MAC được liên kết với thực thể RLC thứ hai.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên đây, phương pháp này còn bao gồm các bước:

quyết định liệu việc gửi lượng dữ liệu PDCP được phép đến một trong hai thực thể RLC hoặc đến chỉ thực thể RLC thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không, trong đó bước quyết định bao gồm:

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, và

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến chỉ thực thể RLC thứ nhất.

6. Phương pháp theo điểm 5, phương pháp này còn bao gồm bước gửi lượng dữ liệu PDCP theo quyết định đó.

7. Phương pháp theo điểm 5 hoặc điểm 6, phương pháp này còn bao gồm bước, đáp lại quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, gửi lượng dữ liệu PDCP đến thực thể nào trong số hai thực thể RLC đã yêu cầu lượng dữ liệu PDCP.

8. Thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để truyền các đơn vị dữ liệu gói (packet data unit, PDU) bởi thực thể điều khiển liên kết rađiô (Radio Link Control, RLC) thứ nhất qua đường truyền đường lên thứ nhất và/hoặc bởi thực thể RLC thứ hai qua đường truyền đường lên thứ hai, UE này bao gồm:

mạch thu-phát được tạo cấu hình để gửi và nhận các tín hiệu rađiô; và

mạch xử lý được liên kết hoạt động với mạch thu-phát và được tạo cấu hình để:

xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu giao thức hội tụ dữ liệu gói (Packet Data

Convergence Protocol, PDCP) và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC này; và

báo cáo lượng dữ liệu PDCP cho ít nhất đường truyền đường lên thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không, trong đó bước báo cáo bao gồm:

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho cả đường truyền đường lên thứ nhất và đường truyền đường lên thứ hai, và

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho chỉ đường truyền đường lên thứ nhất; và

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, gửi lượng dữ liệu PDCP chỉ đến thực thể RLC thứ nhất.

9. UE theo điểm 8, trong đó đường truyền đường lên thứ nhất là đường truyền đường lên được dành ưu tiên và đường truyền đường lên thứ hai là đường truyền đường lên không được dành ưu tiên.

10. UE theo điểm 8 hoặc điểm 9, trong đó thực thể RLC thứ nhất thuộc về nhóm ô chính (Master Cell Group, MCG) và thực thể RLC thứ hai thuộc về nhóm ô phụ (Secondary Cell Group, SCG).

11. UE theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 10, trong đó đường truyền đường lên thứ nhất tương ứng với thực thể MAC được liên kết với thực thể RLC thứ nhất, và trong đó đường truyền đường lên thứ hai tương ứng với thực thể MAC được liên kết với thực thể RLC thứ hai.

12. UE theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 11, trong đó mạch xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu giao thức hội tụ dữ liệu gói (Packet Data Convergence Protocol, PDCP) và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC này; và

quyết định liệu việc gửi lượng dữ liệu PDCP được phép đến một trong hai thực thể RLC hay đến chỉ thực thể RLC thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không, trong đó mạch xử lý được tạo cấu hình để:

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, và

đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến chỉ thực thể RLC thứ nhất.

13. UE theo điểm 12, trong đó mạch xử lý được tạo cấu hình để gửi lượng dữ liệu PDCP theo quyết định đó.

14. UE theo điểm 12 hoặc điểm 13, trong đó mạch xử lý được tạo cấu hình để, đáp lại quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC, gửi lượng dữ liệu PDCP đến thực thể nào trong số hai thực thể RLC đã yêu cầu lượng dữ liệu PDCP.

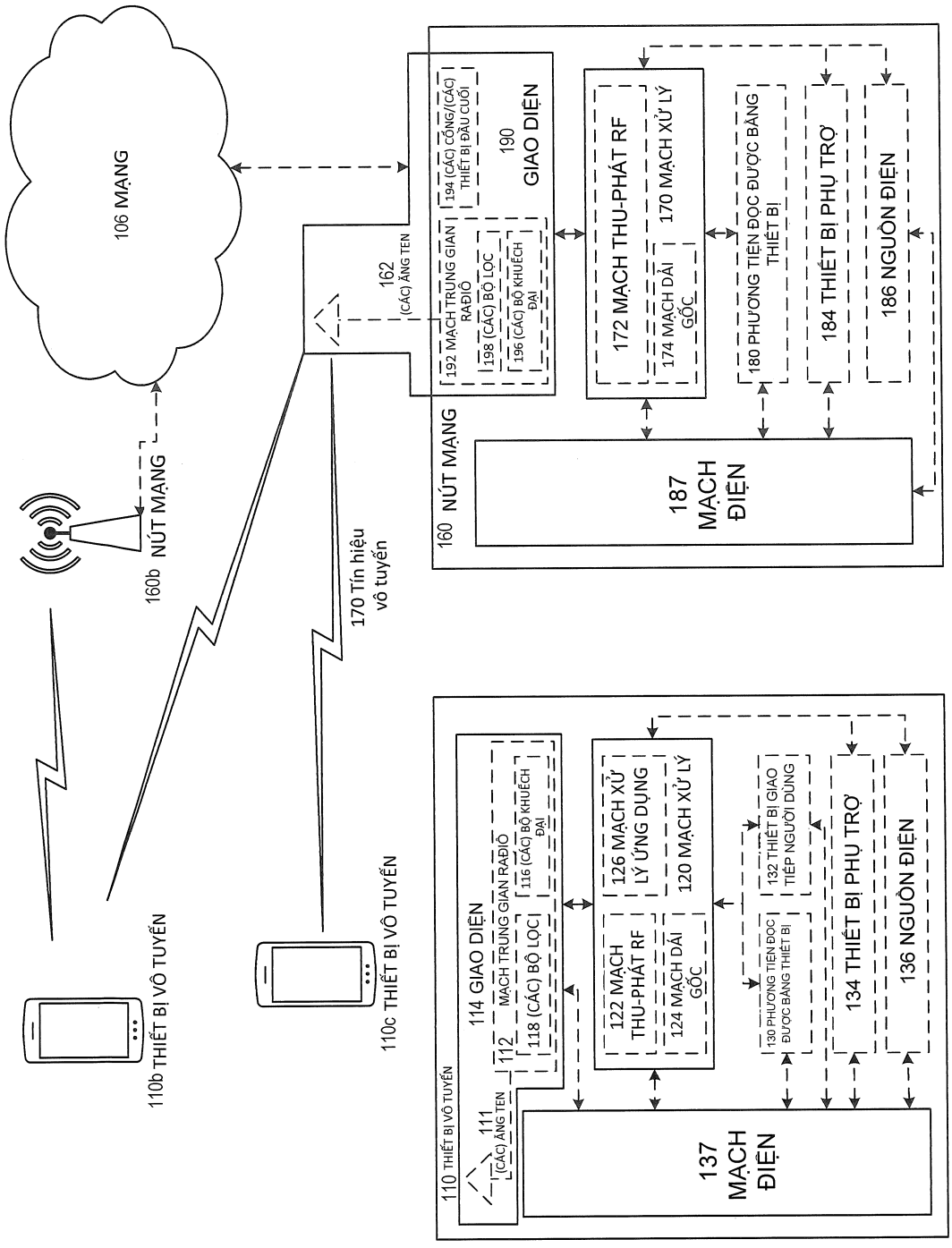
106 MẠNG
160b NÚT MẠNG
170 Tín hiệu vô tuyến
110b THIẾT BỊ VÔ TUYẾN
110c THIẾT BỊ VÔ TUYẾN
160 NÚT MẠNG
162 (CÁC) ĂNG TEN
192 MẠCH TRUNG GIAN RADIO
198 (CÁC) BỘ LỌC
196 (CÁC) BỘ KHUẾCH ĐẠI
194 (CÁC) CỔNG/(CÁC) THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI
190 GIAO DIỆN
172 MẠCH THU-PHÁT RF
174 MẠCH DẢI GỐC
170 MẠCH XỬ LÝ
180 PHƯƠNG TIỆN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG THIẾT BỊ
184 THIẾT BỊ PHỤ TRỢ
186 NGUỒN ĐIỆN
187 MẠCH ĐIỆN
110 THIẾT BỊ VÔ TUYẾN
111 (CÁC) ĂNG TEN
114 GIAO DIỆN
112 MẠCH TRUNG GIAN RADIO
118 (CÁC) BỘ LỌC
116 (CÁC) BỘ KHUẾCH ĐẠI
122 MẠCH THU-PHÁT RF
124 MẠCH DẢI GỐC
126 MẠCH XỬ LÝ ỨNG DỤNG
120 MẠCH XỬ LÝ
130 PHƯƠNG TIỆN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG THIẾT BỊ
132 THIẾT BỊ GIAO TIẾP NGƯỜI DÙNG
134 THIẾT BỊ PHỤ TRỢ
136 NGUỒN ĐIỆN
137 MẠCH ĐIỆN

FIG. 1

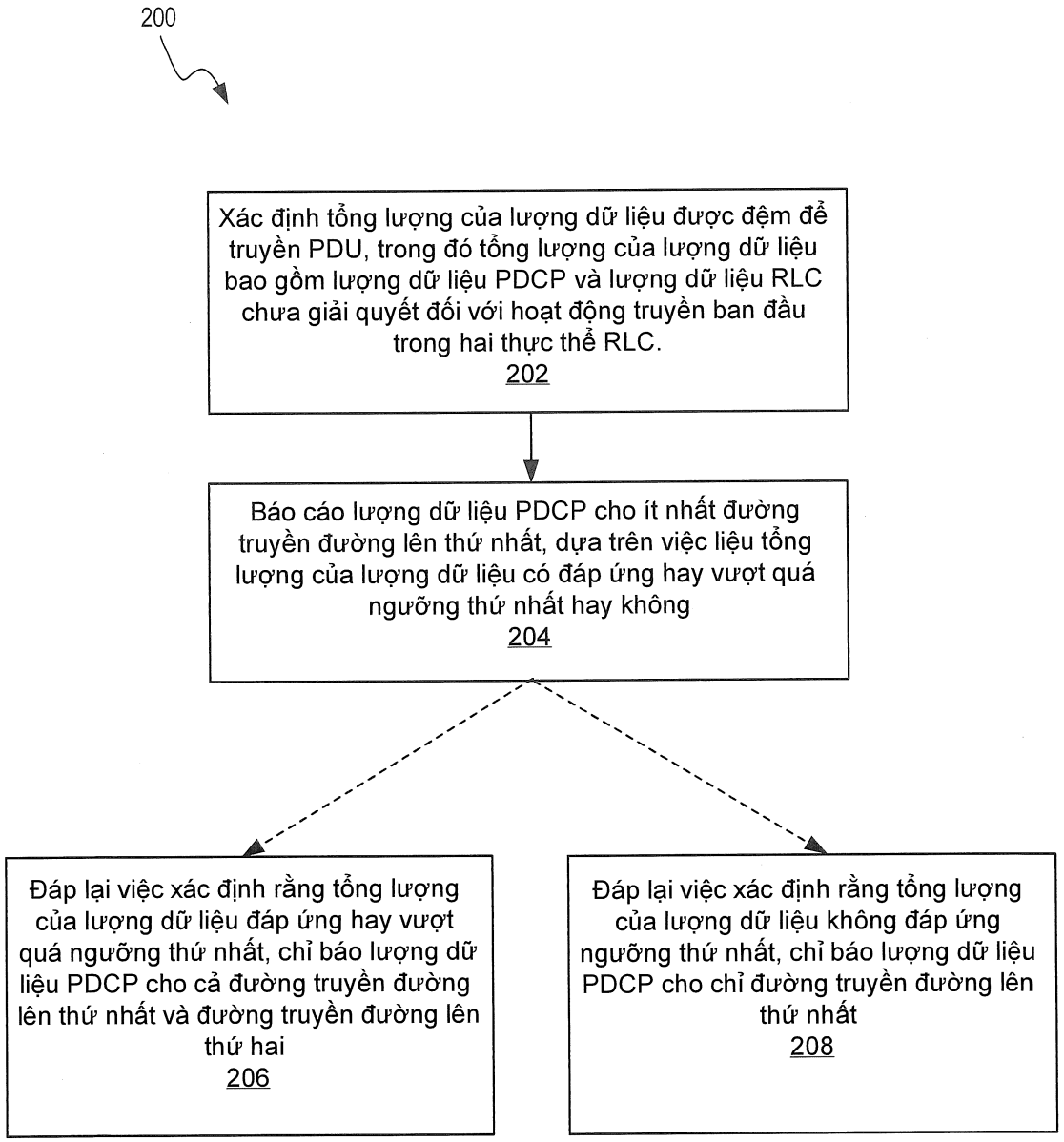
200
Xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC.
202
Báo cáo lượng dữ liệu PDCP cho ít nhất đường truyền đường lên thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không
204
Đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho cả đường truyền đường lên thứ nhất và đường truyền đường lên thứ hai
206
Đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, chỉ báo lượng dữ liệu PDCP cho chỉ đường truyền đường lên thứ nhất
208

FIG. 2

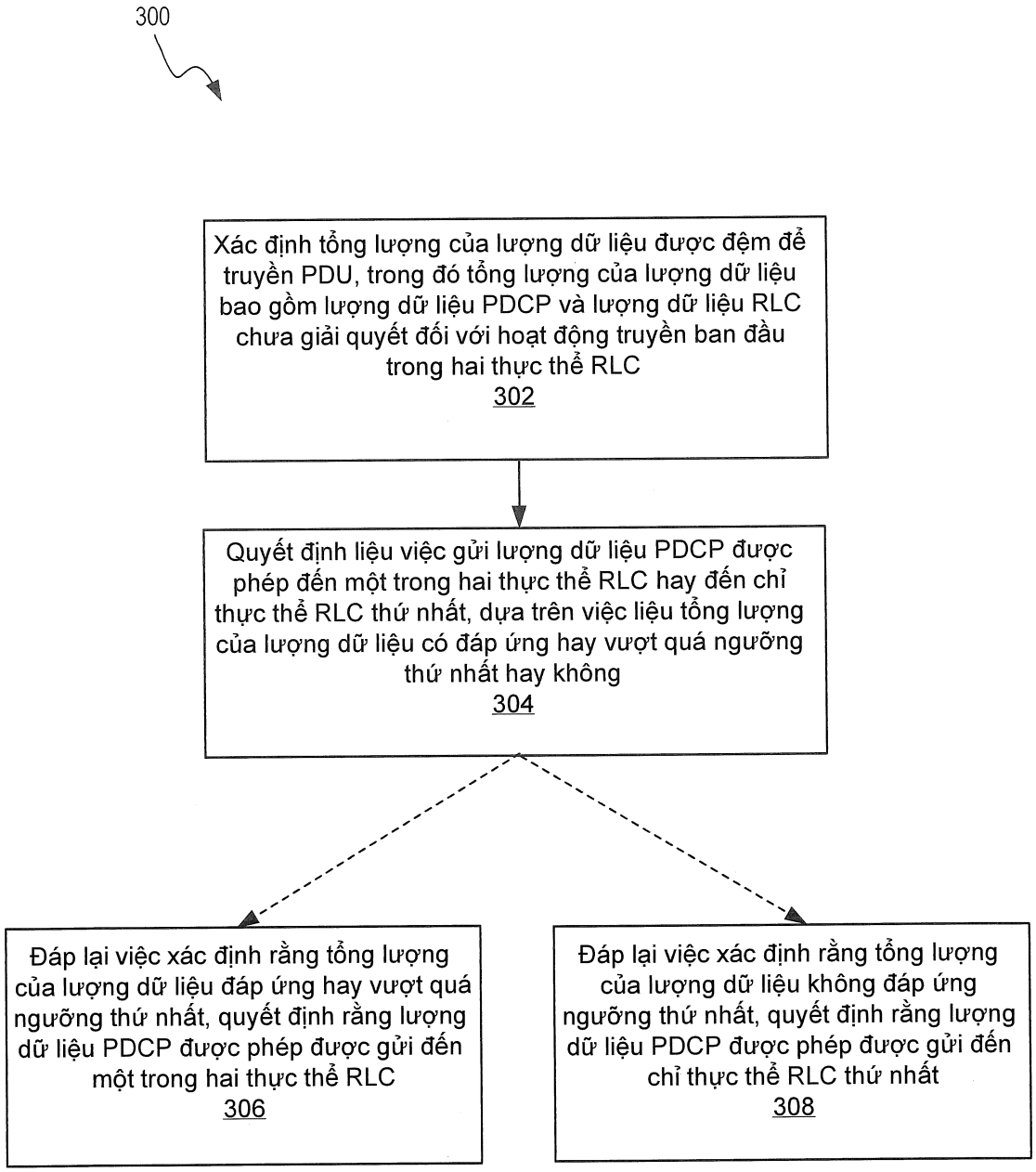
300
Xác định tổng lượng của lượng dữ liệu được đệm để truyền PDU, trong đó tổng lượng của lượng dữ liệu bao gồm lượng dữ liệu PDCP và lượng dữ liệu RLC chưa giải quyết đối với hoạt động truyền ban đầu trong hai thực thể RLC
302
Quyết định liệu việc gửi lượng dữ liệu PDCP được phép đến một trong hai thực thể RLC hay đến chỉ thực thể RLC thứ nhất, dựa trên việc liệu tổng lượng của lượng dữ liệu có đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất hay không
304
Đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu đáp ứng hay vượt quá ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến một trong hai thực thể RLC
306
Đáp lại việc xác định rằng tổng lượng của lượng dữ liệu không đáp ứng ngưỡng thứ nhất, quyết định rằng lượng dữ liệu PDCP được phép được gửi đến chỉ thực thể RLC thứ nhất
308

FIG. 3

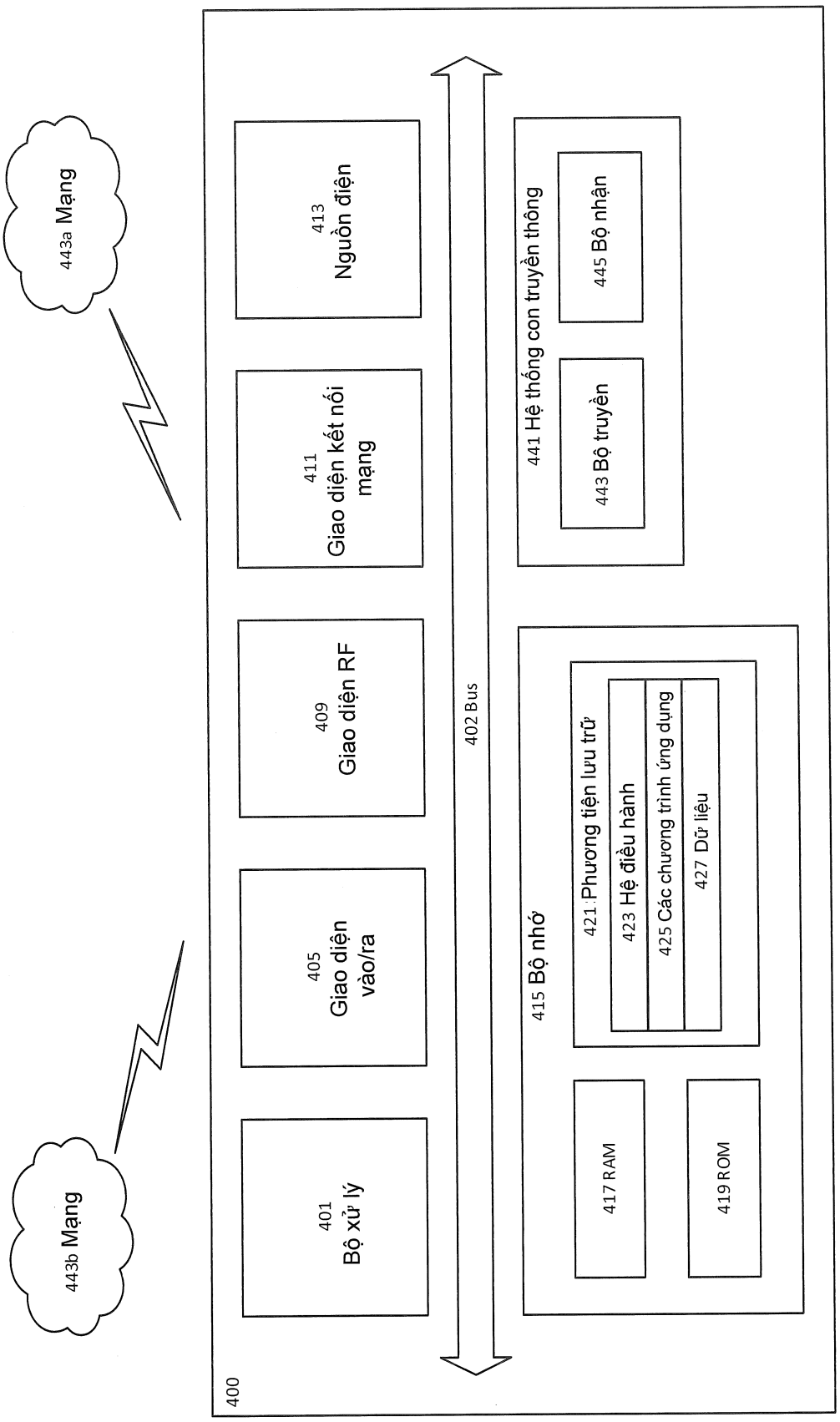
400
401 Bộ xử lý
405 Giao diện vào/ra
409 Giao diện RF
411 Giao diện kết nối mạng
413 Nguồn điện
402 Bus
415 Bộ nhớ
421 Phương tiện lưu trữ
423 Hệ điều hành
425 Các chương trình ứng dụng
427 Dữ liệu
417 RAM
419 ROM
441 Hệ thống con truyền thông
443 Bộ truyền
445 Bộ nhận
443a Mạng
443b Mạng

FIG. 4

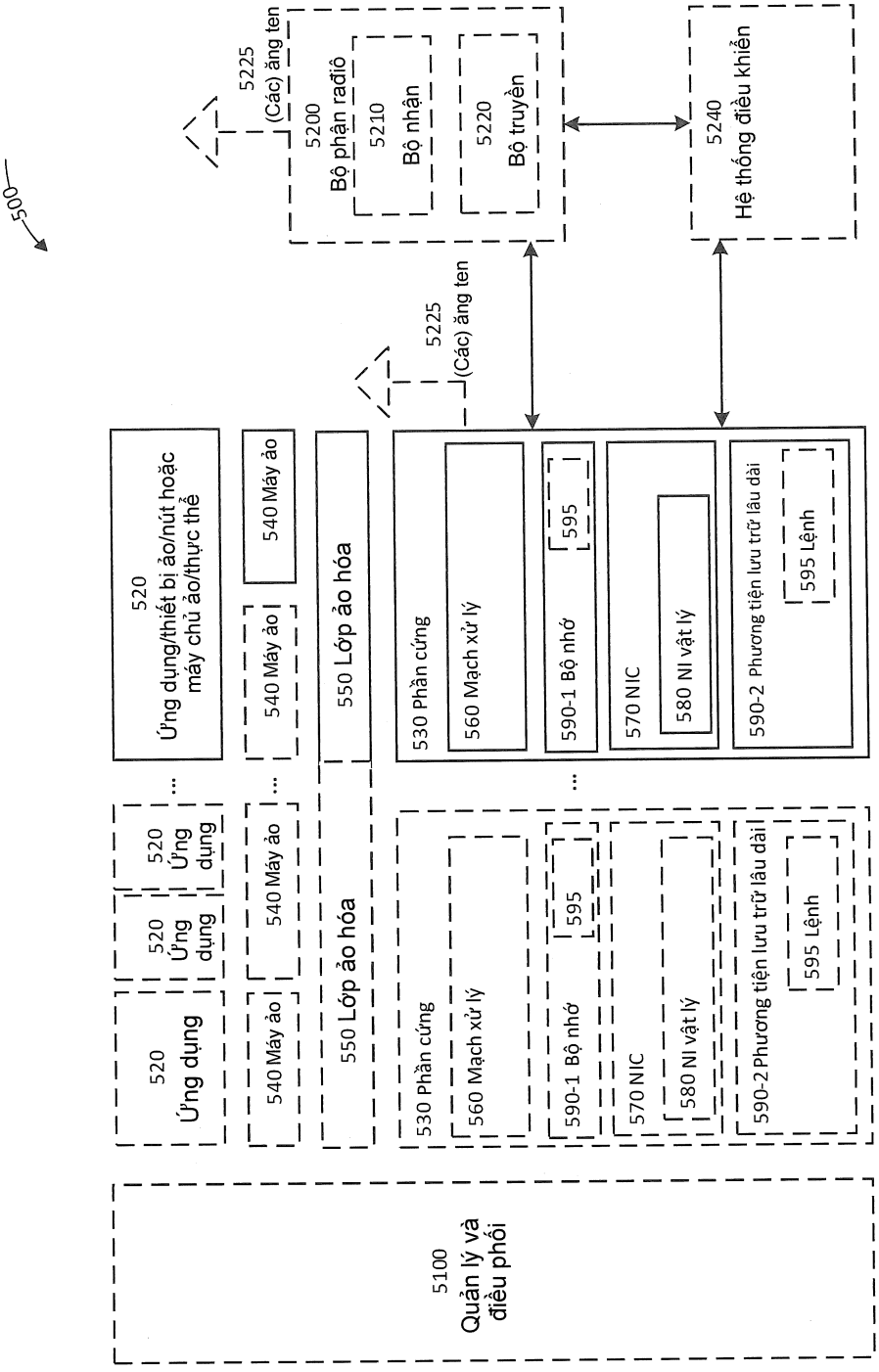
500
5100
Quản lý và điều phối
520
Ứng dụng
520
Ứng dụng
520
Ứng dụng/thiết bị ảo/nút hoặc máy chủ ảo/thực thể
540 Máy ảo
550 Lớp ảo hóa
530 Phần cứng
560 Mạch xử lý
590-1 Bộ nhớ
595
570 NIC
580 NI vật lý
590-2 Phương tiện lưu trữ lâu dài
595 Lệnh
5225
(Các) ăng ten
5200
Bộ phận radio
5210
Bộ nhận
5220
Bộ truyền
5240
Hệ thống điều khiển

FIG. 5

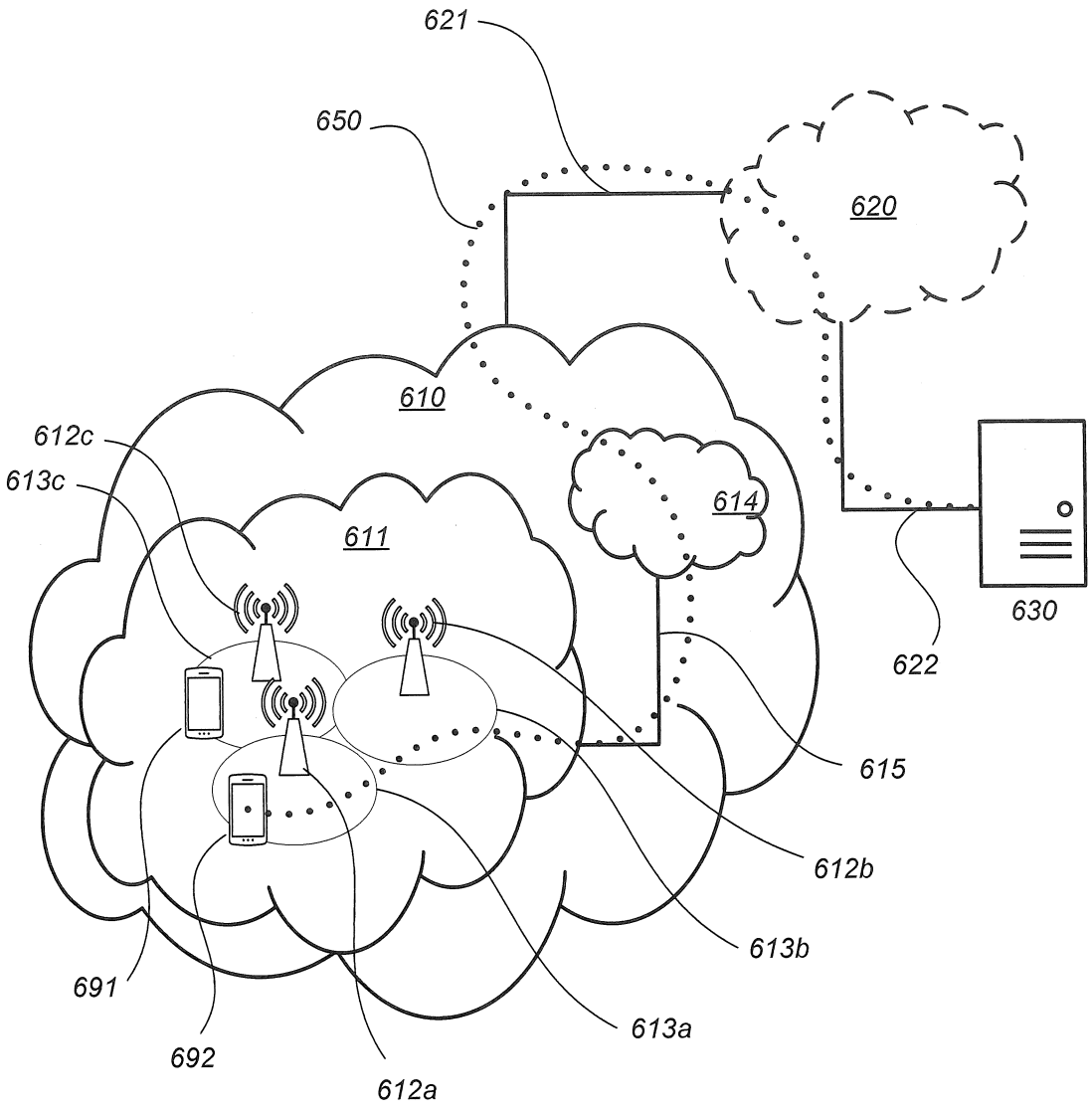
621
650
620
610
612c
613c
614
611
630
622
615
612b
613b
691
613a
692
612a

FIG. 6

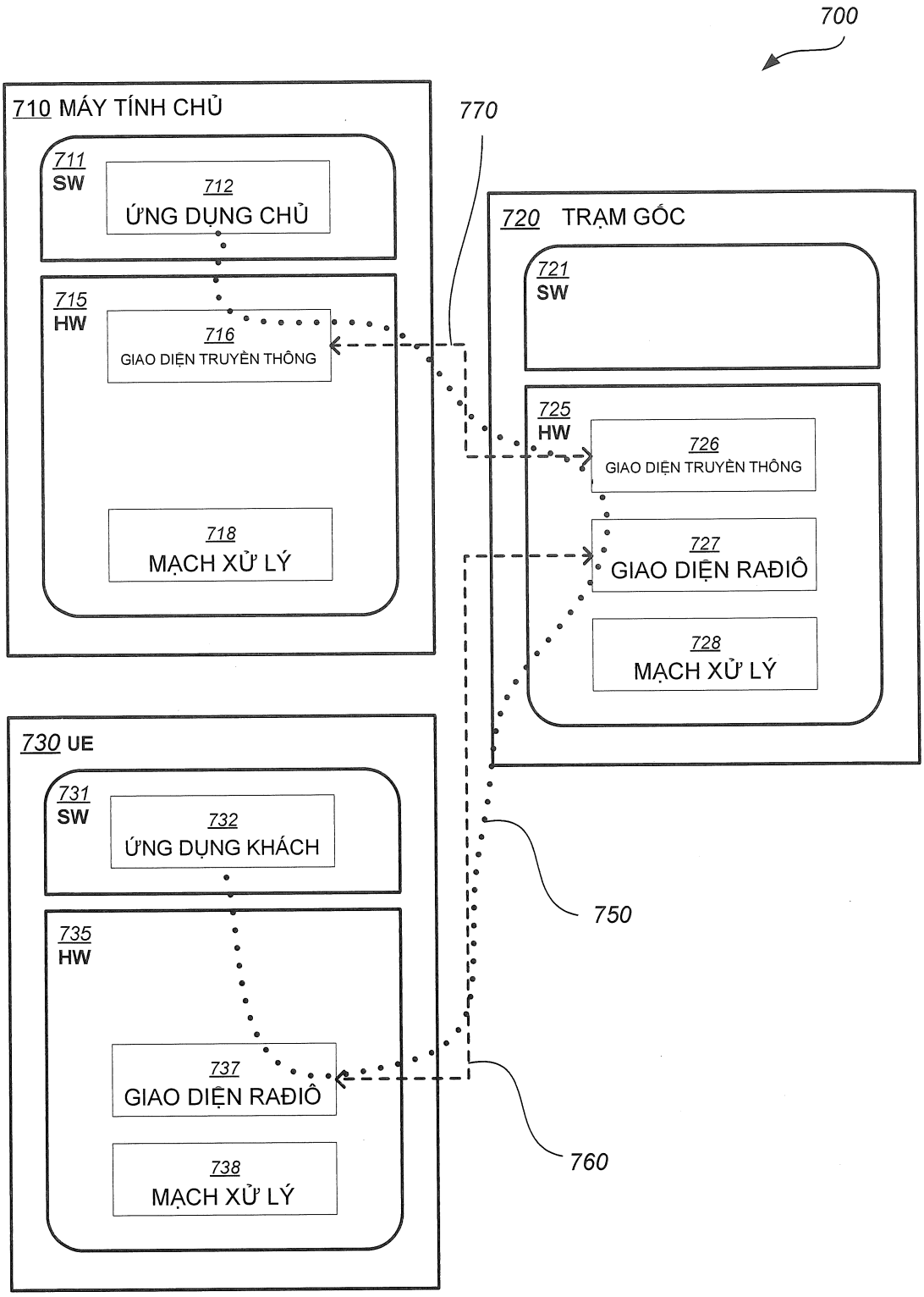
700
710 MÁY TÍNH CHỦ
711
SW
712
ỨNG DỤNG CHỦ
715
HW
716
GIAO DIỆN TRUYỀN THÔNG
718
MẠCH XỬ LÝ
770
720 TRẠM GỐC
721
SW
725
HW
726
GIAO DIỆN TRUYỀN THÔNG
727
GIAO DIỆN RAĐIÔ
728
MẠCH XỬ LÝ
730 UE
731
SW
732
ỨNG DỤNG KHÁCH
735
HW
737
GIAO DIỆN RAĐIÔ
738
MẠCH XỬ LÝ
750
760

FIG. 7

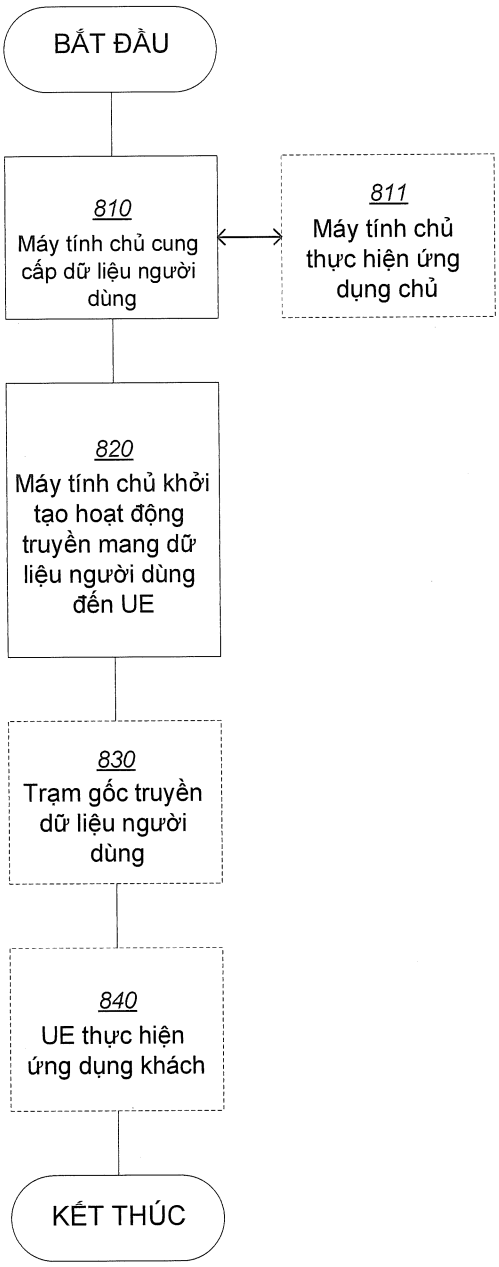
BẮT ĐẦU
810
Máy tính chủ cung cấp dữ liệu người dùng
811
Máy tính chủ thực hiện ứng dụng chủ
820
Máy tính chủ khởi tạo hoạt động truyền mang dữ liệu người dùng đến UE
830
Trạm gốc truyền dữ liệu người dùng
840
UE thực hiện ứng dụng khách
KẾT THÚC

FIG. 8

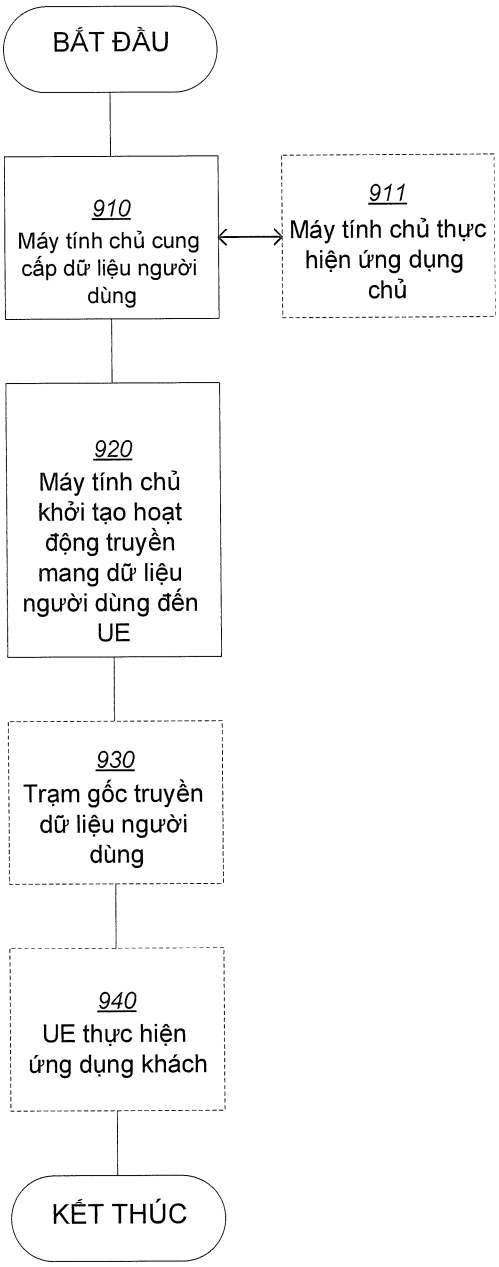
BẮT ĐẦU
910
Máy tính chủ cung cấp dữ liệu người dùng
911
Máy tính chủ thực hiện ứng dụng chủ
920
Máy tính chủ khởi tạo hoạt động truyền mang dữ liệu người dùng đến UE
930
Trạm gốc truyền dữ liệu người dùng
940
UE thực hiện ứng dụng khách
KẾT THÚC

FIG. 9

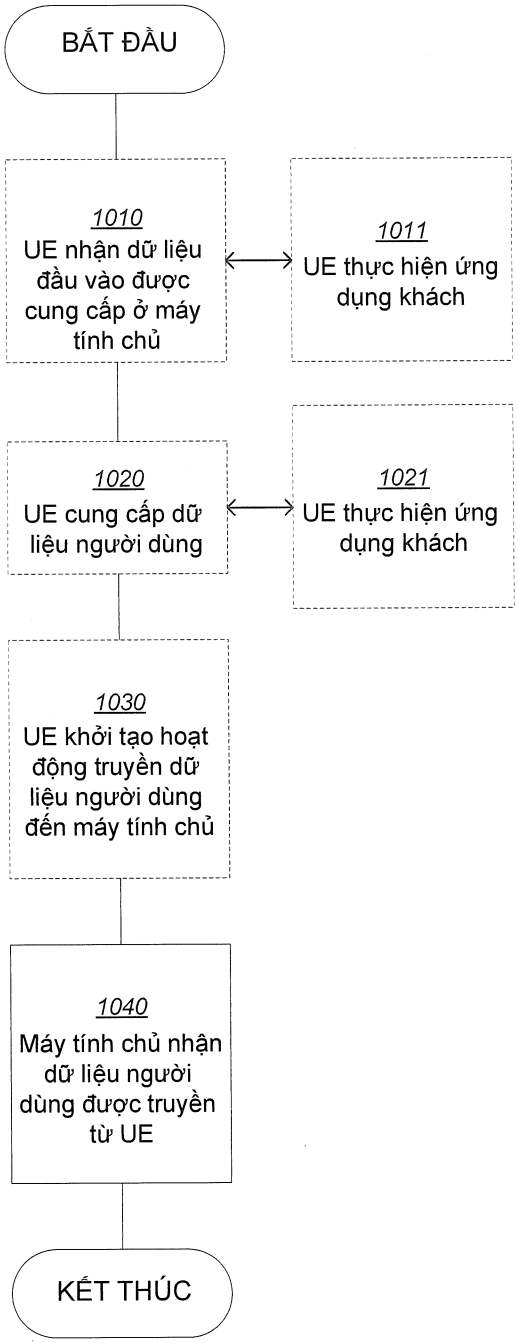
BẮT ĐẦU
1010
UE nhận dữ liệu đầu vào được cung cấp ở máy tính chủ
1011
UE thực hiện ứng dụng khách
1020
UE cung cấp dữ liệu người dùng
1021
UE thực hiện ứng dụng khách
1030
UE khởi tạo hoạt động truyền dữ liệu người dùng đến máy tính chủ
1040
Máy tính chủ nhận dữ liệu người dùng được truyền từ UE
KẾT THÚC

FIG. 10

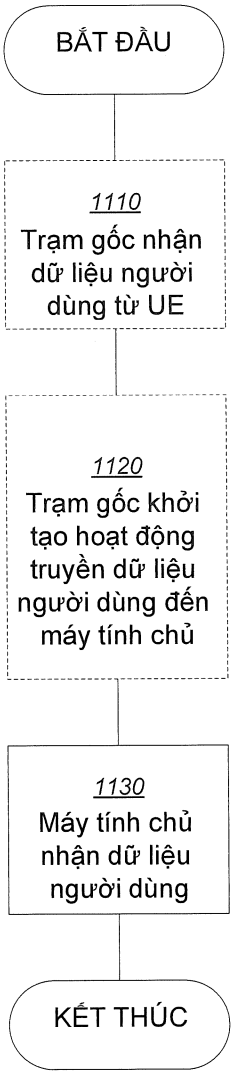
BẮT ĐẦU
1110
Trạm gốc nhận dữ liệu người dùng từ UE
1120
Trạm gốc khởi tạo hoạt động truyền dữ liệu người dùng đến máy tính chủ
1130
Máy tính chủ nhận dữ liệu người dùng
KẾT THÚC

FIG. 11

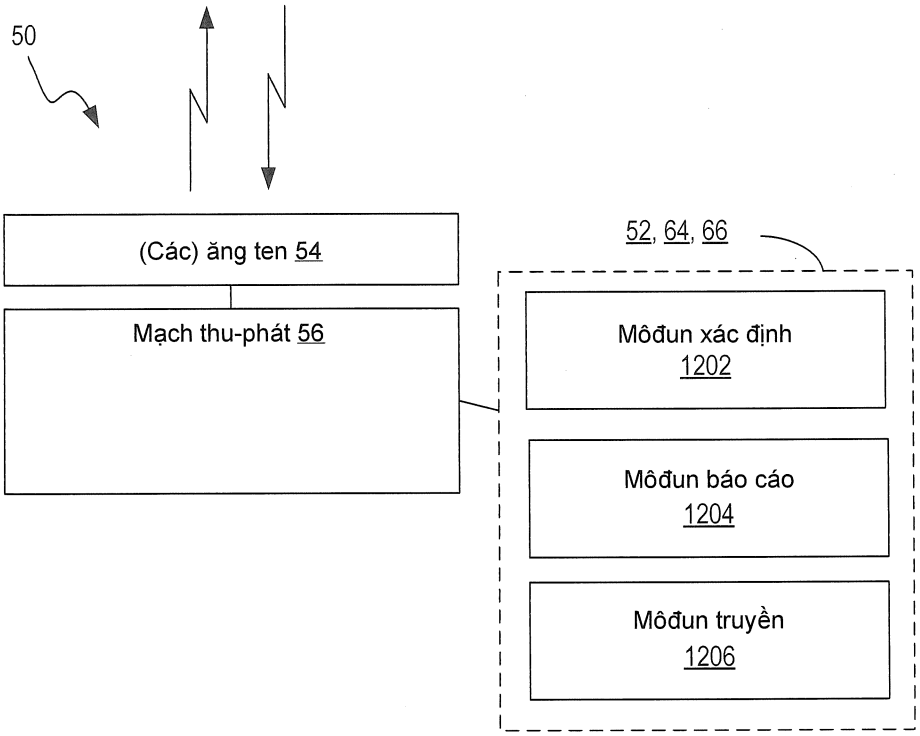
50
(Các) ăng ten 54
Mạch thu-phát 56
52, 64, 66
Môđun xác định
1202
Môđun báo cáo
1204
Môđun truyền
1206

FIG. 12

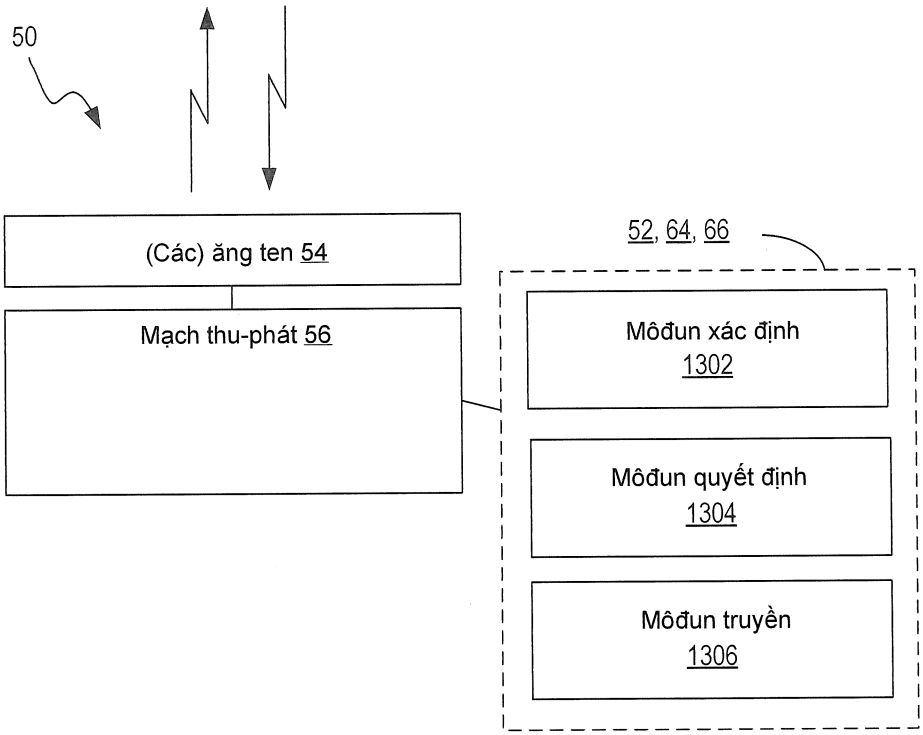
50
(Các) ăng ten 54
Mạch thu-phát 56
52, 64, 66
Môđun xác định
1302
Môđun quyết định
1304
Môđun truyền
1306

FIG. 13