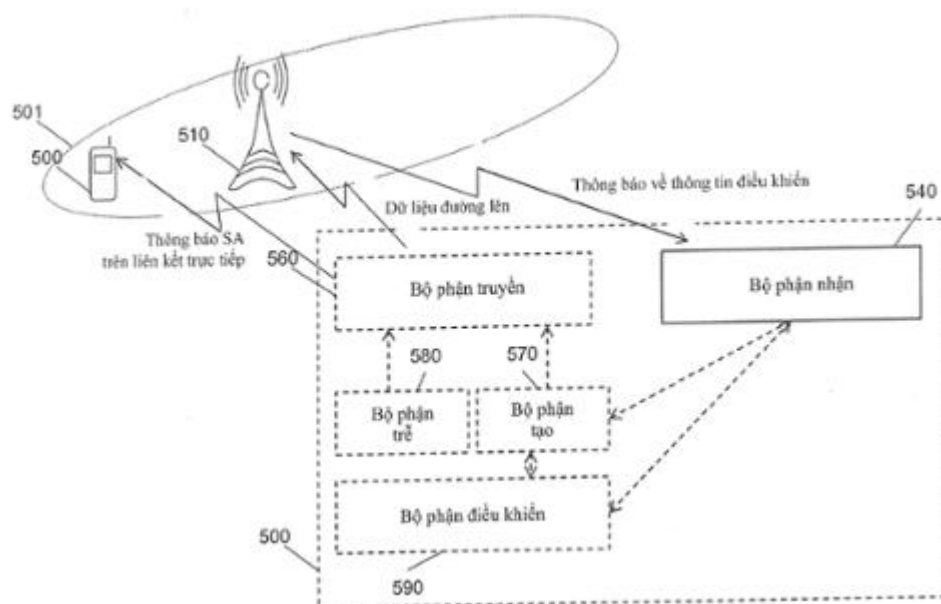




(21) 1-2017-00215 (22) 01/08/2014
(86) PCT/CN2014/083600 01/08/2014 (87) WO2016/015350 04/02/2016
(45) 26/12/2022 417 (43) 25/08/2017 353A
(73) Sun Patent Trust (US)
450 Lexington Avenue, 38th Floor, New York, NY 10017, U.S.A.
(72) LOHR, Joachim (DE); BASU MALLICK, Prateek (DE); EINHAUS, Michael (DE);
FENG, Sujuan (DE); SUZUKI, Hidetoshi (JP); WANG, Lilei (CN).
(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG, PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG VÀ MẠCH TÍCH HỢP CHO VIỆC TRUYỀN THÔNG TỪ THIẾT BỊ TỚI THIẾT BỊ (D2D)

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị truyền để truyền dữ liệu tới thiết bị đầu cuối nhận trên kết nối liên kết trực tiếp. Thiết bị đầu cuối truyền bao gồm bộ phận nhận để nhận từ trạm gốc thông báo về thông tin điều khiển đường lên bao gồm lệnh định thời để điều chỉnh giá trị định thời truyền đường lên cho việc truyền dữ liệu tới trạm gốc. Bộ phận tạo được tạo cấu hình để tạo ra thông tin định thời trước liên kết trực tiếp, dựa trên giá trị định thời truyền đường lên được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc, thông tin định thời trước liên kết trực tiếp được sử dụng để tạo ra giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp cho việc xác định việc định thời truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp. Bộ phận truyền được tạo cấu hình để truyền tới thiết bị đầu cuối nhận thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra, thông tin định thời liên kết trực tiếp được sử dụng tại thiết bị đầu cuối để tạo ra giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp để xác định việc định thời nhận của dữ liệu sẽ được nhận trên liên kết trực tiếp từ thiết bị đầu cuối truyền.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp để xác định thời điểm truyền trong quá trình truyền dữ liệu thông qua liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông D2D. Cụ thể, sáng chế đề cập đến thiết bị người dùng có khả năng hoạt động trong hệ thống truyền thông từ thiết bị tới thiết bị và có khả năng thực hiện phương pháp theo sáng chế.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống LTE (Long Term Evolution – Phát triển dài hạn)

Các hệ thống di động 3G (Third-generation – Thế hệ thứ ba) dựa trên công nghệ truy cập vô tuyến WCDMA đang được triển khai ở quy mô rộng trên toàn thế giới. Bước đầu tiên để tăng cường hoặc phát triển công nghệ này đòi hỏi đưa vào công nghệ truy nhập gói đường xuống tốc độ cao (HSDPA - High-Speed Downlink Packet Access) và đường lên được tăng cường, còn được gọi là công nghệ truy nhập gói đường lên tốc độ cao (HSUPA - High Speed Uplink Packet Access), hứa hẹn mang lại một công nghệ truy nhập có khả năng cạnh tranh cao.

Để chuẩn bị cho việc gia tăng nhu cầu của người dùng và để cạnh tranh với các công nghệ truy nhập mới, 3GPP đã cho ra mắt hệ thống truyền thông di động mới gọi là hệ thống phát triển dài hạn (LTE - Long Term Evolution). LTE được thiết kế để đáp ứng các nhu cầu về sóng mang để truyền tải dữ liệu và phương tiện truyền thông tốc độ cao cũng như hỗ trợ thoại dung lượng cao cho thập kỷ tới. Khả năng cung cấp tốc độ bit cao là tiêu chuẩn đánh giá chính đối với LTE.

Bản đặc tả kỹ thuật cho các hạng mục công việc (WI - work item) trong LTE được gọi là công nghệ truy nhập vô tuyến mặt đất cho hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS - Universal Mobile Telecommunications System) và mạng truy nhập vô tuyến mặt đất UMTS (UTRAN - Terrestrial Radio Access Network) cải tiến được hoàn thiện là Phiên bản 8 (Release 8 - Rel. 8 LTE). Hệ thống LTE đưa ra công nghệ

truy nhập dựa trên gói và các mạng truy nhập vô tuyến hiệu quả để cung cấp các chức năng dựa trên IP đầy đủ với độ trễ và giá thành thấp. Các yêu cầu về hệ thống cụ thể được đưa ra ở mục [3]. Trong LTE, các dải thông truyền khả biến tỷ lệ được quy định là 1,4, 3,0, 5,0, 10,0, 15,0, và 20,0 MHz, để đạt được sự triển khai hệ thống linh hoạt sử dụng một phổ cho trước. Trong đường xuống, ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing) dựa trên kỹ thuật truy cập vô tuyến được sử dụng bởi tính miễn nhiễm vốn có của nó với can nhiễu đa đường (MPI - multipath interference) do tỷ lệ ký hiệu thấp, việc sử dụng tiền tố vòng (CP - cyclic prefix), và tính đồng dạng (affinity) của nó đối với các cách thức bố trí dải thông truyền khác nhau. Công nghệ truy nhập dựa trên đa truy nhập phân tần đơn sóng mang (SC-FDMA - Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) đã được sử dụng trong đường lên, vì việc cung cấp vùng phủ sóng rộng đã được ưu tiên hơn tốc độ dữ liệu đỉnh khi xem xét công suất truyền hạn chế của thiết bị người dùng (UE - User Equipment). Nhiều công nghệ truy nhập gói quan trọng được sử dụng bao gồm các kỹ thuật truyền kênh đa đầu vào đa đầu ra (MIMO - Multiple-Input Multiple-Output), và cấu trúc báo hiệu điều khiển hiệu quả cao đạt được trong Phiên bản 8 LTE.

Kiến trúc LTE và E-UTRAN

Kiến trúc tổng thể được thể hiện trên Fig.1 và minh họa chi tiết hơn về kiến trúc E-UTRAN được thể hiện trên Fig.2.

Như có thể thấy trên Fig.1, kiến trúc LTE hỗ trợ liên kết của các mạng truy cập khác nhau (RAN) chẳng hạn như UTRAN hoặc GERAN (mạng truy cập vô tuyến EDGE GSM), các kiến trúc này được kết nối tới EPC thông qua nút hỗ trợ chuyển mạch gói phục vụ (SGSN). Trong mạng di động 3GPP, thiết bị đầu cuối di động 110 (được gọi là thiết bị người dùng, UE hoặc thiết bị) được đưa vào mạng truy cập thông qua Node B (NB) trong UTRAN và thông qua Node B phát triển (eNB) trong mạng truy cập E-UTRAN. Các thực thể NB và eNB 120 được biết đến như trạm gốc trong các mạng di động khác nhau. Có hai cổng gói dữ liệu được đặt trong EPS để hỗ trợ khả năng di động của UE – Cổng phục vụ (SGW) 130 và cổng mạng dữ liệu gói 160 (PDN-GW hoặc đơn giản là PGW). Giả sử truy cập UTRAN, thực thể eNB 120 có thể được kết nối thông qua đường dây tới một hoặc nhiều SGW qua giao diện S1-U (“U”

là “mặt phẳng người dùng”) và thực thể quản lý di động 140 (MME) qua giao diện S1-MME. SGSN 150 và MME 140 cũng được xem như các nút của mạng lõi (CN) phục vụ.

Như được minh họa trên Fig.2, E-UTRAN bao gồm các eNB (nút B cải tiến) 120, cung cấp các điểm cuối giao thức mặt phẳng người dùng E-UTRA (PDCP/RLC/MAC/PHY) và mặt phẳng điều khiển (RRC) hướng đến người dùng. eNB làm chủ các lớp vật lý (PHY - Physical), điều khiển truy nhập môi trường (MAC - Medium Access Control), điều khiển liên kết vô tuyến (RLC - Radio Link Control), và giao thức điều khiển dữ liệu gói (PDCP - Packet data Control Protocol), các lớp này có chức năng nén phần đầu và mã hoá mặt phẳng người dùng. Nó cũng cung cấp chức năng điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC - Radio Resource Control) tương ứng với mặt phẳng điều khiển. Nó thực hiện nhiều chức năng bao gồm quản lý tài nguyên vô tuyến, điều khiển kết nạp, lập lịch, buộc thi hành QoS UL được thoả thuận, phát quảng bá thông tin ô, mã hoá/giải mã dữ liệu người dùng và mặt phẳng điều khiển, và nén/giải nén phần đầu gói mặt phẳng người dùng DL/UL.

Các eNB được kết nối với nhau thông qua giao diện X2. Các eNB này cũng được kết nối bằng giao diện S1 với mạng lõi gói phát triển (EPC - Evolved Packet Core), cụ thể hơn là với thực thể quản lý di động (MME - Mobility Management Entity) bằng S1-MME và với cổng phục vụ (S-GW - Serving Gateway) bằng S1-U. Giao diện S1 hỗ trợ quan hệ nhiều điểm với nhiều điểm giữa các MME/các cổng phục vụ và các eNB. SGW định tuyến và chuyển tiếp các gói dữ liệu người dùng, trong khi vẫn đóng vai trò là neo di động (mobility anchor) cho mặt phẳng người dùng trong khi chuyển giao liên eNB và là neo di động giữa LTE và các công nghệ 3GPP khác (kết cuối giao diện S4 và chuyển tiếp lưu lượng giữa các hệ thống 2G/3G và PDN GW). Đối với các UE ở trạng thái nghỉ, SGW kết thúc các đường truyền dữ liệu DL và kích hoạt việc tìm gọi khi dữ liệu DL đến cho UE. Nó quản lý và lưu trữ các nội dung UE, ví dụ các tham số của dịch vụ mạng IP, thông tin định tuyến trong mạng. Nó cũng thực hiện sao chép dữ liệu người dùng trong trường hợp nghe lén hợp pháp.

MME 140 là nút điều khiển chính cho mạng truy nhập LTE. Thực thể này chịu trách nhiệm quy trình giám sát và tìm gọi UE ở chế độ nghỉ bao gồm các lần truyền

lại. Nó cũng được yêu cầu trong quy trình kích hoạt/giải kích hoạt kênh thông cao và cũng chịu trách nhiệm chọn SGW cho UE ở lần gắn kết ban đầu và ở thời điểm chuyển giao nội LTE đòi hỏi phải định vị lại nút mạng lõi (CN - Core Network). Nó chịu trách nhiệm xác thực người dùng (bằng cách tương tác với HSS). Báo hiệu tầng không truy nhập (NAS - Non-Access Stratum) kết thúc tại MME và nó cũng chịu trách nhiệm tạo ra và cấp phát các nhận dạng tạm thời cho các UE. Nó kiểm tra sự cấp phép của người dùng để tạm trú trong mạng di động mặt đất công cộng của nhà cung cấp dịch vụ và buộc thi hành các hạn chế chuyển vùng (roaming) của người dùng. MME là điểm cuối trong mạng để mã hoá/bảo vệ nguyên vẹn cho báo hiệu NAS và điều khiển quản lý khoá bảo mật. Việc nghe lén tín hiệu hợp pháp cũng được hỗ trợ bởi MME. MME còn cung cấp chức năng mặt phẳng người dùng cho sự di động giữa các mạng truy nhập LTE và 2G/3G với giao diện S3 kết thúc ở MME từ SGSN. MME cũng kết thúc giao diện S6a hướng đến HSS chủ cho các UE chuyển vùng (roaming).

Kiến trúc sóng mang thành phần trong LTE

Fig.3 và Fig.4 minh họa kiến trúc sóng mang thành phần trong LTE. Sóng mang thành phần đường xuống của hệ thống 3GPP LTE được phân chia trên miền thời gian-tần số còn được gọi là các khung con. Trong 3GPP LTE, mỗi khung con được chia thành hai khe đường xuống như được thể hiện trên Fig.3, trong đó khe đường xuống thứ nhất chứa vùng kênh điều khiển (vùng PDCCH) trong các ký hiệu OFDM thứ nhất. Mỗi khung con bao gồm một số chu kỳ trước các ký hiệu OFDM trên miền thời gian (12 hoặc 14 ký hiệu OFDM trong 3GPP LTE (Phiên bản 8)), trong đó mỗi ký hiệu OFDM trải trên toàn bộ dải thông của sóng mang thành phần. Do đó, mỗi ký hiệu OFDM bao gồm một số các ký hiệu điều biến được truyền trên $N_{RB}^{DL} * N_{sc}^{RB}$ sóng mang con tương ứng cũng được thể hiện trên Fig.4.

Giả thiết một hệ thống truyền thông đa sóng mang, ví dụ sử dụng OFDM, như được sử dụng trong hệ thống 3GPP LTE, thì đơn vị nhỏ nhất trong số các tài nguyên mà có thể được chỉ định bởi bộ lập lịch là một "khối tài nguyên". Khối tài nguyên vật lý (PRB - physical resource block) được định nghĩa là N_{symb}^{DL} ký hiệu OFDM liên tiếp trên miền thời gian và N_{sc}^{RB} sóng mang con liên tiếp trên miền tần số minh họa trên Fig.4. Do đó, trong 3GPP LTE (Phiên bản 8), một khối tài nguyên vật lý bao gồm

$N_{\text{symb}}^{\text{DL}} * N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ phần tử tài nguyên, tương ứng với một khe trên miền thời gian và 180 kHz trên miền tần số (để có thêm thông tin chi tiết về mạng tài nguyên đường xuống, xem ví dụ 3GPP TS 36.211, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels và Modulation (Release 8)", mục 6.2, có thể truy nhập tại địa chỉ mạng www.3gpp.org được kết hợp ở đây để tham khảo).

Có thể xảy ra việc một số phần tử tài nguyên trong khối tài nguyên hoặc cặp khối tài nguyên không được sử dụng mặc dù đã được lập lịch, bởi vì đơn giản kỹ thuật được sử dụng vẫn ấn định toàn bộ khối tài nguyên hoặc cặp khối tài nguyên. Các ví dụ về các phần tử tài nguyên không thực sự được ấn định bởi bộ lập lịch bao gồm các tín hiệu tham chiếu, các báo hiệu phát quảng bá, các báo hiệu đồng bộ và các phần tử tài nguyên được sử dụng cho báo hiệu điều khiển hoặc cho truyền dẫn trên kênh.

Số lượng khối tài nguyên vật lý trong đường xuống phụ thuộc vào băng thông truyền dẫn đường xuống được tạo cấu hình trong ô và hiện tại được xác định trong LTE là từ khoảng 6 đến 110 (cặp) RB. Thực tế, trong LTE, băng thông thường được biểu thị theo đơn vị Hz (chẳng hạn 10 MHz) hoặc đơn vị khối tài nguyên, chẳng hạn đối với đường xuống, băng thông của ô có thể thể hiện là 10 MHz.

Tài nguyên kênh truyền có thể được xác định như một “khối tài nguyên” như được minh họa trên Fig.3 trong hệ thống truyền thông đa sóng mang, chẳng hạn áp dụng OFDM như được thảo luận trong hạng mục LTE của 3GPP. Tổng quát hơn, có thể giả định rằng khối tài nguyên chỉ định các đơn vị tài nguyên nhỏ nhất trên giao diện vô tuyến trong truyền thông di động có thể được ấn định bởi bộ phận lập lịch. Kích thước của khối tài nguyên có thể là sự kết hợp bất kỳ của thời gian (chẳng hạn khe thời gian, khung con, khung, v.v. đối với ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM), tần số (chẳng hạn, dải tần con, tần số sóng mang, v.v. đối với ghép kênh phân chia theo tần số (FDM), mã (chẳng hạn, mã hóa trải phổ đối với ghép kênh phân chia theo mã (CDM), ăng-ten (chẳng hạn đa đầu vào đa đầu ra (MIMO)), v.v. phụ thuộc vào kỹ thuật truy cập được sử dụng trong hệ thống truyền thông di động.

Dữ liệu được ánh xạ vào các khối tài nguyên vật lý bằng các cặp khối tài nguyên thực. Các cặp khối tài nguyên thực được ánh xạ vào cặp khối tài nguyên vật lý. Hai cặp khối tài nguyên thực sau đây được xác định theo sự ánh xạ của chúng vào các

khối tài nguyên vật lý trên đường xuống LTE: khối tài nguyên thực được định vị (LVRB) và khối tài nguyên thực được phân bổ (DVRB). Ở chế độ truyền định vị bằng cách sử dụng các VRB đã được định vị, eNB có toàn quyền kiểm soát các khối tài nguyên nào được sử dụng và số lượng được sử dụng là bao nhiêu và nên sử dụng quyền kiểm soát này thường chọn các khối tài nguyên có hiệu quả sử dụng phổ lớn. Trong hầu hết hệ thống truyền thông di động, điều này dẫn đến các khối tài nguyên vật lý liên kề hoặc nhiều ô của các khối tài nguyên vật lý liên kề để truyền tới thiết bị người dùng đơn lẻ, bởi kênh vô tuyến gắn liền với miền tần số, có nghĩa là một khối tài nguyên vật lý cung cấp hiệu quả phổ lớn, thì rất có khả năng là khối tài nguyên vật lý liên kề có hiệu quả phổ lớn tương tự. Trong chế độ truyền phân phối bằng cách sử dụng các VRB, các khối tài nguyên vật lý mang dữ liệu cho cùng một UE cùng được phân phối trên dải tần để đạt được ít nhất các khối tài nguyên vật lý mang lại hiệu quả sử dụng phổ đủ lớn, từ đó có được sự phân tập tần số.

Trong 3GPP LTE phiên bản 8, báo hiệu điều khiển đường xuống cơ bản được thực hiện bởi ba kênh vật lý sau:

Kênh chỉ thị định dạng điều khiển vật lý (PCFICH) để chỉ thị số lượng ký hiệu OFDM được sử dụng cho báo hiệu điều khiển trong khung con (tức là kích cỡ của vùng kênh điều khiển);

Kênh chỉ thị ARQ lai vật lý (PHICH) để mang tín hiệu ACK/NACK đường xuống được kết hợp với việc truyền dữ liệu đường lên; và

Kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) để mang thông tin liên quan đến ấn định lập lịch đường lên và đường xuống.

PCFICH được gửi từ một vị trí đã biết trong vùng báo hiệu điều khiển của khung con đường xuống bằng cách sử dụng kỹ thuật điều chế và mã hóa định trước. Thiết bị người dùng giải mã PCFICH để thu được thông tin về kích cỡ vùng báo hiệu điều khiển của khung con, chẳng hạn như, số lượng ký hiệu OFDM. Nếu thiết bị người dùng (UE) không thể giải mã PCFICH hoặc nếu thu được giá trị PCFICH không đúng, nó sẽ không thể giải mã chính xác báo hiệu điều khiển L1/L2 (PDCCH) có trong vùng báo hiệu điều khiển, điều này có thể làm mất toàn bộ thông tin ấn định tài nguyên có trong đó.

PDCCH mang thông tin điều khiển, chẳng hạn như, thông tin lập lịch cấp phát tài nguyên cho truyền dẫn đường lên và đường xuống. PDCCH cho thiết bị người dùng được truyền trên ký hiệu OFDM thứ nhất trong một, hai hoặc ba ký hiệu OFDM theo PCFICH có trong khung con.

Kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) được sử dụng để truyền tải dữ liệu người dùng. PDSCH được ánh xạ vào các ký hiệu OFDM trong khung con sau PDCCH. Các tài nguyên PDSCH được cấp phát cho một UE nằm trong các đơn vị khối tài nguyên đối với mỗi khung con.

Kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) mang dữ liệu người dùng. Kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) mang báo hiệu của hướng đường lên chẳng hạn như các yêu cầu lập lịch, các xác nhận có và không có HARQ trong đáp ứng cho các gói dữ liệu trên PDSCH và thông tin trạng thái kênh (CSI).

Thuật ngữ "sóng mang thành phần" biểu thị sự kết hợp của một vài khối tài nguyên trên miền tần số. Trong các phiên bản LTE tương lai, thuật ngữ "sóng mang thành phần" sẽ không được sử dụng nữa; thay vào đó, thuật ngữ này được thay bằng "ô" (cell), thuật ngữ này biểu thị sự kết hợp của các tài nguyên liên kết xuống và tùy chọn liên kết lên. Mỗi liên kết giữa tần số sóng mang của các tài nguyên liên kết xuống và tần số sóng mang của các tài nguyên liên kết lên được chỉ rõ trong thông tin hệ thống được truyền trên các tài nguyên liên kết xuống.

Các tiến bộ hơn nữa của LTE (LTE-A)

Phổ tần số cho IMT cải tiến đã được quyết định tại hội nghị "World Radio communication Conference" 2007 (WRC-07). Mặc dù phổ tổng thể cho IMT cải tiến đã được quyết định, nhưng độ rộng dải tần khả dụng thực tế khác nhau đối với mỗi vùng hoặc mỗi nước. Tuy nhiên, theo quyết định về đường bao phổ tần số khả dụng, sự chuẩn hoá của giao diện vô tuyến đã bắt đầu từ dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3GPP - 3rd Generation Partnership Project). Tại cuộc họp 3GPP TSG RAN lần thứ 39, phần mô tả về mục nghiên cứu "Further Advancements for E-UTRA (LTE-Advanced)" đã được chấp nhận trong 3GPP. Mục nghiên cứu này bao gồm các thành phần công nghệ được xem xét để phát triển E-UTRA, ví dụ để đáp ứng các yêu cầu trong IMT cải tiến. Hai thành phần kỹ thuật chính hiện đang được xem xét đối với LTE-A được mô tả

dưới đây.

Sự kết hợp sóng mang trong LTE-A để hỗ trợ băng thông rộng

Băng thông mà hệ thống LTE-A có thể hỗ trợ là 100 MHz, trong khi hệ thống LTE chỉ có thể hỗ trợ băng thông 20 MHz. Hiện nay, việc thiếu hụt phổ tần vô tuyến trở thành một nút thắt trong sự phát triển các mạng vô tuyến và kết quả là rất khó để có thể tìm thấy phổ tần đủ rộng cho hệ thống LTE-A. Do đó, cần gấp rút tìm cách để có được băng phổ vô tuyến rộng hơn, trong đó câu trả lời thích hợp là chức năng kết hợp sóng mang.

Sự kết hợp sóng mang, hai hoặc nhiều sóng mang thành phần (các CC) được kết hợp để hỗ trợ các băng thông truyền dẫn rộng trên 100 MHz. Các ô khác nhau trong hệ thống LTE được kết hợp vào một kênh rộng hơn trong hệ thống LTE-Advanced đủ rộng cho 100 MHz, ngay cả khi các ô này trong hệ thống LTE nằm trong các dải tần khác nhau. Một UE có thể nhận hoặc truyền đồng thời trên một hoặc nhiều CC phụ thuộc vào khả năng của nó:

- UE phiên bản 10 với các khả năng nhận và/hoặc truyền đối với CA có thể nhận và/hoặc truyền đồng thời trên các CC tương ứng với nhiều ô đang phục vụ;
- UE phiên bản 8 hoặc 9 có thể nhận trên một CC và truyền trên một CC tương ứng với chỉ một ô đang phục vụ.

Kết hợp sóng mang (CA) được hỗ trợ cho cả các CC liên kề và không liên kề với CC hạn chế tối đa 110 khối tài nguyên trên miền tần số bằng cách sử dụng cách đánh số phiên bản 8/9.

Có thể tạo cấu hình thiết bị người dùng để kết hợp số lượng sóng mang thành phần khác nhau xuất phát từ cùng một eNodeB (trạm gốc) và các băng thông có thể khác nhau trong đường lên hoặc đường xuống. Số lượng sóng mang thành phần đường xuống có thể được tạo cấu hình phụ thuộc vào khả năng kết hợp đường xuống của UE. Ngược lại, số lượng sóng mang thành phần đường lên có thể được tạo cấu hình dựa trên khả năng kết hợp sóng mang đường lên của UE. Có thể không thể tạo cấu hình thiết bị đầu cuối di động với nhiều sóng mang thành phần đường lên hơn so với sóng mang thành phần đường xuống.

Trong việc triển khai kỹ thuật TDD điển hình, số lượng sóng mang thành phần và băng thông của mỗi sóng mang thành phần đường lên và đường xuống là như nhau. Các sóng mang thành phần bắt nguồn từ cùng một eNodeB không cần cung cấp vùng phủ sóng như nhau.

Các sóng mang thành phần thuộc LTE phiên bản 8/9 tương ứng. Tuy nhiên, các cơ chế hiện có (chẳng hạn như truyền dữ liệu) có thể được sử dụng để tránh các UE phiên bản 8/9 cấm trên một sóng mang thành phần.

Khoảng cách giữa các tần số trung tâm của các sóng mang thành phần được sắp xếp liên tục là bội số của 300 kHz. Điều này nhằm tương ứng với mảnh quét tần số 100 kHz của 3GPP LTE (phiên bản 8/9) và đồng thời đảm bảo sự trực giao giữa các sóng mang con với khoảng cách 15kHz. Tùy thuộc vào kịch bản kết hợp, khoảng cách $n \times 300$ kHz có thể được áp dụng bằng cách chèn một số lượng nhỏ sóng mang con không được sử dụng giữa các sóng mang thành phần liên tục.

Bản chất của sự kết hợp nhiều sóng mang chỉ là để tiếp cận với lớp MAC. Đối với cả đường lên và đường xuống, chỉ có một thực thể HARQ được yêu cầu trong MAC cho mỗi sóng mang thành phần được kết hợp. Hầu hết chỉ có một khối truyền tải trên mỗi sóng mang thành phần (vướng mặt SU-MIMO). Khối truyền tải và việc truyền lại HARQ tiềm năng cần được ánh xạ trên cùng một sóng mang thành phần.

Kiến trúc lớp 2 với sóng mang kết hợp hoạt động được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6 đối với đường xuống và đường lên tương ứng. Các kênh truyền tải được mô tả giữa MAC và lớp 1, các kênh logic được mô tả giữa MAC và RLC.

Khi sự kết hợp sóng mang (CA) được tạo cấu hình, UE chỉ có một kết nối RRC với mạng. Tại thời điểm chuyển giao/thiết lập/thiết lập lại kết nối RRC, một ô phục vụ cung cấp thông tin di động NAS (chẳng hạn TAI), và tại thời điểm chuyển giao/thiết lập lại, một ô phục vụ cung cấp đầu vào bảo mật. Ô này được gọi là ô thứ cấp (PCell). Trong đường xuống, sóng mang tương ứng với PCell là sóng mang thành phần sơ cấp đường xuống (DL PCC) và trong đường lên là sóng mang thành phần sơ cấp đường lên (UL PCC).

Phụ thuộc vào khả năng của UE, các ô thứ cấp (SCell) có thể được tạo cấu hình để cùng với PCell tạo thành cặp ô phục vụ. Trên đường xuống, sóng mang tương

ứng với SCell là sóng mang thành phần thứ cấp đường xuống (DL SCC), và trên đường lên là sóng mang thành phần thứ cấp đường lên (UL SCC).

Cặp ô phục vụ được tạo cấu hình cho UE bởi vậy luôn bao gồm một PCell và một hoặc nhiều SCell:

- Đối với mỗi SCell, việc sử dụng các tài nguyên đường lên bởi UE cùng với tài nguyên đường xuống có thể được tạo cấu hình (bởi vậy, số lượng DL SCC được tạo cấu hình luôn lớn hơn hoặc bằng số lượng UL SCC và không SCell nào có thể được tạo cấu hình chỉ để sử dụng cho các tài nguyên đường lên);
- Xét trên quan điểm UE, mỗi tài nguyên đường lên chỉ thuộc về một ô phục vụ;
- Số lượng ô phục vụ có thể được tạo cấu hình phụ thuộc vào khả năng kết hợp sóng mang của UE;
- PCell chỉ có thể được thay đổi với thủ tục chuyển giao (tức là thay đổi khóa bảo mật và thủ tục RACH);
- PCell được sử dụng cho việc truyền PUCCH;
- Các SCell và PCell khác nhau không thể được ngưng hoạt động;
- Việc thiết lập lại được kích hoạt khi PCell chịu fading Rayleigh, không phải khi SCell chịu fading Rayleigh;
- Thông tin lớp không truy cập (NAS) được lấy từ PCell đường xuống;

Việc tạo cấu hình và tạo cấu hình lại các sóng mang thành phần có thể được thực hiện bởi RRC. Việc kích hoạt và vô hiệu hóa được thực hiện qua các phần tử kênh điều khiển MAC. Ở chuyển giao bên ngoài LTE, RRC còn có thể thêm, loại bỏ hoặc tạo cấu hình lại các SCell cho việc sử dụng ô đích. Việc tạo cấu hình lại, thêm hoặc loại bỏ các SCell có thể được thực hiện bởi RRC. Trong chuyển giao ngoài LTE, RRC cũng có thể thêm vào, loại bỏ hoặc tạo cấu hình lại các SCell để sử dụng cùng với PCell đích. Khi thêm vào một SCell mới, báo hiệu RRC được quyết định được sử dụng để gửi tất cả thông tin hệ thống được yêu cầu của SCell tức là khi ở chế độ kết nối, các UE không cần thu được thông tin hệ thống được phát quảng bá trực tiếp từ các SCell.

Khi thiết bị người dùng được tạo cấu hình cùng với sự kết hợp sóng mang, sẽ có một cặp sóng mang thành phần đường lên và đường xuống luôn luôn hoạt động. Sóng mang thành phần đường xuống của cặp sóng mang này có thể được gọi là “sóng mang neo DL”. Ở đường lên cũng tương tự như vậy.

Khi sự kết hợp sóng mang được tạo cấu hình, thiết bị người dùng có thể được lập lịch trên đồng thời nhiều sóng mang thành phần nhưng nhiều nhất là thủ thực truy cập ngẫu nhiên sẽ được thực hiện bất kỳ lúc nào. Việc lập lịch sóng mang chéo cho phép PDCCH của sóng mang thành phần lập lịch tài nguyên trên một sóng mang thành phần khác. Đối với mục đích này, một trường nhận dạng sóng mang thành phần được gọi là CIF được đưa vào định dạng DCI tương ứng.

Liên kết giữa các sóng mang thành phần đường lên và đường xuống cho phép nhận dạng sóng mang thành phần đường lên để việc cấp phát được áp dụng khi không có việc lập lịch sóng mang chéo. Sự liên kết các sóng mang thành phần đường xuống với sóng mang thành phần đường lên không nhất thiết phải là một-một. Hay nói cách khác, có thể có nhiều hơn một sóng mang thành phần đường xuống kết với cùng một sóng mang thành phần đường lên.

Các trạng thái LTE RRC

Phần mô tả sau đây chủ yếu mô tả về hai trạng thái chính trong hệ thống LTE: “RRC_IDLE” (ngủ) và “RRC_CONNECTED” (kết nối).

Ở trạng thái RRC_IDLE, sóng vô tuyến không hoạt động nhưng ID được ấn định và theo dõi bởi mạng. Đặc biệt hơn, thiết bị đầu cuối di động ở trạng thái này thực hiện việc lựa chọn và lựa chọn lại ô – nói cách khác, ở trạng thái này nó quyết định cắm ở ô nào. Quá trình lựa chọn (chọn lại) ô mang lại quyền ưu tiên của mỗi tần số có thể áp dụng cho mỗi kỹ thuật truy cập vô tuyến (RAT), chất lượng kết nối vô tuyến và trạng thái ô (chẳng hạn ô bị cấm hoặc được dành riêng). Thiết bị đầu cuối di động ở trạng thái RRC_IDLE quản lý kênh tìm gọi để phát hiện các cuộc gọi đến và cũng thu được thông tin hệ thống. Thông tin hệ thống chủ yếu bao gồm các thông số mạng (E-UTRAN) có thể điều khiển quá trình lựa chọn (chọn lại) ô. RRC quy định cụ thể báo hiệu điều khiển được áp dụng cho thiết bị đầu cuối di động trong RRC_IDLE, cụ thể là thông tin tìm gọi và thông tin hệ thống. Hành vi của thiết bị đầu cuối trong

RRC-IDLE được quy định trong TS 25.912, chương 8.4.2 được kết hợp ở đây nhằm mục đích tham khảo.

Ở trạng thái RRC_CONNECTED, thiết bị đầu cuối di động có hoạt động vô tuyến chủ động trong bối cảnh eNodeB. E-UTRAN cấp phát tài nguyên vô tuyến cho thiết bị đầu cuối để tạo điều kiện thuận lợi cho việc truyền dữ liệu (đơn hướng) thông qua các kênh dữ liệu được chia sẻ. Để hỗ trợ hoạt động này, thiết bị đầu cuối di động quản lý kênh điều khiển có liên quan được sử dụng để chỉ thị việc cấp phát động các tài nguyên truyền được chia sẻ trên miền thời gian và tần số. Thiết bị đầu cuối di động cung cấp cho mạng các báo cáo về trạng thái bộ đệm của nó và chất lượng kênh đường xuống cũng như thông tin đo lường về các ô lân cận để E-UTRAN có thể lựa chọn ô thích hợp nhất cho thiết bị đầu cuối. Các báo cáo đo lường này bao gồm các ô sử dụng các tần số hoặc các RAT khác. UE cũng nhận thông tin hệ thống bao gồm chủ yếu là các thông tin cần thiết để sử dụng các kênh truyền dẫn. Để kéo dài tuổi thọ cho pin, UE ở chế độ kết nối với thẻ được tạo cấu hình chu kỳ nhận không liên tục (DRX). RRC là giao thức mà E-TRAN sử dụng để điều khiển hành vi của UE ở trạng thái RRC_CONNECTED.

Kỹ thuật truy cập đường lên cho LTE

Đối với truyền dẫn đường lên, việc truyền dẫn tiết kiệm công suất cho thiết bị người dùng cần thiết để tối ưu vùng phủ. Truyền dẫn đơn sóng mang được kết hợp với kỹ thuật FDMA với việc cấp phát băng thông động được lựa chọn làm kỹ thuật truyền dẫn đường lên UTRA phát triển. Lý do chính cho sự ưu tiên truyền đơn sóng mang là tỷ lệ công suất đỉnh so với công suất trung bình (PAPR), so với tín hiệu đa sóng mang (OFDMA) và tương ứng với việc cải thiện hiệu quả khuếch đại công suất và cải thiện vùng phủ (tốc độ dữ liệu cao hơn đối với công suất đỉnh của thiết bị đầu cuối cho trước). Trong mỗi khoảng thời gian, Node B ấn định cho thiết bị người dùng một tài nguyên tần số/thời gian duy nhất cho việc truyền dữ liệu người dùng bởi vậy chắc chắn đạt được sự trực giao liên ô. Truy cập theo kiểu trực giao trên đường lên hứa hẹn làm tăng hiệu quả sử dụng phổ bằng cách loại bỏ nhiễu liên ô. Nhiễu do truyền dẫn đa đường được xử lý tại trạm gốc (Node B), được hỗ trợ bằng cách chen tiền tổ vòng vào tín hiệu được truyền đi.

Tài nguyên vật lý cơ bản được sử dụng cho truyền dữ liệu bao gồm tài nguyên tần số kích thước “Bwgrant” trong một khoảng thời gian, chẳng hạn một khung con là 0,5 ms, các bit thông tin được mã hóa được ánh xạ trên đó. Cần lưu ý rằng khung con cũng được gọi là khoảng thời gian truyền (TTI) là khoảng thời gian nhỏ nhất đối với truyền dẫn dữ liệu người dùng. Tuy nhiên, có thể ấn định tài nguyên tần số “Bwgrant” trên khoảng thời gian dài hơn một TTI cho người dùng bằng các tập hợp các khung con.

Kỹ thuật lập lịch đường lên trong hệ thống LTE

Kỹ thuật đường lên cho phép cả truy cập đã được lập lịch chẳng hạn được kiểm soát bởi eNB và truy cập dựa trên tranh chấp.

Trường hợp truy cập dựa trên lập lịch, UE được cấp phát tài nguyên tần số nhất định trong một khoảng thời gian nhất định (tức là tài nguyên thời gian/tần số) cho truyền dẫn dữ liệu đường lên. Tuy nhiên, một số các tài nguyên thời gian/tần số có thể được cấp phát cho truy cập dựa trên tranh chấp. Trong các tài nguyên thời gian/tần số. Các UE có thể truyền mà không cần lập lịch. Một hoạt cảnh ở đó UE đang thực hiện truy cập dựa trên tranh chấp, ví dụ như truy cập ngẫu nhiên, tức là khi UE đang thực hiện truy cập khởi tạo tới một ô hoặc yêu cầu tài nguyên đường lên.

Đối với truy cập được lập lịch, bộ lập lịch của Node B ấn định cho một người dùng một tài nguyên tần số/thời gian duy nhất cho việc truyền dữ liệu đường lên. Cụ thể hơn bộ lập lịch xác định:

- (Các) UE được phép truyền,
- Các tài nguyên kênh vật lý (tần số),
- Định dạng truyền tải (sơ đồ mã hóa điều chế (MSC)) sẽ được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối di động để truyền.

Thông tin cấp phát được báo hiệu cho UE thông qua thông tin cấp phát lập lịch, gửi trên kênh điều khiển L1/L2. Để đơn giản thì sau đây, kênh này được gọi là kênh cấp phát đường lên. Thông tin cấp phát lập lịch ít nhất bao gồm thông tin về một phần dải tần mà UE được phép sử dụng, chu kỳ hiệu lực của việc cấp phát và định dạng truyền tải mà UE phải sử dụng cho truyền dẫn đường lên cấp phát. Chu kỳ hiệu

lực ngắn nhất là một khung con. Thông tin bổ sung cũng có thể có trong thông báo cấp phát, phụ thuộc vào kỹ thuật được lựa chọn. Chỉ những sự cấp phát “trên mỗi UE” được sử dụng để cấp phát quyền để truyền trên UL-SCH (tức là không có cấp phát “trên mỗi UE trên mỗi RB”). Bởi vậy, UE cần phân phối các tài nguyên được cấp phát trong số các dữ liệu truyền thông vô tuyến theo các nguyên tắc, điều này sẽ được giải thích chi tiết trong một trong các phần tiếp theo. Không giống trong HSUPA, không có bộ phận định dạng truyền tải dựa trên UE. eNB xác định định dạng truyền tải dựa trên một số thông tin, chẳng hạn như thông tin lập lịch và thông tin QoS và UE phải tuân theo định dạng truyền dẫn được lựa chọn.

Báo cáo trạng thái bộ đệm/Quy trình yêu cầu lập lịch cho việc lập lịch đường lên

Chế độ lập lịch thông trường là lập lịch động, bằng thông báo ấn định đường xuống cho việc cấp phát các tài nguyên truyền dẫn đường xuống và các thông báo cấp phát đường lên cho việc cấp phát các tài nguyên truyền dẫn đường lên; điều này thường phù hợp với các khung con đơn cụ thể. Chúng được truyền trên PDCCH bằng cách sử dụng C-RNTI của UE như đã được đề cập từ trước. Việc lập lịch động có hiệu quả đối với các loại dịch vụ mà lưu lượng tăng vọt và thay đổi trong tốc độ, chẳng hạn như TCP.

Ngoài ra, trong việc lập lịch động, một lịch trình ổn định được xác định, nó cho phép các tài nguyên vô tuyến được tạo cấu hình bán tĩnh và được cấp phát cho UE trong khoảng thời gian dài hơn một khung con, vì vậy tránh cần đến các thông báo ấn định đường xuống hoặc các thông báo cấp phát đường lên PDCCH đối với mỗi khung con. Lịch trình kéo dài hữu ích đối với các dịch vụ chẳng hạn như VoIP mà các gói dữ liệu nhỏ, chu kỳ và bán tĩnh trong kích thước. Vì vậy, phần mào đầu của PDCCH giảm đáng kể so với trường hợp lập lịch động.

Các báo cáo về trạng thái bộ đệm (BSR) từ UE tới eNB được sử dụng để hỗ trợ eNodeB trong việc cấp phát các tài nguyên đường lên, chẳng hạn lập lịch đường lên như được giải thích cụ thể hơn trong mục [2]. Đối với trường hợp đường xuống, bộ lập lịch của eNB nhận thức được rõ ràng lượng dữ liệu sẽ được chuyển tới mỗi UE, tuy nhiên đối với hướng đường lên do các quyết định về việc lập lịch được thực hiện tại eNB và bộ đệm cho dữ liệu lại ở trong UE, nên các BSR phải được gửi từ UE tới

eNB để chỉ thị lượng dữ liệu cần được truyền qua UL-SCH.

Trong LTE, có hai loại BSR là: BSR dài và BSR ngắn. Một trong hai loại được phát bởi UE phụ thuộc vào các tài nguyên truyền dẫn có sẵn trong khối truyền tải, có bao nhiêu nhóm kênh logic có bộ đệm trống và sự kiện cụ thể nào được kích hoạt tại UE. BSR dài báo cáo lượng dữ liệu cho bốn nhóm kênh logic, trong khi đó BSR ngắn chỉ chỉ thị lượng dữ liệu đệm cho nhóm kênh vật lý logic cao nhất. Lý do để đưa ra khái niệm nhóm kênh logic là thậm chí mặc dù UE có thể có nhiều hơn bốn nhóm kênh logic được tạo cấu hình bằng cách báo cáo trạng thái bộ đệm cho mỗi kênh logic riêng biệt có thể dẫn đến quá nhiều mào đầu dành cho báo hiệu. Bởi vậy eNB ấn định mỗi kênh logic thành một nhóm kênh logic; các kênh logic được ưu tiên với các yêu cầu QoS giống nhau/tương tự sẽ được cấp phát trong cùng một nhóm kênh logic.

BSR ngắn hay dài được truyền đi bởi UE phụ thuộc vào các tài nguyên truyền dẫn sẵn có trong khối truyền tải, trên bao nhiêu nhóm kênh logic có các bộ đệm không trống và phụ thuộc vào sự kiện cụ thể có được kích hoạt tại UE hay không. BSR dài báo cáo lượng dữ liệu cho bốn kênh logic, ngược lại thì BSR ngắn chỉ chỉ thị lượng dữ liệu được đệm chỉ cho nhóm kênh logic cao nhất.

Lý do để đưa ra khái niệm nhóm kênh logic là để thậm chí UE có nhiều hơn 4 nhóm kênh logic được tạo cấu hình, việc báo cáo trạng thái bộ đệm cho mỗi kênh logic riêng lẻ sẽ dẫn đến có quá nhiều mào đầu dành cho báo hiệu. Bởi vậy, eNB ấn định mỗi kênh logic cho một nhóm kênh logic; tốt hơn, các kênh logic với các yêu cầu QoS giống/tương tự nên được cấp phát trong cùng một nhóm kênh logic.

BSR có thể được kích hoạt chẳng hạn đối với các sự kiện sau:

- Bất cứ khi nào dữ liệu đến kênh logic có quyền ưu tiên cao hơn các kênh logic có bộ đệm không trống;
- Bất cứ khi nào dữ liệu sẵn có cho kênh logic bất kỳ, khi trước đó không có dữ liệu có sẵn để truyền;
- Bất cứ khi nào thời gian để truyền lại BSR hết hạn;
- Bất cứ khi nào đến hạn báo cáo BSR định kỳ, tức là bộ đếm chu kỳ BSR hết hạn;

- Bất cứ khi nào có khoảng trống trong khối truyền tải mà có thể chứa BSR.

Trong LTE, có một cơ chế truyền lại BSR để tránh việc truyền lỗi; bộ định thời BSR truyền lại được khởi động hoặc khởi động lại bất cứ khi nào nhận được thông tin cấp phát đường lên. Nếu không nhận được thông tin cấp phát đường lên trước khi hết hạn, một BSR khác được kích hoạt bởi UE.

Nếu UE không có tài nguyên đường lên được cấp phát bao gồm BSR trong TB khi BSR được kích hoạt thì UE gửi yêu cầu lập lịch (SR - scheduling request) trên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) nếu được tạo cấu hình. Đối với trường hợp không có D-SR (yêu cầu lập lịch được chỉ thị) các tài nguyên trên PUCCH được tạo cấu hình cho UE sẽ khởi tạo thủ tục truy cập ngẫu nhiên (thủ tục RACH) để yêu cầu các tài nguyên UL-SCH cho việc truyền thông tin BSR tới eNB. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng UE không kích hoạt truyền dẫn trong trường hợp BSR định kỳ được truyền đi.

Ngoài ra, cải tiến để truyền SR đã được đưa vào cho chế độ lập lịch cụ thể ở đó các tài nguyên được cấp phát liên tục theo chu kỳ định trước để tiết kiệm mào đầu dành cho báo hiệu điều khiển L1/2 cho cấp phát truyền dẫn, được gọi là lập lịch bán liên tục (SPS - semi-persistent scheduling). Một ví dụ về dịch vụ, mà được xem xét để lập lịch bán liên tục là VoIP. Cứ mỗi 20ms, một gói VoIP được tạo ra ở bộ mã hóa trong khoảng trống trong các khoảng thời gian đàm thoại. Bởi vậy, cứ mỗi 20ms, eNB có thể cấp phát tài nguyên đường lên hoặc đường xuống tương ứng, sau đó nó có thể được sử dụng để truyền các gói VoIP. Nhìn chung, SPS có lợi cho các dịch vụ có kiểu hành vi lưu lượng có thể đoán trước, chẳng hạn như tốc độ bit không đổi, thời gian gói tin đến là định kỳ. Đối với trường hợp SPS được tạo cấu hình cho hướng đường lên, eNB có thể ngắt quá trình truyền/khởi tạo các kênh logic được tạo cấu hình cụ thể, tức là khởi tạo BSR do dữ liệu đến trên các kênh logic được tạo cấu hình cụ thể sẽ không khởi tạo SR. Mục đích cho sự cải tiến này là báo cáo SR cho các kênh logic mà sẽ sử dụng các tài nguyên được cấp phát một cách bán liên tục (các kênh logic mang các gói VoIP) là không có giá trị cho việc lập lịch của eNB và vì vậy nên tránh đi.

Thông tin chi tiết hơn liên quan đến các thủ tục BSR, và cụ thể là việc khởi tạo BSR được giải thích trong 3GPP TS 36.321 V10.5, chương 5.4.5 được kết hợp ở đây

nhằm mục đích tham khảo.

Sự ưu tiên kênh logic

UE có chức năng điều khiển tốc độ đường lên quản lý việc chia sẻ tài nguyên đường lên giữa các kênh truyền dữ liệu vô tuyến. Sau đây, chức năng điều khiển tốc độ đường lên cũng được xem như thủ tục ưu tiên kênh logic. Thủ tục ưu tiên kênh logic (LCP) được áp dụng khi lần truyền mới được thực hiện, tức là khối truyền tải cần được tạo ra. Một đề xuất cho việc ấn định dung lượng đã được ấn định các tài nguyên tới các kênh truyền dữ liệu, theo thứ tự ưu tiên, cho đến khi mỗi kênh truyền dữ liệu nhận được sự cấp phát tương đương với tốc độ dữ liệu tối thiểu cho mình, sau đó dung lượng thêm vào được ấn định cho các kênh truyền dữ liệu chẳng hạn theo thứ tự ưu tiên.

Phần mô tả về thủ tục LCP được đưa ra sau đây, việc thực hiện thủ tục LCP tại UE dựa trên mô hình ngăn chứa thẻ, đã được biết đến trong giới IP. Chức năng cơ bản của mô hình này được mô tả như sau. Thẻ có tốc độ định kỳ cho trước, thể hiện quy luật truyền một lượng dữ liệu, được thêm vào ngăn chứa. Khi UE được cấp phát tài nguyên, UE được phép truyền lượng dữ liệu được thể hiện bởi số lượng thẻ trong ngăn chứa. Khi truyền dữ liệu, UE loại bỏ các thẻ tương đương với dữ liệu đã được truyền. Trong trường hợp ngăn chứa đầy, bất kỳ thẻ nào thêm vào sẽ được loại bỏ đi. Đối với việc bổ sung thẻ vào có thể giả thiết rằng chu kỳ lặp lại của quá trình này là mỗi TTI, nhưng có thể dễ dàng kéo dài sao cho thẻ được bổ sung mỗi giây. Về cơ bản thay vì mỗi 1ms bổ sung một thẻ vào ngăn chứa dữ liệu, có thể thêm vào 1000 thẻ mỗi giây. Sau đây, thủ tục ưu tiên kênh logic được sử dụng trong phiên bản Rel-8 được mô tả [TS36.321]. Thông tin cụ thể hơn liên quan đến thủ tục LPC được giải thích trong tài liệu 3GPP TS 36.321 V8 trong chương 5.4.3.1, được kết hợp ở đây với mục đích tham khảo.

RRC kiểm soát việc lập lịch dữ liệu đường lên bằng báo hiệu đối với mỗi kênh logic: sự ưu tiên ở đó giá trị ưu tiên tăng dần chỉ thị mức ưu tiên thấp hơn, “*prioritisedBitRate*” thiết lập tốc độ bit ưu tiên (PBR), “*bucketSizeDuration*” thiết lập khoảng thời gian kích thước của ngăn chứa dữ liệu (BSD). Ý tưởng ẩn sau tốc độ bit được ưu tiên là để hỗ trợ cho mỗi kênh truyền dữ liệu, bao gồm các kênh truyền dữ

liệu non-GBR có mức độ ưu tiên thấp, tốc độ bit tối thiểu để tránh sự thiếu hụt. Mỗi kênh truyền vô tuyến ít nhất nên có đủ tài nguyên để đạt được tốc độ bit được ưu tiên (PRB).

UE sẽ duy trì một biến B_j cho mỗi kênh logic j . B_j sẽ được khởi tạo là không khi kênh logic tương ứng được thiết lập, và được tăng bởi tích $PBR \times$ thời khoảng TTI đối với mỗi TTI, trong đó PBR là tốc độ bit ưu tiên của kênh logic j . Tuy nhiên, giá trị của B_j có thể không bao giờ vượt quá kích thước ngăn chứa và nếu giá trị của B_j lớn hơn kích thước ngăn chứa của kênh logic j , thì nó sẽ được thiết lập thành kích thước ngăn chứa. Kích thước ngăn chứa của một kênh logic bằng $PBR \times BSD$, trong đó PBR và BSD được tạo cấu hình bởi các lớp trên.

UE sẽ thực hiện thủ tục ưu tiên kênh logic dưới đây khi cuộc truyền mới được thực hiện:

- UE sẽ cấp phát các tài nguyên cho các kênh logic theo các bước sau đây:

Bước 1: tất cả các kênh logic có $B_j > 0$ được cấp phát các tài nguyên theo thứ tự ưu tiên giảm dần. Nếu PBR của một kênh dữ liệu vô tuyến được thiết lập là "vô hạn", UE sẽ cấp phát các tài nguyên cho tất cả dữ liệu đang có để truyền trên kênh dữ liệu vô tuyến trước khi gập PBR của (các) kênh dữ liệu vô tuyến có mức ưu tiên thấp hơn;

Bước 2: UE sẽ giảm B_j theo kích thước tổng cộng của các MAC SDU đã phục vụ cho kênh logic j trong bước 1.

Lưu ý rằng giá trị của B_j có thể âm.

Bước 3: nếu còn bất kỳ tài nguyên nào, tất cả các kênh logic được phục vụ theo một thứ tự ưu tiên giảm mạnh (bất kể giá trị của B_j) cho đến khi hoặc dữ liệu mà kênh logic hoặc cấp phép UL cho nó bị hết, tùy vào cái gì hết trước. Các kênh logic được tạo cấu hình với mức ưu tiên ngang bằng nhau sẽ được phục vụ như nhau.

- UE cũng sẽ tuân theo các quy tắc dưới đây trong các thủ tục lập lịch nêu trên:

UE sẽ không phân chia một RLC SDU (hoặc truyền một phần SDU hoặc truyền lại RLC PDU) nếu toàn bộ SDU (hoặc truyền một phần SDU hoặc truyền lại RLC PDU) vừa khít với các tài nguyên còn lại;

Nếu UE phân chia một RLC SDU từ kênh logic, nó sẽ tối đa hoá kích thước của

phân đoạn (đoạn được phân chia) để lấp đầy cấp phép nhiều nhất có thể;

UE sẽ tối đa hoá việc truyền dữ liệu.

Đối với thủ tục ưu tiên kênh logic, UE sẽ tính đến sự ưu tiên tương đối sau đây theo thứ tự giảm dần:

- Phần tử điều khiển MAC cho C-RNTI hoặc dữ liệu từ UL-CCCH;
- Phần tử điều khiển MAC cho BSR, ngoại trừ BSR dùng để đệm;
- Phần tử điều khiển MAC cho PHR;
- Dữ liệu từ kênh logic bất kỳ, ngoại trừ dữ liệu từ UL-CCCH;
- Phần tử điều khiển MAC cho BSR dùng để đệm.

Đối với trường hợp kết hợp sóng mang, thủ tục ưu tiên kênh logic sẽ được mô tả ở phần sau, khi UE được yêu cầu để truyền nhiều MAC PDU trong một TTI, các bước 1 đến 3 và các quy tắc đi kèm có thể được áp dụng hoặc cho mỗi thông tin cấp phát một cách độc lập hoặc cho tổng dung lượng của các thông tin cấp phát. Ngoài ra, thứ tự theo đó các cấp phép được xử lý được để lại cho người dùng cài đặt. Tùy thuộc vào sự cài đặt của UE để quyết định phần tử điều khiển MAC nằm trong MAC PDU nào khi người dùng được yêu cầu truyền nhiều MAC PDU trong một TTI.

Điều khiển công suất đường lên

Việc điều khiển công suất truyền đường lên trong hệ thống truyền thông di động hỗ trợ hai chức năng: cân bằng nhu cầu năng lượng được phát thích hợp trên bit để đạt được chất lượng dịch vụ yêu cầu (QoS), đồng thời giảm thiểu nhiễu đến các người dùng khác của hệ thống và tối đa tuổi thọ pin của thiết bị di động. Để đạt được mục đích này, vai trò của bộ điều khiển công suất (PC) trở thành yếu tố quyết định để cung cấp SINR được yêu cầu trong khi kiểm soát được nhiễu gây cho các ô lân cận. Ý tưởng về kỹ thuật PC cơ bản trên đường lên là để tất cả người dùng đều nhận được cùng một SINR (tỷ số tín hiệu trên tạp âm), được biết đến như sự bồi thường đầy đủ. Theo một phương án thay thế, 3GPP đã áp dụng cho LTE sử dụng điều khiển công suất phân đoạn (FPC). Đây là chức năng mới làm cho các thiết bị người dùng hoạt động với suy hao do đường truyền cao hơn với yêu cầu về SINR thấp do đó các thiết bị đó sẽ tạo ra ít nhiễu hơn cho các ô lân cận.

Cơ chế điều khiển công suất chi tiết được mô tả cụ thể trong hệ thống LTE cho kênh chia sẻ đường lên vật lý, kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) và các tín hiệu tham chiếu thăm dò (các SRS) (mục 5.1 trong TS36.213). Cơ chế cho mỗi tín hiệu đường lên này là theo các nguyên tắc cơ bản giống nhau; trong tất cả các trường hợp chúng có thể được xem như được tổng hợp từ hai yếu tố cơ bản: điểm vận hành vòng lặp cơ bản xuất phát từ các thông số tĩnh hoặc các thông số bán tĩnh được báo hiệu bởi eNodeB, và độ dịch động được cập nhật từ khung con tới khung con.

Điểm vận hành vòng lặp cơ bản cho công suất phát trên mỗi khối tài nguyên phụ thuộc vào số lượng hệ số bao gồm nhiều liên ô và tải ô, P0 cấp cơ sở bán tĩnh, còn bao gồm mức công suất chung cho tất cả các UE trong ô (được đo bằng dBm) và độ dịch cụ thể của UE, và thành phần bù suy hao đường truyền vòng lặp mở. Thành phần dịch động của công suất trên mỗi khối tài nguyên còn có thể chia thành hai thành phần, thành phần phụ thuộc vào MCS được sử dụng và các lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) rõ ràng.

Thành phần MCS phụ thuộc (được đề cập trong phần mô tả về hệ thống LTE, ở đó TF là định dạng truyền tải) cho phép công suất truyền trên mỗi RB sẽ thích hợp với tốc độ dữ liệu thông tin được truyền đi.

Thành phần khác của độ dịch động là các lệnh TPC cho UE cụ thể. Các lệnh này có thể vận hành theo hai cách khác nhau: các lệnh TPC tích lũy (sẵn cho với PUSCH, PUCCH và SRS) và các lệnh TPC đơn (chỉ cho PUSCH). Đối với PUSCH, chuyển mạch giữa hai chế độ được tạo cấu hình bán tĩnh cho mỗi UE bởi báo hiệu RRC – tức là chế độ không được thay đổi động. Với các lệnh TPC tích lũy, mỗi lệnh TPC báo hiệu một bước công suất liên quan tới mức trước đó.

Định thời trước

Đối với kỹ thuật truyền dẫn đường lên, kỹ thuật đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang (SC-FDMA) trong hệ thống LTE được chọn để đạt được việc đa truy cập trực giao trên miền tần số và thời gian giữa các UE khác nhau truyền trên đường lên.

Đường lên được duy trì trực giao bằng cách đảm bảo rằng các việc truyền dẫn từ các UE khác nhau trong ô được sắp xếp về mặt thời gian ở bộ phận nhận của eNB.

Điều này tránh được nhiều liên ô xảy ra giữa các UE được ấn định để truyền trong các khung con liên tục và giữa các UE truyền trên các sóng mang con liền kề. Việc sắp xếp trong truyền dẫn đường lên đạt được bằng cách áp dụng việc định thời trước tại bộ phận truyền của UE, liên quan tới việc định thời đường xuống nhận được. Điều này được minh họa trên Fig.5, mục đích chính của việc này là để chống lại trễ truyền dẫn khác nhau giữa các UE khác nhau.

Thủ tục định thời trước

Khi UE được đồng bộ với truyền dẫn đường xuống nhận được từ eNB, định thời trước ban đầu được thiết lập bởi các thủ tục truy cập ngẫu nhiên. Điều này liên quan đến UE truyền phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên mà từ đó eNodeB có thể ước lượng việc định thời đường lên và đáp ứng một lệnh định thời trước ban đầu 11 bit có trong thông báo đáp ứng truy cập ngẫu nhiên (RAR). Điều này cho phép việc định thời trước được tạo cấu hình cho eNodeB với bước $0,52 \mu\text{s}$ từ 0 đến tối đa $0,67\text{ms}$.

Ngay khi việc định thời trước được thiết lập đầu tiên cho mỗi thiết bị người dùng, việc định thời trước sẽ được cập nhật theo thời gian để chống lại các thay đổi trong thời gian đến của các tín hiệu đường lên tại eNodeB. Trong việc phát sinh các lệnh cập nhật về việc định thời trước, eNodeB có thể đo bất kỳ tín hiệu đường lên nào có ích. Chi tiết về các phép đo định thời đường lên tại eNodeB chưa được xác định, nhưng nó được thực hiện tại eNode.

Các lệnh cập nhật cho việc định thời trước được tạo ra bởi lớp điều khiển truy cập môi trường (MAC) trong eNodeB và được truyền tới thiết bị người dùng dưới dạng các phần tử điều khiển MAC mà có thể được ghép kênh với dữ liệu trên kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH). Giống như lệnh định thời trước ban đầu trong đáp ứng cho phần mở đầu kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH), các lệnh cập nhật có khoảng cách là $0,52\mu\text{s}$. Phạm vi của các lệnh cập nhật là $\pm 16 \mu\text{s}$, cho phép một bước thay đổi trong định thời đường lên tương đương với độ dài của tiền tố vòng mở rộng. Chúng thường không được gửi thường xuyên nhiều hơn mỗi 2 giây. Trong thực tế, việc cập nhật nhanh đã không còn cần thiết, vì ngay cả đối với một thiết bị người dùng di chuyển ở tốc độ 500 km/h sự thay đổi trong chuyển đi vòng quanh con đường dài không quá 278 m/s , tương ứng với sự thay đổi trong thời gian đi là $0,93 \mu\text{s/s}$.

Khi nhận được lệnh định thời trước, UE sẽ điều chỉnh việc định thời truyền đường lên của nó cho PUCCH/PUSCH/SRS của ô sơ cấp. Các lệnh định thời trước chỉ thị sự thay đổi trong việc định thời đường lên liên quan tới việc định thời đường lên hiện tại như là bội số của $16T_s$. Việc định thời truyền đường lên đối với PUSCH/SRS của ô thứ cấp tương tự với ô sơ cấp.

Trong trường hợp đáp ứng truy cập ngẫu nhiên, lệnh định thời trước 11 bit, T_A , chỉ thị các giá trị N_{TA} với $T_A = 0, 1, 2, \dots, 1282$, trong đó số lượng liên kết thời gian được cho trước bởi $N_{TA} = T_A \times 16$. N_{TA} được xác định trong mục [3].

Trong một trường hợp khác, lệnh định thời trước 11 bit, T_A , chỉ thị sự điều chỉnh giá trị N_{TA} , $N_{TA,cũ}$, cho giá trị N_{TA} , $N_{TA,mới}$, với $T_A = 0, 1, 2, \dots, 63$, trong đó $N_{TA,mới} = N_{TA,cũ} + (T_A - 31) \times 16$. Ở đây, việc điều chỉnh giá trị N_{TA} một lượng âm hay dương chỉ thị trước hoặc sau việc định thời truyền đường lên bởi một lượng tương ứng.

Đối với lệnh định thời trước nhận được trên khung con thứ n , việc điều chỉnh tương ứng đối với việc định thời sẽ được áp dụng bắt đầu từ khung con thứ $n+6$. Khi việc truyền dẫn PUCCH/PUSCH/SRS đường lên của UE trong khung con n và khung con $n+1$ bị trùng lặp cho việc điều chỉnh định thời, UE sẽ truyền toàn bộ khung con n và không truyền phần trùng lặp của khung con $n+1$.

Nếu việc định thời đường xuống nhận được thay đổi và không được bù đắp hoặc chỉ được bù đắp một phần bởi việc điều chỉnh định thời đường lên mà không có lệnh định thời trước như được bộc lộ trong tài liệu TS36.133, UE sẽ thay đổi N_{TA} theo đó.

NodeB cân bằng mào đầu cho việc gửi các lệnh cập nhật định thời thông thường tới tất cả các UE trong ô để chống lại khả năng UE truyền nhanh khi dữ liệu đến bộ đệm truyền của nó. Vì vậy, eNodeB tạo cấu hình bộ định thời cho mỗi thiết bị người dùng, để thiết bị người dùng khởi động lại mỗi lần mỗi khi nhận được cập nhật định thời trước. Bộ định thời này cũng được xem như bộ định thời trước (TAT). Trong trường hợp thiết bị người dùng không nhận được lệnh cập nhật định thời trước khi thời gian kết thúc, nó sẽ xem xét rằng nó đã mất đồng bộ đường lên (xem mục 5.2 tài liệu 3GPP TS 36.321, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Medium

Access Control (MAC) protocol specification”, phiên bản 8.9.0, tại trang web <http://www.3gpp.org> và được kết hợp ở đây với mục đích tham khảo).

Trong trường hợp, để tránh nguy cơ tạo ra nhiễu trong việc truyền dẫn đường lên từ các thiết bị người dùng khác, UE không được phép thực hiện một truyền dẫn đường lên nào khác.

Các đặc tính bổ sung của thủ tục định thời trước có thể được tìm thấy ở TS36.321 và TS36.133 (mục 7.1) được kết hợp ở đây nhằm mục đích tham khảo.

Các dịch vụ dựa trên khoảng cách của hệ thống truyền thông thiết bị tới thiết bị LTE (D2D)

Các ứng dụng và các dịch vụ dựa trên sự khoảng cách đại diện cho xu hướng công nghệ mang tính xã hội đang nổi lên. Các vùng được nhận dạng bao gồm các dịch vụ liên quan tới các dịch vụ thương mại và an ninh công cộng mà các nhà điều hành và người dùng có thể quan tâm. Việc giới thiệu khả năng dịch vụ dựa trên khoảng cách (ProSe) sẽ cho phép 3GPP phục vụ thị trường đang phát triển này, và sẽ, tại cùng thời điểm, phục vụ nhu cầu cấp bách của các nhóm an ninh công cộng có trong hệ thống LTE.

Công nghệ truyền thông thiết bị tới thiết bị (D2D) là một thành phần kỹ thuật cho LTE phiên bản 12. Công nghệ truyền thông thiết bị tới thiết bị cho phép D2D như một lớp dưới cho mạng di động ô để tăng hiệu quả sử dụng phổ. Ví dụ, nếu mạng di động ô là LTE, tất cả các kênh vật lý mang dữ liệu sử dụng kỹ thuật SC-FDMA cho báo hiệu D2D. Trong truyền thông D2D, các thiết bị người dùng (các UE) truyền các báo hiệu dữ liệu tới mỗi thiết bị người khác trên liên kết trực tiếp bằng cách sử dụng các tài nguyên ô thay vì thông qua trạm gốc. Hoạt cảnh có thể xảy ra trong hệ thống truyền thông tương thích D2D được thể hiện trên Fig.7.

Truyền thông D2D trong LTE

Truyền thông D2D trong LTE tập trung vào 2 phần chính: phát hiện và truyền thông, trong đó sáng chế chủ yếu đề cập đến phần phát hiện.

Truyền thông thiết bị tới thiết bị là là một thành phần công nghệ của LTE-A. Trong truyền thông D2D, các UE truyền các tín hiệu dữ liệu tới mỗi thiết bị người

dùng khác trên liên kết trực tiếp bằng cách sử dụng tài nguyên ô thay vì thông qua trạm gốc. Các thiết bị người dùng trong D2D truyền thông trực tiếp trong khi vẫn được kiểm soát bởi trạm gốc, tức là ít nhất khi nằm trong vùng phủ của một eNB. Bởi vậy, D2D có thể cải thiện hiệu suất của hệ thống bằng cách sử dụng lại tài nguyên ô.

Giả sử rằng D2D hoạt động trong phổ LTE đường lên (trong trường hợp FDD) hoặc các khung con đường lên của ô tạo ra vùng phủ (trong trường hợp TDD trừ khi nằm ngoài vùng phủ). Ngoài ra, việc truyền/nhận trong hệ thống D2D không sử dụng kỹ thuật song công toàn phần trên sóng mang cho trước. Từ góc độ UE cá nhân, việc nhận tín hiệu D2D sóng mang cho trước và truyền dẫn đường lên LTE không sử dụng song công toàn phần, tức là không đồng thời nhận tín hiệu D2D và truyền dẫn đường lên UL LTE.

Trong truyền thông D2D, khi UE1 làm nhiệm vụ truyền (thiết bị đầu cuối người dùng truyền hoặc thiết bị đầu cuối truyền), UE1 gửi dữ liệu và UE2 (thiết bị đầu cuối người dùng nhận) nhận dữ liệu này. UE1 và UE2 có thể thay đổi vai trò cho nhau. Dữ liệu được truyền từ UE1 có thể được nhận bởi một hoặc nhiều UE tương tự như UE2.

Đối với các giao thức trong mặt phẳng người dùng, nội dung về thỏa hiệp được báo cáo từ truyền thông D2D tương ứng (3GPP TS 36.843 phiên bản 12.0.0 chương 9.2, được kết hợp ở đây với mục đích tham khảo):

- PDCP

- 1: dữ liệu truyền thông phát quảng bá D2D M (tức là các gói IP) sẽ được chuyển như dữ liệu trong mặt phẳng người dùng thông thường.
- Việc nén/giải nén trong PDCP được áp dụng cho 1: truyền thông phát quảng bá D2D M
 - Chế độ U được sử dụng để nén mào đầu trong PDCP cho việc vận hành phát quảng bá D2D để an ninh công cộng;

- RLC:

- UM RLC được sử dụng cho 1: truyền thông phát quảng bá D2D M
- Việc phân đoạn và ráp lại được hỗ trợ ở L2 bởi RLC UM.

- UE nhận cần duy trì ít nhất một thực thể RLC UM trong mỗi lần truyền tới UE.
- Thực thể nhận RLC UM không cần được tạo cấu hình từ trước để nhận khối dữ liệu RLC UM thứ nhất.
- Cho đến nay không có nhu cầu nào được xác định cho RLC AM hoặc RLC TM cho truyền thông D2D cho truyền dẫn dữ liệu trên mặt phẳng người dùng.

- MAC:

- Không có phản hồi HARQ nào được giả định cho 1: truyền thông phát quảng bá D2D M
- UE nhận cần biết ID nguồn để xác định thực thể RLC UM nhận.
- Mào đầu MAC bao gồm ID đích L2 được phép lọc ra các gói tin từ lớp MAC.
- ID đích L2 có thể là địa chỉ phát quảng bá, đơn hướng hoặc đa hướng.

L2 đơn hướng/đa hướng: ID đích L2 được mang trong mào đầu MAC cho phép loại bỏ việc nhận RLC UM PDU ngay cả trước khi cung cấp cho các đơn vị nhận RLC.

L2 phát quảng bá: UE nhận sẽ xử lý tất cả các RLC PDU từ tất cả các bộ truyền và mục đích là để tái ghép hoặc phát gói IP tới lớp cao hơn.

- Mào đầu MAC chứa các LCID (tới các kênh logic khác nhau)
- Ít nhất quá trình ghép/tách kênh, xử lý ưu tiên và đệm được sử dụng cho truyền thông D2D.

Cấp phát tài nguyên

Cấp phát tài nguyên vô tuyến

Fig.9 minh họa quy trình liên quan đến việc cấp phát tài nguyên trong truyền thông D2D. Việc cấp phát tài nguyên trong truyền thông D2D đã được quyết định và mô tả trong tài liệu 3GPP TS 36.843, phiên bản 12.0.0, chương 9.2.3, được kết hợp ở

đây với mục đích tham khảo.

Từ việc truyền của UE, các dịch vụ dựa trên khoảng cách cho phép UE (UE được cho phép sử dụng các dịch vụ dựa trên khoảng cách) có thể hoạt động ở hai chế độ trong quá trình cấp phát tài nguyên:

- Chế độ 1 (eNB được lập lịch để cấp phát tài nguyên): eNB hoặc nút chuyển tiếp phiên bản 10 lập lịch các tài nguyên chính xác được sử dụng bởi UE để truyền dữ liệu trực tiếp hoặc thông tin điều khiển trực tiếp. UE cần ở trạng thái RRC_CONNECTED để truyền dữ liệu. Ngoài ra, UE yêu cầu tài nguyên truyền từ eNB và eNB lập lịch tài nguyên truyền cho truyền dẫn (các) thông tin ấn định lập lịch và dữ liệu. UE gửi yêu cầu lập lịch (D-SR hoặc truy cập ngẫu nhiên) tới eNB theo sau là BSR. Dựa trên BSR, eNB có thể quyết định rằng UE có dữ liệu cho truyền thông trực tiếp ProSe và ước lượng tài nguyên cần cho truyền dẫn.

- Chế độ 2 (UE quản lý việc lựa chọn tài nguyên): UE tự mình lựa chọn tài nguyên từ quỹ tài nguyên để truyền dữ liệu trực tiếp và thông tin điều khiển trực tiếp.

Chế độ cấp phát tài nguyên nào sẽ được sử dụng để truyền thông dữ liệu D2D cơ bản phụ thuộc vào trạng thái RRC, tức là RRC_IDLE hoặc RRC_CONNECTED, và trạng thái vùng phủ của UE, tức là trong hay ngoài vùng phủ. UE được coi là trong vùng phủ nếu nó có ô đang phục vụ (tức là UE ở trạng thái RRC_CONNECTED hoặc được cắm trên ô ở trạng thái RRC_IDLE).

Đặc biệt, các nguyên tắc sau đây tương ứng với chế độ cấp phát tài nguyên được áp dụng cho UE (theo TS36.300):

- Nếu UE ở ngoài vùng phủ thì nó có thể sử dụng chế độ 2;
- Nếu UE nằm trong vùng phủ nó có thể sử dụng chế độ 1 nếu eNB tạo cấu hình nó cho phù hợp;
- Nếu UE nằm trong vùng phủ nó sẽ sử dụng chế độ 2 nếu eNB tạo cấu hình nó cho phù hợp;
- Khi không có các điều kiện đặc biệt, UE thay đổi từ chế độ 1 sang chế độ 2 hoặc chế độ 2 sang chế độ 1 nếu nó được tạo cấu hình bởi eNB để làm như vậy. Nếu UE trong vùng phủ, nó sẽ chỉ sử dụng chế độ được chỉ thị bởi eNB trừ khi một trong

các trường hợp đặc biệt xảy ra;

- UE coi mình ở trong các điều kiện đặc biệt khi T311 hoặc T301 đang chạy;
- Khi xảy ra các trường hợp không mong muốn, UE được phép sử dụng chế độ 2 tạm thời thậm chí cả khi nó được tạo cấu hình để sử dụng chế độ 1.

Trong khi ở trong vùng phủ của ô E-UTRA, UE sẽ chỉ thực hiện truyền dẫn truyền thông trực tiếp ProSe trên sóng mang UL chỉ trên tài nguyên được áp định bởi ô đó, thậm chí nếu tài nguyên của sóng mang đó đã được tạo cấu hình trước chẳng hạn như trong UICC.

Đối với các UE ở chế độ RRC_IDLE, eNB có thể lựa chọn một trong các lựa chọn sau:

- eNB có thể cung cấp quỹ tài nguyên truyền dẫn chế độ 2 trong SIB. Các UE mà được xác thực cho truyền thông trực tiếp ProSe sử dụng các tài nguyên này cho truyền thông trực tiếp ProSe trong RRC_IDLE;
- eNB có thể chỉ thị trong SIB rằng nó hỗ trợ D2D nhưng không cung cấp tài nguyên cho truyền thông trực tiếp ProSe. Các UE này cần ở trạng thái RRC_CONNECTED để thực hiện truyền dẫn truyền thông trực tiếp ProSe.

Đối với các UE ở trạng thái RRC_CONNECTED:

- UE ở trạng thái RRC_CONNECTED mà được xác nhận để thực hiện truyền dẫn truyền thông trực tiếp ProSe, khi nó cần thực hiện truyền dẫn truyền thông trực tiếp ProSe chỉ thị cho eNB rằng nó muốn truyền dẫn truyền thông trực tiếp ProSe;
- eNB xác nhận liệu UE trong RRC_CONNECTED có được xác thực cho truyền dẫn truyền thông trực tiếp ProSe bằng cách sử dụng bối cảnh của UE nhận được từ MME;
- eNB có thể tạo cấu hình UE ở trạng thái RRC_CONNECTED bằng báo hiệu quyết định với quỹ tài nguyên truyền dẫn cấp phát tài nguyên chế độ 2 mà có thể được sử dụng mà không hạn chế trong khi UE ở trạng thái RRC_CONNECTED. Ngược lại, eNB có thể tạo cấu hình UE ở chế độ RRC_CONNECTED bởi báo hiệu chỉ thị với quỹ tài nguyên truyền dẫn cấp phát tài nguyên chế độ 2 mà UE được phép sử dụng chỉ trong các trường hợp đặc biệt và nếu không thì dựa vào chế độ 1.

Trong chế độ 1, UE yêu cầu các tài nguyên truyền dẫn từ eNodeB. eNodeB lập lịch tài nguyên truyền dẫn cho việc truyền ẩn định lập lịch và dữ liệu.

- UE gửi yêu cầu lập lịch (D-SR hoặc RA) tới eNodeB sau đó là BSR dựa trên việc eNodeB có thể xác định rằng UE dự định thực hiện truyền dẫn D2D cũng như các tài nguyên được yêu cầu hay không.

- Chế độ 1, UE cần ở chế độ RRC_Connected để truyền thông D2D.

Đối với chế độ 2, các UE được cung cấp quỹ tài nguyên (thời gian và tần số) từ đó chúng có thể chọn tài nguyên cho việc truyền truyền thông D2D.

Fig.8 là sơ đồ minh họa các tài nguyên truyền và/hoặc nhận lớp trên (LTE) và lớp dưới (D2D). eNodeB kiểm soát để UE có thể áp dụng truyền dẫn chế độ 1 hoặc 2. Khi UE biết tài nguyên có nó có thể được truyền (hoặc nhận) đến đâu, UE sẽ sử dụng các tài nguyên tương ứng chỉ để cho việc truyền/nhận tương ứng. Trong ví dụ được minh họa trên Fig.8, các khung con D2D sẽ chỉ được sử dụng để nhận hoặc truyền các tín hiệu D2D. Do UE là thiết bị D2D vận hành ở chế độ bán song công, UE có thể nhận hoặc truyền các tín hiệu D2D tại bất kỳ thời điểm nào. Tương tự, cũng trên Fig.8, các khung con khác có thể được sử dụng cho truyền và nhận (lớp trên) LTE.

Phát hiện D2D là thủ tục/quy trình để xác nhận khả năng D2D khác và các thiết bị được quan tâm trong vùng lân cận. Đối với chức năng này, các thiết bị D2D muốn được phát hiện sẽ gửi một số tín hiệu phát hiện (trên tài nguyên mạng nhất định) và UE nhận quan tâm với tín hiệu phát hiện này sẽ đến để biết các thiết bị D2D truyền này. Chương 8 của 3GPP TS 36.843 bộc lộ các chi tiết các cơ chế phát hiện D2D sẵn có.

Thủ tục truyền dẫn để truyền thông D2D

Fig.10 là sơ đồ thể hiện thủ tục truyền dẫn đối với truyền thông D2D. Thủ tục truyền dẫn dữ liệu D2D khác nhau tùy theo chế độ cấp phát tài nguyên. Như được mô tả ở trên đối với chế độ 1, eNB lập lịch rõ ràng các tài nguyên cho việc ẩn định lập lịch và truyền thông dữ liệu D2D. Sau đây, các bước khác nhau của thủ tục yêu cầu/cấp phát được liệt kê cho việc cấp phát tài nguyên chế độ 1:

- Bước 1: UE gửi SR (yêu cầu lập lịch) tới eNB thông qua PUCCH;

- Bước 2: eNB cấp phát tài nguyên UL (cho UE để gửi BSR) thông qua PDCCH, được tranh chấp bởi C-RNTI;
- Bước 3: UE gửi D2D BSR cho biết trạng thái bộ đệm thông qua PUSCH;
- Bước 4: eNB cấp phát tài nguyên D2D (cho UE để gửi dữ liệu) thông qua PUSCH, được tranh chấp bởi D2D-RNTI.
- Bước 5: UE Tx D2D truyền dữ liệu SA/D2D theo thông tin cấp phát nhận được trong bước 4

Ấn định lập lịch (SA - Scheduling Assignment) là thông báo (tải thấp) thỏa thuận chứa thông tin điều khiển chẳng hạn, (các) con trỏ đến tài nguyên thời gian-tần số cho việc truyền dữ liệu D2D tương ứng. Nội dung của SA về cơ bản là thông tin cấp phát nhận được trong bước 4 nêu trên. Chi tiết chính xác về thông tin cấp phát D2D và nội dung của SA vẫn chưa được cố định.

Phát hiện D2D

Phát hiện trực tiếp (các dịch vụ dựa trên khoảng cách) ProSe được xác định như thủ tục được sử dụng bởi UE được phép ProSe để phát hiện các bởi UE được phép ProSe trong phạm vi lân cận nó bằng cách sử dụng các tín hiệu vô tuyến trực tiếp E-UTRA thông qua giao diện PC5. Fig.11 là sơ đồ minh họa giao diện PC5 cho việc phát hiện trực tiếp từ thiết bị tới thiết bị, như được minh họa trong 3GPP TS 23.303 V12.0.0, mục 5.1.1.4 được kết hợp ở đây với mục đích tham khảo.

Lớp cao hơn xử lý việc xác thực công bố và giám sát thông tin phát hiện. Đối với mục đích này, các UE phải trao đổi các tín hiệu định trước, được gọi là các tín hiệu phát hiện. Bằng cách định kỳ kiểm tra các tín hiệu phát hiện, UE duy trì danh sách các UE lân cận để thiết lập liên kết truyền thông khi cần. Tín hiệu phát hiện được phát tìm thấy một cách đáng tin cậy, ngay cả trong các môi trường có tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm (SNR). Để cho phép các tín hiệu phát hiện được truyền định kỳ, các tài nguyên dành cho các tín hiệu này sẽ được ấn định.

Có hai loại phát hiện trực tiếp ProSe: mở và hạn chế. Phát hiện mở là trong trường hợp không có sự cho phép rõ ràng là cần từ UE được phát hiện, còn phát hiện hạn chế chỉ xảy ra khi có sự cho phép rõ ràng từ UE được phát hiện.

Phát hiện trực tiếp ProSe có thể là một dịch vụ độc lập cho phép trong UE phát hiện, nó cho phép UE phát hiện sử dụng thông tin từ UE được phát hiện cho các ứng dụng nhất định. Ví dụ như, thông tin được phát trong phát hiện trực tiếp ProSe có thể là “tìm taxi ở gần”, “tìm quán cà phê ở gần”, “tìm trạm cảnh sát gần nhất” và tương tự. Thông qua phát hiện trực tiếp ProSe, UE phát hiện có thể phục hồi được các thông tin cần thiết. Ngoài ra, phụ thuộc vào thông tin thu được, phát hiện trực tiếp ProSe có thể được sử dụng cho các hoạt động tiếp theo trong hệ thống viễn thông, chẳng hạn như, khởi tạo truyền thông trực tiếp ProSe.

Các mô hình phát hiện trực tiếp ProSe

Phát hiện trực tiếp ProSe dựa trên một số mô hình phát hiện. Các mô hình phát hiện cho phát hiện trực tiếp ProSe được xác định trong 3GPP TS 23.303 V12.0.0, mục 5.3.1.2 được kết hợp ở đây nhằm mục đích tham khảo:

Mô hình (“Tôi ở đây”)

Mô hình được cho biết là “Tôi ở đây”, do UE loan báo phát quảng bá thông tin về mình, chẳng hạn như các nhận dạng ứng dụng ProSe hoặc các nhận dạng UE ProSe trong thông báo phát hiện, nhờ đó nó tự mình nhận dạng và truyền thông với các thực thể khác của hệ thống truyền thông.

Theo mô hình A, có hai nhiệm vụ cho các UE được cho phép ProSe mà đang thực hiện trong phát hiện trực tiếp ProSe được xác định. UE được cho phép ProSe có thể có chức năng loan báo UE và quản lý UE. UE loan báo loan báo thông tin cụ thể mà có thể được sử dụng bởi các UE lân cận mà được phép tìm kiếm. Quản lý UE quản lý thông tin cụ thể gần với các UE loan báo.

Trong mô hình này, UE loan báo phát quảng bá các thông báo tìm kiếm tại các khoảng thời gian tìm kiếm định trước và các UE quản lý mà quan tâm đến các thông báo này đọc và xử lý chúng.

Mô hình B (“ai ở đó?” / ”bạn có ở đó không?”)

Mô hình này xác định hai nhiệm vụ của các UE được phép ProSe mà đang thực hiện trong phát hiện trực tiếp ProSe:

- UE phát hiện: UE phát yêu cầu chưa thông tin cụ thể mà nó quan tâm;

- UE được phát hiện: UE mà nhận được thông báo yêu cầu có thể đáp ứng lại một số thông tin liên quan tới các yêu cầu của bộ phát hiện.

Mô hình B tương đương với “ai ở đó/bạn có ở đó?” do UE phát hiện truyền thông tin liên quan đến các UE khác mà muốn nhận các phản hồi nhận, thông tin được truyền có thể là, chẳng hạn, nhận dạng ứng dụng ProSe tương ứng với nhóm. Các thành viên của nhóm có thể đáp ứng lại thông tin được truyền nêu trên.

Theo mô hình này, hai nhiệm vụ của các UE được phép ProSe mà đang thực hiện trong phát hiện trực tiếp ProSe được xác định: UE phát hiện và UE được phát hiện. UE phát hiện truyền yêu cầu chứa thông tin cụ thể về cái mà mình muốn phát hiện. Mặt khác, UE được phát hiện nhận thông báo yêu cầu có thể đáp ứng cho một số thông tin liên quan đến yêu cầu của UE phát hiện.

Nội dung thông tin phát hiện minh bạch đối với tầng truy cập (AS), mà không biết nội dung về thông tin phát hiện. Vì vậy, không đích nào được tạo ra ở tầng truy cập ở giữa các mô hình phát hiện trực tiếp ProSe và các kiểu phát hiện trực tiếp ProSe. Giao thức ProSe chắc chắn rằng nó chỉ phát đi thông tin phát hiện có giá trị tới AS để loan báo.

UE có thể thực hiện loan báo và quản lý thông tin phát hiện ở cả hai trạng thái RRC_IDLE và RRC_CONNECTED như trên cấu hình eNB. UE loan báo và quản lý thông tin phát hiện của nó theo các ràng buộc bán song công.

Các kiểu phát hiện

Fig.12 minh họa sơ đồ thể hiện chế độ nghỉ và kết nối trong quá trình nhận các tài nguyên phát hiện trong truyền thông D2D.

Truyền thông D2D có thể được điều khiển bởi mạng ở đó nhà điều hành quản lý việc chuyển mạch giữa truyền dẫn trực tiếp (D2D) và liên kết thông qua ô truyền thống, hoặc các liên kết trực tiếp có thể được quản lý bởi các thiết bị mà không có sự kiểm soát từ nhà điều hành. D2D cho phép kết hợp chế độ có cơ sở hạ tầng và truyền thông ad hoc (truyền thông tùy biến không dây).

Phát hiện trực tiếp thường cần thiết theo định kỳ. Ngoài ra, các thiết bị D2D còn sử dụng giao thức báo hiệu thông báo phát hiện để thực hiện phát hiện thiết bị. Ví

dụ, UE cho phép D2D có thể truyền thông báo phát hiện và có thể sử dụng thông tin để thiết lập liên kết truyền thông. Ưu điểm của mạng lai là nếu các thiết bị D2D cũng ở trong phạm vi vùng phủ của hạ tầng mạng, thực thể mạng như eNB có thể hướng dẫn thêm việc truyền và tạo cấu hình các thông báo phát hiện. Việc hợp tác/kiểm soát được thực hiện bởi eNB trong việc truyền hoặc tạo cấu hình các thông báo phát hiện cũng quan trọng để đảm bảo rằng việc nhắn tin D2D không tạo ra nhiễu cho các lưu lượng ô được kiểm soát bởi eNB. Ngoài ra, ngay cả một số thiết bị nằm ngoài vùng phủ của mạng, các thiết bị trong vùng phủ vẫn có thể hỗ trợ trong giao thức phát hiện Ad-hoc.

Ít nhất hai loại thủ tục phát hiện sau đây được xác định cho mục đích định nghĩa thuật ngữ được sử dụng thêm trong phần mô tả này.

- Loại 1: thủ tục cấp phát tài nguyên, ở đó các tài nguyên cho việc loan báo thông tin phát hiện được cấp phát trên cơ sở không cụ thể UE, còn khác biệt ở chỗ:

- eNB cung cấp cho các UE việc tạo cấu hình quỹ tài nguyên được sử dụng để loan báo thông tin phát hiện. Cấu hình có thể được báo hiệu trong SIB.
- UE tự mình lựa chọn tài nguyên từ quỹ tài nguyên được chỉ định và loan báo thông tin phát hiện.
- UE có thể loan báo thông tin phát hiện trên tài nguyên phát hiện được lựa chọn ngẫu nhiên trong suốt mỗi chu kỳ phát hiện.

- Loại 2: thủ tục cấp phát tài nguyên ở đó tài nguyên để loan báo thông tin phát hiện được cấp phát trên cơ sở mỗi UE cụ thể, còn khác biệt ở chỗ:

- UE ở chế độ RRC_CONNECTED có thể yêu cầu các tài nguyên để loan báo thông tin phát hiện từ eNB thông qua RRC. eNB ấn định tài nguyên thông qua RRC.
- Tài nguyên được cấp phát trong quỹ tài nguyên mà được tạo cấu hình trong các UE để giám sát.

Các tài nguyên thuộc loại 2 được cấp phát một cách bán liên tục cho việc truyền tín hiệu phát hiện.

Trong trường hợp các UE ở chế độ RRC_IDLE, eNB có thể lựa chọn một

trong số các tùy chọn sau:

- eNB có thể cung cấp quỹ tài nguyên loại 1 để loan báo thông tin phát hiện trong SIB. Các UE mà được xác thực cho phát hiện trực tiếp ProSe sẽ sử dụng các tài nguyên này để loan báo thông tin phát hiện trong RRC_IDLE.

- eNB có thể chỉ thị trong SIB rằng nó hỗ trợ D2D nhưng không cung cấp các tài nguyên cho việc loan báo thông tin phát hiện. Các UE cần đi vào chế độ RRC_Connected để yêu cầu các tài nguyên D2D cho việc loan báo thông tin phát hiện.

Đối với các UE ở trạng thái RRC_CONNECTED, UE sẽ được xác thực để thực hiện loan báo phát hiện trực tiếp ProSe để chỉ thị eNB rằng nó muốn thực hiện loan báo phát hiện D2D. Sau đó, eNB sẽ xác nhận UE có được xác thực cho việc loan báo phát hiện trực tiếp ProSe hay không bằng cách sử dụng bối cảnh của UE nhận được từ MME. eNB có thể tạo cấu hình UE để sử dụng quỹ tài nguyên loại 1 hoặc loại 2 cho việc loan báo thông tin phát hiện thông qua báo hiệu RRC được quyết định (hoặc không có tài nguyên nào). Các tài nguyên được cấp phát bởi eNB có giá trị cho đến khi a) eNB xóa cấu hình các tài nguyên bởi báo hiệu RRC hoặc b) UE chuyển sang chế độ nghỉ.

Các UE nhận ở chế độ RRC_IDLE và RRC_CONNECTED quản lý các quỹ tài nguyên phát hiện loại 1 và loại 2 như được xác thực. eNB cung cấp cấu hình quỹ tài nguyên được sử dụng để quản lý thông tin phát hiện trong SIB. SIB có thể chứa tài nguyên phát hiện được sử dụng để loan báo trong các ô lân cận.

Kiến trúc giao thức vô tuyến

Fig.13 là sơ đồ minh họa chồng giao thức vô tuyến (AS) cho phát hiện trực tiếp ProSe cần cho việc cập nhật được thể hiện trên Fig.13.

Lớp AS tiếp giáp với lớp cao hơn (giao thức ProSe). Theo đó, lớp MAC nhận thông tin phát hiện từ lớp cao hơn (giao thức ProSe). Trong ngữ cảnh này, lớp IP không được sử dụng để truyền thông tin phát hiện. Ngoài ra, lớp AS có chức năng lập lịch: lớp MAC xác định tài nguyên vô tuyến sẽ được sử dụng để loan báo thông tin phát hiện nhận được từ lớp cao hơn. Ngoài ra, lớp AS có chức năng tạo ra PDU phát hiện: lớp MAC xây dựng PDU MAC mang thông tin phát hiện và gửi PDU MAC để

truyền dẫn trong tài nguyên vô tuyến định trước. Không có mào đầu của lớp MAC được thêm vào.

Trong UE, giao thức RRC thông báo quỹ tài nguyên phát hiện tới lớp MAC. RRC cũng thông báo tài nguyên loại 2 cho việc truyền tới lớp MAC. Không cần thiết cho phần mào đầu của lớp MAC. Phần mào đầu của lớp MAC để phát hiện không bao gồm các trường mà quá trình lọc ở lớp 2 có thể thực hiện dựa trên đó. Việc lọc thông báo phát hiện ở lớp MAC không dường như không lưu quá trình so với việc lọc thực hiện tại lớp cao hơn dựa trên UE ProSe – và/hoặc ID ứng dụng ProSe. Thiết bị nhận ở lớp MAC chuyển tiếp tất cả các thông báo phát hiện nhận được cho các lớp cao hơn. MAC sẽ cung cấp chỉ các thông báo nhận được trực tiếp tới các lớp cao hơn.

Sau đây giả sử rằng L1 chỉ thị cho lớp MAC thông báo phát hiện có được nhận trực tiếp hay không. Ngoài ra, nó còn giả sử rằng các lớp cao hơn đảm bảo để cung cấp chỉ thông tin phát hiện có giá trị tới tầng truy nhập.

Giải pháp cấp phát tài nguyên theo kỹ thuật trước để phát hiện trong các hệ thống D2D không cho phép xác định mẫu tài nguyên hoặc cấu hình phù hợp với việc cấp phát tài nguyên theo cách phù hợp với dịch vụ D2D được yêu cầu. Đặc biệt, dựa trên thông tin được truyền bởi thiết bị có khả năng D2D theo các thủ tục báo hiệu chung, trạm cơ sở có thể cấp phát tài nguyên truyền dẫn đối với chu kỳ thời gian quá ngắn để cho phép UE phát quảng bá thông tin phát hiện hoàn thiện. Do đó, UE truyền cần yêu cầu lại các tài nguyên, bởi vậy dẫn tới việc tăng mào đầu dành cho báo hiệu trong hệ thống LTE. Ngoài ra, thông tin ví dụ có trong nội dung thông tin phát hiện là rõ ràng đối với tầng truy nhập (AS). Bởi vậy, không có đích nào được tạo ra trong tầng truy nhập giữa các mô hình phát hiện trực tiếp ProSe và loại phát hiện trực tiếp ProSe và trạm gốc sẽ không nhận được bất kỳ thông tin nào có ích để xác định mô hình truyền phát hiện và loại thủ tục được ưu tiên cho việc cấp phát tài nguyên phát hiện.

Đồng bộ D2D

Nhiệm vụ chính của việc đồng bộ là cho phép các bộ phận nhận thu được tín hiệu thời gian và tần số chuẩn. Tín hiệu này có thể được khai thác với ít nhất hai mục đích: 1) sắp xếp cửa sổ nhận và hiệu chỉnh tần số khi phát hiện các kênh D2D và 2) sắp xếp việc định thời và các thông số truyền khi truyền các kênh D2D. Các kênh D2D sau đây

được xác định trong 3GPP cho đến nay cho chức năng đồng bộ:

- D2DSS Tín hiệu đồng bộ D2D
- PD2DSCH Kênh đồng bộ D2D vật lý
- PD2DSS Tín hiệu đồng bộ D2D sơ cấp
- SD2DSS Tín hiệu đồng bộ D2D thứ cấp

Ngoài ra, thuật ngữ sau đây liên quan tới sự đồng bộ đã được chấp thuận trong 3GPP.

Nguồn đồng bộ D2D: là nút mà ít nhất truyền tín hiệu đồng bộ D2D.

Tín hiệu đồng bộ D2D: tín hiệu mà nhờ đó UE có thể đạt được định thời và đồng bộ tần số.

Nguồn đồng bộ D2D có thể là eNB hoặc UE D2D.

Đồng bộ D2D có thể được xem như thủ tục tương tự như tìm kiếm ô LTE. Để cho phép cả điều khiển NW và đồng bộ hiệu quả cho hoạt cảnh vùng phủ một phần/ngoài, thủ tục sau đây hiện đang được thảo luận trong 3GPP.

Đồng bộ nhận

ProSe cho phép UE tìm kiếm thường xuyên các tế bào LTE (theo thủ tục di động LTE) và cho D2DSS/PD2DSCH được truyền bởi các UE SS.

Nếu tìm thấy bất kỳ ô phù hợp nào, UE sẽ cắm trên đó và sau đó đồng bộ ô (theo thủ tục của LTE).

Nếu tìm thấy bất kỳ D2DSS/PD2DSCH phù hợp nào được truyền bởi UE SS, UE sẽ đồng bộ các bộ phận nhận của nó với tất cả D2DSS/PD2DSCH đến (tùy thuộc vào khả năng của UE) và quản lý chúng cho các kết nối đến (các ấn định lập lịch). Cần lưu ý rằng D2DSS được truyền bởi nguồn đồng bộ D2D là eNodeB sẽ là PSS/SSS phiên bản 8. Các nguồn đồng bộ D2D là các eNodeB có mức ưu tiên cao hơn so với nguồn đồng bộ D2D là các UE.

Đồng bộ truyền

ProSe cho phép UE thường xuyên tìm kiếm các ô LTE (theo các thủ tục di động

LTE) và cho D2DSS/PD2DSCH được truyền bởi các UE SS;

Nếu tìm thấy bất kỳ ô thích hợp nào, UE sẽ cắm trên đó và sau đó đồng bộ ô cho việc truyền các tín hiệu D2D, NW có thể tạo cấu hình UE để truyền D2DSS sau khi đồng bộ ô.

Nếu không tìm thấy ô thích hợp nào, UE sẽ thông báo nếu bất kỳ D2DSS/PD2DSCH đến có thể bị chuyển tiếp thêm (tức là, không đạt được số bước tối đa), sau đó (a) nếu có thể tìm thấy D2DSS/PD2DSCH đến mà có thể được chuyển tiếp thêm, UE sẽ đóng vai trò như nguồn đồng bộ phụ thuộc và truyền D2DSS/PD2DSCH theo bất kỳ tín hiệu đồng bộ chuẩn nội bộ nào.

Các chi tiết về thủ tục đồng bộ cho D2D có thể tìm thấy trong TS36.843.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất thiết bị truyền để truyền dữ liệu tới thiết bị nhận thông qua liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông cho trước. Thiết bị đầu cuối truyền xác định việc định thời truyền của việc truyền dữ liệu liên kết xuống trong hệ thống truyền thông và bao gồm bộ phận nhận để nhận từ trạm gốc thông báo về thông tin điều khiển đường lên bao gồm lệnh định thời để điều chỉnh giá trị định thời truyền đường lên cho truyền dẫn dữ liệu tới trạm gốc. Bộ phận tạo được tạo cấu hình để tạo ra thông tin định thời liên kết trực tiếp, dựa trên giá trị định thời truyền đường lên được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc, thông tin định thời liên kết trực tiếp được sử dụng để tạo ra giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp để xác định việc định thời truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp. Bộ phận truyền được tạo cấu hình để truyền tới thiết bị đầu cuối nhận thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra, thông tin định thời đường lên được sử dụng tại thiết bị đầu cuối để tạo ra giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp để xác định việc định thời nhận của dữ liệu sẽ được nhận trên liên kết trực tiếp từ thiết bị đầu cuối truyền.

Các hiệu quả và các ưu điểm khác của các phương án được đề xuất sẽ trở nên rõ ràng hơn qua phần mô tả chi tiết và các hình vẽ đi kèm. Các hiệu quả và/hoặc các ưu điểm này có thể được tạo ra riêng bởi các phương án và dấu hiệu khác nhau, và không cần tất cả các phương án và các dấu hiệu để đạt được một hoặc nhiều hiệu quả và ưu điểm như vậy.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án theo sáng chế sau đây sẽ được mô tả chi tiết hơn có tham chiếu tới các hình vẽ kèm theo. Các chi tiết tương ứng và tương tự được đánh số tham chiếu như nhau.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện kiến trúc của hệ thống 3GPP LTE;

Fig.2 là biểu đồ thể hiện ví dụ khái quát về tổng thể kiến trúc E-UTRAN của hệ thống 3GPP LTE;

Fig.3 là biểu đồ thể hiện các biên của khung con làm ví dụ trên một sóng mang thành phần đường xuống như được định nghĩa cho 3GPP LTE (Phiên bản 8/9);

Fig.4 là sơ đồ minh họa mô hình OSI với các lớp khác nhau để truyền thông;

Fig.5 và Fig.6 thể hiện kiến trúc lớp 2 của 3GPP LTE-A (Phiên bản 10) với sự kết hợp sóng mang tích cực tương ứng cho đường lên và đường xuống;

Fig.7 là sơ đồ minh họa hệ thống bao gồm các thiết bị người dùng có khả năng D2D;

Fig.8 là sơ đồ thể hiện các tài nguyên truyền và nhận giữa lớp phủ (LTE) và lớp lót (D2D) trong các khung con D2D;

Fig.9 minh họa trường hợp liên quan đến việc cấp phát tài nguyên trong truyền thông D2D;

Fig.10 minh họa thủ tục truyền dẫn cho truyền thông D2D;

Fig.11 là sơ đồ thể hiện giao diện PC5 cho việc phát hiện trực tiếp thiết bị tới thiết bị và thể hiện chồng giao thức vô tuyến cho phát hiện trực tiếp ProSe;

Fig.12 là sơ đồ minh họa chế độ IDLE và CONNECTED trong việc nhận các tài nguyên phát hiện được theo một phương án triển khai mẫu;

Fig.13 là sơ đồ minh họa chồng giao thức vô tuyến (AS) cho phát hiện trực tiếp ProSe;

Fig.14 là sơ đồ minh họa việc điều khiển định thời truyền cho việc truyền dữ liệu từ UE truyền tới UE nhận trên kết nối liên kết trực tiếp;

Fig.15 là hình vẽ minh họa thiết bị người dùng truyền/nhận theo một phương án triển khai mẫu.

Fig.16 là sơ đồ minh họa việc điều khiển định thời truyền cho việc truyền dữ liệu từ UE truyền tới UE nhận trên kết nối liên kết trực tiếp theo cấu hình được thể hiện trên Fig.15;

Fig.17 là sơ đồ minh họa việc điều khiển định thời truyền cho việc truyền dữ liệu từ UE truyền đến UE nhận trên kết nối liên kết trực tiếp theo một phương án triển khai khác.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả sau đây sẽ mô tả các phương án mẫu khác nhau. Chỉ nhằm mục đích minh họa, toàn bộ các phương án được minh họa liên quan tới kỹ thuật truy nhập cập vô tuyến theo các hệ thống truyền thông di động 3GPP LTE (Phiên bản 8/9) và LTE-A (Phiên bản 10/11/12), đã được đề cập một phần trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế nêu trên. Cần lưu ý rằng các phương án mẫu có thể được sử dụng một cách có lợi, chẳng hạn, trong hệ thống truyền thông vô tuyến như các hệ thống truyền thông 3GPP LTE-A (Phiên bản 10/11/12) như mô tả trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế nêu trên, nhưng phương án mẫu không bị giới hạn ở việc sử dụng chúng trong các mạng truyền thông mẫu cụ thể.

Thuật ngữ “liên kết trực tiếp” được sử dụng trong yêu cầu bảo hộ và phần mô tả sẽ được hiểu như là một liên kết truyền thông (hay kênh truyền) giữa hai thiết bị người dùng D2D, cho phép trao đổi dữ liệu trực tiếp mà không cần đến sự tham gia của mạng. Nói cách khác, kênh truyền được thiết lập giữa các thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông, đủ gần để trao đổi dữ liệu trực tiếp, bằng cách thông qua eNodeB (trạm gốc). Thuật ngữ này được sử dụng đối lập với “liên kết LTE” hoặc “lưu lượng (đường lên) LTE”, mà thay vào đó dùng để đề cập đến lưu lượng dữ liệu giữa các thiết bị người dùng được quản lý bởi eNodeB.

Thuật ngữ “thiết bị người dùng truyền” hoặc “thiết bị đầu cuối truyền” được sử dụng trong yêu cầu bảo hộ và phần mô tả được hiểu như thiết bị di động có khả năng truyền và nhận dữ liệu. Thuật ngữ truyền chỉ để làm rõ một hoạt động tạm thời. Thiết bị người dùng truyền sau đây và với mục đích truyền phát hiện có thể là thiết bị

người dùng loan báo hoặc thiết bị người dùng phát hiện (bộ phát hiện). Thuật ngữ được sử dụng trái ngược với “thiết bị người dùng nhận” hay “thiết bị đầu cuối nhận”, đề cập đến thiết bị di động tạm thời thực hiện hoạt động nhận dữ liệu. Thiết bị người dùng nhận sau đây và với chức năng truyền phát hiện có thể là thiết bị người dùng quản lý hoặc thiết bị người dùng được phát hiện (discoveree).

Sau đây, một số ví dụ sẽ được giải thích cụ thể. Các ví dụ không nên hiểu là để giới hạn phạm vi của sáng chế, mà các ví dụ này chỉ được hiểu như các phương án mẫu để hiểu rõ hơn về sáng chế. Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu nguyên tắc chung được quy định trong các yêu cầu bảo hộ có thể được áp dụng cho các hoạt cảnh khác nhau và theo nhiều cách mà không được mô tả rõ ràng ở đây. Theo đó, các hoạt cảnh sau đây được giả thiết nhằm giải thích cho các phương án khác nhau và cũng không hạn chế ở đó.

Sáng chế dựa trên sự xem xét đến sự đồng bộ truyền và nhận dữ liệu được phát từ một thiết bị đầu cuối truyền tới thiết bị đầu cuối nhận trên liên kết trực tiếp. Điều đặc biệt quan trọng là thiết bị đầu cuối nhận có thể thiết lập cửa sổ nhận, cụ thể hơn là cửa sổ nhận FFT, trong thời gian nhận dữ liệu từ thiết bị đầu cuối truyền, càng gần càng tốt với thời điểm mà tại đó thiết bị đầu cuối truyền truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp cộng thêm vào trễ đường truyền giữa thiết bị đầu cuối truyền và nhận. Nếu dữ liệu được truyền trên liên kết trực tiếp không được nhận tại thời điểm định thời chính xác, tức là cửa sổ FFT không ở vị trí định thời chính xác, SNR sẽ giảm đi, bởi vậy hiệu suất truyền dữ liệu sẽ giảm đi. Đặc biệt, trong trường hợp độ lệch định thời vượt quá độ dài của tiền tố vòng, tức là việc nhận nằm ngoài CP, hiệu suất giải mã có thể giảm đi đáng kể, chẳng hạn nó có thể giải mã không chính xác dữ liệu. Ngoài ra, để giảm nhiều nội ô trong hệ thống truyền thông, sẽ có lợi nếu việc truyền tải dữ liệu trên liên kết trực tiếp được đồng bộ với truyền dữ liệu LTE, tức là dữ liệu LTE và dữ liệu liên kết trực tiếp nhận được cùng một thời điểm tại trạm gốc, hay nói cách khác với cùng lưu lượng dữ liệu trên đường lên giữa các thiết bị đầu cuối và trạm gốc.

Fig.14 minh họa sơ đồ điều khiển định thời truyền cho việc truyền dữ liệu từ UE truyền (từ bây giờ gọi là UE1) đến UE nhận (từ bây giờ gọi là UE2) trên liên kết nối liên kết trực tiếp. Giải pháp cho phép giảm nhiều nội ô bao gồm việc sử dụng, tại UE

truyền, đối với việc truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp cùng một thời điểm định thời đường lên như được sử dụng bởi UE truyền đối với việc truyền dữ liệu đường lên tới trạm gốc. Định thời đường lên là, như được giải thích trong mục “định thời trước”, được kiểm soát bởi eNB bằng các lệnh định thời trước (TA) dựa trên đó mà UE1 có thể điều chỉnh giá trị định thời trước thành giá trị 11 bit, được gọi là giá trị N_{TA} .

Theo như giải pháp được minh họa trên Fig.14, UE truyền sử dụng việc định thời đường lên LTE và truyền dữ liệu D2D. Cụ thể, giá trị N_{TA} , được sử dụng bởi UE1 để điều chỉnh định thời truyền để truyền dữ liệu tới trạm gốc và trên liên kết trực tiếp cũng được sử dụng làm cơ sở để đồng bộ các cửa sổ FFT của các UE nhận, tức là UE2.

Đặc biệt, UE1 sẽ duy trì 11 bit N_{TA} mà sau đó được sử dụng để xác định định thời trước tương ứng với định thời nhận đường xuống. Giá trị định thời trước được gửi tới các UE nhận, chẳng hạn UE2 trong ví dụ này, trong thông báo điều khiển, cũng được xem như thông báo ấn định lập lịch (SA), tuy nhiên chỉ là 6 bit. Bởi vậy, UE1 lấy mẫu xuống giá trị 11 bit N_{TA} cho truyền dẫn đường lên thành 6 bit trước khi truyền chúng đi trong thông báo SA tới UE2. Như ví dụ lấy mẫu xuống, UE1 có thể truyền tới UE2 toàn bộ 6 bit giá trị N_{TA} đường lên.

Fig.14 thể hiện các định thời khác nhau, được thể hiện trên các đường ngang cho eNB, đối với UE1 và UE2. Trong ví dụ này UE1 (UE truyền) truyền dữ liệu tới UE2 (UE nhận) trên liên kết trực tiếp. Định thời đường xuống – tức là mốc thời gian ở đó báo hiệu eNB bao gồm lệnh TA cho việc điều chỉnh định thời đường lên nhận được tại UE1 được cho biết tại $R_{x_{eNB}@UE1}$.

UE1 lấy mẫu xuống giá trị N_{TA} được xác định trong UE dựa trên các lệnh TA nhận được từ eNB và chức năng tự điều chỉnh định thời như được mô tả ở trên và truyền thông báo ấn định lập lịch liên kết trực tiếp bao gồm giá trị N_{TA} được lấy mẫu xuống trên liên kết trực tiếp (giao diện PC5), mà được quản lý/nhận bởi UE2. Thông báo SA liên kết trực tiếp được nhận tại UE2 tại $R_{xD2D_SA@UE2}$.

Theo cấu hình này, dữ liệu liên kết trực tiếp sẽ được truyền từ UE1 trên liên kết trực tiếp với định thời trước được điều chỉnh dựa trên giá trị N_{TA} 11 bit, hay nói cách khác là định thời đường lên ($T_{xLTE_UE1} = T_{xD2D_UE1}$). Dữ liệu D2D hoặc dữ liệu

liên kết trực tiếp được truyền bởi UE1 được nhận bởi UE2, tại thời điểm $R_{xD2D_data}@UE2$. Mặt khác, UE2 tính toán thời gian tại đó dữ liệu từ UE1 phải được mong đợi dựa trên giá trị N_{TA} 6 bit đã được lấy mẫu xuống trong thông báo SA. Giá trị định thời trước được truyền tới UE2 trong thông báo SA bởi vậy không giống như giá trị xấp xỉ giá trị định thời trước được sử dụng bởi UE1.

Giải pháp này có thể có vấn đề ở thời điểm hiện tại, do dựa trên các kỹ thuật hiện nay, UE2 không thể ở đúng vị trí cửa sổ nhận tại đúng thời điểm, do đó nó làm giảm hiệu suất giải mã và giảm SNR. Tuy nhiên, người ta dự đoán rằng các tiến bộ trong tương lai có thể cho phép đạt được hiệu suất tốt cũng như định thời trước được sử dụng bởi UE2 chỉ xấp xỉ định thời trước được sử dụng bởi UE1, từ đó sẽ giải quyết được các vấn đề nêu trên.

Tóm lại, giải pháp nêu trên cho phép giảm nhiễu sóng mang nội bộ bởi dữ liệu D2D được truyền bằng cách sử dụng cùng một định thời cho truyền thông liên kết trực tiếp và cho truyền thông đường lên LTE. Tuy nhiên, hiện tại, UE nhận (UE2) không thể điều chỉnh chính xác cửa sổ nhận FFT bởi giá trị N_{TA} 6 bit được gửi từ UE1 trong thông báo SA chỉ xấp xỉ giá trị N_{TA} 11 bit được sử dụng bởi UE1 để truyền dữ liệu D2D.

Các vấn đề liên quan tới giải pháp được mô tả trên Fig.14 được giải quyết bằng cách cung cấp cho UE truyền, mà sử dụng, để truyền dữ liệu liên kết trực tiếp, cùng một giá trị định thời trước như được sử dụng bởi UE nhận để thiết lập của sổ FFT nhận cho dữ liệu D2D.

Thiết bị người dùng truyền/nhận 500 theo phương án triển khai được thể hiện trên Fig.15. Thiết bị người dùng hoặc thiết bị đầu cuối 500 có khả năng truyền dữ liệu tới thiết bị đầu cuối nhận trên kết nối liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông D2D. Thiết bị đầu cuối truyền 500 được tạo cấu hình để xác định định thời truyền của việc truyền dữ liệu liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông. UE truyền 500 bao gồm bộ phận nhận 540 mà có thể nhận từ trạm gốc thông báo đường lên bao gồm lệnh định thời trước. Lệnh định thời trước có thể là phần tử điều khiển MAC và có thể được sử dụng bởi UE 500 để điều chỉnh giá trị định thời truyền đường lên cho truyền dẫn dữ liệu tới trạm gốc. Lệnh TA nhận được là đầu vào trong bộ phận tạo 570 hoặc trực tiếp

hoặc thông qua bộ phận điều khiển và bộ phận tạo 570 tạo ra, dựa trên lệnh TA đầu vào, giá trị định thời truyền đường lên để điều khiển định thời truyền trong đường lên cho trạm gốc 510.

Tại cùng thời điểm này, bộ phận tạo 570 tạo ra, dựa trên giá trị định thời truyền đường lên, thông tin định thời liên kết trực tiếp. Thông tin định thời liên kết trực tiếp được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối truyền 500 để xác định định thời truyền dữ liệu tới thiết bị đầu cuối trên liên kết trực tiếp.

Thiết bị đầu cuối 500 truyền bởi bộ phận truyền 560, thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra tới thiết bị đầu cuối nhận 500. Thông tin định thời liên kết trực tiếp có thể được sử dụng tại thiết bị đầu cuối nhận để tạo ra giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp. Định thời cho truyền dữ liệu liên kết trực tiếp được xác định tại thiết bị đầu cuối truyền giống với giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp được tính toán tại thiết bị đầu cuối nhận.

Fig.16 minh họa sơ đồ điều khiển định thời truyền để truyền dữ liệu từ UE (UE1) tới UE nhận (UE2) trên kết nối liên kết trực tiếp theo như cấu hình được thể hiện trên Fig.15. UE1 sử dụng giá trị TA cho việc truyền liên kết trực tiếp mà cũng là giá trị TA được truyền trong liên kết trực tiếp SA tới UE2. Bởi vậy, cửa sổ nhận được xác định bởi UE2 bằng cách sử dụng giá trị TA liên kết trực tiếp (TA_{D2D_UE1}) có thể được điều chỉnh để phù hợp với định thời truyền $R_{xD2D_data}@UE2$ của dữ liệu D2D.

Trong phương án mẫu của giải pháp được mô tả ở trên UE1 tạo ra và duy trì, dựa trên các lệnh TA đường lên nhận được từ eNB, giá trị N_{TA} 11 bit để điều chỉnh định thời truyền cho việc truyền đường lên LTE tới trạm gốc. Tại cùng thời điểm, UE1 lấy mẫu xuống giá trị N_{TA} 11 bit để tạo ra thông tin định thời liên kết trực tiếp 6 bit. Thông tin định thời liên kết trực tiếp có thể được tạo ra chẳng hạn bằng cách lấy 6 bit quan trọng nhất của giá trị N_{TA} đường lên được duy trì để vận hành đường lên LTE. Một mặt, thông tin định thời liên kết trực tiếp sau đó sẽ được truyền, chẳng hạn được ghép vào thông báo SA liên kết trực tiếp, tới UE2. Mặt khác, UE1 dựa trên cơ sở thông tin định thời liên kết trực tiếp để tạo ra giá trị N_{TA} liên kết trực tiếp 11 bit. Giá trị N_{TA} này có thể được tạo ra chẳng hạn bằng cách thêm vào một loạt các số vào trước thông tin định thời liên kết trực tiếp được báo hiệu. Theo đó, giá trị N_{TA} này được UE2

sử dụng để điều chỉnh cửa sổ FFT nhận sẽ giống với giá trị định thời trước được UE1 sử dụng cho việc truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp. Như được thể hiện thêm trên Fig.16, UE2 áp dụng giá trị N_{TA} được tạo ra cho việc định thời nhận thông báo SA.

Ý tưởng nêu trên có thể được giải thích thông qua ví dụ sau. Nếu giá trị N_{TA} 11 bit cho việc truyền dữ liệu đường lên LTE tới trạm gốc là $N_{TA_UPLINK}=11011011001$, thông tin định thời đường xuống trực tiếp được lấy mẫu xuống được tính toán bằng cách xem xét 6 MSB sẽ là 110110. Trong việc lấy mẫu xuống thông tin được thực hiện bởi UE1, các bit đầu tiên sẽ biến mất và giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp sẽ được cho trước bởi $N_{TA_D2D}=11011000000$. Tương tự, UE nhận (UE2) sẽ nhận thông báo SA, thông tin định thời liên kết trực tiếp truyền giá trị 110110. Dựa trên đó, UE2 có thể tạo ra giá trị định thời nhận liên kết xuống bằng cách thêm vào trước một chuỗi số không. Giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp sẽ là $N_{TA_D2D}=11011000000$.

Trên đây chỉ là ví dụ để giải thích làm thế nào để áp dụng các khái niệm của sáng chế có thể được áp dụng trong các trường hợp cụ thể. Tuy nhiên, sáng chế không giới hạn ở đó. Ví dụ, giá trị định thời truyền đường lên có thể ngắn hoặc dài hơn 11 bit. Tương tự, thông tin định thời liên kết trực tiếp có thể được tạo ra bằng thủ tục khác với việc lấy mẫu. Mặc dù, trong các ví dụ thông tin định thời liên kết trực tiếp có 6 bit, nhưng thông tin định thời liên kết trực tiếp cũng có thể dài hơn. Điều này cũng áp dụng cho giá trị định thời liên kết trực tiếp.

Các giá trị định thời trước được tạo ra tại UE1 và UE2 để xác định việc định thời truyền và nhận cho dữ liệu D2D tương ứng vì vậy như nhau và điều này cho phép thiết bị đầu cuối nhận thiết lập cửa sổ FFT phù hợp với định thời truyền của dữ liệu D2D. Giá trị định thời liên kết trực tiếp rõ ràng được tính toán tại UE1 và UE2 sẽ không giống nhau như giá trị định thời truyền cho truyền dẫn đường lên LTE mà chỉ xấp xỉ nhau. Tại thời điểm hiện tại sự không thống nhất này có thể do các công nghệ hiện tại tạo ra, dưới các điều kiện nhất định, nhiều liên sóng mang đối với truyền dẫn đường lên LTE tại bên nhận eNB bởi vì định thời đường lên để truyền dữ liệu tới eNB khác với định thời truyền đối với truyền dữ liệu D2D.

Sự phát triển hơn nữa cho phép giảm nhiễu liên sóng mang có trong cấu hình

thực hiện cả giải pháp được mô tả trên Fig.14 và giải pháp được mô tả trên Fig.15 và Fig.16.

Theo sự phát triển này, trạm gốc xác định sẽ sử dụng kỹ thuật nào. Đặc biệt, trạm gốc 510 của hệ thống truyền thông liên kết trực tiếp để điều khiển thời gian cho việc truyền dữ liệu liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông, bao gồm bộ phận nhận để nhận từ thiết bị đầu cuối truyền 500 thông báo yêu cầu tài nguyên để cấp phát tài nguyên cho truyền dữ liệu đường lên. Thiết bị trạm gốc tạo ra, tại thông tin tạo cấu hình đơn vị tạo ra mà được truyền bằng bộ phận truyền trong thiết bị trạm gốc tới UE truyền 500 hay UE1. UE1 sử dụng thông tin tạo cấu hình nhận được để thực hiện việc điều khiển định thời truyền trên liên kết trực tiếp.

Đặc biệt, tại bộ phận truyền 500, bộ phận nhận 540 nhận thông tin tạo cấu hình từ trạm gốc. Sau đó, dựa theo thông tin tạo cấu hình nhận được, UE truyền 500, chẳng hạn tại bộ phận truyền 560, lựa chọn (1) thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra hoặc (2) giá trị định thời truyền đường lên được sử dụng cho việc truyền dữ liệu đường lên tới thiết bị trạm gốc. Dựa trên sự lựa chọn này, UE điều khiển định thời truyền trên liên kết trực tiếp.

Trong trường hợp (1), UE truyền sẽ tạo ra giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp như được mô tả trên Fig.15 và Fig.16, bởi vậy tốt hơn là kỹ thuật đảm bảo hiệu suất giải mã nhưng lại làm tăng nhiễu liên khung. Giải pháp này có thể được sử dụng nếu thiết bị trạm gốc thực hiện kỹ thuật giảm thiểu ICI, chẳng hạn như các dải phòng vệ hoặc tương tự, để giảm thiểu ICI. Giải pháp này cũng có thể được sử dụng nếu trạm gốc không thấy việc giảm nhiễu là cần thiết.

Trong trường hợp (2), UE truyền sẽ sử dụng định thời truyền đường lên LTE cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc cũng để truyền dữ liệu tới UE nhận trên liên kết trực tiếp. Định thời truyền D2D, trong trường hợp này, sẽ được phù hợp với định thời truyền đường lên LTE, bởi vậy giữa được ICI thấp cho truyền dẫn dữ liệu đường lên tới trạm gốc thấp. Việc cân bằng của kỹ thuật truyền này là cửa sổ nhận đối với dữ liệu D2D được truyền bởi UE truyền sẽ không được điều chỉnh hiệu quả. Giải pháp như vậy có thể được sử dụng trong trường hợp bảo vệ truyền dẫn đường lên LTE để tránh nhiễu liên sóng mang thêm vào gây ra bởi truyền dẫn dữ liệu trực tiếp quan trọng hơn

hiệu suất D2D. Ví dụ trong trường hợp eNB không có phương tiện để triển khai các kỹ thuật giảm thiểu ICI như điều khiển công suất hoặc sử dụng khoảng phòng vệ như kỹ thuật có thể có lợi trên quan điểm mạng.

Theo một phát triển nữa, có thể giải quyết vấn đề giảm nhiễu và thu được hiệu suất giải mã tốt, UE truyền có thể bao gồm thông báo SA đường lên trực tiếp, giá trị định thời trước đường lên N_{TA} được tạo ra chẳng hạn dựa trên các lệnh TA nhận được từ trạm gốc để điều chỉnh định thời truyền của truyền dẫn đường lên LTE. Nói cách khác, theo sự phát triển này, thông báo SA liên kết trực tiếp bao gồm giá trị N_{TA} 11 bit sẽ được báo hiệu tới UE nhận được thay thế bởi giá trị định thời truyền đường lên 6 bit được lấy mẫu. Theo đó, cùng một giá trị định thời sẽ được sử dụng cho việc truyền và nhận dữ liệu D2D, bởi vậy cho phép UE nhận điều chỉnh chính xác cửa sổ truyền FFT. Ngoài ra, do việc định thời truyền dữ liệu D2D giống như định thời truyền dữ liệu đường lên cho trạm gốc, ICI tới việc truyền đường lên LTE có thể được giảm thiểu. Tuy nhiên, giải pháp này đòi hỏi, để truyền tới UE nhận thông báo SA bao gồm trường TA 11 bit, bởi vậy sẽ làm giảm báo hiệu.

Theo một phát triển nữa, UE truyền có thể lựa chọn tại bộ phận điều khiển 590, phụ thuộc vào trạm gốc, kỹ thuật sẽ được sử dụng để định thời truyền D2D.

Thiết bị đầu cuối truyền bao gồm bộ phận điều khiển 590, trong số các bộ phận khác, để lựa chọn dựa trên tiêu chuẩn lựa chọn định trước, định thời để truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp sẽ được điều chỉnh (1) dựa trên thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra hay (2) dựa trên giá trị thông tin định thời truyền đường lên được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc. Hai lựa chọn này tương tự như nhau, và đều đã được mô tả ở phần trước và sau đây sẽ không nhắc lại.

Tiêu chuẩn lựa chọn có thể bao gồm việc so sánh độ dài tiền tố vòng cho truyền dẫn đường lên tới thiết bị trạm gốc và độ dài tiền tố vòng cho việc truyền trên liên kết trực tiếp hoặc xác định xem thiết bị truyền ở chế độ kết nối hay nghỉ.

Đặc biệt, trong trường hợp độ dài tiền tố vòng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc (LTE WAN) khác với độ dài tiền tố vòng cho truyền dẫn trên liên kết trực tiếp (truyền dẫn D2D), ICI trong ô sẽ cao và trạm gốc sẽ cần thực hiện các phép đo để giảm thiểu nhiễu, chẳng hạn như khoảng phòng vệ hoặc tương tự. Trong trường hợp

do dải phòng vệ để giảm ICI đã được tạo cấu hình, UE truyền có thể quyết định lựa chọn kỹ thuật (1) hoặc sử dụng thông tin định thời liên kết trực tiếp được báo hiệu tới UE nhận để điều chỉnh cửa sổ nhận FFT, bởi vậy đạt được hiệu suất giải mã cao trong trường hợp nhiễu cao hơn. Sau đó, nhiễu cao hơn trong truyền dẫn đường lên sẽ được giảm thiểu thông qua chẳng hạn, giải phòng vệ.

Ngược lại, UE truyền có thể xác định việc định thời truyền liên kết trực tiếp theo (2), trong trường hợp độ dài tiền tố vòng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc (LTE WAN) và cho truyền dẫn liên kết trực tiếp (truyền dẫn D2D) là như nhau. Trong trường hợp này, trạm gốc có thể không thực hiện hoặc sử dụng bất kỳ phép đo nào để giảm ICI và bởi vậy có thể được ưu tiên kỹ thuật điều khiển định thời truyền để truyền D2D mà cho phép giảm nhiễu liên khung. Để kết thúc điều này, UE truyền có thể sử dụng giá trị định thời truyền đường lên LTE để xác định định thời cho truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp.

Cuối cùng, như một phương án minh họa thêm nếu UE truyền không thể xác định độ dài tiền tố vòng cho LTE WAN, thì có thể điều khiển định thời truyền trên liên kết trực tiếp theo kỹ thuật (1).

Ngoài ra hoặc thêm nữa, UE truyền có thể quyết định kỹ thuật nào sẽ được sử dụng để điều khiển định thời truyền liên kết trực tiếp dựa trên trạng thái của RRC. Nếu UE truyền ở trạng thái RRC_CONNECTED, UE truyền có thể sử dụng thông tin định thời liên kết trực tiếp để tạo ra giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp mà sau đó sẽ được sử dụng để xác định định thời của việc truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp (kỹ thuật 2). Còn nếu UE truyền ở trạng thái RRC_IDLE, nó có thể sử dụng giá trị định thời trước liên kết trực tiếp bằng không. Đặc biệt, nếu UE truyền ở chế độ nghỉ, nó sẽ không nhận từ trạm gốc bất kỳ lệnh TA nào do nó không có kết nối RRC tới trạm gốc và bởi vậy nó sẽ không có bất kỳ giá trị định thời trước truyền đường lên nào. Bởi vậy, UE truyền trong chế độ RRC_IDLE không thể khớp định thời truyền liên kết trực tiếp với định thời truyền đường lên LTE. Như một hệ quả theo phương án ví dụ, UE truyền trong chế độ RRC_IDLE sử dụng định thời đường xuống, tức là định thời khi nhận được thông báo SA, để truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp.

Theo một phương án khác, vị trí cửa sổ FFT nhận dữ liệu được xác định dựa

trên việc định thời nhận thông báo SA. Đặc biệt, thông tin định thời liên kết trực tiếp có trong thông báo SA nhận được tại UE nhận từ UE truyền được sử dụng như định thời chuẩn cho vị trí cửa sổ nhận FFT. Cụ thể hơn, UE nhận sẽ áp dụng giá trị định thời trước được tạo ra dựa trên thông tin định thời liên kết trực tiếp nhận được trong thông báo SA cho định thời nhận. Theo đó, UE có thể bao gồm bộ phận lưu trữ để lưu, chẳng hạn sẵn có, việc định thời nhận của thông báo SA từ UE nhận. Định thời nhận được lưu lại sau đó sẽ được sử dụng để tính toán vị trí cửa sổ FFT nhận cho việc nhận dữ liệu D2D. Ngoài ra, D2DSS/PD2DSCH có thể được sử dụng làm chuẩn định thời. Fig.17 thể hiện vị trí cửa sổ nhận cho dữ liệu D2D có thể được thiết lập theo phương pháp trên như thế nào.

Theo một phương án khác, thiết bị đầu cuối truyền mà có khả năng truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp có thể được tạo cấu hình với một bộ định thời trước riêng và/hoặc giá trị TAT tương ứng với D2D. Giá trị định thời trước này (TAT) có thể được tạo cấu hình tùy ý. Sự lựa chọn như vậy hàm ý như một chuỗi mà UE truyền có thể luôn truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp, ngay cả đối với trường hợp không truyền dẫn đường lên LTE nào tới trạm gốc được cho phép do TAT hết hạn để truyền liên kết đường lên LTE. Trong trường hợp như vậy, UE truyền có thể xác định định thời truyền để truyền dữ liệu liên kết trực tiếp theo giá trị N_{TA} cuối cùng được lưu trong bộ phận lưu trữ của thiết bị truyền.

Ngoài ra, UE truyền có thể sử dụng định thời truyền bằng 0 cho định thời truyền dữ liệu liên kết trực tiếp. Nói cách khác, UE truyền có thể sử dụng cùng một định thời truyền được sử dụng để truyền thông báo SA hoặc thông báo về thông tin điều khiển trên liên kết trực tiếp.

Theo một phương án khác, UE truyền mà có khả năng truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp cũng có thể cho phép bộ định thời khớp được sử dụng cho việc điều khiển định thời truyền đường lên LTE. Cụ thể hơn, khi bộ đếm thời gian TAT đã hết hạn và UE không được phép tạo bất kỳ truyền dẫn đường lên LTE nào tới trạm gốc, UE truyền cũng không được cho phép để tạo bất kỳ truyền dẫn dữ liệu liên kết trực tiếp và/hoặc các loan báo phát hiện trên liên kết trực tiếp. Bộ định thời TAT cần được khởi động lại trước tiên bằng việc nhận lệnh TA. Đối với chế độ cấp phát tài nguyên 1, UE

truyền sẽ kích hoạt và thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên trước khi gửi đi bất kỳ truyền dẫn đường truyền dẫn đường lên nào tới trạm gốc. Tương tự như vậy, theo một phương án khác của sáng chế, UE truyền, khi được tạo cấu hình để sử dụng chế độ cấp phát tài nguyên 2 cho việc truyền thông dữ liệu D2D có thể được kích hoạt hoặc thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên trước khi gửi đi thông báo ấn định tài nguyên hoặc dữ liệu trên liên kết trực tiếp trong trường hợp bộ khớp định thời đã hết hạn.

Tóm lại, theo một phương án của sáng chế, thiết bị truyền để truyền dữ liệu tới thiết bị nhận trên kết nối liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông cho trước. Thiết bị đầu cuối truyền để xác định định thời truyền của việc truyền dữ liệu liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông và bao gồm bộ phận nhận để nhận từ trạm gốc thông tin điều khiển đường lên bao gồm lệnh định thời để điều chỉnh giá trị định thời truyền đường lên cho việc truyền dữ liệu tới trạm gốc. Bộ phận tạo được tạo cấu hình để tạo ra thông tin định thời liên kết trực tiếp, dựa trên giá trị định thời truyền đường lên được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc, thông tin định thời đường lên được sử dụng để tạo ra giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp để xác định định thời truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp. Bộ phận truyền truyền tới thiết bị đầu cuối thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra, thông tin định thời liên kết trực tiếp được sử dụng tại thiết bị đầu cuối nhận để tạo ra giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp để xác định định thời nhận dữ liệu sẽ được nhận trên liên kết trực tiếp từ thiết bị đầu cuối nhận.

Trong thiết bị đầu cuối truyền, bộ phận tạo có thể lấy mẫu xuống giá trị thông tin định thời truyền đường lên được sử dụng cho truyền dẫn dữ liệu đường lên tới trạm gốc, thông tin định thời liên kết trực tiếp là giá trị định thời truyền đường lên được lấy mẫu xuống. Giá trị định thời truyền đường lên được lấy mẫu xuống có thể bao gồm n bit quan trọng nhất của giá trị thông tin định thời truyền đường lên được sử dụng cho việc truyền đường lên tới thiết bị trạm gốc, trong đó n là giá trị định trước.

Ngoài ra, việc định thời truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp có thể được cho trước bởi giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp, và giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp có thể bằng với giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp được tạo ra tại thiết bị đầu cuối nhận để xác định định thời nhận của dữ liệu sẽ được nhận trên liên kết

trực tiếp.

Trong thiết bị đầu cuối truyền, việc định thời truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp có thể được cho trước bởi giá trị thông tin định thời truyền đường lên được sử dụng để truyền dữ liệu tới trạm gốc.

Theo sự phát triển hơn nữa, bộ phận nhận trong thiết bị đầu cuối nhận có thể nhận thông tin tạo cấu hình từ trạm gốc, và bộ phận truyền được tạo cấu hình để sử dụng giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp được tạo ra hoặc giá trị thông tin định thời đường lên nhận được để lập lịch điều khiển định thời truyền trên liên kết trực tiếp dựa trên thông tin tạo cấu hình nhận được.

Thiết bị đầu cuối truyền còn bao gồm bộ phận điều khiển để lựa chọn, dựa trên tiêu chuẩn lựa chọn định trước là giá trị thông tin định thời đường lên được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc hay giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp được tạo ra sẽ được sử dụng như định thời truyền trên liên kết trực tiếp để truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp.

Ngoài ra, tiêu chuẩn lựa chọn có thể bao gồm (1) việc so sánh độ dài tiền tố vòng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc và độ dài tiền tố vòng cho truyền dẫn trên liên kết trực tiếp; hoặc (2) xác định xem thiết bị đầu cuối ở trạng thái kết nối hay nghỉ.

Trong thiết bị đầu cuối truyền, thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra dựa trên định thời nhận thông báo về thông tin điều khiển và giá trị định thời truyền để truyền dữ liệu tới trạm gốc.

Phương án khác của sáng chế đề cập đến trạm gốc để sử dụng trong hệ thống truyền thông liên kết trực tiếp, trạm gốc để điều khiển việc lập lịch thời gian cho việc truyền dữ liệu liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông. Trạm gốc bao gồm bộ phận nhận để nhận từ thiết bị đầu cuối truyền thông báo yêu cầu tài nguyên để cấp phát tài nguyên cho việc truyền dữ liệu đường lên. Bộ phận tạo để tạo ra thông tin tạo cấu hình để tạo cấu hình, bởi thiết bị đầu cuối truyền, thông tin định thời để lập lịch điều khiển định thời truyền trên liên kết trực tiếp. Bộ phận truyền truyền thông tin điều khiển tới thiết bị đầu cuối truyền.

Phương án khác của sáng chế đề cập đến thiết bị đầu cuối nhận để nhận dữ

liệu từ thiết bị đầu cuối nhận trên kết nối liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông. Thiết bị đầu cuối nhận bao gồm: bộ phận nhận để nhận từ thiết bị đầu cuối truyền thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra tại thiết bị đầu cuối truyền dựa trên giá trị định thời truyền đường lên được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc. Bộ phận tạo để tạo ra giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp dựa trên thông tin định thời liên kết trực tiếp nhận được. Bộ phận nhận còn điều khiển việc định thời nhận dữ liệu sẽ được nhận trên liên kết trực tiếp từ thiết bị đầu cuối truyền dựa trên giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp được tạo ra.

Trong thiết bị đầu cuối nhận, thông tin định thời liên kết trực tiếp là giá trị định thời truyền đường lên được lấy mẫu xuống, và bộ phận tạo được tạo cấu hình để thêm vào trước thông tin định thời được lấy mẫu chuỗi bit không định trước.

Theo một phương án khác của sáng chế, giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp bằng với giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp được tạo ra ở thiết bị đầu cuối truyền để xác định việc định thời truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp.

Một phương án khác của sáng chế còn đề cập đến phương pháp truyền thông để điều khiển việc định thời truyền dữ liệu liên kết trực tiếp bởi thiết bị đầu cuối truyền trong hệ thống truyền thông. Phương pháp này bao gồm các bước:

tại bộ phận nhận, nhận từ trạm gốc thông báo về thông tin điều khiển đường lên bao gồm lệnh định thời để điều chỉnh giá trị định thời truyền đường lên cho việc truyền dữ liệu tới trạm gốc;

tại bộ phận tạo, tạo ra thông tin định thời liên kết trực tiếp, dựa trên giá trị định thời truyền đường lên được sử dụng để truyền đường lên tới trạm gốc, thông tin này sẽ được sử dụng để tạo ra giá trị định thời liên kết trực tiếp để xác định việc định thời truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp; và

tại bộ phận truyền, truyền tới thiết bị đầu cuối nhận thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra, thông tin định thời liên kết trực tiếp sẽ được sử dụng tại thiết bị đầu cuối nhận để tạo ra giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp để điều khiển việc định thời nhận dữ liệu của dữ liệu sẽ được nhận trên liên kết trực tiếp từ thiết bị đầu cuối truyền; và

tại bộ phận truyền, truyền tới thiết bị đầu cuối nhận dữ liệu trên liên kết trực tiếp giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp được tạo ra.

Phương pháp truyền thông có thể còn bao gồm bước lấy mẫu xuống giá trị định thời truyền đường lên nhận được được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc, thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra dựa trên giá trị định thời truyền đường lên được lấy mẫu xuống. Thông tin định thời lấy mẫu xuống có thể bao gồm, chẳng hạn, n bit quan trọng nhất của giá trị định thời truyền đường lên, trong đó n có thể là giá trị định trước.

Trong phương pháp truyền được mô tả trên, việc định thời truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp được cho trước bởi giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp, và trong đó giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp bằng với giá trị định thời nhận đường lên được tạo ra tại thiết bị đầu cuối nhận để xác định định thời nhận dữ liệu sẽ được nhận trên liên kết trực tiếp.

Việc định thời truyền dữ liệu trên liên kết trực tiếp có thể được cho trước bởi giá trị thông tin định thời truyền đường lên được sử dụng để truyền dữ liệu đường lên tới trạm gốc.

Ngoài ra, phương pháp truyền thông như được mô tả như trên còn bao gồm các bước:

nhận từ trạm gốc thông tin tạo cấu hình, thông tin tạo cấu hình tốt hơn có trong thông tin điều khiển, và

điều khiển việc định thời truyền trên liên kết trực tiếp dựa trên giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp được tạo ra hoặc giá trị định thời đường lên tương ứng với thông tin tạo cấu hình nhận được.

Phương pháp này có thể lựa chọn, tại bộ phận lựa chọn, dựa trên tiêu chuẩn lựa chọn định trước giá trị định thời truyền đường lên hay giá trị định thời truyền liên kết trực tiếp sẽ được sử dụng để điều khiển định thời truyền của việc truyền dữ liệu liên kết trực tiếp.

Tiêu chuẩn lựa chọn có thể bao gồm các bước: (1) so sánh độ dài tiền tố dịch vòng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc và độ dài tiền tố dịch vòng cho truyền dẫn

trên liên kết trực tiếp; hoặc (2) xác định thiết bị truyền ở trạng thái kết nối hay nghỉ.

Một phương án khác của sáng chế còn đề cập đến phương pháp truyền thông để điều khiển định thời truyền của việc truyền dữ liệu liên kết trực tiếp bằng thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông. Phương pháp này bao gồm các bước:

tại bộ phận nhận nhận, từ thiết bị đầu cuối truyền, thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra tại thiết bị đầu cuối truyền dựa trên giá trị định thời truyền đường lên được sử dụng cho việc truyền đường lên tới trạm gốc,

tại bộ phận tạo, tạo ra giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp dựa trên thông tin định thời liên kết trực tiếp nhận được, và

điều khiển, tại bộ phận nhận, việc định thời nhận dữ liệu sẽ được nhận trên liên kết trực tiếp từ thiết bị đầu cuối truyền dựa trên giá trị định thời nhận liên kết trực tiếp được tạo ra.

Phương pháp truyền thông này có thể còn bao gồm bước thêm vào trước, tại bộ phận tạo, số lượng bit không định trước vào thông tin định thời liên kết trực tiếp nếu thông tin định thời liên kết trực tiếp được tạo ra dựa trên giá trị định thời truyền đường lên được lấy mẫu xuống.

Một phương án khác của sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông để điều khiển, bởi trạm gốc, việc định thời truyền của việc truyền dữ liệu liên kết trực tiếp trong hệ thống truyền thông, phương pháp này bao gồm các bước:

tại bộ phận nhận, nhận từ thiết bị đầu cuối truyền thông báo yêu cầu tài nguyên cho việc cấp phát tài nguyên cho truyền dữ liệu đường lên tới trạm gốc;

tạo ra, tại bộ phận tạo, thông tin tạo cấu hình để tạo cấu hình, bởi thiết bị đầu cuối truyền, thông tin định thời để điều khiển việc định thời truyền trên liên kết trực tiếp, và

tại bộ phận truyền, truyền thông tin tạo cấu hình được tạo ra.

Một khía cạnh khác của sáng chế đề cập đến việc thực hiện các phương án và các khía cạnh khác nhau đã được mô tả bằng cách sử dụng phần cứng và phần mềm. Sáng chế cung cấp thiết bị người dùng (thiết bị đầu cuối di động) và eNodeB (trạm gốc). Thiết bị người dùng để thực hiện các phương pháp đã được mô tả như trên.

Ngoài ra, eNodeB bao gồm các cơ cấu để cho phép eNode B đánh giá chất lượng tập IPMI của các thiết bị người dùng tương ứng từ thông tin về chất lượng tập IPMI nhận được từ các thiết bị người dùng và xem xét chất lượng tập IPMI của các thiết bị người dùng khác nhau trong việc lập lịch các thiết bị người dùng khác nhau bởi bộ lập lịch.

Người ta còn thừa nhận rằng các phương án khác nhau của sáng chế có thể được triển khai và thực hiện bằng cách sử dụng máy vi tính (bộ xử lý). Máy tính hoặc bộ xử lý có thể chẳng hạn được tạo ra các quy trình xử lý chung, các bộ xử lý tín hiệu số (DSP), các mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (ASIC), các mảng cổng có thể lập trình bằng trường (FPGA) hoặc các thiết bị logic có khả năng lập trình khác, v.v.. Các phương án khác nhau của sáng chế có thể được thực hiện hoặc thể hiện bởi sự kết hợp của các thiết bị khác nhau.

Ngoài ra, các phương án khác nhau của sáng chế cũng có thể được thực hiện bởi các mô đun phần mềm, được thực hiện bởi bộ xử lý hoặc trực tiếp trong phần cứng. Cũng có thể thực hiện kết hợp các mô đun phần mềm và phần cứng. Các mô đun phần mềm có thể được lưu trên máy tính có phương tiện lưu trữ có thể đọc được, chẳng hạn như RAM, EPROM, EEPROM, thẻ nhớ, thanh ghi, ổ cứng, CD-ROM, DVD, v.v..

Cần lưu ý thêm rằng các đặc tính riêng của các phương án khác nhau của sáng chế có thể độc lập hoặc kết hợp tùy thuộc vào đối tượng của một sáng chế khác.

Những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ đánh giá được rằng các biến thể và/hoặc sửa đổi khác nhau có thể được tạo ra cho sáng chế như được thể hiện trong các phương án cụ thể mà không nằm ngoài phạm vi và tinh thần của sáng chế. Các phương án nêu trên bởi vậy cũng được xem xét trong tất cả các khía cạnh được minh họa và không giới hạn ở đó.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị truyền thông được tạo cấu hình cho việc truyền thông từ thiết bị tới thiết bị (D2D), thiết bị truyền thông này bao gồm:

bộ phận nhận, khi hoạt động, nhận thông tin điều khiển cho biết giá trị định thời trước đường lên, giá trị định thời trước đường lên được sử dụng để điều chỉnh việc định thời truyền dẫn đường lên cho trạm gốc, và

bộ truyền, khi hoạt động, truyền dữ liệu liên kết trực tiếp và thông tin điều khiển liên kết trực tiếp bao gồm thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp cho một thiết bị truyền thông khác,

trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp và thông tin điều khiển liên kết trực tiếp không được truyền bởi bộ phận truyền trong trường hợp bộ định thời trước được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc đã hết hạn.

2. Thiết bị truyền thông theo điểm 1, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông dựa trên giá trị định thời trước đường lên.

3. Thiết bị truyền thông theo điểm 1, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông bằng việc đặt các bit của thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp bằng không khi thiết bị truyền thông ở chế độ truyền mà có sự lập lịch tài nguyên một cách tự động bởi thiết bị truyền thông.

4. Thiết bị truyền thông theo điểm 1, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông dựa trên giá trị định thời trước đường lên khi thiết bị truyền thông ở trạng thái RRC_CONNECTED, và dữ liệu liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông bằng việc thiết lập dữ liệu liên kết trực tiếp bằng không khi thiết bị truyền thông ở trạng thái RRC_IDLE.

5. Thiết bị truyền thông theo điểm 1, trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp được truyền tới

thiết bị truyền thông khác dựa trên việc định thời truyền liên kết trực tiếp theo thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp.

6. Phương pháp truyền thông được thực hiện bởi thiết bị truyền thông được tạo cấu hình cho việc truyền thông từ thiết bị tới thiết bị (D2D), phương pháp truyền thông bao gồm các bước:

nhận thông tin điều khiển cho biết giá trị định thời trước đường lên từ trạm gốc, giá trị định thời trước đường lên được dùng để điều chỉnh việc định thời truyền dẫn đường lên tới trạm gốc, và

truyền dữ liệu liên kết trực tiếp và thông tin điều khiển liên kết trực tiếp bao gồm thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp tới một thiết bị truyền thông khác,

trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp và thông tin điều khiển liên kết trực tiếp không được truyền bởi thiết bị truyền thông trong trường hợp bộ định thời trước được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc đã hết hạn.

7. Phương pháp truyền thông theo điểm 6, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông dựa trên giá trị định thời trước đường lên.

8. Phương pháp truyền thông theo điểm 6, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông bằng việc đặt các bit của thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp bằng không khi thiết bị truyền thông ở chế độ truyền mà có sự lập lịch tài nguyên một cách tự động bởi thiết bị truyền thông.

9. Phương pháp truyền thông theo điểm 6, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông dựa trên giá trị định thời trước đường lên khi thiết bị truyền thông ở trạng thái RRC_CONNECTED, và dữ liệu

liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông bằng việc thiết lập dữ liệu liên kết trực tiếp bằng không khi thiết bị truyền thông ở trạng thái RRC_IDLE.

10. Phương pháp truyền thông theo điểm 6, trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp được truyền tới thiết bị truyền thông khác dựa trên việc định thời truyền liên kết trực tiếp theo thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp.

11. Thiết bị truyền thông được tạo cấu hình cho việc truyền thông từ thiết bị tới thiết bị (D2D), thiết bị này bao gồm:

bộ phận nhận, khi hoạt động, nhận thông tin điều khiển liên kết trực tiếp bao gồm thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp từ một thiết bị truyền thông khác, và

mạch, khi hoạt động, thiết lập việc định thời nhận theo thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp để thu dữ liệu liên kết trực tiếp,

trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp và thông tin điều khiển liên kết trực tiếp không được truyền từ một thiết bị truyền thông khác trong trường hợp bộ định thời trước được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc đã hết hạn.

12. Thiết bị truyền thông theo điểm 11, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác dựa trên giá trị định thời trước đường lên, các giá trị định thời trước đường lên được dùng để điều chỉnh việc định thời truyền dẫn đường lên tới trạm gốc.

13. Thiết bị truyền thông theo điểm 11, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác bằng việc đặt các bit của thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp bằng không khi một thiết bị truyền thông khác ở chế độ truyền mà có sự lập lịch tài nguyên một cách tự động bởi một thiết bị truyền thông khác.

14. Thiết bị truyền thông theo điểm 11, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước

liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác dựa trên giá trị định thời trước đường lên khi một thiết bị truyền thông khác ở trạng thái RRC_CONNECTED, và dữ liệu liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác bằng việc thiết lập dữ liệu liên kết trực tiếp bằng không khi một thiết bị truyền thông khác ở trạng thái RRC_IDLE.

15. Thiết bị truyền thông theo điểm 11, trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp được truyền tới thiết bị truyền thông khác dựa trên việc định thời truyền liên kết trực tiếp theo thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp.

16. Phương pháp truyền thông được thực hiện bởi thiết bị truyền thông được tạo cấu hình cho việc truyền thông từ thiết bị tới thiết bị (D2D), phương pháp truyền thông bao gồm các bước:

nhận thông tin điều khiển liên kết trực tiếp bao gồm thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp từ một thiết bị truyền thông khác, và

thiết lập việc định thời nhận theo thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp để thu dữ liệu liên kết trực tiếp,

trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp và thông tin điều khiển liên kết trực tiếp không được truyền từ một thiết bị truyền thông khác trong trường hợp bộ định thời trước được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc đã hết hạn.

17. Phương pháp truyền thông theo điểm 16, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác dựa trên giá trị định thời trước đường lên, các giá trị định thời trước đường lên được dùng để điều chỉnh việc định thời truyền dẫn đường lên tới trạm gốc.

18. Phương pháp truyền thông theo điểm 16, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác bằng việc đặt các bit của thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp bằng không khi một thiết

bị truyền thông khác ở chế độ truyền mà có sự lập lịch tài nguyên một cách tự động bởi một thiết bị truyền thông khác.

19. Phương pháp truyền thông theo điểm 16, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác dựa trên giá trị định thời trước đường lên khi một thiết bị truyền thông khác ở trạng thái RRC_CONNECTED, và dữ liệu liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác bằng việc thiết lập dữ liệu liên kết trực tiếp bằng không khi một thiết bị truyền thông khác ở trạng thái RRC_IDLE.

20. Phương pháp truyền thông theo điểm 16, trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp được truyền tới thiết bị truyền thông khác dựa trên việc định thời truyền liên kết trực tiếp theo thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp.

21. Mạch tích hợp bao gồm:

mạch, khi hoạt động, điều khiển:

việc nhận thông tin điều khiển cho biết giá trị định thời trước đường lên từ trạm gốc, giá trị định thời trước đường lên được sử dụng để điều chỉnh việc định thời truyền dẫn đường lên tới trạm gốc, và

truyền dữ liệu liên kết trực tiếp và thông tin điều khiển liên kết trực tiếp bao gồm thông tin chỉ thị định thời trước liên kết trực tiếp tới một thiết bị truyền thông khác,

trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp và thông tin điều khiển liên kết trực tiếp không được truyền trong trường hợp bộ định thời trước được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc đã hết hạn.

22. Mạch tích hợp theo điểm 21, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông bao gồm mạch tích hợp dựa trên giá trị định thời trước đường lên.

23. Mạch tích hợp theo điểm 21, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông bao gồm mạch tích hợp bằng việc đặt các bit của thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp bằng không khi thiết bị truyền thông ở chế độ truyền mà có sự lập lịch tài nguyên một cách tự động bởi thiết bị truyền thông.

24. Mạch tích hợp theo điểm 21, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông bao gồm mạch tích hợp dựa trên giá trị định thời trước đường lên khi thiết bị truyền thông ở trạng thái RRC_CONNECTED, và dữ liệu liên kết trực tiếp được tạo ra bởi thiết bị truyền thông bằng cách thiết lập dữ liệu liên kết trực tiếp bằng không khi thiết bị truyền thông ở trạng thái RRC_IDLE.

25. Mạch tích hợp theo điểm 21, trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp được truyền tới một thiết bị truyền thông khác dựa trên việc định thời truyền dẫn liên kết trực tiếp theo thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp.

26. Mạch tích hợp bao gồm:

mạch, khi hoạt động, điều khiển:

việc nhận thông tin điều khiển liên kết trực tiếp bao gồm thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp từ một thiết bị truyền thông khác, và

thiết lập việc định thời nhận theo thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp để nhận dữ liệu liên kết trực tiếp,

trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp và thông tin điều khiển liên kết trực tiếp không được truyền từ một thiết bị truyền thông khác trong trường hợp bộ định thời trước được sử dụng cho truyền dẫn đường lên tới trạm gốc đã hết hạn.

27. Mạch tích hợp theo điểm 26, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác dựa trên giá trị định thời trước đường lên, các giá trị định thời trước đường lên được sử dụng để điều chỉnh việc định

thời truyền dẫn đường lên tới trạm gốc.

28. Mạch tích hợp theo điểm 26, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác bằng việc đặt các bit của thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp bằng không khi một thiết bị truyền thông khác ở chế độ truyền mà có sự lập lịch tài nguyên một cách tự động bởi một thiết bị truyền thông khác.

29. Mạch tích hợp theo điểm 26, trong đó thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác dựa trên giá trị định thời trước đường lên khi một thiết bị truyền thông khác ở trạng thái RRC_CONNECTED, và dữ liệu liên kết trực tiếp được tạo ra bởi một thiết bị truyền thông khác bằng cách thiết lập dữ liệu liên kết trực tiếp bằng không khi một thiết bị truyền thông khác ở trạng thái RRC_IDLE.

30. Mạch tích hợp theo điểm 26, trong đó dữ liệu liên kết trực tiếp được truyền từ một thiết bị truyền thông khác dựa trên việc định thời truyền dẫn liên kết trực tiếp theo thông tin chỉ thị việc định thời trước liên kết trực tiếp.

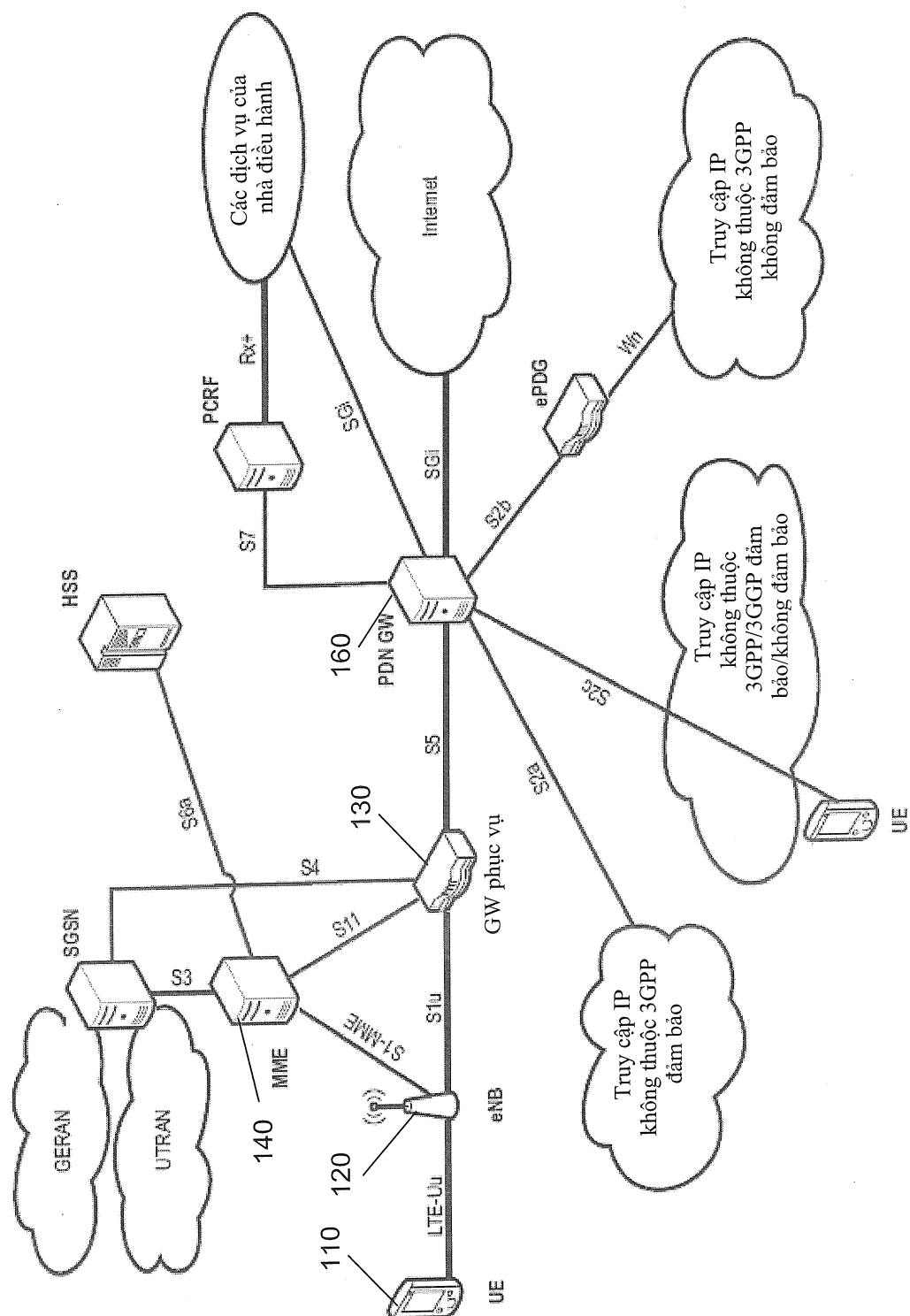


Fig. 1

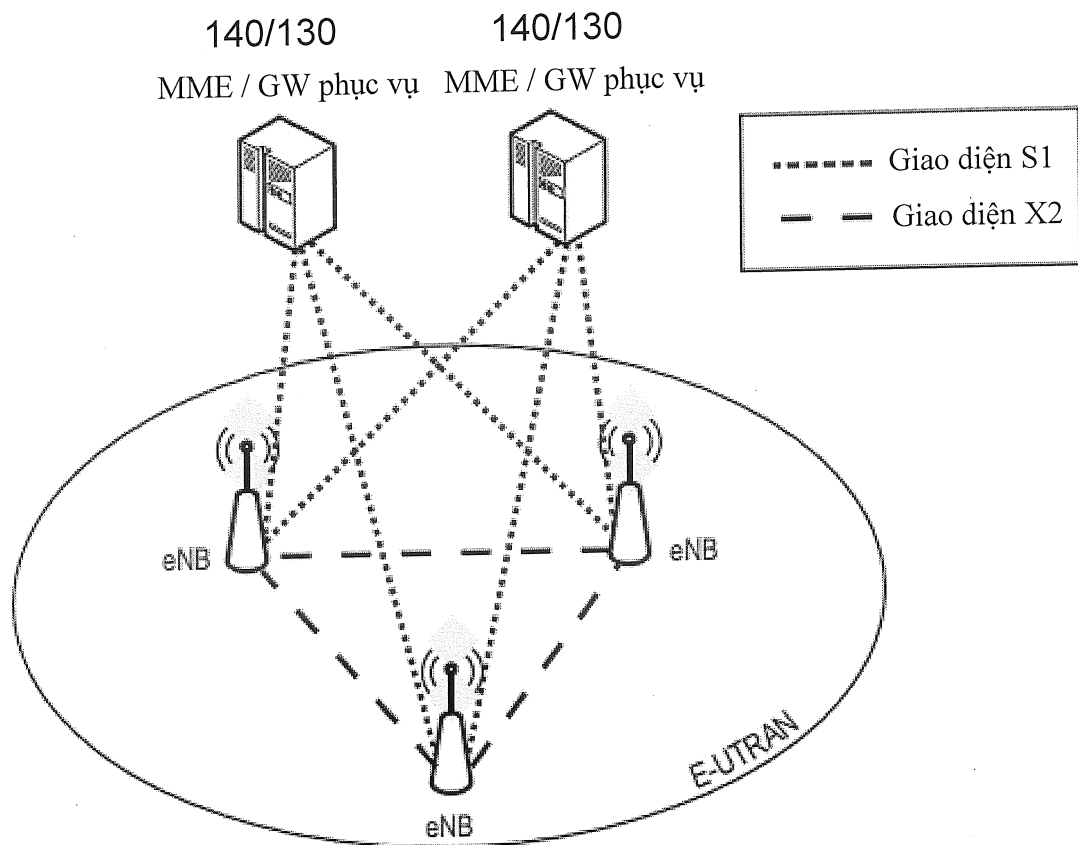


Fig. 2

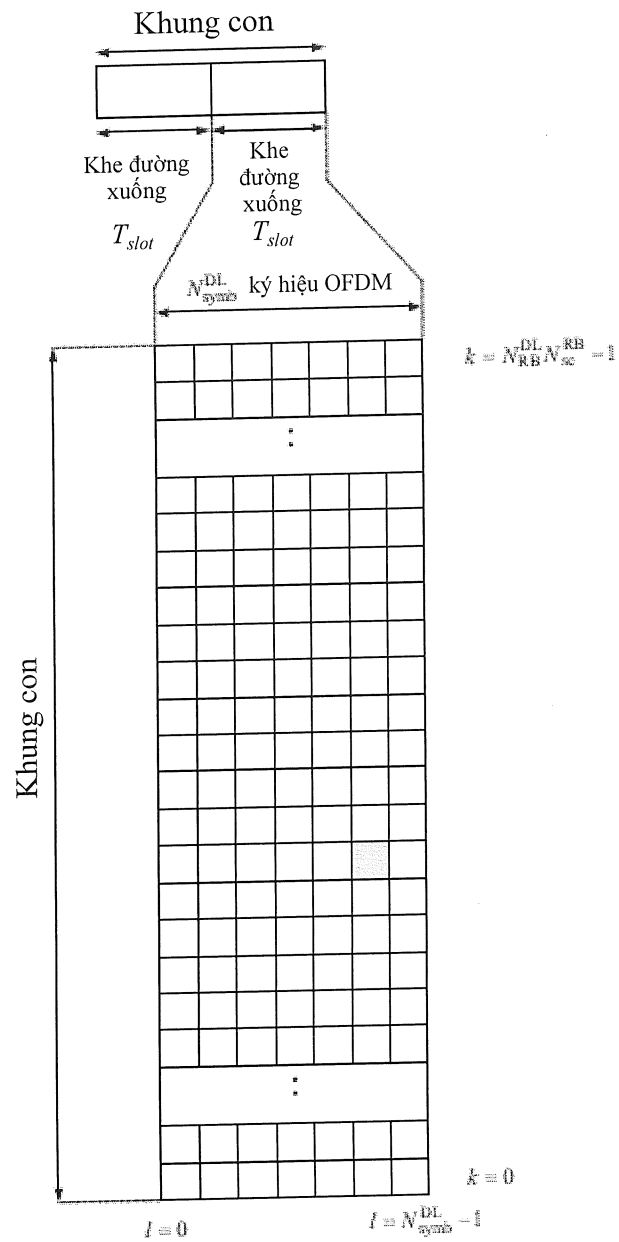


Fig. 3

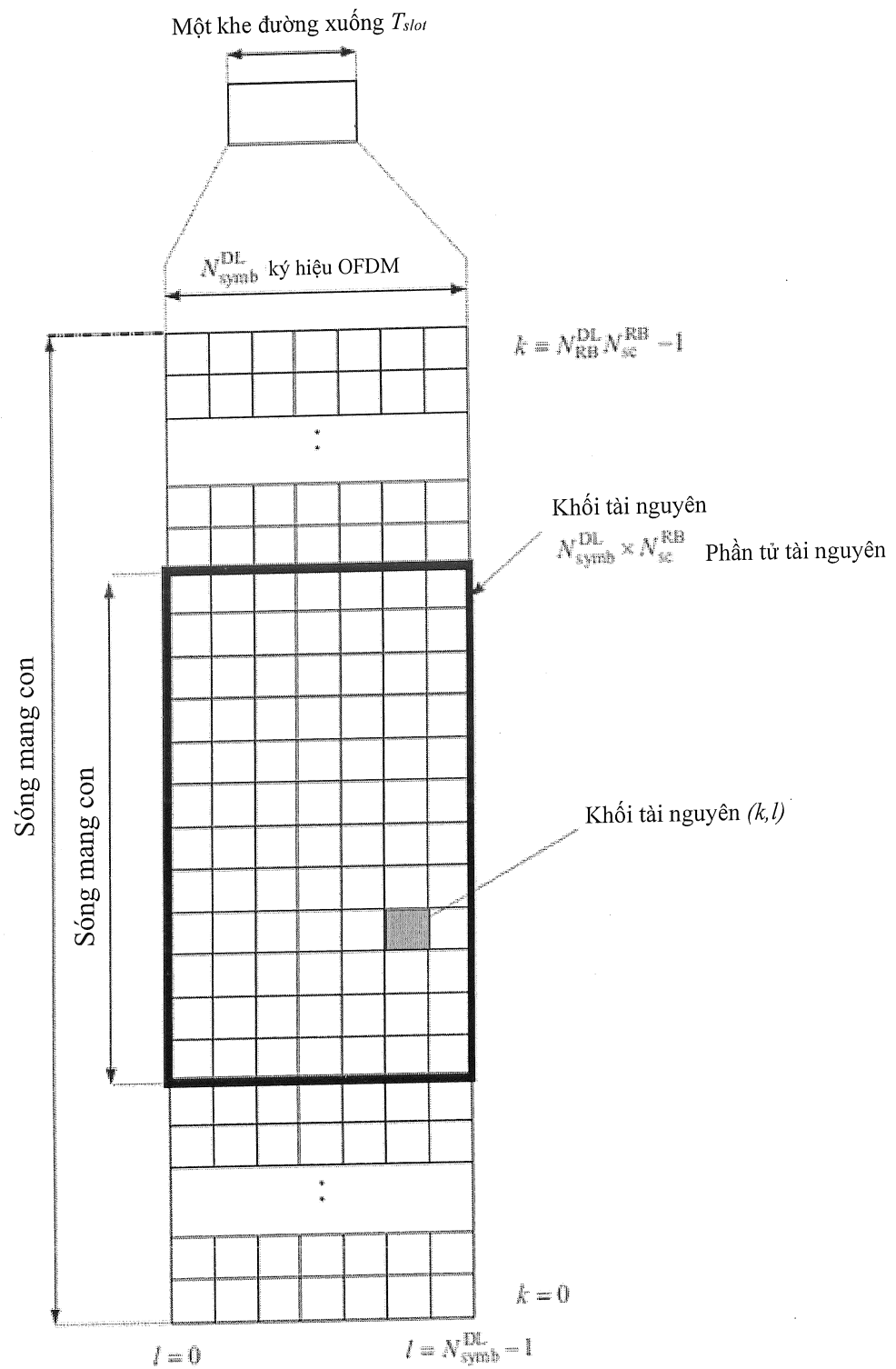


Fig. 4

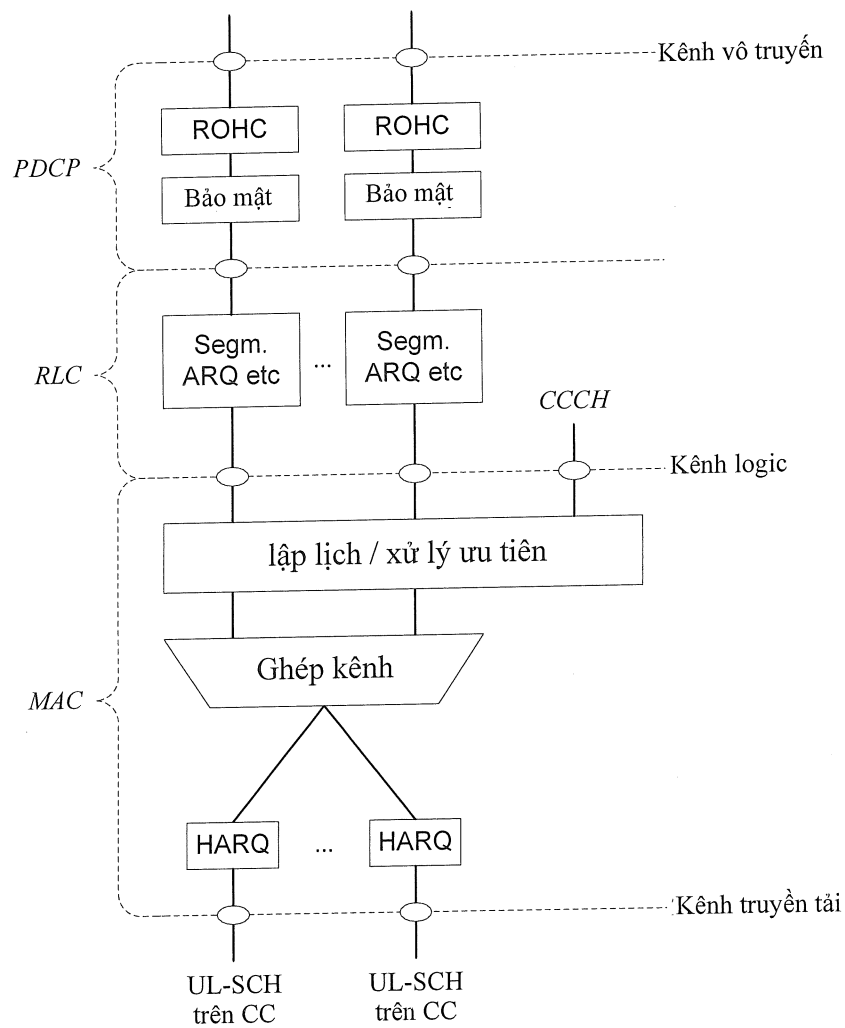


Fig. 6

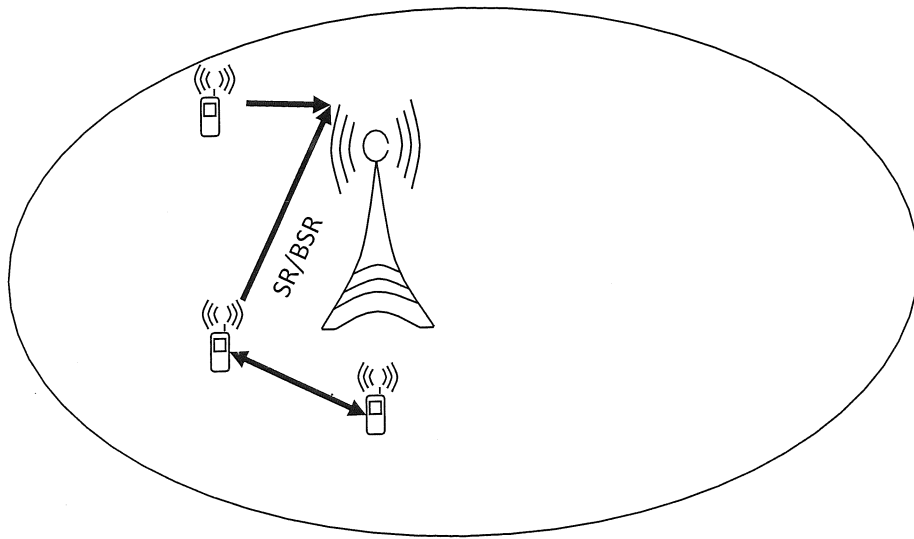


Fig. 7

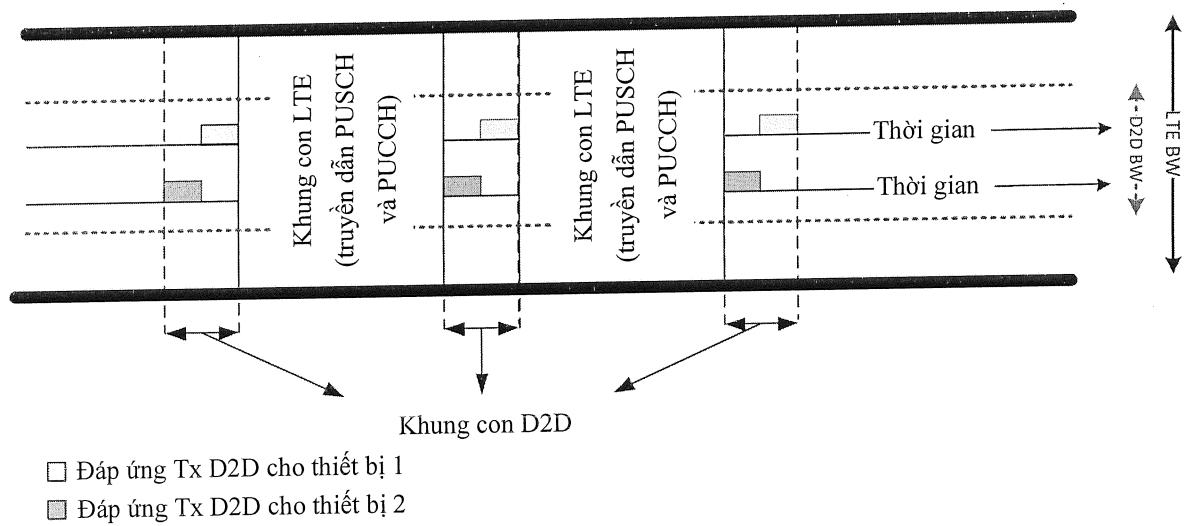


Fig. 8

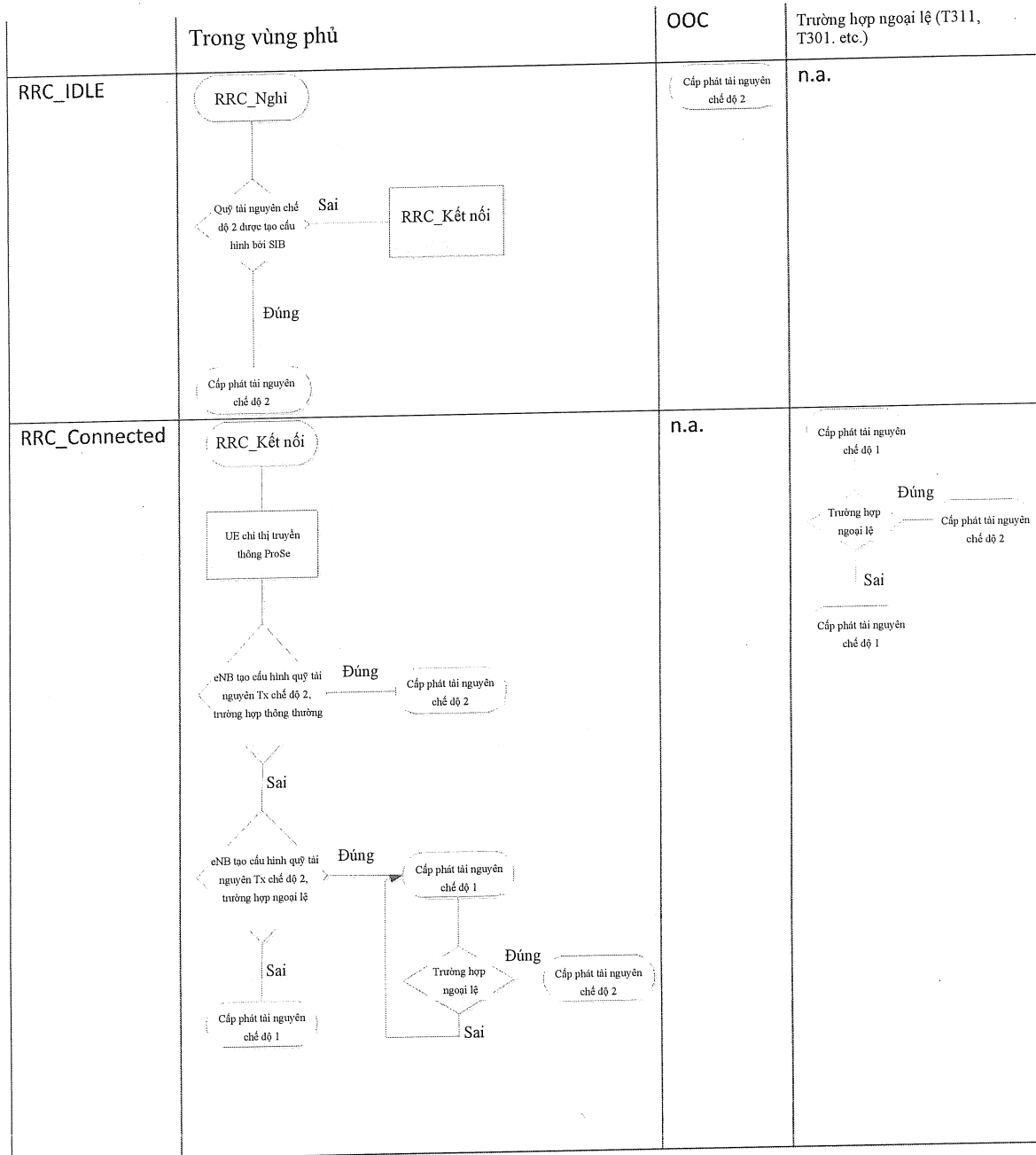


Fig. 9

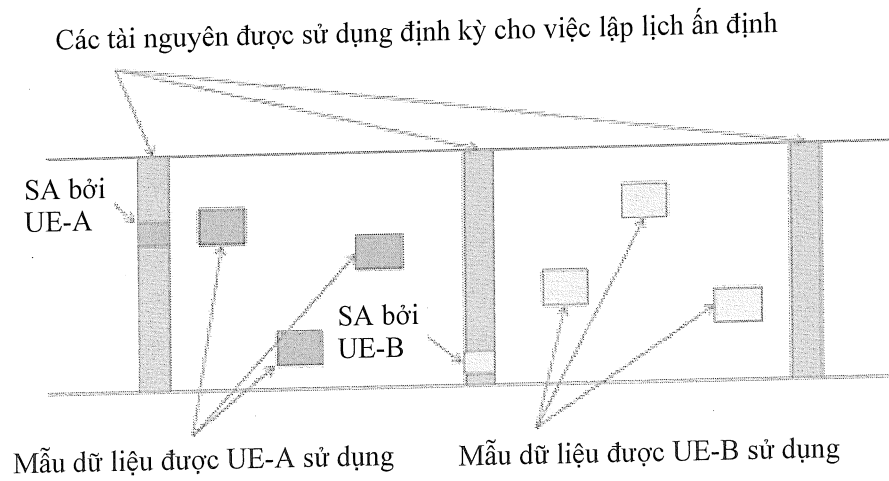


Fig. 10

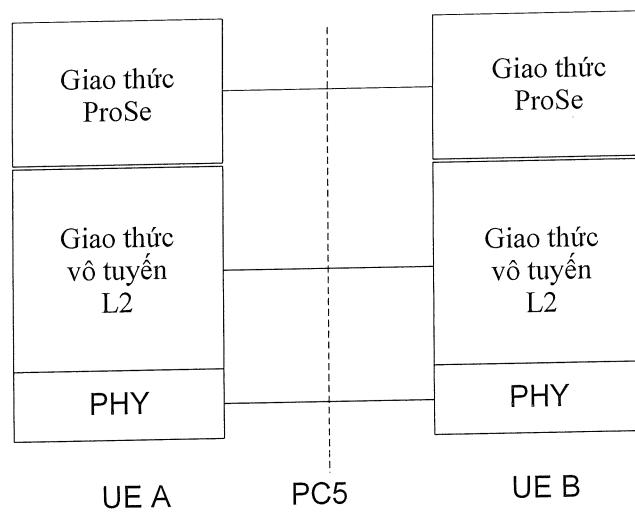


Fig. 11

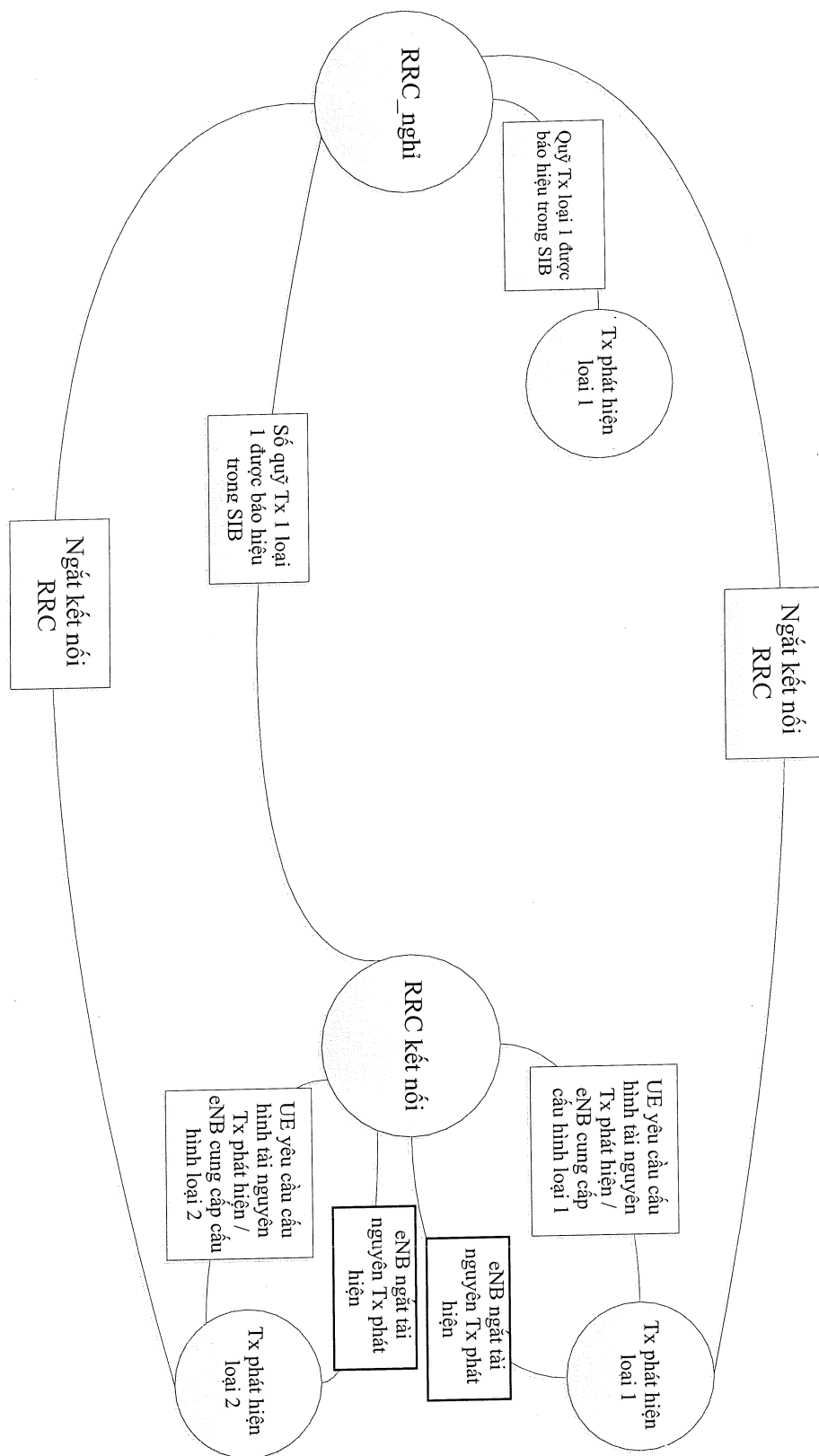


Fig. 12

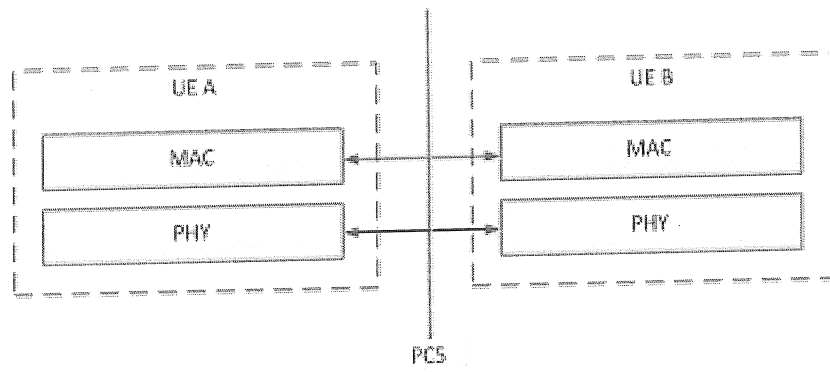


Fig. 13

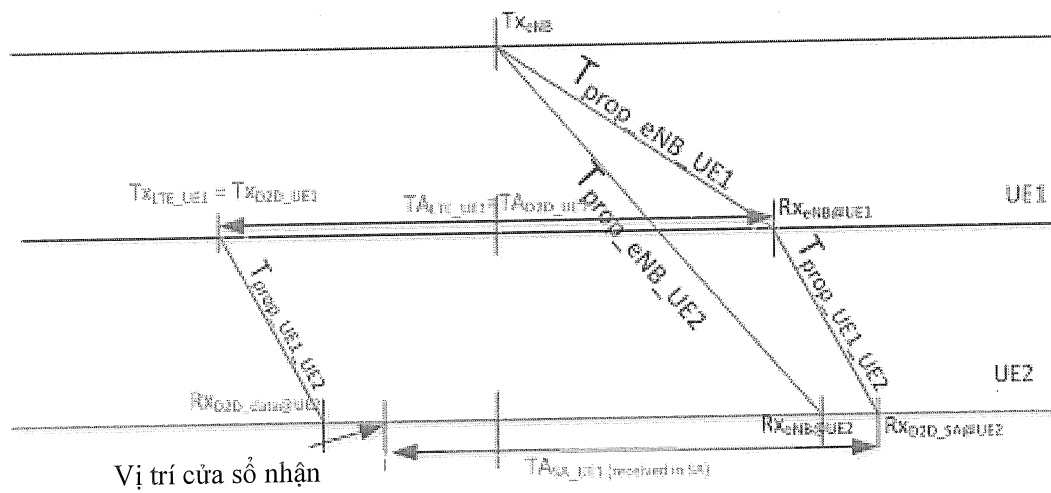


Fig. 14

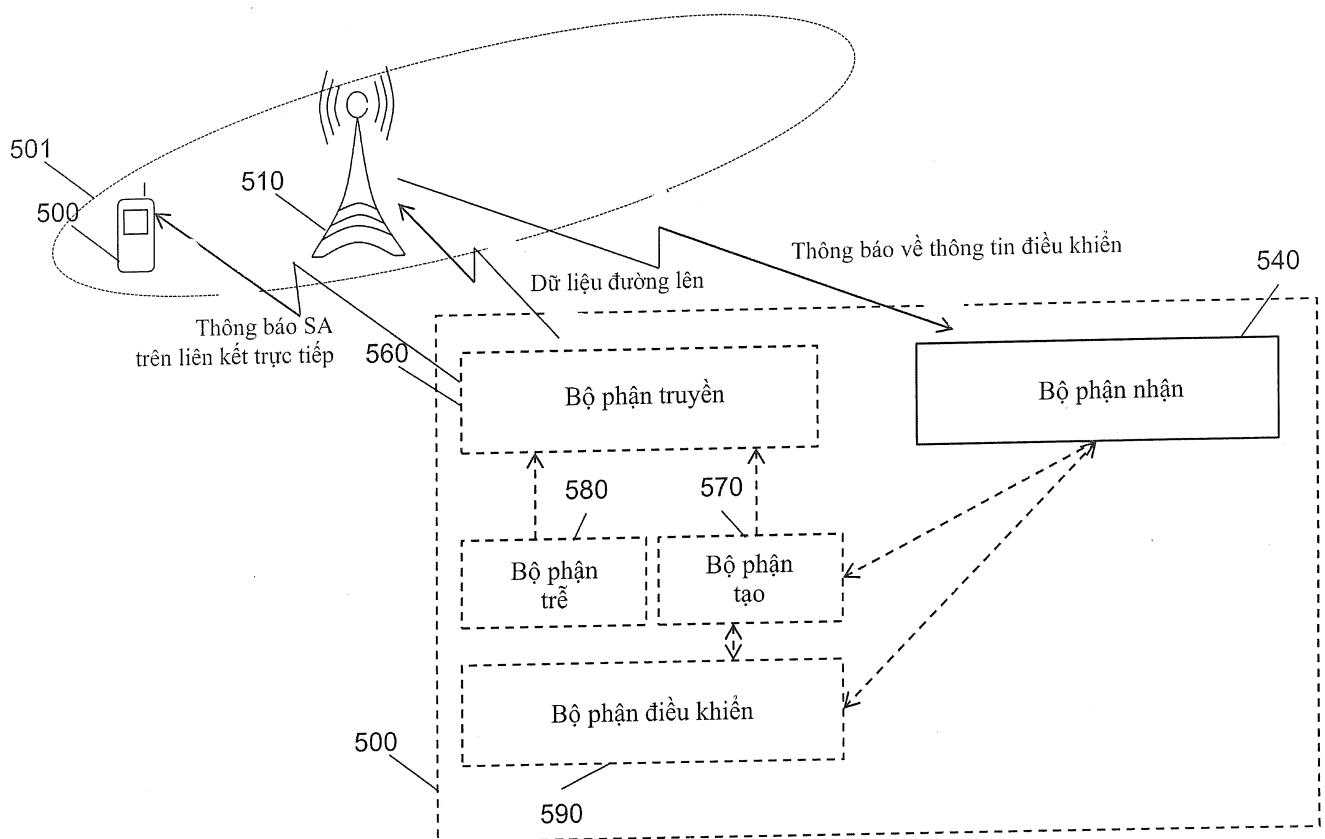


Fig. 15

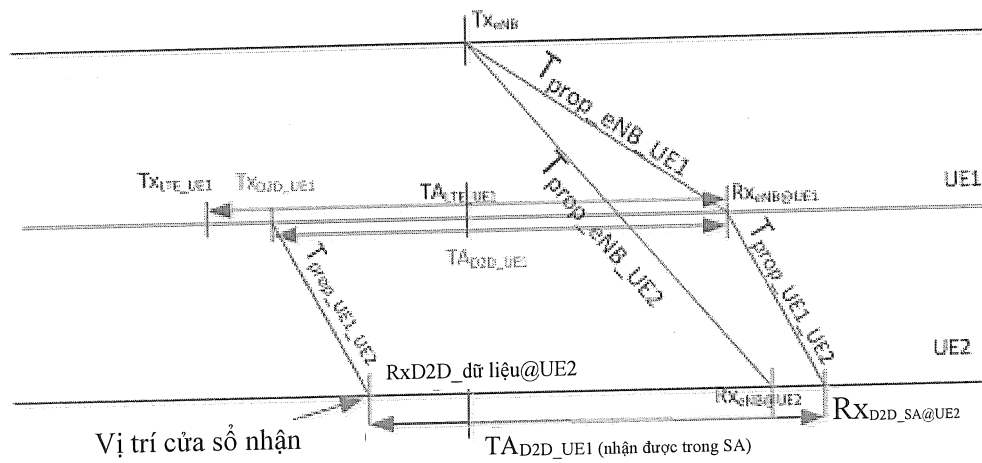


Fig. 16

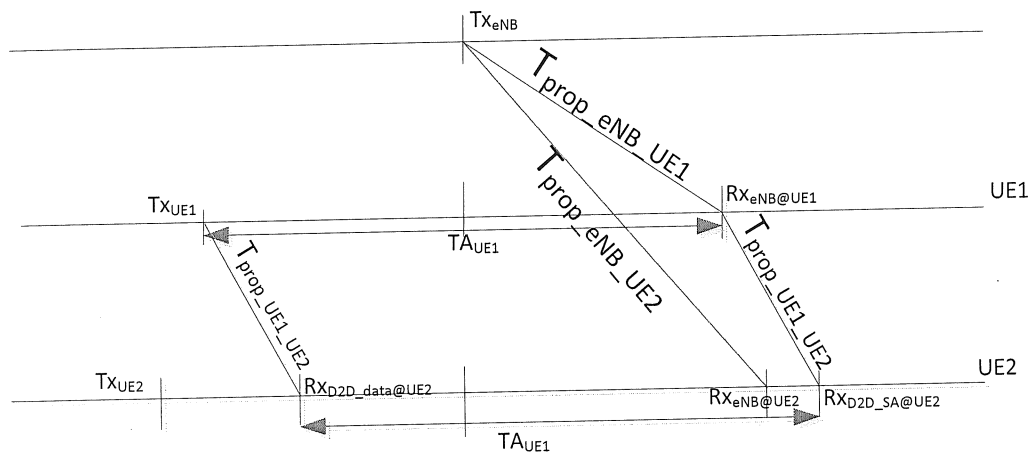


Fig. 17