



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0052668

(51)⁷ H04W 74/08; H04L 27/26

(13) B

(21) 1-2019-06101

(22) 04/05/2018

(86) PCT/KR2018/005172 04/05/2018

(87) WO2018/203696 08/11/2018

(30) 62/501,176 04/05/2017 US; 62/542,803 09/08/2017 US

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/02/2020 383A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu Seoul 07336, Korea

(72) KIM, Jaehyung (KR); AHN, Joonkui (KR); SHIN, Seokmin (KR); HWANG, Seunggye (KR).

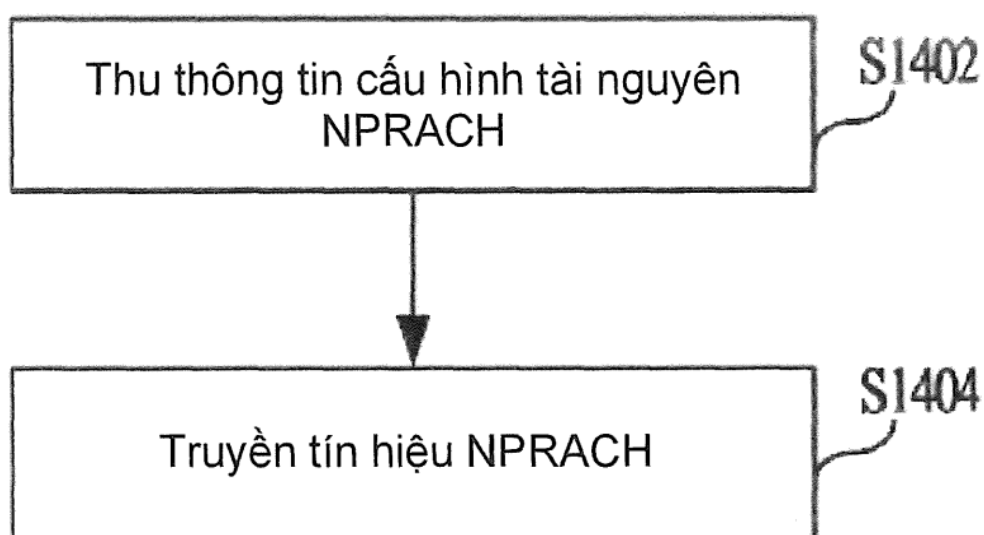
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐỂ THỰC HIỆN THỦ TỤC TRUY NHẬP NGẪU NHIÊN VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(21) 1-2019-06101

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp để thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên trong hệ thống truyền thông không dây và thiết bị để thực hiện thủ tục này, và đề cập đến phương pháp và thiết bị dùng cho quy trình nêu trên, phương pháp này bao gồm các bước: thu, từ trạm gốc, thông tin cấu hình kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý băng hẹp (Narrowband Physical Random Access Channel, NPRACH); và truyền lặp lại phần mở đầu NPRACH trên cơ sở thông tin cấu hình NPRACH được thu, trong đó, nếu khoảng thời gian giữa thời điểm hoàn thành của lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH và khung con tiếp theo nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ, thì lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH được bỏ, hoặc được cắt bớt nhiều như độ chênh lệch giữa thời gian bảo vệ và khoảng thời gian trong lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH.

Fig.14



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp để thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên để tăng cường vùng phủ hiệu dụng và thiết bị để thực hiện thủ tục này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khi hệ thống kỹ thuật truy nhập vô tuyến (Radio Access Technology, RAT) mới được giới thiệu, vì ngày càng nhiều thiết bị truyền thông đòi hỏi dung lượng truyền thông lớn hơn, nên cần phải cải thiện truyền thông băng rộng di động so với RAT đang tồn tại. Ngoài ra, truyền thông kiểu máy quy mô lớn (Massive Machine Type Communications, MTC) được kết nối với nhiều thiết bị và vạn vật để cung cấp các dịch vụ ở bất cứ đâu và bất cứ thời điểm nào là một trong những vấn đề chính được xem xét trong truyền thông thế hệ tiếp theo. Ngoài ra, thiết kế hệ thống truyền thông xem xét các dịch vụ/UE nhạy với độ tin cậy và độ trễ cũng đã được thảo luận. Như vậy, việc xem xét truyền thông băng rộng di động tăng cường (enhanced Mobile Broadband Communication, eMBB), MTC quy mô lớn (mMTC), truyền thông độ trễ thấp và siêu tin cậy (Ultra-Reliable Low-Latency Communication, URLLC), v.v., kỹ thuật truy nhập không dây thế hệ tiếp theo đang được thảo luận, và kỹ thuật như vậy được gọi là RAT mới (New RAT, NR) cho thuận tiện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp để thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên để tăng cường phạm vi hiệu dụng trong hệ thống truyền thông không dây.

Cụ thể là, mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp để thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên và/hoặc cấu trúc hoặc định dạng của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên để truyền và thu hiệu quả phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên đối với truyền thông vạn vật kết nối Internet băng hẹp (Narrowband Internet of Things, NB-IoT) trong hệ thống truyền thông không dây hỗ trợ bán kính tế bào mở rộng.

Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng các mục đích mà có thể đạt được với sáng chế không bị hạn chế bởi phần được mô tả cụ thể được mô tả ở trong tài liệu này và các mục đích ở trên và các mục đích khác mà sáng chế có thể đạt được sẽ được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết sau đây.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp để thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước: thu thông tin cấu hình kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý băng hẹp (Narrowband Physical Random Access Channel, NPRACH) từ trạm gốc; và truyền lặp lại phần mở đầu NPRACH dựa trên thông tin cấu hình NPRACH được thu, trong đó, khi khoảng thời gian giữa thời gian để hoàn thành lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH và khung con tiếp theo là nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ, lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH được bỏ hoặc được cắt bớt bởi độ chênh lệch giữa thời gian bảo vệ và khoảng thời gian trong lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng để thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm: bộ thu phát tần số vô tuyến (Radio Frequency, RF); và bộ xử lý được kết nối vận hành với bộ thu phát RF, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để: thu thông tin cấu hình kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý băng hẹp (NPRACH) từ trạm gốc, và truyền lặp lại phần mở đầu NPRACH dựa trên thông tin cấu hình NPRACH được thu, trong đó, khi khoảng thời gian giữa thời gian để hoàn thành lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH và khung con tiếp theo nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ, thì lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH được bỏ hoặc được cắt bớt bởi độ chênh lệch giữa thời gian bảo vệ và khoảng thời gian trong lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH.

Tốt hơn là, thời gian bảo vệ có thể được tạo cấu hình thông qua thông tin cấu hình NPRACH.

Tốt hơn là, số lần truyền dẫn được lặp lại của phần mở đầu NPRACH có thể được tạo cấu hình thông qua thông tin cấu hình NPRACH.

Tốt hơn là, số lần truyền dẫn được lặp lại có thể được tạo cấu hình là một trong số 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, hoặc 128, và khi số lần truyền dẫn được lặp lại là một trong số 1, 2, hoặc 4, thì số lần truyền dẫn được lặp lại của phần mở đầu NPRACH có thể được tạo cấu hình là số lần truyền dẫn được lặp lại cao hơn tiếp theo.

Tốt hơn là, phần mở đầu NPRACH có thể bao gồm bốn nhóm ký hiệu, và mỗi nhóm trong số bốn nhóm ký hiệu này có thể bao gồm phần tiền tố vòng tương ứng với ba ký hiệu và phần theo chuỗi tương ứng với ba ký hiệu.

Tốt hơn là, xáo trộn mức-ký hiệu có thể được áp dụng cho mỗi nhóm ký hiệu trong số bốn nhóm ký hiệu.

Tốt hơn là, xáo trộn mức-nhóm ký hiệu có thể được áp dụng cho bốn nhóm ký hiệu.

Tốt hơn là, phần mở đầu NPRACH có thể bao gồm bốn nhóm ký hiệu, và mỗi nhóm ký hiệu trong số bốn nhóm ký hiệu có thể bao gồm phần tiền tố vòng có thời khoảng ba ký hiệu và phần theo chuỗi có thời khoảng năm ký hiệu.

Tốt hơn là, xáo trộn mức-ký hiệu có thể được áp dụng cho mỗi nhóm ký hiệu trong số bốn nhóm ký hiệu.

Tốt hơn là, xáo trộn mức-nhóm ký hiệu có thể được áp dụng cho bốn nhóm ký hiệu.

Tốt hơn là, khoảng cách sóng mang con dành cho phần mở đầu NPRACH có thể được tạo cấu hình nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 kilôhec (kHz).

Tốt hơn là, phần mở đầu NPRACH có thể bao gồm bốn nhóm ký hiệu, và mỗi nhóm ký hiệu trong số bốn nhóm ký hiệu có thể bao gồm phần tiền tố vòng tương ứng với một ký hiệu và phần theo chuỗi tương ứng với một ký hiệu.

Tốt hơn là, phương pháp này có thể còn bao gồm bước: thu thông tin chỉ báo liệu thời gian bảo vệ có được áp dụng cho lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH hay không, trong đó, khi thông tin chỉ báo là thời gian bảo vệ không được áp dụng cho lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH và khoảng thời gian nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ, thì lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH có thể không bị bỏ và cũng không bị cắt bớt.

Tốt hơn là, khi thông tin chỉ báo là thời gian bảo vệ được áp dụng cho lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH và khoảng thời gian nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ, thì lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH có thể được bỏ hoặc được cắt bớt bởi độ chênh lệch giữa thời gian bảo vệ và khoảng thời gian.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, phạm vi có thể được tăng cường một cách hiệu quả trong khi thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên trong hệ thống truyền thông không dây.

Cụ thể là, theo sáng chế, phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên dành cho truyền thông vạn vật kết nối Internet băng hẹp (NB-IoT) có thể được truyền và thu một cách hiệu quả trong hệ thống truyền thông không dây hỗ trợ bán kính tế bào mở rộng.

Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng các mục đích mà có thể đạt được với sáng chế không bị hạn chế bởi phần được mô tả cụ thể được mô tả ở trong tài liệu này và các mục đích ở trên và các mục đích khác mà sáng chế có thể đạt được sẽ được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo được đưa vào để cung cấp thêm sự hiểu biết về sáng chế, minh họa các phương án của sáng chế và cùng với phần mô tả dùng để giải thích nguyên lý của sáng chế.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện cấu trúc của khung vô tuyến mà có thể được sử dụng theo sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện lưới tài nguyên của khe đường xuống mà có thể được sử dụng theo sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện cấu trúc khung con đường xuống mà được sử dụng theo sáng chế.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện cấu trúc khung con đường lên mà được sử dụng theo sáng chế.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện phương pháp truyền dẫn phần mở đầu NPRACH.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện quan hệ định thời đường lên-đường xuống.

Các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.10 thể hiện các định dạng phần mở đầu theo phương pháp 1 của sáng chế.

Fig.11 đến Fig.12 thể hiện các định dạng phần mở đầu theo phương pháp 2 của sáng chế.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện số lần lặp lại và khoảng thời gian được tạo cấu hình theo sáng chế.

Fig.14 là hình vẽ thể hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên theo sáng chế.

Fig.15 là hình vẽ thể hiện trạm gốc và thiết bị người dùng mà sáng chế có thể áp dụng được.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án sau đây của sáng chế có thể được áp dụng cho các kỹ thuật truy nhập không dây khác nhau, ví dụ, đa truy nhập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access, CDMA), đa truy nhập phân chia theo tần số (Frequency Division Multiple Access, FDMA), đa truy nhập phân chia theo thời gian (Time Division Multiple Access, TDMA), đa truy nhập phân chia tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA), đa truy nhập phân chia tần số đơn sóng mang (Single Carrier Frequency Division Multiple Access, SC-FDMA), và kỹ thuật truy nhập tương tự. CDMA có thể được thể hiện thông qua kỹ thuật không dây (hoặc vô tuyến) chẳng hạn như mạng truy nhập vô tuyến mặt đất đa năng (Universal Terrestrial Radio Access Network, UTRAN) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được thể hiện thông qua kỹ thuật không dây (hoặc vô tuyến) chẳng hạn như hệ thống toàn cầu dành cho truyền thông di động (Global System for Mobile communication, GSM)/dịch vụ vô tuyến gói chung (General Packet Radio Service, GPRS)/tốc độ dữ liệu được tăng cường cho tiến hóa GSM (Enhanced Data Rates for GSM Evolution, EDGE). OFDMA có thể được thể hiện thông qua kỹ thuật không dây (hoặc vô tuyến) chẳng hạn như viện kỹ thuật điện và điện tử (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, và UTRAN tiến hóa (Evolved UTRAN,

E-UTRAN). UTRAN là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS). Hệ thống phát triển dài hạn (Long Term Evolution, LTE)-dự án đối tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) là một phần của E-UMTS (Evolved UMTS), mà sử dụng E-UTRAN. Hệ thống LTE cải tiến (LTE-Advanced, LTE-A) 3GPP là phiên bản tiến hóa của 3GPP LTE, và hệ thống LTE-A Pro là phiên bản tiến hóa của 3GPP LTE-A.

Để giải thích rõ ràng, phần mô tả sau đây tập trung vào hệ thống 3GPP LTE/LTE-A/LTE-A Pro. Tuy nhiên, các nguyên lý kỹ thuật của sáng chế không bị hạn chế ở đó. Ngoài ra, thuật ngữ cụ thể được cung cấp để hiểu rõ hơn về sáng chế. Tuy nhiên, thuật ngữ cụ thể như vậy có thể được thay đổi mà không nằm ngoài các nguyên lý kỹ thuật của sáng chế. Ví dụ, sáng chế có thể được áp dụng cho hệ thống phù hợp với hệ thống 3GPP LTE/LTE-A/LTE-A Pro cũng như hệ thống phù hợp với tiêu chuẩn 3GPP khác, tiêu chuẩn IEEE 802.xx, tiêu chuẩn 3GPP2, hoặc hệ thống truyền thông thế hệ tiếp theo chẳng hạn như 3GPP 5G hoặc New RAT (NR).

Theo sáng chế, thiết bị người dùng (UE) có thể là thiết bị cố định hoặc di động, và có thể là các loại thiết bị khác nhau mà truyền hoặc thu dữ liệu và/hoặc thông tin điều khiển để truyền thông với trạm gốc (BS). UE có thể được gọi là thiết bị đầu cuối, trạm di động (Mobile Station, MS), thiết bị đầu cuối di động (Mobile Terminal, MT), thiết bị đầu cuối người dùng (User Terminal, UT), trạm thuê bao (Subscribe Station, SS), thiết bị không dây, hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (Personal Digital Assistant, PDA), bộ điều biến/giải điều biến không dây, thiết bị cầm tay, v.v.. Theo sáng chế, UE có thể được gọi thay thế là thiết bị đầu cuối.

Theo sáng chế, trạm gốc (BS) thường được gọi là trạm cố định mà thực hiện truyền thông với UE và/hoặc BS khác, và trao đổi các loại dữ liệu và thông tin điều khiển khác nhau với UE và BS khác. Trạm gốc (BS) có thể được gọi là trạm gốc tiên tiến (Advanced Base Station, ABS), node-B (NB), node-B tiến hóa (evolved node-B, eNB), NodeB thế hệ tiếp theo (next generation NodeB, gNB), hệ thống thu phát gốc (Base Transceiver System, BTS), điểm truy nhập (Access Point, AP), máy chủ xử lý (Processing Server, PS), điểm truyền dẫn (Transmission Point, TP), v.v.. Theo sáng chế, trạm gốc (BS) có thể được gọi thay thế là eNB hoặc gNB.

Trong hệ thống truy nhập không dây, thiết bị người dùng (UE) có thể thu thông tin từ trạm gốc (BS) trong đường xuống (DL) và truyền thông tin trong đường lên (UL). Thông tin được truyền hoặc được thu bởi UE có thể bao gồm dữ liệu và thông tin điều khiển khác nhau. Ngoài ra, có các kênh vật lý khác nhau tùy theo loại hoặc việc sử dụng của thông tin được truyền hoặc được thu bởi UE.

Khi UE được bật nguồn hoặc đi vào tế bào mới, thì UE này thực hiện tìm kiếm tế bào khởi tạo. Việc tìm kiếm tế bào khởi tạo liên quan đến việc tiếp nhận sự đồng bộ với trạm gốc. Nhằm mục đích này, UE đồng bộ định thời của nó với trạm gốc và tiếp nhận thông tin chẳng hạn như bộ định danh (Identifier, ID) tế bào bằng cách thu tín hiệu đồng bộ sơ cấp (Primary Synchronization Signal, PSS) và tín hiệu đồng bộ thứ cấp (Secondary Synchronization Signal, SSS) từ trạm gốc. Sau đó UE có thể tiếp nhận thông tin hệ thống được quảng bá trong tế bào này thông qua kênh quảng bá vật lý (Physical Broadcast Channel, PBCH) từ trạm gốc. Trong khi tìm kiếm tế bào khởi tạo, thì UE có thể giám sát trạng thái kênh DL bằng cách thu tín hiệu tham chiếu đường xuống (Downlink Reference Signal, DL RS).

Sau khi tìm kiếm tế bào khởi tạo, thì UE có thể tiếp nhận thông tin hệ thống chi tiết hơn bằng cách thu kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel, PDCCH) và thu kênh chia sẻ đường xuống vật lý (Physical Downlink Shared Channel, PDSCH) dựa trên thông tin của PDCCH.

Để hoàn thành truy nhập vào trạm gốc, thì UE có thể thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên với trạm gốc. Nhằm mục đích này, UE có thể truyền phần mở đầu thông qua kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý (Physical Random Access Channel, PRACH) và có thể thu bản tin đáp lại cho phần mở đầu này thông qua PDCCH và PDSCH được liên kết với PDCCH. Trong trường hợp truy nhập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp, thì UE có thể thực hiện bổ sung thủ tục giải quyết tranh chấp bao gồm truyền dẫn PRACH bổ sung và thu tín hiệu PDCCH và tín hiệu PDSCH tương ứng với tín hiệu PDCCH.

Sau thủ tục ở trên, thì UE có thể thu PDCCH và/hoặc PDSCH từ trạm gốc và truyền kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH) và/hoặc kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) tới trạm gốc, theo thủ tục truyền dẫn tín hiệu UL/DL chung. Thông tin mà UE truyền tới trạm gốc

được gọi là thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information, UCI). UCI bao gồm báo nhận phủ định/báo nhận yêu cầu và lặp lại tự động cơ chế lai (Hybrid Automatic Repeat and Request-Acknowledgement/Negative Acknowledgement, HARQ-ACK/NACK), yêu cầu lập lịch (Scheduling Request, SR), thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI), v.v.. CSI bao gồm chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, CQI), chỉ báo ma trận mã trước (Precoding Matrix Indicator, PMI), chỉ báo bậc (Rank Indicator, RI), v.v.. UCI thường được truyền thông qua PUCCH theo chu kỳ. Tuy nhiên, nếu thông tin điều khiển hoặc dữ liệu lưu lượng phải được truyền đồng thời, thì các thông tin này có thể được truyền thông qua PUSCH. Ngoài ra, UCI có thể được truyền không theo chu kỳ thông qua PUSCH, khi thu nhận yêu cầu/lệnh từ mạng.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện cấu trúc của khung vô tuyến mà có thể được sử dụng theo sáng chế. Trong hệ thống truyền thông gói vô tuyến dồn kênh phân chia tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) tế bào, việc truyền dẫn gói dữ liệu đường lên/đường xuống được thực hiện theo các đơn vị khung con và một khung con được định rõ là thời khoảng định trước bao gồm nhiều ký hiệu OFDM. Tiêu chuẩn LTE(-A) hỗ trợ cấu trúc khung vô tuyến loại-1 có thể áp dụng được cho song công phân chia tần số (Frequency Division Duplex, FDD) và cấu trúc khung vô tuyến loại-2 có thể áp dụng được cho song công phân chia thời gian (Time Division Duplex, TDD).

Fig.1 là hình vẽ thể hiện khung vô tuyến loại-1. Ví dụ, khung vô tuyến đường xuống bao gồm 10 khung con và một khung con bao gồm hai khe trong miền thời gian. Thời gian được yêu cầu để truyền một khung con được gọi là khoảng thời gian truyền dẫn (Transmission Time Interval, TTI). Hoặc, TTI có thể gọi là khoảng thời gian được yêu cầu để truyền một khe. Ví dụ, một khung con có chiều dài 1 ms và một khe có chiều dài 0,5 ms. Một khe bao gồm nhiều ký hiệu OFDM trong miền thời gian và bao gồm nhiều khối tài nguyên (Resource Block, RB) trong miền tần số. Trong hệ thống LTE(-A), vì OFDM được sử dụng trong đường xuống, nên ký hiệu OFDM chỉ báo chu kỳ ký hiệu. Ký hiệu OFDM này có thể được gọi là ký hiệu SC-FDMA hoặc chu kỳ ký hiệu. Khối tài nguyên (RB) là đơn vị cấp phát tài nguyên có thể bao gồm nhiều sóng mang con liên tiếp trong một khe.

Số lượng ký hiệu OFDM có trong một khe có thể thay đổi theo cấu hình của tiền tố vòng (Cyclic Prefix, CP). CP bao gồm CP mở rộng và CP thông thường. Ví dụ, nếu các ký hiệu OFDM được tạo cấu hình bởi CP thông thường, thì số lượng các ký hiệu OFDM có trong một khe có thể là 7. Nếu các ký hiệu OFDM được tạo cấu hình bởi CP mở rộng, vì chiều dài của một ký hiệu OFDM được tăng lên, nên số lượng các ký hiệu OFDM có trong một khe nhỏ hơn so với số lượng các ký hiệu OFDM trong trường hợp CP thông thường. Trong trường hợp CP mở rộng, ví dụ, số lượng các ký hiệu OFDM có trong một khe có thể là 6. Trong trường hợp trong đó trạng thái kênh là không ổn định, chẳng hạn như trường hợp trong đó UE di chuyển với tốc độ cao, thì CP mở rộng có thể được sử dụng để làm giảm hơn nữa nhiễu liên ký hiệu.

Khung vô tuyến loại-2 bao gồm hai nửa khung và mỗi nửa khung bao gồm năm khung con, khe thời gian hoa tiêu đường xuống (Downlink Pilot Time Slot, DwPTS), và chu kỳ bảo vệ (Guard Period, GP) và khe thời gian hoa tiêu đường lên (Uplink Pilot Time Slot, UpPTS). Một khung con bao gồm hai khe. Ví dụ, khe đường xuống (ví dụ DwPTS) được sử dụng dành cho việc tìm kiếm tế bào khởi tạo, đồng bộ hoặc ước lượng kênh của UE. Ví dụ, khe đường lên (ví dụ UpPTS) được sử dụng dành cho việc ước lượng kênh của trạm gốc và đồng bộ truyền dẫn đường lên của UE. Ví dụ, khe đường lên (ví dụ UpPTS) có thể được sử dụng để truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (Sounding Reference Signal, SRS) để ước lượng kênh trong trạm gốc và để truyền kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý (PRACH) mà mang phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên để đồng bộ truyền dẫn đường lên. GP được sử dụng để loại bỏ nhiễu được tạo ra trong đường lên do trễ đa đường của tín hiệu đường xuống giữa đường lên và đường xuống.

Các cấu trúc khung vô tuyến được mô tả ở trên chỉ đơn thuần là ví dụ, và do đó số lượng khung con trong khung vô tuyến, số lượng các khe trong khung con, hoặc số lượng ký hiệu trong một khe có thể thay đổi theo các cách khác nhau.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện lưới tài nguyên của một khe đường xuống mà có thể được sử dụng theo sáng chế.

Trên Fig.2, khe đường xuống bao gồm nhiều ký hiệu OFDM trong miền thời gian. Một khe đường xuống có thể bao gồm 7 ký hiệu OFDM và khối tài nguyên (RB) có thể bao gồm 12 sóng mang con trong miền tần số. Tuy nhiên, sáng chế không bị hạn chế ở

đó. Mỗi phần tử của lưới tài nguyên được gọi là phần tử tài nguyên (Resource Element, RE). Một RB bao gồm 12×7 RE. Số lượng các RB trong khe DL, N^{DL} , phụ thuộc vào băng thông truyền dẫn đường xuống. Khe đường lên có thể có cấu trúc giống như khe đường xuống.

Lưới tài nguyên được mô tả ở trên của khe là một ví dụ, và do đó số lượng các ký hiệu, số lượng các phần tử tài nguyên, số lượng các RB có trong khe có thể thay đổi theo các cách khác nhau.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện cấu trúc khung con đường xuống mà được sử dụng theo sáng chế.

Trên Fig.3, tối đa ba (hoặc bốn) ký hiệu OFDM được đặt trong phần phía trước của khe thứ nhất trong khung con tương ứng với vùng điều khiển mà kênh điều khiển được cấp phát. Các ký hiệu OFDM còn lại tương ứng với vùng dữ liệu mà kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) được cấp phát. Đơn vị tài nguyên cơ sở của vùng dữ liệu là RB. Các ví dụ về các kênh điều khiển đường xuống trong hệ thống LTE(-A) bao gồm kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (Physical Control Format Indicator Channel, PCFICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), kênh chỉ báo ARQ lai vật lý (Physical Hybrid ARQ Indicator Channel, PHICH), v.v..

PCFICH được truyền ở ký hiệu OFDM thứ nhất (hoặc bắt đầu) của khung con và mang thông tin liên quan đến số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng để truyền dẫn của các kênh điều khiển trong khung con này. PCFICH bao gồm bốn nhóm phần tử (Resource Element Group, REG), và mỗi REG được phân bố đồng đều trong vùng điều khiển dựa trên ID tế bào. Một REG có thể bao gồm 4 phần tử tài nguyên. PCFICH chỉ báo giá trị từ 1 đến 3 (hoặc 2 đến 4) và được điều biến qua khóa dịch pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK). PHICH chịu trách nhiệm truyền dẫn đường lên và mang tín hiệu HARQ ACK/NACK. PHICH được cấp phát trên các REG thay vì CRS và PCFICH (ký hiệu OFDM thứ nhất) trong một hoặc nhiều ký hiệu OFDM được tạo cấu hình bởi thời khoảng PHICH. PHICH được cấp phát cho ba REG mà được phân phối nếu có thể trong miền tần số. Phần mô tả chi tiết hơn liên quan đến PHICH sẽ được cung cấp bên dưới theo sáng chế.

PDCCH được cấp phát trong n ký hiệu OFDM thứ nhất (sau đây gọi là vùng điều

khởi) của khung con. Ở đây, n là số nguyên bằng hoặc lớn hơn 1 và được chỉ báo bởi PCFICH. Thông tin điều khiển được truyền thông qua PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI). PDCCH có thể mang định dạng vận chuyển và thông tin cấp phát tài nguyên của kênh chia sẻ đường xuống (Downlink Shared Channel, DL-SCH), thông tin cấp phát tài nguyên của kênh chia sẻ đường lên (Uplink Shared Channel, UL-SCH), thông tin tìm gọi của kênh tìm gọi (Paging Channel, PCH), thông tin hệ thống trên DL-SCH, thông tin về việc cấp phát tài nguyên của bản tin điều khiển lớp phía trên chẳng hạn như đáp lại truy nhập ngẫu nhiên được truyền trên PDSCH, tập các lệnh điều khiển công suất Tx trên các UE riêng biệt trong nhóm UE tùy ý, lệnh điều khiển công suất Tx, thông tin về việc kích hoạt tiếng nói qua IP (Voice over IP, VoIP), v.v.. Tùy chọn là, định dạng DCI bao gồm thông tin về cờ nhảy, cấp phát RB, sơ đồ điều biến-mã hóa (Modulation Coding Scheme, MCS), phiên bản dư thừa (Redundancy Version, RV), chỉ báo dữ liệu mới (New Data Indicator, NDI), điều khiển công suất truyền (Transmit Power Control, TPC), tín hiệu tham chiếu giải điều biến dịch vòng (cyclic shift Demodulation Reference Signal, DM-RS), yêu cầu thông tin chất lượng kênh (CQI), số quy trình HARQ, chỉ báo ma trận mã trước được truyền (Transmitted Precoding Matrix Indicator, TPMI), cấu hình chỉ báo ma trận mã trước (PMI), v.v. theo việc sử dụng của thông tin này.

Trạm gốc xác định định dạng PDCCH theo DCI được truyền tới UE, và gắn kiểm tra độ dư vòng (Cyclic Redundancy Check, CRC) cho thông tin điều khiển. CRC được che giấu với bộ định danh duy nhất (được gọi là bộ định danh tạm thời mạng vô tuyến (Radio Network Temporary Identifier, RNTI)) theo người điều hành hoặc việc sử dụng của PDCCH. Nếu PDCCH là dành cho UE cụ thể, thì bộ định danh duy nhất (ví dụ RNTI tế bào (cell-RNTI, C-RNTI)) của UE có thể được che giấu với CRC này. Ngoài ra, nếu PDCCH là dành cho bản tin tìm gọi, thì bộ định danh tìm gọi (ví dụ RNTI tìm gọi (paging-RNTI, P-RNTI)) có thể được che giấu với CRC này. Nếu PDCCH là dành cho thông tin hệ thống (cụ thể hơn là khối thông tin hệ thống (System Information Block, SIB)), thì RNTI thông tin hệ thống (System Information RNTI, SI-RNTI) có thể được che giấu với CRC này. Khi PDCCH là dành cho sự đáp lại truy nhập ngẫu nhiên, thì RNTI truy nhập ngẫu nhiên (Random Access-RNTI, RA-RNTI) có thể được che giấu với CRC này. Khi PDCCH là dành cho điều khiển công suất đường lên, thì RNTI điều

hiển công suất truyền (Transmit Power Control-RNTI, TPC-RNTI) có thể được sử dụng, và TPC-RNTI này có thể bao gồm TPC-PUCCH-RNTI để điều khiển công suất PUCCH và TPC-PUSCH-RNTI để điều khiển công suất PUSCH. Khi PDCCH là dành cho kênh điều khiển đa điểm (Multicast Control Channel, MCCH), thì RNTI-dịch vụ đa điểm quảng bá đa phương tiện (Multimedia Broadcast Multicast Service-RNTI, M-RNTI) có thể được sử dụng.

Thông tin điều khiển được truyền thông qua PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI). Các định dạng DCI khác nhau được định rõ theo việc sử dụng của chúng. Cụ thể là, định dạng DCI 0, 4 (sau đây gọi là cấp UL) được định rõ để lập lịch đường lên, và các định dạng DCI 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C, và 2D (sau đây gọi là cấp DL) được định rõ để lập lịch đường xuống. Tùy chọn là, định dạng DCI bao gồm thông tin về cờ nhảy, cấp phát RB, sơ đồ điều biến-mã hóa (MCS), phiên bản dư thừa (RV), chỉ báo dữ liệu mới (NDI), điều khiển công suất truyền (TPC), tín hiệu tham chiếu giải điều biến dịch vòng (DM-RS), yêu cầu thông tin chất lượng kênh (CQI), số quy trình HARQ, chỉ báo ma trận mã trước được truyền (TPMI), cấu hình chỉ báo ma trận mã trước (PMI), v.v. tùy theo việc sử dụng của thông tin này.

Hệ thống LTE(-A) định rõ tập hạn chế của các vị trí CCE trong đó PDCCH sẽ được xác định vị trí cho mỗi UE. Tập hạn chế của các vị trí CCE mà UE có thể tìm PDCCH của UE có thể được gọi là không gian tìm kiếm (Search Space, SS). Trong hệ thống LTE(-A), không gian tìm kiếm có các kích thước khác nhau theo mỗi định dạng PDCCH. Ngoài ra, không gian tìm kiếm dành riêng UE và không gian tìm kiếm chung được định rõ riêng biệt. Trạm gốc không cung cấp cho UE với thông tin chỉ báo nơi PDCCH được đặt trong vùng điều khiển. Do đó, UE này giám sát tập các ứng viên PDCCH trong khung con và tìm PDCCH của nó. Thuật ngữ “giám sát” có nghĩa là UE cố gắng để giải mã các PDCCH thu được theo các định dạng DCI tương ứng. Việc giám sát dành cho PDCCH trong không gian tìm kiếm được gọi là giải mã mò (hoặc phát hiện mò). Thông qua việc giải mã mò, UE đồng thời thực hiện việc định danh PDCCH được truyền tới UE và giải mã thông tin điều khiển được truyền thông qua PDCCH tương ứng.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện cấu trúc làm ví dụ của khung con đường lên mà được sử dụng theo sáng chế.

Trên Fig.4, khung con đường lên bao gồm nhiều khe (ví dụ hai). Mỗi khe có thể bao gồm nhiều ký hiệu SC-FDMA, trong đó số lượng các ký hiệu SC-FDMA có trong mỗi khe được thay đổi phụ thuộc vào chiều dài tiền tố vòng (CP). Theo một ví dụ, khe có thể bao gồm 7 ký hiệu SC-FDMA trong trường hợp CP thông thường. Khung con đường lên được chia thành vùng dữ liệu và vùng điều khiển trong miền tần số. Vùng dữ liệu bao gồm PUSCH, và được sử dụng để truyền tín hiệu dữ liệu mà bao gồm thông tin tiếng nói. Vùng điều khiển bao gồm PUCCH, và được sử dụng để truyền thông tin điều khiển đường lên (UCI). PUCCH bao gồm cặp RB (ví dụ $m=0,1,2,3$) được đặt ở cả hai đầu của vùng dữ liệu trên trục tần số, và thực hiện nhảy trên phần biên của các khe.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên.

Thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được sử dụng để truyền dữ liệu (chiều dài ngắn) trong đường lên. Ví dụ, thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được thực hiện khi truy nhập khởi tạo trong trạng thái RRC_IDLE, khi truy nhập khởi tạo sau sự cố liên kết vô tuyến, khi chuyển vùng yêu cầu thủ tục truy nhập ngẫu nhiên, và khi xuất hiện dữ liệu đường lên/đường xuống yêu cầu thủ tục truy nhập ngẫu nhiên trong khi ở trạng thái RRC_CONNECTED. Một số bản tin RRC chẳng hạn như bản tin yêu cầu kết nối RRC, bản tin cập nhật tế bào, và bản tin cập nhật URA được truyền bằng cách sử dụng thủ tục truy nhập ngẫu nhiên. Các kênh logic chẳng hạn như kênh điều khiển chung (Common Control Channel, CCCH), kênh điều khiển dành riêng (Dedicated Control Channel, DCCH), hoặc kênh lưu lượng dành riêng (Dedicated Traffic Channel, DTCH) có thể được ánh xạ vào kênh vận chuyển (Random Access Channel, RACH). Kênh vận chuyển (RACH) có thể được ánh xạ vào kênh vật lý (ví dụ kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý (Physical Random Access Channel, PRACH)). Khi lớp UE MAC lệnh cho lớp vật lý UE truyền PRACH, thì lớp vật lý UE trước hết chọn khe truy nhập và dấu hiệu và truyền phần mở đầu PRACH trong đường lên. Thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được chia thành thủ tục dựa trên tranh chấp và thủ tục không dựa trên tranh chấp.

Dựa vào Fig.5, UE thu và lưu thông tin liên quan đến truy nhập ngẫu nhiên từ trạm gốc thông qua thông tin hệ thống. Sau đó, khi truy nhập ngẫu nhiên được đòi hỏi, thì UE truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (được gọi là bản tin 1 hoặc Msg1) tới trạm gốc (S510). Khi thu phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên từ UE, thì trạm gốc truyền bản

tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên (được gọi là bản tin 2 hoặc Msg2) tới UE (S520). Cụ thể là, thông tin lập lịch đường xuống dành cho bản tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên có thể là CRC-được che giấu với RNTI-truy nhập ngẫu nhiên và có thể được truyền thông qua kênh điều khiển L1/L2 (PDCCH). Khi thu tín hiệu lập lịch đường xuống được che giấu với RA-RNTI, thì UE có thể thu và giải mã bản tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên từ kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH). Sau đó, UE kiểm tra xem thông tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên tương ứng với UE có mặt trong bản tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên hay không. Việc thông tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên tương ứng với UE có mặt hay không có thể được xác định dựa trên việc ID phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (Random Access preamble ID, RAID) dành cho phần mở đầu này mà UE đã truyền có mặt hay không. Thông tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên bao gồm thông tin độ lệch định thời chỉ báo định thời sớm (Timing Advance, TA) để đồng bộ, thông tin về sự cấp phát các tài nguyên vô tuyến được sử dụng trong đường lên, và bộ định danh tạm thời (ví dụ T-CRNTI) để định danh người dùng. Khi thu thông tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên, thì UE truyền bản tin đường lên (được gọi là bản tin 3 hoặc Msg3) bao gồm bản tin yêu cầu kết nối RRC thông qua kênh chia sẻ đường lên (Shared Channel, SCH) theo thông tin cấp phát tài nguyên vô tuyến có trong thông tin đáp lại (S530). Sau khi thu bản tin đường lên từ UE, thì trạm gốc truyền bản tin giải quyết tranh chấp (được gọi là bản tin 4 hoặc Msg4) tới UE (S540). Bản tin để giải quyết tranh chấp có thể được gọi là bản tin giải quyết tranh chấp, và có thể bao gồm bản tin thiết đặt kết nối RRC. Sau khi UE thu bản tin giải quyết tranh chấp, thì UE truyền bản tin hoàn thành thiết đặt kết nối (được gọi là bản tin 5 hoặc Msg5) tới trạm gốc (S550).

Trong trường hợp thủ tục không dựa trên tranh chấp, thì trạm gốc có thể cấp phát phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên không tranh chấp cho UE trước khi UE này truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (S510). Phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên không tranh chấp có thể được cấp phát thông qua báo hiệu dành riêng chẳng hạn như lệnh chuyển vùng hoặc PDCCH. Trong trường hợp mà UE được cấp phát với phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên không tranh chấp, thì UE có thể truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên không tranh chấp được cấp phát tới trạm gốc theo cách thức tương tự như S510. Nếu trạm gốc thu phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên không tranh chấp từ UE, thì trạm gốc có thể truyền bản tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên (được gọi là bản tin 2) tới

UE theo cách thức tương tự như S520.

Trong suốt thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được mô tả ở trên, HARQ có thể không được áp dụng cho bản tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên (S520), nhưng HARQ có thể được áp dụng cho truyền dẫn đường lên dành cho bản tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên hoặc bản tin dành cho giải quyết tranh chấp. Do đó, UE không phải truyền ACK/NACK nhằm đáp lại bản tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên.

Thế hệ tiếp theo của hệ thống LTE-A đang xem xét để tạo cấu hình thiết bị người dùng (UE) chi phí thấp/thông số kỹ thuật thấp chủ yếu tập trung vào việc truyền thông dữ liệu chẳng hạn như việc định lượng của máy đo, đo lường mức nước, khai thác camera giám sát, báo cáo kiểm kê của máy bán hàng, và hoạt động tương tự. UE như vậy là để cung cấp thông lượng phù hợp giữa các thiết bị được kết nối mặc dù nó có độ phức tạp thấp và mức tiêu thụ công suất thấp, và UE này được gọi là UE truyền thông kiểu máy (MTC) hoặc UE IoT (Internet of Things) cho thuận tiện, và UE này có thể được gọi ngắn gọn là thiết bị người dùng (UE).

Ngoài ra, khi hệ thống thế hệ tiếp theo sử dụng mạng tế bào hoặc mạng bên thứ ba, thì hệ thống thế hệ tiếp theo có thể thực hiện truyền thông bằng cách sử dụng băng hẹp (hoặc truyền thông NB-IoT). Ví dụ, băng hẹp có thể là 180 kHz. UE (hoặc NB-IoT UE) hoặc eNB truyền một kênh hoặc nhiều kênh vật lý bằng cách dồn kênh (các) kênh này theo vùng tương ứng. Trong khi đó, NB-IoT UE có thể thực hiện truyền thông ngay cả trong khu vực mà môi trường kênh xấu như ở dưới cầu, dưới biển, trên biển, và khu vực tương tự. Trong trường hợp này, để bù đắp cho môi trường kênh xấu, thì NB-IoT UE có thể thực hiện truyền dẫn lặp lại trên kênh cụ thể (ví dụ truyền dẫn lặp lại trong một số TTI) và/hoặc thực hiện tăng công suất. Một ví dụ về việc tăng công suất, vùng tài nguyên tần số được truyền trên băng cụ thể được làm giảm nhiều hơn để tập trung công suất theo giờ vào tài nguyên cụ thể. Ví dụ, khi kênh cụ thể được truyền qua khối tài nguyên (RB) bao gồm 12 RE, thì nó có thể tập trung công suất được phân phối qua toàn bộ RB vào (các) RE cụ thể bằng cách cấp phát công suất cho RE cụ thể này thay vì việc cấp phát RE theo đơn vị RB. Cụ thể là, sơ đồ để thực hiện truyền thông bằng cách tập trung dữ liệu và công suất vào một RE thuộc về RB thường được gọi là sơ đồ truyền dẫn đơn âm. NB-IoT có thể được gọi thay thế là IoT tế bào (cIoT).

Fig.6 là hình vẽ thể hiện phương pháp truyền dẫn phần mở đầu NPRACH. Phần mở đầu NPRACH gọi là phần mở đầu PRACH dành cho NB-IoT được hỗ trợ bởi hệ thống LTE-A Pro và có thể thường được gọi là phần mở đầu PRACH. Nhóm ký hiệu truy nhập ngẫu nhiên trên Fig.6 có thể được gọi là nhóm ký hiệu (N)PRACH, hoặc đơn giản là nhóm ký hiệu.

Phần mở đầu NPRACH có thể bao gồm bốn nhóm ký hiệu (nhóm ký hiệu 0 đến nhóm ký hiệu 3), và mỗi nhóm ký hiệu có thể bao gồm tiền tố vòng (CP) và phần theo chuỗi như được thể hiện trên Fig.6. Phần theo chuỗi có thể bao gồm năm khối con, mỗi khối con bao gồm ký hiệu giống nhau. Ví dụ, ký hiệu giống nhau có thể có giá trị ký hiệu cố định bằng 1.

Phần mở đầu NPRACH có thể được truyền trong vùng tần số dành riêng. Vùng tần số này có thể được xác định độ lệch sóng mang con (ví dụ $N_{\text{scoffset}}^{\text{NPRACH}}$) và số lượng các sóng mang con (ví dụ $N_{\text{sc}}^{\text{NPRACH}}$) được tạo cấu hình thông qua tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ tín hiệu lớp RRC) hoặc thông tin hệ thống (ví dụ SIB2). Mỗi nhóm ký hiệu cấu thành phần mở đầu NPRACH được truyền không có khoảng trống, và việc nhảy tần được thực hiện trong mỗi nhóm ký hiệu trong vùng tần số dành riêng. Trong lúc nhảy tần, thì vị trí tần số của nhóm ký hiệu thứ (i+1) (tức là nhóm ký hiệu i, trong đó i=0, 1, 2, 3) được thể hiện bởi $n_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i)$ và có thể được xác định bởi phương trình 1.

[Phương trình 1]

$$n_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i) = n_{\text{start}} + \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i)$$

Trong phương trình 1, n_{start} thể hiện chỉ số sóng mang con bắt đầu của phần mở đầu NPRACH và được xác định bởi phương trình 2. Trong phương trình 1, $\tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i)$ thể hiện độ lệch sóng mang con và được xác định bởi phương trình 3. Trong phương trình 2, $N_{\text{sc}}^{\text{RA}} = 12$ có thể được cho.

[Phương trình 2]

$$n_{\text{start}} = N_{\text{scoffset}}^{\text{NPRACH}} + \left\lfloor n_{\text{init}} / N_{\text{sc}}^{\text{RA}} \right\rfloor \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RA}}$$

[Phương trình 3]

$$\tilde{n}_{sc}^{RA}(i) = \begin{cases} (\tilde{n}_{sc}^{RA}(0) + f(i/4)) \bmod N_{sc}^{RA} & i \bmod 4 = 0 \text{ và } i > 0 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) + 1 & i \bmod 4 = 1, 3 \text{ và } \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) \bmod 2 = 0 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) - 1 & i \bmod 4 = 1, 3 \text{ và } \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) \bmod 2 = 1 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) + 6 & i \bmod 4 = 2 \text{ và } \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) < 6 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) - 6 & i \bmod 4 = 2 \text{ và } \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) \geq 6 \end{cases}$$

$$f(t) = \left(f(t-1) + \left(\sum_{n=10t-1}^{10t+2} c(n) 2^{n-(10t+1)} \right) \bmod (N_{sc}^{RA} - 1) + 1 \right) \bmod N_{sc}^{RA}$$

$$f(-1) = 0$$

Trong phương trình 3, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(0)$ thể hiện độ lệch sóng mang con cho nhóm ký hiệu 0 của phần mở đầu NPRACH và được xác định bởi phương trình 4. Trong phương trình 3, $c(n)$ được xác định bởi phương trình 5. Trong phương trình 4, n_{init} là giá trị được chọn từ $\{0, 1, \dots, N_{sc}^{NPRACH} - 1\}$.

[Phương trình 4]

$$\tilde{n}_{sc}^{RA}(0) = n_{init} \bmod N_{sc}^{RA}$$

[Phương trình 5]

$$\begin{aligned} c(n) &= (x_1(n + N_c) + x_2(n + N_c)) \bmod 2 \\ x_1(n + 31) &= (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2 \\ x_2(n + 31) &= (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_2(n + 1) + x_2(n)) \bmod 2 \end{aligned}$$

Trong phương trình 5, $N_c = 1600$, và $x_1(0) = 1, x_1(n) = 0, n = 1, 2, \dots, 30$ có thể được cho.

Phần mở đầu NPRACH có thể được truyền lặp lại một số lần cụ thể (ví dụ N lần trên Fig.6) để tăng cường vùng phủ hoặc mở rộng vùng phủ. Số lần lặp lại cụ thể có thể được tạo cấu hình thông qua tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ tín hiệu lớp RRC) hoặc thông tin hệ thống (ví dụ SIB2). Bốn nhóm ký hiệu cấu thành phần mở đầu NPRACH (nhóm ký hiệu 0 đến nhóm ký hiệu 3) được truyền trong khi nhảy tới vị trí tần số được xác định cho mỗi nhóm ký hiệu bằng cách sử dụng các phương trình từ 1 đến 5. Sau khi phần mở đầu NPRACH thứ nhất được truyền bằng cách này, thì mỗi nhóm ký hiệu của phần mở đầu NPRACH thứ hai cũng có thể được truyền thông qua việc nhảy tần dựa trên các phương trình từ 1 đến 5. Bằng cách sử dụng phương pháp giống nhau, phần mở đầu NPRACH có thể được truyền lặp lại một số lần cụ thể (ví dụ N lần). Vị trí tần số của

nhóm ký hiệu thứ nhất (tức là nhóm ký hiệu 0) của mỗi phần mở đầu NPRACH mà được truyền lặp lại có thể được xác định ngẫu nhiên.

Vì các nhóm ký hiệu của phần mở đầu NPRACH được thể hiện trên Fig.6 được truyền mà không có khoảng trống, nên thời gian bảo vệ không được áp dụng cho phần mở đầu NPRACH. Do đó, đối với phần mở đầu NPRACH được thể hiện trên Fig.6, thì bán kính tế bào được hỗ trợ có thể được xác định khi xem xét thời khoảng CP thay vì thời gian bảo vệ. Nói chung, mối quan hệ giữa bán kính tế bào và độ trễ vòng quanh (Round Trip Delay, RTD) có thể được thể hiện bởi (bán kính tế bào) = (tốc độ ánh sáng)*(RTD/2), và RTD tương ứng với thời gian bảo vệ. Do đó, mối quan hệ giữa bán kính tế bào và thời khoảng CP có thể được thể hiện bởi phương trình 6.

[Phương trình 6]

$$(\text{Bán kính tế bào}) = (\text{tốc độ ánh sáng}) * (\text{thời khoảng CP}/2)$$

Bảng 1 thể hiện các giá trị gần đúng làm ví dụ của thời khoảng CP và bán kính tế bào theo các định dạng phần mở đầu NPRACH. Như được thể hiện làm ví dụ trong bảng 1, các định dạng phần mở đầu NPRACH có thể bao gồm định dạng 0 và 1. Các định dạng phần mở đầu NPRACH có thể có chiều dài chuỗi giống nhau và các thời khoảng CP khác nhau. Thời khoảng CP có thể được tạo cấu hình thông qua tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ tín hiệu lớp RRC) hoặc thông tin hệ thống (ví dụ SIB2), và định dạng phần mở đầu NPRACH tương ứng có thể được xác định theo thời khoảng CP. Trong bảng 1, ‘μs’ thể hiện micro giây và ‘km’ thể hiện kilomet.

Bảng 1

Định dạng phần mở đầu	Thời khoảng CP (μs)	Chuỗi (μs)	Thời khoảng GT (μs)	Bán kính tế bào tối đa (km)
0	67,5	1333,33	N/A	10,1
1	266,7	1333,33	N/A	40,0

Ngoài ra, thời gian bảo vệ (GT) có thể được cho khi xem xét RTD theo bán kính tế bào. Ví dụ, khi UE ở biên của tế bào và UE ở trung tâm của tế bào truyền phần mở đầu PRACH trong cùng TTI (ví dụ khung con hoặc khe), thì thời gian bảo vệ có thể được cho để đảm bảo rằng trạm gốc có thể thu phần mở đầu PRACH của mỗi UE trong TTI tương ứng. Nói chung, vì mối quan hệ giữa bán kính tế bào và RTD có thể được thể hiện bởi $(\text{bán kính tế bào}) = (\text{tốc độ ánh sáng}) \cdot (\text{RTD}/2)$ và RTD tương ứng với thời gian bảo vệ, nên mối quan hệ giữa bán kính tế bào và thời gian bảo vệ có thể được thể hiện bởi phương trình 7.

[Phương trình 7]

$$(\text{Bán kính tế bào}) = (\text{tốc độ ánh sáng}) \cdot (\text{GT}/2)$$

Bảng 2 thể hiện các giá trị gần đúng làm ví dụ của thời khoảng CP, thời khoảng GT, và bán kính tế bào theo các định dạng phần mở đầu của hệ thống LTE/LTE-A kế thừa. Trong bảng 2, các giá trị định dạng phần mở đầu được chỉ báo bởi các chỉ số cấu hình PRACH. Định dạng phần mở đầu 0 có thể được truyền trong một TTI (ví dụ 1 ms), các định dạng phần mở đầu 1 và 2 có thể được truyền trong hai TTI (ví dụ 2 ms), và định dạng phần mở đầu 3 có thể được truyền trong ba TTI (ví dụ 3 ms). Ở đây, ‘ms’ thể hiện mili giây. Trong bảng 2, ‘μs’ thể hiện micro giây và ‘km’ thể hiện kilomet.

Bảng 2

Định dạng phần mở đầu	Thời khoảng CP (μs)	Thời khoảng GT (μs)	Trải trễ tối đa (μs)	Bán kính tế bào tối đa (km)
0	103,1	96,88	6,3	14,5
1	684,4	515,6	16,7	77,3
2	203,1	196,9	6,3	29,5
3	684,4	715,6	16,7	100,2

Như có thể thấy được từ bảng 2, bán kính tế bào tối đa được hỗ trợ bởi hệ thống

LTE hiện tại là 100,2 km. Do đó, để thực hiện hoạt động trong-băng bằng cách sử dụng mạng LTE, thì UE dành cho NB-IoT cần phải hỗ trợ ít nhất cùng mức bán kính tế bào.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện quan hệ định thời đường lên-đường xuống.

Đối với việc truyền và thu trực giao đường lên, trạm gốc có thể cần phải quản lý hoặc điều chỉnh định thời truyền dẫn đường lên của mỗi UE riêng biệt. Việc quản lý hoặc điều chỉnh định thời truyền dẫn được thực hiện bởi trạm gốc có thể được gọi là định thời sớm hoặc căn chỉnh định thời.

Định thời sớm hoặc căn chỉnh định thời có thể được thực hiện thông qua thủ tục truy nhập ngẫu nhiên như được mô tả ở trên. Trong suốt thủ tục truy nhập ngẫu nhiên, trạm gốc có thể thu phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên từ UE và tính giá trị định thời sớm bằng cách sử dụng phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên thu được. Giá trị định thời sớm được tính có thể được truyền tới UE thông qua việc đáp lại truy nhập ngẫu nhiên, và UE có thể cập nhật định thời truyền dẫn tín hiệu dựa trên giá trị định thời sớm thu được. Ngoài ra, trạm gốc có thể thu tín hiệu tham chiếu đường lên (ví dụ tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS)) được truyền theo chu kỳ hoặc ngẫu nhiên từ UE và tính định thời sớm, và UE có thể cập nhật định thời truyền dẫn tín hiệu dựa trên giá trị định thời sớm được tính.

Như được mô tả ở trên, trạm gốc có thể đo định thời sớm của UE thông qua phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên hoặc tín hiệu tham chiếu đường lên và có thể thông báo cho UE về giá trị điều chỉnh để căn chỉnh định thời. Trong trường hợp này, giá trị điều chỉnh để căn chỉnh có thể được gọi là lệnh định thời sớm (Timing Advance Command, TAC) hoặc giá trị định thời sớm (TA).

Trên Fig.7, việc truyền dẫn của khung vô tuyến đường lên i từ UE có thể bắt đầu $(N_{TA} + N_{TAoffset}) \times T_s$ giây trước khi khung vô tuyến đường xuống tương ứng bắt đầu, trong đó N_{TA} có thể là $0 \leq N_{TA} \leq 20512$, và $N_{TAoffset}$ có thể là 0 ($N_{TAoffset} = 0$) đối với cấu trúc khung FDD và 624 ($N_{TAoffset} = 624$) đối với cấu trúc khung TDD. N_{TA} có thể được chỉ báo bởi TAC. T_s thể hiện thời gian lấy mẫu. Định thời truyền dẫn đường lên có thể được điều chỉnh theo các đơn vị là bội của $16T_s$. TAC có thể được cho trong 11 bit trong đáp lại truy nhập ngẫu nhiên và có thể chỉ báo giá trị từ 0 đến 1282. N_{TA} có thể được cho là $TA \times 16$. Ngoài ra, TAC có thể được cho trong 6 bit và chỉ báo giá trị từ 0

đến 63. Trong trường hợp này, N_{TA} có thể được cho là $N_{TA,old} + (TA-31)*16$. TAC được thu trong khung con n có thể được áp dụng cho các khung con, bắt đầu trong khung con $n+6$.

Như được mô tả ở trên, hệ thống NB-IoT thông thường được thiết kế dựa trên mạng hệ thống toàn cầu cho truyền thông di động (GSM), mà hỗ trợ bán kính tế bào 35 km, và do đó tiền tố vòng (CP) của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên được thiết kế để chỉ hỗ trợ bán kính tế bào khoảng 40 km. Tuy nhiên, để hỗ trợ hoạt động trong băng trong mạng LTE, mà là một trong số các trường hợp phát triển điển hình của hệ thống NB-IoT, thì cần thiết để hỗ trợ bán kính tế bào lên tới 100 km. Ngoài ra, hệ thống NB-IoT bao gồm hệ thống báo cáo tự quản di động tại vị trí mà ít có con người, tức là, ở nơi mà mạng LTE không được trang bị tốt, và do đó mong muốn để mở rộng bán kính tế bào có thể hỗ trợ được.

Để mở rộng bán kính tế bào tối đa có thể hỗ trợ được của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên, thì thông thường CP và thời gian bảo vệ (GT) của phần mở đầu (NPRACH) có thể được mở rộng. Ngoài ra hoặc cách khác, có thể được xem xét để thu hẹp khoảng cách sóng mang con của phần mở đầu (NPRACH) để ngăn chặn sự gia tăng lượng dữ liệu CP thừa (CP overhead). Ví dụ, để hỗ trợ bán kính tế bào 100 km, thì thời khoảng CP có thể được xác định là 666,7 μ s (xem phương trình 6). CP được mở rộng để hỗ trợ bán kính tế bào mở rộng được gọi là CP mở rộng (Extended CP, E-CP). Ngoài ra, khoảng thời gian có cùng thời khoảng (ví dụ 666,7 μ s) như E-CP có thể được đòi hỏi để tránh trường hợp mà phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên được thu từ UE chồng lấn với khung con gần kề tiếp theo từ quan điểm trạm gốc. Khoảng thời gian này được gọi là thời gian bảo vệ (GT).

Cả tiền tố vòng và thời gian bảo vệ đều được thêm vào để tránh nhiễu giữa các ký hiệu. Nói cách khác, vì tiền tố vòng và thời gian bảo vệ là các tín hiệu bổ sung được thêm vào liên quan đến hiệu năng, nên chúng có thể được phân loại là lượng dữ liệu thừa (overhead) liên quan đến thông lượng hệ thống. Do đó, để đảm bảo truyền dẫn phần mở đầu hiệu quả hơn, thì có thể được xem xét để làm giảm phần trăm lượng dữ liệu thừa (% lượng dữ liệu thừa) của tiền tố vòng, và tăng phần (ví dụ các ký hiệu hoặc phần nhóm ký hiệu) tương ứng với thông tin phần mở đầu ngoại trừ tiền tố vòng và thời gian bảo

vệ.

Như được mô tả có dựa vào Fig.7, thì trạm gốc cần phải điều khiển riêng biệt định thời truyền dẫn đường lên của mỗi UE để truyền và thu trực giao đường lên. Quy trình này được gọi là định thời sớm (TA) hoặc căn chỉnh định thời. TA khởi tạo được thực hiện thông qua thủ tục truy nhập ngẫu nhiên. Trong hệ thống NB-IoT, khi UE truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên, thì trạm gốc ước lượng độ trễ truyền dẫn đường lên từ phần mở đầu thu được và truyền độ trễ truyền dẫn đường lên này tới UE thông qua bản tin đáp lại truy nhập ngẫu nhiên (RAR) dưới dạng lệnh TA. UE điều chỉnh định thời truyền dẫn bằng cách sử dụng lệnh TA thu được thông qua bản tin RAR.

Như được mô tả có dựa vào Fig.6, phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (hoặc phần mở đầu NPRACH) dành cho NB-IoT được truyền theo cách thức nhảy tần đơn sóng mang, và được thiết kế khi xem xét cả phạm vi và độ chính xác tiếp nhận ước lượng định thời. Khoảng cách sóng mang con của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên thông thường (hoặc phần mở đầu NPRACH) được thiết kế để cho phép ước lượng định thời mà không có tính không rõ ràng trong bán kính tế bào 40 km tại 3,75 kHz. Khi việc ước lượng định thời được thực hiện bằng cách sử dụng khoảng cách giữa hai sóng mang con, thì bán kính tế bào có thể hỗ trợ được mà không có tính không rõ ràng có thể được tính như sau. Khi ước lượng bằng cách sử dụng khoảng cách giữa hai sóng mang con, thì độ chênh lệch pha giữa các tín hiệu được truyền trên hai sóng mang con có thể được thể hiện là $2\pi \cdot \Delta f$, và Δf thể hiện khoảng cách sóng mang con theo Hz (Hertz). Ngoài ra, độ chênh lệch pha giữa các tín hiệu được truyền trên hai sóng mang con khi xem xét RTD có thể được thể hiện là $2\pi \cdot \Delta f \cdot \tau_{RTT}$, trong đó τ_{RTT} thể hiện RTD. Để cho độ chênh lệch pha và bán kính tế bào có các giá trị thỏa mãn mối quan hệ tương ứng một-một, thì $2\pi \cdot \Delta f \cdot \tau_{RTT} < 2\pi$ phải được thỏa mãn. Do đó, để đảm bảo việc ước lượng không có tính không rõ ràng, thì mối quan hệ của $\tau_{RTT} < 1/\Delta f$ phải được thỏa mãn. Khoảng cách vòng quanh là $\tau_{RTT} \cdot (\text{tốc độ ánh sáng})/2$, trong đó tốc độ ánh sáng = 3×10^8 m/s. Do đó, khi khoảng cách sóng mang con là 3,75 kHz, thì bán kính tế bào là $1/\Delta f \cdot 3 \times 10^8 / 2 = 1/3,75 \text{ (kHz)} \cdot 3 \times 10^8 \text{ (m/s)} / 2 = 40 \text{ km}$. Vì bán kính tế bào trong sự ước lượng định thời mà không có tính không rõ ràng được cho phép tại khoảng cách sóng mang 3,75 kHz của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên kế thừa (hoặc phần mở đầu NPRACH) là 40 km, nên khoảng cách sóng mang con phải được thu hẹp

thành 1,5 kHz hoặc nhỏ hơn để hỗ trợ bán kính tế bào 100 km.

Sáng chế được dự định để cho phép hệ thống NB-IoT được sử dụng trên mạng LTE hoặc mạng hỗ trợ bán kính tế bào tối đa của hệ thống LTE. Cụ thể là, sáng chế đề xuất phương pháp để cải thiện phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (hoặc phần mở đầu NPRACH) để cho phép thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dành cho NB-IoT được thực hiện trên mạng LTE hoặc mạng hỗ trợ bán kính tế bào tối đa của hệ thống LTE.

Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất phương pháp để mở rộng tiền tố vòng của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên tới ít nhất 666,7 μ s để hỗ trợ bán kính tế bào mở rộng (ví dụ 100 km) trong khi thu hẹp khoảng cách sóng mang con của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (hoặc phần mở đầu NPRACH) tới 1,5 kHz hoặc ít hơn để thực hiện ước lượng định thời mà không có tính không rõ ràng (xem phương pháp 2), và phương pháp để giải quyết tính không rõ ràng ước lượng định thời xảy ra tại khoảng cách sóng mang con 3,75 kHz (xem phương pháp 1).

Để đơn giản, phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên hỗ trợ bán kính tế bào mở rộng (ví dụ 100 km) như được đề xuất theo sáng chế được định rõ là phần mở đầu “tăng cường”, và phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên thông thường được gọi là phần mở đầu “kế thừa”. Theo sáng chế, phần mở đầu kế thừa có thể được gọi là định dạng phần mở đầu thứ nhất, và phần mở đầu tăng cường có thể được gọi là định dạng phần mở đầu thứ hai. Theo sáng chế, các thuật ngữ “phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên”, “phần mở đầu (N)PRACH”, “tín hiệu (N)PRACH” và “(N)PRACH” có thể được sử dụng thay thế nhau và có thể được gọi đơn giản là phần mở đầu. Theo sáng chế, các thuật ngữ “nhóm ký hiệu PRACH” và “nhóm ký hiệu truy nhập ngẫu nhiên” có thể được sử dụng thay thế nhau và có thể được gọi đơn giản là nhóm ký hiệu. Ngoài ra, UE hỗ trợ NB-IoT thông thường (hoặc phần mở đầu kế thừa) có thể được gọi là UE kế thừa, và UE hỗ trợ phần mở đầu tăng cường (hoặc cả phần mở đầu kế thừa và phần mở đầu tăng cường) có thể được gọi là UE tăng cường.

Sáng chế được mô tả dựa trên thiết bị người dùng/trạm gốc/hệ thống hỗ trợ NB-IoT, nhưng sáng chế không bị hạn chế ở đó. Sáng chế cũng có thể được áp dụng cho thiết bị người dùng/trạm gốc/hệ thống mà không hỗ trợ truyền thông NB-IoT theo cùng một cách thức này. Ví dụ, sáng chế có thể được áp dụng cho không chỉ là thiết bị người

dùng/trạm gốc/hệ thống hỗ trợ truyền thông kiểu máy quy mô lớn (mMTC) mà còn áp dụng được cho thiết bị người dùng thông thường/trạm gốc/hệ thống không hỗ trợ IoT và MTC. Theo sáng chế, thiết bị người dùng/trạm gốc/hệ thống có thể được gọi chung là thiết bị người dùng/trạm gốc/hệ thống hỗ trợ NB-IoT và thiết bị người dùng/trạm gốc/hệ thống không hỗ trợ NB-IoT.

Phương pháp tăng cường phạm vi NPRACH 1: Sử dụng cùng khoảng cách sóng mang con như hệ thống thông thường

Phương pháp 1 mở rộng tiền tố vòng tới ít nhất $666,7 \mu s$ và cho phép trạm gốc giải quyết tính không rõ ràng ước lượng định thời mà có thể xảy ra do việc sử dụng khoảng cách sóng mang con $3,75 \text{ kHz}$. Phương pháp 1 của sáng chế đề xuất rằng ba ký hiệu thứ nhất trong nhóm ký hiệu cấu thành phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (hoặc phần mở đầu NPRACH) được sử dụng cho tiền tố vòng để mở rộng CP, và các ký hiệu còn lại được sử dụng để phát hiện phần mở đầu và ước lượng định thời.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện định dạng phần mở đầu theo phương pháp 1 của sáng chế.

Số lượng các ký hiệu được sử dụng là CP trong nhóm ký hiệu cấu thành phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên thông thường (hoặc phần mở đầu NPRACH) dành cho NB-IoT (ví dụ xem Fig.7 và phần mô tả có liên quan) có thể được tăng lên để mở rộng tiền tố vòng mà không làm giảm khoảng cách sóng mang con. Như được mô tả có dựa vào Fig.7, phần mở đầu kế thừa bao gồm bốn nhóm ký hiệu, và có thể có cấu trúc ‘111111’ ‘111111’ ‘111111’ khi việc nhảy tần không được tính đến. Vì phần mở đầu NPRACH kế thừa bao gồm chuỗi trong đó tất cả các ký hiệu là ‘1’, nên cấu trúc của phần mở đầu theo phương pháp 1 không khác với cấu trúc phần mở đầu kế thừa. Tuy nhiên, để hỗ trợ bán kính tế bào 100 km , thì ba ký hiệu thứ nhất ‘111’ được coi là CP tăng cường (E-CP), và việc phát hiện phần mở đầu và ước lượng định thời được thực hiện bằng cách sử dụng ba ký hiệu còn lại ngoại trừ ba ký hiệu thứ nhất.

Trên Fig.8(a), ngoại trừ CP, thì phần còn lại thực sự được sử dụng để phát hiện phần mở đầu và ước lượng định thời được định rõ là các ký hiệu “có ích”. Theo định nghĩa này, trong phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên, thì CP là một ký hiệu (trong nhóm ký hiệu) và số lượng ký hiệu có ích là năm. Mặt khác, trong phần mở đầu tăng cường, E-CP tương ứng với ba khoảng ký hiệu (trong nhóm ký hiệu), và số lượng ký hiệu có

ích là 3. Trong trường hợp phần mở đầu kế thừa, chỉ một ký hiệu thứ nhất ‘1’ (trong nhóm ký hiệu) tương ứng với CP và do đó hỗ trợ bán kính tế bào 40 km. Mặt khác, trong trường hợp E-CP của phần mở đầu tăng cường (trong nhóm ký hiệu), thì “111” tương ứng ba ký hiệu hỗ trợ bán kính tế bào 120 km.

Phần mở đầu tăng cường sử dụng ba ký hiệu thứ nhất (trong nhóm ký hiệu) dành cho E-CP, dẫn đến sự gia tăng lượng dữ liệu CP thừa từ 16,7% ($=1/6 \times 100\%$) trong trường hợp thông thường tới 50% ($=3/6 \times 100\%$). Để làm giảm % lượng dữ liệu thừa của CP và tăng năng lượng của tín hiệu có ích trên mỗi nhóm ký hiệu, thì số lượng các ký hiệu trên mỗi nhóm ký hiệu mà là 6 trong trường hợp thông thường, có thể được tăng lên. Ở đây, năng lượng có ích là năng lượng tín hiệu phần mở đầu được thu thập bởi các ký hiệu có ích, và được gọi là năng lượng được sử dụng để phát hiện phần mở đầu và ước lượng định thời. Ví dụ, phần mở đầu tăng cường có thể được thiết kế để có cấu trúc như sau.

Cấu trúc phần mở đầu tăng cường 1-1: ‘11111111’ ‘11111111’ ‘11111111’ ‘11111111’

Cấu trúc phần mở đầu tăng cường 1-1 là phương pháp để tăng số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu để làm giảm lượng dữ liệu CP thừa. Ví dụ, trong cấu trúc phần mở đầu tăng cường 1-1, phần mở đầu này bao gồm bốn nhóm ký hiệu như trong trường hợp thông thường, nhưng mỗi nhóm ký hiệu bao gồm tổng cộng 8 ký hiệu. Do đó, cấu trúc phần mở đầu tăng cường 1-1 được thiết kế để có cùng số lượng các ký hiệu có ích như trường hợp thông thường trong khi hỗ trợ E-CP. Fig.8(B) là hình vẽ thể hiện nhóm ký hiệu theo cấu trúc 1-1 của sáng chế.

Xem xét trường hợp mà việc căn chỉnh ranh giới với các nhóm ký hiệu của phần mở đầu kế thừa được đòi hỏi theo cùng chiều và tại cùng thời điểm, số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu có thể được tăng lên thành 9 hoặc 12. Trong trường hợp này, nhóm ký hiệu có thể bao gồm E-CP tương ứng với 3 ký hiệu và phần theo chuỗi tương ứng với 6 hoặc 9 ký hiệu. Cụ thể là, trong trường hợp mà một nhóm ký hiệu bao gồm 12 ký hiệu, thì ranh giới phần mở đầu kế thừa và ranh giới phần mở đầu tăng cường có thể được căn chỉnh mà không làm tăng lên lượng dữ liệu thừa so với phần mở đầu kế thừa, và do đó có thể có hiệu quả về việc chia sẻ tài nguyên NPRACH hoặc việc tương

tự. Trong khi được thể hiện là số lượng các ký hiệu cấu thành nhóm ký hiệu là 9 hoặc 12, thì các phương án của sáng chế không bị hạn chế ở đó. Sáng chế có thể áp dụng được ngay cả với nhóm ký hiệu bao gồm số lượng ký hiệu khác.

Cấu trúc phần mở đầu tăng cường 1-2: CDEABCDE' ' HIJFGHIJ' ' MNOKLMNO' ' RSTPQRST'

Định dạng phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên 1 (ví dụ xem Fig.6 và bảng 1) của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên kế thừa có thể được thể hiện là '111111' '111111' '111111' '111111', trong đó '1' thể hiện một đơn vị ký hiệu và cũng chỉ báo là giá trị điều biến của một sóng mang là '1'. Tuy nhiên, định dạng phần mở đầu được xáo trộn mức ký hiệu dưới dạng 'ABCDEA' 'FGHIJF' 'KLMNOK' 'PQRSTR' có thể được sử dụng để bù độ suy giảm hiệu năng trong các môi trường nhiễu liên tế bào hoặc để tăng cường khả năng dồn kênh. Ở đây, các ký tự 'A', 'B', 'C' và ký tự tương tự thể hiện các giá trị điều biến tùy ý so với '1', nghĩa là ký tự giống nhau có cùng giá trị điều biến vì các lý do chẳng hạn như tạo ra tiền tố vòng.

Ví dụ, khi các ký hiệu trong nhóm ký hiệu được tạo cấu hình như 'ABCDEA', thì thời khoảng của tiền tố vòng có thể bị hạn chế là một chu kỳ ký hiệu, và do đó bán kính tế bào có thể hỗ trợ được có thể bị hạn chế là 40 km, tương tự như phần mở đầu kế thừa. Ngược lại, trong phần mở đầu tăng cường sử dụng E-CP, thì cấu trúc 'ABCABC' 'DEFDEF' 'GHIGHI' 'JKLJKL' có thể được sử dụng để đưa vào xáo trộn.

Fig.9(a) là hình vẽ thể hiện một ví dụ về định dạng phần mở đầu theo cấu trúc 1-2. Định dạng phần mở đầu trên Fig.9A có thể được tạo ra bằng cách áp dụng chuỗi xáo trộn ở mức ký hiệu. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.9(a), nhóm ký hiệu 0 có thể được tạo ra bằng cách nhân với chuỗi xáo trộn (A, B, C, A, B, C) ở mức ký hiệu. Tương tự, nhóm ký hiệu 1 có thể được tạo ra bằng cách nhân với chuỗi xáo trộn (D, E, F, D, E, F) ở mức ký hiệu, nhóm ký hiệu 2 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (G, H, I, G, H, I) ở mức ký hiệu, và nhóm ký hiệu 3 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (J, K, L, J, K, L) ở mức ký hiệu (không được thể hiện trên hình vẽ). Vì chuỗi xáo trộn, chuỗi trực giao, chuỗi ngẫu nhiên, hoặc chuỗi giả ngẫu nhiên có thể được sử dụng. Do đó, nhóm ký hiệu được thể hiện trên Fig.9(a) có thể có các giá trị ký hiệu có tính tự tương quan với không. Chuỗi xáo trộn khác nhau có thể được sử dụng cho mỗi

nhóm ký hiệu, hoặc chuỗi xáo trộn giống nhau có thể được sử dụng cho các nhóm ký hiệu.

Trong cấu trúc 1-2, lượng dữ liệu CP thừa là 50% vì ba trong số sáu ký hiệu trong nhóm ký hiệu được sử dụng cho tiền tố vòng. Trong cấu trúc 1-1, số lượng ký hiệu có ích trong nhóm ký hiệu có thể được tăng lên để làm giảm lượng dữ liệu CP thừa. Ví dụ, khi số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu là 8, thì cấu trúc này có thể là ‘CDEABCDE’ ‘HIJFGHIJ’ ‘MNOKLMNO’ ‘RSTPQRST’.

Fig.9(b) là hình vẽ thể hiện một ví dụ khác về định dạng phần mở đầu theo cấu trúc 1-2. Định dạng phần mở đầu được thể hiện trên Fig.9(b) có thể có 8 ký hiệu như được thể hiện trên Fig.8(b). Ngược lại với định dạng phần mở đầu trên Fig.8(b), định dạng phần mở đầu trên Fig.9(b) có thể được tạo ra bằng cách áp dụng chuỗi xáo trộn ở mức ký hiệu. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.9(b), nhóm ký hiệu 0 có thể được tạo ra bằng cách nhân với chuỗi xáo trộn (C, D, E, A, B, C, D, E) ở mức ký hiệu. Tương tự, nhóm ký hiệu 1 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (H, I, J, F, G, H, I, J) ở mức ký hiệu, nhóm ký hiệu 2 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (M, N, O, K, L, M, N, O) ở mức ký hiệu, và nhóm ký hiệu 3 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (R, S, T, P, Q, R, S, T) ở mức ký hiệu (không được thể hiện trên hình vẽ). Vì chuỗi xáo trộn, chuỗi trực giao, chuỗi ngẫu nhiên, hoặc chuỗi giả ngẫu nhiên có thể được sử dụng. Do đó, mỗi nhóm ký hiệu được thể hiện trên Fig.9(b) có thể có các giá trị ký hiệu có tính tự tương quan với không. Chuỗi xáo trộn khác nhau có thể được sử dụng cho mỗi nhóm ký hiệu, hoặc chuỗi xáo trộn giống nhau có thể được sử dụng cho các nhóm ký hiệu.

Cấu trúc phần mở đầu tăng cường 1-3: ‘ AAAAAAAAA’ ‘ BBBBBBBB’ ‘ CCCCCCCC’ ‘ DDDDDDDD’

Cấu trúc 1-2 được mô tả ở trên tương ứng với trường hợp trong đó việc xáo trộn mức-ký hiệu được áp dụng cho cấu trúc phần mở đầu kế thừa. Khi việc xáo trộn mức-ký hiệu được áp dụng, thì mỗi ký hiệu có giá trị điều biến khác nhau, và do đó tỷ số công suất đỉnh trên trung bình (Peak-to-Average Power Ratio, PAPR) cao hơn so với tỷ số PAPR của phần mở đầu kế thừa. Việc xáo trộn mức nhóm ký hiệu có thể được xem xét là một cách để làm hài hòa sự gia tăng PAPR và các ưu điểm của việc xáo trộn được mô

tả ở trên. Khi việc xáo trộn mức-nhóm ký hiệu được áp dụng, thì phần mở đầu tăng cường có thể được thể hiện dưới dạng ‘AAAAAA’ ‘BBBBBB’ ‘CCCCCC’ ‘DDDDDD’. Trong trường hợp này, như trong cấu trúc 1-1, số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu có thể được làm tăng lên khi xét đến E-CP và lượng dữ liệu thừa. Ví dụ, khi số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu được làm tăng lên thành 8, thì cấu trúc chẳng hạn như ‘AAAAAAAA’ ‘BBBBBBBB’ ‘CCCCCCCC’ ‘DDDDDDDD’ có thể được sử dụng.

Fig.10 là hình vẽ thể hiện phần mở đầu tăng cường theo cấu trúc 1-3.

Như được thể hiện trên Fig.10, phần mở đầu tăng cường theo cấu trúc 1-3 có thể được tạo ra bằng cách áp dụng chuỗi xáo trộn ở mức nhóm ký hiệu. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.10, phần mở đầu tăng cường có thể được tạo ra bằng cách nhân mỗi nhóm ký hiệu của phần mở đầu tăng cường với chuỗi xáo trộn (A, B, C, D). Trong trường hợp này, mỗi nhóm ký hiệu có thể có định dạng phần mở đầu như được thể hiện trên Fig.8(a) hoặc Fig.8(b). Ở đây, mỗi giá trị ký hiệu của nhóm ký hiệu 0 có thể là A, mỗi giá trị ký hiệu của nhóm ký hiệu 1 có thể là B, mỗi giá trị ký hiệu của nhóm ký hiệu 2 có thể là C, và mỗi giá trị ký hiệu của nhóm ký hiệu 3 có thể là D. Do chuỗi xáo trộn, chuỗi trực giao, chuỗi ngẫu nhiên, hoặc chuỗi giả ngẫu nhiên có thể được sử dụng.

Tất cả các cấu trúc phần mở đầu tăng cường 1-1, 1-2 và 1-3 sử dụng E-CP để làm tăng số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu để bù cho hiệu năng vùng phủ và/hoặc ước lượng định thời xấu trên mỗi phần mở đầu do sự gia tăng của lượng dữ liệu CP thừa và sự sụt giảm số lượng các ký hiệu có ích trong nhóm ký hiệu. Ví dụ, theo phương pháp thiết kế này, thì phần mở đầu có thể bao gồm 4 nhóm ký hiệu như trong trường hợp thông thường, và mỗi nhóm ký hiệu có thể bao gồm 8 ký hiệu sao cho số lượng các ký hiệu có ích giống như trong trường hợp thông thường được cung cấp trong khi hỗ trợ E-CP. Trong trường hợp này, vì số lượng các ký hiệu có ích trên mỗi phần mở đầu là 5 như trong trường hợp thông thường và tổng số lượng các ký hiệu là 8. Do đó, hiệu năng vùng phủ trên số lần lặp lại phần mở đầu có thể được kỳ vọng là tương tự hoặc tốt hơn so với hiệu năng vùng phủ của phần mở đầu kế thừa. Ngoài ra, trong việc ước lượng định thời bằng cách sử dụng độ chênh lệch pha giữa các nhóm ký hiệu, thì hiệu năng có thể được duy trì hoặc tăng cường so với phần mở đầu kế thừa.

Tuy nhiên, trong các cấu trúc phần mở đầu tăng cường 1-1, 1-2 và 1-3, thì chiều

dài của phần mở đầu tăng cường khác với chiều dài của phần mở đầu kế thừa, và do đó có thể không thể hoặc dễ dàng để sử dụng hiệu quả các tài nguyên thời gian/tần số NPRACH trong hệ thống mà phần mở đầu kế thừa và phần mở đầu tăng cường cùng tồn tại. Trong hệ thống mà phần mở đầu kế thừa và phần mở đầu tăng cường cùng tồn tại, thì tài nguyên NPRACH của phần mở đầu kế thừa có thể được chia sẻ hoặc cấu hình tài nguyên NPRACH giống như phần mở đầu kế thừa có thể được sử dụng trong việc truyền phần mở đầu tăng cường để đảm bảo sử dụng hiệu quả các tài nguyên thời gian/tần số NPRACH và/hoặc tính tương thích ngược. Tài nguyên NPRACH được gọi là tài nguyên thời gian và tần số được sử dụng để truyền dẫn phần mở đầu NPRACH, và có thể được truyền tới UE thông qua tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ tín hiệu lớp RRC) hoặc thông tin hệ thống (ví dụ SIB2).

Ví dụ, do phương pháp để chia sẻ tài nguyên NPRACH, nên tài nguyên NPRACH có thể được sử dụng thông qua FDM. Cụ thể hơn là, các tài nguyên tần số NPRACH có thể được định danh để cấp phát một số tài nguyên cho phần mở đầu kế thừa và các tài nguyên khác cho phần mở đầu tăng cường. Để sử dụng hiệu quả các tài nguyên thời gian/tần số NPRACH và/hoặc tính tương thích ngược, thì chiều dài của phần mở đầu tăng cường có thể được thiết kế để giống như chiều dài của phần mở đầu kế thừa. Hoạt động này được gọi là căn chỉnh ranh giới phần mở đầu của phần mở đầu kế thừa và phần mở đầu tăng cường. Số lượng các ký hiệu trên mỗi nhóm ký hiệu và/hoặc số lượng các nhóm ký hiệu trên mỗi phần mở đầu có thể được điều chỉnh để căn chỉnh ranh giới phần mở đầu. Để căn chỉnh ranh giới phần mở đầu, thì số lượng các ký hiệu trên mỗi nhóm ký hiệu có thể được điều chỉnh thành 9 hoặc 12.

Ví dụ, trong trường hợp mà số lượng các nhóm ký hiệu trên mỗi phần mở đầu được điều chỉnh, nếu 8 ký hiệu cấu thành một nhóm ký hiệu, việc này có thể tương ứng với (số lượng các ký hiệu trên mỗi phần mở đầu) = (8 ký hiệu/nhóm ký hiệu * 4 nhóm ký hiệu/phần mở đầu) = (32 ký hiệu/phần mở đầu). Trong trường hợp này, số lượng các nhóm ký hiệu cấu thành phần mở đầu có thể được điều chỉnh thành 3, và do đó (số lượng các ký hiệu trên mỗi phần mở đầu) = (8 ký hiệu/nhóm ký hiệu * 3 nhóm ký hiệu/phần mở đầu) = (24 ký hiệu/phần mở đầu). Trong trường hợp này, số lượng các ký hiệu bằng với số lượng các ký hiệu cấu thành phần mở đầu kế thừa, và do đó việc căn chỉnh ranh giới phần mở đầu có thể được thực hiện giữa phần mở đầu kế thừa và phần mở đầu tăng

cường. Tất cả các phương pháp được đề cập ở trên được áp dụng cho các cấu trúc phần mở đầu tăng cường 1-1, 1-2, và 1-3.

Phương pháp tăng cường phạm vi NPRACH 2: cách để làm giảm khoảng cách sóng mang con

Như được mô tả ở trên, phương pháp cơ bản hơn để hỗ trợ bán kính tế bào 100 km mà không có tính không rõ ràng trong việc ước lượng định thời là để thu hẹp khoảng cách sóng mang con của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (hoặc phần mở đầu NPRACH) tới 1,5 kHz hoặc ít hơn. Ví dụ, có tính đến trải trễ bổ sung và thậm chí nhiều khi FDM, thì 1,25 kHz, ước số nguyên của 3,75 kHz có thể được sử dụng làm khoảng cách sóng mang con phần mở đầu tăng cường. Trong trường hợp này, bán kính tế bào lên tới 120 km có thể được hỗ trợ. Với khoảng cách sóng mang con nhỏ mà không có tính không rõ ràng trong việc ước lượng định thời được sử dụng như được mô tả ở trên, hoạt động xử lý để giải quyết tính không rõ ràng của trạm gốc được yêu cầu trong phương pháp tăng cường phạm vi 1 có thể được loại bỏ.

Ngoài ra, phương pháp 2 có thể cung cấp khả năng dãn kênh lớn khi FDM do khoảng cách sóng mang con nhỏ so với phần mở đầu thông thường. Mặt khác, khi mức lặp lại giống như được giả định do sự gia tăng thời khoảng ký hiệu, thì phương pháp này có thể có nhược điểm về mật độ trễ hoặc công suất, và có thể có hiệu năng Doppler tương đối yếu. Ví dụ, khi 1,25 kHz được sử dụng làm khoảng cách sóng mang con của phần mở đầu tăng cường, thì 36 phần mở đầu tăng cường có thể được cấp phát và được sử dụng so với trường hợp thông thường của FDM sử dụng 12 khoảng cách sóng mang con 3,75 kHz. Giả định số lần lặp lại giống nhau, thì chiều dài của phần mở đầu tăng cường bằng ba lần chiều dài của phần mở đầu kế thừa.

Vì phương pháp tăng cường phạm vi NPRACH 2 sử dụng khoảng cách sóng mang con nhỏ hơn (ví dụ 1,5 kHz hoặc ít hơn), nên lượng dữ liệu CP thừa là giống nhau nếu số lượng các nhóm ký hiệu cấu thành phần mở đầu và số lượng các ký hiệu trên mỗi nhóm ký hiệu giống như phần mở đầu kế thừa. Tuy nhiên, như trong phương pháp tăng cường phạm vi NPRACH 1, số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu có thể được làm tăng lên để làm giảm hơn nữa lượng dữ liệu CP thừa. Ngoài ra, độ trễ có thể được làm giảm xuống so với phần mở đầu kế thừa với cùng số lần lặp lại, số lượng các ký hiệu trong

nhóm ký hiệu (cấu thành phần mở đầu tăng cường) có thể được làm giảm xuống để duy trì độ trễ giống như phần mở đầu kế thừa hoặc để chia sẻ tài nguyên thời gian NPRACH (xem cấu trúc 2-1). Ngoài ra, để làm giảm xuống xác suất phát hiện sai dưới nhiều liên tế bào hoặc để làm tăng lên khả năng dò kênh, thì chuỗi xáo trộn mức-ký hiệu có thể được áp dụng (xem cấu trúc 2-2) hoặc chuỗi xáo trộn mức-nhóm ký hiệu có thể được áp dụng (xem cấu trúc 2-3). Ví dụ đơn giản về mỗi trường hợp được cho dưới đây.

Cấu trúc phần mở đầu tăng cường 2-1

Giả định cấu trúc giống như phần mở đầu kế thừa (số lượng các nhóm ký hiệu trong phần mở đầu và số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu), phần mở đầu tăng cường có thể được thể hiện là '111111' '111111' '111111' '111111' giống như phần mở đầu kế thừa. Phần mở đầu tăng cường theo phương pháp 2 sử dụng khoảng cách sóng mang con nhỏ hơn (ví dụ 1,5 kHz hoặc ít hơn) so với phần mở đầu kế thừa, mà làm tăng chiều dài của phần mở đầu trong miền thời gian. Do đó, ngược lại với phần mở đầu kế thừa, các phần mở đầu tăng cường mở rộng chiều dài của thời gian tuyệt đối (trong miền thời gian) bởi khoảng cách sóng mang con được thu hẹp. Trong trường hợp này, lượng dữ liệu CP thừa là 16,7%, giống như trong phần mở đầu kế thừa. Tuy nhiên, để được tạo cấu hình chiều dài của nhóm ký hiệu giống như trong phần mở đầu kế thừa, thì phần mở đầu dưới dạng '11' '11' '11' '11' có thể được xem xét.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện định dạng phần mở đầu theo cấu trúc 2-1. Khi $1/N$ lần khoảng cách sóng mang con của phần mở đầu kế thừa được tạo cấu hình là khoảng cách sóng mang con của phần mở đầu tăng cường bằng cách sử dụng phương pháp 2 của sáng chế (trong đó N là số nguyên lớn hơn 1), thì thời khoảng ký hiệu của phần mở đầu tăng cường có thể trở thành N lần thời khoảng ký hiệu của phần mở đầu kế thừa, và số lượng các ký hiệu của phần mở đầu tăng cường có thể được làm giảm xuống để có chiều dài giống như phần mở đầu kế thừa.

Trên Fig.11, được giả định rằng 1,25 kHz, mà là $1/3$ lần khoảng cách sóng mang con 3,75 kHz của phần mở đầu kế thừa, được tạo cấu hình là khoảng cách sóng mang con của phần mở đầu tăng cường bằng cách sử dụng phương pháp 2 của sáng chế. Trong trường hợp này, để tạo cấu hình giống như phần mở đầu kế thừa, thì số lượng các ký hiệu trong phần theo chuỗi có thể được làm giảm xuống từ 5 đến 1, và định dạng phần

mở đầu theo cấu trúc 2-1 có thể bao gồm phần CP tương ứng với một ký hiệu và phần theo chuỗi tương ứng với một ký hiệu.

Khi chiều dài thời gian của nhóm ký hiệu hoặc số lượng các nhóm ký hiệu trong phần mở đầu giống như trong trường hợp phần mở đầu kế thừa, thì tài nguyên thời gian NPRACH có thể được chia sẻ với phần mở đầu kế thừa vì chiều dài thời gian của phần mở đầu giống như phần mở đầu kế thừa. Do đó, khi cấu trúc phần mở đầu tăng cường 2-1 được áp dụng, thì cấu hình tài nguyên NPRACH của phần mở đầu tăng cường có thể được chỉ báo bằng cách sử dụng cấu hình tài nguyên của phần mở đầu kế thừa, mà có ưu điểm về mặt chỉ báo cấu hình tài nguyên.

Cấu trúc phần mở đầu tăng cường 2-2

Xáo trộn mức ký hiệu có thể được đưa vào để làm giảm xác suất phát hiện sai dưới nhiều liên tế bào hoặc để làm tăng khả năng dò kênh. Trong trường hợp này, như trong cấu trúc 1-2 của phương pháp tăng cường phạm vi NPRACH 1, thì cấu trúc của 'ABCDEA' 'FGHIJF' 'KLMNOK' 'PQRSTR' có thể được sử dụng để có lượng dữ liệu CP thừa giống nhau. Ngoài ra, số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu có thể được làm tăng lên hoặc giảm đi để điều chỉnh lượng dữ liệu thừa và độ trễ CP.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện định dạng phần mở đầu theo cấu trúc 2-2. Fig.12(a) thể hiện định dạng phần mở đầu làm ví dụ được cho khi nhóm ký hiệu bao gồm phần CP tương ứng với một ký hiệu và phần theo chuỗi tương ứng với năm ký hiệu, tương tự như phần mở đầu kế thừa, và Fig.12(b) thể hiện định dạng phần mở đầu làm ví dụ bao gồm phần CP tương ứng với một ký hiệu và phần theo chuỗi tương ứng với một ký hiệu theo cấu trúc 2-1.

Định dạng phần mở đầu trên Fig.12(a) có thể được tạo ra bằng cách áp dụng chuỗi xáo trộn ở mức ký hiệu. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.12(a), nhóm ký hiệu 0 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (A, B, C, D, E, A) ở mức ký hiệu. Tương tự, nhóm ký hiệu 1 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (F, G, H, I, J, F) ở mức ký hiệu, nhóm ký hiệu 2 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (K, L, M, N, O, K) ở mức ký hiệu, và nhóm ký hiệu 3 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (P, Q, R, S, T, R) ở mức ký hiệu (không được thể hiện trên hình vẽ).

Tương tự, định dạng phần mở đầu trên Fig.12(b) có thể được tạo ra bằng cách áp dụng chuỗi xáo trộn ở mức ký hiệu. Ngược lại với ví dụ trên Fig.12(a), chuỗi xáo trộn ngắn có thể được áp dụng. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.12(b), nhóm ký hiệu 0 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (A, B) ở mức ký hiệu. Tương tự, nhóm ký hiệu 1 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (C, D) ở mức ký hiệu, nhóm ký hiệu 2 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (E, F) ở mức ký hiệu, và nhóm ký hiệu 3 có thể được tạo ra bằng cách nhân chuỗi xáo trộn (G, H) ở mức ký hiệu (không được thể hiện trên hình vẽ).

Theo các ví dụ trên Fig.12, chuỗi trực giao, chuỗi ngẫu nhiên, chuỗi giả ngẫu nhiên có thể được sử dụng làm chuỗi xáo trộn. Do đó, nhóm ký hiệu được thể hiện trên Fig.12 có thể có các giá trị ký hiệu có tính tự tương quan với không. Chuỗi xáo trộn khác nhau có thể được sử dụng cho mỗi nhóm ký hiệu, hoặc chuỗi xáo trộn giống nhau có thể được sử dụng cho các nhóm ký hiệu.

Cấu trúc phần mở đầu tăng cường 2-3

Khi xáo trộn mức-nhóm ký hiệu được đưa vào, thì cấu trúc 'AAAAAA' 'BBBBBB' 'CCCCCC' 'DDDDDD' có thể được sử dụng để có lượng dữ liệu CP thừa giống như cấu trúc 1-3 của phương pháp tăng cường phạm vi NPRACH 1. Ngoài ra, để điều chỉnh lượng dữ liệu thừa và độ trễ CP, thì số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu có thể được làm tăng lên hoặc giảm đi dưới dạng 'AA' 'BB' 'CC' 'DD' để chia sẻ tài nguyên thời gian NPRACH. Ví dụ, phần mô tả được cho liên quan đến Fig.10 có thể được áp dụng cho cấu trúc phần mở đầu tăng cường 2-3 theo cách thức giống/tương tự.

Phương pháp 3: Phương pháp cấu hình tài nguyên NPRACH để tăng cường phạm vi NPRACH

Cấu hình tài nguyên của NPRACH tăng cường là có thể theo các vùng thời gian, tần số và chuỗi trực giao. Đối với tế bào chỉ hỗ trợ NPRACH tăng cường, thì phần mở đầu tăng cường có thể được truyền theo chu kỳ của phần mở đầu tăng cường (hoặc phần mở đầu NPRACH), điểm bắt đầu theo chu kỳ, số lần lặp lại, và vị trí và vùng sóng mang con bắt đầu (ví dụ số lượng sóng mang con). Khi số lần lặp lại có trong cấu hình tài nguyên NPRACH, thì thông tin thời gian bảo vệ bổ sung có thể được quảng bá khi xét đến thời gian bảo vệ để tăng cường phạm vi NPRACH được mô tả theo phương pháp 4.

Do đó, thông tin cấu hình tài nguyên dành cho phần mở đầu tăng cường có thể bao gồm ít nhất một thông tin trong số thông tin chỉ báo chu kỳ của tài nguyên NPRACH dành cho phần mở đầu tăng cường, thông tin chỉ báo thời gian bắt đầu trong một chu kỳ, thông tin chỉ báo số lần truyền dẫn được lặp lại của phần mở đầu tăng cường, thông tin chỉ báo số lượng sóng mang con cấu thành tài nguyên NPRACH dành cho phần mở đầu tăng cường, thông tin chỉ báo vị trí sóng mang con bắt đầu của phần mở đầu tăng cường, hoặc thông tin chỉ báo thời gian bảo vệ bổ sung. Thông tin cấu hình tài nguyên dành cho phần mở đầu tăng cường có thể được truyền tới UE thông qua tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ tín hiệu lớp RRC) hoặc thông tin hệ thống (ví dụ khối thông tin hệ thống loại 2 (SIB2)).

Trong tế bào hỗ trợ cả UE kế thừa và UE tăng cường, thì cấu hình tài nguyên NPRACH có thể được thực hiện theo cách thức sau đây.

Các tài nguyên thời gian/tần số NPRACH có thể được cấp phát độc lập cho UE kế thừa và UE tăng cường. Trong trường hợp này, để ngăn sự xung đột tài nguyên, thì UE kế thừa cần phải được thông báo về vùng tài nguyên NPRACH tăng cường, và cấu hình tài nguyên của NPRACH tăng cường, mà mới được thêm vào, có thể bị hạn chế để cho phép UE kế thừa định danh vùng tài nguyên NPRACH tăng cường. Ví dụ, các tài nguyên NPRACH của UE kế thừa được chỉ báo bởi chu kỳ và điểm bắt đầu của NPRACH và số lần lặp lại của phần mở đầu thông qua tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ tín hiệu lớp RRC). Thời khoảng NPRACH được xác định bởi số lần lặp lại được hỗ trợ bởi UE kế thừa. Kể cả đối với phần mở đầu tăng cường mới được thiết kế để sử dụng tài nguyên hiệu quả của UE kế thừa, thì cấu hình tài nguyên này có thể bị hạn chế để phù hợp với khoảng NPRACH kế thừa bằng cách hạn chế sự lặp lại của phần mở đầu tăng cường theo khoảng tài nguyên NPRACH được hỗ trợ bởi UE kế thừa.

Như được đề cập ở trên, khi E-CP được hỗ trợ trong phần mở đầu tăng cường, thì số lượng các ký hiệu có ích có thể bị giảm xuống, và do đó hiệu năng có thể bị suy giảm so với phần mở đầu kế thừa với số lần lặp lại giống nhau (xem phần mô tả của phương pháp 1). Để bù đắp cho việc này, phương pháp 1 đề xuất cấu trúc phần mở đầu để làm tăng lên số lượng các ký hiệu trong nhóm ký hiệu (xem các cấu trúc 1-1, 1-2, và 1-3). Ngoài ra/không phụ thuộc, năng lượng của các ký hiệu có ích có thể được làm tăng lên

bằng cách tăng số lần lặp lại của phần mở đầu tăng cường. Xét đến việc này, để duy trì vùng phủ của phần mở đầu tăng cường với mức giống như phần mở đầu kế thừa, thì số lần lặp lại có thể được thêm vào trong cấu hình tài nguyên của phần mở đầu tăng cường. Ví dụ, cấu hình tài nguyên mà có số lần lặp lại gấp đôi hoặc 4 lần mức lặp lại tối đa của phần mở đầu kế thừa có thể được thêm vào, hoặc các tài nguyên của phần mở đầu tăng cường có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ số lần lặp lại mà có thể bù đắp cho phần trăm bị giảm của các ký hiệu có ích.

Phương pháp 4: Tạo cấu hình thời gian bảo vệ để tăng cường phạm vi NPRACH

Như được đề cập ở trên, thời gian bảo vệ (GT) tương ứng với khoảng cách gấp đôi bán kính tế bào được yêu cầu để tránh sự chồng lấn của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên được thu từ UE với khung con khung con ngay sau gần kề với nó từ quan điểm trạm gốc (ví dụ xem phương trình 7). Như được đề cập ở trên, để hỗ trợ bán kính tế bào 100 km, thời gian bảo vệ bằng ít nhất 666,7 μ s phải được đảm bảo. Bảng 3 thể hiện các khoảng thời gian mà được tạo ra tự nhiên như chiều dài thời gian của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên không được căn chỉnh với các ranh giới khung con tại các khoảng 1 ms. Vì chiều dài của phần mở đầu tăng cường được giả định là 6,4 ms, giống như trong trường hợp thông thường, nên khoảng thời gian được tạo ra tự nhiên dành cho số lần lặp lại có một giá trị trong số 200 μ s, 400 μ s, 600 μ s, và 800 μ s.

Bảng 3

Số lần lặp lại	1	2	4	8	16	32	64	128
Chiều dài phần mở đầu (ms)	6,4	12,8	26,6	51,2	102,4	204,8	4-9,6	819,2
Khoảng thời gian (ms)	0,6	0,2	0,4	0,8	0,6	0,2	0,4	0,8

Đối với phần mở đầu kế thừa, thời gian bảo vệ bằng 266,7 μ s được yêu cầu để hỗ trợ bán kính tế bào 40 km. Tham khảo bảng 3 ở trên, có các khoảng thời gian vượt quá khoảng thời gian được yêu cầu trong tất cả các trường hợp ngoại trừ trường hợp trong

đó số lần lặp lại là 2 và 32. Ngay cả trong các trường hợp khác, khi có khoảng thời gian bằng 200 μs , và do đó thời gian bảo vệ có thể không được yêu cầu trong phần mở đầu kế thừa. Tuy nhiên, để tăng cường phạm vi NPRACH, thì thời gian bảo vệ bằng 666,7 μs hoặc lớn hơn có thể được yêu cầu. Do đó, được đề xuất rằng phần mở đầu tăng cường được thiết kế có tính đến thời gian bảo vệ. Để đảm bảo thời gian bảo vệ để tăng cường phạm vi NPRACH, các phương pháp như sau có thể được sử dụng.

Phương pháp 4-1: Thêm thời gian bảo vệ sau lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường bất kể số lần lặp lại

Ví dụ, thời gian bảo vệ tương ứng với 666,7 μs được thêm vào đoạn cuối của phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên mà được lặp lại nhiều lần cần thiết để hỗ trợ bán kính tế bào 100 km. Trong trường hợp này, trạm gốc thiết lập cấu hình tài nguyên NPRACH có tính đến số lần lặp lại và thời gian bảo vệ của phần mở đầu tăng cường, và quảng bá thông tin tương ứng. UE xem xét giá trị của chiều dài phần mở đầu cộng thời gian bảo vệ được yêu cầu (666,7 μs) là đoạn cuối của phần mở đầu tăng cường, và do đó UE trì hoãn hoặc cắt bớt sự truyền dẫn đường lên và thu đường xuống cho đến khi khung con chứa điểm mà tại đó phần mở đầu tăng cường bao gồm các đoạn cuối thời gian bảo vệ. Để đơn giản, khung con mà cần phải được trì hoãn hoặc cắt bớt bổ sung do thời gian bảo vệ không đủ được gọi là “khung con bảo vệ”.

Phương pháp 4-2: Thêm có chọn lọc thời gian bảo vệ sau lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường phụ thuộc vào số lần lặp lại

Tham khảo bảng 3, đối với số lần lặp lại tương ứng với 8 và 128, vì có khoảng thời gian (800 μs) dài hơn so với thời gian bảo vệ được yêu cầu (ví dụ 666,7 μs), nên thời gian bảo vệ bổ sung không cần thiết và khung con bảo vệ có thể không được yêu cầu. Tuy nhiên, đối với số lần lặp lại tương ứng với 1, 2, 4, 16, 32, và 64, vì khoảng thời gian nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ được yêu cầu (ví dụ 666,7 μs), nên thời gian bảo vệ bổ sung có thể được yêu cầu và do đó khung con bảo vệ có thể được yêu cầu. Khi sự yêu cầu đối với khung con bảo vệ phụ thuộc vào số lần lặp lại cụ thể như được mô tả ở trên, thì trạm gốc có thể thiết lập cấu hình tài nguyên NPRACH mà không tính đến thời gian bảo vệ như trong trường hợp thông thường, và sau đó quảng bá thông tin chỉ báo bổ sung (ví dụ cờ 1-bit) để thông báo cho UE về trường hợp mà khung con bảo vệ được

yêu cầu. Thông tin chỉ báo (ví dụ cờ 1-bit) có thể chỉ báo liệu “khung con tiếp theo sau khung con trong đó lần lặp lại cuối của các đoạn cuối phần mở đầu được cấp phát là tài nguyên NPRACH hoặc khung con bảo vệ để đảm bảo thời gian bảo vệ” hay không.

UE trì hoãn hoặc cắt bớt sự truyền dẫn đường lên và/hoặc thu đường xuống chỉ cho đến khi khung con chứa điểm mà tại đó sự lặp lại của các đoạn cuối phần mở đầu tăng cường, phụ thuộc vào giá trị của thông tin chỉ báo (ví dụ cờ 1-bit) chỉ báo việc khung con bảo vệ có mặt hay không. Ngoài ra, UE trì hoãn hoặc cắt bớt cho đến khi khung con tiếp theo sau khung con chứa điểm mà tại đó sự lặp lại của các đoạn cuối phần mở đầu tăng cường. Ví dụ, khi giá trị của thông tin chỉ báo là 1, thì nó có thể chỉ báo là khung con tiếp theo sau khung con chứa điểm mà tại đó lần lặp lại cuối của các đoạn cuối phần mở đầu là tài nguyên NPRACH hoặc khung con bảo vệ, và UE có thể trì hoãn hoặc cắt bớt sự truyền dẫn đường lên trong khung con tương ứng. Mặt khác, khi giá trị của thông tin chỉ báo là 0, thì nó có thể chỉ báo là khung con tiếp theo sau khung con chứa điểm mà tại đó lần lặp lại cuối của các đoạn cuối phần mở đầu không được tạo cấu hình là tài nguyên NPRACH hoặc khung con bảo vệ, và UE có thể không trì hoãn hoặc cũng không cắt bớt sự truyền dẫn đường lên trong khung con tương ứng. Các giá trị của thông tin chỉ báo chỉ đơn giản là một ví dụ, và các giá trị của thông tin chỉ báo này có thể được tạo cấu hình để có ý nghĩa ngược lại.

Ngoài ra, để làm giảm lượng dữ liệu thừa báo hiệu, thì thông tin chỉ báo (ví dụ cờ 1-bit) có thể không được báo hiệu, và nó có thể được chỉ định trước là sự có mặt hoặc không có mặt của khung con bảo vệ được xác định dựa trên chiều dài của phần mở đầu tăng cường bao gồm thời gian bảo vệ để trì hoãn hoặc cắt bớt sự truyền dẫn đường lên hoặc thu đường xuống.

Thông tin chỉ báo (ví dụ cờ 1 bit) có thể được truyền như một trong số các giá trị chỉ báo các trạng thái được tạo ra bởi nhiều bit sao cho thông tin chỉ báo được truyền cùng với thông tin khác. Hơn nữa, thông tin chỉ báo này có thể được quảng bá (thông qua thông tin hệ thống cụ thể (hoặc SIB)) hoặc được truyền tới UE thông qua DCI chung, DCI chung cho nhóm, hoặc DCI dành riêng UE. Ngoài ra, thông tin chỉ báo này có thể được truyền tới UE thông qua thông tin cấu hình tài nguyên dành cho phần mở đầu tăng cường (xem phương pháp 3).

Phương pháp 4-3: Hạn chế số lần lặp lại của phân mở đầu tăng cường để đảm bảo rằng khoảng thời gian theo số lần lặp lại là lớn hơn so với thời gian bảo vệ và do đó không cần thời gian bảo vệ riêng biệt.

Được cho rằng khoảng thời gian thay đổi với số lần lặp lại và do đó yêu cầu dành cho thời gian bảo vệ thay đổi, được đề xuất là các phương pháp để tạo cấu hình số lần lặp lại chính xác với số lần lặp lại gần đúng nhất có khoảng thời gian lớn hơn hoặc bằng khoảng thời gian nhỏ nhất có thể cho phép trong khi hỗ trợ sự lặp lại ở mức tương tự với NPRACH thông thường.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện số lần lặp lại và khoảng thời gian được tạo cấu hình theo phương pháp 4-3.

Khoảng thời gian nhỏ nhất có thể cho phép có thể được tạo cấu hình là thời gian bảo vệ (ví dụ $666,7 \mu s$) được yêu cầu để hỗ trợ bán kính tế bào 100 km và số lần lặp lại hỗ trợ khoảng thời gian lớn hơn hoặc bằng khoảng thời gian nhỏ nhất có thể cho phép có thể được tạo cấu hình (phương pháp này sẽ được gọi là phương pháp 4-3-1). Fig.13(a) là hình vẽ thể hiện số lần lặp lại theo phương pháp 4-3-1 và khoảng thời gian tương ứng. Ngược lại với bảng 3, số lần lặp lại có trong phần được làm mờ và các khoảng thời gian tương ứng được tạo cấu hình khác nhau. Đối với tất cả số lần lặp lại ngoại trừ trường hợp mà số lần lặp lại là 1, thì có khoảng thời gian bằng $800 \mu s$, và do đó có thể thấy rằng không cần cấu hình thời gian bảo vệ riêng biệt hoặc báo hiệu liên quan bất kỳ.

Ngoài ra, để hỗ trợ số lần lặp lại gần nhất có thể với số lần lặp lại của trường hợp thông thường để đảm bảo hiệu năng vùng phủ tương tự như hiệu năng vùng phủ thông thường, thì khoảng thời gian nhỏ nhất có thể cho phép có thể được tạo cấu hình là $600 \mu s$, và số lần lặp lại hỗ trợ các khoảng thời gian lớn hơn so với khoảng thời gian nhỏ nhất có thể cho phép có thể được tạo cấu hình (phương pháp 4-3-2). Fig.13(b) là hình vẽ thể hiện số lần lặp lại theo phương pháp 4-3-2 và các khoảng thời gian tương ứng.

Như trong phương pháp 4-3-1 và phương pháp 4-3-2, số lần lặp lại có thể được định trước sao cho chỉ số lần lặp lại có khoảng thời gian mà không yêu cầu thời gian bảo vệ được hỗ trợ. Trong trường hợp này, UE trì hoãn hoặc cắt bớt sự truyền dẫn đường lên và thu đường xuống dựa trên số lần lặp lại định trước, mà không tính đến thời gian bảo vệ hoặc khung con bảo vệ bổ sung.

Phương pháp 4-4: Cắt bớt hoặc bỏ lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường nếu không có thời gian bảo vệ được đảm bảo cho số lần lặp lại tương ứng

Các phương pháp 4-1, 4-2, và 4-3 có thể gây nên vấn đề liên quan đến tính tương thích ngược khi UE kế thừa chỉ hỗ trợ phần mở đầu kế thừa và UE tăng cường cùng tồn tại. Vì UE kế thừa chỉ hỗ trợ phần mở đầu kế thừa không biết liệu các phương pháp 4-1, 4-2, và 4-3 có được áp dụng hay không, nên UE kế thừa có thể không biết sự có mặt của thời gian bảo vệ sau khi quảng bá tài nguyên NPRACH, và do đó có thể không thực hiện hoạt động chẳng hạn như trì hoãn hoặc cắt bớt. UE vận hành theo phần mở đầu tăng cường có thể không đảm bảo thời gian bảo vệ, và do đó sự xung đột có thể xảy ra giữa lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường và dữ liệu UL hoặc DL của khung con tiếp theo. Để giải quyết vấn đề này, lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường có thể được bỏ hoặc được cắt bớt là để đảm bảo thời gian bảo vệ.

Phương pháp 4-4 là để cho phép số lần lặp lại giống như trong UE kế thừa trong khi bỏ lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường hoặc cắt bớt lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường bởi thời gian bảo vệ được yêu cầu khi UE truyền phần mở đầu tăng cường không đảm bảo thời gian bảo vệ được yêu cầu. Theo phương pháp 4-4, số lần lặp lại giống như trong UE kế thừa có thể được cho phép, và một trong số nhiều số lần lặp lại được tạo cấu hình, và thông tin cấu hình chỉ báo số lần được tạo cấu hình được phát quảng bá tới UE. Khi việc cắt bớt được thực hiện, phần cuối của lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường được cắt bớt bởi ít nhất (thời gian bảo vệ - khoảng thời gian), có tính đến thời gian bảo vệ được yêu cầu và khoảng thời gian được tạo ra tự nhiên.

Nếu số lần lặp lại không đủ, thì việc cắt bớt hoặc bỏ lần lặp lại cuối có thể không tạo ra sự khác biệt về hiệu năng truyền dẫn phần mở đầu. Tuy nhiên, nếu số lần lặp lại nhỏ, thì hiệu năng truyền dẫn phần mở đầu có thể bị ảnh hưởng. Ví dụ, nếu số lần lặp lại $= \{1, 2, 4\}$, tức là, nếu số lần lặp lại là một trong số 1, 2, hoặc 4, khi lần lặp lại cuối được cắt bớt hoặc bỏ, thì năng lượng ký hiệu của phần mở đầu này có thể không được tích lũy đủ, và do đó xác suất xảy ra lỗi truyền dẫn có thể tăng lên. 8 cũng tương ứng với số lần lặp lại nhỏ. Tuy nhiên, khi 8 được áp dụng là số lần lặp lại, thì lần lặp lại cuối không bị bỏ và cũng không bị cắt bớt vì khoảng thời gian được tạo ra tự nhiên lớn hơn so với thời gian bảo vệ. Để giải quyết vấn đề được gây nên khi số lần lặp lại nhỏ như

được mô tả ở trên, thì mức (hoặc số lần) lặp lại cao hơn tiếp theo của số lần lặp lại được tạo cấu hình ban đầu có thể được chỉ báo và được tạo cấu hình cho UE, và UE có thể áp dụng phương pháp 4-4 cho mức (hoặc số lần) lặp lại được tạo cấu hình để bỏ hoặc truyền lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường.

Ví dụ, tham khảo bảng 3, khi số lần lặp lại được xác định là 1, 2 có thể được tạo cấu hình là số lần lặp lại cao hơn tiếp theo cho UE, và UE này có thể áp dụng phương pháp 4-4 để bỏ lần lặp lại thứ hai hoặc cắt bớt một phần bằng 200 μ s tương ứng với khung con tiếp theo trong lần lặp lại thứ hai. Ví dụ khác, tham khảo bảng 3, khi số lần lặp lại được xác định là 2, 4 có thể được tạo cấu hình là số lần lặp lại cao hơn tiếp theo cho UE, và UE này có thể áp dụng phương pháp 4-4 để bỏ lần lặp lại thứ tư hoặc cắt bớt một phần bằng 400 μ s tương ứng với khung con tiếp theo trong lần lặp lại thứ tư. Ví dụ khác, tham khảo bảng 3, khi số lần lặp lại được xác định là 4, 8 có thể được tạo cấu hình là số lần lặp lại cao hơn tiếp theo cho UE, và lần truyền dẫn được lặp lại cuối không bị bỏ/cắt bớt vì khoảng thời gian tới khung con tiếp theo khi sự lặp lại được thực hiện 8 lần lớn hơn so với thời gian bảo vệ được yêu cầu.

Fig.14 là hình vẽ thể hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên theo sáng chế. Mặc dù phương pháp trên Fig.14 được mô tả dưới dạng quan điểm UE, nhưng hoạt động tương ứng với hoạt động của UE có thể được thực hiện bởi trạm gốc.

Ở bước S1402, UE có thể thu thông tin cấu hình NPRACH. Thông tin cấu hình NPRACH có thể được thu thông qua tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ tín hiệu lớp RRC) hoặc thông tin hệ thống (ví dụ SIB2). Thông tin cấu hình NPRACH có thể bao gồm thông tin được đề xuất theo phương pháp 3 của sáng chế. UE có thể tạo cấu hình tài nguyên NPRACH dựa trên thông tin cấu hình NPRACH được thu như được mô tả theo phương pháp 3. Ngoài ra, ở bước S1402, thông tin cấu hình NPRACH có thể được tạo cấu hình theo cách thức giống như cho UE kế thừa.

Ở bước S1404, UE có thể tạo ra và truyền phần mở đầu NPRACH hoặc tín hiệu dựa trên thông tin cấu hình NPRACH được thu. Ở bước S1402, các phương pháp 1, 2, và 4 của sáng chế có thể được áp dụng độc lập hoặc dưới dạng kết hợp.

Một ví dụ, phần mở đầu NPRACH hoặc tín hiệu có thể được tạo ra theo phương pháp 1 của sáng chế và có thể có định dạng phần mở đầu theo cấu trúc 1-1, cấu trúc 1-

2, hoặc cấu trúc 1-3 (ví dụ xem các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.10 và các phần mô tả liên quan). Ví dụ khác, phần mở đầu NPRACH hoặc tín hiệu có thể được tạo ra theo phương pháp 2 của sáng chế và có thể có định dạng phần mở đầu theo cấu trúc 2-1, cấu trúc 2-2, hoặc cấu trúc 2-3 (ví dụ xem các hình vẽ từ Fig.10 đến Fig.12 và các phần mô tả liên quan).

Ngoài ra hoặc không phụ thuộc, thời gian bảo vệ có thể được áp dụng cho sự truyền dẫn của phần mở đầu NPRACH hoặc tín hiệu để tăng cường phạm vi NPRACH, và thời gian bảo vệ có thể được áp dụng dựa trên ít nhất một phương pháp trong số phương pháp 4-1 đến 4-4 của sáng chế.

Theo phương pháp 4-4 của sáng chế, đã được đề xuất là lần lặp lại cuối của phần mở đầu tăng cường được bỏ hoặc cắt bớt để đảm bảo thời gian bảo vệ. Nguyên lý giống như được đề xuất theo phương pháp 4-4 có thể được áp dụng ngay cả khi việc bẫy hoặc cắt bớt được thực hiện trên cơ sở ký hiệu hoặc cơ sở nhóm ký hiệu. Khi phương pháp 4-4 được áp dụng trên cơ sở ký hiệu, thì số lượng nhỏ nhất của các ký hiệu được bỏ hoặc cắt bớt có thể được xác định để lớn hơn hoặc bằng (thời gian bảo vệ - khoảng thời gian). Khi phương pháp 4-4 được áp dụng trên cơ sở nhóm ký hiệu, thì số lượng nhỏ nhất của các nhóm ký hiệu được bỏ hoặc cắt bớt có thể được xác định để lớn hơn hoặc bằng (thời gian bảo vệ - khoảng thời gian).

Các phương pháp được mô tả ở trên là các dạng kết hợp của các phần tử và dấu hiệu của sáng chế. Các phần tử hoặc dấu hiệu này được xem xét có chọn lọc trừ khi được đề cập khác. Mỗi phần tử hoặc dấu hiệu có thể được thực hành mà không được kết hợp với các phần tử hoặc dấu hiệu khác. Ngoài ra, một phương án của sáng chế có thể được cấu thành bởi các phần kết hợp của các phần tử và/hoặc dấu hiệu này. Thứ tự các hoạt động được mô tả theo các phương pháp của sáng chế có thể được sắp xếp lại. Một số dạng cấu thành của một phương pháp bất kỳ có thể có trong phương pháp khác và có thể được lặp lại với các dạng cấu thành tương ứng của phương pháp khác. Rõ ràng với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này rằng các điểm yêu cầu bảo hộ không được trích dẫn rõ ràng lẫn nhau trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo có thể được thể hiện dưới dạng kết hợp như một phương án của sáng chế hoặc được đưa vào như điểm yêu cầu bảo hộ mới bởi việc sửa đổi sau đó sau khi đơn sáng chế này được

nộp.

Fig.15 là hình vẽ thể hiện trạm gốc và thiết bị người dùng mà sáng chế có thể áp dụng được.

Trên Fig.15, hệ thống truyền thông không dây bao gồm trạm gốc (BS, 1210) và thiết bị người dùng (UE, 1220). Khi hệ thống truyền thông không dây bao gồm trạm chuyển tiếp, trạm gốc hoặc thiết bị người dùng có thể được thay thế bằng trạm chuyển tiếp này.

Trạm gốc 1510 bao gồm bộ xử lý 1512, bộ nhớ 1514, và bộ thu phát tần số vô tuyến (RF) 1516. Bộ xử lý 1512 có thể được tạo cấu hình để thể hiện các thủ tục và/hoặc các phương pháp được đề xuất bởi sáng chế. Bộ nhớ 1514 được kết nối với bộ xử lý 1512 và lưu các mảnh khác nhau của thông tin được liên kết với hoạt động của bộ xử lý 1512. Bộ thu phát RF 1516 được kết nối với bộ xử lý 1512 và truyền/thu tín hiệu vô tuyến. UE 1520 bao gồm bộ xử lý 1522, bộ nhớ 1524, và bộ thu phát RF 1526. Bộ xử lý 1522 có thể được tạo cấu hình để thể hiện các thủ tục và/hoặc các phương pháp được đề xuất bởi sáng chế. Bộ nhớ 1524 được kết nối với bộ xử lý 1522 và lưu các mảnh khác nhau của thông tin được liên kết với hoạt động của bộ xử lý 1522. Bộ thu phát RF 1526 được kết nối với bộ xử lý 1522 và truyền/thu tín hiệu vô tuyến.

Các phương pháp của sáng chế có thể được thực hiện bằng cách phương tiện khác nhau, ví dụ, phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc dạng kết hợp của chúng. Theo dạng thực hiện phần cứng, một phương án của sáng chế có thể được thực hiện bằng một hoặc nhiều phần cứng trong số các mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuits, ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor, DSP), thiết bị xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processing Device, DSPD), thiết bị logic khả lập trình (Programmable Logic Device, PLD), mảng cổng khả lập trình bằng trường (Field Programmable Gate Array, FPGA), bộ xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, bộ vi xử lý, v.v..

Theo dạng thực hiện phần sụn hoặc phần mềm, các phương pháp theo sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng mô đun, thủ tục, chức năng, v.v. mà được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng hoặc hoạt động như được mô tả theo sáng chế. Mã phần mềm có thể được lưu trong vật ghi có thể đọc được bằng máy tính dưới dạng các lệnh và/hoặc

dữ liệu và có thể được thực hiện bởi bộ xử lý. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính có thể được đặt bên trong hoặc bên ngoài của bộ xử lý và có thể truyền tới và thu dữ liệu từ bộ xử lý qua các phương tiện đã biết khác nhau.

Người có có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sẽ thấy rõ rằng các phương án cải biến và thay đổi khác nhau có thể được thực hiện theo sáng chế mà không phải nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Do đó, được dự kiến là sáng chế bao gồm các phương án cải biến và thay đổi như vậy của sáng chế miễn là các phương án như vậy nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phương án tương đương của các điểm yêu cầu bảo hộ này.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Sáng chế có thể áp dụng được cho thiết bị truyền thông không dây chẳng hạn như thiết bị người dùng (UE), trạm gốc (BS), v.v..

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp để thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

thu thông tin cấu hình kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý băng hẹp (Narrowband Physical Random Access Channel, NPRACH) từ trạm gốc; và

truyền lặp lại phần mở đầu NPRACH dựa trên thông tin cấu hình NPRACH được thu,

trong đó, khi khoảng thời gian giữa thời gian để hoàn thành lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH và khung con tiếp theo nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ, thì lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH được bỏ hoặc được cắt bớt bởi độ chênh lệch giữa thời gian bảo vệ và khoảng thời gian trong lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thời gian bảo vệ được tạo cấu hình thông qua thông tin cấu hình NPRACH.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó số lần truyền dẫn được lặp lại của phần mở đầu NPRACH được tạo cấu hình thông qua thông tin cấu hình NPRACH.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó số lần truyền dẫn được lặp lại được tạo cấu hình để là một trong số 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, hoặc 128, và

trong đó, khi số lần truyền dẫn được lặp lại là một trong số 1, 2, hoặc 4, thì số lần truyền dẫn được lặp lại của phần mở đầu NPRACH được tạo cấu hình để là số lần truyền dẫn được lặp lại cao hơn tiếp theo.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần mở đầu NPRACH bao gồm bốn nhóm ký hiệu, và mỗi nhóm ký hiệu trong số bốn nhóm ký hiệu này bao gồm phần tiền tố vòng tương ứng với ba ký hiệu và phần theo chuỗi tương ứng với ba ký hiệu.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó xáo trộn mức-ký hiệu được áp dụng cho mỗi nhóm ký hiệu trong số bốn nhóm ký hiệu.

7. Phương pháp theo điểm 5, trong đó xáo trộn mức-nhóm ký hiệu được áp dụng cho bốn nhóm ký hiệu.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần mở đầu NPRACH bao gồm bốn nhóm ký hiệu, và mỗi nhóm ký hiệu trong số bốn nhóm ký hiệu bao gồm phần tiền tố vòng có thời khoảng ba ký hiệu và phần theo chuỗi có thời khoảng năm ký hiệu.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó xáo trộn mức-ký hiệu được áp dụng cho mỗi nhóm ký hiệu trong số bốn nhóm ký hiệu.

10. Phương pháp theo điểm 8, trong đó xáo trộn mức-nhóm ký hiệu được áp dụng cho bốn nhóm ký hiệu.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng cách sóng mang con dành cho phần mở đầu NPRACH được tạo cấu hình để nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 kilôhec (kHz).

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó phần mở đầu NPRACH bao gồm bốn nhóm ký hiệu, và mỗi nhóm ký hiệu trong số bốn nhóm ký hiệu bao gồm phần tiền tố vòng tương ứng với một ký hiệu và phần theo chuỗi tương ứng với một ký hiệu.

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

thu thông tin chỉ báo liệu thời gian bảo vệ có được áp dụng cho lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH hay không,

trong đó, khi thông tin chỉ báo là thời gian bảo vệ không được áp dụng cho lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH và khoảng thời gian nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ, thì lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH không bị bỏ và cũng không bị cắt bớt.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó khi thông tin chỉ báo là thời gian bảo vệ được áp dụng cho lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH và khoảng thời gian nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ, thì lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH được bỏ hoặc được cắt bớt bởi độ chênh lệch giữa thời gian bảo vệ và khoảng thời gian.

15. Thiết bị người dùng để thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm:

bộ thu phát tần số vô tuyến (Radio Frequency, RF); và

bộ xử lý được kết nối vận hành với bộ thu phát RF,

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

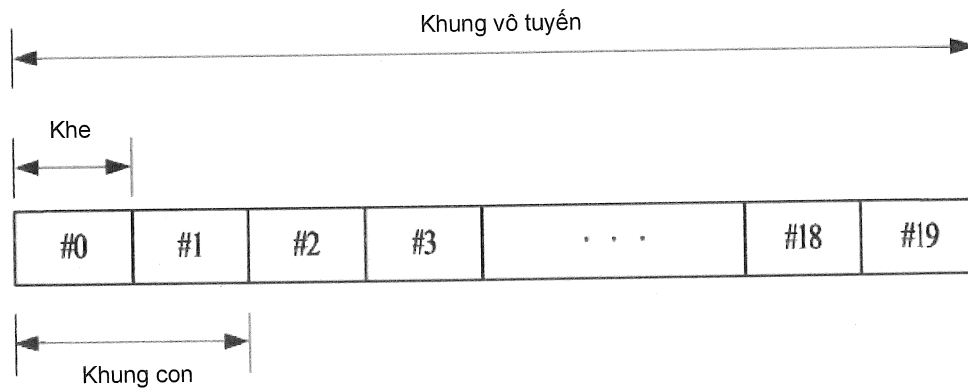
thu thông tin cấu hình kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý băng hẹp (NPRACH) từ trạm gốc, và

truyền lặp lại phần mở đầu NPRACH dựa trên thông tin cấu hình NPRACH được thu,

trong đó, khi khoảng thời gian giữa thời gian để hoàn thành lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH và khung con tiếp theo nhỏ hơn so với thời gian bảo vệ, thì lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH được bỏ hoặc được cắt bớt bởi độ chênh lệch giữa thời gian bảo vệ và khoảng thời gian trong lần truyền dẫn được lặp lại cuối cùng của phần mở đầu NPRACH.

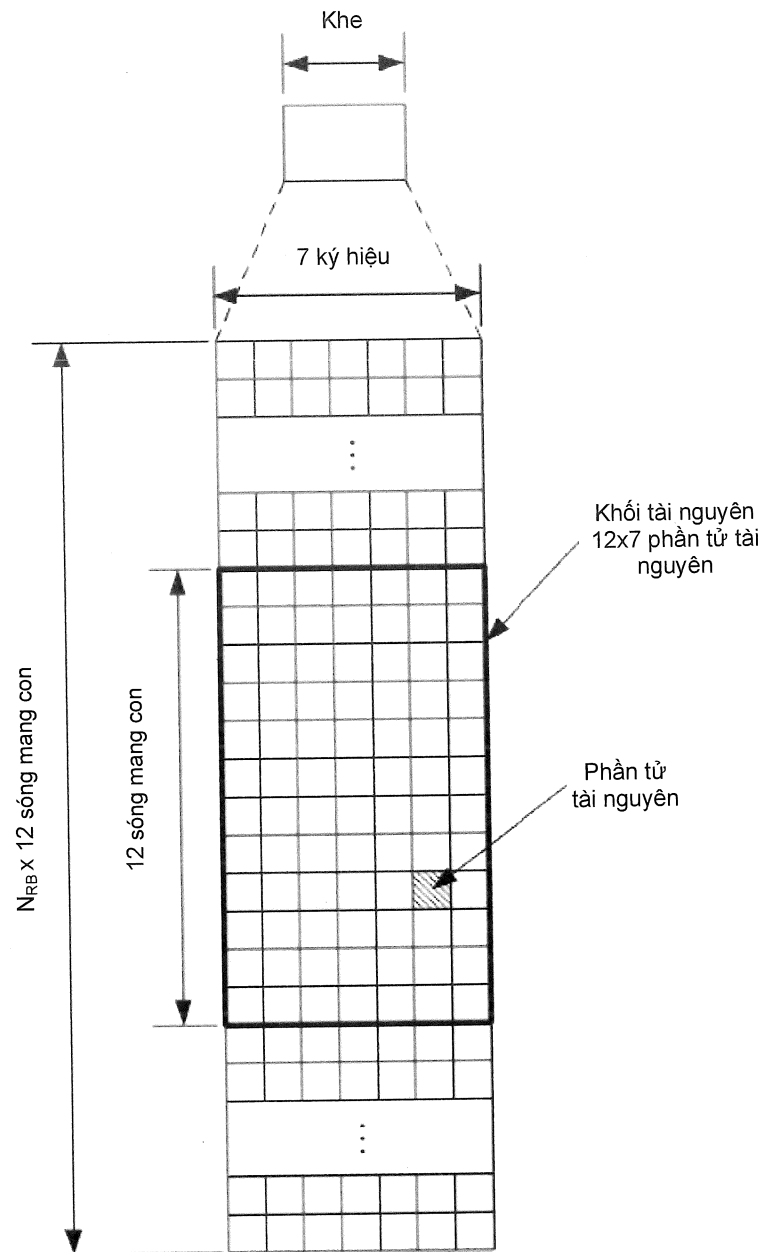
1/13

Fig.1



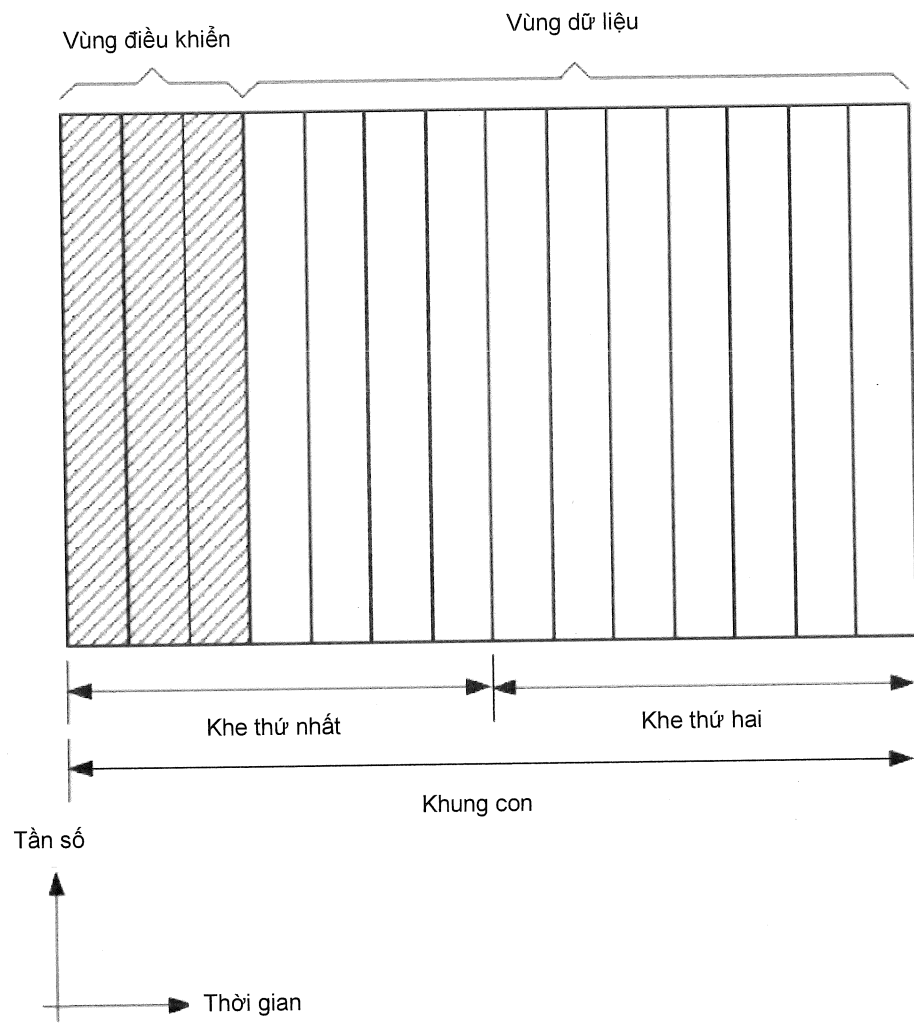
2/13

Fig.2



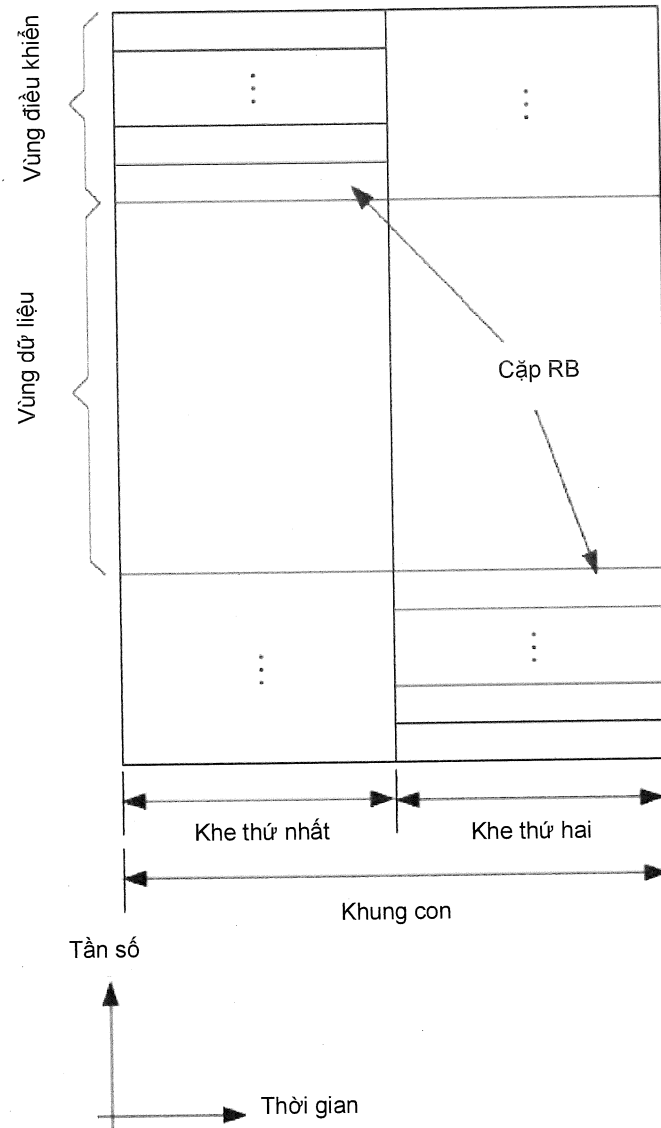
3/13

Fig.3



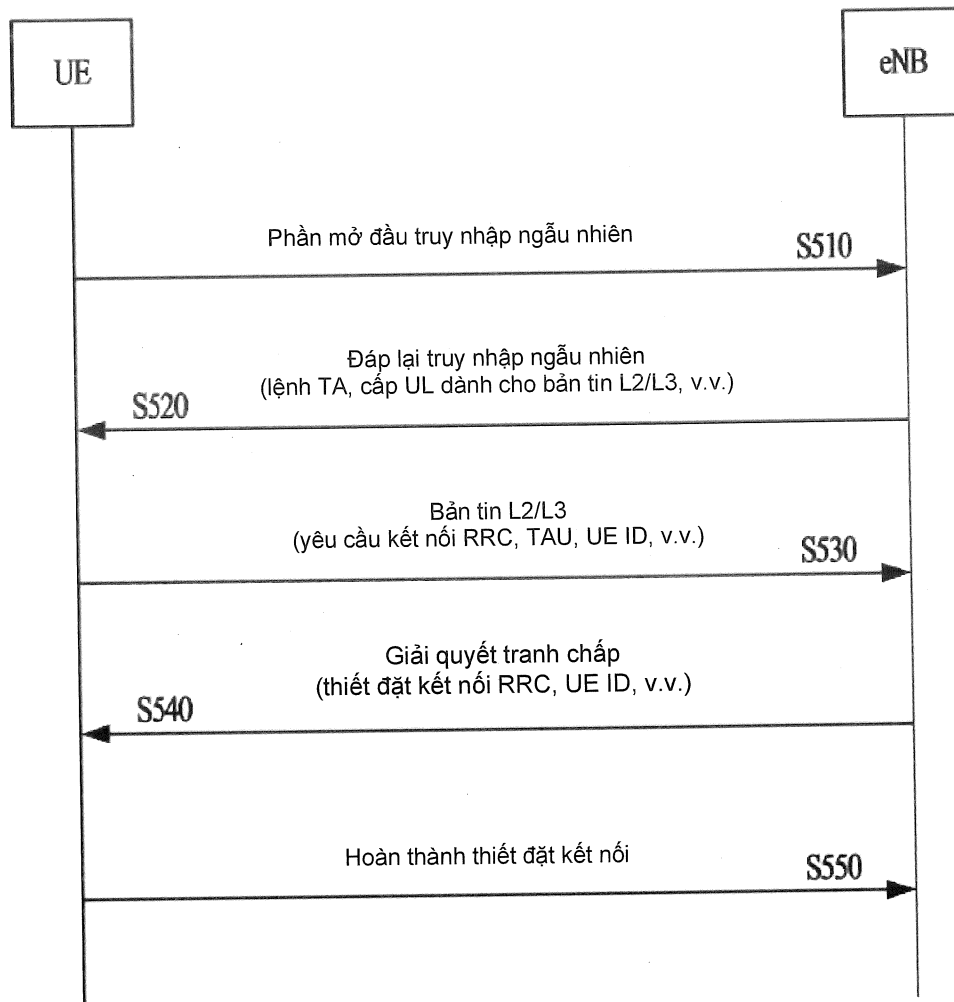
4/13

Fig.4



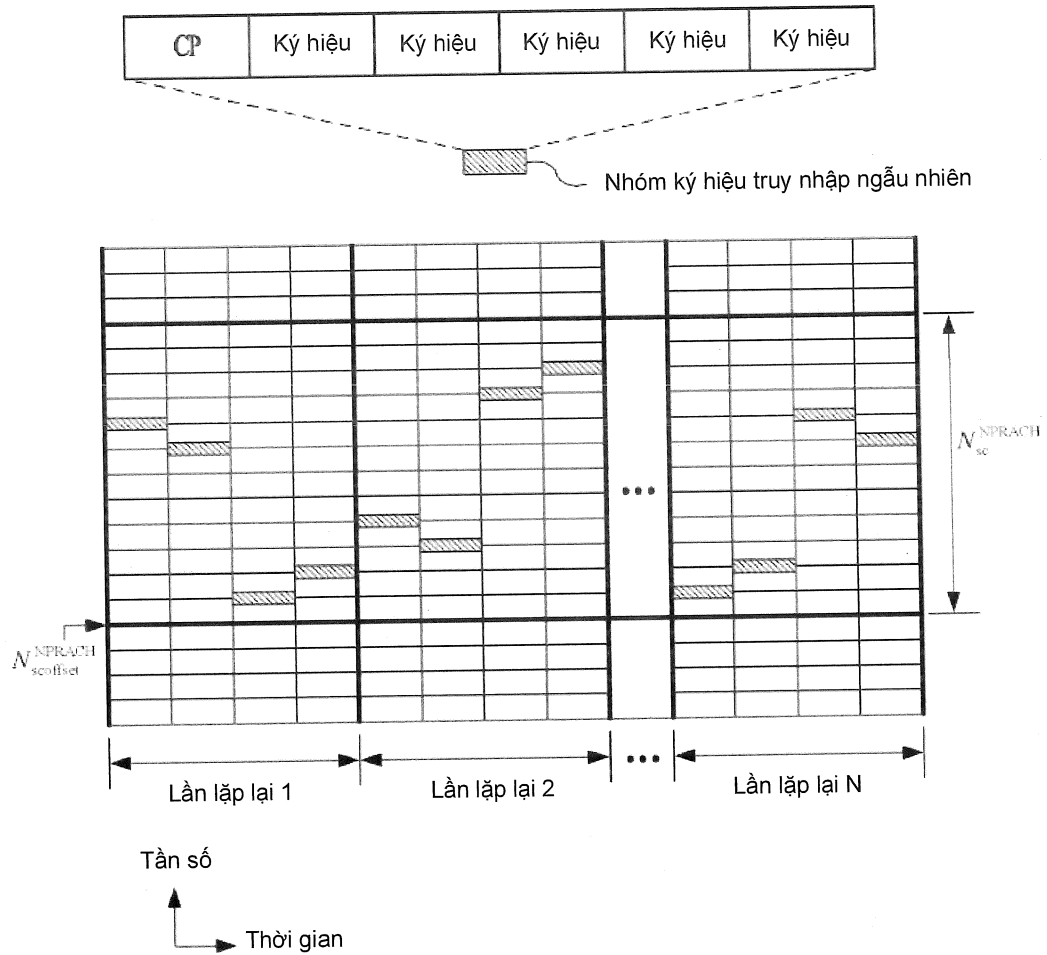
5/13

Fig.5



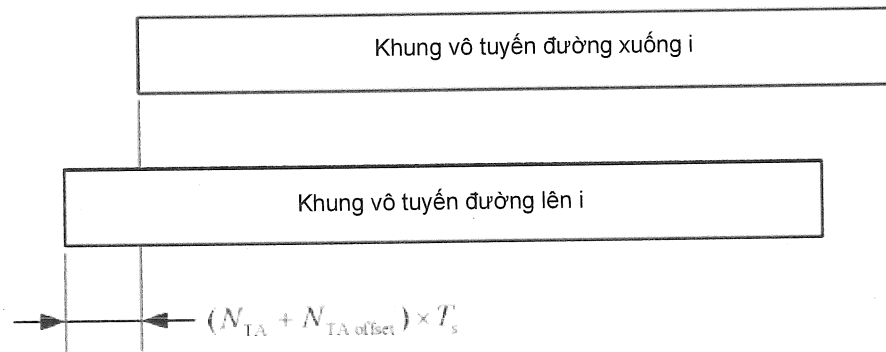
6/13

Fig.6



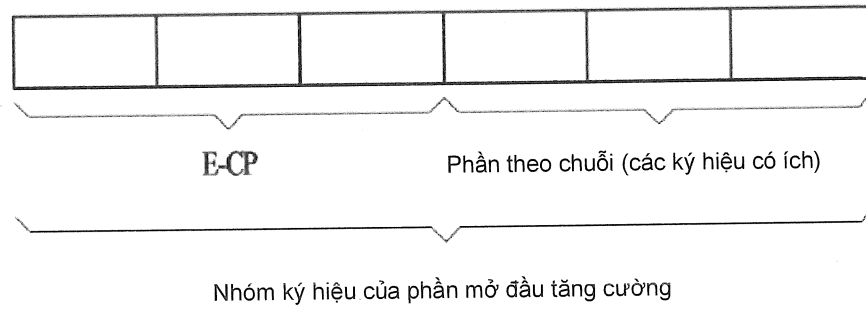
7/13

Fig.7

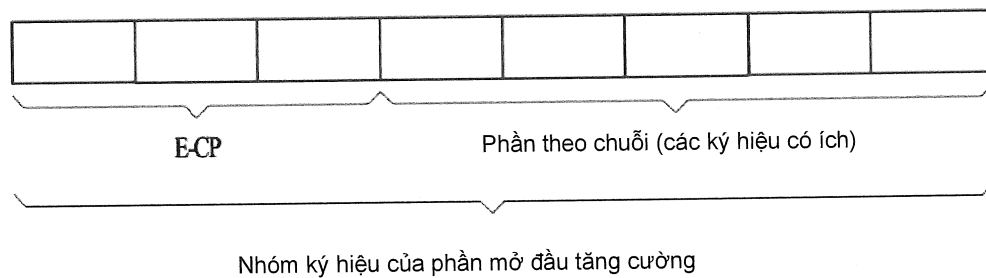


8/13

Fig.8



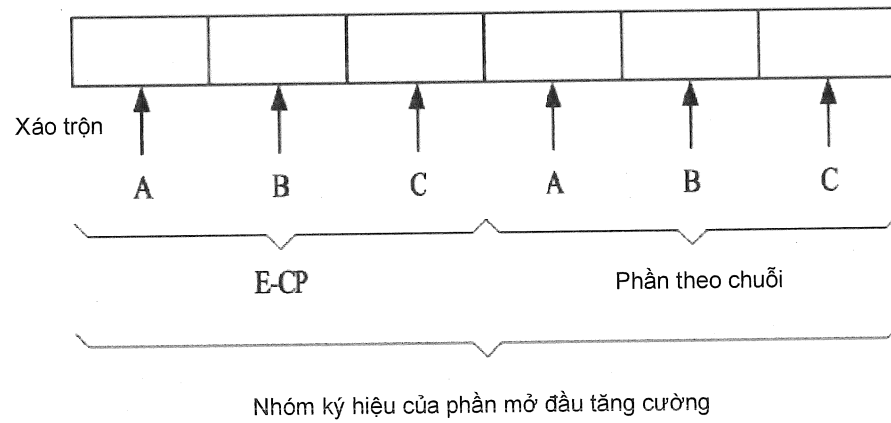
(a)



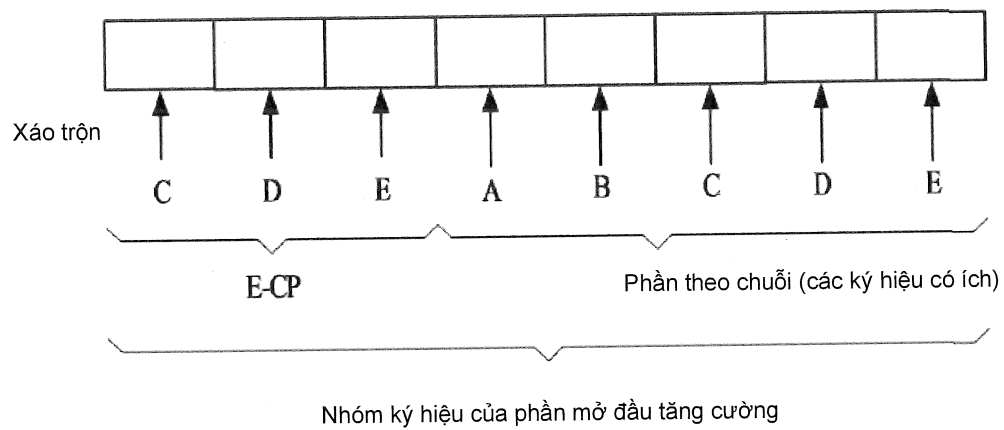
(b)

9/13

Fig.9



(a)



(b)

10/13

Fig.10

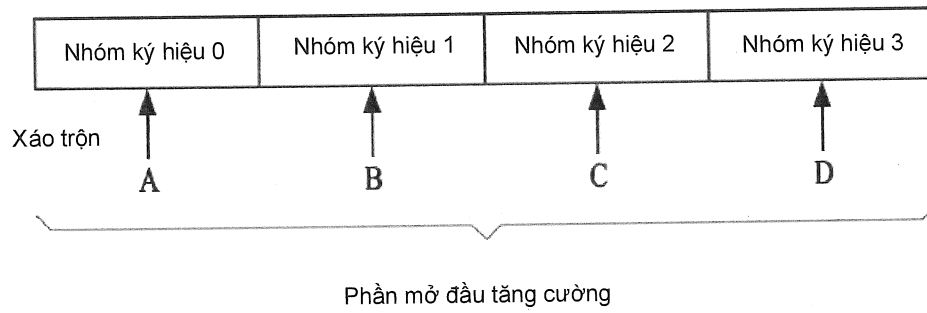
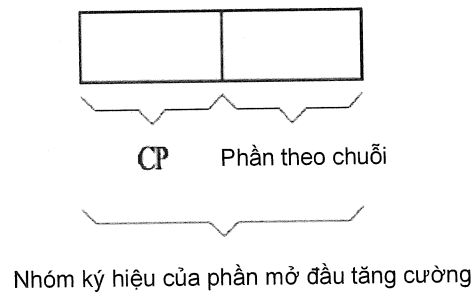
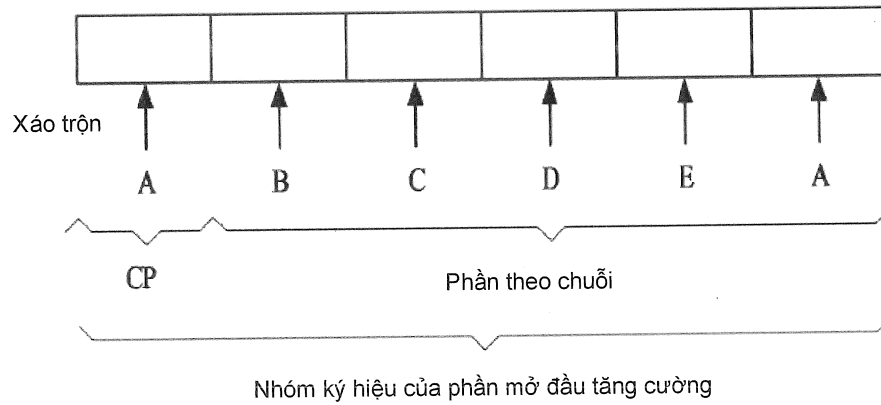


Fig.11

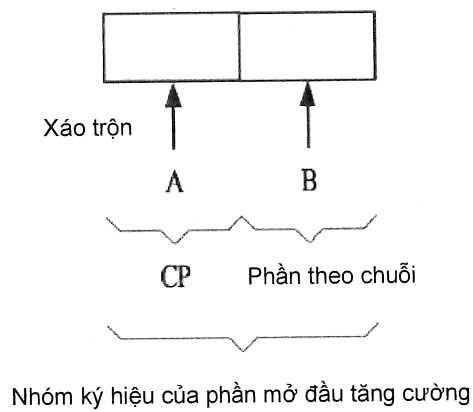


11/13

Fig.12



(a)



(b)

12/13

Fig.13

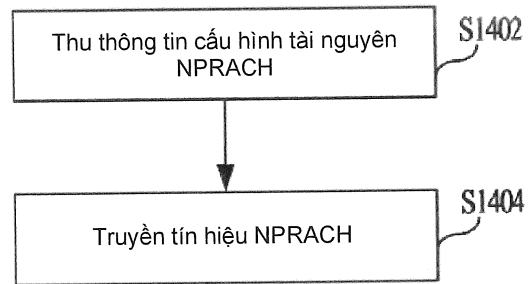
Số lần lặp lại	1	3	8	13	18	33	63	128
Chiều dài phần mở đầu (ms)	6,4	19,2	51,2	83,2	115,2	211,2	403,2	819,2
Khoảng thời gian (ms)	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

(a) phương pháp 4-3-1

Số lần lặp lại	1	3	6	8	18	33	63	128
Chiều dài phần mở đầu (ms)	6,4	19,2	38,4	51,2	115,2	211,2	403,2	819,2
Khoảng thời gian (ms)	0,6	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

(b) phương pháp 4-3-2

13/13

Fig.14**Fig.15**