



(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)



1-0032345

(51)⁸ H04W 72/00; H04W 28/00

(13) B

(21) 1-2018-04087

(22) 14/04/2016

(86) PCT/IB2016/052141 14/04/2016

(87) WO/2017/141082 24/08/2017

(30) 62/296,937 18/02/2016 US

(45) 25/06/2022 411

(43) 26/11/2018 368A

(73) TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL) (SE)

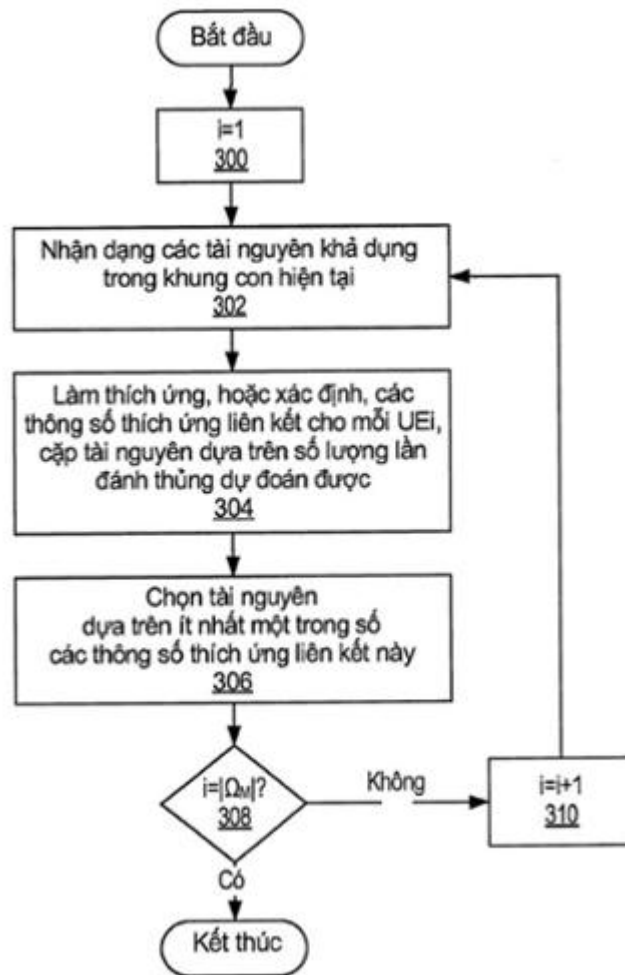
SE-164 83 Stockholm, Sweden

(72) STEPHENNE, Alex (CA); GHIMIRE, Jagadish (NP).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH BỘ LẬP LỊCH DÀNH CHO NÚT MẠNG CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG TẾ BÀO VÀ NÚT VÔ TUYẾN

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp vận hành bộ lập lịch được thực hiện ở nút mạng của hệ thống truyền thông tế bào, phương pháp này bao gồm bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con. Bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng bao gồm, đối với mỗi thiết bị không dây, các bước: nhận dạng các tài nguyên khả dụng trong khung con; đối với mỗi tài nguyên khả dụng trong số các tài nguyên khả dụng trong khung con này, thì xác định một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết cho thiết bị không dây đối với tài nguyên khả dụng này dựa trên thông tin biểu diễn mô hình thống kê của sự đánh thủng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ nhờ sử dụng tài nguyên khả dụng này để cho phép truyền các lần truyền nhảy cảm với độ trễ; và chọn một trong số các tài nguyên khả dụng trong khung con này cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ của thiết bị không dây, dựa trên ít nhất một trong số một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến hoạt động truyền thông kiểu máy (Machine Type Communication - MTC), cụ thể là đề cập đến việc cho phép sự cùng tồn tại của phiên dung nạp độ trễ và phiên nhảy cảm với độ trễ trên MTC.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các dịch vụ khác nhau có thể được cung cấp thông qua mạng không dây vật lý cụ thể. Các dịch vụ đó có thể có các yêu cầu hoàn toàn khác nhau. Ví dụ, việc điều khiển từ xa đối với các máy móc sản xuất trong môi trường độc hại có thể được liên kết với phần tải hữu ích có thông tin tương đối nhỏ, nhưng thông tin này cần phải được nhận một cách cực kỳ tin cậy và với độ trễ cực thấp. Loại dịch vụ này được liên kết với cái được gọi là truyền thông kiểu máy quan trọng (Critical Machine Type Communication - C-MTC). Cùng mạng vật lý đó có thể còn hỗ trợ kết nối quy mô lớn cho các thiết bị chẳng hạn như bộ cảm biến độ sạch của thảm trong một số căn phòng của tầng hầm. Rõ ràng, việc truyền thông thông tin của bộ cảm biến là không nhạy cảm với độ trễ, và nằm trong họ MTC quy mô lớn (Massive MTC - M-MTC), chứ không phải họ C-MTC. Nhưng cả hai dịch vụ này đều có thể được cung cấp qua cùng mạng vật lý nhờ sử dụng một tập hợp tài nguyên vật lý. Rõ ràng là người ta muốn bảo đảm độ tin cậy cao của hoạt động truyền thông C-MTC trong khi vẫn có thể hỗ trợ M-MTC. Một cách tiếp cận được dự tính là tách ra và để dành một số tài nguyên tần số, mà sẽ khả dụng riêng cho dịch vụ C-MTC, để có thể kiểm soát hoàn toàn sự khả dụng của các tài nguyên cho dịch vụ C-MTC. Cách tiếp cận này thường được gọi là cắt lớp cứng (đối với miền tần số, theo ví dụ này).

Tuy nhiên là việc cắt lớp cứng có một số nhược điểm. Ví dụ, nó làm giảm dung lượng hệ thống có thể cùng đạt được (C-MTC và các loại dịch vụ khác kết hợp). Cuối cùng, điều người ta muốn làm là triệt để dùng chung các tài nguyên và quản lý sự ưu tiên hoá dịch vụ một cách có hiệu quả, trong khi vẫn bảo đảm mức độ công bằng nhất định, như có thể được mô tả trong hợp đồng mức độ dịch vụ được chuẩn

bị phù hợp. Theo cách đó, nếu hệ thống vẫn dưới tải của tất cả các loại dịch vụ, thì chế độ dùng chung tài nguyên sẽ quay về chế độ cắt lớp cứng, nhưng khi hệ thống bị quá tải, thì tất cả các tài nguyên hệ thống sẽ có thể được truy cập bởi loại dịch vụ bất kỳ. Việc tất cả các dịch vụ truy cập vào tất cả các tài nguyên ở đây được gọi là cắt lớp mềm.

Việc cắt lớp mềm là không đơn giản. Các hoạt động truyền thông M-MTC có thể sử dụng một cách hiệu quả các khoảng truyền tương đối dài do sự lặp lại để tăng cường vùng phủ sóng (tức là, nhiều lần lặp lại sẽ gây ra khoảng truyền hiệu dụng dài so với khoảng truyền thông thường khi không dùng sự lặp lại), còn các hoạt động truyền thông C-MTC thì có thể thường sử dụng các khoảng truyền rất ngắn vì sự phụ thuộc chặt chẽ vào thời gian của các hoạt động truyền thông. Do đó, nếu các hoạt động truyền M-MTC được lập lịch trên phần lớn các tài nguyên tần số, thì chúng có thể thực sự làm cho các tài nguyên trở nên không khả dụng trong một thời lượng dài không thể chấp nhận được đối với một số phiên C-MTC mà cần thời lượng ngắn nhưng cần truy cập tài nguyên ngay. Do đó, việc bảo đảm chất lượng dịch vụ ở mức độ nhất định cho lưu lượng C-MTC theo cách tiếp cận cắt lớp mềm đó là rất khó.

Theo đó, cần phải có các phương pháp để cải thiện sự cùng tồn tại của phiên dung nạp độ trễ và phiên nhạy cảm với độ trễ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một khía cạnh của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất phương pháp vận hành bộ lập lịch được thực hiện ở nút mạng của hệ thống truyền thông tế bào. Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con. Bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng bao gồm, đối với mỗi thiết bị không dây, các bước: nhận dạng các tài nguyên khả dụng trong khung con, và, đối với mỗi tài nguyên khả dụng trong số các tài nguyên khả dụng trong khung con này, thì xác định một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết cho thiết bị không dây đối với tài nguyên khả dụng này dựa trên thông tin biểu diễn sự đánh thủng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ nhờ sử dụng tài

nguyên khả dụng này để cho phép truyền các lần truyền nhảy cảm với độ trễ. Theo một phương án, phương pháp này còn bao gồm bước chọn một trong số các tài nguyên khả dụng trong khung con này cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ của thiết bị không dây, dựa trên ít nhất một trong số một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết.

Theo một phương án, phương pháp này còn bao gồm bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con. Theo một phương án, các tài nguyên khả dụng để lập lịch các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ là không bao gồm các tài nguyên mà các hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ được lập lịch trên đó trong khung con. Theo một phương án, bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ trong khung con bao gồm, đối với mỗi hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ cần được lập lịch trong khung con, bước xác định xem có tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con hay không, và nếu có các tài nguyên chưa được sử dụng trong khung con, thì chọn một tài nguyên chưa được sử dụng làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ bởi thiết bị không dây tương ứng. Nếu không có tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con, thì tài nguyên mà đã được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ sẽ được chọn làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ. Theo một phương án, bước chọn tài nguyên đã được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ bao gồm bước chọn một trong số các tài nguyên trong khung con mà đã được ấn định cho các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ dựa trên các tiêu chuẩn định trước.

Theo một phương án, phương pháp này còn bao gồm bước xác định xem mức độ đánh thủng đối với tài nguyên trong khung con mà được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ có lớn hơn ngưỡng định trước hay không, và nếu có, thì huỷ hoạt động truyền có dung nạp độ trễ đó.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất nút vô tuyến dành cho mạng truyền thông tế bào. Theo một phương án, nút vô tuyến này bao gồm một hoặc nhiều bộ phát, một hoặc nhiều bộ thu, một hoặc nhiều bộ xử lý, và bộ nhớ lưu giữ các lệnh thực thi được bởi một hoặc nhiều bộ xử lý này. Nút vô

tuyến này hoạt động được để lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con. Bước lập lịch này bao gồm, đối với mỗi thiết bị không dây, bước nhận dạng các tài nguyên khả dụng trong khung con, và, đối với mỗi tài nguyên khả dụng trong số các tài nguyên khả dụng được nhận dạng, thì xác định một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết cho thiết bị không dây dựa trên thông tin biểu diễn sự đánh thủng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ nhờ sử dụng tài nguyên khả dụng này để cho phép truyền các lần truyền nhảy cảm với độ trễ.

Theo một phương án, nút vô tuyến này, thông qua việc thực thi các lệnh bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, còn hoạt động được để chọn một trong số các tài nguyên khả dụng được nhận dạng trong khung con cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ của thiết bị không dây dựa trên ít nhất một trong số một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết xác định được. Theo một phương án, nút vô tuyến này, thông qua việc thực thi các lệnh bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, còn hoạt động được để lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con. Theo một phương án, các tài nguyên khả dụng để lập lịch các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ là không bao gồm các tài nguyên mà các hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ được lập lịch trên đó trong khung con.

Theo một phương án, bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ trong khung con bao gồm, đối với mỗi hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ cần được lập lịch trong khung con, bước xác định xem có tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con hay không. Nếu có các tài nguyên chưa được sử dụng trong khung con này, thì nút vô tuyến này chọn một tài nguyên chưa được sử dụng làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ bởi thiết bị không dây tương ứng. Nếu không có tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con này, thì nút vô tuyến này chọn tài nguyên mà đã được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ.

Theo một phương án, bước chọn tài nguyên đã được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ bao gồm bước chọn một trong số các tài nguyên trong khung con mà đã được ấn

định cho các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ dựa trên các tiêu chuẩn định trước.

Theo một phương án, nút vô tuyến này, thông qua việc thực thi các lệnh bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, còn hoạt động được để xác định xem mức độ đánh thủng đối với tài nguyên trong khung con mà được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ có lớn hơn ngưỡng định trước hay không, và nếu có, thì huỷ hoạt động truyền có dung nạp độ trễ đó.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất nút vô tuyến dành cho mạng truyền thông tế bào. Theo một phương án, nút vô tuyến này được làm thích ứng để lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con. Bước lập lịch này bao gồm, đối với mỗi thiết bị không dây, bước nhận dạng các tài nguyên khả dụng trong khung con, và, đối với mỗi tài nguyên khả dụng trong số các tài nguyên khả dụng được nhận dạng, thì xác định một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết cho thiết bị không dây dựa trên thông tin biểu diễn sự đánh thủng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ nhờ sử dụng tài nguyên khả dụng này để cho phép truyền các lần truyền nhảy cảm với độ trễ.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất nút vô tuyến dành cho mạng truyền thông tế bào. Theo một phương án, nút vô tuyến bao gồm phương tiện để lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con. Theo một phương án, phương tiện để lập lịch bao gồm phương tiện để nhận dạng các tài nguyên khả dụng trong khung con và phương tiện để xác định, đối với mỗi tài nguyên khả dụng trong số các tài nguyên khả dụng được nhận dạng, một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết cho thiết bị không dây dựa trên thông tin biểu diễn việc đánh thủng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ nhờ sử dụng tài nguyên khả dụng này để cho phép truyền các lần truyền nhảy cảm với độ trễ.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất nút vô tuyến dành cho mạng truyền thông tế bào. Theo một phương án, nút vô tuyến này bao gồm môđun lập lịch thứ nhất hoạt động được để lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng

trong khung con. Theo một phương án, môđun lập lịch thứ nhất bao gồm môđun nhận dạng thứ hai hoạt động được để nhận dạng các tài nguyên khả dụng trong khung con và môđun xác định thứ ba hoạt động được để xác định, đối với mỗi tài nguyên khả dụng trong số các tài nguyên khả dụng được nhận dạng, một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết cho thiết bị không dây dựa trên thông tin biểu diễn việc đánh thùng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ nhờ sử dụng tài nguyên khả dụng này để cho phép truyền các lần truyền nhảy cảm với độ trễ.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính này lưu giữ các lệnh phần mềm mà khi được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý của nút vô tuyến thì làm cho nút vô tuyến đó lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con. Theo một phương án, bước lập lịch này bao gồm, đối với mỗi thiết bị không dây, bước nhận dạng các tài nguyên khả dụng trong khung con, và, đối với mỗi tài nguyên khả dụng trong số các tài nguyên khả dụng được nhận dạng, thì xác định một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết cho thiết bị không dây dựa trên thông tin biểu diễn sự đánh thùng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ nhờ sử dụng tài nguyên khả dụng này để cho phép truyền các lần truyền nhảy cảm với độ trễ.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất chương trình máy tính bao gồm các lệnh mà khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý thì làm cho ít nhất một bộ xử lý đó thực hiện phương pháp theo điểm yêu cầu bảo hộ bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7. Theo phương án khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì chương trình máy tính này bao gồm bộ mang, trong đó bộ mang này là tín hiệu điện tử, tín hiệu quang học, tín hiệu vô tuyến, và/hoặc phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất phương pháp khác để vận hành bộ lập lịch được thực hiện ở nút mạng của hệ thống truyền thông tế bào. Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước ấn định, từ tập hợp tài nguyên truyền thông trong khung con truyền thông, ít nhất một tập hợp

tài nguyên con để sử dụng bởi các hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng. Phương pháp này bao gồm, đối với mỗi trong số ít nhất một tập hợp tài nguyên con này, bước xác định xác suất đánh thủng tương ứng, trong đó xác suất đánh thủng này bao gồm xác suất mà tập hợp tài nguyên con này có thể bị đánh thủng bởi sự truyền thông nhạy cảm với độ trễ, và bước cải biến sự thích ứng liên kết cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng dựa trên xác suất đánh thủng xác định được.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước kích hoạt việc sử dụng lại tập hợp tài nguyên con bởi hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng mà tập hợp tài nguyên con này được ấn định vào đó nếu xác suất đánh thủng là dưới mức ngưỡng. Theo một phương án, bước xác định xác suất mà tập hợp tài nguyên con có thể bị đánh thủng bao gồm bước xác định số lượng sự kiện đánh thủng được dự đoán cho tập hợp tài nguyên con đó. Theo một phương án, bước xác định xác suất bao gồm bước xác định xác suất dựa trên dữ liệu lịch sử, dữ liệu tương lai được dự đoán, xu hướng ngắn hạn hay dài hạn nhận dạng được, và/hoặc xu hướng ngắn hạn hay dài hạn dự đoán được.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước duy trì, đối với mỗi tập hợp tài nguyên con, thông tin liên quan đến các sự kiện đánh thủng thực tế. Theo một phương án, thông tin được duy trì này được sử dụng trong quá trình chọn tập hợp tài nguyên con để đánh thủng. Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước xác định tỷ số giữa số lượng sự kiện đánh thủng thực tế so với số lượng sự kiện đánh thủng được dự đoán. Theo một phương án, việc dùng các tỷ số xác định được để chọn tập hợp tài nguyên con để đánh thủng bao gồm bước chọn đánh thủng tập hợp tài nguyên con có tỷ số thấp nhất.

Theo một phương án, phương pháp này bao gồm bước xác định xem tỷ số đối với tập hợp tài nguyên con có vượt quá giá trị ngưỡng hay không, và đáp lại việc xác định đó, thì huỷ hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng mà được liên kết với tập hợp tài nguyên con đó, và xác định tập hợp tài nguyên con đó là khả dụng để đánh thủng.

Theo một phương án, bước cải biến sự thích ứng liên kết bao gồm các bước là chọn thời gian và/hoặc tần số, chọn các tài nguyên tiền mã hoá, thiết đặt mã trải phổ,

thiết đặt mức độ lặp, thiết đặt mức công suất, thiết đặt mức độ kết tập, thiết đặt mức điều chế, và/hoặc thiết đặt mức mã hoá.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất nút vô tuyến dành cho mạng truyền thông tế bào. Theo một phương án, nút vô tuyến này bao gồm một hoặc nhiều bộ phát, một hoặc nhiều bộ thu, một hoặc nhiều bộ xử lý, và bộ nhớ lưu giữ các lệnh thực thi được bởi một hoặc nhiều bộ xử lý này. Nút vô tuyến hoạt động được để ấn định, từ tập hợp tài nguyên truyền thông trong khung con truyền thông, ít nhất một tập hợp tài nguyên con để sử dụng bởi các hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng. Đối với mỗi trong số ít nhất một tập hợp tài nguyên con này, thì nút vô tuyến này hoạt động được để xác định xác suất đánh thủng tương ứng, trong đó xác suất đánh thủng này bao gồm xác suất mà tập hợp tài nguyên con này có thể bị đánh thủng bởi sự truyền thông nhạy cảm với độ trễ, và cải biến sự thích ứng liên kết cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng dựa trên xác suất đánh thủng xác định được.

Theo một phương án, nút vô tuyến này, thông qua việc thực thi các lệnh bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, còn hoạt động được để kích hoạt việc sử dụng lại tập hợp tài nguyên con bởi hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng mà tập hợp tài nguyên con này được ấn định vào đó nếu xác suất đánh thủng là dưới mức ngưỡng. Theo một phương án, bước xác định xác suất tương ứng mà tập hợp tài nguyên con có thể bị đánh thủng bao gồm bước xác định số lượng sự kiện đánh thủng được dự đoán cho tập hợp tài nguyên con đó. Theo một phương án, bước xác định xác suất bao gồm bước xác định xác suất dựa trên ít nhất một trong số dữ liệu lịch sử, dữ liệu tương lai được dự đoán, xu hướng ngắn hạn hay dài hạn nhận dạng được, và/hoặc xu hướng ngắn hạn hay dài hạn dự đoán được.

Theo một phương án, nút vô tuyến này, thông qua việc thực thi các lệnh bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, còn hoạt động được để duy trì, đối với mỗi tập hợp tài nguyên con, thông tin liên quan đến các sự kiện đánh thủng thực tế. Theo một phương án, thông tin được duy trì này được sử dụng trong quá trình chọn tập hợp tài nguyên con để đánh thủng.

Theo một phương án, nút vô tuyến này, thông qua việc thực thi các lệnh bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, còn hoạt động được để xác định tỷ số giữa số lượng sự kiện

đánh thủng thực tế so với số lượng sự kiện đánh thủng được dự đoán. Theo một phương án, việc dùng các tỷ số xác định được để chọn tập hợp tài nguyên con để đánh thủng bao gồm bước chọn đánh thủng tập hợp tài nguyên con có tỷ số thấp nhất.

Theo một phương án, nút vô tuyến này, thông qua việc thực thi các lệnh bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, còn hoạt động được để xác định xem tỷ số đối với tập hợp tài nguyên con có vượt quá giá trị ngưỡng hay không, và đáp lại việc xác định đó, thì huỷ hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng mà được liên kết với tập hợp tài nguyên con đó, và xác định tập hợp tài nguyên con đó là khả dụng để đánh thủng. Theo một phương án, bước cải biến sự thích ứng liên kết bao gồm các bước là chọn thời gian và/hoặc tần số, chọn các tài nguyên tiền mã hoá, thiết đặt mã trải phổ, thiết đặt mức độ lặp, thiết đặt mức công suất, thiết đặt mức độ kết tập, thiết đặt mức điều chế, và/hoặc thiết đặt mức mã hoá.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất nút vô tuyến dành cho mạng truyền thông tế bào. Theo một phương án, nút vô tuyến này được làm thích ứng để ấn định, từ tập hợp tài nguyên truyền thông trong khung con truyền thông, ít nhất một tập hợp tài nguyên con để sử dụng bởi các hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng. Đối với mỗi trong số ít nhất một tập hợp tài nguyên con này, thì nút vô tuyến này được làm thích ứng để xác định xác suất đánh thủng tương ứng, trong đó xác suất đánh thủng này bao gồm xác suất mà tập hợp tài nguyên con này có thể bị đánh thủng bởi sự truyền thông nhạy cảm với độ trễ, và cải biến sự thích ứng liên kết cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng dựa trên xác suất đánh thủng xác định được.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất nút vô tuyến dành cho mạng truyền thông tế bào. Theo một phương án, nút vô tuyến này bao gồm phương tiện để ấn định, từ tập hợp tài nguyên truyền thông trong khung con truyền thông, ít nhất một tập hợp tài nguyên con để sử dụng bởi các hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng. Nút vô tuyến này còn bao gồm phương tiện để, đối với mỗi trong số ít nhất một tập hợp tài nguyên con này, xác định xác suất đánh thủng tương ứng, trong đó xác suất đánh thủng này bao gồm xác suất mà tập hợp tài nguyên con này có thể bị đánh thủng bởi sự truyền thông nhạy cảm với độ trễ, và cải

biến sự thích ứng liên kết cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng dựa trên xác suất đánh thùng xác định được.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất nút vô tuyến dành cho mạng truyền thông tế bào. Theo một phương án, nút vô tuyến này bao gồm môđun ấn định thứ nhất hoạt động được để ấn định, từ tập hợp tài nguyên truyền thông trong khung con truyền thông, ít nhất một tập hợp tài nguyên con để sử dụng bởi các hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng. Nút vô tuyến này còn bao gồm môđun xác định thứ hai hoạt động được để xác định, đối với mỗi trong số ít nhất một tập hợp tài nguyên con, xác suất đánh thùng tương ứng, trong đó xác suất đánh thùng này bao gồm xác suất mà tập hợp tài nguyên con có thể bị đánh thùng bởi hoạt động truyền thông nhạy cảm với độ trễ. Nút vô tuyến này còn bao gồm môđun cải biến thứ ba hoạt động được để cải biến sự thích ứng liên kết cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng dựa trên xác suất đánh thùng xác định được.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính nêu trên lưu giữ các lệnh phần mềm mà khi được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý của nút vô tuyến thì làm cho nút vô tuyến đó ấn định, từ tập hợp tài nguyên truyền thông trong khung con truyền thông, ít nhất một tập hợp tài nguyên con để sử dụng bởi các hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng. Đối với mỗi trong số ít nhất một tập hợp tài nguyên con này, thì nút vô tuyến này xác định xác suất đánh thùng tương ứng, trong đó xác suất đánh thùng này bao gồm xác suất mà tập hợp tài nguyên con này có thể bị đánh thùng bởi sự truyền thông nhạy cảm với độ trễ, và cải biến sự thích ứng liên kết cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng dựa trên xác suất đánh thùng xác định được.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì sáng chế đề xuất chương trình máy tính bao gồm các lệnh mà khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý thì làm cho ít nhất một bộ xử lý đó thực hiện phương pháp theo điểm yêu cầu bảo hộ bất kỳ trong số các điểm từ 21 đến 30.

Theo khía cạnh khác của đối tượng được mô tả ở đây, thì chương trình máy tính này bao gồm bộ mang, trong đó bộ mang này là tín hiệu điện tử, tín hiệu quang học, tín hiệu vô tuyến, và/hoặc phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính.

Các giải pháp theo một số phương án của sáng chế có thể cho phép tăng cường dung lượng của các mạng ảo mà dùng chung các tài nguyên vật lý giống nhau, để hỗ trợ các phiên phụ thuộc vào độ trễ và các phiên dung nạp độ trễ với sự tăng cường phủ sóng thông qua sự lặp lại hoặc các mức độ kết tập cao hơn.

Thị trường Internet vạn vật (Internet of Things - IoT) được dự đoán là sẽ tăng trưởng theo hàm mũ trong tương lai gần, và các nhà điều hành di động đang nhắm đến việc hỗ trợ các loại lưu lượng hỗn hợp đó bằng nhiều mạng ảo mà dùng chung tập hợp tài nguyên vật lý cụ thể. Các giải pháp theo một số phương án của sáng chế có thể tạo thuận lợi cho sự tăng trưởng này.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu phạm vi của sáng chế và có thể thực hiện các khía cạnh khác nữa của sáng chế dựa vào phần mô tả chi tiết các phương án sau đây cùng với các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, mà được kết hợp vào đây và tạo thành một phần của bản mô tả này, thể hiện một số khía cạnh của sáng chế, và cùng với phần mô tả, có chức năng giải thích các nguyên lý của sáng chế.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện khái niệm ma trận xác suất đánh thủng (Puncturing Probability Matrix - PPM);

Fig.2 là hình vẽ thể hiện một ví dụ không nhằm mục đích giới hạn về hệ thống truyền thông tế bào theo một phương án của sáng chế;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ lập lịch và bộ tạo PPM mà hoạt động để cung cấp chức năng theo các phương án của sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện lưu đồ hoạt động của tiến trình con để lập lịch truyền C-MTC (Critical Machine-Type Communication - truyền thông kiểu máy quan trọng) của bộ lập lịch trên Fig.3, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện lưu đồ hoạt động của tiến trình con để lập lịch truyền M-MTC (Massive Machine-Type Communication - truyền thông kiểu máy quy mô lớn) hiện có của bộ lập lịch trên Fig.3, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện lưu đồ hoạt động của tiến trình con để lập lịch truyền M-MTC mới của bộ lập lịch trên Fig.3, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.7 và Fig.8 là các hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của trạm gốc theo một số phương án của sáng chế; và

Fig.9 và Fig.10 là các hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của thiết bị không dây theo một số phương án của sáng chế;

Fig.11 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của phương pháp lập lịch và/hoặc thích ứng liên kết ở bộ phát theo một số phương án của sáng chế; và

Fig.12 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của phương pháp sử dụng lại các tập hợp tài nguyên con mà được ấn định cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ, theo một số phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Các phương án được mô tả dưới đây sẽ cung cấp thông tin để cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực thực hiện các phương án này, và chúng thể hiện cách thức ưu tiên để thực hiện các phương án đó. Khi đọc phần mô tả sau đây dựa vào các hình vẽ kèm theo, thì người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu các nguyên lý của sáng chế và nhận thấy ứng dụng của các nguyên lý đó cho dù chúng không được thể hiện cụ thể ở đây. Cần hiểu rằng những nguyên lý này và những ứng dụng đó là nằm trong phạm vi của sáng chế và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Sáng chế liên quan đến hoạt động truyền thông kiểu máy (Machine-Type Communication - MTC), cụ thể là đề cập đến việc cho phép sự cùng tồn tại của phiên dung nạp độ trễ và phiên nhạy cảm với độ trễ trên MTC, mà được gọi lần lượt ở đây là truyền thông kiểu máy quy mô lớn (Massive Machine-Type Communication - M-MTC) và truyền thông kiểu máy quan trọng (Critical Machine-Type Communication - C-MTC). Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến việc tăng cường phủ sóng (Coverage Enhancement - CE) thông qua việc thích ứng liên kết, trong đó việc

thích ứng liên kết có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, bất kỳ trong số hoặc tổ hợp của các hành động chẳng hạn như thiết đặt hoặc cải biến việc điều khiển công suất, việc điều chế và mã hoá, và việc lặp lại, v.v.. Việc lặp thông tin là kỹ thuật chính để đạt được sự tăng cường phủ sóng. Nó có thể được sử dụng cho tất cả các kênh vật lý mà khả dụng cho các thiết bị người dùng (User Equipment - UE) được tăng cường phủ sóng, chẳng hạn kênh điều khiển đường xuống vật lý có khả năng MTC (MTC-capable Physical Downlink Control CHannel - M-PDCCH), kênh quảng bá vật lý (Physical Broadcast CHannel - PBCH), kênh dùng chung đường xuống vật lý (Physical Downlink Shared CHannel - PDSCH), kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control CHannel - PUCCH), kênh dùng chung đường lên vật lý (Physical Uplink Shared CHannel - PUSCH), và kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (Physical Random Access CHannel - PRACH) và các kênh bất kỳ khác mà có thể hoạt động theo cách tương tự. Theo một số khía cạnh của kỹ thuật lặp đó, thì thông tin được lặp lại trên nhiều tài nguyên truyền, chẳng hạn các khoảng thời gian truyền (Transmit Time Interval - TTI), đối với mỗi lần truyền. Để chọn được sự thích ứng liên kết thích hợp, thì vài yếu tố có thể được tính đến, bao gồm việc dự đoán hoạt động có lưu lượng thống kê, đặc biệt là nhằm mục đích dự đoán khả năng đánh thùng/ghi đè đối với vài tài nguyên được ấn định cho lưu lượng có dung nạp độ trễ, với sự tăng cường phủ sóng thông qua sự lặp lại, để ấn định lại chúng cho lưu lượng có phụ thuộc độ trễ hơn. Các khái niệm được mô tả ở đây có thể được áp dụng cho cả các hệ thống song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplex - FDD) lẫn các hệ thống song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplex - TDD) động linh hoạt.

Như được sử dụng ở đây, “nút vô tuyến” là nút truy cập vô tuyến hoặc thiết bị không dây. Một nút vô tuyến có thể được tập trung tại một vị trí vật lý hoặc được phân tán trên nhiều vị trí vật lý.

Như được sử dụng ở đây, “nút truy cập vô tuyến” là nút bất kỳ trong mạng truy cập vô tuyến của mạng truyền thông tế bào mà hoạt động để truyền và/hoặc nhận các tín hiệu bằng phương pháp không dây. Một số ví dụ về nút truy cập vô tuyến bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, trạm gốc (ví dụ, nút B tăng cường hoặc cải tiến (enhanced/evolved Node B - eNB) trong mạng 3GPP (Third Generation Partnership

Project - dự án hợp tác thế hệ thứ ba) LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài), trạm gốc công suất cao hoặc trạm gốc macro (trạm gốc lớn), trạm gốc công suất thấp (ví dụ, trạm gốc micro (trạm gốc nhỏ), trạm gốc pico (trạm gốc siêu nhỏ), eNB thường trú, v.v.), nút chuyển tiếp, điểm truy cập.

Như được sử dụng ở đây, “thiết bị không dây” là loại thiết bị bất kỳ mà có truy cập vào (tức được phục vụ bởi) mạng truyền thông tế bào bằng cách truyền và/hoặc nhận các tín hiệu bằng phương pháp không dây đến hoặc từ một hoặc nhiều nút truy cập vô tuyến. Một số ví dụ về thiết bị không dây bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, UE trong mạng 3GPP LTE và thiết bị MTC.

Như được sử dụng ở đây, “nút mạng” là nút bất kỳ mà là một phần của mạng truy cập vô tuyến hoặc mạng lõi của mạng/hệ thống truyền thông tế bào. Một nút mạng có thể được tập trung tại một vị trí vật lý hoặc được phân tán trên nhiều vị trí vật lý.

Lưu ý rằng phần mô tả ở đây tập trung vào hệ thống truyền thông tế bào 3GPP LTE (hoặc thể hệ tương lai của hệ thống truyền thông tế bào 3GPP LTE), nên thuật ngữ 3GPP LTE hoặc thuật ngữ tương tự như thuật ngữ 3GPP LTE là thường xuyên được sử dụng. Tuy nhiên, những khái niệm được bộc lộ ở đây không chỉ giới hạn ở hệ thống 3GPP LTE.

Lưu ý rằng trong phần mô tả ở đây thì thuật ngữ “tế bào” có thể được đề cập đến. Tuy nhiên, đặc biệt là đối với những khái niệm thuộc thế hệ thứ năm (5th Generation - 5G), thì thuật ngữ “chùm” có thể được sử dụng thay cho thuật ngữ “tế bào”, do đó, cần lưu ý rằng các khái niệm được mô tả ở đây là có thể được áp dụng tương đương cho cả tế bào lẫn chùm.

Trên đây đã nói rằng việc cắt lớp cứng là có các nhược điểm và việc cắt lớp mềm là không đơn giản. Thông thường, cần có một số sự bảo đảm ở mức độ dịch vụ cho các dịch vụ C-MTC và M-MTC mà hoạt động theo cách tiếp cận là cắt lớp mềm. Đối với C-MTC, miễn là biên dạng lưu lượng thoả mãn các tiêu chuẩn nhất định (liên quan đến số lượng phiên, các phân tải hữu ích của phiên, và những sự phân bố phiên theo thời gian/theo tần số/trong không gian, v.v.), thì khả năng truy cập có độ trễ thấp sẽ được bảo đảm. Điều này có thể hiểu là việc truy cập “tức thời” vào tất cả các tài nguyên vô tuyến của tế bào mà được quản lý bằng việc cắt lớp mềm, đối với

khoảng thời gian nhỏ cụ thể, nhưng sẽ luôn bảo đảm rằng M-MTC là được cung cấp, theo trung bình, với một phần trung bình dài hạn được thoả thuận của các tài nguyên vô tuyến. Với phụ tải M-MTC cao và lưu lượng C-MTC về cơ bản là loạt nhưng không thể dự đoán được, thì lợi ích của việc có thể đánh thủng lưu lượng M-MTC để chen vào lưu lượng C-MTC trở nên rõ ràng để tối đa hoá dung lượng hệ thống.

Việc dùng chung các tài nguyên vật lý cho nhiều loại dịch vụ có các mức độ dung nạp độ trễ và sự lặp lại khác nhau thậm chí còn khó khăn hơn trong hệ thống đơn dải TDD động. Đối với hệ thống đó, để lập lịch hoạt động truyền C-MTC đường lên hoặc đường xuống, thì sẽ cần phải đánh thủng hoạt động truyền M-MTC.

Nếu hoạt động truyền M-MTC đường xuống bị đánh thủng thì điều này có thể làm yếu hoạt động truyền đường xuống, và có thể làm cho hoạt động truyền đường xuống bị thất bại. Ví dụ, đối với thiết bị M-MTC công suất thấp, thì có thể cần phải gửi cùng một lần truyền đường xuống đến thiết bị M-MTC đó vài lần để bảo đảm rằng lần truyền đó là được nhận đúng bởi thiết bị M-MTC đó. Việc đánh thủng hoạt động truyền lặp lại đó đối với thiết bị M-MTC đó làm giảm số lượng bản sao lần truyền mà thiết bị M-MTC đó nhận được, điều này có thể dẫn đến việc lần truyền đường xuống đó cuối cùng là không thành công bởi vì thiết bị M-MTC đó không có đủ dữ liệu để nhờ đó xác định hoặc tái tạo lần truyền đường xuống được dự định.

Nếu hoạt động truyền M-MTC đường lên bị đánh thủng, thì điều này làm nảy sinh những khó khăn mới. Ví dụ, đối với thiết bị M-MTC công suất thấp, thì thiết bị M-MTC đó có thể được cấp phép để gửi lần truyền đường lên nhiều lần mà không cần phải nhận phép cấp đường lên tường minh mỗi lần. Thiết bị đó có thể gửi đi gửi lại lần truyền đường lên mà không cần đợi – hay thậm chí là nghe ngóng – phép cấp đường lên, nên có thể không có cách nào để báo cho thiết bị đó rằng nó cần tạm ngừng hoạt động truyền đường lên của mình để hoạt động truyền C-MTC có thể chiếm các tài nguyên đó. Trong tình huống này, C-MTC có thể gửi lần truyền đường xuống trong khi M-MTC tiếp tục gửi từ mù lần truyền đường lên của nó nhờ sử dụng cùng các tài nguyên đó. Sự can nhiễu gây ra có thể làm cho việc truyền M-MTC không thành công và thậm chí có thể là cả việc truyền C-MTC không thành công.

Thấy trước tình huống này, thì hoạt động truyền M-MTC đường lên bị nhiễu nặng có thể được thiết đặt sao cho sự thích ứng liên kết/việc điều khiển công suất của

nó được làm thích ứng với mức xác suất đánh thủng hiệu quả được dự đoán, ví dụ, thấy trước rằng một tập hợp tài nguyên con sẽ bị chi phối bởi tạp âm (tức hoạt động truyền C-MTC gây nhiễu) và do đó sẽ gần như được đánh thủng một cách hiệu quả ra khỏi tập hợp tài nguyên mà có thể được dùng để dò đúng thông điệp này. Như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây, sự thích ứng này có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, bất kỳ trong số hoặc tổ hợp của bất kỳ trong số các hành động chẳng hạn như tăng số lượng lần lặp lại, thay đổi sang sơ đồ mã hoá / điều chế chống lỗi tốt hơn, điều chỉnh công suất phát, v.v..

Để làm thích ứng sự thích ứng liên kết/mức công suất, với mức độ hiệu quả được dự đoán (tức sự xuất hiện thực sự; thực tế so với được dự đoán) của mức độ đánh thủng, thì trước hết phải có thể dự đoán được mức độ đó. Nếu biết trước mẫu của các hoạt động truyền C-MTC, và mẫu TDD được liên kết với các hoạt động truyền đó, thì sẽ biết, với xác suất là 100%, mức độ đánh thủng mà sẽ được áp dụng cho các hoạt động truyền M-MTC khi nó đang được ấn định các tài nguyên. Đáng buồn là các hoạt động truyền C-MTC không phải lúc nào cũng “được lập lịch trước” và mẫu TDD đôi khi có thể hoàn toàn linh hoạt và thích ứng với các yêu cầu truyền không biết trước. Do đó, cần phải dự đoán được các đặc điểm thống kê của mẫu đánh thủng hiệu quả. Để làm thế, thì có thể trực tiếp thử thu thập mô hình thống kê đối với mẫu đánh thủng đó dựa trên các bản ghi lịch sử. Cũng có thể thử đi sâu vào việc dựng mô hình mẫu truyền của các dịch vụ khác nhau và mẫu truyền song công liên quan, hoặc yếu tố bất kỳ khác mà có thể ảnh hưởng đến mẫu đánh thủng, và thử tạo ra mô hình thống kê cho các mẫu đó, mà sau đó có thể được ánh xạ vào mô hình thống kê cho các mức độ đánh thủng.

Như đã mô tả trên đây, sự cùng tồn tại của các loại lưu lượng khác nhau, với sự nhạy cảm với độ trễ khác nhau và thời lượng ấn định tài nguyên khác nhau, là khó khăn với việc cắt lớp mềm, bởi vì nó có thể ngăn không cho các phiên phụ thuộc vào độ trễ có khả năng truy cập ngay vào các tài nguyên, và việc cắt lớp cứng thì có thể dẫn đến những sự không hiệu quả khi tạo đường trung kế.

Ở các hệ thống TDD động, thì còn có các vấn đề liên quan đến việc các hoạt động truyền M-MTC đường xuống có thể cần được ngắt quãng hoặc được huỷ bởi hoạt động truyền C-MTC đường lên, và hoạt động nhận M-MTC đường lên được lập

lịch có thể bị thất bại vì hoạt động truyền C-MTC đường xuống khẩn cấp được lập lịch sau đó (chưa kể đến việc nhận chính lần truyền C-MTC đường xuống này cũng có thể bị can nhiễu bởi hoạt động truyền M-MTC đường lên).

Việc “đánh thùng” là hấp dẫn, nhưng nếu chỉ đơn giản là đánh thùng thì có thể dẫn đến việc nhận mà không còn có thể phát hiện thành công nữa.

Dựa trên các vấn đề nêu trên, thì các hệ thống và các phương pháp theo các phương án được bộc lộ ở đây đề cập đến việc cho phép các phiên phụ thuộc vào độ trễ có khả năng truy cập ngay đến một phần của các tài nguyên đã được ấn định cho phiên dung nạp độ trễ. Theo một số phương án, thì giả định là một số trong số các phiên dung nạp độ trễ đó sẽ được ấn định tập hợp tài nguyên tương đối lớn, do vùng phủ sóng (ví dụ, để cải thiện khả năng truyền thông thành công cho dù tín hiệu yếu do tạp âm và/hoặc khoảng cách). Tập hợp tài nguyên lớn hơn này sẽ có dạng sự lặp lại hoặc sự kết tập dữ liệu trên tập hợp lớn hơn so với tập hợp mà vốn sẽ được yêu cầu để truyền thông hiệu quả trên phạm vi ngắn hơn. Mức độ kết tập hoặc mức độ lặp được tăng lên này có thể được tạo cấu hình như một phần của sự thích ứng liên kết. Những phần khác của sự thích ứng liên kết này bao gồm việc lựa chọn bậc điều chế, tốc độ mã hoá, và mức công suất thích hợp. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất phương pháp làm thích ứng sự thích ứng liên kết đáp lại (ví dụ, để bù cho) mức độ đánh thùng được dự đoán đối với các tài nguyên được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ. Việc đánh thùng này có thể được thực hiện nhằm mục đích chen vào (các) hoạt động truyền mà được liên kết với các phiên phụ thuộc vào độ trễ. Các tài nguyên được đánh thùng đó có thể được liên kết với sự góp phần chỉ có tạp âm theo phương pháp kết hợp sự lặp lại ở bộ thu, mà có thể sử dụng, ví dụ, phương pháp kết hợp mềm độ dư gia tăng tương tự như phương pháp được sử dụng trong yêu cầu lặp tự động lại (Hybrid Automatic Repeat reQuest - HARQ). Theo cách này, thì mức độ lặp và/hoặc mức công suất cao hơn và bảo toàn và/hoặc mức độ của sơ đồ điều chế và mã hoá (Modulation and Coding Scheme - MCS) bảo toàn, và/hoặc các thuộc tính thích ứng liên kết bảo toàn hơn (tức chống lỗi tốt hơn) bất kỳ khác là có thể được chọn dựa trên xác suất “đánh thùng” tài nguyên được dự đoán.

Theo một số phương án, mục đích là có thể điều tiết lưu lượng có phụ thuộc độ trễ với sự gián đoạn nhỏ nhất đối với lưu lượng có dung nạp độ trễ, để giảm thiểu sự

ảnh hưởng đến, ví dụ, thời lượng pin của các thiết bị tham gia vào các hoạt động truyền/nhận liên quan đến các phiên không nhảy cảm với độ trễ.

Theo một số phương án, giả định là hệ thống có thể dự đoán xác suất đối với các phần tử tài nguyên riêng lẻ (thực thể tài nguyên lập lịch nhỏ nhất) để được ấn định lại cho các phiên phụ thuộc vào độ trễ, hoặc để không thể sử dụng được do các phiên phụ thuộc vào độ trễ (ví dụ, thời gian bảo vệ cho sự thay đổi song công mà được kích hoạt cho các phiên phụ thuộc vào độ trễ). Lưu ý rằng các xác suất chung giữa các phần tử tài nguyên thường là đáng quan tâm và cần được dự đoán. Ví dụ, nếu các phiên phụ thuộc vào độ trễ thường xuyên được ấn định nhiều hơn một phần tử tài nguyên, thì xác suất mà một phần tử sẽ được sử dụng, nếu phần tử trong ngăn tần số liền kề cũng sẽ được sử dụng, là có thể khác với xác suất mà vẫn phần tử này sẽ được sử dụng, nếu vẫn phần tử trong ngăn tần số liền kề đó sẽ không được sử dụng. Việc dự đoán này có thể yêu cầu việc sử dụng các mảng đa chiều mà sẽ xác định đặc điểm xác suất chung được ước lượng mà một phần tử tài nguyên cần được đánh thủng trong tương lai. Mảng này có thể bao trùm tất cả các chiều lập lịch (thời gian, tần số, các mã trải phổ, các bộ tiền mã hoá không gian, v.v.). Xác suất đánh thủng các phần tử có thể cần được tính đến chung nếu xác suất mà một phần tử tài nguyên được ấn định lại cho lần truyền cấp bách/quan trọng hơn là phụ thuộc vào xác suất mà phần tử khác đã được ấn định lại cho vẫn lần truyền này hoặc lần truyền khác cấp bách/quan trọng hơn.

Các phương án theo sáng chế cũng bao trùm việc ngắt quãng các hoạt động truyền mà được liên kết với các phiên dung nạp độ trễ trong trường hợp mức độ đánh thủng thực tế vượt quá mức độ được dự đoán và được sử dụng trong việc thích ứng liên kết. Nếu việc đánh thủng làm cho tỷ số tín hiệu trên nhiễu và tạp âm (Signal to Interference plus Noise Ratio - SINR) được dự đoán, sau khi kết tập ở bộ thu, đến mức mà được cho là không đủ, thì có thể huỷ bất cứ phần còn lại nào của hoạt động truyền mà có thể huỷ. Do đó, bộ lập lịch có thể liên tục đánh giá mức độ đánh thủng thực tế liên quan đến phiên dung nạp độ trễ, và có thể cố gắng bảo đảm rằng mức độ đó vẫn còn thấp hơn hoặc bằng mức chấp nhận được dựa trên sự thiết đặt thích ứng liên kết mà đã được sử dụng khi cài đặt hoạt động truyền, và có thể, như là cơ hội cuối cùng, huỷ cái mà có thể vẫn huỷ được, nếu nó thấy rằng mức độ đánh thủng

thực tế vượt quá mức mà có thể dẫn đến việc dò thành công với mức độ tin cậy chấp nhận được.

Các phương án theo sáng chế cũng bao trùm khía cạnh liên quan: việc lập lịch cho các phiên phụ thuộc vào độ trễ có thể cần được điều khiển bởi bộ lập lịch để giảm thiểu sự ảnh hưởng đến các phiên dung nạp độ trễ, có tính đến sự thiết đặt thích ứng liên kết mà đã được sử dụng, có tính đến mức độ đánh thủng trong trường hợp xấu nhất được dự đoán mà được dự tính. Bộ lập lịch có thể thử lan trải việc đánh thủng đến các phiên dung nạp độ trễ khác nhau trong nỗ lực duy trì các xác suất dò đúng cao bằng nhau cho tất cả trong số chúng, nhưng nếu phụ tải của các phiên phụ thuộc vào độ trễ là quá cao, để xác suất lỗi khi dò có thể trở nên quá cao trong toàn hệ thống đối với tất cả các phiên dung nạp độ trễ bị đánh thủng, thì nó có thể chuyển mạch sang chế độ hoạt động mà đối với chế độ đó thì một ít phiên dung nạp độ trễ là bị gián đoạn. Nếu việc đánh thủng được dự đoán phù hợp, thì việc đánh thủng sẽ “được hấp thụ” bởi sự thích ứng liên kết, nhưng nếu việc đánh thủng bị ước lượng dưới mức, thì việc đánh thủng có thể được tập trung vào càng ít phiên càng tốt, mà sau đó có thể được huỷ. Và nếu việc đánh thủng bị ước lượng quá mức, thì sơ đồ này có thể làm cho sự thích ứng liên kết trở nên dưới mức tích cực một chút, điều này có thể làm giảm một chút hiệu quả phổ của các tài nguyên được dùng cho các phiên dung nạp độ trễ.

Theo một số phương án, sáng chế đề xuất giải pháp cho phép các tài nguyên, mà được ấn định cho các phiên dung nạp độ trễ, được ấn định lại (được đánh thủng) cho các phiên phụ thuộc vào độ trễ, nhưng làm thích ứng sự thích ứng liên kết của phiên dung nạp độ trễ bị đánh thủng dựa trên mức độ đánh thủng được dự đoán, mà được liên kết với biên dạng lưu lượng có phụ thuộc độ trễ được ước lượng. Do đó, một số phương án của sáng chế liên quan đến một hoặc nhiều trong số:

- Sự ước lượng đánh thủng: ước lượng xác suất mà các tài nguyên được ấn định lại (được đánh thủng) từ các phiên dung nạp độ trễ sang các phiên phụ thuộc vào độ trễ;
- Sự thích ứng liên kết được làm thích ứng: áp dụng cơ chế để cải biến cơ chế thích ứng liên kết “bình thường” của các phiên dung nạp độ trễ để bù cho mức độ đánh thủng được dự đoán;

- Sự đánh thủng phân tán: lan trải sự đánh thủng trên nhiều phiên dung nạp độ trễ hơn (một tiêu chuẩn để lập lịch các phiên phụ thuộc vào độ trễ có thể là thử đánh thủng các phiên dung nạp độ trễ để giữ cho mức độ đánh thủng của các phiên dung nạp độ trễ ở mức thấp hơn mức chấp nhận được, có tính đến sự thích ứng liên kết đã được cải biến); và
- Sự đánh thủng tập trung: nếu sự đánh thủng phân tán làm yếu quá nhiều phiên dung nạp độ trễ, thì đánh thủng càng ít phiên dung nạp độ trễ càng tốt. Các phiên dung nạp độ trễ đó có thể được huỷ và tất cả các tài nguyên của chúng được dùng để đánh thủng. Một tiêu chuẩn để thực thể mạng, chẳng hạn bộ lập lịch, tập trung vào việc đánh thủng bổ sung bất kỳ có thể là việc liệu mức độ đánh thủng đã là lớn nhất so với mức được cung cấp trong quá trình thích ứng liên kết của các phiên dung nạp độ trễ hay chưa. Trong trường hợp đó, sự quyết định có thể là đánh thủng càng ít phiên dung nạp độ trễ càng tốt. Theo các phương án nữa, thì dữ liệu mà vẫn cần được truyền đến một ít phiên bị hy sinh đó cũng được huỷ, nếu xác suất dò đúng quá thấp.

Tiếp theo, một phương án minh hoạ của sáng chế sẽ được mô tả.

Phương án minh hoạ

Nhằm mục đích minh hoạ, thì giả định rằng các tài nguyên vô tuyến có thể lập lịch được trong hệ thống là tạo thành lưới thời gian-tần số, trong đó đơn vị để lập lịch theo thời gian được gọi là khung con và đơn vị lập lịch theo tần số được gọi là khối tài nguyên (Resource Block - RB). Hệ thống đang xét là FDD. Phương án này tập trung vào các hoạt động truyền đường xuống.

Ma trận xác suất đánh thủng (Puncturing Probability Matrix - PPM)

Fig.1 là hình vẽ thể hiện ma trận xác suất đánh thủng (Puncturing Probability Matrix - PPM) được nêu làm ví dụ và bộ ước lượng PPM theo một phương án của sáng chế. Để đơn giản cho việc thể hiện, thì giả định là mỗi đơn vị tài nguyên sẽ được liên kết với một xác suất đánh thủng độc lập với các đơn vị tài nguyên khác.

Việc giả định đó có thể là hợp lý trong các tình huống mà trong đó loạt C-MTC sử dụng một đơn vị tài nguyên đơn. Trong trường hợp đó, xác suất đánh thủng có thể được biểu diễn bằng PPM như được thể hiện trên Fig.1. Phần tử của PPM tương ứng với xác suất mà đơn vị tài nguyên cụ thể sẽ bị đánh thủng bởi lưu lượng C-MTC.

Theo một số phương án, bộ ước lượng PPM có thể nhận đầu vào là các thông tin sau đây: thông tin lập lịch cho lưu lượng C-MTC, và các thống kê về lưu lượng C-MTC. Với đầu ra, thì nó tính toán PPM, để cung cấp xác suất mà đơn vị tài nguyên cụ thể trong lưới tài nguyên của các khung con sắp tới sẽ bị đánh thủng. Fig.1 là hình vẽ thể hiện hai ví dụ, có và không lập lịch trước C-MTC. Theo ví dụ 1, thì việc lập lịch trước lưu lượng C-MTC là không được hỗ trợ. Trong trường hợp đó, thì các xác suất đánh thủng $\{p_i\}$ có thể được tính toán dựa trên tốc độ đến của các loạt lưu lượng C-MTC. Ví dụ, nếu sự cấp phát tài nguyên cho các loạt lưu lượng C-MTC không theo sự ưu tiên nào (một ví dụ về sự ưu tiên đó có thể là việc cấp phát lưu lượng C-MTC từ các RB theo thứ tự cụ thể), thì các xác suất này có thể được tính gần đúng là $p_i = p$, trong đó p là mức tận dụng tài nguyên trung bình do lưu lượng C-MTC. Nếu sự cấp phát tài nguyên cho lưu lượng C-MTC là theo thứ tự ưu tiên, thì các xác suất này có thể khác. Theo ví dụ 2, thì các hoạt động truyền C-MTC là được lập lịch trước ở các khung con về sau trên các RB nhất định mà tương ứng với xác suất đánh thủng là 1. Các xác suất đánh thủng $\{p_i\}$ trong trường hợp này là được tính toán dựa trên tốc độ đến của các loạt lưu lượng C-MTC, thông tin lập lịch, và sự ưu tiên cấp phát tài nguyên, nếu có. Việc sử dụng thông tin bổ sung của các tài nguyên được lập lịch trước sẽ cải thiện khả năng ước lượng PPM và nhờ đó dẫn đến sự thích ứng liên kết tốt hơn. Khi thể hiện vòng lặp lập lịch dưới đây, thì cách thức mà PPM có thể được dùng để cải thiện sự cùng tồn tại C-MTC / M-MTC sẽ được thể hiện.

Vòng lặp lập lịch như một yếu tố cho phép tăng cường sự cùng tồn tại của C-MTC / M-MTC

Các giả định sau đây được đưa ra về hệ thống đang xét, và một phương án theo sáng chế cho hệ thống này sẽ được trình bày. Các giả định này được đưa ra để đơn

giản hoá việc trình bày, nhưng đối tượng được mô tả ở đây không chỉ giới hạn ở trường hợp đó.

- Hoạt động truyền M-MTC có thể được lập lịch với sự lặp lại theo thời gian để tăng cường phủ sóng. Ngược lại, các hoạt động truyền C-MTC là được lập lịch cho một khung con tại một thời điểm. Không mất tính tổng quát, cũng giả định rằng hoạt động truyền C-MTC hoặc hoạt động truyền M-MTC chiếm chính xác là một RB (tức một đơn vị xét về mặt tài nguyên tần số).
- Chính sách cấp phát tài nguyên không có thứ tự ưu tiên nào xét về mặt cấp phát các RB cho loại lưu lượng cụ thể.
- Để đơn giản hoá hơn nữa việc trình bày, thì giả định rằng việc lập lịch thuận, mà nhờ đó một loạt là được lập lịch trong RB trong khung con tương lai, là không được sử dụng, và do đó, loạt bất kỳ, nếu được lập lịch, là được lập lịch trong tài nguyên của khung con hiện tại. Phương án được trình bày này có thể dễ dàng được mở rộng khi việc lập lịch thuận được cho phép.

Bộ lập lịch duy trì nội bộ dữ liệu sau đây:

- Danh sách các hoạt động truyền M-MTC đang diễn ra cùng với các thông tin sau đây cho mỗi trong số các hoạt động đó: các biến số quyết định lập lịch và thích ứng liên kết (sơ đồ điều chế và mã hoá, công suất phát, mức độ lặp), số lần đánh thùng được ước lượng tính toán được trong quá trình thích ứng liên kết, và số lần đánh thùng được cộng dồn đã xảy ra; và
- Ma trận xác suất đánh thùng.

Bộ lập lịch nhận đầu vào như sau ở đầu mỗi vòng lặp lập lịch (mà xuất hiện ngay trước khi bắt đầu khung con mới): a) danh sách các hoạt động truyền M-MTC mới mà được yêu cầu để lập lịch (Ω_M), b) danh sách các hoạt động truyền C-MTC mới mà được yêu cầu để lập lịch (Ω_C), c) SINR trên mỗi UE từ bộ xử lý phản hồi kênh (SINR[UE1], SINR[UE2], v.v.), và d) những sự điều chỉnh SINR từ bộ xử lý phản hồi HARQ: (adjustment[UE1], adjustment[UE2], v.v.).

Vòng lặp lập lịch này có thể được mô tả bằng mã giả như sau. Lưu ý rằng mã giả này bao gồm ba vòng lặp con được thực thi theo thứ tự được quy định.

1) Vòng lặp con dành cho các hoạt động truyền C-MTC mới

For each (C-MTC) UE in Ω_C :

```

// Link adaptation
Determine MCS, and transmit power p;
MCS[UE], p[UE] = f(SINR[UE] + adjustment[UE]) where f(.) is a
configured mapping from SINR to MCS and transmit power;

// Resource allocation
Select a resource block in the current subframe based on some
selection criteria; // An example is provided later
If resource allocation is successful:
    Transmit the C-MTC in the chosen resource block;
End If
If the resource allocation punctures an ongoing M-MTC:
    Update accumulated number of puncturing for the M-MTC;
    If the puncturing level for the M-MTC exceeds the
    estimated number of puncturing calculated during link
    adaptation plus a margin:
        Remove the M-MTC transmission from the list of
        ongoing M-MTC transmissions;
    End If
End If
Update PPM

```

End For

2) Vòng lặp con dành cho các hoạt động truyền M-MTC đang diễn ra

For each ongoing M-MTC transmission:

```

If the resource block allocated to this M-MTC is not
punctured in the current sub-frame:
    Transmit in the allocated resource block;
End If

```

End For

3) Vòng lặp con dành cho các hoạt động truyền M-MTC mới

For each (M-MTC) UE in Ω_M :

```

Find the list of available resource blocks (i.e., not used by
any previous transmissions in the current sub-frame);

```

```

For each available resource block RB:
    //Link adaptation

```

```

        Determine MCS, transmit power and repetition level, as
        well as the estimated number of puncturing;
        nominalRepetitionLevel[UE,RB], MCS[UE,RB], power[UE,RB]
        = f1(SINR[UE,RB] + adjustment[UE, RB])
        actualRepetitionLevel[UE, RB],
        estimatedNrofPuncturing[UE,RB] =
        g(nominalRepetitionLevel[UE, RB], PPM);
        // f1(.) and g(.) are pre-configured mappings.
    End For

    // Resource allocation
    Select an available resource block that requires the smallest
    number of repetitions;
    If resource allocation is successful:
        Transmit on the selected resource block;
        Add this transmission to the scheduler-internal list of
        ongoing M-MTC transmissions along with the associated
        information;
    End If
End For

```

Sau đây là một ví dụ về tiêu chuẩn chọn RB cho hoạt động truyền C-MTC:

- Không chọn RB mà đã được chọn cho C-MTC khác.
- Ưu tiên RB rỗng so với RB đã được cấp phát cho hoạt động truyền M-MTC đang diễn ra.
- Nếu không có RB rỗng nào khả dụng, thì đánh thủng RB của hoạt động truyền M-MTC đang diễn ra mà có giá trị của tỷ số giữa số lần đánh thủng được cộng dồn, mà đã xảy ra, so với số lần đánh thủng được ước lượng tính được trong quá trình thích ứng liên kết, là nhỏ nhất.

Ví dụ về kiến trúc và sự hoạt động của hệ thống

Các phương án theo sáng chế là được thực hiện trong hệ thống hoặc mạng truyền thông tế bào. Một ví dụ không nhằm mục đích giới hạn về hệ thống truyền thông tế bào 10 được thể hiện trên Fig.2.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện hệ thống truyền thông tế bào 10 được nêu làm ví dụ, có bộ lập lịch được thực hiện ở nút mạng theo một phương án của đối tượng được mô tả ở đây. Theo phương án được thể hiện trên Fig.2, thì hệ thống truyền thông tế bào 10 này bao gồm mạng truy cập vô tuyến (Radio Access Network - RAN) 12 bao

gồm một số lượng nút truy cập vô tuyến, mà theo ví dụ được thể hiện này là các trạm gốc 14. Trong hệ thống 3GPP LTE thì các trạm gốc 14 có thể là, ví dụ, các eNB hoặc các trạm gốc công suất thấp (ví dụ, các trạm gốc pico, micro, femto, hoặc các trạm gốc thường trú). Các trạm gốc 14 có các tế bào 16 để cung cấp khả năng truy cập vô tuyến cho các thiết bị không dây (Wireless Device - WD) 18 (ví dụ, các UE) trong các tế bào 16 tương ứng của các trạm gốc 14. Lưu ý rằng tuy các tế bào 16 được thể hiện theo ví dụ trên Fig.2, nhưng theo các phương án khác thì các trạm gốc 14 có thể truyền trên nhiều chùm. Theo ví dụ này, thì các trạm gốc 14 truyền thông qua kết nối X2 (hay tổng quát hơn, là kết nối từ trạm gốc đến trạm gốc). Ngoài ra, các trạm gốc 14 được kết nối đến mạng lõi 20, mà bao gồm các nút mạng lõi khác nhau, chẳng hạn như, ví dụ, một hoặc nhiều thực thể quản lý di động (Mobility Management Entity - MME) 22, một hoặc nhiều cổng phục vụ (Serving GateWay - S-GW) 24, và một hoặc nhiều cổng mạng dữ liệu gói (Packet data network GateWay - P-GW) 26.

Các thiết bị không dây 18 bao gồm các thiết bị không dây 18 nhạy cảm với độ trễ (ví dụ, các thiết bị C-MTC) và các thiết bị không dây 18 dung nạp độ trễ (ví dụ, các thiết bị M-MTC).

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ lập lịch 28 và bộ tạo PPM 30 mà hoạt động để cung cấp chức năng theo các phương án của sáng chế. Theo một số phương án thì bộ lập lịch 28 được thực hiện ở trạm gốc 14 (hoặc tổng quát hơn là ở nút truy cập vô tuyến). Bộ lập lịch 28 có thể được thực hiện bằng phần mềm mà được lưu giữ trong, ví dụ, bộ nhớ, và được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý (ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit - CPU), một hoặc nhiều mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), một hoặc nhiều mảng cổng lập trình được dạng trường (Field Programmable Gate Array - FPGA), và/hoặc các phương tiện tương tự) của trạm gốc 14 (hay tổng quát hơn là nút truy cập vô tuyến). Bộ tạo PPM 30 có thể được thực hiện ở trạm gốc 14 hoặc một số nút mạng khác. Theo một số phương án, thì bộ tạo PPM 30 được thực hiện bằng phần mềm mà được lưu giữ, ví dụ, trong bộ nhớ và được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý của nút mạng.

Bộ tạo PPM 30 hoạt động để tạo ra PPM biểu diễn mô hình thống kê của xác suất mà các tài nguyên riêng lẻ được đánh trúng (tức là được ấn định lại cho các

phiên phụ thuộc vào độ trễ, ví dụ, các phiên C-MTC), như đã mô tả trên đây. Lưu ý rằng PPM chỉ là một dạng biểu diễn ví dụ của mô hình thống kê. Mô hình thống kê này có thể biến thiên tùy theo cách thức thực hiện cụ thể.

Bộ lập lịch 28 bao gồm tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền C-MTC mới 32, tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC hiện có 34, và tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC mới 36. Hoạt động truyền mới là hoạt động truyền mà đến ở khung con hiện tại. Thuật ngữ này áp dụng cho cả các hoạt động truyền C-MTC lẫn các hoạt động truyền M-MTC. Hoạt động truyền hiện có là hoạt động truyền mà đến ở khung con sớm hơn nhưng vẫn đang được truyền do sự lặp lại. Khi các hoạt động truyền C-MTC không lặp lại, thì thuật ngữ này sẽ chỉ áp dụng cho các hoạt động truyền M-MTC. (Hoạt động truyền C-MTC mới tại khung con cụ thể là được truyền trong khung con đó mà không có sự lặp lại.)

Fig.4 là hình vẽ thể hiện lưu đồ hoạt động của tiến trình con để lập lịch truyền C-MTC mới 32 của bộ lập lịch 28 trên Fig.3, theo một số phương án của sáng chế. Như được thể hiện, khi lập lịch cho khung con hiện tại, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền C-MTC mới 32 sẽ thiết đặt chỉ số i bằng giá trị khởi tạo, mà theo ví dụ này là 1 (bước 100). Chỉ số i là chỉ số đến danh sách các thiết bị không dây 18 mà các hoạt động truyền C-MTC cần được lập lịch cho chúng trong khung con hiện tại. Trong mã giả đối với phương án minh họa nêu trên thì tập hợp các thiết bị không dây 18 này được gọi là Ω_C , do đó, cách gọi này cũng được sử dụng ở đây.

Tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền C-MTC mới 32 xác định xem có các tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con hiện tại hay không (bước 102). Nếu có, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền C-MTC mới 32 chọn tài nguyên chưa được sử dụng trong khung con hiện tại cho hoạt động truyền C-MTC cho UE_i (bước 104), và sau đó tiến trình tiến đến bước 114. Tuy nhiên, nếu không có tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con hiện tại, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền C-MTC mới 32 sẽ chọn tài nguyên cho hoạt động truyền C-MTC cho UE_i từ trong số các tài nguyên đó trong khung con hiện tại mà đã được ấn định cho hoạt động/phiên truyền M-MTC hiện có (bước 106). Nói cách khác, là tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền C-MTC mới 32 sẽ chọn tài nguyên mà sẽ đánh thủng hoạt động/phiên truyền M-MTC hiện có. Tiến trình con để lập lịch truyền C-

MTC 32 có thể dùng các tiêu chuẩn phù hợp bất kỳ để đưa ra sự lựa chọn ở bước 106. Một ví dụ về tập hợp các tiêu chuẩn là như sau:

Không chọn tài nguyên mà đã được chọn cho C-MTC khác. Ưu tiên tài nguyên rỗng so với tài nguyên được cấp phát cho hoạt động truyền M-MTC đang diễn ra. Nếu không có tài nguyên rỗng nào khả dụng, thì đánh thủng tài nguyên của hoạt động truyền M-MTC đang diễn ra mà có giá trị của tỷ số giữa số lần đánh thủng được cộng dồn, mà đã xảy ra, so với số lần đánh thủng được ước lượng tính được trong quá trình thích ứng liên kết, là nhỏ nhất.

Tuy nhiên, lưu ý rằng tập hợp các tiêu chuẩn được cho trên đây chỉ là một ví dụ. Tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền C-MTC mới 32 cập nhật số lần đánh thủng được cộng dồn đối với tài nguyên được chọn (bước 108).

Theo một số phương án, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền C-MTC mới 32 xác định xem mức độ đánh thủng đối với tài nguyên được chọn có quá cao (ví dụ, cao hơn ngưỡng định trước nào đó, chẳng hạn như mức độ đánh thủng được dự đoán cộng với một số dư định trước) hay không (bước 110). Nếu không quá cao, thì tiến trình tiến đến bước 114. Tuy nhiên, nếu mức độ đánh thủng đối với tài nguyên được chọn là quá cao, thì tiến trình con để lập lịch truyền C-MTC 32 sẽ hủy hoạt động truyền M-MTC hiện có tương ứng (bước 112). Nói cách khác, hoạt động truyền M-MTC hiện có này được loại bỏ khỏi danh sách các hoạt động/các phiên truyền M-MTC đang diễn ra, hoặc hiện có.

Lúc này, cho dù là tiến đến từ bước 104, bước 110, hay bước 112, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền C-MTC mới 32 cũng xác định xem UE cuối cùng trong tập hợp các UE, mà các hoạt động truyền C-MTC cần được lập lịch cho chúng đối với khung con hiện tại, đã được xử lý chưa (bước 114). Nếu chưa, thì chỉ số i được tăng lên (bước 116), và tiến trình quay trở lại bước 102. Khi UE cuối cùng trong tập hợp UE, mà các hoạt động truyền C-MTC cần được lập lịch cho chúng đối với khung con hiện tại, đã được xử lý, thì tiến trình kết thúc.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện lưu đồ hoạt động của tiến trình con để lập lịch truyền M-MTC hiện có 34 của bộ lập lịch 28 trên Fig.3, theo một số phương án của sáng chế. Như được thể hiện, khi lập lịch cho khung con hiện tại, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC hiện có 34 sẽ thiết đặt chỉ số i bằng giá trị khởi tạo,

mà theo ví dụ này là 1 (bước 200). Chỉ số i là chỉ số đến danh sách các thiết bị không dây 18, mà đối với chúng hiện đang có các hoạt động/các phiên truyền M-MTC đang diễn ra, hoặc hiện có.

Tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC hiện có 34 xác định xem hoạt động truyền M-MTC hiện có đối với UE_i trong khung con hiện tại có bị đánh thủng hay không (tức là, xem tài nguyên trong khung con hiện tại, mà được ấn định cho hoạt động truyền M-MTC hiện có cho UE_i , đã được ấn định lại cho hoạt động truyền C-MTC hay chưa) (bước 202). Nếu không bị, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC hiện có 34 truyền, hoặc điều khiển nút truy cập vô tuyến tương ứng để truyền, lần truyền M-MTC hiện có đối với UE_i trên tài nguyên được ấn định trong khung con hiện tại (bước 204), và sau đó tiến trình tiến đến bước 208. Tuy nhiên, nếu hoạt động truyền M-MTC hiện có đối với UE_i trong khung con hiện tại đã bị đánh thủng, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC hiện có 34 sẽ không truyền, hoặc điều khiển nút truy cập vô tuyến tương ứng để không truyền, lần truyền M-MTC hiện có đối với UE_i trên tài nguyên được ấn định trong khung con hiện tại (bước 206).

Lúc này, cho dù là tiến đến từ bước 204 hay bước 206, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC hiện có 34 đều xác định xem hoạt động truyền M-MTC đang diễn ra cuối cùng trong khung con hiện tại đã được xử lý chưa (bước 208). Nếu chưa, thì chỉ số i được tăng lên (bước 210), và tiến trình quay trở lại bước 202. Khi hoạt động truyền M-MTC đang diễn ra cuối cùng trong khung con hiện tại đã được xử lý, thì tiến trình kết thúc.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện lưu đồ hoạt động của tiến trình con để lập lịch truyền M-MTC mới 36 của bộ lập lịch 28 trên Fig.3, theo một số phương án của sáng chế. Như được thể hiện, khi lập lịch cho khung con hiện tại, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC mới 36 sẽ thiết đặt chỉ số i bằng giá trị khởi tạo, mà theo ví dụ này là 1 (bước 300). Chỉ số i là chỉ số đến danh sách các thiết bị không dây 18 mà các hoạt động truyền M-MTC cần được lập lịch cho chúng trong khung con hiện tại. Trong mã giả đối với phương án minh họa nêu trên thì tập hợp các thiết bị không dây 18 này được gọi là Ω_M , do đó, cách gọi này cũng được sử dụng ở đây.

Tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC mới 36 nhận dạng các tài nguyên khả dụng trong khung con hiện tại (bước 302). Các tài nguyên khả dụng là các tài nguyên mà khả dụng cho các hoạt động truyền M-MTC và chưa được ấn định cho các hoạt động truyền C-MTC hoặc các hoạt động truyền M-MTC đang diễn ra. Tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC mới 36 làm thích ứng, hoặc xác định, các thông số thích ứng liên kết cho mỗi UE_i , cấp tài nguyên cho các tài nguyên khả dụng được nhận dạng dựa trên thông tin thống kê (ví dụ, số lần đánh thùng được dự đoán theo ví dụ này), như đã mô tả trên đây (bước 304). Tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC mới 36 chọn, từ trong số các tài nguyên khả dụng được nhận dạng, tài nguyên cho hoạt động truyền M-MTC mới của UE_i , dựa trên ít nhất một trong số các thông số thích ứng liên kết được làm thích ứng, hoặc được xác định, đối với các tài nguyên khả dụng từ bước 304 (bước 306). Ví dụ, như đã mô tả trên đây, theo một phương án minh họa, thì tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC mới 36 chọn tài nguyên mà yêu cầu số lượng lần lặp lại được ước lượng nhỏ nhất dựa trên mô hình thống kê.

Tiến trình con để lập lịch hoạt động truyền M-MTC mới 36 xác định xem UE cuối cùng trong tập hợp các UE, mà đối với chúng các hoạt động truyền M-MTC mới là cần được lập lịch đối với khung con hiện tại, đã được xử lý chưa (bước 308). Nếu chưa, thì chỉ số i được tăng lên (bước 310), và tiến trình quay trở lại bước 302. Khi UE cuối cùng trong tập hợp UE, mà các hoạt động truyền M-MTC mới là cần được lập lịch cho chúng đối với khung con hiện tại, đã được xử lý, thì tiến trình kết thúc.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của trạm gốc 14 theo một số phương án của sáng chế. Phần mô tả này cũng áp dụng được cho các loại nút truy cập vô tuyến khác. Ngoài ra, các loại nút mạng khác cũng có thể có các kiến trúc tương tự (đặc biệt là bao gồm (các) bộ xử lý, bộ nhớ, và giao diện mạng). Như được thể hiện, trạm gốc 14 bao gồm khối băng gốc 38 mà bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 40 (ví dụ, CPU, ASIC, FPGA, và/hoặc các phương tiện tương tự), bộ nhớ 42, và giao diện mạng 44 cũng như một hoặc nhiều khối vô tuyến 46 mà mỗi trong số chúng đều bao gồm một hoặc nhiều bộ phát 48 và một hoặc nhiều bộ thu 50 được ghép nối với một hoặc nhiều ăng ten 52. Theo một số phương án, chức năng của trạm gốc 14 (hay tổng

quát hơn là chức năng của nút truy cập vô tuyến, hay tổng quát hơn là chức năng của nút mạng) nêu trên là có thể được thực hiện hoàn toàn hoặc một phần bằng phần mềm mà, ví dụ, được lưu giữ trong bộ nhớ 42 và được thực thi bởi (các) bộ xử lý 40.

Theo một số phương án, sáng chế đề xuất chương trình máy tính bao gồm các lệnh mà khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý thì làm cho ít nhất một bộ xử lý đó thực hiện chức năng của bộ lập lịch 28 và/hoặc bộ tạo PPM 30 (ví dụ, được thực hiện ở nút mạng hoặc nút truy cập vô tuyến chẳng hạn như trạm gốc 14) theo bất kỳ trong số các phương án được mô tả ở đây. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất phương tiện mang có chứa sản phẩm chương trình máy tính nêu trên. Phương tiện mang này là một trong số tín hiệu điện tử, tín hiệu quang, tín hiệu vô tuyến, hoặc phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính (ví dụ, phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính, chẳng hạn bộ nhớ).

Fig.8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của trạm gốc 14 theo một số phương án khác của sáng chế. Trạm gốc 14 này bao gồm một hoặc nhiều môđun 54, mỗi trong số đó được thực hiện bằng phần mềm. (Các) môđun 54 này cung cấp chức năng của trạm gốc 14 đã mô tả ở đây. Lưu ý rằng các loại nút truy cập vô tuyến và nút mạng khác có thể có các kiến trúc tương tự như được thể hiện trên Fig.8 đối với trạm gốc 14.

Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của thiết bị không dây 18 (ví dụ, thiết bị M-MTC hoặc thiết bị C-MTC) theo một số phương án của sáng chế. Như được thể hiện, thiết bị không dây 18 này bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 56 (ví dụ, CPU, ASIC, FPGA, và/hoặc các phương tiện tương tự), bộ nhớ 58, và một hoặc nhiều bộ thu phát 60 mà mỗi trong số các bộ thu phát đó bao gồm một hoặc nhiều bộ phát 62 và một hoặc nhiều bộ thu 64 được ghép nối với một hoặc nhiều ăng ten 66. Theo một số phương án, chức năng của thiết bị không dây 18 nêu trên có thể được thực hiện hoàn toàn hoặc một phần bằng phần mềm mà, ví dụ, được lưu giữ trong bộ nhớ 58 và được thực thi bởi (các) bộ xử lý 56.

Theo một số phương án, sáng chế đề xuất chương trình máy tính bao gồm các lệnh mà, khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, thì làm cho ít nhất một bộ xử lý đó thực hiện chức năng của thiết bị không dây 18 theo phương án bất kỳ trong số các phương án đã mô tả ở đây. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất phương tiện

mang có chứa sản phẩm chương trình máy tính nêu trên. Phương tiện mang này là một trong số tín hiệu điện tử, tín hiệu quang, tín hiệu vô tuyến, hoặc phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính (ví dụ, phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính, chẳng hạn bộ nhớ).

Fig.10 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của thiết bị không dây 18 theo một số phương án khác của sáng chế. Thiết bị không dây 18 này bao gồm một hoặc nhiều môđun 68, mỗi trong số đó được thực hiện bằng phần mềm. (Các) môđun 68 này cung cấp chức năng của thiết bị không dây 18 (ví dụ, UE) đã mô tả ở đây.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của phương pháp lập lịch và/hoặc thích ứng liên kết ở bộ phát theo một số phương án của sáng chế. Theo phương án được thể hiện trên Fig.11, thì ít nhất một tập hợp tài nguyên con từ tập hợp tài nguyên truyền thông trong khung con truyền thông là được ấn định để sử dụng bởi hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ (bước 400). Xác suất đánh thủng tương ứng (tức xác suất mà tập hợp tài nguyên con này có thể bị đánh thủng bởi hoạt động truyền thông nhạy cảm với độ trễ) được xác định (bước 402). Sự thích ứng liên kết đối với hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ tương ứng được cải biến dựa trên xác suất đánh thủng xác định được (bước 404). Tiến trình này lặp lại cho đến khi tất cả các tập hợp con đã được xử lý (các bước 406 và 408).

Fig.12 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của phương pháp sử dụng lại các tập hợp tài nguyên con mà được ấn định cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ, theo một số phương án của sáng chế. Theo phương án được thể hiện trên Fig.12, thì các chi tiết bổ sung về bước ấn định 400 được thể hiện. Bước ấn định 400 này bao gồm bước xác định xác suất mà tập hợp tài nguyên con, mà hiện tại đã được ấn định cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ, sẽ bị đánh thủng (bước 500). Xác suất đánh thủng này được so sánh với mức ngưỡng (bước 502). Nếu xác suất này là dưới ngưỡng này, thì hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ sẽ sử dụng lại tập hợp con này (bước 504); còn ngược lại thì tập hợp con mới sẽ được chọn cho hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ (bước 506).

Các phương án ví dụ

Tuy không bị giới hạn ở phương án cụ thể nào, nhưng một số phương án ví dụ theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Phương án 1: Phương pháp để lập lịch và/hoặc làm thích ứng liên kết (trong đó việc làm thích ứng liên kết này có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, tổ hợp bất kỳ của việc lựa chọn các tài nguyên thời gian/tần số/mã trải phủ/các tài nguyên tiền mã hoá, mức công suất, mức độ kết tập và mức độ lặp, mức độ điều chế và mã hoá) tại bộ phát, phương pháp này bao gồm bước xử lý xác suất được dự đoán mà một hoặc nhiều tập hợp con của tập hợp tài nguyên được ấn định sẽ bị đánh thủng thực tế (không được sử dụng cho hoạt động truyền này), và kích hoạt việc sử dụng lại các tài nguyên bởi vẫn các bộ phát đó hoặc các bộ phát khác đối với các hoạt động truyền được chọn (dựa trên sơ đồ nhất định, ví dụ, dựa trên tầm quan trọng và/hoặc mức độ cấp bách) mà được khởi tạo trong khi hoạt động truyền thứ nhất vẫn được lập lịch để diễn ra dựa trên xác suất được dự đoán.

Phương án 2: Phương pháp huỷ phần còn lại của hoạt động truyền nếu mức độ đánh thủng được dự định, đối với hoạt động truyền đã được lập lịch theo phương pháp theo phương án 1, là cao hơn so với mức được dự tính, cộng với số dư nhất định.

Phương án 3: Phương pháp theo phương án 1, trong đó các hoạt động truyền cấp bách/quan trọng mới được lập lịch là được ấn định các tài nguyên có tính đến mong muốn duy trì mức độ đánh thủng chấp nhận được cho các hoạt động truyền đã được lập lịch ít cấp bách/ít quan trọng hơn mà các tài nguyên được ấn định có thể cần được đánh thủng để dọn đường cho các hoạt động truyền cấp bách/quan trọng mới.

Phương án 4: Dựa vào các phương án từ 1 đến 3, duy trì, cho bộ lập lịch, các mảng đa chiều mà có thể xác định đặc điểm xác suất chung được ước lượng mà một phần tử tài nguyên cần được đánh thủng trong tương lai. Mảng này có thể bao trùm tất cả các chiều lập lịch (thời gian, tần số, các mã trải phủ, các bộ tiền mã hoá không gian...). Xác suất đánh thủng các phần tử có thể cần được tính đến chung nếu xác suất mà một phần tử tài nguyên được ấn định lại cho lần truyền cấp bách/quan trọng

hơn là phụ thuộc vào xác suất mà phần tử khác đã được ấn định lại cho lần truyền này hoặc lần truyền khác cấp bách/quan trọng hơn.

Phương án 5: Phương pháp vận hành bộ lập lịch được thực hiện ở nút mạng của hệ thống truyền thông tế bào, phương pháp này bao gồm các bước:

- lập lịch (các bước từ 300 đến 310) một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con, trong đó bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng này bao gồm, đối với mỗi thiết bị không dây, các bước:
 - nhận dạng (bước 302) các tài nguyên khả dụng trong khung con;
 - đối với mỗi tài nguyên khả dụng trong số các tài nguyên khả dụng trong khung con này, thì xác định (bước 304) một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết cho thiết bị không dây đối với tài nguyên khả dụng này dựa trên thông tin biểu diễn mô hình thống kê của sự đánh thủng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ nhờ sử dụng tài nguyên khả dụng này để cho phép truyền các lần truyền nhạy cảm với độ trễ; và
 - chọn (bước 306) một trong số các tài nguyên khả dụng trong khung con này cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ của thiết bị không dây, dựa trên ít nhất một trong số một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết.

Phương án 6: Phương pháp theo phương án 5, phương pháp này còn bao gồm bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây tương ứng trong khung con.

Phương án 7: Phương pháp theo phương án 6, trong đó các tài nguyên khả dụng để lập lịch các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ là không bao gồm các tài nguyên mà các hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ được lập lịch trên đó trong khung con.

Phương án 8: Phương pháp theo phương án 6 hoặc 7, trong đó bước lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ trong khung con bao gồm, đối

với mỗi hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ cần được lập lịch trong khung con, các bước:

- xác định (bước 102) xem có tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con hay không;
- nếu có các tài nguyên chưa được sử dụng trong khung con này, thì chọn (bước 104) một tài nguyên chưa được sử dụng làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ bởi thiết bị không dây tương ứng; và
- nếu không có tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con này, thì chọn (bước 106) tài nguyên mà đã được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ.

Phương án 9: Phương pháp theo phương án 8, trong đó bước chọn (bước 106) tài nguyên đã được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ bao gồm bước chọn một trong số các tài nguyên trong khung con mà đã được ấn định cho các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhảy cảm với độ trễ dựa trên các tiêu chuẩn định trước.

Phương án 10: Phương pháp theo phương án 8 hoặc 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

- xác định (bước 110) xem mức độ đánh thủng đối với tài nguyên trong khung con, mà được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ, có lớn hơn ngưỡng định trước hay không; và
- nếu có, thì huỷ (bước 112) hoạt động truyền có dung nạp độ trễ này.

Những chữ viết tắt sau đây được sử dụng trong suốt bản mô tả này.

- 3GPP Third Generation Partnership Project - dự án hợp tác thế hệ thứ ba
- 5G Fifth Generation - thế hệ thứ năm
- ASIC Application Specific Integrated Circuit - mạch tích hợp chuyên dụng
- CE Coverage Enhancement - tăng cường phủ sóng

- C-MTC Critical Machine-Type Communication - truyền thông kiểu máy quan trọng
- CPU Central Processing Unit - bộ xử lý trung tâm
- eNB Enhanced/Evolved Node B - nút B tăng cường/cải tiến
- FDD Frequency Division Duplex - song công phân chia theo tần số
- FPGA Field Programmable Gate Array - mảng cổng lập trình được dạng trường
- HARQ Hybrid Automatic Repeat Request - yêu cầu lặp tự động lại
- IoT Internet of Things - Internet vạn vật
- LTE Long Term Evolution - phát triển lâu dài
- MCS Modulation and Coding Scheme - sơ đồ điều chế và mã hoá
- MME Mobility Management Entity - thực thể quản lý di động
- M-MTC Massive Machine-Type Communication - truyền thông kiểu máy quy mô lớn
- MTC Machine-Type Communication - truyền thông kiểu máy
- PBCH Physical Broadcast Channel - kênh quảng bá vật lý
- PDCCH Physical Downlink Control Channel - kênh điều khiển đường xuống vật lý
- PDSCH Physical Downlink Shared Channel - kênh dùng chung đường xuống vật lý
- P-GW Packet Data Network Gateway - cổng mạng dữ liệu gói
- PPM Puncturing Probability Matrix - ma trận xác suất đánh thủng
- PRACH Physical Random Access Channel - kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý
- PUCCH Physical Uplink Control Channel - kênh điều khiển đường lên vật lý
- PUSCH Physical Uplink Shared Channel - kênh dùng chung đường lên vật lý
- RAN Radio Access Network - mạng truy cập vô tuyến

- RB Resource Block - khối tài nguyên
- S-GW Serving Gateway - cổng phục vụ
- SINR Signal to Interference plus Noise Ratio - tỷ số tín hiệu trên nhiễu và tạp âm
- TDD Time Division Duplex - song công phân chia theo thời gian
- TTI Transmit Time Interval - khoảng thời gian truyền
- UE User Equipment - thiết bị người dùng

Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể cải tiến và cải biến các phương án của sáng chế. Tất cả những phương án cải tiến và cải biến đó đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành bộ lập lịch dành cho nút mạng của hệ thống truyền thông tế bào, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

lập lịch (các bước từ 300 đến 310) một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi một hoặc nhiều thiết bị không dây trong khung con, trong đó bước lập lịch này bao gồm, đối với mỗi thiết bị không dây, các bước:

nhận dạng (bước 302), từ các tài nguyên khả dụng trong khung con này, ít nhất một tập hợp tài nguyên con, mỗi tập hợp con đều bao gồm một hoặc nhiều tài nguyên; và

đối với mỗi tập hợp con được nhận dạng, thì xác định (bước 304) một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết cho thiết bị không dây dựa trên thông tin biểu diễn sự đánh thủng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ bởi hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ, nhờ sử dụng tập hợp con được nhận dạng đó.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước chọn (bước 306) tập hợp tài nguyên con được nhận dạng trong khung con cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ của thiết bị không dây dựa trên ít nhất một trong số một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết xác định được.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước lập lịch hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ bởi ít nhất một trong số một hoặc nhiều thiết bị không dây trong khung con nêu trên.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó các tài nguyên khả dụng để lập lịch một hoặc nhiều hoạt động truyền có dung nạp độ trễ là không bao gồm các tài nguyên mà các hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ được lập lịch trên đó trong khung con đó.

5. Phương pháp theo điểm 3 hoặc 4, trong đó bước lập lịch hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ trong khung con nêu trên bao gồm, đối với mỗi hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ cần được lập lịch trong khung con này, các bước:

xác định (bước 102) xem có tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con hay không;

nếu có các tài nguyên chưa được sử dụng trong khung con này, thì chọn (bước 104) tài nguyên chưa được sử dụng làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ; và

nếu không có tài nguyên chưa được sử dụng nào trong khung con này, thì chọn (bước 106) tài nguyên mà đã được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bước chọn (bước 106) tài nguyên đã được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ là bao gồm bước chọn một trong số các tài nguyên trong khung con mà đã được ấn định cho các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ làm tài nguyên cho hoạt động truyền nhạy cảm với độ trễ dựa trên các tiêu chuẩn định trước.

7. Phương pháp theo điểm 5 hoặc 6, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

xác định (bước 110) xem mức độ đánh thủng đối với tài nguyên trong khung con nêu trên, mà được ấn định cho hoạt động truyền có dung nạp độ trễ, có lớn hơn ngưỡng định trước hay không; và

nếu có, thì huỷ (bước 112) hoạt động truyền có dung nạp độ trễ này.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin biểu diễn sự đánh thủng được dự đoán đối với các hoạt động truyền có dung nạp độ trễ là bao gồm xác suất đánh thủng, trong đó xác suất đánh thủng này bao gồm xác suất mà tập hợp tài nguyên con có thể bị đánh thủng bởi hoạt động truyền thông nhạy cảm với độ trễ.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó phương pháp này bao gồm bước chọn một trong số tập hợp tài nguyên con được nhận dạng trong khung con cho các hoạt động

truyền có dung nạp độ trễ của thiết bị không dây dựa trên ít nhất một trong số một hoặc nhiều thông số thích ứng liên kết xác định được, và kích hoạt việc sử dụng lại tập hợp tài nguyên con bởi hoạt động truyền thông có dung nạp độ trễ của thiết bị không dây nếu xác suất đánh thủng là dưới mức ngưỡng (các bước từ 500 đến 506).

10. Phương pháp theo điểm 8 hoặc 9, trong đó bước xác định xác suất mà tập hợp tài nguyên con có thể bị đánh thủng là bao gồm bước xác định số lượng sự kiện đánh thủng được dự đoán cho tập hợp tài nguyên con đó.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi tập hợp tài nguyên con bao gồm một tài nguyên.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi tập hợp tài nguyên con bao gồm nhiều tài nguyên.

13. Nút vô tuyến hoạt động được để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên.

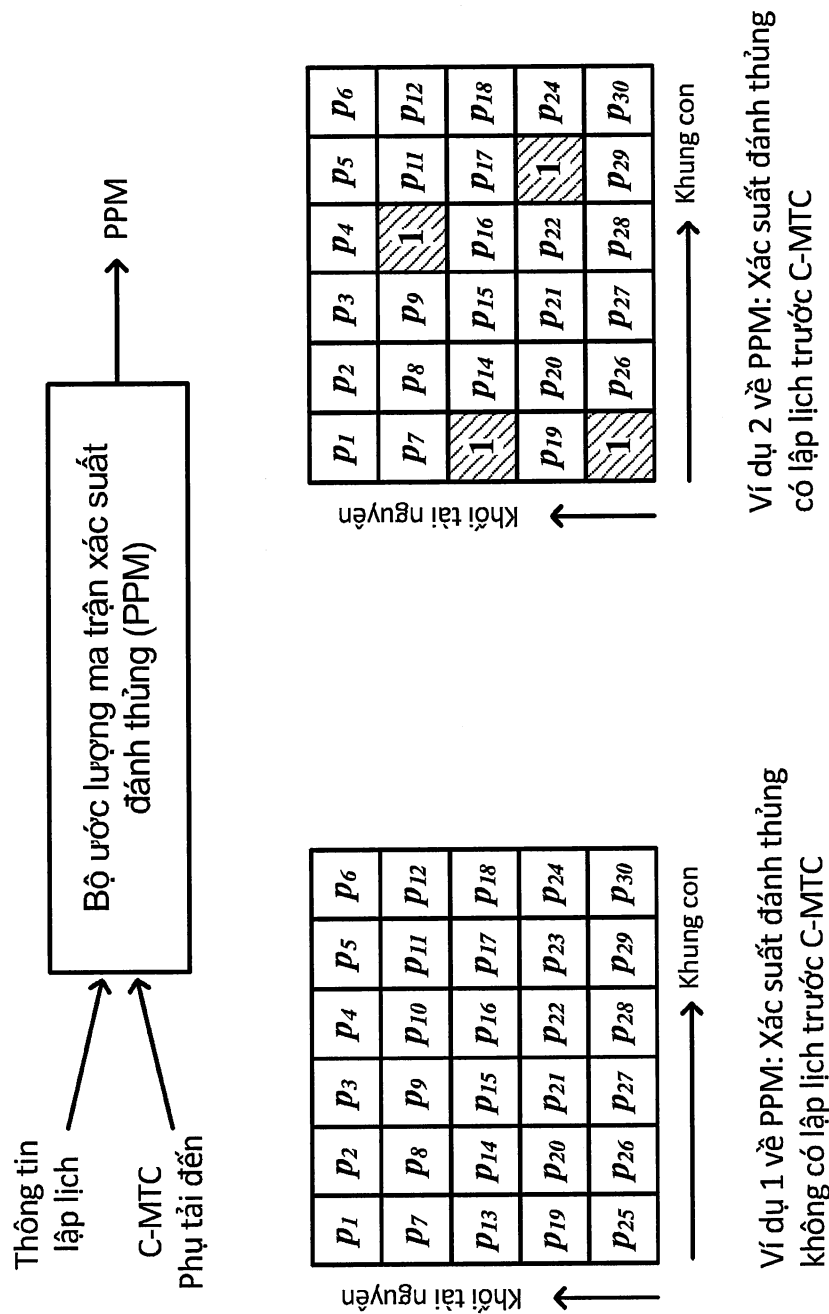


Fig.1
Minh hoạ khái niệm về ma trận xác suất đánh thủng

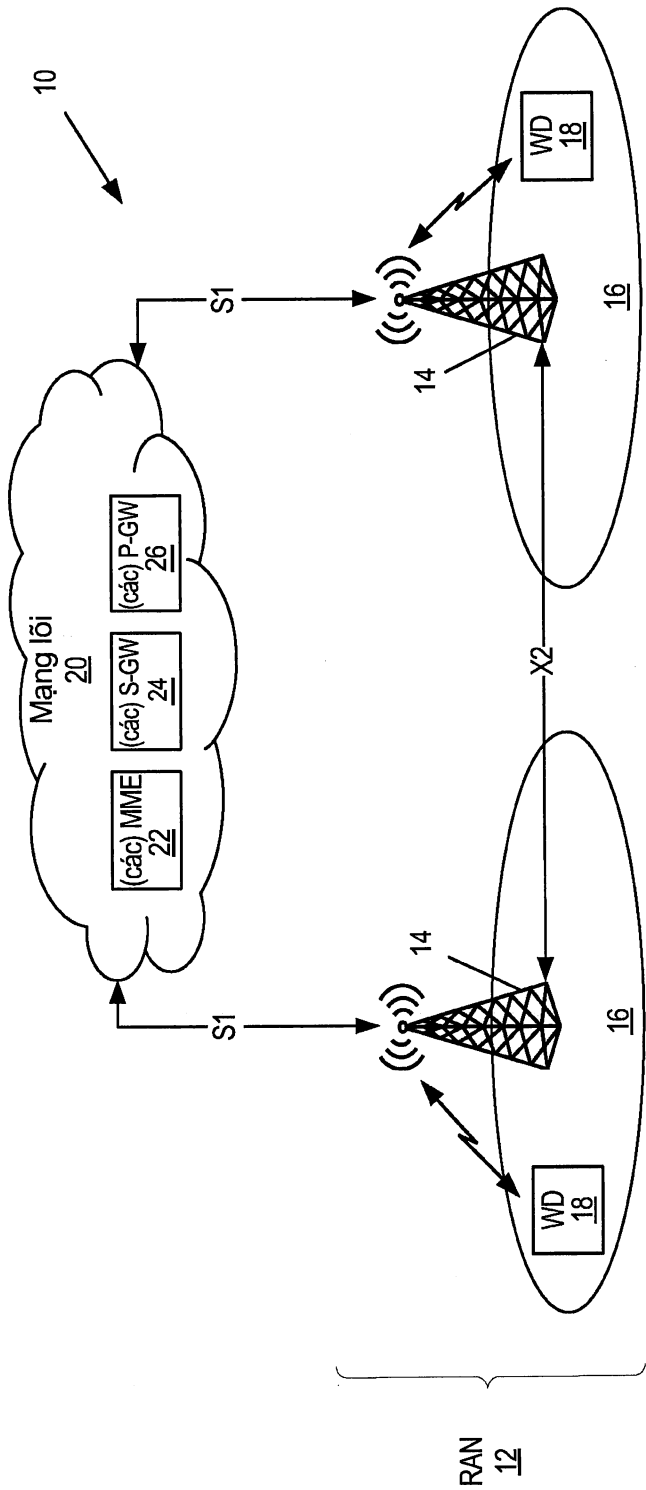


Fig.2

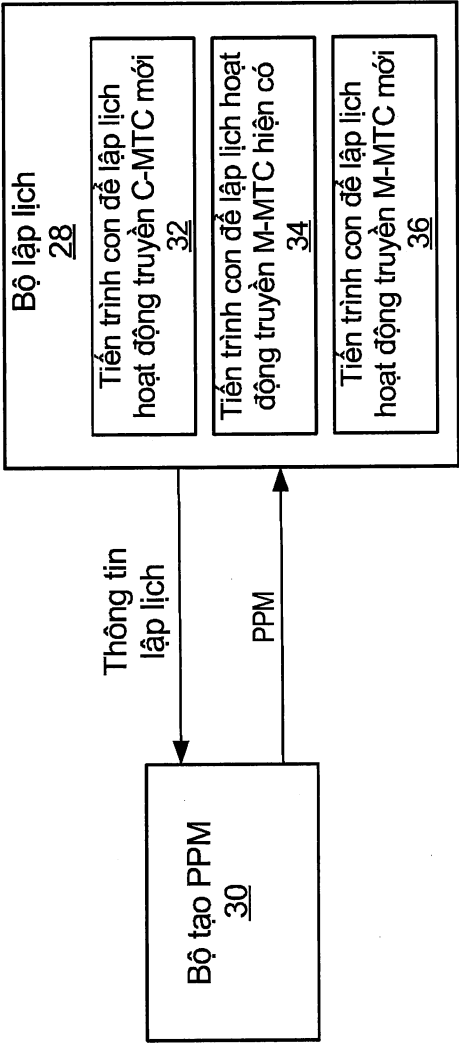


Fig.3

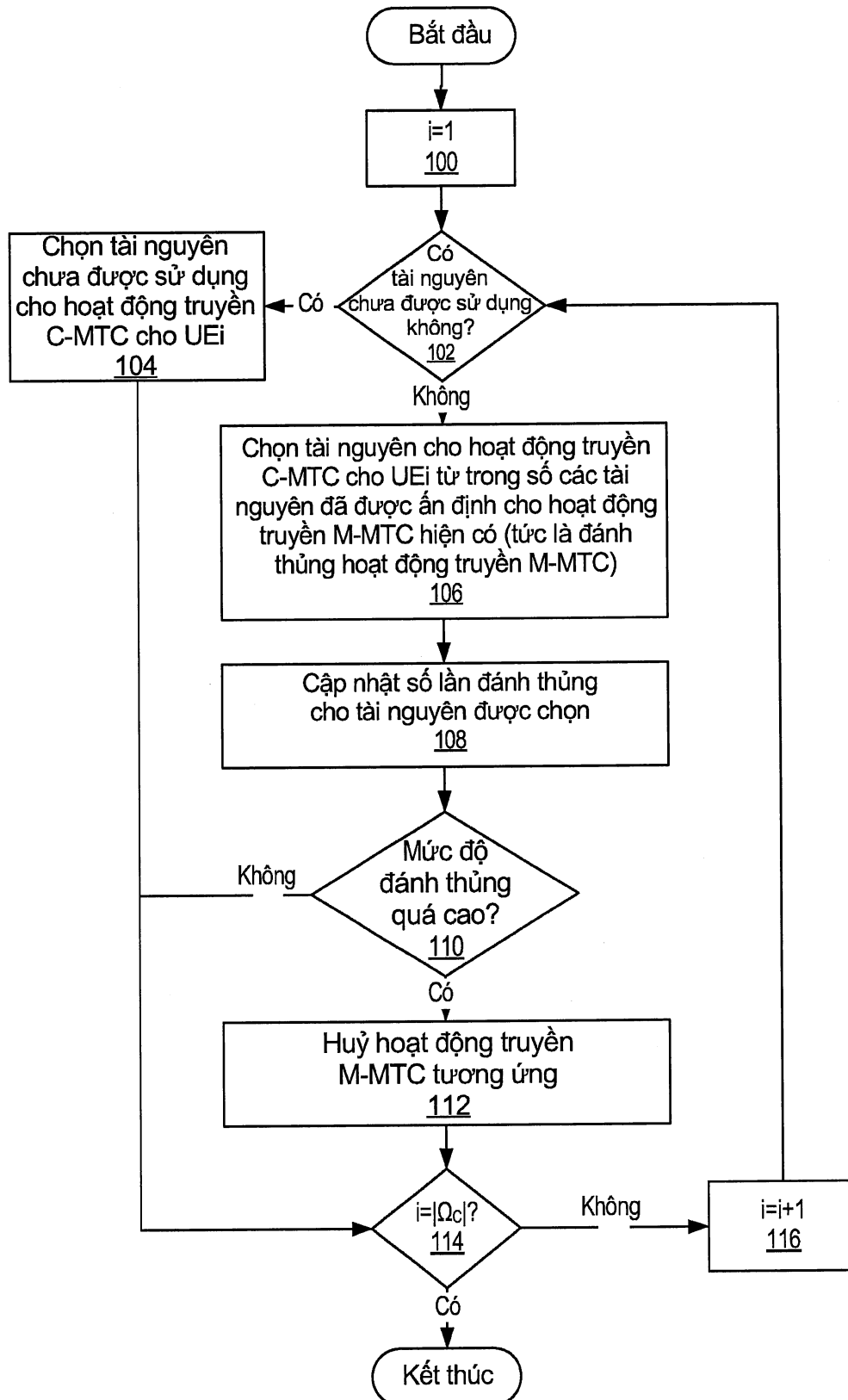


Fig.4

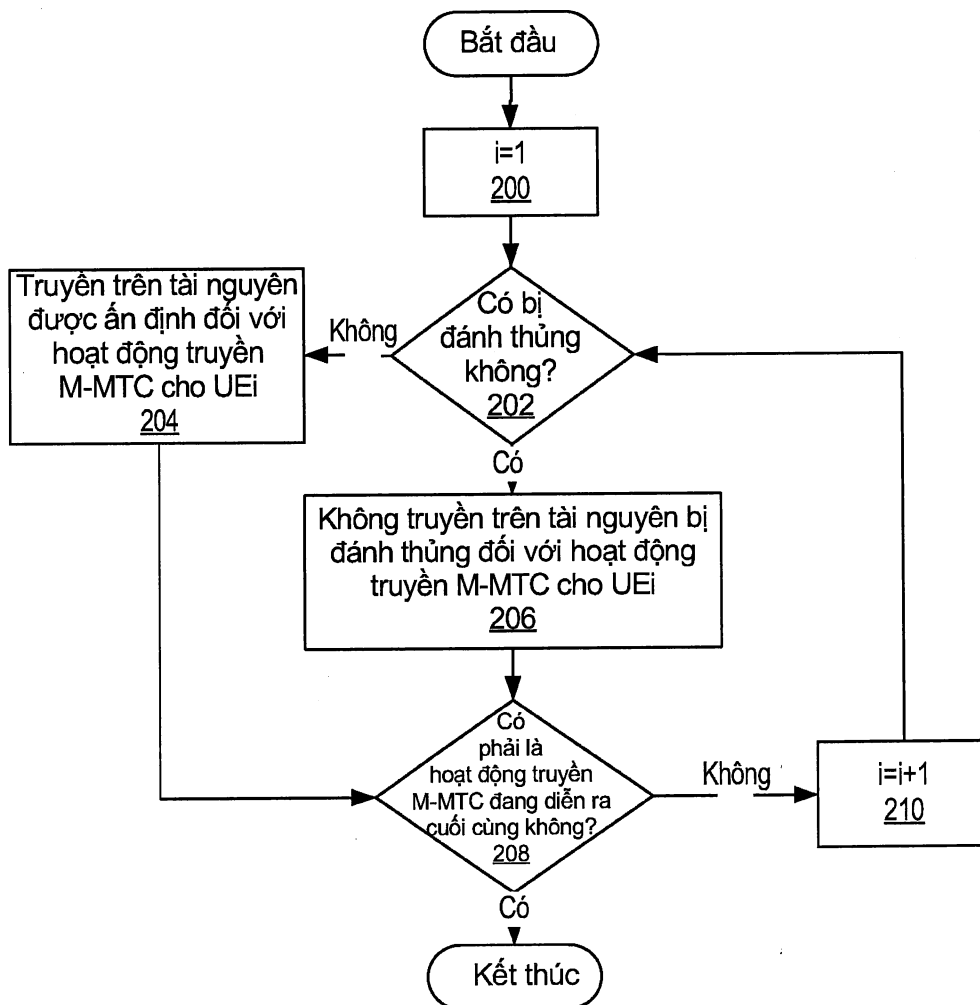


Fig.5

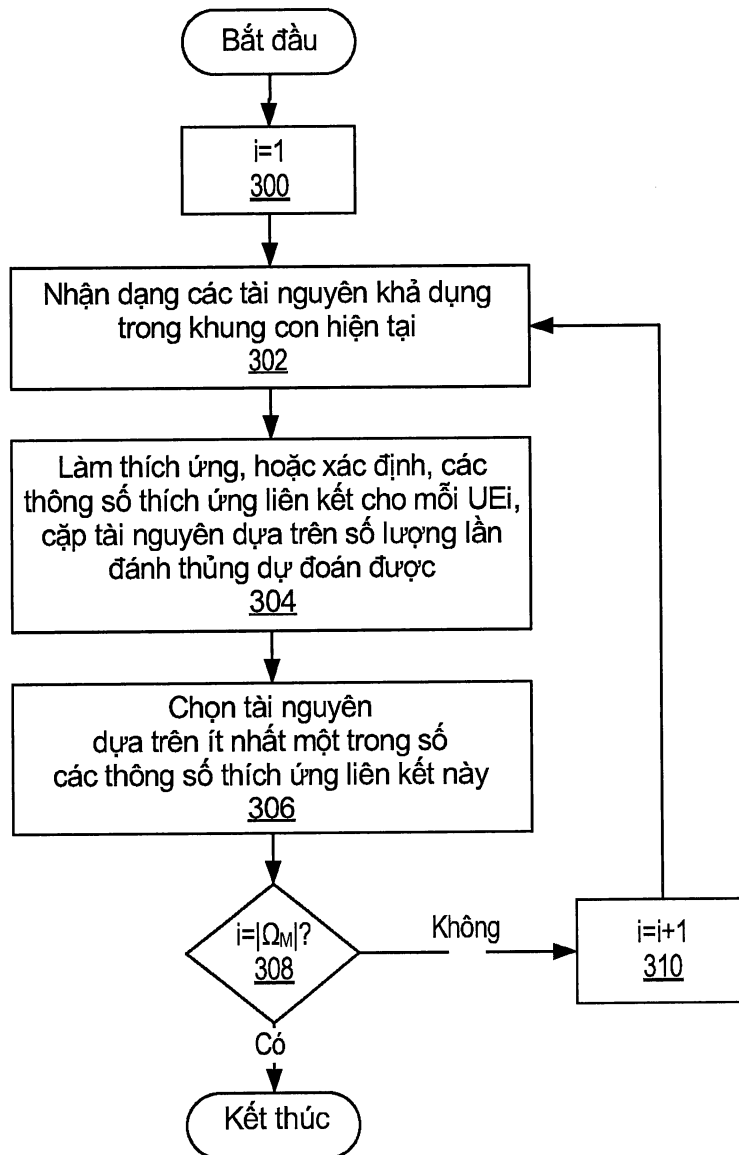


Fig.6

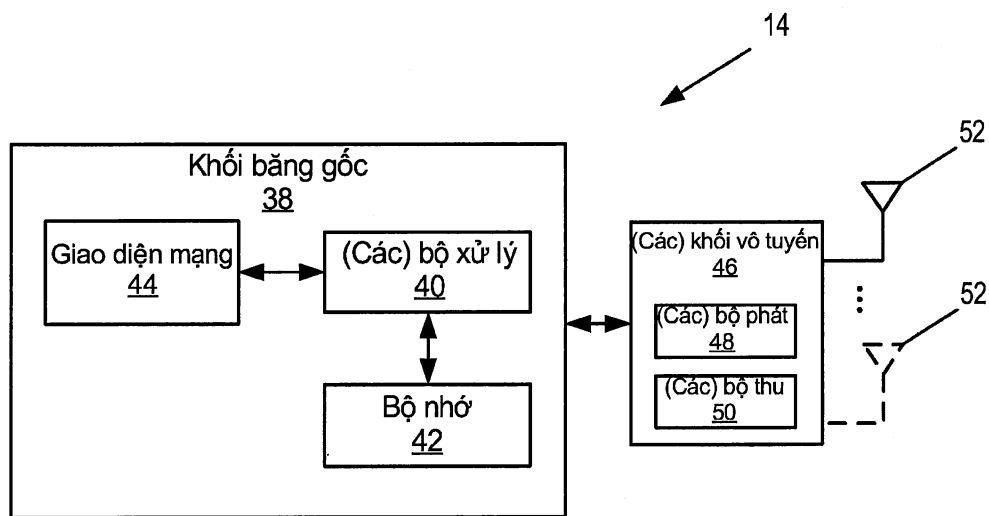


Fig.7

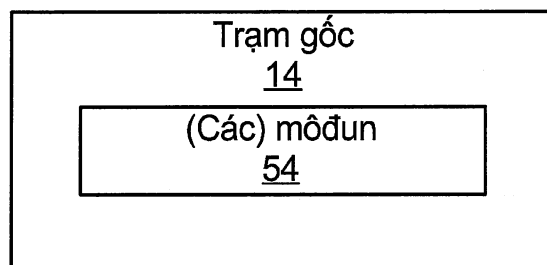


Fig.8

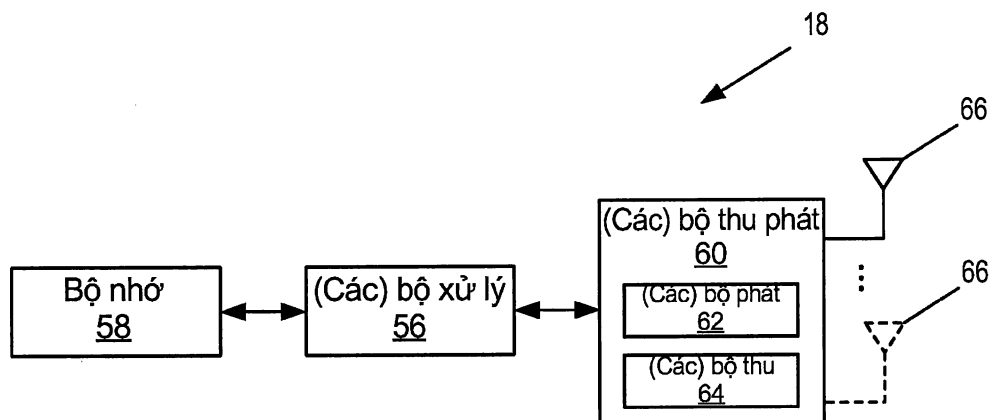


Fig.9

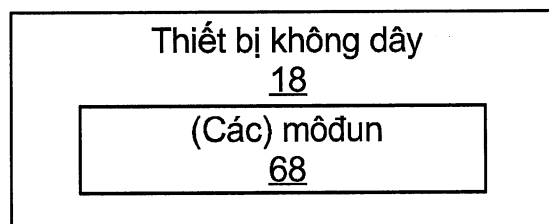


Fig.10

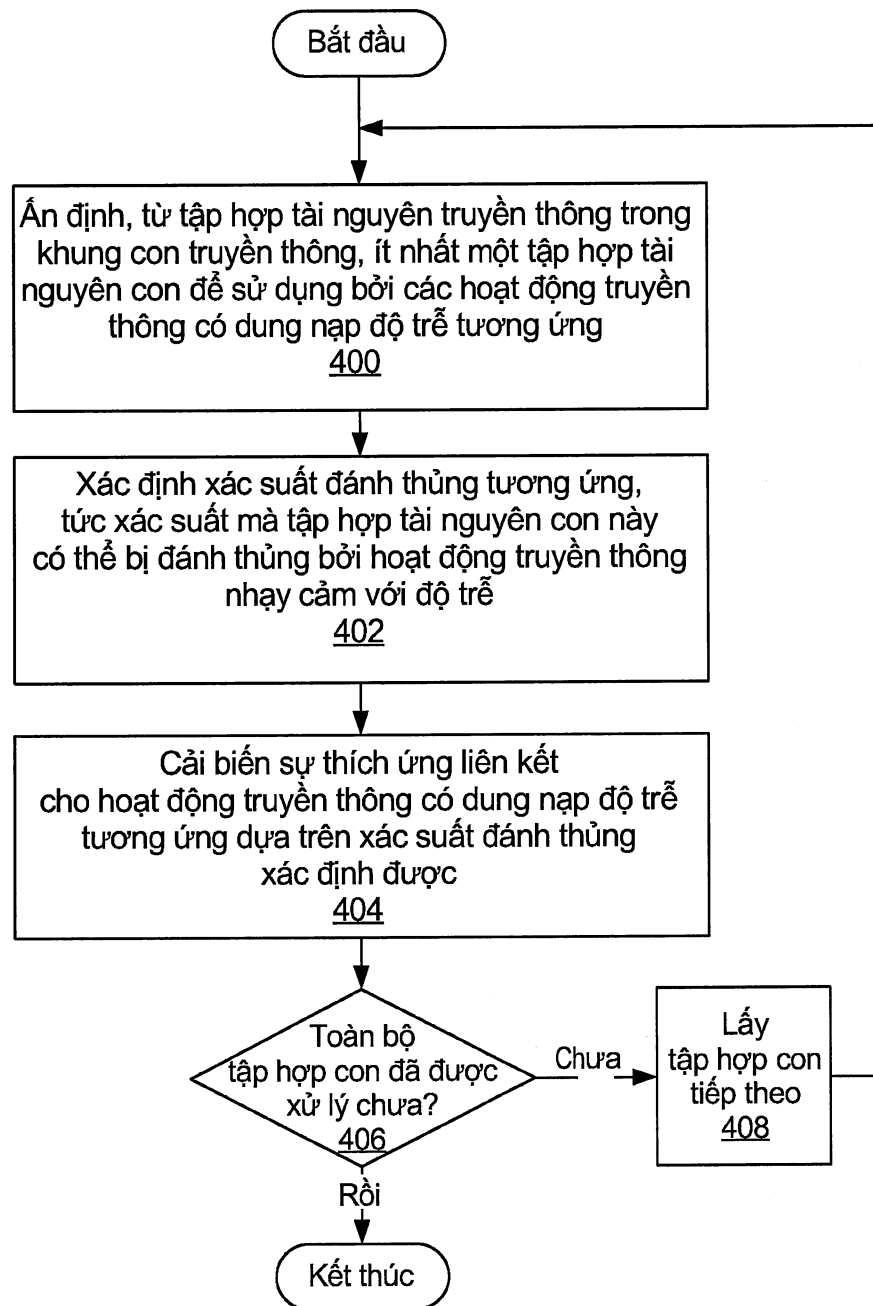


Fig.11

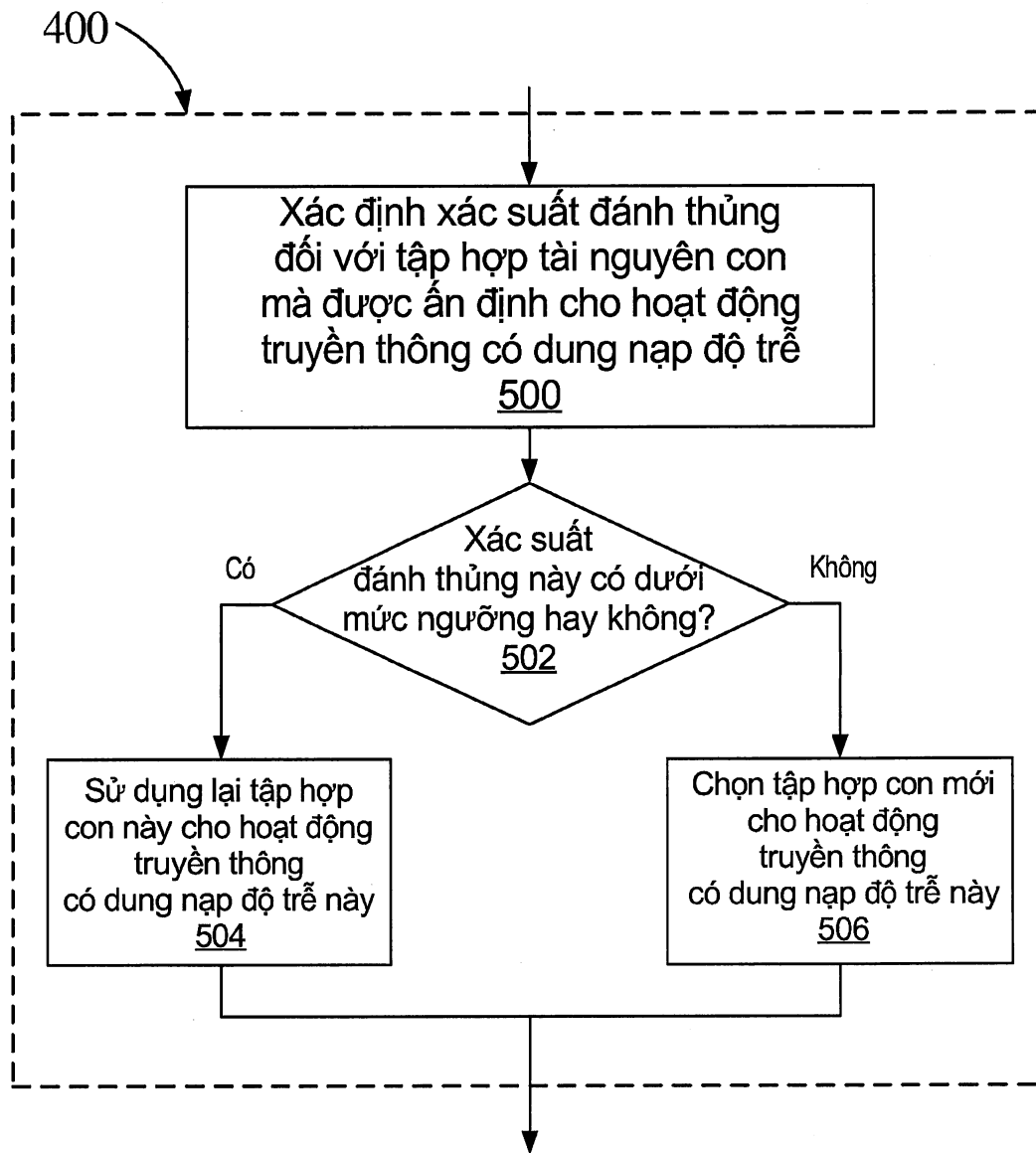


Fig.12