

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến quá trình truyền thông không dây và, theo các phương án cụ thể, hệ thống và phương pháp truyền đa điểm phối hợp nhiều người dùng (multi-user coordinated multipoint: CoMP-MU) vòng hở liên kết xuống bằng cách sử dụng kiểu đa truy nhập mã thưa (sparse code multiple access: SCMA).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để hỗ trợ nhu cầu dung lượng cao và các ứng dụng mới trong việc phát triển các mạng như mạng không dây thế hệ thứ năm (5G), mạng cực đặc (ultra-dense network: UDN) và mạng di động (moving network: MN) đang được phát triển. Các kiến trúc mạng này bị thách thức bởi nhu cầu dung lượng cao, can nhiễu chia tách vùng, chuyển vùng thường xuyên và người dùng di chuyển nhanh, v.v.. Các công nghệ, như đa điểm phối hợp (Coordinated multipoint: CoMP) hoặc truyền đồng thời (Joint transmission: JT) CoMP, phối hợp tạo búp sóng/lập lịch (Coordinated beam forming/scheduling: CB/CS) CoMP và nhiều đầu vào nhiều đầu ra nhiều người dùng (multi-user multiple-input và multiple-output: MU-MIMO) trên cơ sở tạo búp sóng đang được đề xuất để làm giảm bớt các thách thức này. Tuy nhiên, các sơ đồ CoMP và MU-MIMO là các sơ đồ vòng kín, cần phản hồi thông tin trạng thái kênh (channel state information: CSI) với tổng phí cao. Phản hồi CSI cũng dễ bị già hóa kênh và lỗi phản hồi. Đa truy nhập mã thưa (SCMA) là sơ đồ truyền với thiết kế máy thu có độ phức tạp tương đối thấp và hiệu năng tốt. SCMA có thể mang lại hiệu suất quang phổ cao bằng cách hỗ trợ các hệ thống quá tải có số lượng người dùng hoặc lưu lượng lớn hơn tài nguyên. Sơ đồ SCMA nhiều người dùng (Multi-user SCMA: MU-SCMA) cũng có thể gia tăng lưu lượng và độ phủ sóng và hỗ trợ ghép kênh người dùng vòng hở

(open-loop: OL) với tổng phí phản hồi thấp. Cần có các sơ đồ hữu hiệu để thi hành OL MU-SCMA có truyền CoMP để tận dụng độ phức tạp thấp của sơ đồ SCMA và khắc phục một số thách thức của các hệ thống CoMP thông thường.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở bằng cách sử dụng kiểu đa truy nhập mã thừa (SCMA), trong đó phương pháp này bao gồm bước: lựa chọn, tại bộ điều khiển mạng trong cụm đa điểm truyền (transmission points: TP) và thiết bị nhiều người dùng (user equipments: UE), CoMP nhiều người dùng (MU) có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE để truyền dữ liệu từ bộ TP đến bộ UE. CoMP MU có chế độ truyền SCMA được chọn theo tiêu chuẩn. Phương pháp này còn bao gồm bước lập lịch cho bộ UE để truyền dữ liệu từ bộ TP bằng cách phối hợp và phân bổ, đối với mỗi TP trong bộ TP, các lớp SCMA đến bộ UE theo CoMP MU đã chọn có chế độ truyền SCMA. Các giá trị đối với quá trình truyền tín hiệu điều khiển cũng được xác định dựa vào bước lập lịch. Quá trình truyền tín hiệu điều khiển này cấu hình nên bộ UE để phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP và được gán cho bộ TP với các giá trị đã được xác định.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp truyền CoMP-MU-SCMA vòng hở bao gồm tiếp nhận, tại TP từ bộ điều khiển mạng, các giá trị đối với quá trình truyền tín hiệu điều khiển gán cho TP và truyền tín hiệu điều khiển đến bộ UE liên kết với TP. Tín hiệu điều khiển bao gồm thông tin lập lịch cho bộ UE để phát hiện quá trình truyền từ bộ TP theo chế độ truyền CoMP-MU-SCMA đã chọn và sơ đồ ghép cặp UE. Các giá trị này bao gồm một số và các chỉ số của các lớp SCMA của mỗi TP trong bộ TP.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp truyền CoMP-MU-SCMA vòng hở, trong đó phương pháp này bao gồm bước: tiếp nhận, tại UE, quá trình truyền tín hiệu điều khiển để lập lịch theo chế độ truyền CoMP-MU-SCMA đã chọn và sơ đồ ghép cặp UE và phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP theo chế độ truyền CoMP-

MU-SCMA đã chọn và sơ đồ ghép cặp UE. Tín hiệu điều khiển biểu thị một số và các chỉ số của các lớp SCMA của mỗi TP trong bộ TP.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất bộ điều khiển mạng cho phép truyền CoMP nhiều người dùng vòng hở bằng cách sử dụng SCMA bao gồm bộ xử lý liên kết với bộ nhớ và vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ chương trình để bộ xử lý thi hành. Chương trình này bao gồm các lệnh để chọn, đối với cụm gồm nhiều TP và nhiều UE, CoMP nhiều người dùng (MU) có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE để truyền dữ liệu từ bộ TP đến bộ UE. CoMP MU có chế độ truyền SCMA được chọn theo tiêu chuẩn. Chương trình này cũng bao gồm lập lịch cho bộ UE để truyền dữ liệu từ bộ TP bằng cách phối hợp và phân bổ, đối với mỗi TP trong bộ TP, các lớp SCMA đến bộ UE theo CoMP MU đã chọn có chế độ truyền SCMA. Các lệnh này cũng bao gồm việc xác định các giá trị đối với quá trình truyền tín hiệu điều khiển dựa vào bước lập lịch và gán quá trình truyền tín hiệu điều khiển đến bộ TP bằng các giá trị xác định. Quá trình truyền tín hiệu điều khiển này cấu hình nên bộ UE để phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất TP hỗ trợ truyền CoMP nhiều người dùng vòng hở bằng cách sử dụng SCMA bao gồm bộ xử lý liên kết với bộ nhớ và vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ chương trình để bộ xử lý thi hành. Chương trình này bao gồm các lệnh để tiếp nhận, từ bộ điều khiển mạng, các giá trị đối với quá trình truyền tín hiệu điều khiển gán cho TP và quá trình truyền tín hiệu điều khiển đến bộ UE liên kết với TP. Quá trình truyền tín hiệu điều khiển bao gồm thông tin lập lịch cho bộ UE để phát hiện quá trình truyền từ bộ TP theo CoMP MU đã chọn có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE. Các giá trị này bao gồm một số và các chỉ số của các lớp SCMA của mỗi TP trong bộ TP.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất UE hỗ trợ truyền CoMP nhiều người dùng vòng hở bằng cách sử dụng SCMA bao gồm bộ xử lý liên kết với bộ nhớ và vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ chương trình để bộ xử lý thi hành. Chương trình bao gồm các lệnh để tiếp nhận quá trình truyền tín hiệu điều khiển để lập lịch theo CoMP MU đã chọn có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE và phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP theo CoMP MU đã chọn có chế độ

truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE. Tín hiệu điều khiển chỉ một số và các chỉ số của các lớp SCMA của mỗi TP trong bộ TP.

Phần mô tả trên đây phác thảo khá rộng các đặc điểm theo khía cạnh của sáng chế để phần mô tả chi tiết dưới đây có thể được hiểu rõ hơn. Các đặc điểm và ưu điểm khác sẽ được mô tả sau đây, chúng tạo nên đối tượng yêu cầu bảo hộ của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này cần biết rằng các khía cạnh cụ thể được bộc lộ có thể dễ dàng được sử dụng làm cơ sở để cải biến hoặc thiết kế các cấu hình hoặc quy trình khác để thực hiện các mục đích tương tự của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này cần biết rằng các cấu hình này không được đi trệch khỏi phạm vi của sáng chế như nêu trong yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu đầy đủ hơn về sáng chế và các ưu điểm của nó, việc viện dẫn sẽ được thực hiện đến các mô tả sau kết hợp với hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 thể hiện hệ thống OL CoMP-MU có SCMA theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2 thể hiện phương pháp xác định chế độ truyền OL CoMP-MU SCMA theo một phương án thực hiện sáng chế và cấu hình của nó theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.3 thể hiện phương pháp cho phép truyền tín hiệu điều khiển để phát hiện tại các UE đã được lập lịch theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4 thể hiện phương pháp đo và gửi thông tin phản hồi để hỗ trợ truyền OL CoMP-MU-SCMA theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.5 thể hiện diễn tiến ghép cặp UE để truyền CoMP-MU-SCMA theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.6 thể hiện ghép cặp từ xa CoMP-MU-SCMA theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.7 thể hiện ghép cặp nội hạt CoMP-MU-SCMA theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.8 thể hiện ghép cặp kép CoMP-MU-SCMA theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9A và Fig.9B thể hiện hệ thống truyền OL CoMP-MU-SCMA theo một phương án thực hiện sáng chế; và

Fig.10 là sơ đồ của hệ thống xử lý có thể được sử dụng để thực hiện các phương án khác nhau.

Nói chung, các số và ký hiệu tương ứng trên các hình vẽ khác nhau chỉ các phần tương ứng, trừ khi có quy định khác. Các hình được vẽ để minh họa rõ các khía cạnh liên quan của các phương án và không nhất thiết phải vẽ theo tỷ lệ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cần hiểu rằng ban đầu mặc dù việc thi hành minh họa một hoặc nhiều phương án được cung cấp ở dưới, các hệ thống và/hoặc phương pháp được bộc lộ có thể được thực hiện bằng cách sử dụng kỹ thuật bất kỳ, bất kể hiện đã biết hay tồn tại. Sáng chế không bị giới hạn ở các phương án thực hiện minh họa, các hình vẽ và các kỹ thuật được minh họa ở dưới, bao gồm các ví dụ thiết kế và thi hành được minh họa và mô tả trong bản mô tả này, song có thể được cải biến trong phạm vi của yêu cầu bảo hộ kèm theo cùng với phạm vi tương đương đầy đủ của chúng.

Đa truy nhập mã thừa (SCMA) là sơ đồ đa truy nhập không trực giao, bằng cách sử dụng bảng mã thừa để truyền các ký hiệu dữ liệu người dùng. Bằng cách gán bảng mã thừa cho người dùng hoặc các ký hiệu người dùng hoặc dữ liệu khác nhau, SCMA có thể hỗ trợ các hệ thống quá tải (ví dụ, với số người dùng/lưu lượng lớn hơn tài nguyên), bằng cách sử dụng thiết bị thu tiên tiến có độ phức tạp hợp lý. Độ phức tạp hợp lý có thể được tạo ra bởi độ thừa của bảng mã SCMA. Ngoài ra, khả năng tách người dùng trong vùng mã SCMA khiến cho nó thích hợp cho các diễn tiến truyền đa điểm phối hợp (CoMP) để cải thiện độ phủ sóng tín hiệu không dây. Việc cải thiện độ phủ sóng có thể được dịch để cải thiện trải nghiệm của người dùng. Thiết bị

người dùng (user equipment: UE) thứ nhất có thể tiếp nhận ký hiệu dữ liệu từ các điểm phát (Transmitter Point: TP) khác nhau, các điểm này có thể sử dụng các bảng mã khác nhau hoặc giống nhau. Mỗi TP có thể còn hỗ trợ nhiều người dùng (MU) bằng cách gán các bảng mã khác nhau cho các người dùng khác nhau. Thuật ngữ TP cũng được sử dụng trong bản mô tả này để biểu thị giới hạn vùng phủ sóng của TP.

Các phương án được đề xuất trong bản mô tả này cho phép truyền CoMP-MU vòng hở liên kết xuống bằng cách sử dụng SCMA, còn gọi trong bản mô tả này là CoMP-MU-SCMA. Các phương án này bao gồm các sơ đồ cho chiến lược phát hiện, tối ưu hóa hệ số chia sẻ công suất, ghép cặp người dùng, là lập lịch. Các sơ đồ này tận dụng SCMA để hỗ trợ MU bằng cách sử dụng các bộ bảng mã khác nhau. Các sơ đồ này có thể được thực thi mà không cần biết thông tin trạng thái kênh (channel state information: CSI), chỉ cần bộ chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator: CQI), do tính chất vòng hở của chúng. Các sơ đồ này thích hợp với các ứng dụng có tính di động cao, như với các hệ thống 5G bao gồm phương tiện-phương tiện (Vehicle to Vehicle: V2V) hoặc các ứng dụng có tính di động cao chẳng hạn.

Trong CoMP-MU-SCMA liên kết xuống, các lớp SCMA được chia sẻ trong nhiều UE, do đó, công suất truyền cần được chia sẻ trong các UE. UE bất kỳ có thể tiếp nhận dữ liệu từ nhiều TP. Nói chung, trong diễn tiến CoMP-MU, quá trình truyền dẫn có thể được tối ưu hóa đối với nhiều UE và nhiều TP. Các diễn tiến ghép cặp nhiều UE/TP đối với CoMP-MU-SCMA có thể được xem xét, bao gồm ghép cặp từ xa, ghép cặp nội hạt và ghép cặp kép.

Fig.1 thể hiện hệ thống OL CoMP-MU 100 có SCMA liên kết xuống theo một phương án thực hiện sáng chế. Việc sử dụng sơ đồ SCMA này loại bỏ yêu cầu phản hồi thông tin trạng thái kênh (CSI) từ mỗi UE để thiết lập ma trận tiền mã hóa cho việc truyền CoMP. Bằng cách sử dụng duy nhất CQI, thay vì sử dụng CSI cần để thu được ma trận tiền mã hóa, các chế độ truyền CoMP đối với mỗi TP có thể đạt được bằng cách nhận dạng nhiều cấu hình truyền CoMP SCMA có thể có từ nhiều TP đến nhiều UE. Các kiểu được xem xét bao gồm các kiểu phi CoMP như kiểu SCMA một người dùng (single-user: SU) hoặc nhiều người dùng (multi-user: MU), CoMP-SU (truyền đồng thời nhiều TP đến UE duy nhất) có SCMA và sơ đồ nhiều CoMP-MU (truyền

đồng thời nhiều TP đến nhiều UE) có SCMA. Hệ thống 100 hỗ trợ truyền tín hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control: RRC) để thiết lập chế độ truyền CoMP SCMA và các cấu hình khác nhau của kiểu này. Các sơ đồ CoMP-MU-SCMA có thể bao gồm các sơ đồ ghép cặp nội hạt, ghép cặp từ xa và ghép cặp kép, như được mô tả ở dưới. Các chế độ truyền thích hợp khác cũng có thể được xem xét. Do đó, các UE có thể được lập lịch để truyền bằng cách phối hợp/phân bổ các lớp SCMA đến UE trên cơ sở một hoặc nhiều chế độ truyền, ví dụ, một cách động học tại mỗi khoảng lập lịch.

Trong hệ thống 100, bộ điều khiển mạng 101 tạo cấu hình CoMP-MU-SCMA liên kết xuống giữa nhiều TP 110 và nhiều UE 120, trong cụm mạng. Mỗi UE 120 đáp lại phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) và số lượng lớp SCMA đối với phản hồi đó. Phản hồi CQI được chuyển tiếp bởi các TP 110 đến bộ điều khiển 101. Bộ điều khiển 101 cũng sử dụng thông tin phản hồi này đối với mỗi cặp UE 120 và TP 110 để cấu hình lịch và việc chọn kiểu CoMP trong toàn cụm (giữa tất cả các TP 110 và UE 120 được xem xét). Ngoài việc chọn kiểu CoMP, việc tạo cấu hình bao gồm chọn người dùng đối với tài nguyên nhất định, phân bổ công suất cho các lớp SCMA và điều chỉnh tỷ lệ và lớp. Các thông số cấu hình được chuyển tới các TP 110 tương ứng để điều chỉnh việc mã hóa, điều chế, ghép kênh và truyền tín hiệu điều khiển đối với CoMP/người dùng ghép cặp. UE 120 sử dụng tín hiệu điều khiển để phát hiện.

Fig.2 thể hiện phương pháp 200 để phát hiện chế độ truyền OL CoMP-MU-SCMA và cấu hình của nó. Phương pháp 200 có thể được thực hiện trong hệ thống 100, ví dụ, tại bộ điều khiển 101. Ở bước 201, nhiều cấu hình có thể có đối với chế độ truyền CoMP SCMA được nhận dạng, bao gồm SU/MU-SCMA, CoMP-SU-SCMA, CoMP-MU-SCMA với các sơ đồ ghép cặp khác nhau. Ở bước 202, bộ điều khiển lựa chọn chế độ truyền, trên cơ sở các tiêu chuẩn định trước, ví dụ, tỷ lệ tổng theo trọng số (weighted sum rate: WSR) cực đại. Ở bước 203, nhiều UE từ nhiều TP được lập lịch bằng cách phối hợp/phân bổ các lớp SCMA đến các UE trên cơ sở chế độ truyền đã được xác định. Bước này có thể được thực hiện động mỗi khoảng lịch. Việc lập lịch bao gồm ghép cặp nhiều UE từ nhiều TP trên cơ sở tiêu chuẩn và phân bổ công suất và các lớp SCMA hoặc các nguồn khả dụng khác tới nhiều UE đã lập lịch trong nhiều TP, đối với mỗi tài nguyên miền thời gian, tần số và/hoặc không gian nhất định. Việc lập

lịch còn bao gồm điều chỉnh tỷ lệ và số lượng các lớp SCMA của các UE đã lập lịch trên cơ sở công suất được gán.

Fig.3 thể hiện phương pháp 300 cho phép truyền tín hiệu điều khiển để phát hiện tại các UE đã lập lịch. Phương pháp 300 có thể được thực hiện trong hệ thống 100, ví dụ, tại bộ điều khiển 101 và các TP 110. Việc truyền tín hiệu điều khiển này là cần để phát hiện các UE đã lập lịch trong chế độ truyền OL CoMP-MU-SCMA. Ở bước 310, bộ điều khiển xác định các giá trị truyền tín hiệu điều khiển trên cơ sở quyết định lập lịch. Các giá trị này có thể bao gồm chế độ truyền CoMP đã chọn và đối với mỗi CoMP UE, số lượng TP trong các điểm truyền CoMP, các chỉ số TP trong các điểm truyền CoMP, số lượng các lớp của mỗi TP trong các điểm truyền CoMP, các chỉ số lớp của mỗi TP trong các điểm truyền CoMP. Các giá trị này cũng bao gồm đối với mỗi CoMP TP của mỗi CoMP UE, hệ số chia sẻ công suất của mỗi lớp, kích thước bảng mã của mỗi lớp và tỷ lệ mã của mỗi lớp. Chỉ một phần của việc truyền tín hiệu này có thể được yêu cầu do thông tin nhất định có thể không được UE phát hiện. Ở bước 320, bộ điều khiển gán quá trình truyền tín hiệu điều khiển liên quan cho mỗi TP phục vụ tương ứng của CoMP UE. Ở bước 330, TP phục vụ này truyền tín hiệu điều khiển đến CoMP UE của nó.

Fig.4 thể hiện phương pháp 400 đo và gửi thông tin phản hồi để hỗ trợ quá trình truyền OL CoMP-MU-SCMA. Phương pháp 400 bao gồm đo và gửi CQI phản hồi từ UE đến TP hoặc cụm phục vụ của nó. CQI này biểu thị tín hiệu-nhiều cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise: SINR) và số lượng các lớp SCMA đo được bởi UE. Phương pháp 400 có thể được thực hiện trong hệ thống 100, ví dụ, tại mỗi TP và UE. Ở bước 410, mỗi TP phục vụ đối với truyền phi CoMP gửi tín hiệu tham chiếu (ví dụ, CRS, CSI-RS), mà không phối hợp. Ngoài ra, các TP trong bộ đo CoMP của mỗi UE CoMP gửi tín hiệu tham chiếu (ví dụ, CSI-RS/ZP CSI-RS), bằng cách làm im lặng sự phối hợp giữa chúng, đến UE CoMP. Ở bước 420, UE đo SINR phi CoMP của nó bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu của nó. SINR phi CoMP là cường độ tín hiệu từ TP phục vụ so với cường độ nhiễu từ tất cả các TP khác cộng cường độ tạp âm. Bằng cách sử dụng số đo từ việc làm im lặng phối hợp của tín hiệu tham chiếu, UE có thể đo M SINR CoMP đối với M TP (M là số nguyên). SINR CoMP là cường độ tín hiệu từ TP trong bộ đo CoMP (ví dụ, với M TP) so với cường độ nhiễu từ bên ngoài bộ đo

CoMP cộng cường độ tập âm. Ở bước 430, mỗi UE phi CoMP gửi dưới dạng phản hồi SINR phi CoMP đo được và số lượng lớp SCMA liên quan đến TP/cụm phục vụ của nó. SINR phi CoMP là cần có trong MU-SCMA. Mỗi UE CoMP gửi dưới dạng phản hồi các SINR phi CoMP và số lượng lớp SCMA liên quan đến TP/cụm phục vụ của nó và M SINR CoMP và số lượng lớp SCMA liên quan của chúng đến TP/cụm phục vụ của nó. M SINR CoMP là cần có trong CoMP-MU-SCMA. Giá trị của SINR có thể được lượng tử hóa và xác định trước trong bộ. Số lượng lớp SCMA có thể cũng xác định trước trong bộ. Tỷ lệ phản hồi của các SINR và số lượng lớp SCMA có thể là khác nhau.

Trong phương pháp truyền liên kết xuống đối với UE CoMP, dữ liệu liên quan đến các lớp SCMA từ nhiều TP được phát hiện đồng thời. Đối với nhiều UE/đường truyền SCMA đồng ghép cặp, mỗi UE đã lập lịch thực hiện phát hiện đồng thời đối với tất cả các lớp SCMA từ tất cả các đường truyền. Bằng cách sử dụng sơ đồ phát hiện triệt nhiễu nối tiếp (successive interference cancellation: SIC), các UE có thể được sắp xếp theo độ đo hiệu năng gia tăng, ví dụ, chất lượng kênh trên cơ sở phản hồi của CQI. Do đó, UE thứ nhất trong dãy phát hiện dữ liệu của nó liên kết với các lớp SCMA bằng cách giả định mọi lớp UE khác đều là nhiễu. UE thứ hai trước hết phát hiện dữ liệu UE thứ nhất (có chất lượng kênh thấp hơn), mã hóa lại/hủy dữ liệu từ tín hiệu của nó và tiếp theo dữ liệu riêng của nó bằng cách coi các lớp dữ liệu từ phần còn lại của UE là nhiễu. Các UE còn lại bất kỳ trong dãy thực hiện theo cách tương tự.

Fig.5 thể hiện diễn tiến ghép cặp UE để truyền CoMP-MU-SCMA. Diễn tiến này có thể được ứng dụng trong mạng không dây trong đó nhiều UE 520 không nhất thiết liên kết với các TP hoặc ô do TP phục vụ. Ví dụ, UE 520 có thể di chuyển qua một hoặc nhiều mạng không dây và TP, như UE trong xe cộ, tàu hỏa hoặc máy bay. Nhiều UE 520 (ít nhất hai UE) có thể được ghép cặp với nhau để tiếp nhận quá trình truyền CoMP-SCMA từ nhiều TP 510, ví dụ, trong vùng phủ gần với các UE. Ví dụ, n UE được phục vụ bởi m TP (n và m là các số nguyên) và mỗi UE của n UE được phục vụ bởi tối đa m TP. Bộ điều khiển mạng (không được thể hiện) có thể thiết lập đường truyền giữa mỗi TP 510 và UE 520 bằng cách gán số lượng lớp SCMA và hệ số chia sẻ công suất thích hợp cho đường truyền này. Tài nguyên khác cũng có thể được gán

cho đường truyền này đối với mỗi tài nguyên miền thời gian, tần số và/hoặc không gian nhất định.

Fig.6 thể hiện diễn tiến ghép cặp từ xa CoMP-MU-SCMA. Các luồng dữ liệu khác nhau có thể có thể được truyền từ các TP khác nhau đến các UE CoMP bằng cách sử dụng sơ đồ ghép kênh không gian (Spatial Multiplexing: SM). Theo cách khác, luồng dữ liệu giống nhau có thể được truyền từ các TP đến các UE bằng cách sử dụng sơ đồ truyền phân tập. UE 620 thứ nhất, có ký hiệu UE i , được giả định là UE tại biên của ô 620 trong TP 610 thứ nhất, có ký hiệu TP1 và có SINR thấp. UE 620 thứ hai, có ký hiệu UE j , là UE tại tâm của ô 620 của TP 610 thứ hai, có ký hiệu TP2 và có SINR cao. UE tại biên của ô 620 có SINR thấp và UE tại tâm của ô 620 có SINR cao còn lần lượt được gọi là UE xấu và UE tốt. Trong diễn tiến này, TP2 có thể phục vụ UE tại biên của ô 620 của TP1 bằng cách gán công suất truyền của $P_{i,TP2} = \alpha P$ cho UE đó, trong khi phục vụ UE riêng của nó tại tâm của ô 620 với $P_{j,TP2} = (1-\alpha)P$, trong đó α là hệ số chia sẻ công suất cần được tối ưu hóa. Với SCMA, có thể chia sẻ các lớp, ngoài công suất chia sẻ giữa những người dùng này.

Let $\mathbf{y}_{i,TP1}$ chỉ tín hiệu nhận được tại UE i liên kết với TP1 trên cơ sở nhiều đầu vào nhiều đầu ra (MIMO) và tương đương tuyến tính của mô hình SCMA, $\mathbf{y}_i$ có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\begin{aligned} \mathbf{y}_{i,TP1} = & \sqrt{\frac{P}{J_{i,TP1}}} \mathbf{H}_{i,TP1,i,TP1} \mathbf{q}_{i,TP1} + \sqrt{\frac{\alpha P}{J_{i,TP2}}} \mathbf{H}_{i,TP2,i,TP2} \mathbf{q}_{i,TP2} + \\ & \left(\sqrt{\frac{(1-\alpha)P}{J_{j,TP2}}} \mathbf{H}_{i,TP2,j,TP2} \mathbf{q}_{j,TP2} + \mathbf{n}_{i,TP1} \right), \end{aligned} \quad (1)$$

trong đó $\mathbf{H}_{i,TP1,i,TP1}$ và $\mathbf{H}_{i,TP2,i,TP2}$ là các ma trận kênh đã biết lần lượt đối với UE i từ TP1 và đối với UE i từ TP2, $\mathbf{q}_{i,TP1}$ và $\mathbf{q}_{i,TP2}$ là các vector tương ứng của các ký hiệu điều chế biên độ vuông góc (Quadrature amplitude modulation: QAM) chuẩn hóa, $J_{i,TP2}$ và $J_{j,TP2}$ lần lượt là các số lượng ký hiệu đối với UE i từ TP1 và TP2, $\mathbf{q}_{j,TP2}$ là vector ký hiệu được truyền của UE j từ TP2 và $\mathbf{n}_{i,TP1}$ là tín hiệu nhiễu cộng tạp âm tại UE i trong TP1.

Bằng cách coi tín hiệu đối với UE j gửi từ TP2 là tạp âm trong kênh đa truy nhập (multiple access channel: MAC), tỷ lệ điều chỉnh (trên cơ sở α) tại UE i có thể được biểu diễn dưới dạng $\tilde{r}_i = \log_2 \det(\mathbf{I} + \mathbf{R}^{-1} \mathbf{H}' \mathbf{H}'^H)$ bằng cách sử dụng phát hiện đồng thời, trong đó $\mathbf{H}' = \begin{bmatrix} \sqrt{\frac{P}{J_{i,TP1}}} \mathbf{H}_{i,TP1,i,TP1} & \sqrt{\frac{\alpha P}{J_{i,TP2}}} \mathbf{H}_{i,TP2,i,TP2} \end{bmatrix}$ và ma trận tương quan của nhiễu cộng tạp âm được xác định bằng $\mathbf{R} = N_i \mathbf{I} + \frac{(1-\alpha)P}{J_{j,TP2}} \mathbf{H}_{i,TP2,j,TP2} \mathbf{H}_{i,TP2,j,TP2}^H$. Phát hiện triệt nhiễu nối tiếp (SIC) có thể được sử dụng để đạt được điểm góc của vùng dung lượng MAC, trong đó các tỷ lệ dữ liệu có thể được biểu diễn riêng tại UE i lần lượt từ TP1 và TP2 dưới dạng

$$\tilde{r}_{i,TP1} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{P}{J_{i,TP1}} \mathbf{R}_{i,TP1}^{-1} \mathbf{H}_{i,TP1,i,TP1} \mathbf{H}_{i,TP1,i,TP1}^H \right) \quad (2)$$

$$\tilde{r}_{i,TP2} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\alpha P}{J_{i,TP2}} \mathbf{R}_{i,TP2}^{-1} \mathbf{H}_{i,TP2,i,TP2} \mathbf{H}_{i,TP2,i,TP2}^H \right) \quad (3)$$

trong đó

$$\mathbf{R}_{i,TP1} = N_i \mathbf{I} + \frac{(1-\alpha)P}{J_{j,TP2}} \mathbf{H}_{i,TP2,j,TP2} \mathbf{H}_{i,TP2,j,TP2}^H, \mathbf{R}_{i,TP2} = N_i \mathbf{I} + \frac{P}{J_{i,TP1}} \mathbf{H}_{i,TP1,i,TP1} \mathbf{H}_{i,TP1,i,TP1}^H + \frac{(1-\alpha)P}{J_{j,TP2}} \mathbf{H}_{i,TP2,j,TP2} \mathbf{H}_{i,TP2,j,TP2}^H. \text{ Vector } N_i \text{ là cường}$$

độ tạp âm cộng nhiễu tại UE i . Dữ liệu đối với UE i từ TP2 được phát hiện trước, các tín hiệu xử lý đối với UE i từ TP1 và UE j từ TP2 là nhiễu. Tiếp theo, dữ liệu đối với UE i từ TP1 được phát hiện, giả định chỉ có tín hiệu đối với UE j từ TP2 là nhiễu. Tín hiệu đối với UE i từ TP2 được giả định là được phát hiện và triệt tiêu từ tín hiệu nhận được.

Bằng cách coi nhiễu cộng tạp âm là nhiễu trắng, các phép tính xấp xỉ sau có thể được thực hiện: $\mathbf{R}_{i,TP1} \approx (1 + (1-\alpha)\gamma_{i,TP2}^{CoMP}) \mathbf{I}$ và $\mathbf{R}_{i,TP2} \approx (1 + \gamma_{i,TP1}^{CoMP} + (1-\alpha)\gamma_{i,TP2}^{CoMP}) \mathbf{I}$, trong đó CoMP SINR (đối với hệ thống SIMO) được xác định là

$$\gamma_{i,TPk}^{CoMP} = \frac{\|\mathbf{h}_{i,TPk}\|^2 P}{N_{i,TPk}^{CoMP}}, \text{ với } N_{i,TPk}^{CoMP} \text{ là cường độ tạp âm cộng nhiễu từ tất cả các ô bên}$$

ngoài bộ CoMP của người dùng i trong TPk . Với giả định này, các phép tính xấp xỉ tỷ lệ sau có thể được thực hiện:

$$\tilde{r}_{i,TP1} \approx \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\gamma_{i,TP1}^{CoMP}}{J_{i,TP1}(1+(1-\alpha)\gamma_{i,TP2}^{CoMP})} \mathbf{S}_{i,TP1}^H \mathbf{S}_{i,TP1} \right) \text{ và } \tilde{r}_{i,TP2} \approx \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\alpha \gamma_{i,TP2}^{CoMP}}{J_{i,TP2}(1+\gamma_{i,TP1}^{CoMP} + (1-\alpha)\gamma_{i,TP2}^{CoMP})} \mathbf{S}_{i,TP2}^H \mathbf{S}_{i,TP2} \right).$$

Kênh truyền thông có thể được coi là một phần của hệ thống, là TP2 truyền tín hiệu siêu định vị đến người dùng i, j , trong khi tín hiệu đối với UE i được xử lý từ TP1 là nhiễu. Giá trị $\mathbf{y}_{j,TP2}$ chỉ tín hiệu nhận được tại người dùng j liên kết với TP2 dưới dạng:

$$\mathbf{y}_{j,TP2} = \sqrt{\frac{\alpha P}{J_{i,T2}}} \mathbf{H}_{j,TP2,i,TP2} \mathbf{q}_{i,TP2} + \sqrt{\frac{(1-\alpha)P}{J_{j,T2}}} \mathbf{H}_{j,TP2,j,TP2} \mathbf{q}_{j,TP2} + \left(\sqrt{\frac{P}{J_{i,TP1}}} \mathbf{H}_{j,TP1,i,TP1} \mathbf{q}_{i,TP1} + \mathbf{n}_{j,TP2} \right). \quad (4)$$

Để đơn giản hóa phân tích, lan truyền mật độ thấp (low density spreading: LDS) tương đương được ước tính bằng mô hình suy biến bằng cách giả định nhiễu cộng tạp âm là nhiễu trắng. Do đó, phát hiện SIC có thể được sử dụng và sắp xếp bởi các người dùng có SINR gia tăng. Giả định $\gamma_{j,TP2}^{CoMP} > \gamma_{i,TP2}^{CoMP}$, thì phát hiện SIC có thể được thực hiện tại UE j . Điều này có nghĩa là dữ liệu đối với người dùng i từ TP2 với $\gamma_{i,TP2}^{CoMP}$ thấp hơn được phát hiện trước, giả định tín hiệu đối với người dùng này từ TP1 và tín hiệu đối với UE j đối với TP2 là nhiễu. Trong hệ suy biến này với $\gamma_{j,TP2}^{CoMP} > \gamma_{i,TP2}^{CoMP}$, dữ liệu đối với người dùng i từ TP2 có thể được phát hiện tại người dùng j và bị triệt tiêu. Do đó, tỷ lệ đạt được tại UE j tốt này có thể được tính xấp xỉ bằng $\tilde{r}_{j,TP2} \approx \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{(1-\alpha)\gamma_{j,TP2}}{J_{j,TP2}} \mathbf{S}_{j,TP2}^H \mathbf{S}_{j,TP2} \right)$, trong đó $\gamma_{j,TP2} = \frac{|\mathbf{h}_{j,TP2}|^2 P}{N_{j,TP2}}$ là SINR phi CoMP (đối với hệ thống SIMO), với $N_{j,TP2}$ được xác định là cường độ tạp âm cộng nhiễu đối với tất cả các TP, ngoại trừ TP phục vụ.

Từ suy diễn ở trên, chiến lược phát hiện, tối ưu hóa chia sẻ công suất và thuật toán ghép cặp tham lam có thể được tóm lược cho sơ đồ ghép cặp từ xa CoMP-MU-SCMA. Đối với chiến lược phát hiện tại UE 620 xấu, dữ liệu từ TP1 và TP2 có thể được phát hiện đồng thời, giả định tín hiệu đối với UE 620 tốt từ TP2 là nhiễu. Theo cách khác, về tỷ lệ tổng, dữ liệu đối với UE 620 xấu từ TP2 được phát hiện trước, giả

định tín hiệu từ TP1 và dữ liệu đối với UE 620 tốt từ TP2 là nhiều. Dữ liệu đối với UE 620 xấu từ TP1 có thể được phát hiện, giả định chỉ có tín hiệu đối với UE 620 tốt từ TP2 là nhiều. Các tỷ lệ tương ứng có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\tilde{r}_{i,TP1} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\gamma_{i,TP1}^{COMP}}{J_{i,TP1}(1+(1-\alpha)\gamma_{i,TP2}^{COMP})} \mathbf{S}_{i,TP1}^H \mathbf{S}_{i,TP1} \right),$$

$$\tilde{r}_{i,TP2} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\alpha \gamma_{i,TP2}^{COMP}}{J_{i,TP2}(1+\gamma_{i,TP1}^{COMP}+(1-\alpha)\gamma_{i,TP2}^{COMP})} \mathbf{S}_{i,TP2}^H \mathbf{S}_{i,TP2} \right).$$

Tại UE 620 tốt, đối với hệ suy biến, giả định rằng dữ liệu đối với UE 620 xấu từ TP2 có thể được phát hiện và hoàn toàn bị triệt tiêu. Do đó, dữ liệu đối với UE 620 tốt được phát hiện, giả định chỉ có tín hiệu đối với UE 620 xấu từ TP1 là nhiều. Tỷ lệ này có thể được biểu diễn bằng:

$$\tilde{r}_{j,TP2} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{(1-\alpha)\gamma_{j,TP2}}{J_{j,TP2}} \mathbf{S}_{j,TP2}^H \mathbf{S}_{j,TP2} \right).$$

Nếu dữ liệu đối với UE i từ TP2 không thể được phát hiện tại UE 620 tốt, thì tín hiệu đối với UE j từ TP2 được cộng vào dưới dạng nhiễu.

Tỷ lệ tổng theo trọng số (WSR) của hai UE 620 có thể được sử dụng trong việc tối ưu hóa hệ số chia sẻ công suất trên cơ sở tiêu chuẩn WSR cực đại, như:

$$WSR_{i,j}(\alpha) = w_i(\tilde{r}_{i,TP1} + \tilde{r}_{i,TP2}) + w_j \tilde{r}_{j,TP2}.$$

Nghiệm tối ưu $0 \leq \alpha^* \leq 1$ là nghiệm của $\frac{dWSR(\alpha)}{d\alpha} = 0$. Trong trường hợp của SCMA trong đó $S = [1]$ (ví dụ, đối với hệ thống OFDMA), nghiệm có thể được tìm bằng:

$$\alpha^* = \frac{w_i \gamma_{i,TP2}^{COMP}(1+\gamma_{j,TP2}) - w_j \gamma_{j,TP2}(1+\gamma_{i,TP2}^{COMP})}{(w_i - w_j) \gamma_{i,TP2}^{COMP} \gamma_{j,TP2}},$$

trong đó $w_i = \frac{1}{R_i}$, với R_i là tỷ lệ trung bình của người dùng i .

Thuật toán ghép cặp UE tham lam có thể được sử dụng để ghép cặp các UE cho phương pháp truyền OL CoMP-MU-SCMA. Trước hết, UE i^* được chọn trong TP1, dựa vào bước lập lịch công bằng tỷ lệ (proportional fairness: PF) cho một TP như sau:

$$i^* = \arg \max_{u_i \in TP1} w_i r_i.$$

Tiếp theo, đối với UE i^* xác định, UE j^* được chọn trong TP2 sao cho $WSR_{i^*,j^*}(\alpha^*)$ là cực đại. Thuật toán ghép cặp UE tham lam này có thể làm giảm không gian tìm kiếm chỉ còn là số lượng các UE liên kết với các TP phối hợp, thay vì tất cả các cặp UE có thể có giữa các TP này. Quy trình tương hỗ này cũng được thực hiện tại TP2 do TP1 có khả năng hỗ trợ UE CoMP liên kết với TP2.

Fig.7 thể hiện diễn tiến ghép cặp nội hạt CoMP-MU-SCMA, trong đó hai UE 720 là trong cùng một ô. Một UE 720 là UE CoMP tại tâm của ô hoặc UE tốt, tức là UE j và UE còn lại là UE tại biên của ô hoặc UE xấu, tức là UE i . Hệ thống này có thể thi hành sơ đồ SM hoặc sơ đồ truyền phân tập để truyền dữ liệu từ nhiều TP đến các UE CoMP. Cả hai TP 710 đều truyền dữ liệu đến UE CoMP 720. Đối với chiến lược phát hiện tại UE 720 xấu, dữ liệu từ TP1 và TP2 có thể được phát hiện đồng thời, giả định tín hiệu đối với UE 720 tốt từ TP2 là nhiễu. Theo cách khác, để dễ tối ưu hóa hệ số chia sẻ công suất, về tỷ lệ tổng, dữ liệu đối với UE 720 này từ TP1 được phát hiện trước, giả định tín hiệu từ TP2 và tín hiệu đối với UE 720 tốt từ TP1 là nhiễu. Dữ liệu đối với UE 720 này từ TP2 có thể được phát hiện, giả định chỉ có tín hiệu đối với UE 720 tốt từ TP1 là nhiễu. Các tỷ lệ này có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\tilde{r}_{i,TP1} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\alpha \gamma_{i,TP1}^{CoMP}}{J_{i,TP1}(1+(1-\alpha)\gamma_{i,TP1}^{CoMP} + \gamma_{i,TP2}^{CoMP})} \mathbf{S}_{i,TP1}^H \mathbf{S}_{i,TP1} \right),$$

$$\tilde{r}_{i,TP2} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\gamma_{i,TP2}^{CoMP}}{J_{i,TP2}(1+(1-\alpha)\gamma_{i,TP1}^{CoMP})} \mathbf{S}_{i,TP2}^H \mathbf{S}_{i,TP2} \right).$$

Tại UE 720 tốt, đối với hệ suy biến, giả định rằng dữ liệu đối với UE 720 xấu từ TP1 có thể được phát hiện và hoàn toàn bị triệt tiêu. Do đó, dữ liệu đối với UE 720 tốt được phát hiện, giả định chỉ có tín hiệu đối với UE 720 xấu từ TP2 là nhiễu. Tỷ lệ này có thể được biểu diễn bằng:

$$\tilde{r}_{j,TP1} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{(1-\alpha)\gamma_{j,TP1}}{J_{j,TP1}} \mathbf{S}_{j,TP1}^H \mathbf{S}_{j,TP1} \right).$$

Tương tự trường hợp ghép cặp từ xa, việc tối ưu hóa hệ số chia sẻ công suất đối với diễn tiến ghép cặp nội hạt là trên cơ sở tiêu chuẩn tỷ lệ tổng theo trọng số cực đại dưới dạng:

$$WSR_{i,j}(\alpha) = w_i(\tilde{r}_{i,TP1} + \tilde{r}_{i,TP2}) + w_j \tilde{r}_{j,TP2}.$$

Trong trường hợp của SCMA trong đó $S = [1]$ (ví dụ, đối với hệ thống OFDMA), nghiệm có thể tìm được bằng:

$$\alpha^* = \frac{w_i \gamma_{i,TP1}^{CoMP} (1 + \gamma_{j,TP1}) - w_j \gamma_{j,TP1} (1 + \gamma_{i,TP1}^{CoMP})}{(w_i - w_j) \gamma_{i,TP1}^{CoMP} \gamma_{j,TP1}},$$

trong đó $w_i = \frac{1}{R_i}$, với R_i là tỷ lệ trung bình của người dùng i .

Thuật toán ghép cặp UE tham lam có thể còn được sử dụng để ghép cặp UE để truyền OL CoMP-MU trong diễn tiến ghép cặp nội hạt. Trước hết, UE i^* được chọn trong TP1, dựa vào bước lập lịch công bằng tỷ lệ (PF) đối với một TP như sau:

$$i^* = \arg \max_{u_i \in TP1} w_i r_i.$$

Tiếp theo, đối với UE i^* xác định, UE j^* được chọn trong TP1 sao cho $WSR_{i^*,j^*}(\alpha^*)$ là cực đại.

Fig.8 thể hiện diễn tiến ghép cặp kép CoMP-MU-SCMA, trong đó UE j và UE k là các UE tại tâm của ô 820 (hoặc các UE tốt), lần lượt trong các TP 810, TP1 và TP2. UE i là UE CoMP tại biên của ô 820 (hoặc UE xấu). Cả hai UE 820 tốt đều có SINR cao hơn so với UE 820 xấu. Đối với chiến lược phát hiện tại UE 820 xấu, dữ liệu từ TP1 và TP2 có thể được phát hiện đồng thời, giả định tín hiệu đối với UE j tốt từ TP1 và UE k tốt từ TP2 là nhiễu. Theo cách khác, về tỷ lệ tổng, dữ liệu đối với UE j từ TP1 được phát hiện trước, giả định các tín hiệu từ TP2 và tín hiệu đối với các UE tốt từ TP1 và TP2 là nhiễu. Tiếp theo, dữ liệu đối với UE j từ TP2 có thể được phát hiện, giả định chỉ có tín hiệu đối với các UE tốt từ TP1 và TP2 là nhiễu. Các tỷ lệ có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\tilde{r}_{i,TP1} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\alpha_1 \gamma_{i,TP1}}{J_{i,TP1} (1 + (1 - \alpha_1) \gamma_{i,TP1})} \mathbf{S}_{i,TP1}^H \mathbf{S}_{i,TP1} \right),$$

$$\tilde{r}_{i,TP2} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\alpha_2 \gamma_{i,TP2}^{CoMP}}{J_{i,TP2} (1 + (1 - \alpha_1) \gamma_{i,TP1}^{CoMP} + (1 - \alpha_2) \gamma_{i,TP2}^{CoMP})} \mathbf{S}_{i,TP2}^H \mathbf{S}_{i,TP2} \right).$$

Tại UE j tốt, đối với hệ suy biến, giả định rằng dữ liệu đối với UE 820 tốt từ TP1 có thể được phát hiện và hoàn toàn bị triệt tiêu. Do đó, dữ liệu đối với UE j tốt được phát hiện, giả định chỉ có các tín hiệu từ TP2 là nhiễu. Tỷ lệ có thể được biểu diễn bằng:

$$\tilde{r}_{j,TP1} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{(1-\alpha_1)\gamma_{j,TP1}}{J_{j,TP1}} \mathbf{S}_{j,TP1}^H \mathbf{S}_{j,TP1} \right).$$

Tại UE k tốt, trước hết, dữ liệu đối với UE k tốt được phát hiện, giả định chỉ có các tín hiệu từ TP1 là nhiễu. Tỷ lệ có thể được biểu diễn bằng:

$$\tilde{r}_{k,TP2} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{(1-\alpha_2)\gamma_{k,TP2}}{J_{k,TP2}} \mathbf{S}_{k,TP2}^H \mathbf{S}_{k,TP2} \right).$$

Tuy nhiên, do dữ liệu từ TP2 đến UE 820 xấu được thu, giả định dữ liệu từ TP1 đến UE 820 xấu đã bị triệt tiêu hoàn toàn (tạo ra tỷ lệ cao hơn). Điều này đòi hỏi phải kiểm tra xem dữ liệu đối với UE i từ TP2 có thể được phát hiện tại UE k tốt hay không.

Tỷ lệ tổng theo trọng số sau được sử dụng để tối ưu hóa hệ số chia sẻ công suất đối với diễn tiến ghép cặp kép, trên cơ sở tiêu chuẩn WSR cực đại:

$$WSR_{i,j}(\alpha) = w_i(\tilde{r}_{i,TP1} + \tilde{r}_{i,TP2}) + w_j\tilde{r}_{j,TP2}.$$

Việc tối ưu hóa chia sẻ công suất có thể được thi hành bằng các bước sau:

1. Tối ưu hóa $WSR_{i,j,k}(\alpha_1, \alpha_2)$ đối với α_1 , thu được $\alpha_1^* = f(\alpha_2)$;
2. Thay thế $\alpha_1 = \alpha_1^*$ trong $WSR_{i,j,k}(\alpha_1, \alpha_2)$ thu được $WSR_{i,j,k}(\alpha_1^*, \alpha_2)$;
3. Tối ưu hóa $WSR_{i,j,k}(\alpha_1^*, \alpha_2)$ đối với α_2 thu được α_2^* ; và
4. Thay thế $\alpha_2 = \alpha_2^*$ trở lại $\alpha_1^* = f(\alpha_2)$ thu được α_1^* .

Các biểu thức dạng ràng buộc đối với α_1^* và α_2^* có thể được áp dụng là:

$$\alpha_1^* = 1 + \frac{w_i\gamma_{i,TP1}^{CoMP} - w_j\gamma_{j,TP1} + (\alpha_2^* - 1)w_j\gamma_{i,TP2}^{CoMP}\gamma_{j,TP1}}{(w_i - w_j)\gamma_{i,TP1}^{CoMP}\gamma_{j,TP1}}; \text{ và}$$

$$\alpha_2^* = 1 + \frac{(w_j - w_i)\gamma_{i,TP2}^{CoMP}\gamma_{j,TP1} + w_k\gamma_{k,TP2}(\gamma_{j,TP1} - \gamma_{i,TP1}^{CoMP})}{(w_j - w_i + w_k)\gamma_{i,TP2}^{CoMP}\gamma_{j,TP1}\gamma_{k,TP2}}.$$

Thuật toán ghép cặp UE tham lam có thể được sử dụng để ghép cặp UE để truyền OL CoMP-MU-SCMA trong diễn tiến ghép cặp kép. Trước hết, đối với cặp ô phối hợp xác định, ví dụ, TP1 và TP2, các UE tại tâm của ô 820 được chọn trong TP1 và TP2, mỗi UE này dựa trên phương pháp ghép cặp MU-SCMA. Do đó, các UE j, k lần lượt được thu từ TP1 và TP2. Tiếp theo, các UE chung (ngoại trừ UE j) được tìm kiếm trong TP1 để tìm UE tại biên của ô trong ghép cặp 6-UE, trong đó hệ số chia sẻ

công suất được tối ưu hóa đối với mỗi cặp. Do đó, cặp 6-UE tạo ra WSR cực đại được lập lịch.

Trong diễn tiến ghép cặp CoMP-MU-SCMA ở trên, bộ UE trong các ô mà cực đại hóa tỷ lệ tổng theo trọng số của toàn cụm được lập lịch, như được thể hiện trên Fig.9A và Fig.9B. Việc lập lịch này có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ điều khiển liên kết với TP hoặc ô và/hoặc bộ điều khiển trung tâm mạng. Việc lập lịch có thể bao gồm các bước xử lý một TP đối với chế độ truyền phi CoMP và bước xử lý 2-TP đối với việc lập lịch truyền đồng thời từ hai TP. Trong ví dụ này, thuật toán lập lịch PF được sử dụng cho cụm 2-TP. Mỗi ô (xử lý một TP) thực hiện việc lập lịch PF một TP (theo kiểu SU hoặc MU). Tiếp theo, theo kiểu CoMP, các TP phối hợp (xử lý 2-TP) lập lịch đồng thời các UE theo kiểu CoMP có ghép cặp từ xa, ghép cặp nội hạt hoặc ghép cặp kép. Kiểu tạo ra WSR cực đại và UE hoặc các UE liên quan đến nó được lập lịch tại mỗi khoảng thời gian truyền (transmission time interval: TTI).

Trong phần xử lý một TP, mỗi ô trong cụm trước hết thực hiện việc lập lịch PF một TP một người dùng (SU) và đăng ký các UE đã lập lịch và các độ đo PF tương ứng của chúng, như được thể hiện ở bước 901A đối với TP1 và bước 901B đối với TP2. Tiếp theo, mỗi ô thực hiện việc lập lịch PF MU, như được thể hiện ở bước 902A đối với TP1 và bước 902B đối với TP2. Nếu độ đo PF MU lớn hơn độ đo PF SU thì UE khác (ví dụ, UE được ghép cặp với UE đã được lập lịch từ phép lập lịch PF SU) được bổ sung vào UE đã được lập lịch trong ô đó, tổng độ đo PF tương ứng được giữ nguyên, như được thể hiện ở bước 903A đối với TP 1 và bước 903B đối với TP 9.

Trong phần xử lý 2-TP, việc lập lịch CoMP-SU được thực hiện, ở bước 911, đối với tất cả các bộ CoMP có thể có trong cụm. Nếu độ đo PF của UE trong bộ CoMP cùng với tổng độ đo PF (từ các bước 903A và 903B) trên phần còn lại của các ô trong cụm là cực đại so với tất cả các bộ CoMP, thì tổng độ đo PF của kiểu này và các UE tương ứng được duy trì trong độ đo CoMP-SU. Ví dụ, xét bộ CoMP có kích thước 2 (tức là với 2 TP phối hợp) trong cụm gồm 7 TP (với các TP 1 đến 7), bộ CoMP có thể gồm các TP 1 và 2 với các TP 3 đến 7 còn lại bên ngoài bộ CoMP. Do đó, tổng độ đo PF ứng cử bao gồm PF của các UE CoMP dưới bộ TP phối hợp 1 và 2 và tổng độ đo PF liên quan đến kiểu Phi CoMP trong các TP 3 đến 7 (các TP này có thể là phi

CoMP-SU hoặc phi CoMP-MU, bất kể có cao hơn hay không). Tương tự, bộ CoMP có thể có khác có thể gồm các TP 2 và 3, với các TP 1 và 4 đến 7 còn lại trong cụm song ở bên ngoài bộ CoMP. Ở bước 912, ghép cặp từ xa CoMP-MU được thực hiện đối với tất cả các bộ CoMP có thể có trong cụm. Nếu độ đo PF của UE trong bộ CoMP cùng với tổng độ đo PF (từ các bước 903A và 903B) trên phần còn lại của các ô trong cụm là cực đại trên tất cả các bộ CoMP, thì tổng độ đo PF của kiểu này và các UE tương ứng được duy trì trong độ đo ghép cặp từ xa CoMP-MU. Ở bước 913, việc ghép cặp nội hạt CoMP-MU được thực hiện đối với tất cả các bộ CoMP có thể có trong cụm. Nếu độ đo PF của UE trong bộ CoMP cùng với tổng độ đo PF (từ các bước 903A và 903B) trên phần còn lại của các ô trong cụm là cực đại trên tất cả các bộ CoMP, thì tổng độ đo PF của kiểu này và các UE tương ứng được duy trì trong độ đo ghép cặp nội hạt CoMP-MU. Ở bước 914, việc ghép cặp kép CoMP-MU được thực hiện đối với tất cả các bộ CoMP có thể có trong cụm. Nếu độ đo PF của UE trong bộ CoMP cùng với tổng độ đo PF (từ các bước 903A và 903B) trên phần còn lại của các ô trong cụm là cực đại trên tất cả các bộ CoMP, thì tổng độ đo PF của kiểu này và các UE tương ứng được duy trì trong độ đo ghép cặp kép CoMP-MU. Ở bước 915, bộ UE cực đại hóa độ đo PF trên tất cả các kiểu phi CoMP và CoMP được chọn để lập lịch.

Hệ thống CoMP-MU có thể sử dụng phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) từ các UE để xác định việc lập lịch và việc chọn kiểu CoMP. Trong trường hợp của 9 TP trong cụm như được mô tả ở trên, hai bộ SINR đối với mỗi UE sẽ được phản hồi đến bộ điều khiển trung tâm. Đối với SINR phi CoMP (Phi CoMP-SU), $\gamma_{i,j}$, SINR này liên quan đến UE i và TP j phục vụ của nó. Đối với kiểu phi CoMP, can nhiễu là từ tất cả các TP bên ngoài TP phục vụ của UE i . Đối với SINR CoMP (là CoMP-SU hoặc CoMP-MU), $\gamma_{i,j}^{CoMP}$, SINR này liên quan đến UE i và từ TP j , trong đó TP j là ở trong bộ CoMP (trong 2 TP phối hợp). Đối với SINR CoMP, can nhiễu là từ tất cả các ô bên ngoài bộ CoMP của UE i . Để triệt tiêu SINR CoMP phản hồi, trước hết dung lượng kênh vòng hở giữa UE i và TP1 và TP2 (tức là $C_{i,TP1}, C_{i,TP2}$) bằng cách sử dụng kiểu CoMP-SU được tính toán. Dung lượng này được tính trên cơ sở fading nhanh hiện thời đối với UE từ tất cả các TP phối hợp, các TP nhiễu trội tại thời điểm phản hồi và trên cơ sở mô hình nhiễu giả định (từ ma trận ký hiệu nhiễu). Trước hết, giá trị

$\gamma_{i,TP2}^{CoMP}$ có thể được tính trên cơ sở $C_{i,TP2}$ và $\gamma_{i,TP1}^{CoMP}$ có thể được tính trên cơ sở các quan hệ sau:

$$C_{i,TP1} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\gamma_{i,TP1}^{CoMP}}{J_{i,TP1}(1+\gamma_{i,TP2}^{CoMP})} \mathbf{S}_{i,TP1}^H \mathbf{S}_{i,TP1} \right) \text{ và}$$

$$C_{i,TP2} = \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \frac{\gamma_{i,TP2}^{CoMP}}{J_{i,TP2}} \mathbf{S}_{i,TP2}^H \mathbf{S}_{i,TP2} \right).$$

Theo một phương án, sơ đồ CoMP-MU-SCMA có thể được mở rộng cho diễn tiến MIMO, trong đó mỗi TP và UE được trang bị nhiều ăng-ten. Chế độ truyền SM vòng hở có thể được sử dụng trong đó nhiều luồng dữ liệu độc lập có thể được truyền từ mỗi TP. Ví dụ, Chế độ truyền SM vòng hở 2×2 được thi hành trong đó mỗi TP và UE được trang bị hai ăng-ten và hai luồng dữ liệu độc lập được truyền từ TP này. Theo cách khác, chế độ truyền phân tập có thể được sử dụng với nhiều ăng-ten tại mỗi thành phần trong đó luồng dữ liệu giống nhau được truyền từ mỗi TP. Ngoài ra, trong trường hợp công suất truyền trên mỗi TP được tạo ra cố định, công suất này được chia ra cho nhiều ăng-ten. Trong diễn tiến truyền MIMO, tính toán phản hồi của CQI MIMO (tại UE) có thể tương tự tính toán phản hồi của CQI trong sơ đồ truyền một đầu vào và nhiều đầu ra (SIMO). Ví dụ, để tính phản hồi của CQI trong hệ thống MIMO giữa hai TP và UE phối hợp, hai dung lượng kênh MIMO liên kết với hai TP phối hợp được tính. Theo một phương án, n_c luồng dữ liệu độc lập được truyền qua n_c kênh song song (n_c là số nguyên) trong mỗi kênh MIMO và mỗi kênh độc lập được giả định có cùng dung lượng (tức là dung lượng MIMO/ n_c). Dung lượng đối với mỗi kênh độc lập có thể được coi là giống với dung lượng kênh trong hệ thống SIMO. Tiếp theo, dung lượng này được sử dụng để tính phản hồi (CQI) SINR hậu xử lý SIMO. Để thực hiện việc tính tỷ lệ MIMO trên cơ sở phản hồi SINR SIMO, trước hết tỷ lệ SIMO được tính trên cơ sở SINR hậu xử lý SIMO. Tiếp theo, tỷ lệ MIMO được thu bằng cách nhân tỷ lệ SIMO với số lượng kênh độc lập, n_c .

Theo các phương án khác nhau của sáng chế, các phương pháp ví dụ đối với CoMP và bộ điều khiển ví dụ, TP và UE được bộc lộ như sau.

Ví dụ 1. Phương pháp cho phép quá trình truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở bằng cách sử dụng kiểu đa truy nhập mã thừa (SCMA), phương pháp này bao gồm các bước:

lập lịch, đối với cụm gồm đa điểm truyền (TP) và thiết bị nhiều người dùng (UE), bộ UE để truyền dữ liệu từ bộ TP bằng cách phối hợp và phân bổ, đối với mỗi TP trong bộ TP, các lớp SCMA đến bộ UE theo CoMP MU có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE, trong đó CoMP MU có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE được chọn theo tiêu chuẩn; và

gán cho bộ TP quá trình truyền tín hiệu điều khiển để cấu hình bộ UE để phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP, trong đó tín hiệu điều khiển biểu thị nhiều thông số dựa vào bước lập lịch.

Ví dụ 2. Phương pháp theo ví dụ 1, trong đó việc lập lịch bao gồm gán tài nguyên khả dụng, bao gồm công suất và các lớp SCMA, để truyền dữ liệu giữa bộ TP và bộ UE trên cơ sở tiêu chuẩn, đối với mỗi tài nguyên miền thời gian, tần số hoặc không gian, trong đó việc lập lịch bao gồm điều chỉnh tỷ lệ và số lượng lớp SCMA đến các UE trên cơ sở công suất đã gán.

Ví dụ 3. Phương pháp theo ví dụ 1, trong đó tiêu chuẩn bao gồm chọn chế độ truyền có tỷ lệ tổng theo trọng số (WSR) cực đại.

Ví dụ 4. Phương pháp theo ví dụ 1, trong đó CoMP MU có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE được chọn theo tiêu chuẩn từ nhiều cấu hình có thể có của chế độ truyền SCMA và CoMP bao gồm một người dùng (SU) hoặc MU SCMA, CoMP SU có SCMA và CoMP MU có SCMA và các sơ đồ ghép cặp UE-TP khác nhau.

Ví dụ 5. Phương pháp theo ví dụ 4, trong đó các sơ đồ ghép cặp UE khác nhau bao gồm ghép cặp nhiều UE, các UE này không liên quan đến độ phủ sóng của ô, với nhiều TP.

Ví dụ 6. Phương pháp theo ví dụ 4, trong đó nhiều UE được phục vụ bởi nhiều TP giống hoặc khác nhau và trong đó mỗi UE của các UE được phục vụ bởi ít nhất một trong số các TP.

Ví dụ 7. Phương pháp theo ví dụ 6, trong đó mỗi TP của các TP có vùng phục vụ của ô.

Ví dụ 8. Phương pháp cho phép quá trình truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở bằng cách sử dụng kiểu đa truy nhập mã thừa (SCMA), phương pháp bao gồm:

tiếp nhận, tại thiết bị người dùng (UE), quá trình truyền tín hiệu điều khiển để lập lịch truyền dữ liệu theo CoMP nhiều người dùng (MU) đã chọn có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE; và

phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP theo CoMP MU đã chọn có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE, trong đó tín hiệu điều khiển biểu thị một số và các chỉ số của các lớp SCMA của mỗi TP trong bộ TP.

Ví dụ 9. Phương pháp theo ví dụ 8, trong đó tín hiệu điều khiển còn biểu thị kích thước bảng mã và tỷ lệ mã đối với mỗi lớp SCMA.

Ví dụ 10. Bộ điều khiển mạng cho phép quá trình truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở bằng cách sử dụng kiểu đa truy nhập mã thừa (SCMA), bộ điều khiển mạng bao gồm:

bộ xử lý liên kết với bộ nhớ; và

vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ chương trình để bộ xử lý thi hành, chương trình bao gồm các lệnh để:

lập lịch, đối với cụm gồm đa điểm truyền (TP) và thiết bị nhiều người dùng (UE), bộ UE để truyền dữ liệu từ bộ TP bằng cách phối hợp và phân bổ, đối với mỗi TP trong bộ TP, các lớp SCMA đến bộ UE theo CoMP MU có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE, trong đó CoMP MU có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE được chọn theo tiêu chuẩn; và

gán cho bộ TP quá trình truyền tín hiệu điều khiển để cấu hình bộ UE để phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP, trong đó tín hiệu điều khiển biểu thị nhiều thông số dựa vào bước lập lịch.

Ví dụ 11. Bộ điều khiển mạng theo ví dụ 10, trong đó chương trình bao gồm các lệnh để lập lịch, đối với mỗi TP trong bộ TP, các lớp SCMA đến các UE theo phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) từ bộ UE, phản hồi của CQI biểu thị số đo theo tín hiệu tham chiếu.

Ví dụ 12. Bộ điều khiển mạng theo ví dụ 10, trong đó các lệnh để lập lịch cho bộ UE đối với quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP bao gồm các lệnh để:

ghép cặp, theo sơ đồ ghép cặp UE, các UE trong bộ UE với các TP trong bộ TP để truyền dữ liệu trên cơ sở tiêu chuẩn;

gán tài nguyên khả dụng, bao gồm công suất và các lớp SCMA, để truyền dữ liệu giữa bộ TP và bộ UE trên cơ sở tiêu chuẩn, đối với mỗi tài nguyên miền thời gian, tần số hoặc không gian; và

điều chỉnh tỷ lệ và số lượng các lớp SCMA đối với các UE trên cơ sở công suất đã gán.

Ví dụ 13. Điểm truyền (TP) hỗ trợ quá trình truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở bằng cách sử dụng kiểu đa truy nhập mã thừa (SCMA), TP này bao gồm:

bộ xử lý liên kết với bộ nhớ; và

vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ chương trình để bộ xử lý thi hành, chương trình bao gồm các lệnh để:

tiếp nhận, từ bộ điều khiển mạng, nhiều thông số đối với quá trình truyền tín hiệu điều khiển gán cho TP; và

truyền tín hiệu điều khiển đến bộ thiết bị người dùng (UE) liên kết với TP, trong đó tín hiệu điều khiển biểu thị thông tin lập lịch cho bộ UE để phát hiện quá trình truyền từ bộ TP theo CoMP nhiều người dùng (MU) đã chọn có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE và trong đó các thông số bao gồm một số và các chỉ số của các lớp SCMA của mỗi TP trong bộ TP.

Ví dụ 14. TP theo ví dụ 13, trong đó chương trình bao gồm các lệnh khác để:
 gửi tín hiệu tham chiếu đến mỗi UE liên kết với TP;
 tiếp nhận, từ mỗi UE, phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) biểu thị số đo theo tín hiệu tham chiếu; và
 chuyển tiếp phản hồi CQI đến bộ điều khiển mạng.

Ví dụ 15. Thiết bị người dùng (UE) hỗ trợ quá trình truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở bằng cách sử dụng kiểu đa truy nhập mã thừa (SCMA), UE này bao gồm:

bộ xử lý liên kết với bộ nhớ; và
 vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ chương trình để bộ xử lý thi hành, chương trình bao gồm các lệnh để:

tiếp nhận quá trình truyền tín hiệu điều khiển để lập lịch truyền dữ liệu theo CoMP MU đã chọn có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE; và

phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP theo CoMP MU đã chọn có chế độ truyền SCMA và sơ đồ ghép cặp UE, trong đó tín hiệu điều khiển biểu thị một số và các chỉ số của các lớp SCMA của mỗi TP trong bộ TP.

Ví dụ 16. UE theo ví dụ 15, trong đó chương trình bao gồm các lệnh khác để:
 tiếp nhận, từ mỗi TP trong bộ TP, tín hiệu tham chiếu; và
 gửi, phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) biểu thị số đo theo tín hiệu tham chiếu.

Fig.10 thể hiện sơ đồ khối của hệ thống xử lý 1000 được lấy làm ví dụ mà có thể được sử dụng để thi hành các phương án khác nhau. Ví dụ, hệ thống 1000 có thể là một phần của bộ điều khiển, TP, hoặc UE. Các thiết bị cụ thể có thể sử dụng tất cả các thành phần được thể hiện, hoặc chỉ có tập hợp con của các thành phần này và mức độ tích hợp có thể khác nhau giữa các thiết bị. Hơn thế nữa, thiết bị có thể chứa nhiều thực thể của một thành phần, như nhiều bộ xử lý, bộ nhớ, máy phát, máy thu, v.v.. Hệ thống xử lý 1000 có thể bao gồm bộ xử lý 1001 có trang bị một hoặc nhiều thiết bị đầu vào/đầu ra, như giao diện mạng, giao diện lưu trữ và thiết bị tương tự. Bộ xử lý 1001

có thể bao gồm bộ xử lý trung tâm (central processing unit: CPU) 1010, bộ nhớ 1020, thiết bị lưu trữ khối 1030 và giao diện I/O 1060 nối với bus. Bus này có thể là một hoặc nhiều loại bất kỳ trong số các kiến trúc bus bao gồm bus bộ nhớ hoặc bộ điều khiển bộ nhớ, bus ngoại vi hoặc bus tương tự.

CPU 1010 có thể bao gồm loại bộ xử lý dữ liệu điện tử bất kỳ. Bộ nhớ 1020 có thể bao gồm loại bộ nhớ hệ thống bất kỳ như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên tĩnh (static random access memory: SRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (dynamic random access memory: DRAM), DRAM đồng bộ (SDRAM), bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory: ROM), tổ hợp của chúng, hoặc bộ nhớ tương tự. Theo một phương án, bộ nhớ 1020 có thể bao gồm ROM để sử dụng khi khởi động và DRAM cho chương trình và lưu trữ dữ liệu để sử dụng khi thi hành các chương trình. Theo các phương án, bộ nhớ 1020 là không tạm thời. Thiết bị lưu trữ khối 1030 có thể bao gồm loại thiết bị lưu trữ bất kỳ được cấu hình để lưu trữ dữ liệu, chương trình và thông tin khác và tạo ra dữ liệu, chương trình và thông tin khác tiếp cận được qua bus. Thiết bị lưu trữ khối 1030 có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều ổ trạng thái rắn, ổ đĩa cứng, ổ đĩa từ, ổ đĩa quang, hoặc ổ tương tự.

Bộ xử lý 1001 còn bao gồm một hoặc nhiều giao diện mạng 1050, các giao diện mạng này có thể bao gồm các đường truyền hữu tuyến, như cáp Ethernet hoặc loại tương tự và/hoặc các đường truyền vô tuyến để truy nhập các trạm hoặc một hoặc nhiều mạng 1080. Giao diện mạng 1050 cho phép bộ xử lý 1001 truyền thông bằng các thiết bị từ xa qua mạng 1080. Ví dụ, giao diện mạng 1050 có thể cung cấp truyền thông vô tuyến qua một hoặc nhiều máy phát/ăng-ten phát và một hoặc nhiều máy thu/ăng-ten thu. Theo một phương án, bộ xử lý 1001 được liên kết với mạng nội bộ hoặc mạng rộng để xử lý dữ liệu và truyền thông bằng các thiết bị từ xa, như các bộ xử lý khác, Internet, thiết bị lưu trữ từ xa, hoặc thiết bị tương tự.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp cho phép truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở, trong đó phương pháp bao gồm các bước:

lập lịch, đối với cụm gồm đa điểm truyền (TP) và thiết bị nhiều người dùng (UE), bộ UE để truyền dữ liệu từ bộ TP bằng cách phối hợp và phân bổ, đối với mỗi TP trong bộ TP, các lớp đa truy cập không trực giao đến bộ UE theo CoMP MU có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE, trong đó CoMP MU có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE được chọn theo tiêu chuẩn; và

gán cho bộ TP việc truyền tín hiệu điều khiển để cấu hình bộ UE, trong đó việc truyền tín hiệu điều khiển này biểu thị nhiều thông số dựa vào bước lập lịch.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu điều khiển biểu thị CoMP MU đã chọn có chế độ truyền đa truy cập không trực giao, một số và các chỉ số của các TP đối với mỗi UE trong bộ UE, một số và các chỉ số của các lớp của mỗi TP trong bộ TP và hệ số chia sẻ công suất, kích thước băng mã và tỷ lệ mã của mỗi lớp.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập lịch đối với mỗi TP trong bộ TP các lớp đa truy cập không trực giao đến các UE được xác định theo phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) từ bộ UE, phản hồi của CQI biểu thị số đo theo tín hiệu tham chiếu.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó phản hồi của CQI biểu thị số lượng các lớp đa truy cập không trực giao đo được bởi mỗi UE đối với mỗi TP.

5. Phương pháp theo điểm 3, trong đó phản hồi của CQI bao gồm báo cáo CQI CoMP đối với chế độ truyền CoMP, báo cáo CQI phi CoMP đối với chế độ truyền phi CoMP.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập lịch bao gồm việc ghép cặp, theo sơ đồ ghép cặp UE, các UE trong bộ UE với các TP trong bộ TP để truyền dữ liệu trên cơ sở tiêu chuẩn.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lập lịch bao gồm việc gán tài nguyên khả dụng, bao gồm công suất và các lớp đa truy cập không trực giao, để truyền dữ liệu

giữa bộ TP và bộ UE trên cơ sở tiêu chuẩn, đối với mỗi tài nguyên miền thời gian, tần số hoặc không gian cho trước.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó bước lập lịch bao gồm việc điều chỉnh tốc độ và số lượng các lớp đa truy cập không trực giao đến các UE dựa trên công suất đã gán.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tiêu chuẩn nêu trên bao gồm việc chọn chế độ truyền có tỷ lệ cộng được thêm trọng số tối đa (WSR).

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó CoMP MU có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE được chọn theo tiêu chuẩn từ nhiều cấu hình có thể có đối với chế độ truyền đa truy cập không trực giao và chế độ truyền CoMP bao gồm một người dùng (SU) hoặc MU SCMA, CoMP SU có SCMA và CoMP MU có SCMA và các sơ đồ ghép cặp UE-TP khác nhau.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó các sơ đồ ghép cặp UE khác nhau bao gồm: ghép cặp nhiều UE, các UE này không liên quan đến độ phủ sóng của ô, với nhiều TP.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó các sơ đồ ghép cặp UE khác nhau bao gồm sơ đồ ghép cặp từ xa trong đó ít nhất một UE tại biên của ô được ghép cặp với TP thứ nhất và với TP từ xa thứ hai phục vụ ít nhất một UE từ xa thứ hai, sơ đồ ghép cặp nội hạt trong đó ít nhất một UE tại biên của ô được ghép cặp với TP thứ nhất phục vụ ít nhất một UE thứ hai và với TP từ xa thứ hai và sơ đồ ghép cặp kép trong đó ít nhất một UE tại biên của ô được ghép cặp với TP thứ nhất phục vụ ít nhất một UE thứ hai và với TP từ xa thứ hai phục vụ UE từ xa thứ ba.

13. Phương pháp theo điểm 10, trong đó số lượng UE được phục vụ bởi cùng số lượng hoặc khác số lượng các TP và trong đó mỗi UE trong số các UE được phục vụ bởi ít nhất một trong số các TP này.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó mỗi TP trong số các TP này có vùng phục vụ ô.

15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó CoMP MU có chế độ truyền đa truy cập không trực giao được thiết lập mà không có ma trận tiền mã hóa và phản hồi kèm theo từ các UE.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước truyền dữ liệu từ bộ TP là truyền nhiều đầu vào nhiều đầu ra (MIMO) bằng cách sử dụng nhiều ăng-ten tại mỗi TP.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó bước truyền dữ liệu từ mỗi TP trong bộ TP là theo sơ đồ ghép kênh không gian (SM) để gửi các dữ liệu khác nhau đến mỗi UE trong bộ UE.

18. Phương pháp theo điểm 16, trong đó bước truyền từ mỗi TP trong bộ TP theo sơ đồ truyền phân tập để gửi các dữ liệu giống nhau đến mỗi UE trong bộ UE.

19. Phương pháp cho phép truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

tiếp nhận, tại điểm truyền (TP) từ bộ điều khiển mạng, nhiều thông số đối với việc truyền tín hiệu điều khiển được gán cho TP; và

truyền tín hiệu điều khiển đến bộ thiết bị người dùng (UE) liên kết với TP, trong đó tín hiệu điều khiển này biểu thị thông tin lập lịch cho bộ UE truyền từ bộ TP theo CoMP nhiều người dùng (MU) đã chọn có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE và trong đó các thông số này bao gồm một số và các chỉ số của các lớp đa truy cập không trực giao của mỗi TP trong bộ TP.

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó các thông số để truyền tín hiệu điều khiển bao gồm CoMP MU đã chọn có chế độ truyền đa truy cập không trực giao, một số và các chỉ số của các TP đối với mỗi UE trong bộ UE và hệ số chia sẻ công suất, kích thước bảng mã và tỷ lệ mã của mỗi lớp đa truy cập không trực giao.

21. Phương pháp theo điểm 19, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

gửi tín hiệu tham chiếu đến mỗi UE liên kết với TP;

tiếp nhận, từ mỗi UE, phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) biểu thị số đo theo tín hiệu tham chiếu; và

chuyển tiếp phản hồi của CQI đến bộ điều khiển mạng.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó phản hồi của CQI biểu thị một số lớp đa truy cập không trực giao đo được bởi mỗi UE.

23. Phương pháp theo điểm 21, trong đó số đo là tín hiệu-nhiều cộng tạp âm (SINR) CoMP hoặc SINR phi CoMP đối với bộ TP liên kết với mỗi UE.

24. Phương pháp theo điểm 21, trong đó các thông số để truyền tín hiệu điều khiển, bao gồm một số và các chỉ số của các lớp đa truy cập không trực giao của mỗi TP trong bộ TP, là theo phản hồi của CQI từ mỗi UE.

25. Phương pháp cho phép truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

tiếp nhận, tại thiết bị người dùng (UE), tín hiệu điều khiển để lập lịch truyền dữ liệu theo CoMP nhiều người dùng (MU) đã chọn có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE; và

phát hiện việc truyền dữ liệu từ bộ TP theo CoMP MU đã chọn có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE, trong đó việc truyền tín hiệu điều khiển biểu thị một số và các chỉ số của các lớp đa truy cập không trực giao của mỗi TP trong bộ TP.

26. Phương pháp theo điểm 25, trong đó tín hiệu điều khiển còn thể hiện kích cỡ bảng mã và tỷ lệ mã cho mỗi lớp đa truy cập không trực giao.

27. Phương pháp theo điểm 25, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

tiếp nhận, từ mỗi TP trong bộ TP, tín hiệu tham chiếu; và

gửi, phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) biểu thị số đo theo tín hiệu tham chiếu.

28. Phương pháp theo điểm 27, trong đó phản hồi của CQI biểu thị số lượng lớp đa truy cập không trực giao đo được bởi UE đối với mỗi TP.

29. Phương pháp theo điểm 27, trong đó số đo là tín hiệu-nhiều cộng tạp âm (SINR) CoMP hoặc SINR phi CoMP đối với bộ TP liên kết với UE.

30. Phương pháp theo điểm 27, trong đó bước truyền tín hiệu điều khiển là theo phản hồi của CQI từ UE.

31. Bộ điều khiển mạng cho phép truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở, trong đó bộ điều khiển mạng này bao gồm:

bộ xử lý liên kết với bộ nhớ; và

vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyên tiếp lưu trữ chương trình để bộ xử lý thi hành, chương trình bao gồm các lệnh để:

lập lịch, đối với cụm gồm đa điểm truyền (TP) và thiết bị nhiều người dùng (UE), bộ UE để truyền dữ liệu từ bộ TP bằng cách phối hợp và phân bổ, đối với mỗi TP trong bộ TP, các lớp đa truy cập không trực giao đến bộ UE theo CoMP MU có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE, trong đó CoMP MU có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE được chọn theo tiêu chuẩn; và

gán cho bộ TP quá trình truyền tín hiệu điều khiển để cấu hình bộ UE để phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP, trong đó tín hiệu điều khiển biểu thị nhiều thông số dựa vào bước lập lịch.

32. Bộ điều khiển mạng theo điểm 31, trong đó chương trình bao gồm các lệnh để lập lịch, đối với mỗi TP trong bộ TP, các lớp đa truy cập không trực giao đến các UE theo phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) từ bộ UE, phản hồi của CQI biểu thị số đo theo tín hiệu tham chiếu.

33. Bộ điều khiển mạng theo điểm 31, trong đó các lệnh để lập lịch cho bộ UE đối với quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP bao gồm các lệnh để:

ghép cặp, theo sơ đồ ghép cặp UE, các UE trong bộ UE với các TP trong bộ TP để truyền dữ liệu trên cơ sở tiêu chuẩn;

gán tài nguyên khả dụng, bao gồm công suất và các lớp đa truy cập không trực giao, để truyền dữ liệu giữa bộ TP và bộ UE trên cơ sở tiêu chuẩn, đối với mỗi tài nguyên miền thời gian, tần số hoặc không gian đã cho; và

điều chỉnh tỷ lệ và số lượng các lớp đa truy cập không trực giao đối với các UE trên cơ sở công suất đã gán.

34. Điểm truyền (TP) hỗ trợ quá trình truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở, trong đó TP này bao gồm:

bộ xử lý liên kết với bộ nhớ; và

vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ chương trình để bộ xử lý thi hành, chương trình này bao gồm các lệnh để:

tiếp nhận, từ bộ điều khiển mạng, nhiều thông số đối với quá trình truyền tín hiệu điều khiển gán cho TP; và

truyền tín hiệu điều khiển đến bộ thiết bị người dùng (UE) liên kết với TP, trong đó tín hiệu điều khiển này biểu thị thông tin lập lịch cho bộ UE để phát hiện quá trình truyền từ bộ TP theo CoMP nhiều người dùng (MU) đã chọn có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE và trong đó các thông số bao gồm một số và các chỉ số của các lớp đa truy cập không trực giao của mỗi TP trong bộ TP.

35. Điểm truyền theo điểm 34, trong đó chương trình bao gồm các lệnh khác để:

gửi tín hiệu tham chiếu đến mỗi UE liên kết với TP;

tiếp nhận, từ mỗi UE, phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) biểu thị số đo theo tín hiệu tham chiếu; và

chuyển tiếp phản hồi CQI đến bộ điều khiển mạng.

36. Thiết bị người dùng (UE) hỗ trợ quá trình truyền đa điểm phối hợp (CoMP) nhiều người dùng vòng hở, trong đó UE này bao gồm:

bộ xử lý liên kết với bộ nhớ; và

vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp lưu trữ chương trình để bộ xử lý thi hành, chương trình này bao gồm các lệnh để:

tiếp nhận quá trình truyền tín hiệu điều khiển để lập lịch truyền dữ liệu theo CoMP nhiều người dùng (MU) đã chọn có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE; và

phát hiện quá trình truyền dữ liệu từ bộ TP theo CoMP MU đã chọn có chế độ truyền đa truy cập không trực giao và sơ đồ ghép cặp UE, trong đó tín hiệu điều khiển biểu thị một số và các chỉ số của các lớp đa truy cập không trực giao của mỗi TP trong bộ TP.

37. Thiết bị người dùng theo điểm 36, trong đó chương trình bao gồm các lệnh khác
đề:

tiếp nhận, từ mỗi TP trong bộ TP, tín hiệu tham chiếu; và

gửi, phản hồi của bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) biểu thị số đo theo tín hiệu
tham chiếu.

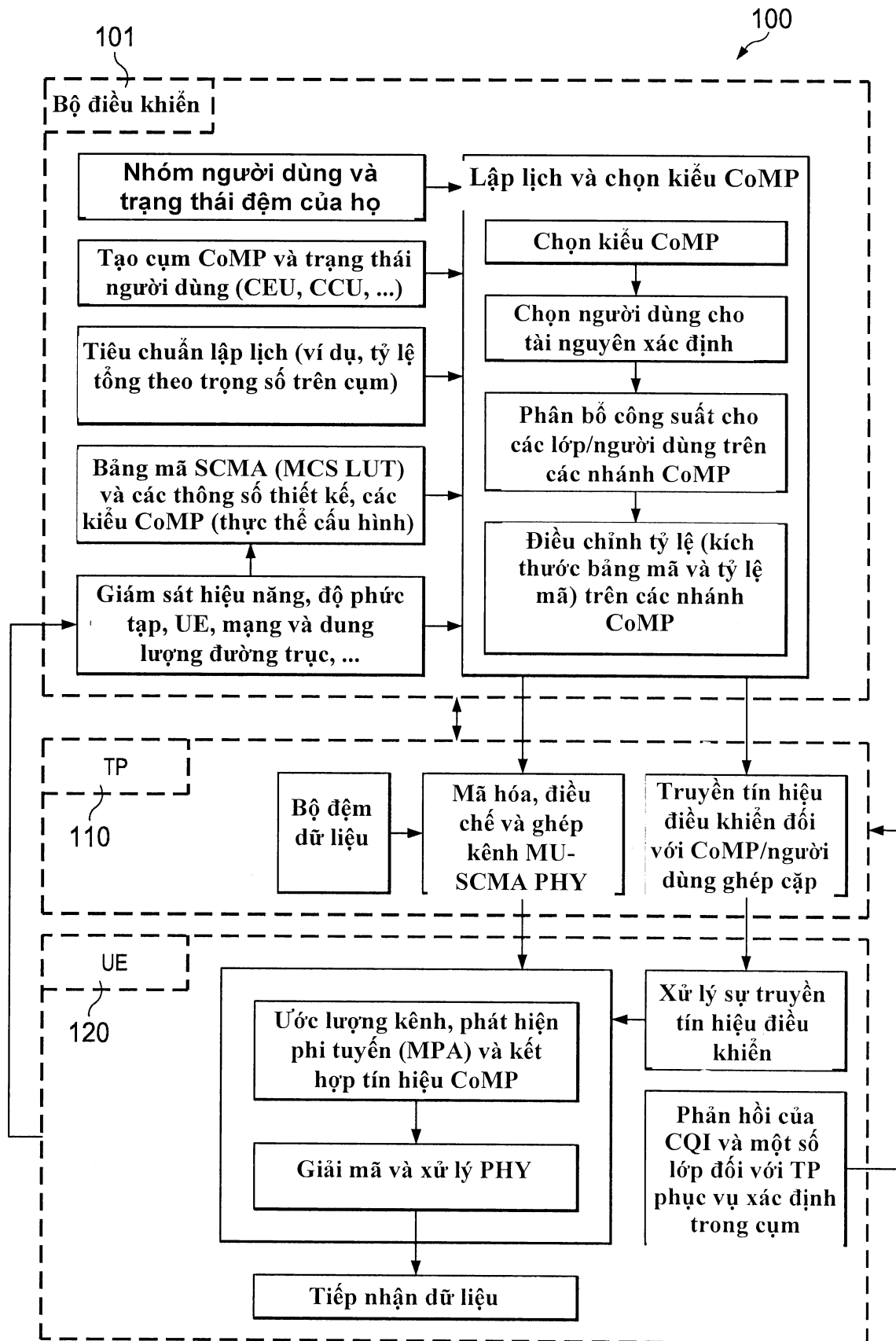


FIG. 1

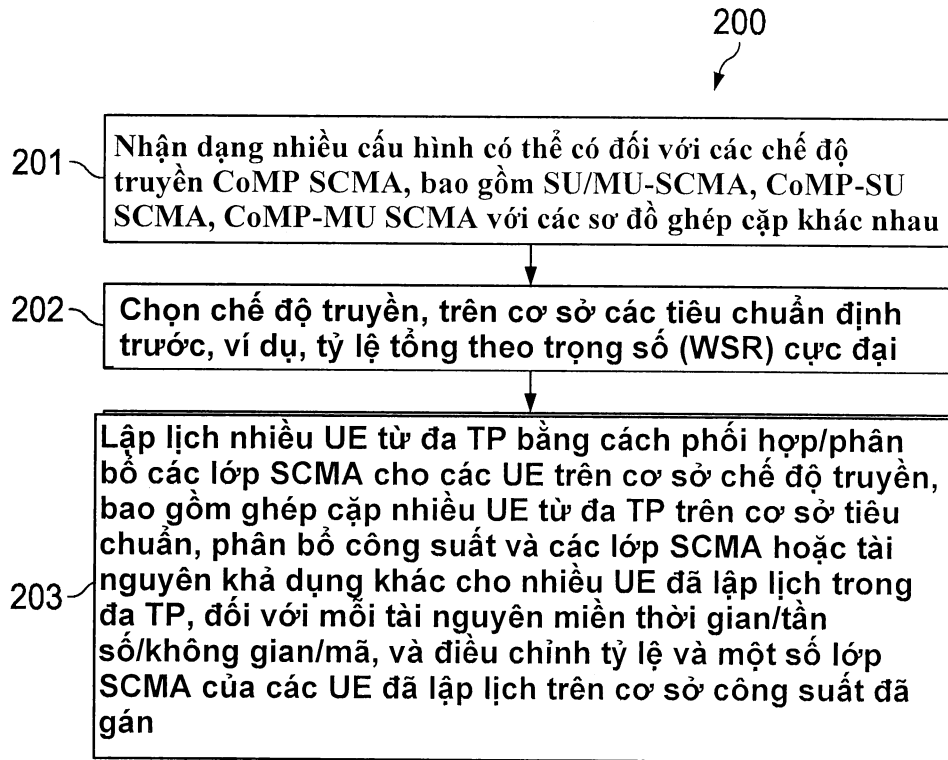


FIG. 2

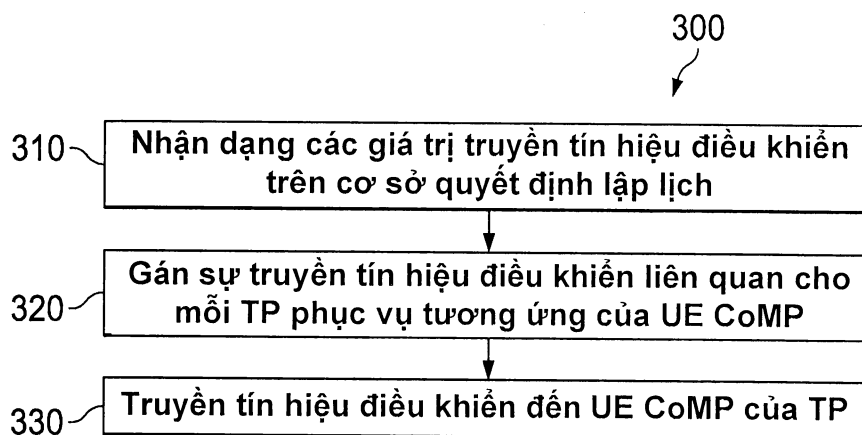


FIG. 3

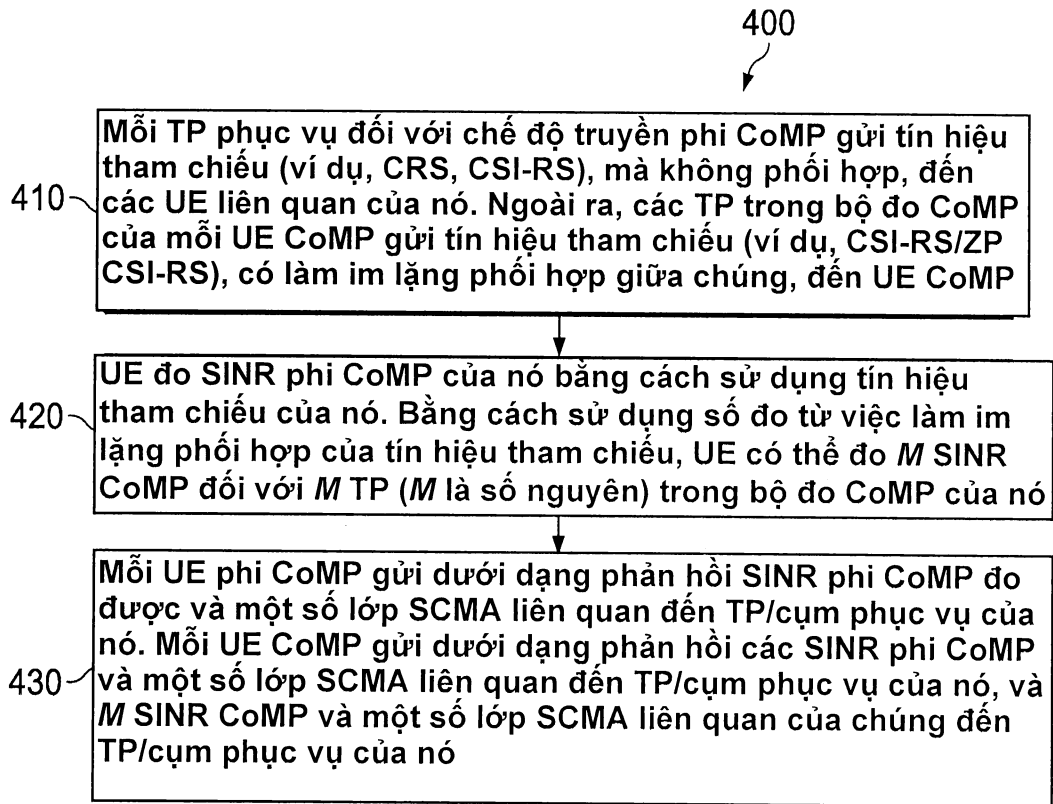


FIG. 4

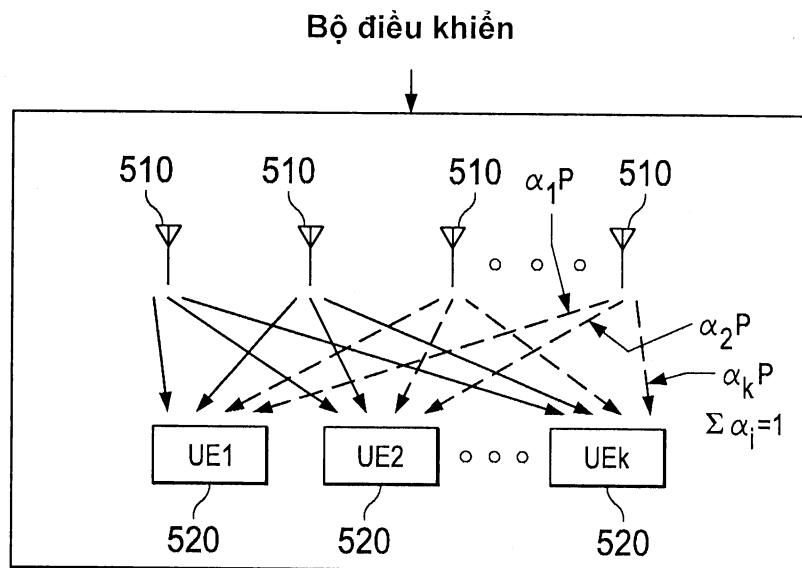
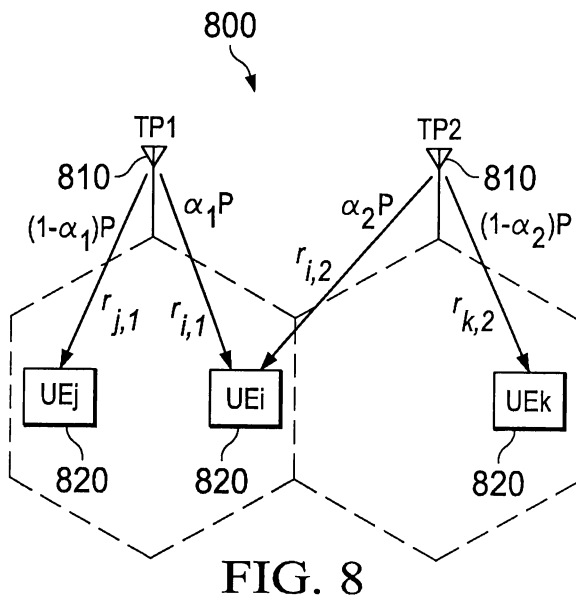
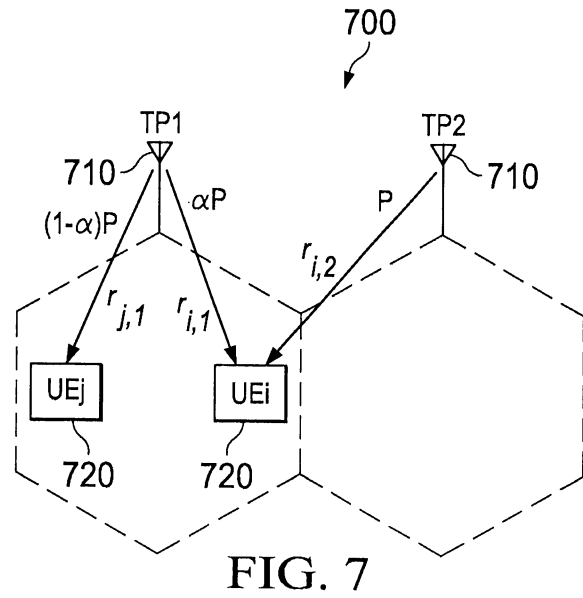
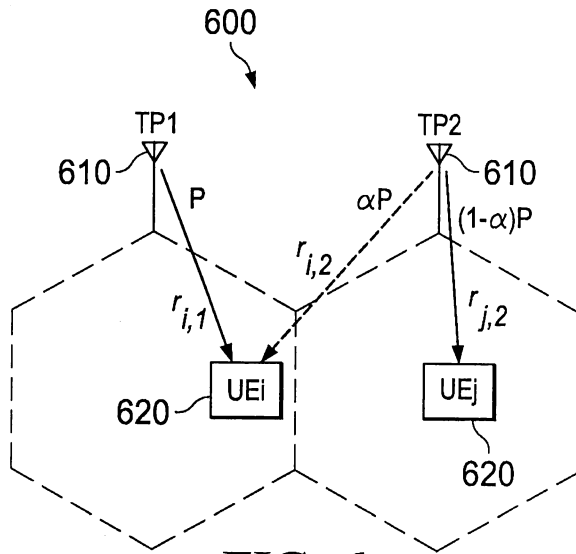


FIG. 5



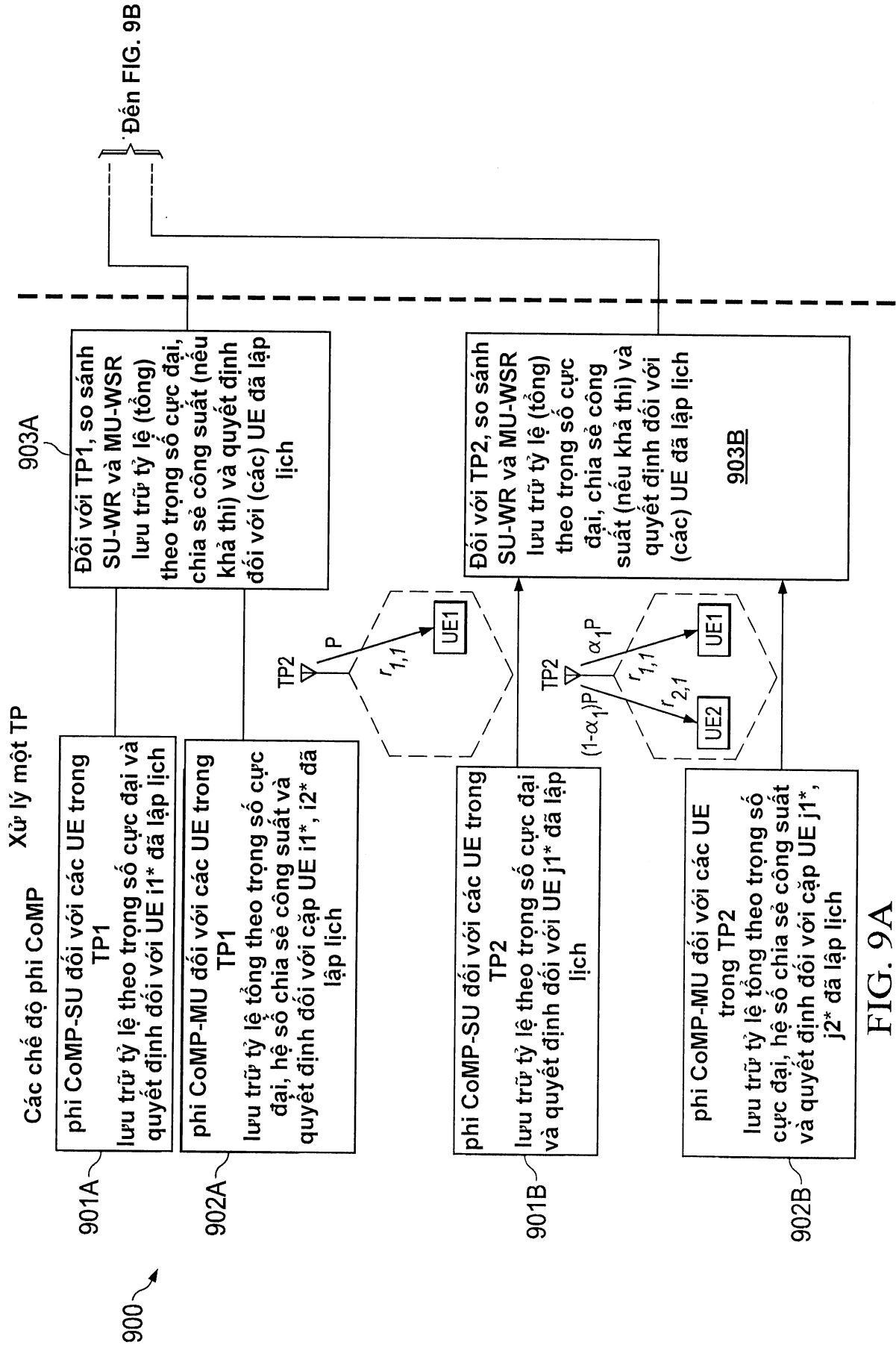


FIG. 9A

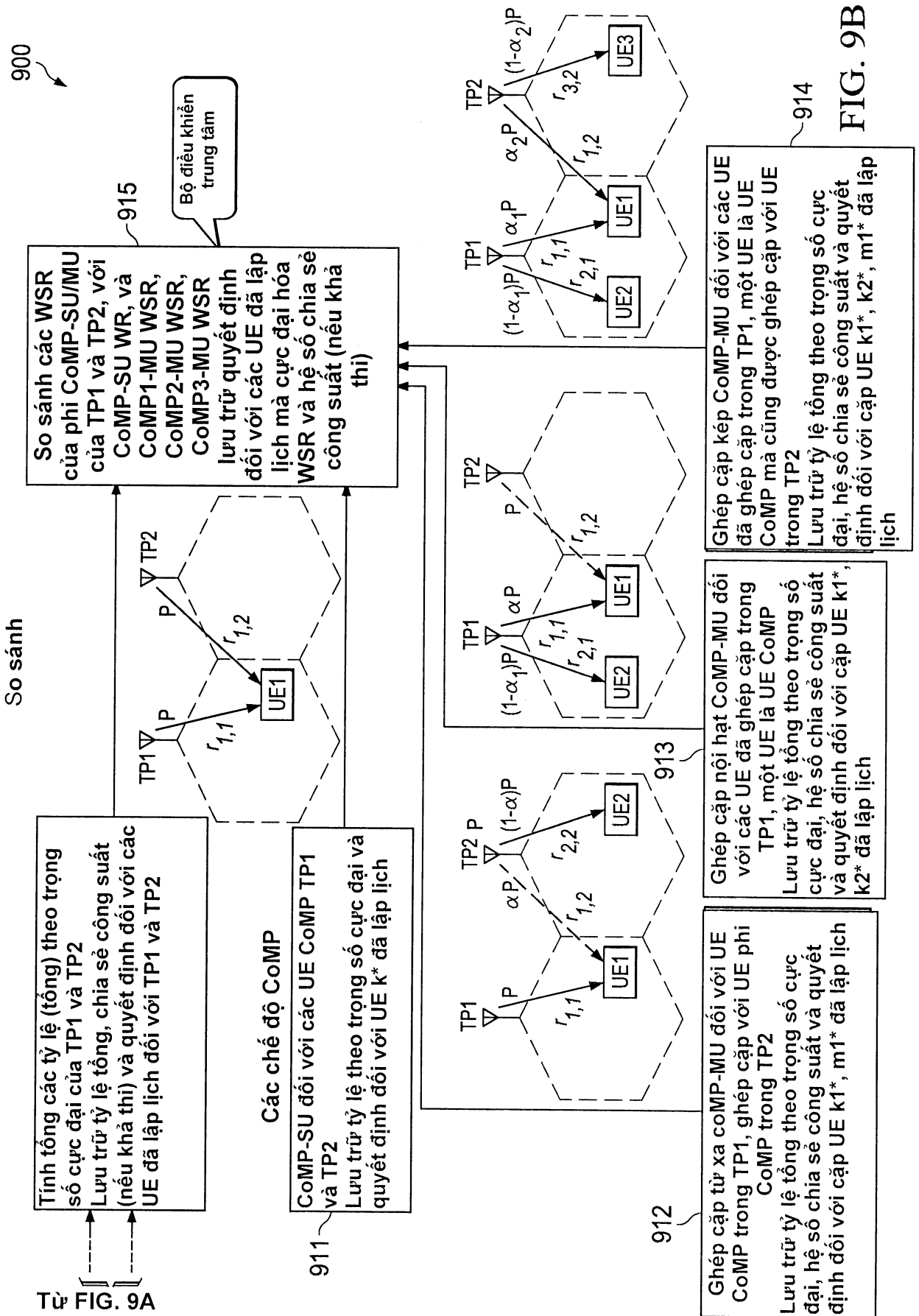


FIG. 9B

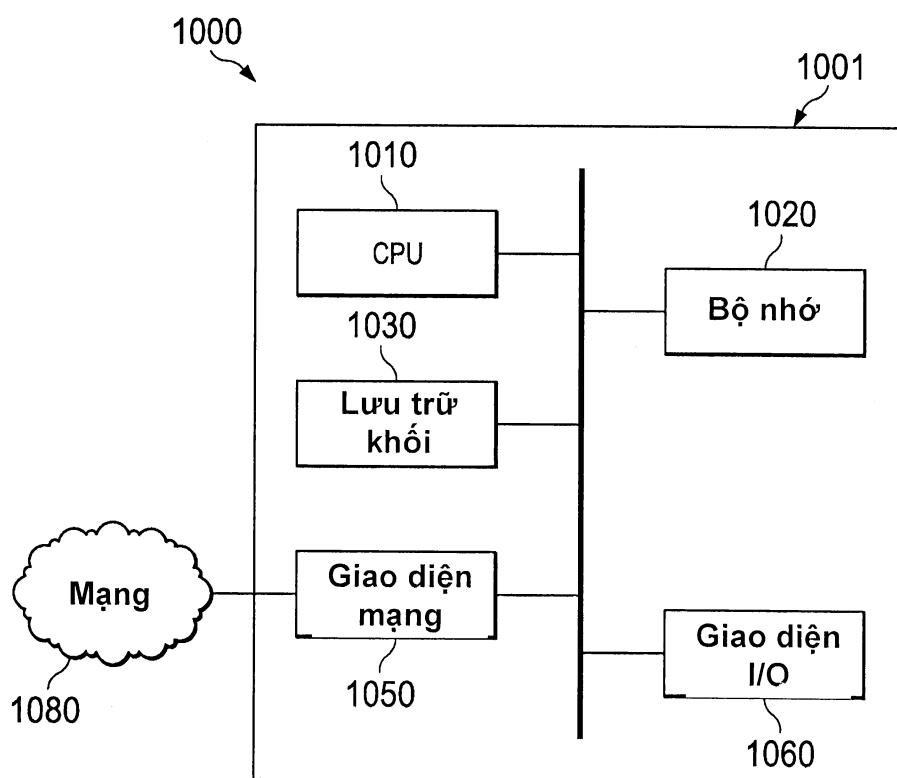


FIG. 10