



(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)



1-0031615

(51)⁷ H04L 5/00; H04B 7/0452; H04L 25/02; (13) B
H04B 17/309; H04B 7/06

(21) 1-2018-05566

(22) 15/05/2017

(86) PCT/SE2017/050501 15/05/2017

(87) WO2017/196252 16/11/2017

(30) 62/335,774 13/05/2016 US

(45) 25/04/2022 409

(43) 25/03/2019 372A

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

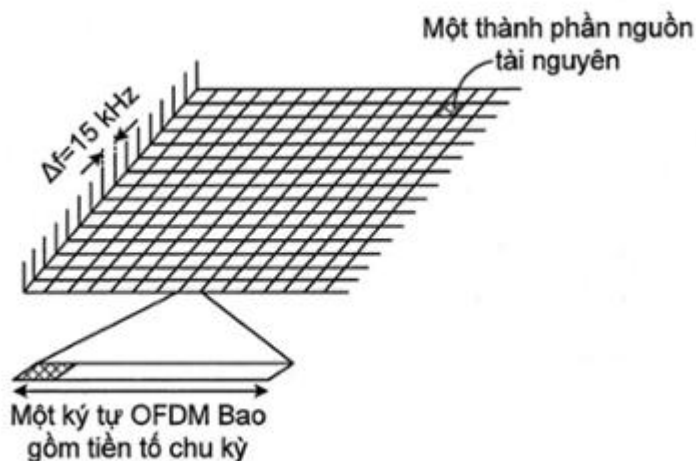
164 83 Stockholm, Sweden

(72) GAO, Shiwei (CA); HARRISON, Robert Mark (US); MURUGANATHAN, Siva
(CA); FRENNE, Mattias (SE); GRANT, Stephen (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP PHẢN HỒI CSI (CHANNEL STATE INFORMATION - THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH) ĐƯỢC THỰC HIỆN BỞI THIẾT BỊ VÔ TUYẾN VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN DỮ LIỆU ĐẾN THIẾT BỊ VÔ TUYẾN, THIẾT BỊ VÔ TUYẾN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp, được thực hiện bởi thiết bị vô tuyến (6), để phản hồi thông tin trạng thái kênh (CSI) trong hệ thống truyền thông (1) bao gồm nút mạng truy cập vô tuyến (RAN) 3 bao gồm thu, từ nút RAN, thông tin về tài nguyên CSI tín hiệu tham chiếu (RS), kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Phương pháp còn bao gồm bước thu, từ nút RAN, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Phương pháp còn bao gồm bước đo CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS. Phương pháp còn bao gồm bước gửi, đến nút RAN, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu. Phương pháp tương ứng trong nút RAN cũng được bộc lộ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến phương pháp và thiết bị để phản hồi thông tin trạng thái kênh (channel state information - CSI) trong hệ thống truyền thông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tiêu chuẩn truyền thông dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3GPP: Third Generation Partnership Project) của hệ thống LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài) sử dụng OFDM (Dồn kênh phân chia tần số trực giao - Orthogonal Frequency Division Multiplexing) trong liên kết xuống (DL: Down Link) và biến đổi Fourier rời rạc (DFT: Discrete Fourier Transform) lan truyền OFDM (DFTS-OFDM) trong liên kết lên (UL). Do vậy, tài nguyên vật lý liên kết xuống LTE cơ sở có thể được nhìn dưới mạng lưới thời gian- tần số như được thể hiện trên Fig.1, trong đó mỗi thành phần tài nguyên (RE) tương ứng với một sóng mang con OFDM (khoảng đặt sóng mang con $\Delta f = 15$ kHz) trong một khoảng ký tự OFDM (bao gồm tiền tố chu kỳ).

Hệ thống truyền thông không dây di động thế hệ tiếp theo (5G hoặc vô tuyến mới (NR: New Radio)), hiện đang theo chuẩn trong 3GPP, cũng sẽ sử dụng OFDM trong DL và cả OFDM và DFTS-OFDM trong UL. Ngoài khoảng đặt sóng mang con $\Delta f = 15$ kHz, các lựa chọn khoảng đặt sóng mang con khác sẽ được hỗ trợ trong NR, tức là $\Delta f = (15 \times 2^\alpha)$ kHz, trong đó α là số nguyên không âm.

Trong miền thời gian, các hoạt động truyền liên kết xuống LTE được bố trí thành các khung vô tuyến bằng 10 ms, mỗi khung vô tuyến bao gồm mười khung con có kích cỡ bằng nhau (được đánh số từ 0 đến 9) có chiều dài $T_{\text{khung con}} = 1$ ms, như được thể hiện trên Fig.2. Mỗi khung con còn được chia thành hai khe mỗi khe có bảy ký tự OFDM trong cấu hình tiền tố chu kỳ thông thường. Kết cấu khung tương tự cũng sẽ được sử dụng trong NR, trong đó khung con chiều dài được cố định ở 1 ms mà không kể khoảng đặt sóng mang con được sử dụng. Số lượng khe trên một khung con

phụ thuộc vào khoảng đặt sóng mang con đã được cấu hình. Khoảng cách khe cho (15×2^a) kHz khoảng đặt sóng mang con được định bằng 2^{-a} ms với giả thiết có 14 ký tự OFDM trên một khe.

Ngoài ra, sự cấp phát tài nguyên trong LTE thường được mô tả là các khối tài nguyên (RB: Resource Block) hoặc các khối tài nguyên vật lý (PRB), trong đó PRB tương ứng với một khe thời gian (0,5 ms) bằng bảy ký tự (được đánh số từ 0 đến 6) trong miền thời gian và 12 sóng mang con liên tục trong miền tần số, nhờ đó một PRB bao gồm 7×12 RE. Các khối tài nguyên được đánh số trong miền tần số, bắt đầu bằng 0 từ một đầu của băng thông hệ thống. Cụm tài nguyên tối thiểu để tạo lịch biểu là cặp PRB, tức là hai PRB trên hai khe trong khung con. Để thuận tiện, PRB cũng được sử dụng để mô tả cặp PRB phần còn lại của bản mô tả. Trong NR, PRB còn bao gồm 12 sóng mang con theo tần số nhưng có thể mở rộng một hoặc nhiều khe trong miền thời gian. Cụm tài nguyên tối thiểu để tạo lịch biểu trong NR có thể là một khe, để đạt được độ trễ giảm và độ đàn hồi tăng. Để đơn giản cho việc mô tả, khung con được sử dụng khi tạo lịch biểu được mô tả. Tuy nhiên, cần hiểu rằng cũng có thể áp dụng cho khe trong NR.

Các hoạt động truyền liên kết xuống được đặt lịch biểu dạng động, tức là, trong mỗi khung con, trạm cơ sở truyền thông tin điều khiển về các đầu cuối mà dữ liệu được truyền đến đó và các khối tài nguyên dữ liệu được truyền trên đó, trong khung con liên kết xuống hiện tại. Tín hiệu điều khiển này thường được truyền trong 1, 2, 3 hoặc 4 ký tự OFDM thứ nhất trong mỗi khung con trong LTE. Hệ thống liên kết xuống với ba ký tự OFDM khi điều khiển được minh họa trên Fig.3. Trong NR, tín hiệu điều khiển chính xác vẫn được mô tả, nhưng hầu như tín hiệu điều khiển cũng sẽ được truyền trong các ký tự OFDM thứ nhất.

Các kênh vật lý và các chế độ truyền

Trong LTE, nhiều kênh DL vật lý được hỗ trợ liên kết xuống kênh vật lý tương ứng với tập hợp các thành phần tài nguyên mang thông tin bắt đầu từ các lớp cao hơn. Dưới đây là một số kênh trong số các kênh vật lý được hỗ trợ trong LTE:

- Kênh chia sẻ liên kết xuống vật lý, PDSCH (Physical Downlink Shared Channel)

- Kênh điều khiển liên kết xuống vật lý, PDCCH (Physical Downlink Control Channel)

- Kênh điều khiển liên kết xuống vật lý tăng cường, EPDCCH (Enhanced Physical Downlink Control Channel)

PDSCH được sử dụng chủ yếu để mang dữ liệu lưu lượng người dùng và các thông điệp lớp cao hơn. PDSCH được truyền trong khung con DL bên ngoài vùng điều khiển như được thể hiện trên Fig.3. Cả PDCCH và EPDCCH được sử dụng để mang thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI: Downlink Control Thông tin) như cấp phát PRB, mức điều biến và sơ đồ mã hóa (MCS: modulation and coding scheme), bộ tiền mã hóa được sử dụng ở bộ truyền, v.v. PDCCH được truyền trong một đến bốn ký tự OFDM thứ nhất trong khung con DL, tức là vùng điều khiển, đồng thời EPDCCH được truyền trong cùng một vùng với PDSCH. PDCCH và PDSCH cũng được hỗ trợ trong NR.

Tương tự, các kênh UL vật lý dưới đây được hỗ trợ trong cả LTE và NR:

- Kênh chia sẻ liên kết lên vật lý, PUSCH (Physical Uplink Shared Channel)

- Kênh điều khiển liên kết lên vật lý, PUCCH (Physical Uplink Control Channel)

Các định dạng DCI khác nhau được xác định trong LTE để tạo lịch biểu dữ liệu DL và UL. Ví dụ, các định dạng DCI 0 và 4 được sử dụng để tạo lịch biểu dữ liệu UL đồng thời các định dạng DCI 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C, 2D được sử dụng để tạo lịch biểu dữ liệu DL. Trong DL, định dạng DCI nào được sử dụng để tạo lịch biểu dữ liệu được kết hợp với sơ đồ truyền DL và/hoặc loại thông điệp sẽ được truyền. Dưới đây là một số sơ đồ trong số các sơ đồ truyền được hỗ trợ trong LTE:

- Công một anten
- Mật độ truyền (TxM)
- Dồn kênh lập thể vòng lặp hở
- Dồn kênh lập thể vòng lặp kín
- Hoạt động truyền lên đến 8 lớp

PDCCH luôn được truyền với hoặc công một anten hoặc sơ đồ mật độ truyền đồng thời PDSCH có thể sử dụng sơ đồ bất kỳ trong số các sơ đồ truyền. Trong LTE, UE được tạo cấu hình với chế độ truyền (TM), thay vì sơ đồ truyền. Có 10 TM, tức là TM1 đến TM10, defined so far for PDSCH trong LTE. Mỗi TM tạo ra sơ đồ truyền chính và sơ đồ truyền dự phòng, sơ đồ truyền dự phòng là hoặc công một anten hoặc TxD. Dưới đây là danh sách một số sơ đồ truyền chính trong LTE:

- TM1: công một anten, công 0
- TM2: TxD
- TM3: Dồn kênh lập thể vòng lặp hở
- TM4: Dồn kênh lập thể vòng lặp kín
- TM9: hoạt động truyền lên đến 8 lớp, công 7-14
- TM10: hoạt động truyền lên đến 8 lớp, công 7-14

Lưu ý rằng theo khía cạnh này, TM9 và TM 10 là giống nhau, nhưng chúng khác nhau ở các khía cạnh khác. Trong TM1 đến TM6, tín hiệu tham chiếu đặc trưng cho ô mạng (CRS: cell tín hiệu tham chiếu) được sử dụng làm tín hiệu tham chiếu cho cả phản hồi thông tin trạng thái kênh và cho sự giải điều biến ở thiết bị người dùng (UE: User Equipment), đồng thời trong TM7 đến TM10, Tín hiệu tham chiếu giải điều biến đặc trưng cho UE (DMRS: demodulation reference signal) được sử dụng làm tín hiệu tham chiếu cho sự giải điều biến.

Tạo mã sơ bộ dựa trên bảng mã

Các kỹ thuật đa ăng ten có thể làm tăng đáng kể tốc độ dữ liệu và độ tin cậy của hệ thống truyền thông không dây. Hiệu suất được cải thiện đáng kể nếu cả bộ truyền và bộ thu được trang bị nhiều anten, vốn tạo ra kênh truyền thông nhiều đầu vào và nhiều đầu ra (MIMO: multiple-input multiple-output). Các hệ thống đó và/hoặc các kỹ thuật liên quan thường được gọi là MIMO.

Tiêu chuẩn LTE hiện đang phát triển với sự hỗ trợ MIMO tăng cường. Thành phần lõi trong LTE là hỗ trợ của các phân bố anten MIMO và các công nghệ liên quan đến MIMO. Hiện tại, LTE tiên tiến hỗ trợ dồn kênh lập thể lên đến 8 lớp với các anten

lên đến 32 hoặc 16 bộ truyền (Tx) có tạo mã sơ bộ phụ thuộc kênh. Chế độ ghép kênh không gian là nhằm đạt được tốc độ dữ liệu cao trong các điều kiện kênh có lợi. Một sự minh họa của kết cấu truyền của chế độ dồn kênh lập thể đã được tạo mã sơ bộ trong LTE được thể hiện trên Fig.4.

Như được thể hiện trên Fig.4, vector ký tự mang thông tin s được nhân lên bởi $N_T \times r$ ma trận bộ tiền mã hóa W , có tác dụng phân bố năng lượng truyền trong không gian con của N_T (tương ứng với N_T cổng Anten) không gian vector kích thước. Ma trận bộ tiền mã hóa thường được chọn từ bảng mã của các ma trận bộ tiền mã hóa có thể có, và thường được chỉ báo bởi bộ chỉ báo ma trận bộ tiền mã hóa (PMI), mà mô tả chỉ một ma trận bộ tiền mã hóa trong bảng mã cho số lượng các dòng ký tự định trước. Mỗi ký tự trong số r ký tự trong s tương ứng với lớp và r được gọi là thứ hạng truyền. Theo cách này, dồn kênh lập thể đạt được do nhiều ký tự có thể được truyền một cách đồng thời trên cùng thành phần tài nguyên thời gian/tần số (TFRE) hoặc RE. Số lượng các ký tự r thường được làm thích ứng để thích hợp các đặc tính kênh hiện tại.

LTE sử dụng OFDM trong liên kết xuống (và DFT tạo mã sơ bộ OFDM trong liên kết lên) và do đó, thu được $N_R \times 1$ (trong đó N_R là số lượng các cổng Anten thu ở UE) vector y_n cho TFRE nhất định trên sóng mang con n (hoặc n số lượng dữ liệu TFRE) được tạo mẫu bởi công thức

$$y_n = H_n W s_n + e_n \quad (1)$$

trong đó e_n là vector ồn/nhiều thu được dưới dạng các phép thể hiện của quá trình ngẫu nhiên. Bộ tiền mã hóa W có thể là bộ tiền mã hóa dải rộng, là không đổi về tần số, hoặc sự lựa chọn tần số.

Ma trận bộ tiền mã hóa thường được chọn để khớp với các đặc tính của H_n ma trận kênh $N_{RX} \times N_T$ MIMO, tạo ra điều được gọi là sự tạo mã sơ bộ phụ thuộc kênh. Điều này cũng thường được gọi là tạo mã sơ bộ vòng lặp kín và đặt biệt cố gắng để tập trung năng lượng truyền vào không gian con là mạnh trong trường hợp truyền nhiều năng lượng đã được truyền đến UE. Ngoài ra, ma trận bộ tiền mã hóa cũng có thể được chọn để cố gắng làm trực giao rãnh, có nghĩa là sau khi làm cân bằng tuyến tính thích hợp ở UE, nhiễu giữa các lớp được giảm.

Do vậy, thứ hạng truyền, và số lượng lớp được dồn kênh lập thể, được phản xạ trong số lượng cột của bộ tiền mã hóa. Để hoạt động có hiệu quả, thì điều quan trọng là chọn thứ hạng truyền mà khớp với các thuộc tính kênh.

SU-MIMO và MU-MIMO

Khi tất cả các lớp dữ liệu được truyền đến một UE, nó được gọi là MIMO một người dùng hoặc SU-MIMO (bước Single user MIMO). Mặt khác, khi các lớp dữ liệu được truyền đến nhiều UE, nó được gọi là MIMO đa người dùng hoặc MU-MIMO (multi-user MIMO). MU-MIMO là có thể thực hiện khi, ví dụ, hai UE được định vị ở các vùng khác nhau trong ô mạng sao cho chúng có thể được tách biệt thông qua bộ tiền mã hóa khác nhau (hoặc tạo chùm) ở trạm thu phát cơ sở (BTS: Base Transceiver Station), hai UE có thể được phục vụ trên cùng các tài nguyên thời gian-tần số (tức là các PRB) bằng cách sử dụng các bộ tiền mã hóa khác nhau hoặc các chùm. Trong các chế độ truyền TM9 và TM10 dựa trên DMRS, các cổng DMRS khác nhau và/hoặc cổng DMRS giống nhau với các mã trộn có thể được gán cho các UE khác nhau cho hoạt động truyền MU-MIMO. Trong trường hợp này, MU-MIMO là trong suốt đối với UE, tức là, UE không được thông báo về sự cùng tạo lịch biểu của UE khác trong cùng các PRB.

MU-MIMO yêu cầu thông tin kênh liên kết xuống chính xác hơn so với trong SU-MIMO để cho eNB sử dụng tiền mã hóa cho các UE tách biệt, tức là giảm nhiễu chéo cho các UE cùng được tạo lịch biểu.

Tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS)

Trong LTE phiên bản 10 (Rel-10), tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh mới (CSI-RS: channel state information reference signal) được đưa vào cho dự định ước lượng thông tin trạng thái kênh. Phản hồi CSI dựa trên CSI-RS tạo ra một số ưu điểm so với phản hồi CSI dựa trên CRS được sử dụng trong các phiên bản trước đó. Trước tiên, CSI-RS không được sử dụng cho sự giải điều biến tín hiệu dữ liệu, và do vậy không yêu cầu mật độ giống nhau (tức là, thời gian tồn thêm của CSI-RS hầu như nhỏ hơn). Thứ hai, CSI-RS tạo ra phương tiện linh động hơn nhiều để cấu hình các phép đo phản hồi CSI (ví dụ, tài nguyên CSI-RS nào cần đo có thể được cấu hình theo cách đặc trưng cho UE).

Hai kiểu CSI-RS được xác định trong LTE: CSI-RS công suất khác không (NZP: non-zero power) và công suất bằng không (ZP: zero power). CSI-RS NZP có thể được sử dụng để ước lượng kênh hiệu dụng của điểm truyền đang phục vụ (TP), đồng thời CSI-RS ZP có thể được sử dụng để đo nhiễu, hoặc ngăn cản nhiễu đến các UE khác đang thu tác tín hiệu trong các thành phần tài nguyên CSI-RS ZP. Để đơn giản, CSI-RS NZP đôi khi có thể được gọi là CSI-RS trong bản mô tả này.

Bằng cách đo trên CSI-RS, UE có thể ước lượng kênh hiệu dụng CSI-RS đang truyền, bao gồm kênh lan truyền vô tuyến và các khuếch đại anten. Trong sự chính xác hơn nữa về toán học, điều này có ngụ ý rằng nếu x tín hiệu CSI-RS đã biết được truyền, UE có thể ước lượng sự ghép nối giữa tín hiệu truyền và tín hiệu thu (tức là, kênh hiệu dụng). Do vậy nếu không có quá trình ảo hóa được thực hiện trong hoạt động truyền, tín hiệu thu y có thể được biểu diễn là

$$y = Hx + e \quad (2)$$

và UE có thể ước lượng kênh hiệu dụng H .

Các cổng lên đến tám CSI-RS có thể được cấu hình cho Rel-11 UE, tức là, UE có thể ước lượng rãnh từ các anten truyền lên đến tám. Trong Rel-13, các cổng lên đến 16 CSI-RS được hỗ trợ.

Fig.5 thể hiện các RE có sẵn cho các cặp phát CSI-RS trong PRB. Lên đến 40 RE có thể được cấu hình cho CSI-RS. CSI-RS được truyền trên tất cả các PRB của dải tần hệ thống liên kết xuống để cho UE đo CSI trên toàn bộ dải tần.

CSI-RS có thể được truyền theo chu kỳ trên các khung con nhất định, cũng được gọi là các khung con CSI-RS. Khung con cấu hình CSI-RS bao gồm khung con theo chu kỳ và độ lệch khung con. Chu kỳ được cấu hình ở 5, 10, 20, 40 và 80 ms.

Cấu hình CSI-RS bao gồm cấu hình tài nguyên CSI-RS và khung con cấu hình CSI-RS.

Sự ước lượng và phản hồi thông tin trạng thái kênh dựa trên bảng mã (CSI)

Trong các sơ đồ truyền MIMO vòng lặp kín như TM9 và TM10, UE ước lượng và cấp trở lại liên kết xuống CSI đến nút B đã được phát triển (eNB). eNB sử dụng

phản hồi CSI để truyền dữ liệu liên kết xuống đến UE. CSI bao gồm bộ chỉ báo thứ hạng truyền (RI), bộ chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) và (các) bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI). Bảng mã của các ma trận tiền mã hóa cho mỗi thứ hạng được sử dụng bởi UE để tìm ra sự khớp nhau tốt nhất giữa liên kết xuống đã được ước lượng H_n và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã dựa trên các tiêu chuẩn nhất định, ví dụ, trong toàn bộ UE. Rãnh H_n được ước lượng dựa trên CSI-RS NZP đã được truyền trong liên kết xuống cho TM9 và TM10.

CQI/RI/PMI cùng tạo ra trạng thái kênh liên kết xuống của UE. Điều này cũng được gọi là phản hồi CSI không tường minh do sự ước lượng của H_n không được cập trở lại một cách trực tiếp. CQI/RI/PMI có thể là dải rộng hoặc dải con tùy thuộc vào chế độ báo cáo nào được cấu hình.

RI tương ứng với số lượng khuyến nghị về các ký tự/dòng dữ liệu mà sẽ được dồn kênh lập thể và do vậy được truyền song song trên kênh liên kết xuống. PMI xác định từ mã ma trận tiền mã hóa đã được khuyến nghị (in bảng mã mà chứa các bộ tiền mã hóa với cùng số lượng hàng là số lượng các cổng CSI-RS) cho hoạt động truyền, để đề cập tới các đặc tính không gian của rãnh. CQI biểu diễn kích cỡ khối vận chuyển được khuyến nghị (tức là, tốc độ mã) và LTE hỗ trợ hoạt động truyền của một hoặc hai hoạt động truyền đồng thời (trên các lớp khác nhau) của các khối vận chuyển (tức là các khối thông tin đã được mã hóa riêng biệt) đến UE trong khung con. Do vậy có mối tương quan giữa CQI và Tỷ lệ tín hiệu với nhiễu cộng ồn (bước SINR: Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio) của các đường không gian mà khối hoặc các khối vận chuyển được truyền trên đó.

Bảng mã của các cổng lên đến 32 (trước đó là 16) anten đã được xác định trong LTE. Cả mảng anten một chiều (1D) và hai chiều (2D) được hỗ trợ. Đối với LTE Rel-12 UE và phiên bản trước, chỉ bảng mã phản hồi cho sơ đồ cổng 1D layout được hỗ trợ, with 2, 4 hoặc 8 các cổng anten. Do đó, bảng mã được tạo ra với giả thiết các cổng này được bố trí trên đường thẳng. Trong LTE Rel-13, các bảng mã cho các sơ đồ cổng 2D là được sử dụng chuyên dụng cho trường hợp 8, 12 hoặc 16 cổng anten. Ngoài ra, sơ đồ cổng bảng mã 1D cho trường hợp 16 cổng anten cũng được sử dụng chuyên dụng trong LTE Rel-13.

Trong LTE Rel-13, hai kiểu báo cáo CSI were introduced, tức là Class và Class B. In Báo cáo CSI nhóm, UE đo và báo cáo CSI dựa trên bảng mã cho mảng anten đã được cấu hình 2D với 8, 12 hoặc 16 cổng anten. Bảng mã nhóm được tạo ra bởi năm thông số, tức là (N1, N2, O1, O2, Config), trong đó (N1, N2) là số lượng các cổng anten theo các kích thước thứ nhất và thứ hai, một cách tương ứng và (O1, O2) là các yếu tố quá trình lấy mẫu DFT cho các kích thước thứ nhất và thứ hai, một cách tương ứng. Phạm vi cấu hình từ 1 đến 4 và tạo ra bốn cách khác nhau mà bảng mã được tạo ra. Đối với Config=1, PMI tương ứng với một chùm 2D được cấp lại cho toàn bộ dải tần hệ thống đồng thời cho Config $\in \{2, 3, 4\}$, các PMI tương ứng với bốn chùm 2D được cấp trở lại và mỗi dải con có thể kết hợp với chùm 2D khác. CSI bao gồm RI, PMI và CQI hoặc CQI, tương tự với báo cáo CSI trong tiền phiên bản Rel-13.

Trong báo cáo CSI lớp B, trong một trường hợp (cũng được gọi là “K>1”), eNB có thể tạo sơ bộ nhiều chùm trên một kích thước anten. Có thể có nhiều cổng (1, 2, 4 hoặc 8 cổng) bên trong mỗi chùm trên một kích thước anten khác. CSI-RS “đã được tạo chùm” được truyền dọc theo mỗi chùm. UE trước tiên lựa chọn chùm tốt nhất từ nhóm các chùm được cấu hình và sau đó đo CSI bên trong chùm được chọn dựa trên bảng mã kế thừa cho 2, 4 hoặc 8 các cổng. Sau đó UE báo cáo lại chỉ số chùm được chọn và CSI tương ứng với chùm được chọn. Trong trường hợp khác (cũng được gọi là “K=1”), eNB có thể tạo ra lên đến 4 chùm (2D) trên mỗi sự phân cực và CSI-RS “đã được tạo chùm” được truyền dọc theo mỗi chùm. UE đo CSI trên CSI-RS “đã được tạo chùm” và phản hồi CSI dựa trên bảng mã nhóm B mới cho 2, 4, 8 các cổng.

Trong LTE Rel-14, các bảng mã nhóm-A dùng cho các bố cục cổng một và hai chiều bổ sung với các cổng 8, 12, 16, 20, 24, 28 và 32 anten được đặc tả. Ngoài ra, bảng mã nhóm-A tiên tiến được đưa vào với độ phân giải cao hơn phản hồi kênh để hỗ trợ các hoạt động MU-MIMO. Tuy nhiên, UE chỉ có thể được cấu hình dạng bán tĩnh với hoặc phản hồi dựa trên bảng mã nhóm-A thông thường hoặc phản hồi CSI dựa trên bảng mã tiên tiến.

Quá trình CSI

Trong LTE phiên bản 11, các quá trình CSI được tạo ra sao cho mỗi quá trình CSI được kết hợp với tài nguyên CSI-RS và tài nguyên CSI-IM. Tài nguyên CSI-IM

được tạo ra bởi cấu hình tài nguyên CSI-RS ZP và khung con CSI-RS ZP. UE trong chế độ truyền 10 có thể được tạo cấu hình với một hoặc nhiều (lên đến bốn) quá trình CSI per serving cell by các lớp cao hơn và mỗi CSI được báo cáo by UE tương ứng với Quá trình CSI. Nhiều quá trình CSI được đưa vào để hỗ trợ hoạt động truyền đa điểm phối hợp (COMP: Coordinated Multi-Point) trong đó UE đo và cấp trở lại CSI kết hợp với mỗi điểm truyền đến eNB. Dựa trên các CSI đã được thu, eNB có thể quyết định truyền dữ liệu đến UE từ một trong số các TP.

Báo cáo CSI

Đối với báo cáo CSI, cả các báo cáo theo chu kỳ và không theo chu kỳ (tức là được kích hoạt bởi eNB) được hỗ trợ, đã được biết là P-CSI và A-CSI một cách tương ứng. Trong quá trình CSI, tập hợp của các cổng CSI-RS được cấu hình cho UE nào thực hiện các phép đo. các cổng CSI-RS này có thể được cấu hình sẽ được truyền theo chu kỳ với 5 ms, 10 ms, 20 ms v.v. theo chu kỳ. Báo cáo theo chu kỳ có thể sử dụng định dạng PUCCH 2, hoặc các biến thể của nó (2a, 2b) và cũng được cấu hình theo chu kỳ, ví dụ 20 ms. RI, PMI, CQI có thể được báo cáo trên các khung con khác nhau trong một số trường hợp do giới hạn kích cỡ tải có ích của định dạng PUCCH 2.

Trong trường hợp báo cáo CSI không theo chu kỳ, UE báo cáo CSI chỉ khi được yêu cầu bởi eNB. Yêu cầu báo cáo CSI được mang trên DCI liên kết lên (tức là DCI 0 hoặc DCI 4) và báo cáo tương ứng được mang trên PUSCH mà được cấu hình bởi DCI. PUSCH về cơ bản có khả năng mang tải có ích lớn hơn nhiều so với PUCCH và do vậy CSI có thể được gửi đi trong một khung con.

Đối với quá trình CSI đã biết được cấu hình cho UE, cả báo cáo CSI theo chu kỳ và không theo chu kỳ có thể được cấu hình. CSI theo chu kỳ có thể được sử dụng cho UE để báo cáo CSI theo chu kỳ ngay cả không có dữ liệu để gửi đến UE. Điều này có thể được sử dụng để thu được CSI dài hạn ở eNB. Mặt khác, không CSI theo chu kỳ có thể được sử dụng chỉ khi có dữ liệu để truyền đến UE, nó có thể tạo ra nhiều CSI tức thời hơn để bám sát nhanh các biến thiên kênh và do vậy bám sát việc sử dụng kênh tốt hơn.

Các chế độ báo cáo phản hồi khác nhau có thể được sử dụng cho báo cáo CSI theo chu kỳ và không theo chu kỳ. Ví dụ, báo cáo PMI và CQI dài rộng có thể được

cấu hình cho báo cáo theo chu kỳ CSI đồng thời báo cáo PMI và CQI dài con có thể được cấu hình cho báo cáo CSI không theo chu kỳ. Tuy nhiên, đối với cùng quá trình CSI, bảng mã giống nhau được sử dụng cho cả hai.

Trong một số tình huống, phản hồi CSI có thể được hạn chế ở nhóm con của các từ mã trong bảng mã nhờ cấu hình hạn chế thiết lập bảng mã. Trong trường hợp này, UE đo CSI dựa trên nhóm con đã được cấu hình của từ mã trong bảng mã. Trong một số trường hợp khác, quá trình lấy mẫu con của bảng mã có thể được sử dụng để giảm thời gian phản hồi CSI theo chu kỳ tồn thêm.

Khi nhiều quá trình CSI hoặc nhiều sóng mang liên kết xuống (hoặc ô mạng) được cấu hình cho UE, cấu hình báo cáo CSI có thể khác nhau đối với các ô mạng khác nhau hoặc different các quá trình CSI. Tuy nhiên, đối với cấu hình CSI-RS NZP trong quá trình CSI, chỉ một bảng mã trên một thứ hạng có thể được cấu hình để đo CSI và báo cáo; bảng mã khác nhau cho cùng cấu hình CSI-RS không được hỗ trợ trong LTE.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Đã xác định được rằng vấn đề với các tiêu chuẩn hiện tại, như đã được mô tả trên đây, là đối với cấu hình tài nguyên CSI-RS định trước, một bảng mã trên một thứ hạng được sử dụng cho cả phản hồi CSI theo chu kỳ và không theo chu kỳ trong phản hồi CSI đang tồn tại trong LTE. Điều này có nghĩa là độ phân giải hoặc độ chính xác kênh giống nhau được hỗ trợ. Trong mạng lưới thực, thông tin rãnh cần bởi eNB là khác nhau cho SU-MIMO và MU-MIMO. Thông tin kênh chính xác là cần thiết hơn cho MU-MIMO so với SU-MIMO. Tuy nhiên, phản hồi CSI chính xác hơn sẽ cần thời gian tồn thêm phản hồi chính xác hơn trong liên kết lên. Trong khi UE có thể tham gia vào hoạt động truyền MU-MIMO phụ thuộc vào sự có sẵn của UE dự phòng khác trong mạng lưới, mà có thể thay đổi theo thời gian. Do vậy khi không có các UE dự phòng có sẵn cho MU-MIMO, phản hồi CSI thủ tục bổ sung thấp dựa trên bảng mã thông thường là phù hợp cho hoạt động truyền SU-MIMO. Mặt khác, khi có các UE dự phòng có sẵn cho hoạt động truyền MU-MIMO, phản hồi CSI dựa trên bảng mã cải tiến cần được sử dụng để hỗ trợ hoạt động truyền MU-MIMO. Do đó, có mong muốn có thể chuyển đổi các kiểu phản hồi CSI dưới dạng động. Do vậy, phản hồi CSI

đang có không đáp ứng các yêu cầu về phản hồi CSI cho cả hoạt động truyền SU-MIMO và hoạt động truyền MU-MIMO đồng thời duy trì phản hồi thủ tục bổ sung thấp.

Theo khía cạnh của sáng chế, đã đề xuất phương pháp được thực hiện bởi thiết bị vô tuyến để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN (Radio Access Network: mạng truy cập vô tuyến). Phương pháp bao gồm bước thu, từ nút RAN, thông tin về tài nguyên CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Phương pháp còn bao gồm bước thu, từ nút RAN, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Phương pháp còn bao gồm bước đo CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS. Phương pháp còn bao gồm bước gửi, đến nút RAN, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, đã đề xuất phương pháp được thực hiện bởi nút RAN để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN được trang bị nhiều cổng anten truyền để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến. Phương pháp bao gồm gửi, đến thiết bị vô tuyến, thông tin về tài nguyên CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Phương pháp còn bao gồm bước gửi, đến thiết bị vô tuyến, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Phương pháp còn bao gồm truyền ít nhất một tín hiệu CSI-RS trong tài nguyên CSI-RS, và thu, từ thiết bị vô tuyến, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, đã đề xuất phương pháp phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN có nhiều cổng anten truyền để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến. Phương pháp bao gồm gửi, bởi nút RAN đến thiết bị vô tuyến, thông tin về tài nguyên CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Phương pháp còn bao gồm bước gửi, bởi nút RAN đến thiết bị vô tuyến, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Phương pháp còn bao gồm bước đo, bởi thiết bị vô tuyến, CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu thu trong tài nguyên CSI-RS. Phương pháp còn bao gồm bước thu, bởi nút RAN từ thiết bị vô tuyến, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, đã đề xuất sản phẩm chương trình máy tính bao gồm các thành phần có thể thực thi bởi máy tính để khiến cho thiết bị, như hệ thống, thiết bị vô tuyến hoặc nút RAN theo phương án thực hiện của sáng chế, xác định phương pháp theo phương án thực hiện trong phạm vi của sáng chế khi các thành phần có thể thực thi bởi máy tính được chạy trên hệ mạch bộ xử lý có mặt trong thiết bị.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, đã đề xuất thiết bị vô tuyến để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN. Thiết bị vô tuyến bao gồm hệ mạch bộ xử lý và bộ lưu trữ lưu trữ các lệnh có thể thực thi bởi hệ mạch bộ xử lý, nhờ đó thiết bị vô tuyến có thể vận hành để nhận, từ nút RAN, thông tin về tài nguyên CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Thiết bị vô tuyến cũng có thể hoạt động để nhận, từ nút RAN, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Thiết bị vô tuyến cũng có thể hoạt động để đo CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS. Thiết bị vô tuyến cũng có thể hoạt động để gửi, đến nút RAN, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, đã đề xuất nút RAN để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN được trang bị nhiều cổng anten truyền để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến. Nút RAN bao gồm hệ mạch bộ xử lý, và bộ lưu trữ lưu trữ các lệnh có thể thực thi bởi hệ mạch bộ xử lý nhờ đó nút RAN có thể vận hành để gửi, đến thiết bị vô tuyến, thông tin về tài nguyên CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Nút RAN cũng có thể hoạt động để gửi đến thiết bị vô tuyến, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Nút RAN cũng có thể hoạt động để truyền ít nhất một tín hiệu CSI-RS trong tài nguyên CSI-RS. Nút RAN cũng có thể hoạt động để nhận, từ thiết bị vô tuyến, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, đã đề xuất hệ thống truyền thông bao gồm hệ mạch bộ xử lý, và bộ lưu trữ lưu trữ các lệnh có thể thực thi bởi hệ mạch bộ xử lý nhờ đó hệ thống có thể vận hành để gửi, bởi nút RAN có mặt trong hệ thống truyền thông đến thiết bị vô tuyến có mặt trong hệ thống truyền thông, thông tin về tài nguyên

CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Hệ thống cũng có thể hoạt động để gửi, bởi nút RAN đến thiết bị vô tuyến, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Hệ thống cũng có thể hoạt động để đo, bởi thiết bị vô tuyến, CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu thu trong tài nguyên CSI-RS. Hệ thống cũng có thể hoạt động để thu, bởi nút RAN từ thiết bị vô tuyến, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, đã đề xuất chương trình máy tính để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN được trang bị nhiều cổng anten truyền để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến. Chương trình máy tính bao gồm mã chương trình máy tính mà có thể, khi chạy trên hệ mạch bộ xử lý của thiết bị vô tuyến, khiến thiết bị vô tuyến nhận, từ nút RAN, thông tin về tài nguyên CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Mã cũng có thể khiến thiết bị vô tuyến nhận, từ nút RAN, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Mã cũng có thể khiến cho thiết bị vô tuyến đo CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu thu trong tài nguyên CSI-RS. Mã cũng có thể khiến thiết bị vô tuyến gửi, đến nút RAN, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, đã đề xuất chương trình máy tính để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN được trang bị nhiều cổng anten truyền để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến. Chương trình máy tính bao gồm mã chương trình máy tính mà có thể, khi chạy trên hệ mạch bộ xử lý của nút RAN, khiến cho nút RAN gửi, đến thiết bị vô tuyến, thông tin về tài nguyên CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Mã cũng có thể khiến cho nút RAN gửi, đến thiết bị vô tuyến, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Mã cũng có thể khiến cho nút RAN truyền ít nhất một tín hiệu CSI-RS trong tài nguyên CSI-RS. Mã cũng có thể khiến cho nút RAN nhận, từ thiết bị vô tuyến, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Theo sáng chế, giải pháp cho vấn đề được đề xuất là các phương pháp để phản hồi CSI với các độ chính xác khác nhau hoặc độ phân giải thấp, trong đó nhiều hơn một bảng mã trên một thứ hạng có thể được cấu hình cho tài nguyên CSI-RS đã được cấu hình trong hoặc một hoặc nhiều quá trình CSI-RS.

Các bảng mã kết hợp với tài nguyên CSI-RS có thể là UE dạng bán tĩnh được tạo tín hiệu thông qua việc tạo tín hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC: Radio Resource Control). Bảng mã được sử dụng để đo CSI và phản hồi có thể được chỉ báo dạng động từ eNB đến UE. Sự chỉ báo dạng động có thể được mang trên thông tin điều khiển liên kết xuống thông qua hoặc liên kết xuống hoặc cấp phép liên kết lên.

Giải pháp đã đề xuất tạo ra sự cân bằng hiệu quả hơn giữa độ chính xác CSI và phản hồi thủ tục bổ sung. Ví dụ, khi tải trên mạng là thấp và không có nhiều các UE trong hệ thống cho hoạt động truyền MU-MIMO, phản hồi CSI với độ chính xác hoặc độ phân giải thấp có thể được sử dụng để tiết kiệm phản hồi thủ tục bổ sung. Mặt khác, khi có nhiều UE đang hoạt động trên hệ thống và hoạt động truyền MU-MIMO là có lợi, phản hồi CSI với độ chính xác cao hoặc độ phân giải thấp có thể được sử dụng.

Ngoài ra, độ chính xác cao phản hồi CSI chỉ có thể được yêu cầu từ UE khi UE là dự phòng cho hoạt động truyền MU-MIMO.

Nói chung, tất cả các thuật ngữ được sử dụng trong các điểm yêu cầu bảo hộ sẽ được hiểu theo nghĩa nguyên gốc của chúng trong lĩnh vực kỹ thuật, trừ khi có định nghĩa tường minh khác. Toàn bộ việc tham chiếu đến "một chi tiết, thiết bị, bộ phận cấu thành, phương tiện, bước, v.v." cần phải được hiểu theo nghĩa rộng khi đề cập đến ít nhất một ví dụ của chi tiết, thiết bị, bộ phận cấu thành, phương tiện, bước, v.v., trừ khi được chỉ ra theo cách khác một cách rõ ràng. Các bước của phương pháp bất kỳ được bộc lộ ở đây là không nhất thiết phải được thực hiện chính xác theo thứ tự được bộc lộ, trừ khi được nêu rõ. Việc sử dụng "thứ nhất", "thứ hai" v.v. cho các dấu hiệu/bộ phận khác nhau theo sáng chế chỉ nhằm phân biệt các dấu hiệu/bộ phận với các dấu hiệu/bộ phận giống nhau khác và không có ngụ ý về thứ tự hoặc sự phân bậc bất kỳ đối với các dấu hiệu/bộ phận.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Phương án thực hiện sẽ được mô tả, theo cách làm ví dụ, có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ lưới tần số thời gian của các RE trong LTE;

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ của khung vô tuyến trong LTE;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện dạng sơ đồ lưới tần số thời gian của tín hiệu điều khiển trong LTE;

Fig.4 là sơ đồ khối của tiền mã hóa trong LTE;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện dạng sơ đồ lưới tần số thời gian của các RE cho sự cấp phát CSI-RS trong LTE;

Fig.6 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống truyền thông theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ khối của chuỗi các khung con cho phản hồi CSI đa phân giải theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ khối của chuỗi các khung con để kích hoạt phản hồi CSI độ phân giải cao-thấp theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ khối của chuỗi các khung con để kích hoạt phản hồi CSI độ phân giải cao-thấp theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.10 là sơ đồ khối của chuỗi các khung con để kích hoạt hoạt động truyền CSI-RS không theo chu kỳ và phản hồi CSI độ phân giải cao-thấp theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.11 là sơ đồ khối của chuỗi các khung con để kích hoạt hoạt động truyền CSI-RS không theo chu kỳ và phản hồi CSI độ phân giải cao-thấp theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.12 là lưu đồ dạng sơ đồ của phương pháp theo các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

Fig.13a là sơ đồ khối của nút RAN theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.13b là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện sơ đồ khối chức năng của nút RAN theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.14a là sơ đồ khối của thiết bị vô tuyến theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.14b là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện sơ đồ khối chức năng của thiết bị vô tuyến theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện sản phẩm chương trình máy tính theo phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.16 là lưu đồ dạng sơ đồ của phương pháp theo một phương án thực hiện được thực hiện bởi nút RAN, theo sáng chế; và

Fig.17 là lưu đồ dạng sơ đồ của phương pháp theo một phương án thực hiện được thực hiện bởi thiết bị vô tuyến, theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây các phương án thực hiện sáng chế sẽ được mô tả chi tiết có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, mà trên đó các phương án thực hiện cụ thể được thể hiện. Tuy nhiên, các phương án thực hiện khác ở nhiều dạng khác nhau có thể được thực hiện trong phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, các phương án thực hiện dưới đây được đưa ra dưới dạng ví dụ sao cho sự bộc lộ này sẽ là đầy đủ và xuyên suốt, và sẽ chuyển tải đầy đủ phạm vi của sáng chế cho người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các thành phần giống nhau trong toàn bộ bản mô tả.

Lưu ý rằng mặc dù thuật ngữ từ 3GPP LTE đã được sử dụng trong bản mô tả này cho các phương án thực hiện làm ví dụ, điều này không được xem là làm giới hạn phạm vi của sáng chế chỉ ở hệ thống đã trên. Các hệ thống không dây khác, bao gồm vô tuyến thế hệ tiếp theo (NR hoặc 5G), đa truy nhập phân mã dải rộng (WCDMA: Wideband Code Division Multiple Access), khả năng tương thích toàn cầu cho truy cập vi sóng (WiMax: Worldwide Interoperability for Microwave Access), băng thông rộng siêu di động (UMB: Ultra Mobile Broadband) và hệ thống truyền thông di động toàn cầu (GSM: Global System for Mobile Communications), cũng có thể hưởng lợi từ việc sử dụng các ý tưởng được bao hàm trong bản mô tả này.

Cũng lưu ý rằng thuật ngữ như eNodeB (eNB) và UE cần được hiểu là không làm giới hạn và cụ thể là không có ngụ ý về quan hệ thứ bậc nhất định giữa hai thiết bị này. Nói chung, “eNodeB” có thể được xem là thiết bị thứ nhất và “UE” là thiết bị

thứ hai, và hai thiết bị này truyền thông với nhau qua một số kênh vô tuyến. Ở đây, phần bộc lộ còn tập trung vào các hoạt động truyền không dây trong liên kết xuống, nhưng sáng chế cũng có thể áp dụng trong liên kết lên.

Fig.6 là hình vẽ dạng sơ đồ của hệ thống truyền thông hoặc mạng lưới 1 theo phương án thực hiện của sáng chế. Hệ thống truyền thông 1 bao gồm mạng truy cập vô tuyến (RAN: Radio Access Network) 2 bao gồm ít nhất một nút RAN 3, ví dụ eNB hoặc trạm cơ sở khác của mạng truyền thông tế bào theo tiêu chuẩn truyền thông 3GPP. Nút RAN 3 phục vụ ô mạng 4 của RAN 2 nhờ một hoặc nhiều anten hoặc các phần tử anten 5, tương ứng với các cổng anten. Thông thường, RAN 2 của hệ thống truyền thông 1 bao gồm các nút RAN/trạm cơ sở 3, phục vụ các ô mạng, nhưng hình vẽ được đơn giản hóa để chỉ thể hiện một nút RAN 3 và một ô mạng 4. Các thiết bị vô tuyến 6, di động hoặc cố định, ví dụ các UE hoặc các đầu cuối không dây khác, được định vị bên trong vùng địa lý bao phủ bởi ô mạng 4 có thể kết nối với, và truyền thông với hoặc thông qua, nút RAN 3. Số lượng bất kỳ của các thiết bị vô tuyến 6 có thể được định vị trong vùng ô mạng, nhưng trên hình vẽ được thể hiện thiết bị vô tuyến thứ nhất 6a và thiết bị vô tuyến thứ hai 6b. Mỗi thiết bị vô tuyến 6 bao gồm một hoặc nhiều anten hoặc các phần tử anten 7, tương ứng với các cổng anten.

Nói chung, thiết bị vô tuyến 6, như được mô tả ở đây, có thể là thiết bị không dây hoặc thiết bị người dùng (UE) bất kỳ, di động hoặc cố định, được phép truyền thông qua kênh vô tuyến trong hệ thống truyền thông hoặc mạng lưới 1, ví dụ nhưng không bị giới hạn ở ví dụ điện thoại di động, điện thoại thông minh, bộ điều biến, các bộ cảm biến, các đồng hồ đo, các loại xe (ví dụ ô tô), các ứng dụng gia dụng, các ứng dụng y tế, các trình đọc đa phương tiện, các máy ghi hình, hoặc loại điện tử tiêu dùng bất kỳ, ví dụ nhưng không bị giới hạn ở TV, máy thu thanh, các tổ hợp phát sáng, máy tính bảng, máy tính xách tay, hoặc máy tính cá nhân (PC: personal computer).

Theo một số phương án thực hiện, báo cáo CSI đa phân giải dựa trên CSI-RS được truyền trong khung con CSI-RS bán tĩnh đã được cấu hình, UE 6 được cấu hình để báo cáo hai kiểu CSI cho cùng bộ cục cổng anten truyền (N1,N2) được gửi tín hiệu đến UE, trong đó N1 và N2 là số lượng các cổng anten trong chiều thứ nhất và thứ hai. Ví dụ, N1 có thể là số lượng các cổng anten theo phương ngang và N2 có thể là số

lượng các cổng anten theo phương thẳng đứng. Cấu hình có thể là dạng bán tĩnh được gửi tín hiệu đến UE thông qua sự tạo tín hiệu RRC nhờ eNB 3 đã kết nối của nó.

Để đo CSI, UE 6 được tạo tín hiệu với một cấu hình tài nguyên CSI-RS và nhóm các khung con CSI-RS cho hoạt động truyền CSI-RS trên các cổng anten (N1,N2) đã được cấu hình. UE cũng được tạo tín hiệu với phép đo nhiều tài nguyên dùng cho cả hai kiểu CSI, tất cả kết hợp với một quá trình CSI-RS.

Theo cách khác, UE 6 có thể được cấu hình với hai quá trình CSI-RS có cùng tài nguyên CSI-RS. Kiểu CSI thứ nhất được kết hợp với một quá trình CSI-RS và kiểu CSI thứ hai được kết hợp với quá trình CSI-RS khác. Điều này được minh họa trên Fig.7.

Kiểu CSI thứ nhất có thể là CSI thuộc loại “NHÓM A” đã được xác định trong LTE phiên bản 13 đối với báo cáo CSI dựa trên bảng mã “NHÓM A” đã tồn tại. Ví dụ, bảng mã có thể được cấu hình bởi (N1, N2, O1, O2, Config_num), trong đó O1 và O2 là yếu tố lấy mẫu chùm DFT và Config_num là một trong số bốn cấu hình được xác định trong LTE phiên bản 13. Kiểu CSI này nói chung có độ phân giải thấp và chủ yếu được sử dụng cho hoạt động truyền SU-MIMO.

Kiểu CSI thứ hai có thể là CSI với phản hồi kênh tăng cường, tức là với độ chính xác cao và/hoặc độ phân giải cao. CSI độ chính xác cao hoặc độ phân giải cao có nghĩa là CSI có thể được sử dụng bởi eNB để tái cấu trúc tốt hơn bên dưới kênh. Để H được ước lượng $N_{RX} \times N_T$ (trùng ứng với N_R cổng anten thu và N_T cổng anten truyền) ma trận kênh ở UE, và H_1, H_2 là các ma trận kênh được tái cấu trúc dựa trên kiểu CSI thứ nhất và kiểu phản hồi CSI thứ hai, một cách tương ứng. Có $\|H - H_2\|^2 < \|H - H_1\|^2$, trong đó $\|\cdot\|^2$ là ma trận thông thường. $\|H - H_i\|^2$ ($i = 1,2$) biểu diễn lỗi phản hồi kênh. Nói theo cách khác, lỗi phản hồi kênh nhỏ hơn nhiều với kiểu phản hồi CSI thứ hai so với kiểu phản hồi CSI thứ nhất. Lưu ý rằng độ chính xác CSI hoặc độ phân giải CSI được xác định ở đây với giả thiết rằng lỗi phản hồi kênh tối thiểu của phương pháp hoặc bảng mã tính toán CSI được sử dụng. Ví dụ, sơ đồ báo cáo CSI mà chỉ sử dụng một phần của bảng mã để xác định báo cáo CSI không được xem là có độ phân giải thấp hơn so với sơ đồ báo cáo CSI mà sử dụng toàn bộ bảng mã.

Loại phản hồi CSI thứ hai có thể hoặc là không tường minh dựa trên bảng mã mới hoặc là tường minh trong đó không có bảng mã được sử dụng. Một ví dụ về phản hồi CSI tường minh là để phản hồi phiên bản đã được lượng tử hóa của ma trận kênh ước lượng H hoặc các vector hệ lượng tử cơ bản của nó và các trị số riêng kết hợp. Ví dụ, để $h_{kl} = |h_{kl}|e^{j\varphi_{kl}}$ là thành phần $(k,l)^{\text{th}}$ của H , cả biên độ $|h_{kl}|$ và pha φ_{kl} mỗi thành phần có thể được lượng tử hóa bằng số lượng bit nhất định, ví dụ 4 bit. Để ký hiệu $\hat{h}_{kl}^{(q_h)}$ và $\hat{\varphi}_{kl}^{(q_\varphi)}$ là phiên bản đã được lượng tử hóa của $|h_{kl}|$ và φ_{kl} , trong đó mỗi thành phần trong số $\hat{h}_{kl}^{(q_h)}$ và $\hat{\varphi}_{kl}^{(q_\varphi)}$ có $2^4=16$ trạng thái khác biệt kết hợp với $q_h \in \{0,1,\dots,15\}$ và $q_\varphi \in \{0,1,\dots,15\}$, và sau đó phiên bản đã được lượng tử hóa của h_{kl} là $\hat{h}_{kl}^{(q_h, q_\varphi)} = \hat{h}_{kl}^{(q_h)} \hat{\varphi}_{kl}^{(q_\varphi)}$. Phiên bản đã được lượng tử hóa của H trở thành $\hat{H}$ với $\hat{h}_{kl}^{(q_h, q_\varphi)}$ như thành phần $(k,l)^{\text{th}}$ của nó. $\hat{H}$ có thể được xác định trong phản hồi CSI với tập trị số bằng q_h và q_φ tương ứng với mỗi $\hat{h}_{kl}^{(q_h, q_\varphi)}$. Theo cách khác, sự phân ly trị số đơn (bước SVD) của H có thể được thực hiện theo $H = \sum_i \sqrt{\lambda_i} u_i v_i^H$ và chỉ một số trị số riêng vượt trội $\{\lambda_i\}$ và các vector riêng tương ứng $\{v_i\}$ có thể được lượng tử hóa và cấp trở lại. Có thể có các cách khác để phản hồi H tường minh mà không cần bảng mã.

Kiểu CSI thứ cấp có thể thường được sử dụng cho các hoạt động truyền MU-MIMO nhằm tới phản hồi CSI độ phân giải cao.

Kiểu CSI thứ hai có thể được báo cáo bởi UE 6 chỉ khi được yêu cầu, tức là không theo chu kỳ. Yêu cầu có thể là dạng động và chỉ được tạo tín hiệu khi UE có thể được ghép đôi với UE khác trong ô mạng 4 cho hoạt động truyền MU-MIMO.

Kiểu CSI thứ nhất có thể được báo cáo theo chu kỳ và cũng có thể được báo cáo không theo chu kỳ bởi UE 6. Yêu cầu dạng động cũng có thể bao gồm bộ chỉ báo để chỉ báo kiểu CSI nào cần được báo cáo.

Theo một phương án thực hiện, yêu cầu phản hồi CSI không theo chu kỳ có thể bao gồm hoặc chứa yêu cầu đo CSI và yêu cầu báo cáo CSI để tạo ra UE với nhiều thời gian xử lý hơn giữa phép đo CSI và báo cáo CSI. Ví dụ về kích hoạt phản hồi CSI

độ phân giải cao với hai yêu cầu được thể hiện trên Fig.8. Yêu cầu đo CSI được gửi trước tiên trong khung con cho UE đo CSI theo yêu cầu báo cáo CSI trong khung con sau cho UE báo cáo CSI đã được đo. Yêu cầu đo CSI được gửi trước khi hoặc trong khung con CSI-RS và yêu cầu báo cáo CSI cần được gửi sau khi khung con CSI-RS. Điều này tạo ra nhiều thời gian xử lý hơn (ví dụ >4 khung con) cho UE đo và báo cáo CSI.

Yêu cầu đo CSI có thể bao gồm bộ chỉ báo kiểu CSI để biểu thị kiểu CSI nào sẽ được đo và báo cáo. báo cáo CSI cũng có thể bao gồm tài nguyên PUSCH liên kết lên để mang báo cáo CSI. Khung con trong đó PUSCH được truyền được tạo tín hiệu không tường minh như được thực hiện cho hoạt động truyền PUSCH bình thường (tức là tương quan $n+4$, trong đó n là khung con mang cấp phép liên kết lên và $n+4$ là khung con cho hoạt động truyền PUSCH) hoặc được tạo tín hiệu tường minh.

Theo phương án thực hiện khác, phép đo CSI và các yêu cầu báo cáo CSI có thể được kết hợp và truyền bởi eNB 3 trong cùng khung con thông qua cấp phép UL. Ví dụ về kích hoạt phản hồi CSI độ phân giải cao với một yêu cầu được thể hiện trên Fig.9. Trong trường hợp này, cấp phép UL được truyền trong khung con CSI-RS. Khi thời gian truyền PUSCH không tường minh được sử dụng, UE 6 hoàn thiện phép đo CSI và báo cáo trong 4 khung con. Ngược lại, việc truyền tín hiệu tường minh của hoạt động truyền PUSCH khung con kết hợp với cấp phép liên kết lên có thể được sử dụng.

Theo một số phương án thực hiện của báo cáo CSI đa phân giải dựa trên CSI-RS trong các khung con khác với khung con CSI-RS bán tĩnh đã được cấu hình, hoạt động truyền CSI-RS không theo chu kỳ trong khung con bất kỳ cũng có thể được đỡ, trong đó hoạt động truyền CSI-RS không bị giới hạn ở khung con CSI-RS đã được cấu hình. hoạt động truyền CSI-RS trong các khung con khác với khung con CSI-RS đã được cấu hình có thể được kích hoạt bởi yêu cầu đo CSI. Trong trường hợp này, yêu cầu đo CSI được truyền trong cùng khung con mà CSI-RS được truyền trong đó. Ví dụ về kích hoạt hoạt động truyền CSI-RS không theo chu kỳ và phản hồi CSI độ phân giải cao sử dụng hai yêu cầu được thể hiện trên Fig.10.

Khi yêu cầu đo CSI được thu trong khung con, UE 6 đo CSI dựa trên CSI-RS được truyền trong khung con. Kiểu CSI được biểu thị trong yêu cầu đo CSI.

Yêu cầu báo cáo CSI có thể được gửi trong khung con sau khi yêu cầu đo CSI đến UE để báo cáo CSI đã được đo.

Theo cách khác, yêu cầu đo CSI và yêu cầu báo cáo CSI có thể được kết hợp và truyền trong cặp phép liên kết lên trong cùng khung con mà CSI-RS được truyền trong đó. Ví dụ về kích hoạt hoạt động truyền CSI-RS không theo chu kỳ và phản hồi CSI độ phân giải cao sử dụng một yêu cầu được thể hiện trên Fig.11.

Theo phương án thực hiện khác, phản hồi độ phân giải cao được yêu cầu cũng dựa trên kiểu lưu lượng. Ví dụ, đối với lưu lượng chớp với các gói tin ngắn, xảy ra trễ trong báo cáo độ phân giải cao không theo chu kỳ có thể có nghĩa là MU-MIMO không đáng kể. Đối với hai người dùng dự phòng, ví dụ các UE 6, một hoặc cả hai bộ đệm người dùng có thể được xóa trước khi có cơ hội cùng tạo lịch biểu cho chúng. Ngược lại, đối với nhiều lưu lượng được duy trì liên tục, vẫn có thể có cơ hội cùng tạo lịch biểu trước khi các bộ đệm được xóa.

Fig.12 là lưu đồ thể hiện phương pháp theo các phương án thực hiện khác của sáng chế.

Ở bước thứ nhất, eNB 3 cấu hình UE 6 với hai loại báo cáo CSI dựa trên tài nguyên CSI-RS:

1. Kiểu thứ nhất là phản hồi CSI dựa trên bảng mã “NHÓM A”.
2. Kiểu thứ hai là phản hồi CSI tăng cường với độ phân giải cao hơn.

Ở bước thứ hai, eNB 3 kích hoạt dạng động phản hồi CSI bằng cách gửi yêu cầu phản hồi CSI đến UE 6, yêu cầu bao gồm kiểu CSI sẽ được cấp trở lại đến eNB.

Ở bước thứ ba, khi sự kích hoạt phản hồi CSI (yêu cầu phản hồi CSI) được thu bởi UE 6, UE đo CSI của kiểu đã được chỉ định trong tài nguyên CSI-RS đã được cấu hình trong khung con kết hợp với sự kích hoạt và báo cáo lại CSI đã được đo trong khung con sau đến eNB 3.

Thiết bị và phương pháp chung theo các phương án thực hiện của sáng chế được mô tả thêm bên dưới.

Fig.13a thể hiện dưới dạng sơ đồ nút RAN 3 theo phương án thực hiện của sáng chế. Nút RAN 3 bao gồm hệ mạch bộ xử lý 31 ví dụ bộ xử lý trung tâm (CPU: central processing unit). Hệ mạch bộ xử lý 31 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý ở dạng (các) bộ vi xử lý. Tuy nhiên, các thiết bị thích hợp khác với các khả năng tính toán có thể có mặt trong hệ mạch bộ xử lý 31, ví dụ mạch tích hợp chuyên ứng (ASIC: application specific integrated circuit), mảng cổng lập trình được dạng trường (FPGA: field programmable gate array) hoặc thiết bị logic có thể lập trình được dạng phức (CPLD: complex programmable logic device). Hệ mạch bộ xử lý 31 được tạo cấu hình để chạy một hoặc một vài chương trình máy tính hoặc phần mềm (bước SW) 151 (cũng xem Fig.15) có mặt trong bộ lưu trữ 32 của một hoặc một vài bộ lưu trữ (bước S) ví dụ bộ nhớ. Bộ lưu trữ được xem là phương tiện có thể được đọc được bằng máy tính 152 (xem Fig.15) như được mô tả ở đây và ví dụ có thể ở dạng bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM: Random Access Memory), bộ nhớ flash hoặc bộ nhớ thể rắn khác, hoặc đĩa cứng, hoặc là sự kết hợp của chúng. Hệ mạch bộ xử lý 31 cũng có thể được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu trong bộ lưu trữ 32, khi cần. Nút RAN 3 còn bao gồm giao diện truyền thông 33, ví dụ bao gồm (các) anten hoặc (các) phần tử anten 5 và các cổng anten tương ứng như được mô tả ở đây, cũng như bộ truyền và bộ thu dùng cho truyền thông không dây (vô tuyến) với các thiết bị vô tuyến 6 và có thể dùng cho truyền thông có dây hoặc không dây với các nút khác trong hệ thống truyền thông 1 ví dụ các nút RAN khác hoặc các nút của mạng lõi.

Fig.13b là sơ đồ khối dạng chức năng thể hiện phương án thực hiện của nút RAN 3 trên Fig.13a. Như đã được mô tả trước đó, hệ mạch bộ xử lý 31 có thể chạy phần mềm 151 để cho phép nút RAN 3 thực hiện phương pháp theo phương án thực hiện của sáng chế, nhờ đó các môđun chức năng có thể được tạo trong nút RAN 3. Ví dụ in hệ mạch bộ xử lý 31 để thể hiện các bước khác nhau của phương pháp. Các môđun này được minh họa dạng sơ đồ dưới dạng các khối bên trong nút RAN 3. Vì vậy, nút RAN 3 bao gồm bước gửi môđun 35 (ví dụ có mặt trong hoặc kết hợp với giao diện truyền thông 33) để gửi, đến thiết bị vô tuyến 6, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu

CSI thứ hai để phản hồi, cũng như để gửi, ví dụ theo dạng động, đến thiết bị vô tuyến 6, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Nút RAN còn bao gồm bước thu môđun 34 (ví dụ có mặt trong hoặc kết hợp với giao diện truyền thông 33) để nhận, từ thiết bị vô tuyến 6, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Fig.14a thể hiện dưới dạng sơ đồ thiết bị vô tuyến 6 theo phương án thực hiện của sáng chế. Thiết bị vô tuyến 6 bao gồm hệ mạch bộ xử lý 61 ví dụ bộ xử lý trung tâm (CPU). Hệ mạch bộ xử lý 61 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý ở dạng (các) bộ vi xử lý. Tuy nhiên, các thiết bị thích hợp khác với các khả năng tính toán có thể có mặt trong hệ mạch bộ xử lý 61, ví dụ mạch tích hợp chuyên ứng (ASIC), mảng cổng lập trình được dạng trường (FPGA) hoặc thiết bị logic có thể lập trình được dạng phức (CPLD). Hệ mạch bộ xử lý 61 được tạo cấu hình để chạy một hoặc một vài chương trình máy tính hoặc phần mềm (bước SW) 151 (cũng xem Fig.15) có mặt trong bộ lưu trữ 62 của một hoặc một vài bộ lưu trữ, ví dụ bộ nhớ. bộ lưu trữ được xem là phương tiện có thể được đọc được bằng máy tính 152 (xem Fig.15) như được mô tả ở đây và ví dụ có thể ở dạng bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ flash hoặc bộ nhớ thể rắn khác, hoặc đĩa cứng, hoặc là sự kết hợp của chúng. Hệ mạch bộ xử lý 61 cũng có thể được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu trong bộ lưu trữ 62, khi cần. Thiết bị vô tuyến 6 còn bao gồm giao diện vô tuyến 63, ví dụ bao gồm (các) anten hoặc (các) phần tử anten 7 và các cổng anten tương ứng như được mô tả ở đây, cũng như bộ truyền và bộ thu dùng cho truyền thông không dây (vô tuyến) với nút RAN 3.

Fig.14b là sơ đồ khối dạng chức năng thể hiện phương án thực hiện của thiết bị vô tuyến 6 trên Fig.14a. Như đã được mô tả trước đó, hệ mạch bộ xử lý 61 có thể chạy phần mềm 151 để cho phép thiết bị vô tuyến 6 thực hiện phương pháp theo phương án thực hiện của sáng chế, nhờ đó các môđun chức năng có thể được tạo ra trong thiết bị vô tuyến 6 ví dụ trong hệ mạch bộ xử lý 61 để thể hiện các bước khác nhau của phương pháp. Các môđun này được minh họa dạng sơ đồ dưới dạng các khối bên trong thiết bị vô tuyến 6. Vì vậy, thiết bị vô tuyến 6 bao gồm bước thu môđun 65 (ví dụ có mặt trong hoặc kết hợp với giao diện vô tuyến 63) để nhận, từ nút RAN 3, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi, cũng như để nhận, ví dụ theo dạng

động, từ nút RAN 3, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Thiết bị vô tuyến 6 còn bao gồm bước đo môđun 66 để đo CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS. Thiết bị vô tuyến 6 còn bao gồm bước gửi môđun 67 (ví dụ có mặt trong hoặc kết hợp với giao diện vô tuyến 63) để gửi, đến nút RAN 3, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Fig.15 minh họa sản phẩm chương trình máy tính 150 theo phương án thực hiện sáng chế. Sản phẩm chương trình máy tính 150 bao gồm phương tiện có thể đọc được bằng máy tính (ví dụ phương tiện cố định và/hoặc không tạm thời) 152 bao gồm phần mềm/chương trình máy tính 151 ở dạng các thành phần có thể thực thi bởi máy tính. Chương trình máy tính 151 có thể được tạo cấu hình khiến cho thiết bị, ví dụ nút RAN 3 hoặc thiết bị vô tuyến 6 như được mô tả ở đây, thực hiện phương pháp theo phương án thực hiện của sáng chế. Chương trình máy tính có thể được chạy trên hệ mạch bộ xử lý 31/61 nút RAN 3/thiết bị vô tuyến 6 khiến cho nó thực hiện phương pháp. Sản phẩm chương trình máy tính 150 có thể, ví dụ, có mặt trong bộ lưu trữ hoặc bộ nhớ 32/62 có mặt trong nút RAN 3/thiết bị vô tuyến 6 và kết hợp với hệ mạch bộ xử lý 31/61. Theo cách khác, sản phẩm chương trình máy tính 150 có thể là, hoặc là một phần, tách biệt, ví dụ di động, phương tiện/môi trường lưu trữ, như đĩa có thể đọc được bằng máy tính, ví dụ CD hoặc DVD hoặc đĩa/ổ đĩa cứng, hoặc phương tiện lưu trữ trạng thái rắn, ví dụ RAM hoặc bộ nhớ flash. Các ví dụ khác về phương tiện lưu trữ có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, loại đĩa bất kỳ bao gồm đĩa mềm, đĩa quang, DVD, CD-ROM, microdrive, và đĩa từ-quang, ROM, RAM, EPROM, EEPROM, DRAM, VRAM, các thiết bị nhớ flash, các thẻ từ hoặc thẻ quang, các hệ thống nano (bao gồm bộ nhớ IC phân tử), hoặc loại phương tiện bất kỳ hoặc thiết bị thích hợp để lưu trữ các lệnh và/hoặc dữ liệu. Các phương án thực hiện của sáng chế có thể được thực hiện một cách thuận tiện nhờ sử dụng một hoặc nhiều máy tính có chức năng chung thông thường hoặc máy tính số chuyên dụng, thiết bị, máy tính toán, hoặc bộ vi xử lý, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý, bộ nhớ và/hoặc phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính được lập trình theo các bậc lộ của sáng chế. Việc viết mã phần mềm thích hợp có thể hoàn toàn được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình

dựa trên các bộ lọc của sáng chế, sẽ là hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực phần mềm.

Fig.16 là lưu đồ dạng sơ đồ của phương pháp theo một phương án thực hiện được thực hiện trong/bởi nút RAN 3, theo sáng chế, để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3 có nhiều cổng anten truyền 5 để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến 6. Phương pháp bao gồm bước gửi S1, đến thiết bị vô tuyến 6, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Phương pháp còn bao gồm bước gửi S2, ví dụ theo dạng động, đến thiết bị vô tuyến 6, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Phương pháp còn bao gồm bước thu S3, từ thiết bị vô tuyến 6, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Fig.17 là lưu đồ dạng sơ đồ của phương pháp theo một phương án thực hiện được thực hiện trong/bởi thiết bị vô tuyến 6, theo sáng chế, để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3. Phương pháp bao gồm bước thu S11, từ nút RAN 3, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi. Phương pháp còn bao gồm bước thu S12, ví dụ theo dạng động, từ nút RAN 3, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai. Như được sử dụng ở đây, hoạt động truyền và nhận theo dạng động có thể bao hàm kênh điều khiển liên kết xuống vật lý (PDCCH). Phương pháp còn bao gồm bước đo S13 CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS. Phương pháp còn bao gồm bước gửi S14, đến nút RAN 3, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Dưới đây là danh sách đã được đánh đề mục của các phương án thực hiện của sáng chế:

1. Phương pháp phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3 có nhiều cổng anten truyền 5 để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến 6, phương pháp bao gồm:

gửi, bởi nút RAN 3 đến thiết bị vô tuyến 6, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

gửi, ví dụ theo dạng động, bởi nút RAN 3 đến thiết bị vô tuyến 6, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;

đo, bởi thiết bị vô tuyến 6, CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS; và

thu, bởi nút RAN 3 từ thiết bị vô tuyến 6, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

2. Phương pháp được thực hiện bởi nút RAN 3 để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3 có nhiều cổng anten truyền 5 để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến 6, phương pháp bao gồm:

bước gửi S1, đến thiết bị vô tuyến 6, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

bước gửi S2, ví dụ theo dạng động, đến thiết bị vô tuyến 6, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai; và

bước thu S3, từ thiết bị vô tuyến 6, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

3. Phương pháp được thực hiện bởi thiết bị vô tuyến 6 để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3, phương pháp bao gồm:

bước thu S11, từ nút RAN 3, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

bước thu S12, ví dụ theo dạng động, từ nút RAN 3, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;

bước đo S13 CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS; và

bước gửi S14, đến nút RAN 3, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó thông tin còn bao gồm thông tin về bố cục cổng anten truyền được sử dụng trong nút RAN và/hoặc về tài nguyên CSI-RS (ví dụ tài nguyên CSI-RS NZP) mà các tín hiệu CSI-RS sẽ được truyền trên đó.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó kiểu CSI thứ hai có độ phân giải kênh khác, ví dụ cao hơn, so với kiểu CSI thứ nhất.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó kiểu CSI thứ nhất được dựa trên nhóm bảng mã LTE phiên bản 13.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó kiểu CSI thứ hai là CSI tăng cường dựa trên bảng mã tăng cường

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó kiểu CSI thứ hai là CSI tăng cường dựa trên sự lượng tử hóa tường minh của kênh ước lượng.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó các kiểu CSI thứ nhất và thứ hai được tạo cấu hình trong cùng quá trình CSI hoặc trong hai quá trình CSI khác nhau.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó yêu cầu phản hồi CSI bao gồm yêu cầu đo CSI và yêu cầu báo cáo CSI.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó yêu cầu đo CSI được truyền trước khi yêu cầu báo cáo CSI.

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó yêu cầu phản hồi CSI chứa bộ chỉ báo kiểu CSI.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó yêu cầu phản hồi CSI cho kiểu CSI thứ hai chỉ được gửi/thu khi nó đã được xác định, ví dụ bởi nút RAN 3, rằng thiết bị vô tuyến 6 là dự phòng cho hoạt động truyền MU-MIMO.

14. Sản phẩm chương trình máy tính 150 bao gồm các thành phần có thể thực thi bởi máy tính 151 để khiến cho thiết bị, như hệ thống truyền thông 1, nút RAN 3 và/hoặc thiết bị vô tuyến 6 thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ nêu trên khi các thành phần có thể thực thi bởi máy tính được chạy trên hệ mạch bộ xử lý 31 và/hoặc 61 có mặt trong thiết bị.

15. Hệ thống truyền thông 1 bao gồm:

hệ mạch bộ xử lý 31 và 61; và

bộ lưu trữ 32 và 62 lưu trữ các lệnh 151 có thể thực thi bởi hệ mạch bộ xử lý nhờ đó hệ thống có thể vận hành để:

gửi, bởi nút RAN 3 có mặt trong hệ thống truyền thông đến thiết bị vô tuyến 6 có mặt trong hệ thống truyền thông, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

gửi, ví dụ theo dạng động, bởi nút RAN 3 đến thiết bị vô tuyến 6, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;

đo, bởi thiết bị vô tuyến 6, CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS; và

thu, bởi nút RAN 3 từ thiết bị vô tuyến 6, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Hệ thống truyền thông 1 có thể được cấu hình để thực hiện phương án thực hiện/điểm bất kỳ của phương pháp được thực hiện trong hệ thống truyền thông đã được mô tả ở đây.

16. Nút RAN 3 để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3 có nhiều cổng anten truyền 5 để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến 6, nút RAN bao gồm:

hệ mạch bộ xử lý 31; và

bộ lưu trữ 32 lưu trữ các lệnh 151 có thể thực thi bởi hệ mạch bộ xử lý nhờ đó nút RAN có thể vận hành để:

gửi, đến thiết bị vô tuyến 6, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

gửi, ví dụ theo dạng động, đến thiết bị vô tuyến 6, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai; và

nhận, từ thiết bị vô tuyến 6, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Nút RAN 3 có thể được cấu hình để thực hiện phương án thực hiện/điểm bất kỳ của phương pháp được thực hiện bởi nút RAN đã được mô tả ở đây.

17. Thiết bị vô tuyến 6 để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3, thiết bị vô tuyến bao gồm:

hệ mạch bộ xử lý 61; và

bộ lưu trữ 62 lưu trữ các lệnh 151 có thể thực thi bởi hệ mạch bộ xử lý nhờ đó thiết bị vô tuyến có thể vận hành để:

nhận, từ nút RAN 3, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

nhận, ví dụ theo dạng động, từ nút RAN 3, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;

đo CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS; và

gửi, đến nút RAN 3, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

Thiết bị vô tuyến 6 có thể được cấu hình để thực hiện phương án thực hiện/điểm bất kỳ của phương pháp được thực hiện bởi thiết bị vô tuyến đã được mô tả ở đây.

18. Chương trình máy tính 151 để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3 có nhiều cổng anten truyền 5 để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến 6, chương trình máy tính bao gồm mã chương trình máy tính mà có thể, khi chạy trên hệ mạch bộ xử lý 31 và/hoặc 61 của hệ thống truyền thông, khiến cho hệ thống truyền thông:

gửi, bởi nút RAN 3 có mặt trong hệ thống truyền thông đến thiết bị vô tuyến 6 có mặt trong hệ thống truyền thông, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

gửi, ví dụ theo dạng động, bởi nút RAN 3 đến thiết bị vô tuyến 6, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;

đo, bởi thiết bị vô tuyến 6, CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS; và

thu, bởi nút RAN 3 từ thiết bị vô tuyến 6, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

19. Chương trình máy tính 151 để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3 có nhiều cổng anten truyền 5 để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến 6, chương trình máy tính bao gồm mã chương trình máy tính mà có thể, khi chạy trên hệ mạch bộ xử lý 31 của nút RAN, khiến cho nút RAN:

gửi S1, đến thiết bị vô tuyến 6, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

gửi S2, ví dụ theo dạng động, đến thiết bị vô tuyến 6, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai; và

thu S3, từ thiết bị vô tuyến 6, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

20. Chương trình máy tính 151 để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông 1 bao gồm nút RAN 3 có nhiều cổng anten truyền 5 để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến 6, chương trình máy tính bao gồm mã chương trình máy tính mà có thể, khi chạy trên hệ mạch bộ xử lý 61 của thiết bị vô tuyến, khiến thiết bị vô tuyến:

thu S11, từ nút RAN 3, thông tin về kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

thu S12, ví dụ theo dạng động, từ nút RAN 3, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;

đo S13 CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu được thu trên tài nguyên CSI-RS; và

gửi S14, đến nút RAN 3, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

21. Sản phẩm chương trình máy tính 150 bao gồm chương trình máy tính 151 theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 20 và phương tiện có thể được đọc được bằng máy tính 152 mà chương trình máy tính được chứa trên đó.

Các biến thể và các thay đổi khác của các điểm hoặc phương án thực hiện đã được mô tả sẽ là hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật thu lợi của các bộc lộ đã được thể hiện trong các phần mô tả trên đây và các hình vẽ kèm theo. Do đó, cần hiểu rằng (các) phương án thực hiện không bị giới hạn ở các ví dụ cụ thể đã được bộc lộ và rằng các biến thể và các thay đổi khác được dự tính là

được bao hàm trong phạm vi của sáng chế. Mặc dù các thuật ngữ cụ thể có thể được sử dụng ở đây, chúng được sử dụng chỉ theo nghĩa chung và để mô tả và không nhằm mục đích làm giới hạn.

Hệ thống truyền thông 1 có thể được cấu hình để thực hiện phương pháp đã được thực hiện trong hệ thống truyền thông theo phương án thực hiện bất kỳ đã được mô tả ở đây.

Nút RAN 3 có thể được cấu hình để thực hiện phương pháp được thực hiện bởi nút RAN theo phương án thực hiện bất kỳ đã được mô tả ở đây.

Thiết bị vô tuyến 6 có thể được cấu hình để thực hiện any phương án thực hiện theo phương pháp được thực hiện bởi thiết bị vô tuyến đã được mô tả ở đây.

Sáng chế chủ yếu được mô tả bên trên có viện dẫn đến một số phương án thực hiện. Tuy nhiên, như hoàn toàn được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, các phương án thực hiện khác khác với các phương án đã được bộc lộ trên đây có thể được thực hiện theo cách tương đương trong phạm vi của sáng chế, như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp được thực hiện bởi thiết bị vô tuyến để phản hồi thông tin trạng thái kênh (CSI: channel state information) trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN, phương pháp bao gồm các bước:
 nhận, từ nút RAN, thông tin về tài nguyên tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh, CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;
 nhận, từ nút RAN, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;
 đo CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu thu trong tài nguyên CSI-RS;
 và
 gửi, đến nút RAN, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó yêu cầu phản hồi CSI là bước thu dưới dạng động.
3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin còn bao gồm thông tin về bố cục cổng anten truyền được sử dụng trong nút RAN.
4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó thông tin còn bao gồm thông tin về bảng mã thứ nhất cho kiểu CSI thứ nhất và bảng mã thứ hai cho kiểu CSI thứ hai.
5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bảng mã thứ nhất và bảng mã thứ hai cùng được kết hợp với cùng một sơ đồ cổng anten.
6. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bảng mã thứ nhất và bảng mã thứ hai là khác nhau.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tài nguyên CSI-RS là tài nguyên CSI-RS công suất khác không (NZP: non-zero power).
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin còn bao gồm thông tin về tài nguyên CSI-RS công suất bằng không (ZP: zero power) mà trên đó nhiều sẽ được đo.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin được thu dạng bán tĩnh, như trên điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC: Radio Resource Control).
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó kiểu CSI thứ hai có độ phân giải thấp kênh cao hơn so với kiểu CSI thứ nhất.
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó kiểu CSI thứ nhất được dựa trên bảng mã thứ nhất.
12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó bảng mã thứ nhất là bảng mã nhóm A LTE (Long Term Evolution: phát triển lâu dài).
13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó kiểu CSI thứ hai được dựa trên bảng mã thứ hai.
14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bảng mã thứ hai là bảng mã tăng cường đối với bảng mã thứ nhất.
15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bảng mã thứ hai tạo ra thông tin trạng thái kênh phong phú hơn so với bảng mã thứ nhất.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó kiểu CSI thứ hai là CSI tăng cường dựa trên sự lượng tử hóa tường minh của kênh ước lượng.

17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các kiểu CSI thứ nhất và thứ hai được tạo cấu hình trong cùng quá trình CSI.

18. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các kiểu CSI thứ nhất và thứ hai được cấu hình trong hai quá trình CSI khác nhau.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó hai quá trình CSI có cùng cấu hình tài nguyên CSI-RS.

20. Phương pháp theo điểm 1, trong đó CSI-RS được truyền trong cùng khung con với yêu cầu phản hồi CSI.

21. Phương pháp theo điểm 1, trong đó yêu cầu phản hồi CSI bao gồm yêu cầu đo CSI chỉ báo sự có mặt của CSI-RS trong khung con và yêu cầu báo cáo CSI.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó yêu cầu đo CSI được truyền trước khi yêu cầu báo cáo CSI.

23. Phương pháp theo điểm 1, trong đó yêu cầu phản hồi CSI chứa bộ chỉ báo kiểu CSI.

24. Phương pháp theo điểm 1, trong đó yêu cầu phản hồi CSI chứa cả bộ chỉ báo kiểu CSI và thông tin về tài nguyên CSI-RS.

25. Phương pháp được thực hiện bởi nút RAN, được trang bị nhiều cổng anten truyền để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến trong hệ thống truyền thông và để thu để phản hồi CSI từ thiết bị vô tuyến, phương pháp bao gồm các bước:

gửi, đến thiết bị vô tuyến, thông tin về tài nguyên tín hiệu tham chiếu CSI, CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

gửi, đến thiết bị vô tuyến, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;

truyền ít nhất một tín hiệu CSI-RS trong tài nguyên CSI-RS; và

nhận, từ thiết bị vô tuyến, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

26. Phương pháp theo điểm 25, trong đó bước truyền ít nhất một tín hiệu CSI-RS bao gồm truyền một tín hiệu CSI-RS trong mỗi cổng trong số các cổng anten truyền trong tài nguyên CSI-RS.

27. Thiết bị vô tuyến để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN, thiết bị vô tuyến bao gồm:

hệ mạch bộ xử lý; và

bộ lưu trữ để lưu trữ các lệnh có thể thực thi bởi hệ mạch bộ xử lý nhờ đó thiết bị vô tuyến có thể vận hành để:

nhận, từ nút RAN, thông tin về tài nguyên tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh, CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

nhận, từ nút RAN, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;

đo CSI của kiểu đã được chỉ định dựa trên các tín hiệu thu trong tài nguyên CSI-RS;
và

gửi, đến nút RAN, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

28. Nút RAN để phản hồi CSI trong hệ thống truyền thông bao gồm nút RAN được trang bị nhiều cổng anten truyền để truyền dữ liệu đến thiết bị vô tuyến, nút RAN bao gồm:

hệ mạch bộ xử lý; và

bộ lưu trữ để lưu trữ các lệnh có thể thực thi bởi hệ mạch bộ xử lý nhờ đó nút RAN có thể vận hành để:

gửi, đến thiết bị vô tuyến, thông tin về tài nguyên tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh, CSI-RS, kiểu CSI thứ nhất và kiểu CSI thứ hai để phản hồi;

gửi, đến thiết bị vô tuyến, yêu cầu phản hồi CSI để đo CSI và phản hồi của kiểu CSI thứ nhất hoặc kiểu CSI thứ hai;

truyền ít nhất một tín hiệu CSI-RS trong tài nguyên CSI-RS; và

nhận, từ thiết bị vô tuyến, báo cáo CSI của kiểu CSI đã được yêu cầu.

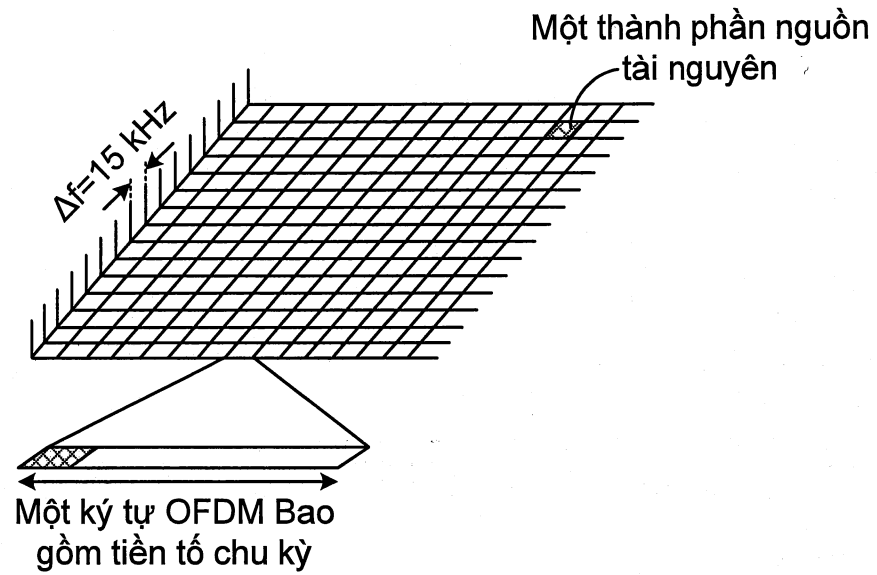


Fig. 1

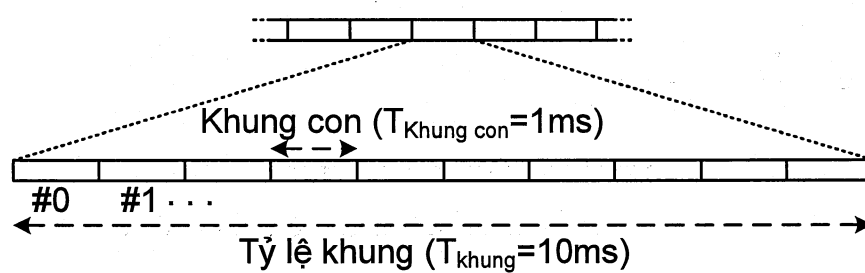


Fig. 2

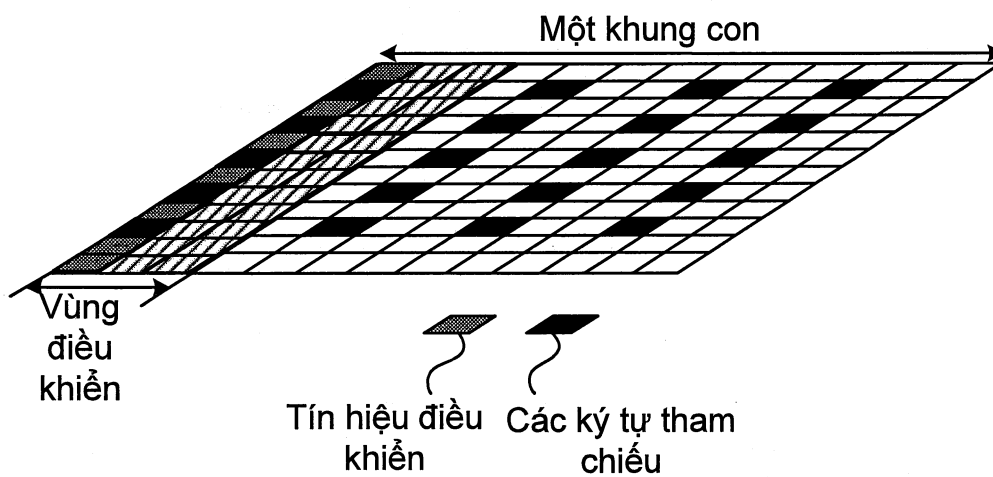


Fig. 3

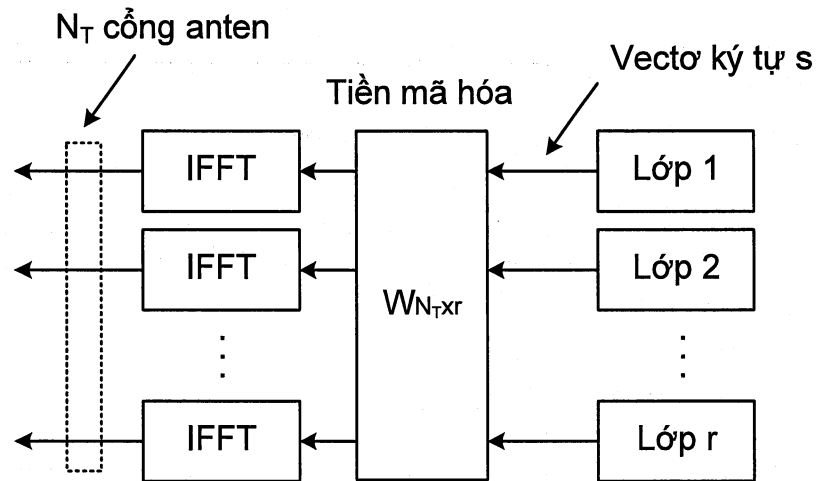


Fig. 4

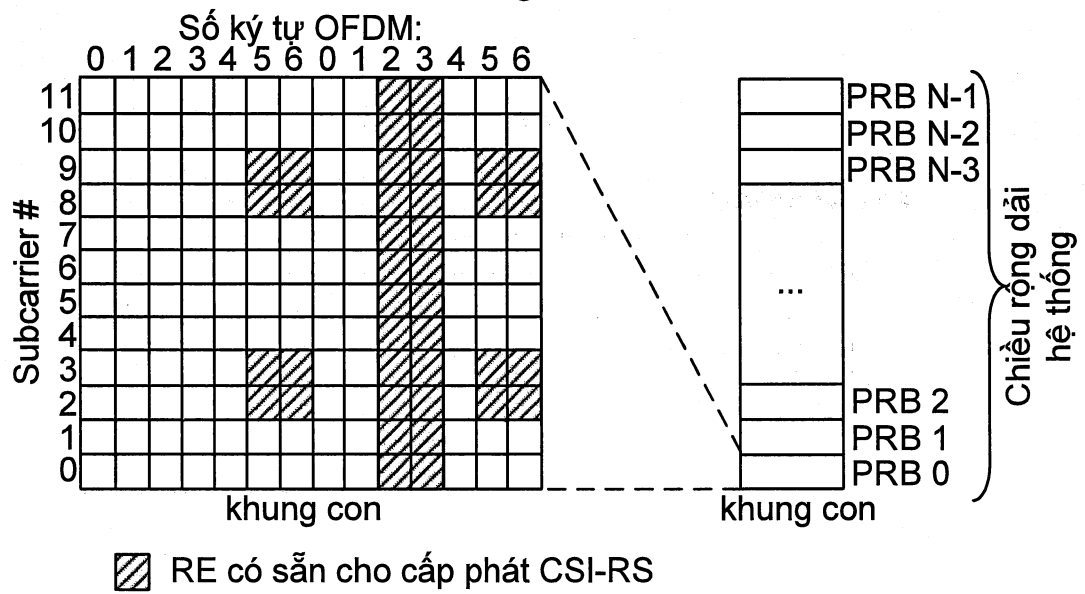


Fig. 5

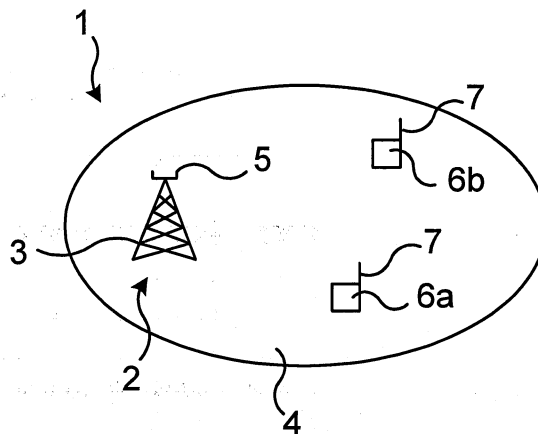


Fig. 6

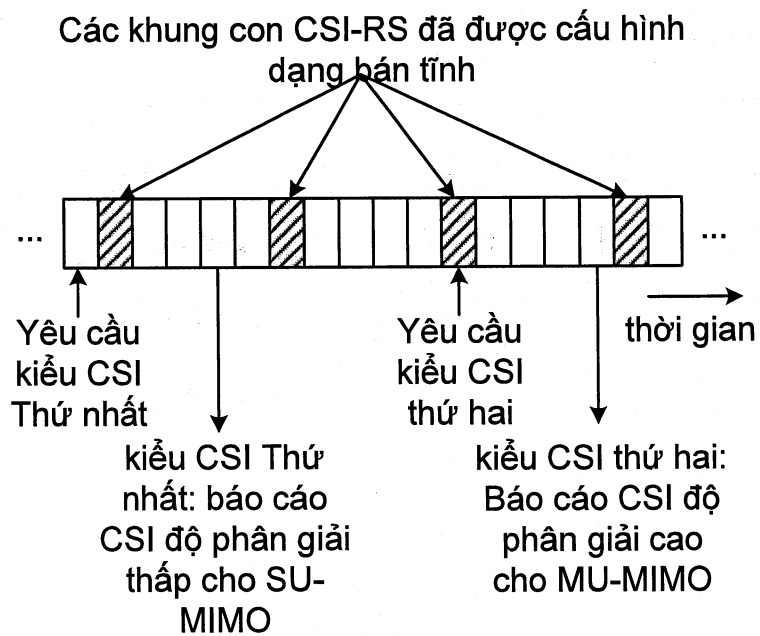


Fig. 7

Các khung con CSI-RS đã được cấu hình dạng bán tĩnh

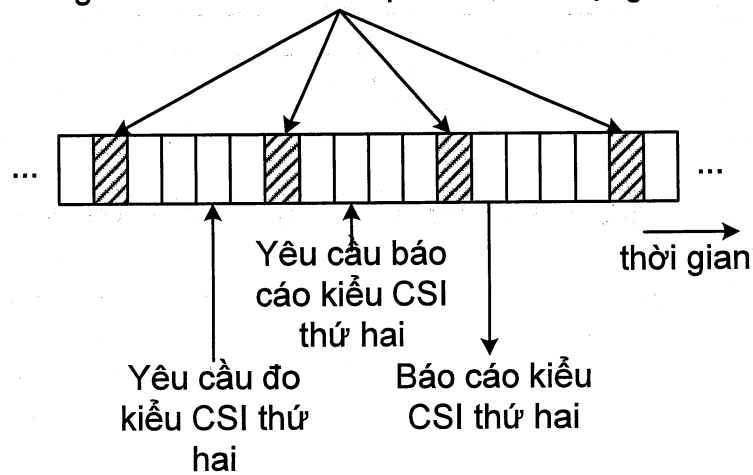


Fig. 8

Các khung con CSI-RS đã được cấu hình dạng bán tĩnh

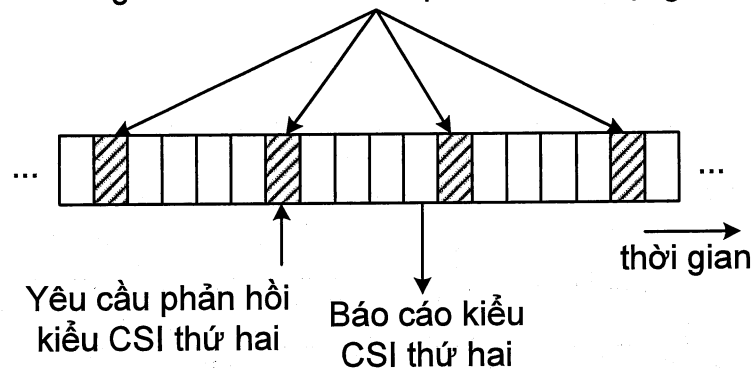


Fig. 9

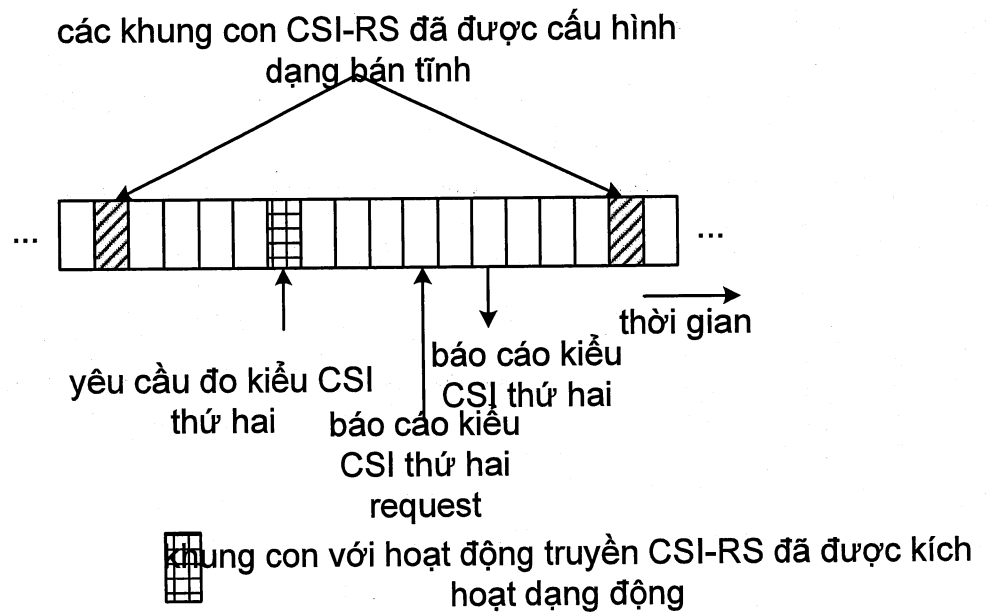


Fig. 10

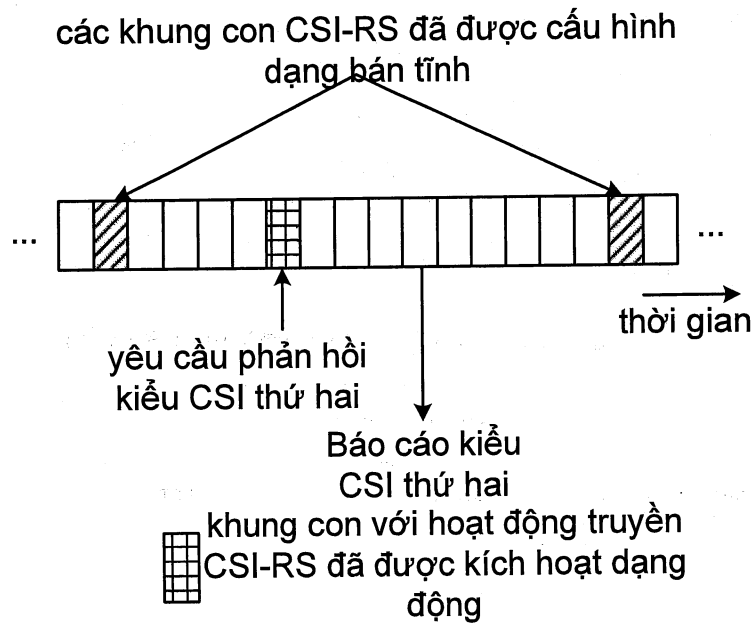


Fig. 11

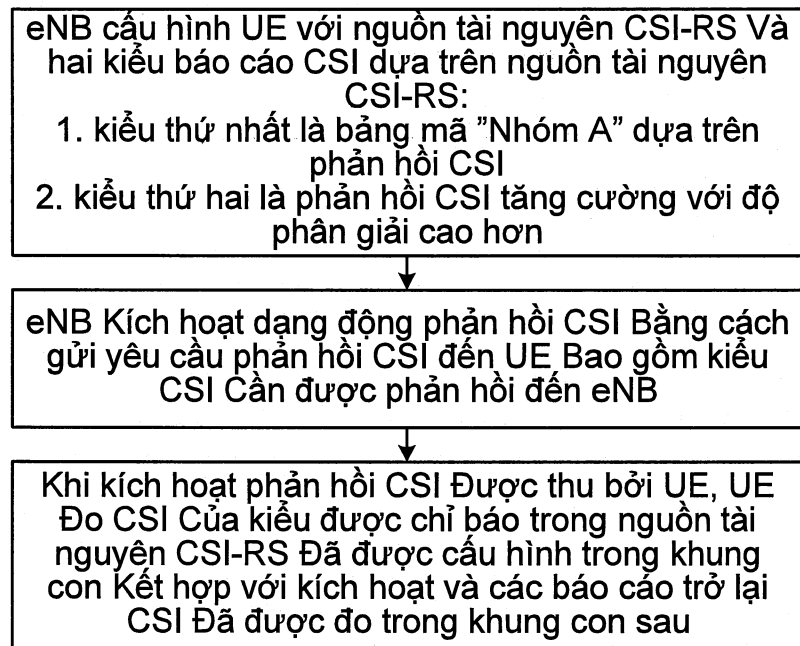


Fig. 12

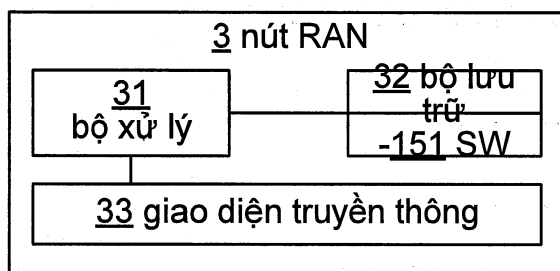


Fig. 13a

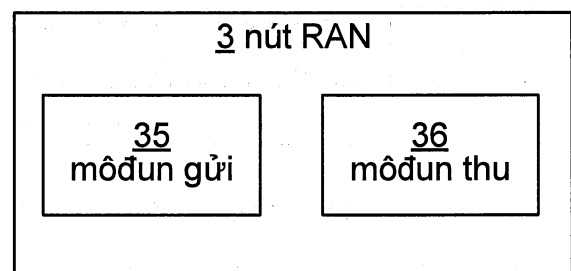


Fig. 13b

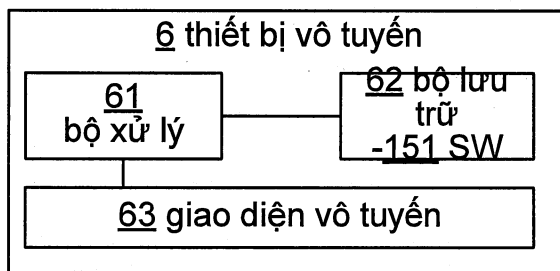


Fig. 14a

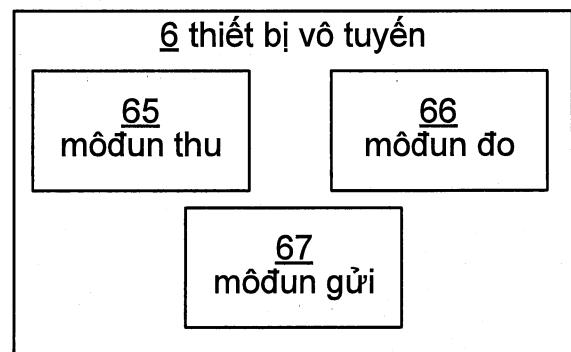


Fig. 14b

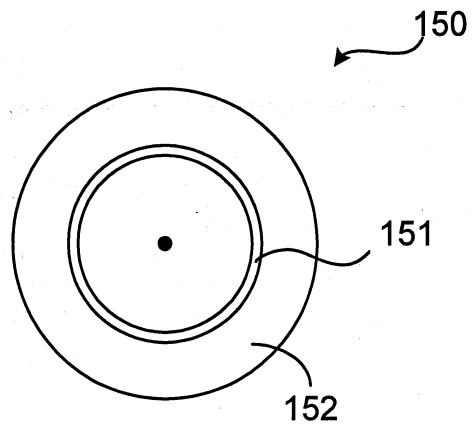


Fig. 15

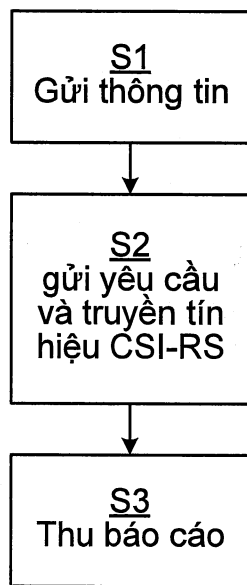


Fig. 16

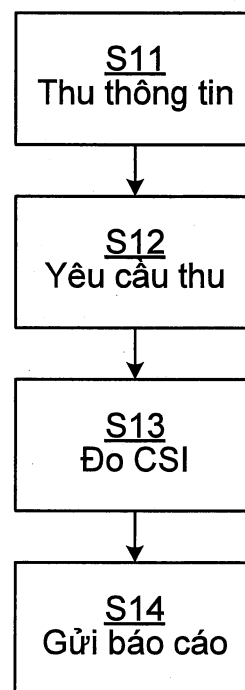


Fig. 17