



(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)



1-0025832

(51)⁷ H04L 5/00; H04L 1/00

(13) B

(21) 1-2013-03614

(22) 23/01/2013

(86) PCT/EP2013/051213 23/01/2013

(87) WO/2013/135407 19/09/2013

(30) 12001805.6 16/03/2012 EP

(45) 26/10/2020 391

(43) 26/01/2015 322A

(73) Sun Patent Trust (US)

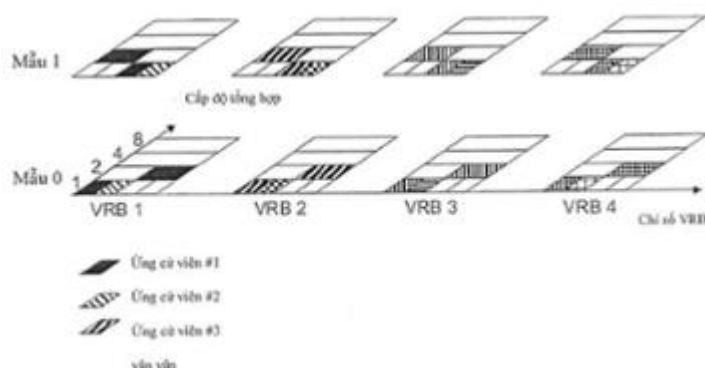
450 Lexington Avenue, 38th Floor, New York, NY 10017, USA

(72) FENG, Sujuan (DE); GOLITSCHKE EDLER VON ELBWART, Alexander (DE);
WENGERTER, Christian (DE); EINHAUS, Michael (DE).

(74) Công ty Cổ phần Hỗ trợ phát triển công nghệ Detech (DETECH)

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP THU TRONG KHÔNG GIAN TÌM KIẾM THÔNG TIN ĐIỀU KHIỂN EPDCCH (KÊNH ĐIỀU KHIỂN LIÊN KẾT XUỐNG VẬT LÝ NÂNG CAO) TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG DI ĐỘNG TRÊN NỀN OFDM (DÒNG KÊNH CHIA TẦN TRỰC GIAO)

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp nhận thông tin điều khiển trong khung thứ cấp của hệ thống truyền thông đa sóng mang có hỗ trợ tổng hợp sóng mang, phương pháp này bao gồm các bước dưới đây được thực hiện tại nút thu: thực hiện dò tìm không định hướng thông tin điều khiển trong không gian tìm kiếm bằng cách sử dụng mẫu tìm kiếm thứ nhất, trong đó mẫu tìm kiếm thứ nhất này là một trong số nhiều mẫu tìm kiếm, mỗi mẫu trong số nhiều mẫu tìm kiếm này bao gồm nhiều ứng cử viên được phân tán trên bất kỳ cấp độ nào trong số nhiều cấp độ tổng hợp, và trong đó các mẫu tìm kiếm hơn thế nữa còn bao gồm mẫu tìm kiếm thứ hai mà các ứng cử viên của nó không chồng chéo với các ứng cử viên của mẫu thứ nhất trên cùng các cấp tổng hợp đó.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các phương pháp và các thiết bị để tạo cấu hình cho không gian tìm kiếm và đề cập đến cấu trúc kênh không gian tìm kiếm dùng để báo hiệu thông tin điều khiển.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống di động thế hệ thứ ba (3G), chẳng hạn ví dụ như các hệ thống truyền thông di động tổng quát (universal mobile telecommunication system - UMTS) được tiêu chuẩn hóa trong dự án đối tác thế hệ thứ ba (third generation partnership project - 3GPP) đã dựa trên công nghệ truy nhập vô tuyến đa truy nhập chia mã băng tần rộng (wideband code division multiple access - WCDMA). Ngày nay, các hệ thống 3G đang được triển khai rộng rãi trên khắp thế giới. Sau khi nâng cao công nghệ này thông qua việc đưa ra truy nhập gói liên kết xuống tốc độ cao (high-speed downlink packet access - HSDPA) và một liên kết lên nâng cao, còn được gọi là truy nhập gói liên kết lên tốc độ cao (high-speed uplink packet access - HSUPA), bước tiến hành quan trọng tiếp theo trong quá trình phát triển của chuẩn UMTS đã đưa đến sự kết hợp của kỹ thuật dồn kênh chia tần trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) dành cho liên kết xuống và truy nhập dồn kênh chia tần đơn-sóng mang (single carrier frequency division multiplexing access - SC-FDMA) dành cho liên kết lên. Hệ thống này được đặt tên là hệ thống cải tiến dài hạn (long term evolution - LTE) vì nó được dành ra để chuẩn bị cho sự cải tiến của công nghệ trong tương lai.

Hệ thống LTE đại diện cho truy nhập vô tuyến trên nền gói tin một cách hiệu quả và các hệ thống truy nhập vô tuyến trang bị đầy đủ các chức năng trên nền IP với độ trễ nhỏ và giá thành thấp. Yêu cầu hệ thống chi tiết được cho trong 3GPP TR 25.913, “Requirements for evolved UTRA (E-UTRA) and evolved UTRAN (E-UTRAN),” v8.0.0, January 2009, (có tại <http://www.3gpp.org/> và được đưa vào phần tham khảo của tài liệu này). Liên kết xuống sẽ hỗ trợ các sơ đồ điều chế dữ liệu QPSK, 16QAM, và 64QAM và Liên kết lên sẽ hỗ trợ BPSK, QPSK, 8PSK và 16QAM.

Truy nhập mạng của LTE là cực kỳ linh hoạt, sử dụng một số các băng tần với kênh định trước nằm giữa 1,25 và 20MHz, trái ngược các kênh với truy nhập vô tuyến mặt đất UMTS (UMTS terrestrial radio access UTRA) được đặt cố định ở 5MHz. Hiệu năng sử dụng phổ được tăng cường lên thêm bốn-lần so với UTRA, và các cải thiện trong cấu trúc và việc báo hiệu giúp giảm độ trễ khứ hồi (round-trip latency). Công nghệ ăng ten đa đầu vào/đa đầu ra (Multiple Input/Multiple Output - MIMO) sẽ cho phép số lượng người dùng trên mỗi ô mạng (cell) gấp 10 lần so với công nghệ truy nhập vô tuyến WCDMA ban đầu của 3GPP. Để thích nghi được với số lượng sắp xếp cấp phát băng tần nhiều nhất có thể, cả hai cách vận hành băng thông theo cặp (kênh hai chiều chia tần - frequency division duplex FDD) và không theo cặp (kênh hai chiều chia thời - time division duplex TDD) đều được hỗ trợ. LTE có thể cùng tồn tại song song với các công nghệ vô tuyến 3GPP có trước, kể cả trong các kênh liền kề nhau, và các cuộc gọi có thể được chuyển đến và đi từ tất cả các công nghệ truy nhập vô tuyến có trước của 3GPP.

Hình 1 minh họa cấu trúc của sóng mang thành phần trong LTE Phiên bản phát hành số 8 (Release 8). Sóng mang thành phần liên kết xuống của 3GPP LTE Phiên bản phát hành số 8 được chia nhỏ trong miền thời gian-tần số thành cái gọi là các khung thứ cấp, mỗi khung trong đó được chia thành hai khe liên kết xuống 120

tương ứng với khoảng thời gian T_{slot} . Khe liên kết xuống thứ nhất bao gồm một vùng kênh điều khiển nằm trong (các) ký hiệu OFDM đầu tiên. Mỗi khung thứ cấp bao gồm một lượng cho trước các ký hiệu OFDM trong miền thời gian, mỗi ký hiệu OFDM này trải ra trên toàn bộ băng tần của sóng mang thành phần.

Đơn vị tài nguyên nhỏ nhất có thể được chỉ định bởi bộ lập lịch là khối tài nguyên 130 còn được gọi là khối tài nguyên vật lý (physical resource block - PRB). PRB 130 được định nghĩa là N_{symb}^{DL} ký hiệu OFDM liên tiếp trong miền thời gian và N_{sc}^{RB} sóng mang thứ cấp liên tiếp trong miền tần số. Trong thực tiễn, các tài nguyên liên kết xuống được chỉ định theo các cặp khối tài nguyên. Một cặp khối tài nguyên bao gồm hai khối tài nguyên. Nó trải ra trên N_{sc}^{RB} sóng mang thứ cấp liên tiếp trong miền tần số và toàn bộ $2 \cdot N_{symb}^{DL}$ ký hiệu điều chế của khung thứ cấp trong miền thời gian. N_{symb}^{DL} có thể bằng 6 hoặc 7 do đó tạo ra tổng cộng hoặc 12 hoặc 14 ký hiệu OFDM. Hệ quả là, khối tài nguyên vật lý 130 bao gồm $N_{symb}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$ phần tử tài nguyên 140 tương ứng với một khe trong miền thời gian và 180kHz trong miền tần số (chi tiết cụ thể hơn về lưới tài nguyên liên kết xuống có thể tìm thấy ví dụ như ở trong 3GPP TS 36.211, “*Evolved universal terrestrial radio access (E-UTRA); physical channels and modulations (Release 8)*”, version 8.9.0, December 2009, Section 6.2, có tại đường dẫn <http://www.3gpp.org> và được đưa vào phần tham khảo của tài liệu này).

Số lượng các khối tài nguyên vật lý N_{RB}^{DL} trong liên kết xuống phụ thuộc vào băng tần truyền tải liên kết xuống được tạo cấu hình trong ô mạng và hiện tại đang được trình bày trong LTE với giá trị lấy từ quãng từ 6 đến 110 PRB.

Dữ liệu được ánh xạ lên các khối tài nguyên vật lý thành từng cặp các khối tài nguyên ảo (virtual resource block). Mỗi cặp khối tài nguyên ảo được ánh xạ lên một cặp khối tài nguyên vật lý. Hai loại khối tài nguyên ảo dưới đây được định

nghĩa dựa vào cách ánh xạ của chúng trên các khối tài nguyên vật lý trong liên kết xuống của LTE:

- Khối Tài nguyên Ảo được Địa phương hóa (Localised Virtual Resource Block - LVRB)
- Khối Tài nguyên Ảo Phân tán (Distributed Virtual Resource Block - DVRB)

Trong chế độ truyền tải địa phương hóa sử dụng các VRB được địa phương hóa, eNB có toàn quyền điều khiển việc những khối tài nguyên nào và với số lượng bao nhiêu khối tài nguyên sẽ được sử dụng, và nó phải thường xuyên sử dụng điều khiển này để chọn các khối tài nguyên sao cho tạo ra được hiệu quả sử dụng phổ lớn. Trong hầu hết các hệ thống truyền thông di động, điều này tạo ra các khối tài nguyên vật lý liên tiếp hoặc đa cluster bao gồm các khối tài nguyên vật lý liên tiếp được dùng cho việc truyền tải đến một thiết bị người dùng duy nhất, bởi vì kênh vô tuyến có tính kết dính trong miền tần số, tức là nếu một khối tài nguyên vật lý giúp tạo ra hiệu quả sử dụng phổ lớn thì có rất nhiều khả năng khối tài nguyên vật lý liền kề tương tự cũng sẽ giúp tạo ra hiệu quả sử dụng phổ lớn. Trong chế độ truyền tải phân tán sử dụng các VRB phân tán, các khối tài nguyên vật lý mang dữ liệu lấy từ cùng một UE được phân tán trên băng tần nhằm dò trúng ít nhất một vài khối tài nguyên vật lý có khả năng mang lại hiệu quả sử dụng phổ lớn, nhờ thế đạt được tính đa dạng về tần số.

Trong 3GPP LTE Phiên bản phát hành số 8 có ít nhất một sóng mang thành phần trong liên kết lên và liên kết xuống. Báo hiệu điều khiển liên kết xuống căn bản được mang bởi ba kênh vật lý sau đây:

- Kênh xác định định dạng điều khiển vật lý (Physical control format indicator channel - PCFICH) dùng để xác định số lượng các ký hiệu OFDM được

dùng để báo hiệu điều khiển trong một khung thứ cấp (cụ thể là kích thước của vùng kênh điều khiển);

- Kênh xác định ARQ lai vật lý (Physical hybrid ARQ indicator channel - PHICH) dùng để mang ACK/NACK liên kết xuống liên quan đến truyền tải dữ liệu liên kết lên; và
- Kênh điều khiển liên kết xuống vật lý (Physical downlink control channel - PDCCH) dùng để mang các chỉ định lập lịch liên kết xuống và chỉ định lập lịch liên kết lên.

PCFICH được gửi từ một vị trí đã biết bên trong vùng báo hiệu điều khiển của khung thứ cấp liên kết xuống bằng cách sử dụng một sơ đồ điều chế và mã hóa định trước đã biết. Thiết bị người dùng giải mã PCFICH nhằm thu được thông tin về kích thước của vùng báo hiệu điều khiển trong khung thứ cấp, ví dụ như số lượng các ký hiệu OFDM. Nếu thiết bị người dùng (user equipment - UE) không thể giải mã được PCFICH hoặc nếu nó thu được giá trị PCFICH lỗi, nó sẽ không thể giải mã chính xác báo hiệu điều khiển L1/L2 (PDCCH) nằm trong vùng báo hiệu điều khiển, điều này có thể gây mất toàn bộ các chỉ định tài nguyên có trong đó.

PDCCH mang thông tin điều khiển, chẳng hạn như các cấp phép lập lịch dùng để cấp phát tài nguyên cho đường truyền dữ liệu liên kết xuống hoặc liên kết lên. Một kênh điều khiển vật lý được truyền trên tổng hợp của một hoặc nhiều phần tử kênh điều khiển (control channel element - CCE) liên tiếp. Mỗi CCE tương ứng với một bộ các phần tử tài nguyên được nhóm thành các nhóm phần tử tài nguyên (resource element group - REG). Một phần tử kênh điều khiển thường tương ứng với 9 nhóm phần tử tài nguyên. Một cấp phép lập lịch trên PDCCH được định nghĩa dựa trên các phần tử kênh điều khiển (CCE). Các nhóm phần tử tài nguyên

được dùng để định nghĩa ánh xạ của các kênh điều khiển lên các phần tử tài nguyên. Mỗi REG chứa bốn phần tử tài nguyên liên tiếp ngoại trừ các tín hiệu tham chiếu có trong cùng ký hiệu OFDM đó. Các REG tồn tại trong một đến bốn ký hiệu OFDM đầu tiên bên trong một khung thứ cấp. PDCCH dành cho thiết bị người dùng được truyền trên ký hiệu đầu tiên trong một, hai hoặc ba ký hiệu OFDM tương ứng theo PCFICH trong khung thứ cấp.

Một đơn vị logic khác được dùng trong việc ánh xạ dữ liệu lên các tài nguyên vật lý trong 3GPP LTE Phiên bản phát hành số 8 (và các phiên bản sau đó) là nhóm khối tài nguyên (resource block group - RBG). Nhóm khối tài nguyên là một bộ các khối tài nguyên vật lý liên tiếp (về tần số). Khái niệm RBG cung cấp khả năng đánh địa chỉ cho các RBG cụ thể với mục đích xác định vị trí các tài nguyên đã được cấp phát cho nút nhận (ví dụ như UE), nhằm giảm thiểu dữ liệu dư thừa đối với việc xác định tài nguyên như vậy, nhờ thế giảm được tỷ lệ dữ liệu điều khiển dư thừa trên dữ liệu thực có ích của đường truyền. Kích thước của RBG hiện tại được xác định là 1, 2, 3 hoặc 4, tùy vào băng tần của hệ thống, cụ thể là tùy vào N_{RB}^{DL} . Chi tiết cụ thể hơn về ánh xạ RBG dành cho PDCCH trong LTE Phiên bản phát hành số 8 có thể tìm thấy tại 3GPP TS 36.213, “*Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures*”, v8.8.0, September 2009, Section 7.1.6.1, cung cấp miễn phí tại đường dẫn <http://www.3gpp.org> và được đưa vào phần tham khảo của tài liệu này).

Kênh chia sẻ liên kết xuống vật lý (Physical downlink shared channel - PDSCH) được dùng để truyền dữ liệu người dùng. PDSCH được ánh xạ vào các ký hiệu OFDM còn lại trong một khung thứ cấp phía sau PDCCH. Các tài nguyên PDSCH được cấp phát cho một UE được tính theo đơn vị khối tài nguyên của mỗi khung thứ cấp.

Hình 2 thể hiện một cách ánh xạ mang tính ví dụ của PDCCH và PDSCH trong khung thứ cấp. Hai ký hiệu OFDM đầu tiên tạo thành vùng kênh điều khiển (vùng PDCCH) và được dùng để báo hiệu điều khiển L1/L2. Mười hai ký hiệu OFDM còn lại tạo thành vùng kênh dữ liệu (vùng PDSCH) và được dùng cho dữ liệu. Trong các cặp khối tài nguyên của tất cả các khung thứ cấp, các tín hiệu tham chiếu theo từng ô mạng cụ thể, còn gọi là các tín hiệu tham chiếu thông thường (common reference signal - CRS), được truyền trên một hoặc nhiều cổng ăng ten từ 0 đến 3. Trong ví dụ Hình 2, CRS được truyền từ hai cổng ăng ten: R0 và R1. Hơn thế nữa, khung thứ cấp này cũng bao gồm các tín hiệu tham chiếu theo UE cụ thể, còn gọi là các tín hiệu tham chiếu giải điều chế (demodulation reference signals - DM-RS) được thiết bị người dùng sử dụng để giải điều chế PDSCH đó. DM-RS chỉ được truyền trong các khối tài nguyên trong đó PDSCH được cấp phát cho một thiết bị người dùng nhất định. Để có thể hỗ trợ đa đầu vào đa đầu ra (MIMO) với DM-RS, người ta định nghĩa ra bốn lớp DM-RS, nghĩa là tối đa có MIMO của bốn lớp sẽ được hỗ trợ. Trong ví dụ này, trên Hình 2, lớp DM-RS 1, 2, 3 và 4 tương ứng với các lớp MIMO 1, 2, 3 và 4.

Một trong những tính năng chủ đạo của LTE đó là khả năng truyền dữ liệu nhiều điểm nhận (multicast) hoặc truyền dữ liệu quảng bá từ nhiều ô mạng qua mạng đơn tần đồng bộ, tính năng này được biết đến dưới tên gọi là hoạt động mạng đơn tần quảng bá đa phương tiện (multimedia broadcast single frequency network - MBSFN). Trong hoạt động MBSFN, UE nhận và kết hợp các tín hiệu được đồng bộ lấy từ nhiều ô mạng. Để tạo điều kiện cho công việc này, UE cần thực hiện ước lượng kênh riêng rẽ dựa trên tín hiệu tham chiếu MBSFN. Để tránh trộn lẫn tín hiệu tham chiếu MBSFN và tín hiệu tham chiếu bình thường trong cùng một khung thứ cấp, những khung thứ cấp nhất định với tên là các khung thứ cấp MBSFN được dành riêng từ đường truyền MBSFN.

Cấu trúc của một khung thứ cấp MBSFN được thể hiện trên Hình 3. Có đến tối đa là hai ký hiệu OFDM đầu tiên được dành riêng cho đường truyền phi-MBSFN và các ký hiệu OFDM còn lại được dùng để truyền MBSFN. Trong những ký hiệu OFDM đầu tiên mà tối đa là hai đó, PDCCH dùng cho các chỉ định tài nguyên liên kết lên và PHICH có thể được truyền và tín hiệu tham chiếu cụ thể cho từng ô mạng là giống như các khung thứ cấp của đường truyền phi-MBSFN. Mẫu cụ thể của các khung thứ cấp MBSFN trong một ô mạng được quảng bá trong thông tin hệ thống của ô mạng đó. Các UE không có khả năng nhận MBSFN sẽ giải mã những ký hiệu OFDM đầu tiên mà tối đa là hai đó và bỏ qua các ký hiệu OFDM còn lại. Cấu hình khung thứ cấp MBSFN hỗ trợ cả chu kỳ 10ms lẫn chu kỳ 40ms. Tuy nhiên, các khung thứ cấp mang số hiệu 0, 4, 5 và 9 không thể được tạo cấu hình làm khung thứ cấp MBSFN. Hình 3 minh họa định dạng của khung thứ cấp MBSFN. Thông tin PDCCH được gửi trên báo hiệu điều khiển L1/L2 có thể được tách thành thông tin điều khiển chia sẻ và thông tin điều khiển dành riêng.

Phổ tần số dành cho hệ IMT-nâng cao (IMT-advanced) đã được quyết định tại Hội nghị Truyền thông Vô tuyến Thế Giới (World Radio Communication Conference - WRC-07) vào tháng Mười một năm 2008. Tuy nhiên, băng tần dùng được thực sự có thể khác nhau với mỗi vùng hay mỗi quốc gia. Các cải thiện của LTE được 3GPP chuẩn hóa được gọi là LTE-nâng cao (LTE-advanced hay LTE-A) và đã được phê duyệt làm nội dung của Phiên bản phát hành số 10. LTE-A Phiên bản phát hành số 10 triển khai tổng hợp sóng mang theo đó hai hoặc nhiều hơn hai sóng mang thành phần như được định nghĩa trong LTE Phiên bản phát hành số 8 được tổng hợp lại nhằm hỗ trợ băng tần truyền rộng hơn, ví dụ, băng tần truyền lên đến 100MHz. Thông tin chi tiết hơn về tổng hợp sóng mang có thể được tìm thấy ở *3GPP TS 36.300, “Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Universal terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description”, v10.2.0, December 2010, Section 5.5 (Physical layer), Section 6.4 (Layer 2) and*

Section 7.5 (RRC), các thông tin này được cung cấp miễn phí tại đường dẫn <http://www.3gpp.org> và được đưa vào phần tham khảo của tài liệu này). Người ta thường giả định rằng một sóng mang đơn lẻ thường có băng tần không vượt quá 20MHz. Một đầu cuối có thể nhận và/hoặc truyền đồng thời trên một hoặc nhiều sóng mang thành phần tùy theo khả năng của nó. UE có thể được tạo cấu hình để tổng hợp các sóng mang thành phần (component carrier - CC) với số lượng khác nhau trong liên kết lên và trong liên kết xuống. Số lượng các CC liên kết xuống có thể được tạo cấu hình tùy thuộc vào khả năng tổng hợp liên kết xuống của UE đó. Số lượng các CC liên kết lên có thể được tạo cấu hình tùy thuộc vào khả năng tổng hợp liên kết lên của UE đó. Tuy nhiên, không thể cấu hình UE sao cho số CC liên kết lên nhiều hơn số CC liên kết xuống.

Thuật ngữ “sóng mang thành phần” đôi khi được thay thế bằng thuật ngữ “ô mạng” vì, tương tự như khái niệm ô mạng được biết đến trong các phiên bản phát hành trước của LTE và UMTS, một sóng mang thành phần định ra các tài nguyên dùng cho việc truyền tải/tiếp nhận dữ liệu và có thể được thêm/tái cấu hình/loại bỏ khỏi các tài nguyên được dùng bởi nút không dây (ví dụ như UE, RN). Cụ thể, một ô mạng là một tổ hợp của các tài nguyên liên kết xuống và có thể có tùy chọn các tài nguyên liên kết lên, cụ thể là sóng mang liên kết xuống và có thể có tùy chọn sóng mang liên kết lên. Trong Rel-8/9, có một tần số sóng mang của các tài nguyên liên kết xuống và một tần số sóng mang của các tài nguyên liên kết lên. Tần số sóng mang của các tài nguyên liên kết xuống được dò ra bởi UE thông qua thủ tục chọn ô mạng. Tần số sóng mang của các tài nguyên liên kết lên được báo cho UE thông qua Khối Thông tin Hệ thống (System Information Block) 2. Khi tổng hợp sóng mang được tạo cấu hình, có nhiều hơn một tần số sóng mang của các tài nguyên liên kết xuống và có thể có nhiều hơn một tần số sóng mang của các tài nguyên liên kết lên. Vì thế, sẽ có nhiều hơn một tổ hợp của các tài nguyên liên kết xuống và tùy chọn các tài nguyên liên kết lên, cụ thể là nhiều hơn một pin cung

cấp. Pin cung cấp sơ cấp được gọi là pin sơ cấp (Primary Cell – PCell). Các pin cung cấp khác được gọi là các pin thứ cấp (Secondary Cell – SCell).

Khi tổng hợp sóng mang được tạo cấu hình, UE chỉ có duy nhất một kết nối Điều khiển Tài nguyên Vô tuyến (Radio Resource Control - RRC) đến mạng. Pin sơ cấp (PCell) cung cấp thông tin di động địa tầng không truy nhập (non-access stratum - NAS) và thông tin nhập liệu bảo mật tại thời điểm tái lập hoặc chuyển giao kết nối RRC. Tùy thuộc vào khả năng của UE, Pin thứ cấp (SCell) có thể được tạo cấu hình để cùng với PCell tạo thành một bộ các pin cung cấp. Kết nối RRC là kết nối giữa lớp RRC ở phía UE và lớp RRC ở phía mạng. Việc thành lập, duy trì và giải phóng kết nối RRC giữa UE và E-UTRAN bao gồm: cấp phát các bộ định danh tạm thời giữa UE và E-UTRAN; cấu hình (các) vật mang vô tuyến dành cho kết nối RRC, cụ thể là, SRB Ưu tiên Thấp (Low priority SRB) và SRB Ưu tiên Cao (High priority SRB). Chi tiết hơn về RRC có thể được tìm thấy tại *3GPP TS 36.331, “Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC); Protocol specification”, v10.0.0, December 2010*, cung cấp miễn phí tại đường dẫn <http://www.3gpp.org> và được đưa vào phân tham khảo của tài liệu này).

Trong liên kết lên, sóng mang tương ứng với PCell được gọi là Sóng mang thành phần sơ cấp liên kết Xuống (Downlink Primary Component Carrier - DL PCC) còn trong liên kết lên, sóng mang tương ứng với PCell được gọi là Sóng mang thành phần sơ cấp liên kết lên (Uplink Primary Component Carrier - UL PCC). Mỗi liên kết giữa DL PCC và UL PCC được xác định trong thông tin hệ thống (Khối Thông tin Hệ thống 2) từ PCell đó. Thông tin hệ thống là thông tin điều khiển thông thường được quảng bá bởi mỗi tế bào, bao gồm, ví dụ, thông tin về tế bào gửi đến các đầu cuối. Về phần tiếp nhận thông tin hệ thống dành cho PCell, thủ tục LTE trong Rel-8/9 được áp dụng. Các thông tin chi tiết về thủ tục

tiếp nhận thông tin hệ thống dành cho Rel-8/9 có thể được tìm thấy tại 3GPP TS 36.331, “*Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC); Protocol specification*”, v9.5.0, December 2010, Section 5.2, cung cấp miễn phí tại đường dẫn <http://www.3gpp.org> và được đưa vào phần tham khảo của tài liệu này). Trong liên kết xuống, sóng mang tương ứng với SCell là Sóng mang thành phần thứ cấp liên kết xuống (Downlink Secondary Component Carrier - DL SCC) còn trong liên kết lên nó được gọi là Sóng mang thành phần thứ cấp liên kết lên (Uplink Secondary Component Carrier - UL SCC). Mỗi liên kết giữa DL SCC và UL SCC được xác định trong thông tin hệ thống (Khối Thông tin Hệ thống 2) của SCell đó. Tất cả các thông tin hệ thống bắt buộc của SCell được truyền đến UE qua báo hiệu RRC dành riêng khi thêm SCell. Do đó, UE sẽ không cần lấy thông tin hệ thống trực tiếp từ các SCell. Thông tin hệ thống của SCell sẽ còn hợp lệ chừng nào SCell còn được tạo cấu hình. Các thay đổi về thông tin hệ thống của một SCell được xử lý thông qua việc loại bỏ hoặc bổ sung thêm SCell đó. Việc loại bỏ và/hoặc bổ sung thêm một SCell có thể được thực hiện nhờ một thủ tục RRC.

Cả cấp phép liên kết xuống và cấp phép liên kết lên đều được nhận trên DL CC. Vì thế, để có thể biết cấp phép liên kết lên nhận được trên DL CC tương ứng với đường truyền liên kết lên của UL CC nào, sẽ cần đến liên kết giữa DL CC và UL CC.

Liên kết giữa UL CC và DL CC cho phép xác định pin cung cấp mà cấp phép áp dụng cho nó:

- chỉ định liên kết xuống nhận được trong PCell tương ứng với đường truyền liên kết xuống trong PCell đó,
- cấp phép liên kết lên nhận được trong PCell tương ứng với đường truyền liên kết lên trong PCell đó,

- chỉ định liên kết xuống nhận được trong SCell_N tương ứng với đường truyền liên kết xuống trong SCell_N đó,
- cấp phép liên kết lên nhận được trong SCell_N tương ứng với đường truyền liên kết lên trong SCell_N đó. Nếu SCell_N không được tạo cấu hình để dùng cho liên kết lên bởi UE, cấp phép sẽ bị UE bỏ qua.

3GPP TS 36.212 v10.0.0, cũng mô tả trong Khoản 5.3.3.1 khả năng lập lịch chéo trên các sóng mang, sử dụng Trường Chỉ dấu Sóng mang (Carrier Indication Field – CIF).

UE có thể được lập lịch cùng lúc trên nhiều pin cung cấp. Việc lập lịch chéo trên các sóng mang với CIF cho phép PDCCH của một pin cung cấp có thể lập lịch các tài nguyên trên (các) pin cung cấp khác, tuy nhiên, với các ràng buộc sau đây:

- lập lịch chéo trên các sóng mang không áp dụng với PCell, nghĩa là PCell luôn luôn được lập lịch qua PDCCH của sơ cấp nó,
- khi PDCCH của pin thứ cấp (SCell) được tạo cấu hình, lập lịch chéo trên các sóng mang không áp dụng với SCell này, nghĩa là SCell này luôn luôn được lập lịch qua PDCCH của sơ cấp nó, và
- khi PDCCH của SCell không được tạo cấu hình, lập lịch chéo trên các sóng mang được áp dụng và SCell như vậy luôn luôn được lập lịch qua PDCCH của một pin cung cấp khác.

Vì thế, nếu không có CIF, liên kết giữa DL CC và UL CC sẽ xác định ra UL CC cho đường truyền liên kết lên, nếu có CIF, giá trị CIF sẽ xác định ra UL CC cho đường truyền liên kết lên.

Bộ các ứng cử viên PDCCH cần giám sát, trong đó giám sát có nghĩa là cố gắng giải mã mỗi PDCCH đó, được định nghĩa nhờ các không gian tìm kiếm. Một UE không được tạo cấu hình Trường Chỉ dấu Sóng mang (CIF) sẽ giám sát một không gian tìm kiếm theo UE cụ thể tại mỗi cấp độ tổng hợp 1, 2, 4, 8 trên mỗi pin cung cấp đã kích hoạt. Một UE được tạo cấu hình Trường Chỉ dấu Sóng mang (CIF) sẽ giám sát một hoặc nhiều các không gian tìm kiếm theo UE cụ thể tại mỗi cấp độ tổng hợp 1, 2, 4, 8 trên một hoặc nhiều pin cung cấp đã kích hoạt. Nếu UE được tạo cấu hình CIF, không gian tìm kiếm theo UE cụ thể được xác định bởi sóng mang thành phần, điều này có nghĩa là các chỉ số của các CCE tương ứng với các ứng cử viên PDCCH của không gian tìm kiếm được xác định bởi giá trị của Trường Chỉ dấu Sóng mang (CIF). Trường Chỉ dấu Sóng mang xác định ra một chỉ số của sóng mang thành phần.

Nếu UE được tạo cấu hình để giám sát các ứng cử viên PDCCH trong một pin cung cấp cho trước với kích thước định dạng DCI cho trước với CIF, UE đó sẽ giả định rằng một ứng cử viên PDCCH với kích thước định dạng DCI cho trước đó có thể được truyền trong tế nào phục vụ cho trước đó trong bất kỳ không gian tìm kiếm theo UE cụ thể nào tương ứng với bất kỳ giá trị có thể có nào của CIF dành cho kích thước định dạng DCI cho trước đó. Điều đó có nghĩa là nếu một kích thước định dạng DCI cho trước có nhiều hơn một giá trị CIF, UE sẽ giám sát các ứng cử viên PDCCH trong bất kỳ không gian tìm kiếm theo UE cụ thể nào tương ứng với bất kỳ giá trị CIF có thể có nào với định dạng DCI cho trước đó.

Chi tiết hơn về cấu hình của các không gian tìm kiếm có và không có CIF được định nghĩa trong LTE-A dành cho PDCCH có thể tìm thấy tại 3GPP TS 36.213 “*Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Layer procedures*”, v10.0.0, December 2010, Section 9.1.1, cung cấp miễn phí tại đường dẫn <http://www.3gpp.org> và được đưa vào phần tham khảo của tài liệu này).

Một tính năng chủ chốt khác của LTE-A đó là cung cấp chức năng chuyển tiếp thông qua việc đưa các nút chuyển tiếp (relay node) vào cấu trúc UTRAN của 3GPP LTE-A. Việc chuyển tiếp đối với LTE-A được coi như một công cụ để cải thiện tầm phủ sóng của tốc độ truyền dữ liệu cao, di động nhóm, triển khai mạng tạm thời, thông lượng biên của ô mạng và/hoặc để cung cấp tầm phủ sóng tại các khu vực mới.

Một nút chuyển tiếp được kết nối không dây đến mạng truy nhập vô tuyến thông qua một tế bào viện trợ (donor cell). Tùy thuộc vào chiến lược chuyển tiếp, nút chuyển tiếp có thể là một phần của tế bào viện trợ hoặc, thay vào đó, có thể tự nó điều khiển các tế bào đó. Trong trường hợp nút chuyển tiếp là một phần của tế bào viện trợ, nút chuyển tiếp đó không có định danh tế bào của riêng nó, tuy nhiên, nó vẫn có thể có một định danh ID chuyển tiếp (relay ID). Trong trường hợp nút chuyển tiếp tự nó điều khiển các tế bào, nó điều khiển một hoặc nhiều tế bào và một định danh tế bào lớp vật lý độc nhất được cung cấp trong mỗi tế bào do nút chuyển tiếp đó điều khiển. Ít nhất, các nút chuyển tiếp “loại 1” sẽ là một phần của 3GPP LTE-A. Nút chuyển tiếp “loại 1” là nút chuyển tiếp có các đặc điểm riêng sau đây:

- Nút chuyển tiếp đó điều khiển các tế bào mà mỗi tế bào đều xuất hiện đối với thiết bị người dùng dưới dạng một tế bào riêng rẽ tách riêng so với tế bào viện trợ.
- Các tế bào này phải có ID tế bào (cell ID) vật lý riêng như được định nghĩa trong LTE Phiên bản phát hành số 8 và nút chuyển tiếp sẽ truyền các kênh đồng bộ, ký tự tham chiếu, ... của riêng nó.
- Liên quan đến hoạt động của tế bào đơn lẻ, UE phải trực tiếp nhận được thông tin lập lịch và phản hồi HARQ từ nút chuyển tiếp và gửi thông tin bị

điều khiển của nó (các báo hiệu là đã được thông báo acknowledgement, chỉ dấu chất lượng kênh, yêu cầu lập lịch) đến nút chuyển tiếp.

- Nút chuyển tiếp phải có vai trò là eNodeB phù hợp với 3GPP LTE trong quan hệ với thiết bị người dùng phù hợp với 3GPP LTE nhằm hỗ trợ tương thích ngược.
- Nút chuyển tiếp phải có vai trò khác đi trong quan hệ với eNodeB trong 3GPP LTE nhằm cho phép nâng cao hiệu năng hơn nữa đối với các thiết bị người dùng phù hợp với 3GPP LTE-A.

Hình 4 minh họa một ví dụ về cấu trúc mạng 3GPP LTE-A sử dụng các nút chuyển tiếp. Một eNodeB viện trợ (donor eNodeB – d-eNB) 410 phục vụ trực tiếp thiết bị người dùng UE1 415 và một nút chuyển tiếp (relay node - RN) 420 mà nút chuyển tiếp này thêm vào đó lại phục vụ UE2 425. Liên kết giữa eNodeB viện trợ 410 và nút chuyển tiếp 420 thường được gọi là liên kết lên/liên kết xuống quay về mạng trung tâm (backhaul). Liên kết giữa nút chuyển tiếp 420 và thiết bị người dùng 425 được đánh vào nút chuyển tiếp (còn gọi là các r-UE) được gọi là liên kết truy nhập (chuyển tiếp).

eNodeB viện trợ truyền điều khiển L1/L2 và dữ liệu đến thiết bị người dùng dạng micro (điện áp và tầm hoạt động thấp) UE1 415 và cũng truyền đến nút chuyển tiếp 420 mà nút này tiếp tục truyền điều khiển L1/L2 và dữ liệu đó đến thiết bị người dùng chuyển tiếp UE2 425. Nút chuyển tiếp có thể hoạt động trong chế độ được gọi là chế độ dồn kênh thời gian, trong đó hoạt động truyền và nhận không thể được thực hiện cùng một lúc. Cụ thể, nếu như liên kết từ eNodeB 410 đến nút chuyển tiếp 420 hoạt động ở cùng phổ tần số với liên kết từ nút chuyển tiếp 420 đến UE2 425, do bộ phát chuyển tiếp gây ra nhiễu cho bộ thu của sơ cấp nó, việc cả đường truyền từ nút eNodeB-đến-nút chuyển tiếp và đường truyền từ nút chuyển

tiếp-đến-UE đồng thời nằm trên cùng các tài nguyên tần số là không thể xảy ra trừ khi có sự cô lập hiệu quả các tín hiệu ra và các tín hiệu vào. Do đó, khi nút chuyển tiếp 420 truyền đến eNodeB viện trợ 410, nó không thể, cùng lúc, nhận từ các UE 425 được đính vào nút chuyển tiếp đó. Tương tự, khi nút chuyển tiếp 420 nhận dữ liệu từ eNodeB viện trợ, nó không thể truyền dữ liệu đến các UE 425 được đính vào nút chuyển tiếp đó. Do đó, sẽ có sự phân vùng khung thứ cấp giữa liên kết quay về mạng trung tâm và liên kết truy nhập chuyển tiếp.

Liên quan đến việc hỗ trợ nút chuyển tiếp, trong 3GPP hiện người ta đã nhất trí cho rằng:

- Các khung thứ cấp liên kết xuống quay về mạng trung tâm chuyển tiếp, trong quá trình đó eNodeB dùng để chuyển tiếp đường truyền quay về mạng trung tâm liên kết xuống được tạo cấu hình, được chỉ định bán-tĩnh (semi-statically).
- Các khung thứ cấp liên kết lên quay về mạng trung tâm chuyển tiếp, trong quá trình đó các đường truyền quay về mạng trung tâm liên kết lên từ nút chuyển tiếp-đến-eNodeB được tạo cấu hình, được chỉ định bán-tĩnh hoặc ngầm được phái sinh bởi việc khớp thời gian HARQ (HARQ timing) từ các khung thứ cấp liên kết xuống quay về mạng trung tâm chuyển tiếp.
- Trong các khung thứ cấp liên kết xuống quay về mạng trung tâm chuyển tiếp, nút chuyển tiếp sẽ truyền đến eNodeB viện trợ và vì thế các r-UE không được phép đợi nhận được bất kỳ dữ liệu nào từ nút chuyển tiếp đó. Để hỗ trợ tương thích ngược đối với các UE không biết về việc chúng bị đính vào một nút chuyển tiếp (chẳng hạn như các UE trong Phiên bản phát hành số 8 mà chúng chỉ thấy nút chuyển tiếp có vai trò như một eNodeB tiêu chuẩn), nút

chuyển tiếp cấu hình các khung thứ cấp liên kết xuống quay về mạng trung tâm thành các khung thứ cấp MBSFN.

Dưới đây, ta giả định cấu hình mạng như thể hiện trên Hình 4 với mục đích lấy nó làm ví dụ. eNodeB viện trợ truyền điều khiển L1/L2 và dữ liệu đến thiết bị người dùng dạng macro (điện áp và tầm hoạt động cao) và 410 cũng truyền đến role (nút chuyển tiếp) 420, và nút chuyển tiếp 420 truyền điều khiển L1/L2 và dữ liệu đến thiết bị người dùng chuyển tiếp (UE2) 425. Giả định thêm rằng nút chuyển tiếp hoạt động ở chế độ truyền hai chiều-chia thời, cụ thể là các đường truyền và hoạt động tiếp nhận không được thực hiện cùng lúc. Mỗi khi nút chuyển tiếp ở chế độ “phát”, UE2 cần nhận kênh điều khiển L1/L2 và kênh chia sẻ liên kết xuống vật lý (PDSCH), trong khi nếu nút chuyển tiếp ở chế độ “thu”, cụ thể là nó đang nhận kênh điều khiển L1/L2 và PDSCH từ Node B, nó không thể truyền đến UE2 và vì thế UE2 không thể nhận được bất kỳ thông tin nào từ nút chuyển tiếp trong một khung thứ cấp như vậy. Trong trường hợp UE2 không biết về việc nó bị dính vào nút chuyển tiếp (ví dụ, UE theo Phiên bản phát hành số 8), nút chuyển tiếp 420 buộc phải hoạt động như một (e-)NodeB bình thường. Những người có trình độ trong lĩnh vực này hiểu rằng trong hệ thống truyền thông không có nút chuyển tiếp thì bất cứ thiết bị người dùng nào luôn có thể giả định rằng ít nhất tín hiệu điều khiển L1/L2 sẽ có mặt trong mọi khung thứ cấp. Để có thể hỗ trợ những thiết bị người dùng như vậy trong các hoạt động bên dưới một nút chuyển tiếp, nút chuyển tiếp đó vì thế sẽ được giả định là cũng phải hoạt động đúng như vậy trong mọi khung thứ cấp.

Như được thể hiện trên Hình 2 và 3, mỗi khung thứ cấp liên kết xuống bao gồm hai phần, vùng kênh điều khiển và vùng dữ liệu. Hình 5 minh họa một ví dụ về việc cấu hình các khung MBSFN trên liên kết truy nhập chuyển tiếp trong tình huống mà có xảy ra đường truyền quay về mạng trung tâm chuyển tiếp. Mỗi khung

thứ cấp bao gồm phần dữ liệu điều khiển 510, 520 và phần dữ liệu 530, 540. Các ký hiệu OFDM đầu tiên 720 trong khung thứ cấp MBSFN được nút chuyển tiếp 420 dùng để truyền các ký hiệu điều khiển đến các r-UE 425. Trong phần còn lại của khung thứ cấp này, nút chuyển tiếp có thể nhận dữ liệu 540 từ eNodeB viện trợ 410. Do đó, không thể có đường truyền nào từ nút chuyển tiếp 420 đến r-UE 425 trong cùng khung thứ cấp này. r-UE nhận các ký tự điều khiển OFDM đầu tiên tối đa là hai ký tự và bỏ qua phần còn lại của khung thứ cấp đó. Các khung thứ cấp phi-MBSFN được truyền từ nút chuyển tiếp 420 đến r-UE 525 và các ký hiệu điều khiển 510 cũng như các ký hiệu dữ liệu 530 được xử lý bởi r-UE 425. Khung thứ cấp MBSFN có thể được tạo cấu hình mỗi 10ms hoặc mỗi 40ms một lần. Do đó, các khung thứ cấp liên kết xuống quay về mạng trung tâm chuyển tiếp cũng hỗ trợ cấu hình mỗi 10ms và 40ms. Tương tự với cấu hình khung thứ cấp MBSFN, khung thứ cấp liên kết xuống quay về mạng trung tâm chuyển tiếp không thể được tạo cấu hình tại các khung thứ cấp với #0, #4, #5 và #9. Những khung thứ cấp không được phép cấu hình thành các khung thứ cấp DL (liên kết xuống) quay về mạng trung tâm được gọi là các “khung thứ cấp DL trái phép” (“illegal DL subframe”). Do đó, các khung thứ cấp quay về mạng trung tâm DL chuyển tiếp có thể là các khung thứ cấp bình thường hoặc khung thứ cấp MBSFN ở phía d-eNB. Hiện nay người ta đồng thuận rằng các khung thứ cấp DL quay về mạng trung tâm chuyển tiếp, trong khung thứ cấp này có thể xuất hiện đường truyền quay về mạng trung tâm liên kết xuống từ eNB 410 đến nút chuyển tiếp 420, được chỉ định bán-tĩnh. Các khung thứ cấp UL (liên kết lên) quay về mạng trung tâm chuyển tiếp, trong khung thứ cấp này có thể xuất hiện đường truyền quay về mạng trung tâm liên kết lên từ nút chuyển tiếp 420 đến eNB 410, được chỉ định bán-tĩnh hoặc phái sinh ngầm bởi việc khớp thời gian HARQ từ các khung thứ cấp DL quay về mạng trung tâm chuyển tiếp.

Do các khung thứ cấp MBSFN được tạo cấu hình tại các nút chuyển tiếp thành các khung thứ cấp liên kết xuống quay về mạng trung tâm liên kết xuống, nút

chuyển tiếp không thể nhận được PDCCH từ eNodeB viện trợ. Vì thế, một kênh điều khiển vật lý mới (R-PDCCH) được sử dụng để chỉ định động hoặc “bán-liên tục” (“semi-persistently”) các tài nguyên trong các khung thứ cấp được chỉ định bán tĩnh dành cho dữ liệu quay về mạng trung tâm liên kết xuống và liên kết lên. Dữ liệu quay về mạng trung tâm liên kết xuống được truyền trên một kênh dữ liệu vật lý mới (R-PDSCH) và dữ liệu quay về mạng trung tâm liên kết lên được truyền trên một kênh dữ liệu vật lý mới (R-PUSCH). (Các) R-PDCCH dành cho nút chuyển tiếp được ánh xạ vào vùng R-PDCCH nằm trong vùng PDSCH của khung thứ cấp đó. Nút chuyển tiếp này chờ nhận được R-PDCCH trong vùng này của khung thứ cấp. Trong miền thời gian, vùng R-PDCCH trải rộng trên các khung thứ cấp quay về mạng trung tâm liên kết xuống đã được tạo cấu hình. Trong miền tần số, vùng R-PDCCH tồn tại trên các khối tài nguyên nhất định được tạo cấu hình trước dành cho nút chuyển tiếp đó bởi báo hiệu của lớp cao hơn. Theo thiết kế và công dụng của vùng R-PDCCH trong khung thứ cấp, các tính chất sau được đồng thuận trong quá trình tiêu chuẩn hóa này:

- R-PDCCH được chỉ định các PRB dùng để truyền bán tĩnh. Hơn thế nữa, bộ các tài nguyên hiện tại sẽ phải được sử dụng cho đường truyền R-PDCCH trong các PRB chỉ định bán tĩnh nêu trên có thể thay đổi động, giữa các khung thứ cấp.
- Các tài nguyên có thể cấu hình động này có thể bao phủ toàn bộ các ký hiệu OFDM sẵn dùng đối với liên kết quay về mạng trung tâm này hoặc có thể bị hạn chế trong một tập con của chúng.
- Các tài nguyên không được dùng cho R-PDCCH trong các PRB được chỉ định bán tĩnh có thể được dùng để mang R-PDSCH hoặc PDSCH.

- Trong trường hợp của các khung thứ cấp MBSFN, nút chuyển tiếp truyền các tín hiệu điều khiển đến các r-UE. Sau đó, nó có thể cần phải chuyển từ chế độ phát sang chế độ thu để nút chuyển tiếp này có thể nhận dữ liệu được truyền bởi eNodeB viện trợ trong cùng khung thứ cấp đó. Bên cạnh khoảng thiếu hụt này, trễ lan truyền của tín hiệu giữa eNodeB viện trợ và nút chuyển tiếp cần phải được tính tới. Do đó, R-PDCCH này đầu tiên phải được truyền bắt đầu từ ký hiệu OFDM mà, trong khung thứ cấp này, đủ chậm để nút chuyển tiếp có thể nhận được.
- Việc ánh xạ của R-PDCCH trên các tài nguyên vật lý có thể được thực hiện theo cách phân tán tần số hoặc theo cách địa phương hóa tần số.
- Việc đan xen R-PDCCH trong một lượng giới hạn các PRB có thể giúp ta tăng được tính đa dạng và, cùng lúc đó, hạn chế số lượng các PRB bị hao phí.
- Trong các khung thứ cấp phi-MBSFN, DM-RS của Phiên bản phát hành số 10 được sử dụng khi DM-RS được tạo cấu hình bởi ENodeB. Nếu không, CRS của Phiên bản phát hành số 8 sẽ được sử dụng. Trong các khung thứ cấp MBSFN, DM-RS của Phiên bản phát hành số 10 được sử dụng.
- R-PDCCH có thể được dùng để chỉ định cấp phép liên kết xuống hoặc cấp phép liên kết lên cho liên kết quay về mạng trung tâm. Biên giới hạn của không gian tìm kiếm cấp phép liên kết xuống và không gian tìm kiếm cấp phép liên kết lên là biên giới hạn của khe thời gian của khung thứ cấp. Cụ thể là, cấp phép liên kết xuống chỉ được truyền trong khe thứ nhất và cấp phép liên kết lên chỉ được truyền trong khe thứ hai của khung thứ cấp.
- Không áp dụng việc đan xen khi giải điều chế với DM-RS. Khi giải điều chế với CRS, cả đan xen cấp độ REG và không đan xen đều được hỗ trợ.

Không gian tìm kiếm R-PDCCH quay về mạng trung tâm chuyển tiếp là một vùng trong đó nút chuyển tiếp 420 chờ nhận các R-PDCCH. Trong miền thời gian, nó tồn tại trong các khung thứ cấp quay về mạng trung tâm DL đã được tạo cấu hình. Trong miền tần số, nó tồn tại trên một số khối tài nguyên nhất định được tạo cấu hình dành cho nút chuyển tiếp 420 bởi báo hiệu của lớp cao hơn. R-PDCCH có thể được dùng để báo hiệu cấp phép DL hoặc cấp phép UL cho liên kết quay về mạng trung tâm này.

Theo sự đồng thuận đạt được tại RAN1 về các tính chất của R-PDCCH quay về mạng trung tâm chuyển tiếp trong trường hợp không có đan xen-chéo, không gian tìm kiếm theo UE cụ thể có các thuộc tính sau:

- Mỗi ứng cử viên R-PDCCH chứa các VRB liên tiếp,
- Bộ các VRB này được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn thông qua cấp phát tài nguyên loại 0, 1, hoặc 2,
- Cùng bộ các VRB này được tạo cấu hình cho R-PDCCH tiềm năng trong khe thứ nhất và khe thứ hai,
- Cấp phát DL chỉ được nhận trong khe thứ 1 và cấp phát UL chỉ được nhận trong khe thứ 2, và
- Số lượng các ứng cử viên cho cấp tổng hợp tương ứng với $\{1,2,4,8\}$ là $\{6,6,2,2\}$.

R-PDCCH không có chèn chéo có nghĩa là, một R-PDCCH có thể được truyền trên một hoặc nhiều PRB mà không được chèn chéo vào các R-PDCCH khác trong một PRB cho trước. Trong miền tần số, bộ các VRB này được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn nhờ cấp phát tài nguyên loại 0, 1, hoặc 2 theo Khoản 7.1.6 của 3GPP TS 36.213, “*Evolved Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA)*”;

Physical layer procedures”, v8.8.0, September 2009, cung cấp miễn phí tại đường dẫn <http://www.3gpp.org> và được đưa vào phần tham khảo của tài liệu này. Nếu bộ VBR này được tạo cấu hình bởi cấp phát tài nguyên loại 2 với ánh xạ VBR sang PRB kiểu phân tán, các quy định trong Khoản 6.2.3.2 của 3GPP TS 36.211 đối với các số khe chắn sẽ luôn được áp dụng. Chi tiết có thể được tìm thấy tại 3GPP TS 36.211, “*Evolved universal terrestrial radio access (E-UTRA); physical channels and modulations (Release 8)*”, version 8.9.0, December 2009, Section 6.2, có tại đường dẫn <http://www.3gpp.org> và được đưa vào phần tham khảo của tài liệu này.

UE thường giám sát một bộ các ứng cử viên PDCCH trên pin cung cấp để tìm thông tin điều khiển trong mọi khung thứ cấp phi-DRX, trong đó việc giám sát mang hàm nghĩa cố gắng giải mã mỗi PDCCH trong bộ đó theo tất cả các định dạng DCI được giám sát. Bộ các ứng cử viên PDCCH cần giám sát được định nghĩa dưới tên gọi là các không gian tìm kiếm.

UE giám sát hai loại không gian tìm kiếm: không gian tìm kiếm theo UE cụ thể và không gian tìm kiếm chung. Cả không gian tìm kiếm theo UE cụ thể và không gian tìm kiếm chung đều có các cấp tổng hợp khác nhau.

Trong không gian tìm kiếm theo UE cụ thể, số lượng các ứng cử viên PDCCH là $\{6,6,2,2\}$ tại cấp độ tổng hợp $\{1,2,4,8\}$ và các ứng cử viên PDCCH của mỗi cấp độ tổng hợp là các CCE liên tiếp. Chỉ số CCE khởi đầu của ứng cử viên PDCCH đầu tiên trong cấp tổng hợp L được xác định bởi $Y_k \times L$. k là số hiệu của khung thứ cấp và Y_k được xác định bởi k và UE ID. Vì thế, vị trí của các CCE trong không gian tìm kiếm theo UE cụ thể được quyết định bởi UE ID nhằm giảm sự chồng chéo không gian tìm kiếm PDCCH theo UE cụ thể từ các UE khác nhau và vị trí này được lấy ngẫu nhiên với từng khung thứ cấp nhằm làm ngẫu nhiên nhiều từ PDCCH trong các tế bào cạnh nhau.

Trong không gian tìm kiếm chung, số lượng các ứng cử viên PDCCH là $\{4,2\}$ tại cấp độ tổng hợp $\{4,8\}$. Ứng cử viên PDCCH đầu tiên trong cấp độ tổng hợp L bắt đầu từ chỉ số CCE là 0. Vì thế, tất cả các UE đều giám sát cùng một không gian tìm kiếm chung.

PDCCH dành cho thông tin hệ thống được truyền trong không gian tìm kiếm chung, vì thế tất cả các UE đều có thể nhận được thông tin hệ thống nhờ việc giám sát không gian tìm kiếm chung.

Điều tương tự cũng được áp dụng trong ePDCCH. Cụ thể là, trong ePDCCH, người ta quen dùng các cổng 7-10 của ăng ten cho việc giải điều chế ePDCCH. Cả hai kiểu truyền ePDCCH địa phương và phân tán đều được hỗ trợ.

Cấu hình linh hoạt hoàn thiện của không gian tìm kiếm và các cổng ăng ten (antenna port – AP) có thể được sử dụng cho ePDCCH. Tuy nhiên, cách làm này khiến cho có nhiều dữ liệu báo hiệu dư thừa trong khi lợi ích thu được là tối thiểu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Xét trong bối cảnh tình trạng kỹ thuật trên đây, bản chất kỹ thuật của sáng chế là nhằm trang bị một sơ đồ có hiệu quả để tạo cấu hình không gian tìm kiếm trong đó thông tin điều khiển có thể được báo hiệu đến bộ thu. Cụ thể, một mục tiêu của sáng chế là nhằm trang bị cấu hình của không gian tìm kiếm sao cho duy trì được độ linh hoạt, trong khi đó dữ liệu báo hiệu dư thừa là tối thiểu.

Bản chất kỹ thuật nêu trên đạt được nhờ các yêu cầu bảo hộ độc lập.

Các phương án ưu tiên của sáng chế là nội dung của các yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Cụ thể là, sáng chế đề cập đến một phương pháp để nhận thông tin điều khiển trong một khung thứ cấp của hệ thống truyền thông đa-sóng mang có hỗ trợ tổng hợp sóng mang, phương pháp này bao gồm các bước sau đây được thực hiện tại nút thu: thực hiện dò tìm không định hướng (blind detection) đối với thông tin điều khiển trong không gian tìm kiếm bằng cách sử dụng mẫu tìm kiếm thứ nhất, trong đó mẫu tìm kiếm thứ nhất là một trong số nhiều mẫu tìm kiếm, mỗi mẫu trong số nhiều mẫu tìm kiếm này bao gồm nhiều ứng cử viên được phân tán trên bất kỳ cấp độ nào trong số nhiều cấp độ tổng hợp, và trong đó các mẫu tìm kiếm hơn thế nữa còn bao gồm mẫu tìm kiếm thứ hai mà các ứng cử viên của nó không chồng chéo vào các ứng cử viên của mẫu thứ nhất trên cùng các cấp tổng hợp đó.

Thêm vào đó, sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông tin điều khiển cho ít nhất một nút nhận trong một khung thứ cấp của hệ thống truyền thông đa-sóng mang có hỗ trợ tổng hợp sóng mang, phương pháp này bao gồm các bước sau đây được thực hiện tại nút phát: ánh xạ thông tin điều khiển dành cho nút thu lên không gian tìm kiếm bằng cách sử dụng mẫu tìm kiếm thứ nhất, trong đó mẫu tìm kiếm thứ nhất này là một trong số nhiều mẫu tìm kiếm, mỗi mẫu trong số nhiều mẫu tìm kiếm này bao gồm nhiều ứng cử viên được phân tán trên bất kỳ cấp độ nào trong số nhiều cấp độ tổng hợp, và việc truyền khung thứ cấp đó đến nút thu, trong đó các mẫu tìm kiếm hơn thế nữa bao gồm mẫu tìm kiếm thứ hai mà các ứng cử viên của nó không chồng chéo vào các ứng cử viên của mẫu thứ nhất trên cùng các cấp tổng hợp đó.

Trong các phương án ưu tiên hơn nữa, mẫu tìm kiếm thứ nhất có thể bao gồm cùng số các cấp tổng hợp với mẫu tìm kiếm thứ hai và trong đó số lượng các ứng cử viên, trên bất kỳ cấp độ tổng hợp cho trước nào, của mẫu tìm kiếm thứ nhất cũng có thể tương ứng với số lượng các ứng cử viên trên cùng cấp độ tổng hợp đó của mẫu tìm kiếm thứ hai.

Trong các phương án ưu tiên hơn nữa, số các mẫu tìm kiếm có thể bao gồm thêm mẫu tìm kiếm thứ ba mà các ứng cử viên của nó không chồng chéo vào các ứng cử viên của mẫu tìm kiếm thứ nhất trên cùng các cấp độ tổng hợp đó.

Trong các phương án ưu tiên hơn nữa, mẫu tìm kiếm thứ nhất và mẫu tìm kiếm thứ ba có thể có chung ít nhất một cấp độ tổng hợp và trong đó số lượng các ứng cử viên của mẫu tìm kiếm thứ nhất, trên cùng cấp độ tổng hợp chung đó, có thể tương ứng với số lượng các ứng cử viên của mẫu tìm kiếm thứ ba, trên cùng cấp độ tổng hợp chung đó.

Trong các phương án ưu tiên hơn nữa, số các mẫu tìm kiếm hơn thế nữa có thể bao gồm mẫu tìm kiếm thứ tư mà nó bao gồm các ứng cử viên chỉ nằm trong cấp độ tổng hợp rộng nhất của nó.

Trong các phương án ưu tiên hơn nữa, bất kỳ mẫu nào trong số nhiều mẫu tìm kiếm có thể bao gồm các ứng cử viên không chồng chéo nhau trên cùng cấp độ tổng hợp đó

Trong các phương án ưu tiên hơn nữa, bất kỳ mẫu nào trong số nhiều mẫu tìm kiếm có thể bao gồm các ứng cử viên không chồng chéo nhau trên bất kỳ cấp độ nào trong số nhiều cấp độ tổng hợp đó.

Trong các phương án ưu tiên hơn nữa, ít nhất một mẫu trong số các mẫu tìm kiếm có thể bao gồm nhiều ứng cử viên lấy từ cấp độ tổng hợp nhỏ hơn so với số ứng cử viên lấy từ các cấp độ tổng hợp lớn hơn và/hoặc ít nhất một mẫu trong số các mẫu tìm kiếm bao gồm nhiều ứng cử viên lấy từ các cấp độ tổng hợp lớn hơn so với số ứng cử viên lấy từ các cấp độ tổng hợp nhỏ hơn.

Thêm vào đó, sáng chế đề cập đến thiết bị thu dùng để thu thông tin điều khiển trong một khung thứ cấp của hệ thống truyền thông đa sóng mang có hỗ trợ

tổng hợp sóng mang, thiết bị thu này bao gồm: đơn vị thu dùng để thu khung thứ cấp từ một nút phát; và đơn vị dò tìm dùng để thực hiện dò tìm không định hướng đối với thông tin điều khiển trong không gian tìm kiếm bằng cách sử dụng mẫu tìm kiếm thứ nhất, trong đó mẫu tìm kiếm thứ nhất là một trong số nhiều mẫu tìm kiếm, mỗi mẫu trong số nhiều mẫu tìm kiếm này bao gồm nhiều ứng cử viên được phân tán trên bất kỳ cấp độ nào trong số nhiều cấp độ tổng hợp và trong đó số lượng lớn các mẫu tìm kiếm hơn thế nữa còn bao gồm mẫu tìm kiếm thứ hai mà các ứng cử viên của nó không chồng chéo vào các ứng cử viên của mẫu thứ nhất trên cùng các cấp tổng hợp đó.

Thêm vào đó, sáng chế đề cập đến thiết bị phát dùng để phát thông tin điều khiển dành cho ít nhất một nút thu trong một khung thứ cấp của hệ thống truyền thông đa-sóng mang có hỗ trợ tổng hợp sóng mang, thiết bị phát này bao gồm: đơn vị ánh xạ dùng để ánh xạ thông tin điều khiển dành cho nút thu lên không gian tìm kiếm bằng cách sử dụng mẫu tìm kiếm thứ nhất, trong đó mẫu tìm kiếm thứ nhất này là một trong số nhiều mẫu tìm kiếm, mỗi mẫu trong số nhiều mẫu tìm kiếm này bao gồm nhiều ứng cử viên được phân tán trên bất kỳ cấp độ nào trong số nhiều cấp độ tổng hợp, đơn vị phát dùng để phát khung thứ cấp đó đến nút thu, trong đó số lượng lớn các mẫu tìm kiếm hơn thế nữa bao gồm mẫu tìm kiếm thứ hai mà các ứng cử viên của nó không chồng chéo vào các ứng cử viên của mẫu thứ nhất trên cùng các cấp tổng hợp đó.

Thêm vào đó, sáng chế đề cập đến cấu trúc kênh để mang thông tin điều khiển cho ít nhất một nút thu trong một khung thứ cấp của hệ thống truyền thông đa-sóng mang có hỗ trợ tổng hợp sóng mang, trong đó thông tin điều khiển được ánh xạ lên không gian tìm kiếm bằng cách sử dụng mẫu tìm kiếm thứ nhất, mẫu tìm kiếm thứ nhất là một trong số nhiều mẫu tìm kiếm, mỗi mẫu trong số nhiều mẫu tìm kiếm này bao gồm nhiều ứng cử viên được phân tán trên bất kỳ cấp độ nào

trong số nhiều cấp độ tổng hợp và trong đó các mẫu tìm kiếm hơn thế nữa còn bao gồm mẫu tìm kiếm thứ hai mà các ứng cử viên của nó không chồng chéo vào các ứng cử viên của mẫu thứ nhất trên cùng các cấp tổng hợp đó.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Những mục đích trên và các mục đích và tính năng khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn nhờ các miêu tả dưới đây và các phương án ưu tiên được cho cùng với các hình đi kèm, trong đó:

- Hình 1 là bản vẽ sơ đồ thể hiện một sóng mang thành phần liên kết xuống có tính ví dụ về một trong hai khe liên kết xuống của một khung thứ cấp được định nghĩa dành cho 3GPP LTE phiên bản phát hành số 8;
- Hình 2 là bản vẽ sơ đồ minh họa cấu trúc của một khung thứ cấp phi-MBSFN và một cặp khối tài nguyên vật lý trong đó được định nghĩa cho 3GPP LTE phiên bản phát hành số 8 và 3GPP LTE-a phiên bản phát hành số 10;
- Hình 3 là bản vẽ sơ đồ minh họa cấu trúc của các khung thứ cấp MBSFN và một cặp khối tài nguyên vật lý trong đó được định nghĩa cho 3GPP LTE phiên bản phát hành số 8 và 3GPP LTE-A phiên bản phát hành số 10;
- Hình 4 là bản vẽ sơ đồ của cấu hình mạng có tính ví dụ bao gồm một eNodeB viện trợ, một nút chuyển tiếp, và hai thiết bị người dùng;
- Hình 5 minh họa dưới dạng sơ đồ tổ hợp khả dĩ của các kịch bản UE theo một phương án của sáng chế;

- Hình 6 minh họa dưới dạng sơ đồ các mẫu tìm kiếm dành cho hai UE từ cùng một kịch bản UE;
- Hình 7-10 minh họa dưới dạng sơ đồ các mẫu tìm kiếm theo các phương án của sáng chế;
- Hình 11 minh họa dưới dạng sơ đồ một cấu hình mẫu tìm kiếm theo một phương án của sáng chế;
- Hình 12 minh họa dưới dạng sơ đồ một thiết kế mẫu cải tiến hơn nữa theo một phương án của sáng chế;
- Hình 13 minh họa dưới dạng sơ đồ một cấu hình mẫu tìm kiếm theo một phương án của sáng chế;
- Hình 14 minh họa dưới dạng sơ đồ một cấu hình mẫu tìm kiếm theo một phương án của sáng chế; và
- Hình 15 minh họa dưới dạng sơ đồ các mẫu tìm kiếm cải tiến hơn nữa theo một phương án của sáng chế

Mô tả chi tiết sáng chế

Nhờ thiết kế của không gian tìm kiếm của sáng chế mà ta có thể tránh được độ phức tạp với cấu hình linh hoạt hoàn thiện, trong khi đó vẫn trang bị được đủ lựa chọn cho các kịch bản khác nhau với số lượng hữu hạn các thử nghiệm giải mã không định hướng.

Dưới đây, ta giả thiết rằng khái niệm PDCCH kế thừa từ trước sẽ được tái sử dụng, cụ thể là một ePDCCH là sự tổng hợp của $\{1, 2, 4, 8\}$ eCCE. Ta cũng giả thiết rằng một cặp PRB được chia thành bốn eCCE.

Tham chiếu Hình 5, số lượng các kịch bản khác nhau có thể được định nghĩa theo cách dưới đây. Tùy theo vị trí của UE, sẽ có ba kịch bản sơ cấp:

1. kịch bản 5101 bao gồm các UE trung tâm-tế bào (cell-center), những UE này có thể được tạo cấu hình, ví dụ, với nhiều ứng cử viên cấp độ tổng hợp thấp hơn;
2. kịch bản 5103 bao gồm các UE lưng chừng-tế bào (cell-middle) có thể được tạo cấu hình với một số ứng cử viên cấp độ tổng hợp cao hơn và một số ứng cử viên cấp độ tổng hợp thấp hơn
3. kịch bản 5102 bao gồm các UE rìa-tế bào (cell-edge) có thể được tạo cấu hình với nhiều ứng cử viên cấp độ tổng hợp cao hơn; và

Cùng lúc đó, theo phản hồi của UE, sẽ có ba kịch bản sơ cấp:

- i. kịch bản 5201 bao gồm UE với phản hồi chính xác hơn, ví dụ như UE di chuyển ở tốc độ thấp, ưu tiên sử dụng các ứng cử viên địa phương;
- ii. kịch bản 5202 bao gồm UE với phản hồi kém chính xác hơn, ví dụ như UE di chuyển ở tốc độ cao, ưu tiên sử dụng các ứng cử viên phân tán; và
- iii. kịch bản 5203 bao gồm UE với phản hồi gần như chính xác, ưu tiên sử dụng cả các ứng cử viên địa phương và các ứng cử viên phân tán.

Theo đó, để có thể trang bị không gian tìm kiếm đã được nhắm tới cho tất cả các tổ hợp có thể có của các kịch bản 5101-5103 và các kịch bản 5201-5203, cần định nghĩa chín mẫu tìm kiếm có thể có. Tuy nhiên, việc liên kết một mẫu tìm kiếm với mỗi tổ hợp có thể có có thể gây ra tắc nghẽn. Hơn thế nữa, cách làm như vậy gây khó khăn cho việc đóng gói các thông điệp DCI khác nhau trong cùng một cặp PRB.

Ví dụ, tham chiếu Hình 6, có thể thấy cách thức mà UE1 và UE2, cả hai đều là, lấy ví dụ, các UE lưng chừng-tế bào với phản hồi kém chính xác hơn, sẽ có cùng mẫu tìm kiếm. Theo đó, điều này gây khó khăn cho việc dồn kênh các không gian tìm kiếm từ các UE khác nhau trong cùng một cặp PRB. Thực tế thì, trong tình huống như vậy, chỉ có thể thực hiện dồn kênh không gian bằng cách, như được chỉ ra trên hình này, cấp phát UE1 cho AP8 và UE2 cho AP7. Tuy nhiên, nếu có nhiều những loại UE như vậy trong hệ thống, tắc nghẽn trong không gian tìm kiếm sẽ trở nên ngày càng nghiêm trọng.

Điều này có thể được cải thiện bằng cách trang bị một số lượng lớn các mẫu tìm kiếm có một số lượng nhất định các ứng cử viên cho một hoặc nhiều cấp độ tổng hợp theo cách sao cho tránh được sự chồng chéo nhau của các mẫu tìm kiếm trên cùng cấp độ tổng hợp đối với ít nhất hai mẫu.

Cụ thể hơn, Hình 7 minh họa dưới dạng sơ đồ hai mẫu, mẫu 0 và mẫu 1, theo một phương án của sáng chế.

Cụ thể, trên Hình 7 trực ngang đại diện cho chỉ số VRB; trục dọc đại diện cho giá trị AP trong khi trục còn lại đại diện cho cấp độ tổng hợp. Hai mẫu 0 và 1 mỗi mẫu bao gồm một số lượng lớn các ứng cử viên được sắp xếp trên bất kỳ cấp độ nào trong các cấp độ tổng hợp 1, 2, 4 và/hoặc 8. Như có thể thấy, mẫu 0 có các ứng cử viên trên cấp độ tổng hợp 1 và cấp độ tổng hợp 2. Tương tự, mẫu 1 cũng có các ứng cử viên trên cấp độ tổng hợp 1 và trên cấp độ tổng hợp 2. Thêm vào đó, hai mẫu này được thiết kế sao cho chúng không chồng chéo nhau. Cụ thể, cách ánh xạ các ứng cử viên trên cấp độ tổng hợp 1 của mẫu 0 không chồng chéo vào các ứng cử viên trên cấp độ tổng hợp 1 của mẫu 1. Tương tự cách ánh xạ các ứng cử viên trên cấp độ tổng hợp 2 của mẫu 0 không chồng chéo vào các ứng cử viên trên cấp độ tổng hợp 2 của mẫu 1.

Thay vào đó, hoặc thêm vào đó, mẫu 0 và 1 được thiết kế sao cho có cùng các cấp độ tổng hợp và số lượng tương ứng các ứng cử viên. Hơn nữa, thay vào đó, hoặc thêm vào đó, cách ánh xạ của các ứng cử viên vào các eCCE là bỏ khuyết theo cả hai phía đối với các cấp độ tổng hợp tương ứng, nghĩa là, các eCCE dành cho cấp độ tổng hợp 1 trong mẫu 0 không được dùng cho cấp độ tổng hợp 1 trong mẫu 1, và tương tự đối với cấp độ tổng hợp 2.

Với cách định nghĩa mẫu 0 và mẫu 1 như vậy, việc đóng gói, cụ thể là việc dồn kênh, các thông điệp DCI khác nhau trong cùng một PRB đạt được nhờ các mẫu không chồng chéo nhau. Cụ thể, các chỉ định DL và UL đến cùng UE có thể được truyền trong cùng một cặp PRB. Hơn thế nữa, vì cả mẫu 0 và mẫu 1 cùng định nghĩa ra số lượng ứng cử viên như nhau trên cùng các cấp độ tổng hợp, chúng có thể được áp dụng cho các UE khác nhau trong cùng kịch bản, ví dụ chúng có thể được áp dụng, tương ứng, cho UE1 và UE2 của Hình 6, mà không bị chồng chéo nhau. Điều này cho ta tính linh hoạt cao hơn vì số lượng các UE có thể được kích hoạt tăng lên mà không làm tăng tắc nghẽn trên kênh.

Thay vào đó, hoặc thêm vào đó, Hình 8 minh họa dưới dạng sơ đồ một tiêu chí mở rộng hơn đối với định nghĩa của một mẫu tìm kiếm mở rộng hơn, theo một phương án của sáng chế.

Cụ thể, mẫu 0 của Hình 8 tương ứng với mẫu 0 đã được định nghĩa trên Hình 7. Mẫu 3, được minh họa trên Hình 8 được xây dựng sao cho có thể cung cấp các ứng cử viên cấp độ tổng hợp cao hơn so với mẫu 0, trong khi vẫn trang bị được các ứng cử viên không bị chồng chéo trên cấp độ tổng hợp 2 so với mẫu 0. Điều này giúp trang bị khả năng sử dụng cùng lúc cả mẫu 0 và mẫu 3.

Hơn thế nữa, điều này cho phép các thông điệp DCI từ các UE được tạo cấu hình với các ứng cử viên cấp độ tổng hợp cao hơn được dồn kênh với các thông

điệp DCI từ các UE được tạo cấu hình các ứng cử viên cấp độ tổng hợp thấp hơn. Kể cả đối với cùng một UE, các ứng cử viên của các cấp độ tổng hợp 1, 2 và 4 có thể được tạo cấu hình sao cho không gian tìm kiếm US không cần phải được tạo cấu hình lại kể cả khi kịch bản UE đã thay đổi.

Thay vào đó, thiết kế này mang lại ưu điểm vì nó cho phép các mẫu khác nhau có được các ứng cử viên trên các cấp độ tổng hợp khác nhau. Ví dụ, các UE trung tâm-tế bào có thể được liên kết với các mẫu có các ứng cử viên cấp độ tổng hợp thấp hơn, chẳng hạn như mẫu 0. Cùng lúc đó, các UE rìa-tế bào có thể được liên kết với các mẫu có các ứng cử viên cấp độ tổng hợp cao hơn, chẳng hạn như mẫu 3. Theo cách này, với một số lượng hạn chế các thử nghiệm giải mã không định hướng, các UE khác nhau có thể được tạo cấu hình với số lượng khác nhau các ứng cử viên cấp độ tổng hợp thấp hơn và các ứng cử viên cấp độ tổng hợp cao hơn.

Thay vào đó, hoặc thêm vào đó, Hình 9 minh họa dưới dạng sơ đồ một tiêu chí mở rộng hơn đối với định nghĩa của một mẫu tìm kiếm mở rộng hơn, theo một phương án của sáng chế.

Cụ thể, Hình 9 minh họa mẫu 4 trong đó chỉ những ứng cử viên từ cấp độ tổng hợp lớn nhất là được sử dụng. Cách làm như vậy cung cấp ưu điểm đó là thu được tính đa dạng về không gian và/hoặc tần số, ít nhất là đối với cấp độ tổng hợp lớn nhất, dưới dạng chế độ dự phòng. Hơn thế nữa, một lợi ích khác đó là vì các ứng cử viên cấp độ tổng hợp 8 có thể dễ dàng chặn các ứng cử viên của các cấp độ tổng hợp khác, mẫu 4 luôn luôn có thể được tạo cấu hình trên một cổngăng ten khác nhằm tránh chặn gây nghẽn đối với các ứng cử viên của các cấp độ tổng hợp khác.

Mặc dù trong các phương án trên chỉ định nghĩa ra năm mẫu tìm kiếm, sáng chế không vì thế mà bị hạn chế vào đó và số lượng các mẫu có thể tăng lên, bằng cách xây dựng các mẫu khác theo các quy tắc được cho trên đây, hoặc số lượng các mẫu có thể giảm xuống.

Hình 10 minh họa dưới dạng sơ đồ tổ hợp của năm mẫu tìm kiếm tiềm năng theo một phương án của sáng chế.

Như đã thấy, mẫu 0 và 1, cũng như mẫu 2 và 3 cung cấp các ứng cử viên bổ khuyết cho nhau. Điều này đến lượt nó cho phép việc đóng gói các thông điệp DCI khác nhau trong cùng (các) PRB. Hơn thế nữa, mẫu 0 và 1 cung cấp các ứng cử viên dành cho cấp độ tổng hợp thấp hơn, trong khi mẫu 2 và 3 cung cấp các ứng cử viên chủ yếu dành cho cấp độ tổng hợp cao hơn. Điều này tạo ra ưu điểm vì với một số lượng giới hạn các thử nghiệm giải mã không định hướng, các UE khác nhau có thể được tạo cấu hình với số lượng khác nhau các ứng cử viên cấp độ tổng hợp thấp hơn và các ứng cử viên cấp độ tổng hợp cao hơn. Thêm vào đó, mẫu 4 cung cấp các ứng cử viên dành cho AL (aggregation level – cấp độ tổng hợp) 8 vì thế mà có thể đạt được tính đa dạng về không gian và/hoặc tần số ít nhất là đối với cấp độ tổng hợp lớn nhất này dưới dạng chế độ dự phòng. Hơn thế nữa, có thể thấy rằng các mẫu này tồn tại sao cho các ứng cử viên không chồng chéo nhau trên cùng cấp độ tổng hợp.

Khi triển khai các mẫu tìm kiếm như được mô tả trên đây, có thể định nghĩa ra không gian tìm kiếm bằng cách cấu hình các mẫu này với các tham số sau đây:

- ID của mẫu (pattern ID), chẳng hạn như mẫu 0, 1, 2 và/hoặc 3, như định nghĩa ở trên; và/hoặc
- công ăng ten, xác định công DM-RS nào được dùng để giải điều chế ePDCCH; và/hoặc

- bộ RB, xác định trên những RB nào thì cần dò tìm các eCCE; và/hoặc
- cấu hình tính đa dạng, xác định xem liệu ví dụ LVRB, DVRB, SFBC có được sử dụng cho việc ánh xạ trên PRB hay không.

Cụ thể, công ăng ten có thể được dùng để định nghĩa công DM-RS mà mẫu được ánh xạ đến, qua đó định nghĩa được miền không gian. Ưu điểm của tham số này đó là nó cung cấp thêm khả năng lập lịch không gian nhờ thế cho phép có thêm các ứng cử viên trong miền không gian và nó cung cấp thêm khả năng có thêm các ứng cử viên có thể tránh được tắc nghẽn. Bộ RB có thể được dùng để xác định bộ các RB mà mẫu được ánh xạ đến nhờ thế định nghĩa ra miền tần số. Ưu điểm của tham số này nó cung cấp thêm khả năng lập lịch tần số nhờ thế cho phép có thêm các ứng cử viên trong miền tần số và nó cũng cung cấp khả năng có thêm các ứng cử viên có thể tránh được tắc nghẽn. Cuối cùng, cấu hình tính đa dạng có thể được dùng để xác định xem liệu, ví dụ, LVRB, DVRB, SFBC có được dùng để ánh xạ trên PRB hay không. Ưu điểm của tham số này đó là nó cho phép có được tính đa dạng về không gian và/hoặc tần số khi kênh là chưa biết đến chẳng hạn, ví dụ như, khi việc lập lịch có chọn lọc tần số/không gian là không khả thi.

Một cấu hình mang tính ví dụ được minh họa dưới dạng sơ đồ trên Hình 11, theo một phương án của sáng chế.

Cụ thể, cấu hình này bao gồm:

- UE1 là UE lưng chừng-tế bào với phản hồi kém chính xác hơn, như trong trường hợp trên Hình 6, và được tạo cấu hình với mẫu 3 trên AP8, ở chế độ phân tán, và Mẫu 4 trên AP7 ở chế độ phân tán; và

- UE2 là UE lưng chừng-tế bào với phản hồi kém chính xác hơn, như trong trường hợp trên Hình 6, và được tạo cấu hình với mẫu 2 trên AP8, ở chế độ phân tán, và Mẫu 4 trên AP7 ở chế độ phân tán.

Theo đó, UE1 và UE2 hiện đang có điều kiện giống nhau có thể sử dụng các mẫu bổ khuyết để có thể thu được hiệu năng như nhau. Nhờ có cấu hình như vậy, các ứng cử viên AL2 và AL4 của các không gian tìm kiếm UE1 và UE2 có thể được dồn kênh trong một cặp PRB vì mẫu 2 và 3 là bổ khuyết cho nhau. Theo đó, điều này cho phép đóng gói, hay nói cách khác, dồn kênh, các thông điệp DCI khác nhau trong cùng (các) PRB. Cùng lúc đó, không có tắc nghẽn với các ứng cử viên AL2 và AL4 từ UE1 và UE2. Thêm vào đó, mẫu 4 bao gồm hai ứng cử viên AL8, theo đó không có tắc nghẽn với các ứng cử viên AL8 từ UE1 và UE2. Hơn thế nữa, vì các ứng cử viên AL8 được tạo cấu hình trên AP7, không có tắc nghẽn giữa các ứng cử viên AL8 và các ứng cử viên AL2 / AL4.

Theo đó, cấu hình mô tả trên đây dựa trên các mẫu mô tả trên đây trang bị tính linh hoạt đủ cho cấu hình không gian tìm kiếm cho các kịch bản UE khác nhau với độ phức tạp có giới hạn khi so với cấu hình linh hoạt hoàn thiện.

Cụ thể, trong cấu hình linh hoạt hoàn thiện số lượng ứng cử viên là

$$[N_{PRB} \cdot 4 \cdot 12 \cdot 2]^{40} = 560 \text{ bit}$$

trong đó N_{PBR} là số lượng các PRB trong toàn bộ băng tần. Ví dụ, N_{PBR} là 100 với tần số 20MHz. 4 là số lượng các AP, 12 là số lượng các ứng cử viên trong một cặp PRB, và 2 là số lượng lựa chọn tính đa dạng.

Trái lại, với sáng chế này, số lượng các ứng cử viên là

$$\binom{N_{PRB}}{4} \cdot 4 \cdot 12 \cdot 2 = 28 \text{ bit}$$

cho mỗi mẫu. Nếu, ví dụ, tối đa 3 hoặc 4 mẫu được tạo cấu hình cho một UE, sẽ cần có 84-112 bit. Theo đó, sáng chế sử dụng lượng dữ liệu dư thừa dùng cho báo hiệu được giảm thiểu rất nhiều, khi so sánh với phương pháp cấu hình linh hoạt hoàn thiện.

Hơn thế nữa, sáng chế hỗ trợ chế độ dự phòng bằng cách thu được tính đa dạng tần số và/hoặc không gian ít nhất là đối với cấp độ tổng hợp lớn nhất. Thêm vào đó, nó hỗ trợ ICIC tần số bằng cách cho phép đóng gói nhiều thông điệp DCI trong cùng (các) PRB. Hơn thế nữa, nó tránh được tắc nghẽn đối với các ứng cử viên bằng các thông điệp DCI khác nhau cả trong trường hợp chúng đến từ cùng UE lẫn trường hợp chúng đến từ các UE khác nhau. Cuối cùng, nó trang bị một khung làm việc (framework) SS, khung làm việc này cho phép vận hành nhiều sơ cấp sách mạng khác nhau nhằm lập lịch và/hoặc cấu hình các ePDCCH, ví dụ như tùy thuộc vào các tham chiếu vận hành và/hoặc các kịch bản triển khai.

Mặc dù trong phương án miêu tả trên đây có định nghĩa không gian tìm kiếm bằng cách cấu hình một bộ các mẫu có các tham số là công suất, và/hoặc bộ RB và/hoặc cấu hình tính linh hoạt, sáng chế không bị hạn chế trong phạm vi đó.

Thay vào đó, hoặc thêm vào đó, một bộ có thể áp dụng các khung thứ cấp có thể được đưa vào cấu hình không gian tìm kiếm, nhờ thế trang bị thêm cả tính linh hoạt về miền thời gian. Cụ thể là

- trên các khung thứ cấp nhiều cao tần, và/hoặc khi không gian tìm kiếm chung cần được giám sát, một lượng lớn các ứng cử viên cấp độ tổng hợp cao hơn, nghĩa là, các mẫu, có thể được tạo cấu hình, trong khi
- trên các khung thứ cấp nhiều thấp tần, một lượng lớn các ứng cử viên cấp độ tổng hợp thấp hơn, nghĩa là, các mẫu, có thể được tạo cấu hình, nhằm tiết kiệm tài nguyên.

Để ví dụ, bộ các khung thứ cấp này có thể được ràng buộc vào các định nghĩa tập con dành cho các báo cáo CSI. Thay vào đó, hoặc thêm vào đó, bộ khung thứ cấp này có thể được ràng buộc vào các khung thứ cấp ABS năng lượng thấp và các khung thứ cấp ABS phi năng lượng thấp.

Hình 12 minh họa một thiết kế mẫu mở rộng hơn được tách biệt nhau bởi các cấp độ tổng hợp theo phương án của sáng chế.

Trong phương án này, các mẫu được thiết kế theo các cấp độ tổng hợp. Cụ thể là, mỗi mẫu chứa các ứng cử viên của một cấp độ tổng hợp. Hơn thế nữa, đối với cấp độ tổng hợp 1, 2 và 4, sẽ có hai mẫu bổ khuyết cho nhau. Thêm vào đó, hình này minh họa, ở bên phải của mỗi mẫu, số lượng các ứng cử viên tương ứng, chẳng hạn như $N_c = 8$ đối với các mẫu 0 và 1.

Các giải quyết này cung cấp ích lợi gồm tổ hợp và cấu hình linh hoạt cao hơn đối với các mẫu.

Hình 13 và 14 minh họa dưới dạng sơ đồ các cấu hình mẫu tìm kiếm theo các phương án mở rộng của sáng chế.

Cụ thể, trên Hình 13, UE trung tâm-tế bào với ít phản hồi hơn được tạo cấu hình với mẫu 0 và 1 lấy từ Hình 10, với đường truyền phân tán. Cụ thể, phần trên của Hình 13 minh họa hai mẫu:

- SS1: Mẫu 0, AP 7, bộ VRB 0, DVRB
- SS2: Mẫu 1, AP8, bộ VRB 0, DVRB

trong khi phần dưới của Hình 13 minh họa cấu hình thu được.

Thêm vào đó, trên Hình 14, UE trung tâm-tế bào với ít phản hồi hơn được tạo cấu hình với mẫu 2, 3 và 4 lấy từ Hình 10, với đường truyền phân tán. Cụ thể, phần trên của Hình 14 minh họa ba mẫu:

- SS1: Mẫu 2, AP 7, bộ VRB 0, DVRB
- SS2: Mẫu 3, AP 7, bộ VRB 0, DVRB
- SS3: Mẫu 4, AP 8, bộ VRB 0, DVRB

trong khi phần dưới của Hình 14 minh họa cấu hình thu được.

Hơn thế nữa, Hình 15 minh họa dưới dạng sơ đồ những mẫu tìm kiếm mở rộng hơn theo một phương án của sáng chế.

Cụ thể, trên Hình 15, tất cả các ứng cử viên trong một mẫu đều không chồng chéo lên nhau, vì thế sẽ không có sự tắc nghẽn đối với các ứng cử viên trong một mẫu. Thay vào đó, hoặc thêm vào đó, mẫu 0 và 1, cũng như 0 và 3, có các ứng cử viên bổ khuyết cho nhau. Thay vào đó, hoặc thêm vào đó nữa, cấp độ tổng hợp 2 trên mẫu 3 và cấp độ tổng hợp 1 trên mẫu 0 cung cấp các ứng cử viên bổ khuyết cho nhau.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị thu bao gồm:

bộ thu trong đó, khi đang hoạt động, thu tín hiệu bao gồm thông tin điều khiển liên kết xuống được ánh xạ vào không gian tìm kiếm thứ nhất hoặc không gian tìm kiếm thứ hai, không gian tìm kiếm thứ nhất bao gồm một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH (Kênh điều khiển liên kết xuống vật lý) thứ nhất cho mỗi cấp trong các cấp tổng hợp, không gian tìm kiếm thứ hai bao gồm một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ hai cho mỗi cấp trong các cấp tổng hợp và còn bao gồm ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác với cấp tổng hợp cao hơn cấp bất kỳ trong các cấp tổng hợp, mỗi trong số ứng cử viên PDCCH thứ nhất và thứ hai này được tạo ra bởi phần tử kênh điều khiển (CCE) hoặc nhiều CCE tổng hợp của cấp tổng hợp tương ứng của nó; và

bộ giám sát trong đó, khi đang hoạt động, giám sát một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ nhất được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ nhất hoặc một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ hai và ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ hai và để lấy được thông tin điều khiển liên kết xuống dành cho thiết bị thu đó.

2. Thiết bị thu theo điểm 1, trong đó:

một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ nhất đã nêu được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ nhất được cấp phát cho đường truyền cục bộ; và

một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ hai đã nêu và ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ hai được cấp phát cho đường truyền phân tán.

3. Thiết bị thu theo điểm 1, trong đó với mỗi cấp trong các cấp tổng hợp, vị trí tần số của một hoặc nhiều ứng cử viên trong số các ứng cử viên PDCCH thứ nhất được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ nhất không chồng chéo vị trí tần số của bất kỳ một hay nhiều ứng cử viên nào trong số các ứng cử viên PDCCH thứ hai và ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ hai.
4. Thiết bị thu theo điểm 1, trong đó các ứng cử viên PDCCH thứ nhất được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ nhất và các ứng cử viên PDCCH thứ hai và ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ hai được cấp phát cho đường truyền phân tán.
5. Thiết bị thu theo điểm 1, trong đó ít nhất một trong số không gian tìm kiếm thứ nhất và không gian tìm kiếm thứ hai định ra số ứng cử viên PDCCH nhỏ hơn như một cấp tổng hợp nhận được cao hơn.
6. Thiết bị thu theo điểm 1, trong đó cả không gian tìm kiếm thứ nhất và không gian tìm kiếm thứ hai đều là các không gian tìm kiếm theo UE cụ thể.
7. Phương pháp thu bao gồm các bước:

thu tín hiệu bao gồm thông tin điều khiển liên kết xuống được ánh xạ vào không gian tìm kiếm thứ nhất hoặc không gian tìm kiếm thứ hai, không gian tìm kiếm thứ nhất bao gồm một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH (Kênh điều khiển liên kết xuống vật lý) thứ nhất cho mỗi cấp trong các cấp tổng hợp, không gian tìm kiếm thứ hai bao gồm một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ hai cho mỗi cấp trong các cấp tổng hợp và còn bao gồm ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác với cấp tổng hợp cao hơn cấp bất kỳ trong các cấp tổng hợp, mỗi trong số ứng cử viên PDCCH thứ nhất và thứ hai này

được tạo ra bởi phần tử kênh điều khiển (CCE) hoặc nhiều CCE tổng hợp của cấp tổng hợp tương ứng của nó; và

việc giám sát một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ nhất được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ nhất hoặc một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ hai và ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ hai và việc lấy được thông tin điều khiển liên kết xuống dành cho thiết bị thu.

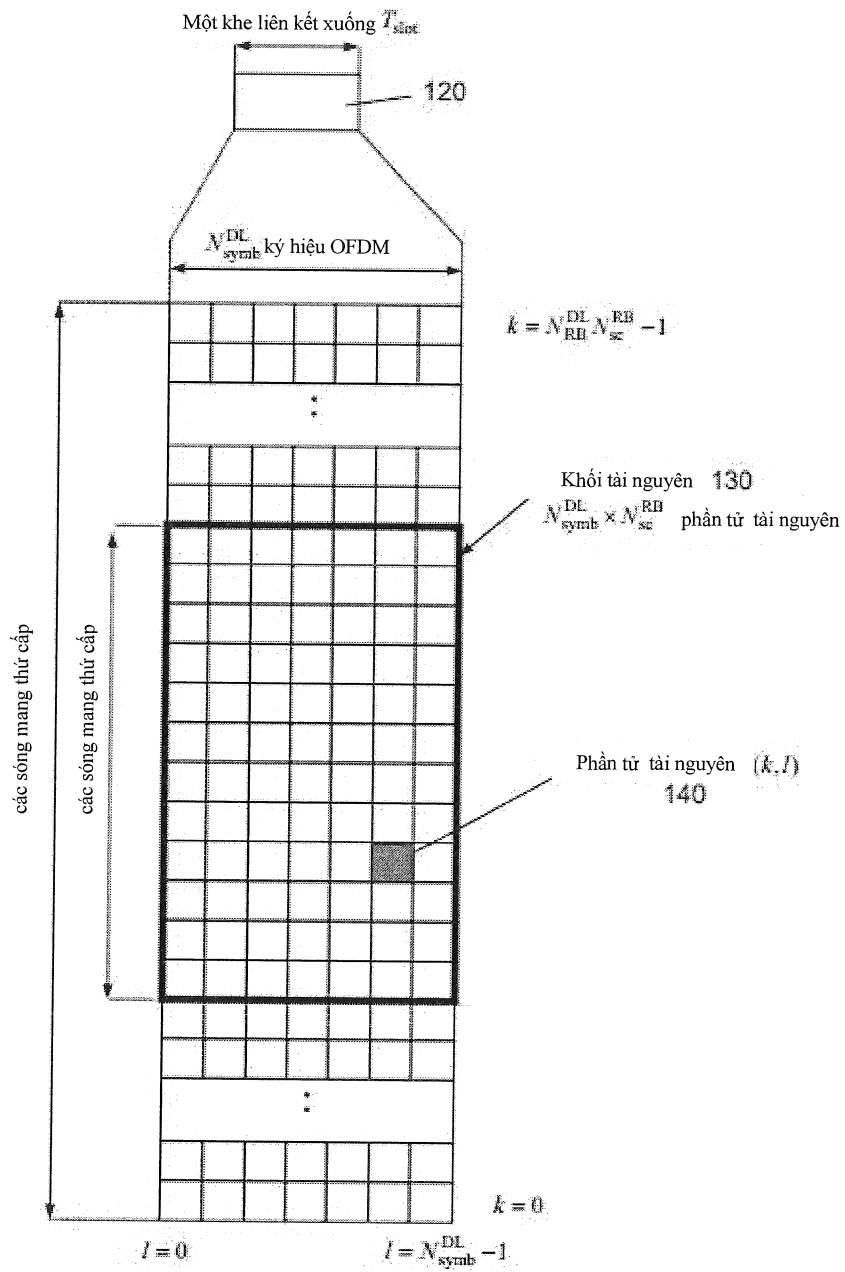
8. Phương pháp thu theo điểm 7, trong đó một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ nhất đã nêu được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ nhất được cấp phát cho đường truyền cục bộ; và

một hoặc nhiều ứng cử viên PDCCH thứ hai đã nêu và ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ hai được cấp phát cho đường truyền phân tán.

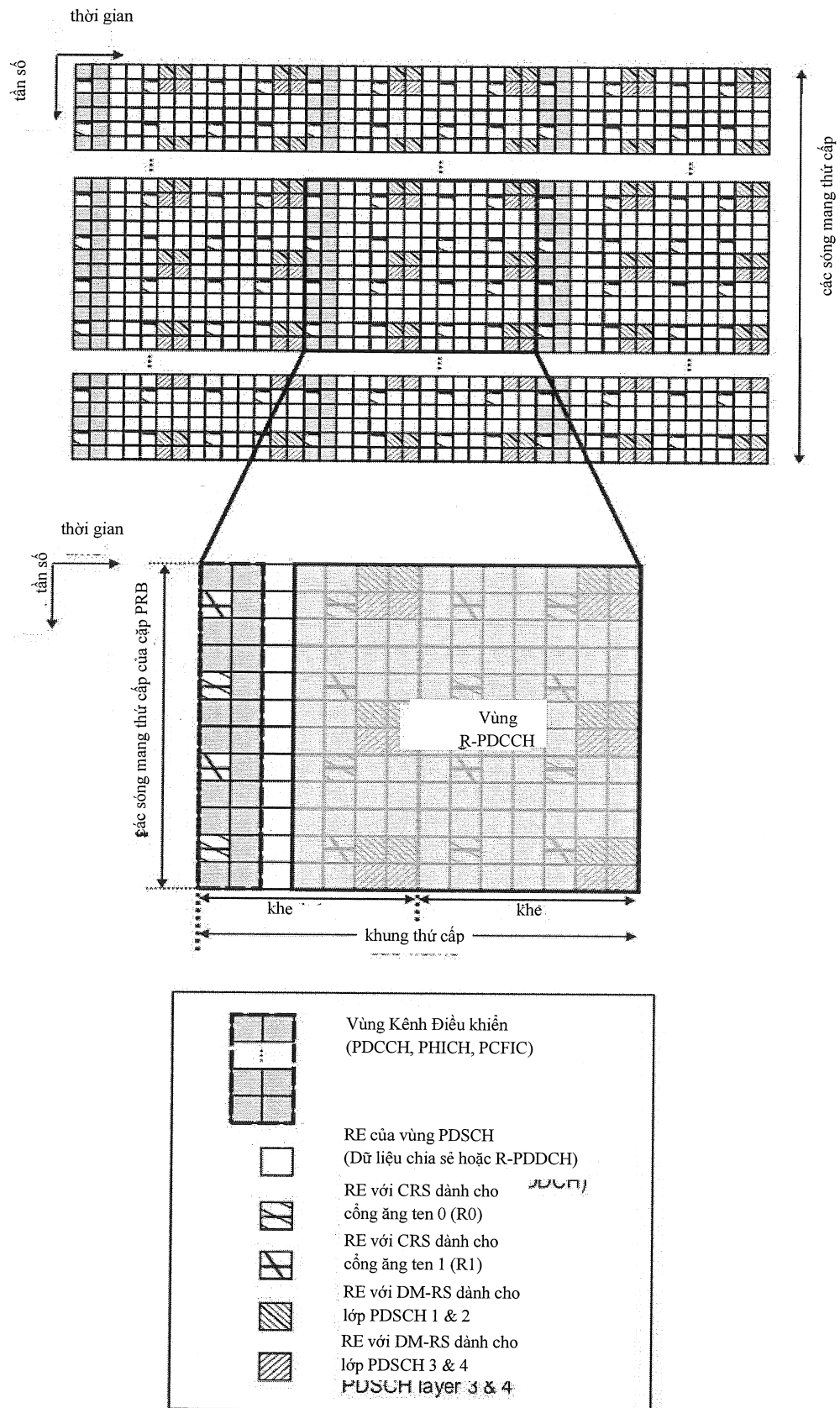
9. Phương pháp thu theo điểm 7, trong đó với mỗi cấp trong các cấp tổng hợp, vị trí tần số của một hoặc nhiều ứng cử viên trong số các ứng cử viên PDCCH thứ nhất được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ nhất không chồng chéo vị trí tần số của bất kỳ một hay nhiều ứng cử viên nào trong số các ứng cử viên PDCCH thứ hai và ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ hai.

10. Phương pháp thu theo điểm 7, trong đó các ứng cử viên PDCCH thứ nhất được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ nhất và các ứng cử viên PDCCH thứ hai và ít nhất một ứng cử viên PDCCH thứ hai khác được bao gồm trong không gian tìm kiếm thứ hai được cấp phát cho đường truyền phân tán.

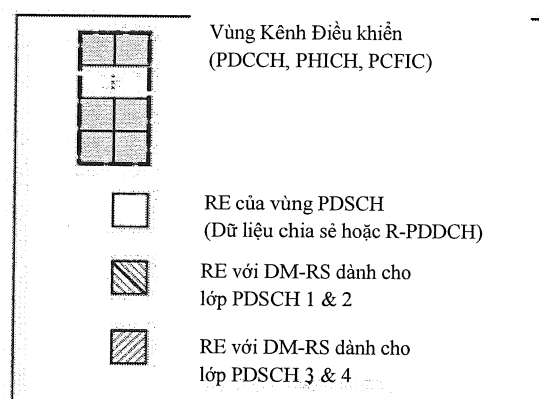
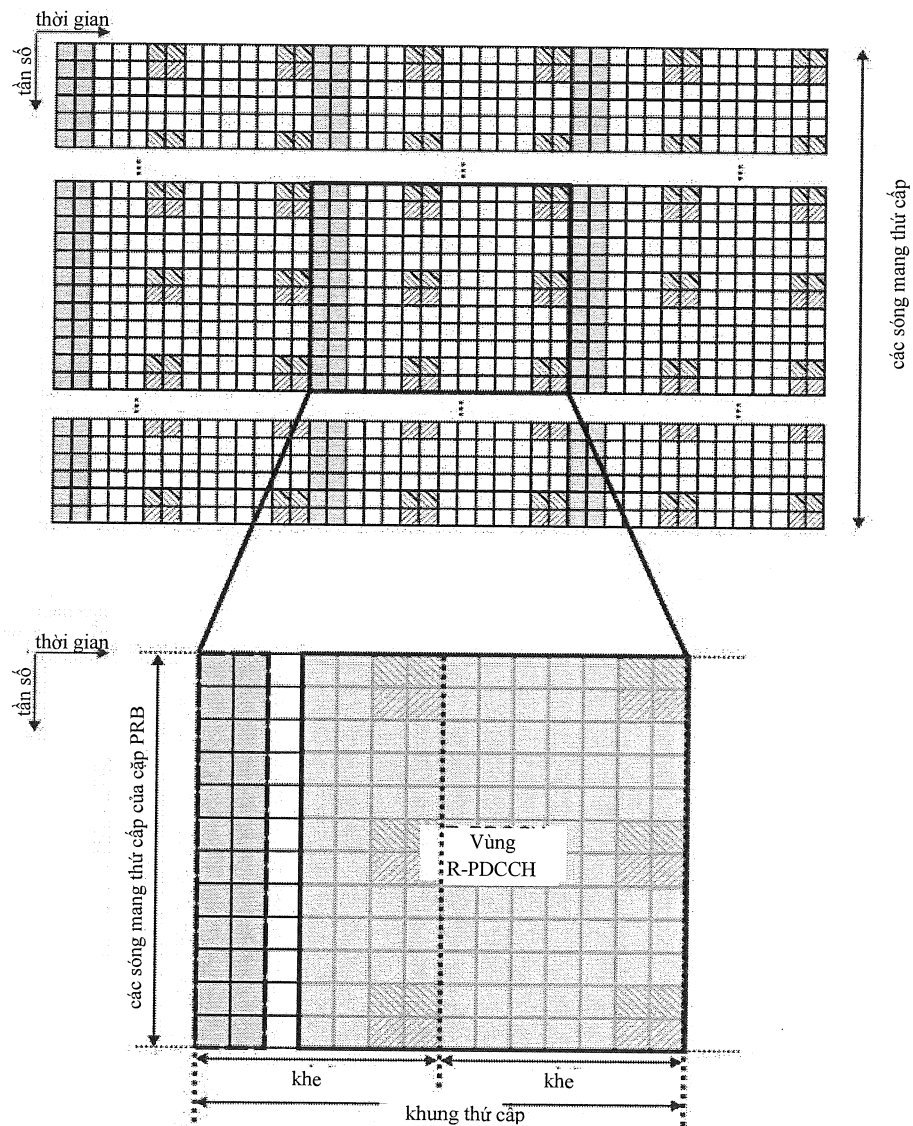
11. Phương pháp thu theo điểm 7, trong đó ít nhất một trong số không gian tìm kiếm thứ nhất và không gian tìm kiếm thứ hai định ra số ứng cử viên PDCCH nhỏ hơn như một cấp tổng hợp nhận được cao hơn.
12. Phương pháp thu theo điểm 7, trong đó cả không gian tìm kiếm thứ nhất và không gian tìm kiếm thứ hai đều là các không gian tìm kiếm theo UE cụ thể.



Hình 1

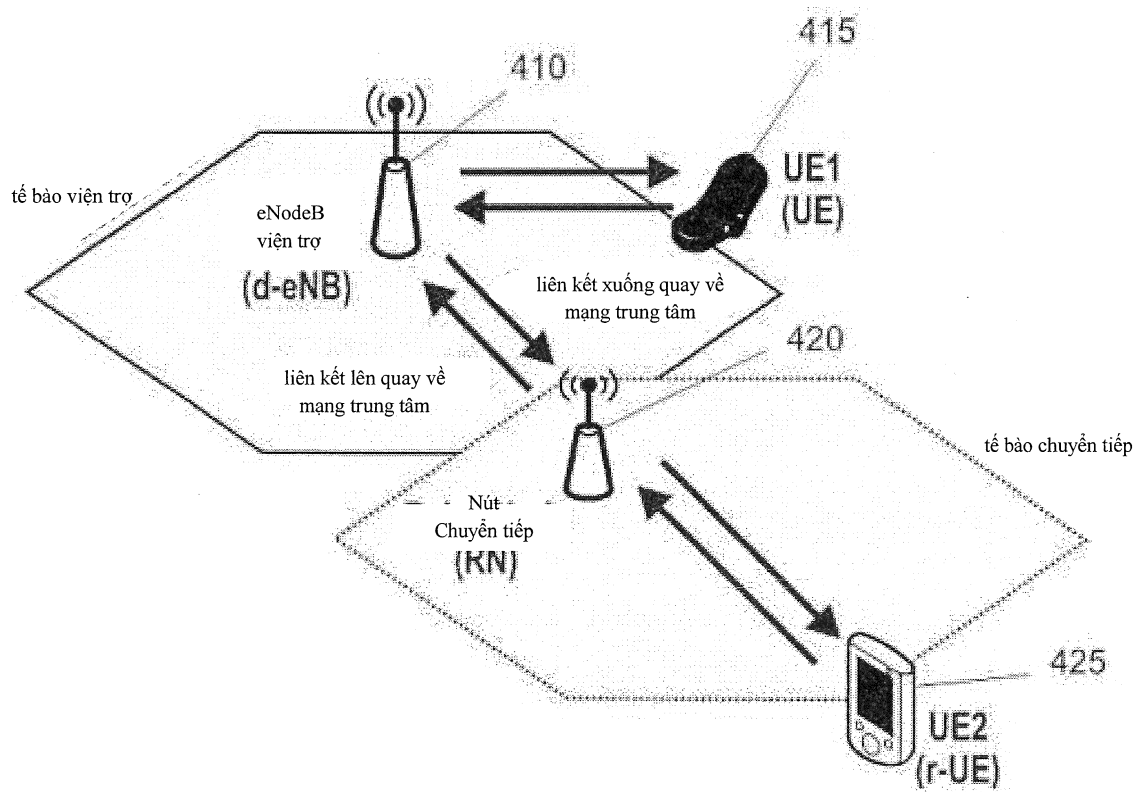


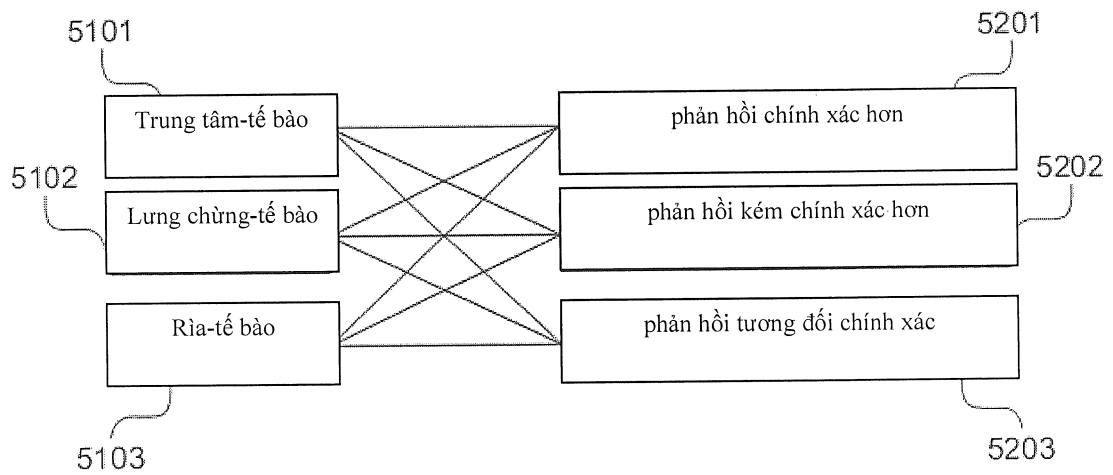
Hình 2



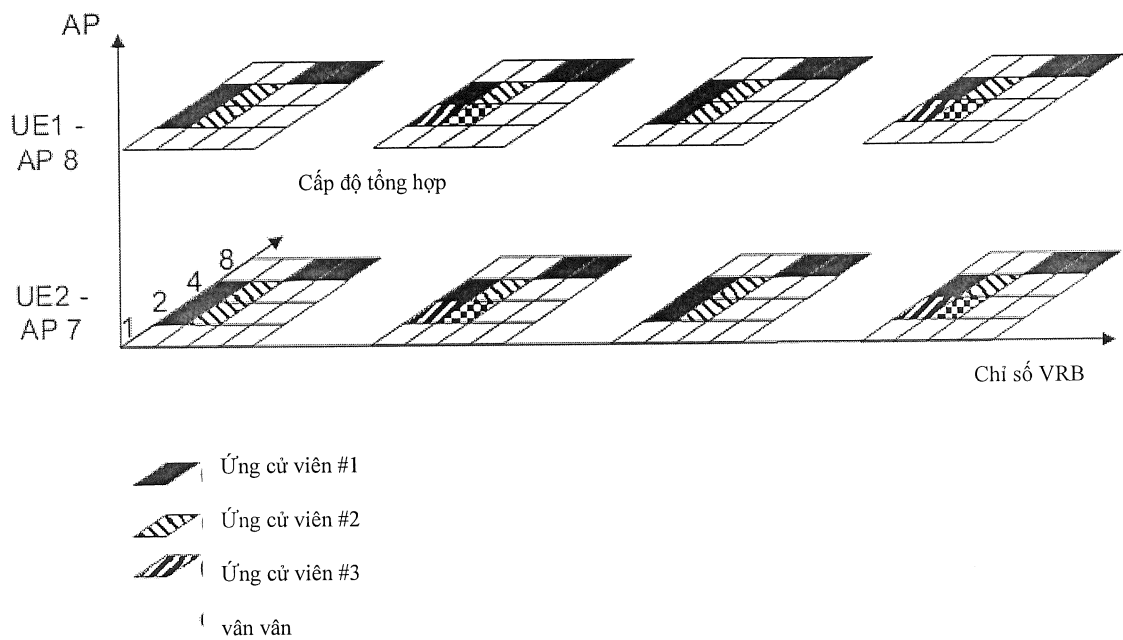
Hình 3

Hình 4

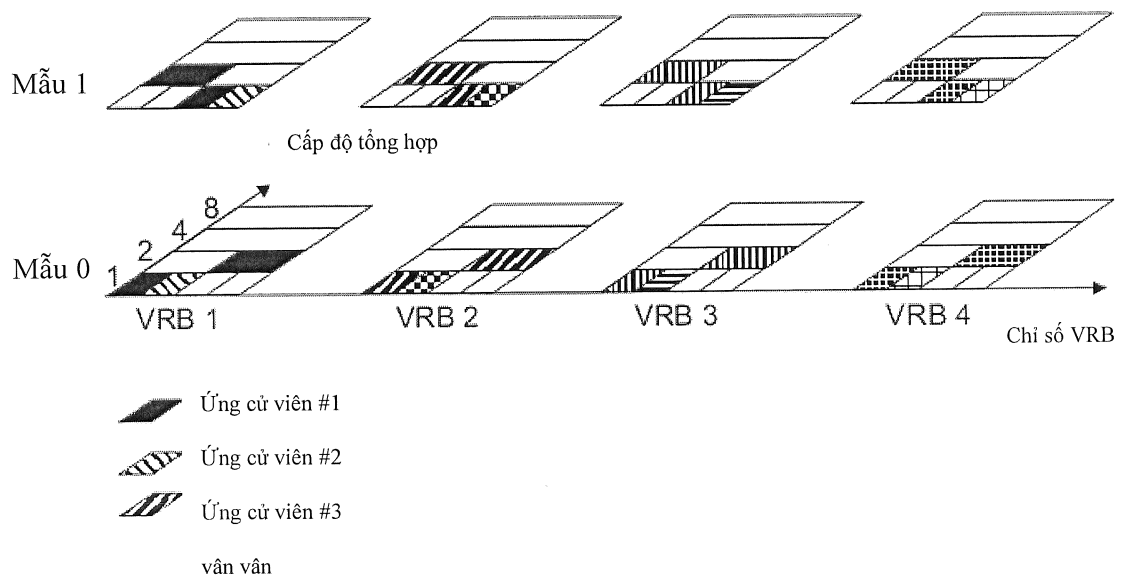




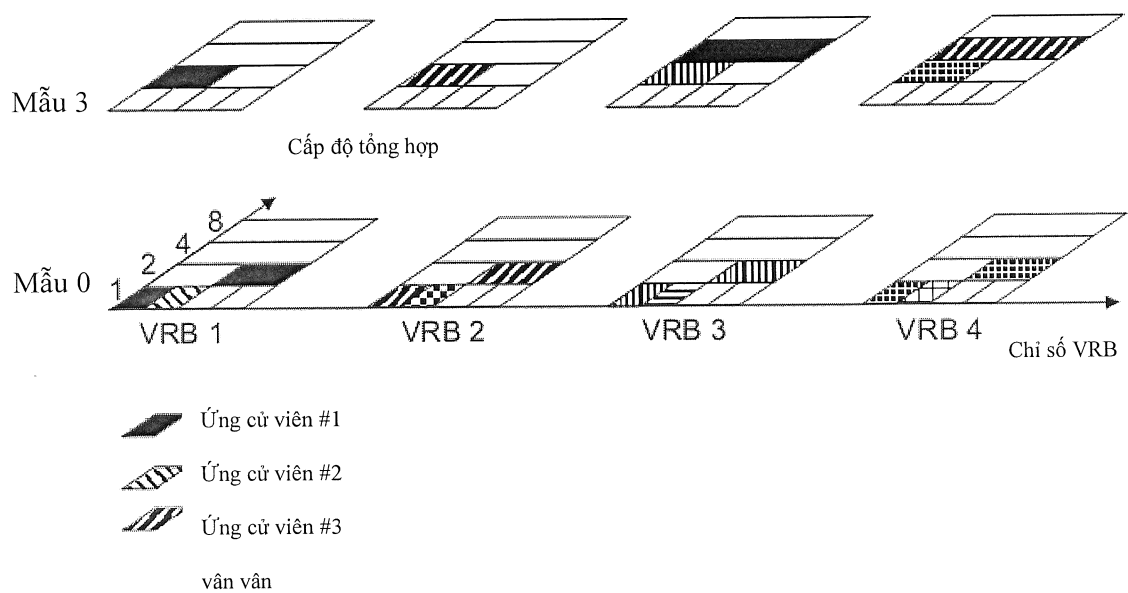
Hình 6



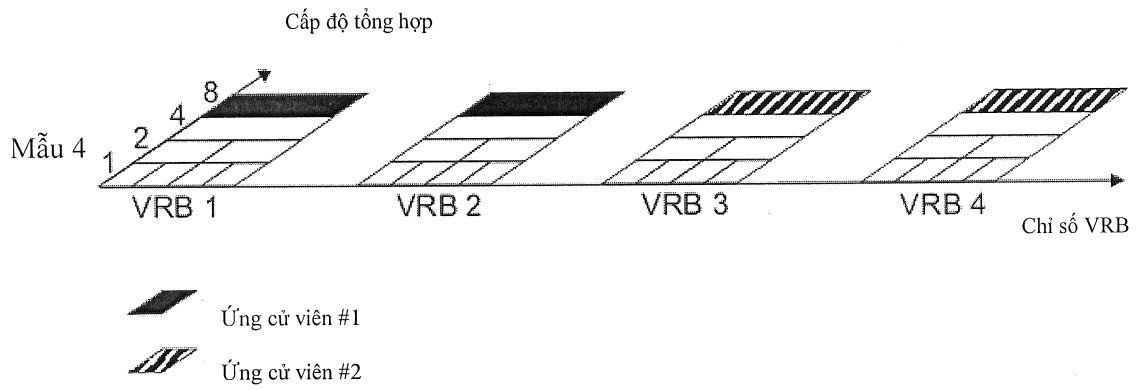
Hình 7



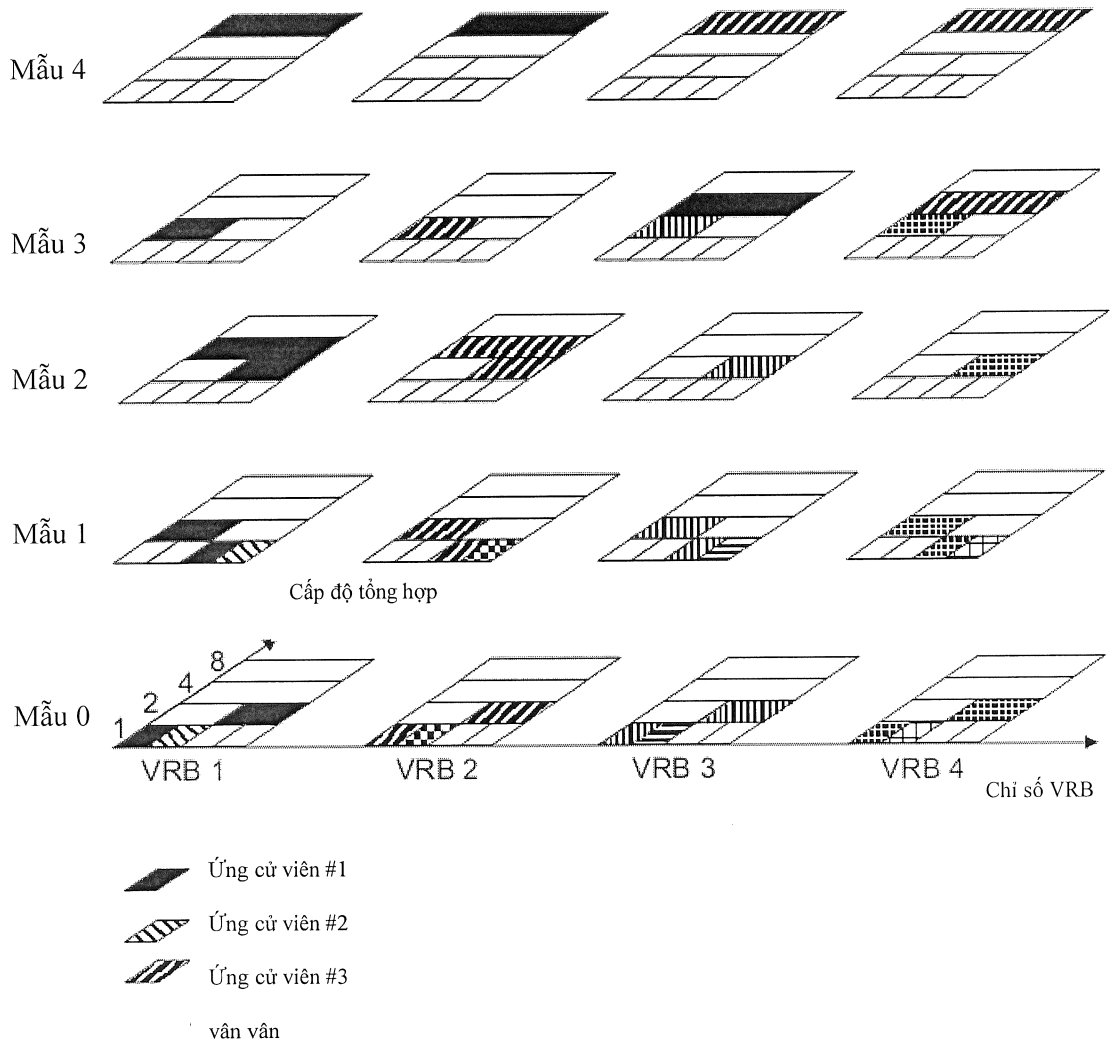
Hình 8



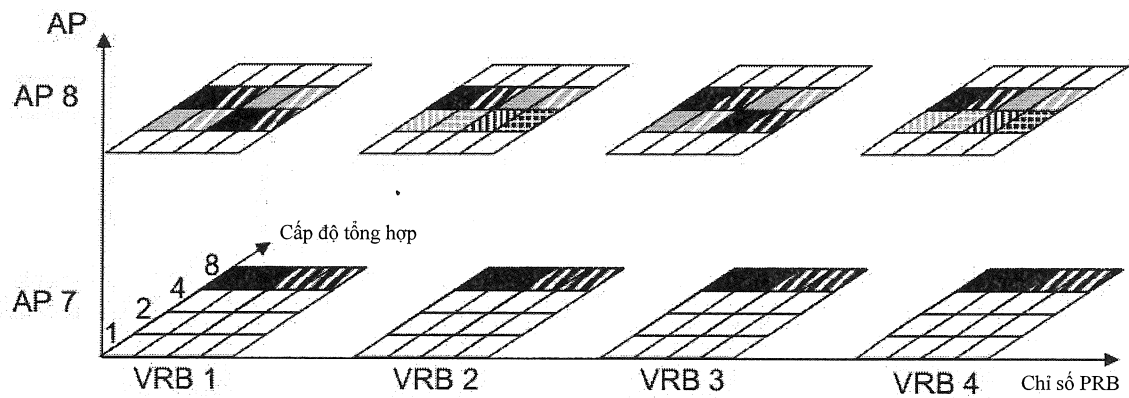
Hình 9



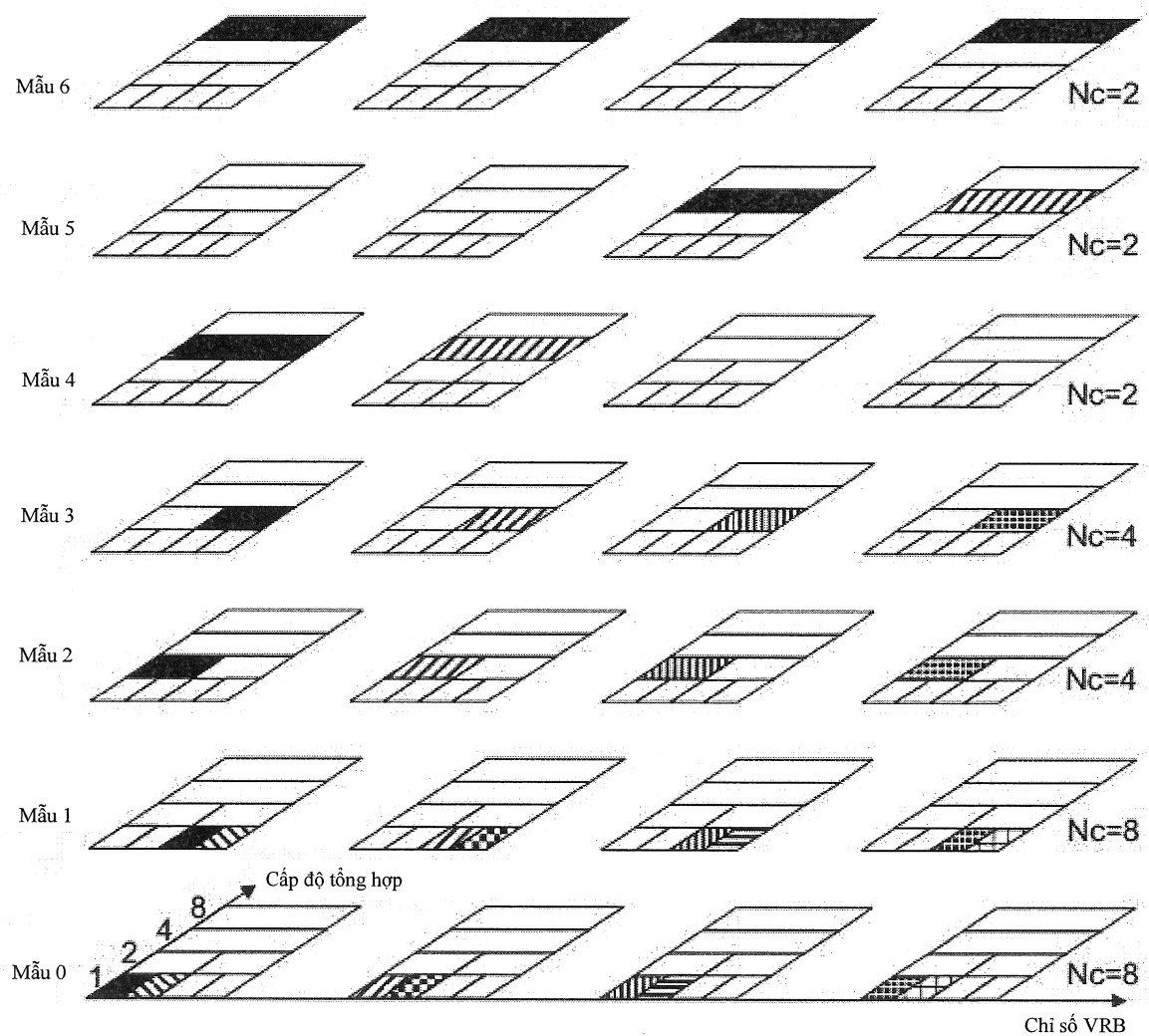
Hình 10



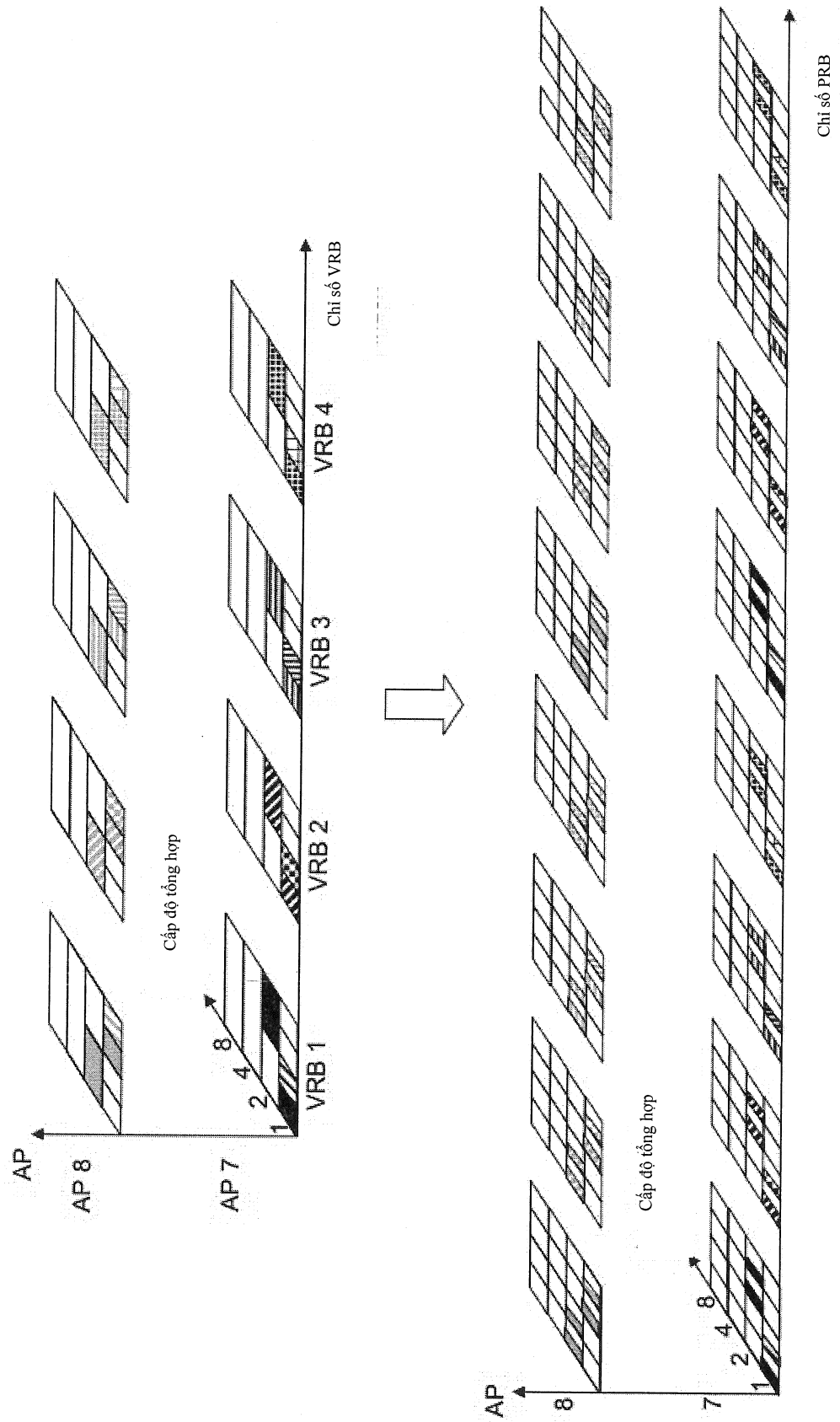
Hình 11



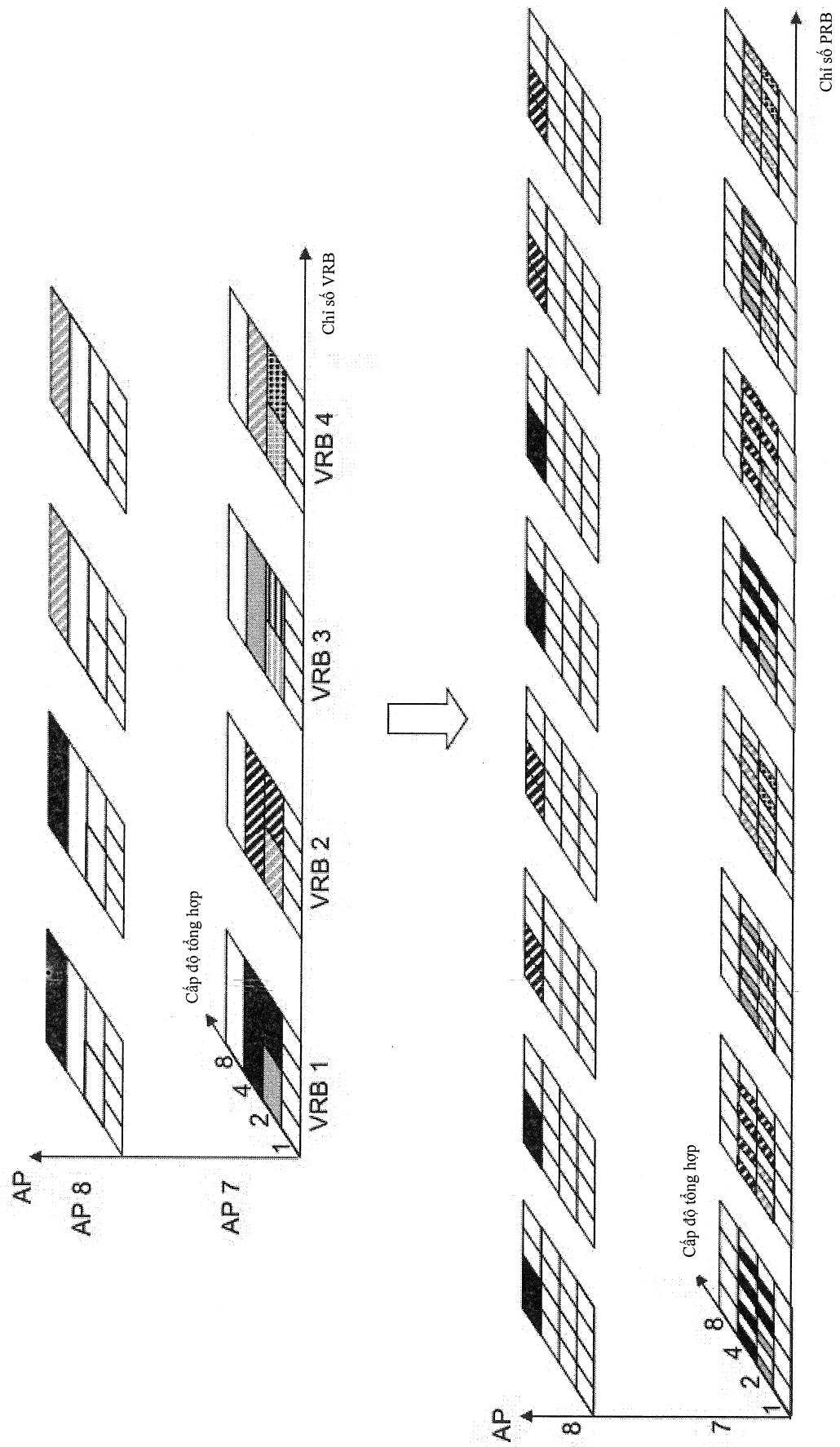
Hình 12



Hình 13



Hình 14



Hình 15