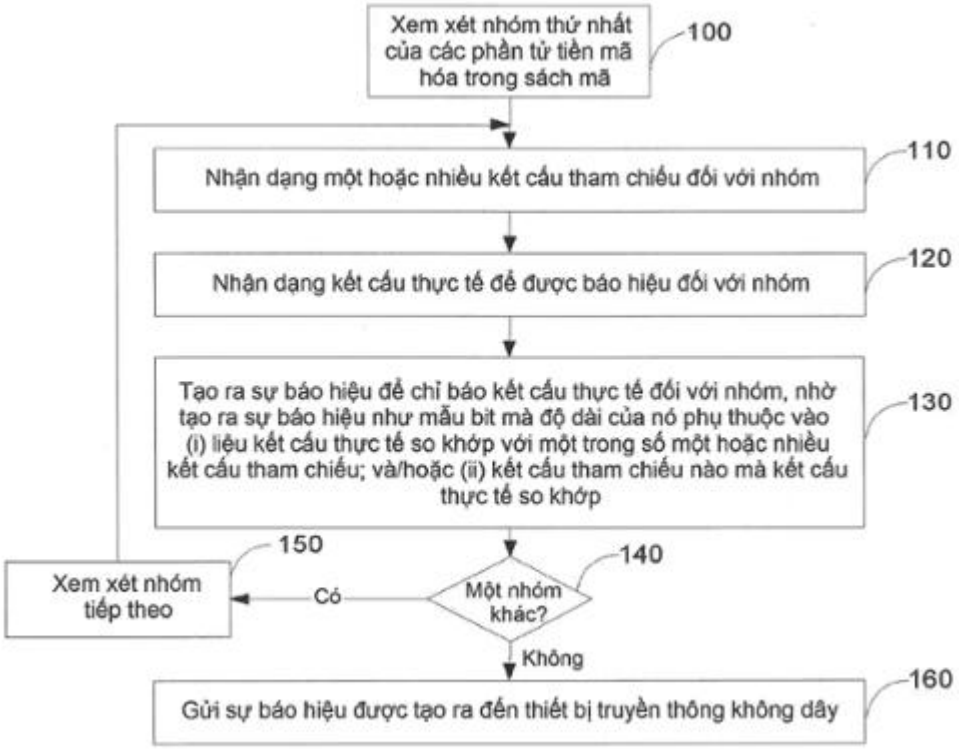
(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(11) **1-0029251**
(51)[8] **H04B 7/04**; H04B 7/06; H03M 7/30 (13) **B**

(21) 1-2017-03006 (22) 11/01/2016
(86) PCT/SE2016/050009 11/01/2016 (87) WO2016/114708 21/07/2016
(30) 62/103,101 14/01/2015 US
(45) 25/08/2021 401 (43) 25/12/2017 357A
(73) TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL) (SE)
SE-164 83 Stockholm, Sweden
(72) FAXÉR, Sebastian (SE); WERNERSSON, Niklas (SE); JÄRMYR, Simon (SE); JÖNGREN, George (SE); FRENNE, Mattias (SE).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) NÚT MẠNG, THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC THỰC HIỆN BỞI CÁC THIẾT BỊ NÀY

(57) Sáng chế đề xuất nút mạng (10) báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây (14) các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Nút mạng (10) ở đây tạo ra sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm nhờ hạn chế thành phần nhất định (ví dụ, phần tử tiền mã hóa chùm nhất định) mà các phần tử tiền mã hóa trong nhóm có chung. Sự báo hiệu này có thể là, chẳng hạn, sự báo hiệu thuộc thuyết không thể biết xếp hạng mà cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm mà không quan tâm đến xếp hạng truyền của các phần tử tiền mã hóa. Bất kể, nút mạng (10) gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây (14). Nút mạng (10) báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây (14) các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của sách mã nút nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm, trong đó mỗi kết cấu tham chiếu là một trong số các kết cấu có thể có khác nhau mà hạn chế các nhóm con khác nhau của các phần tử tiền mã hóa trong nhóm khỏi được sử dụng; nhận dạng, từ các kết cấu có thể có khác nhau đối với nhóm, kết cấu thực tế để được báo hiệu đối với nhóm; và tạo ra sự báo hiệu để chỉ báo kết cấu thực tế đối với nhóm, nhờ tạo ra sự báo hiệu như mẫu bit mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế có so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp; và gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây (14).


Xem xét nhóm thứ nhất của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã
100
Nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm
110
Nhận dạng kết cấu thực tế để được báo hiệu đối với nhóm
120
Tạo ra sự báo hiệu để chỉ báo kết cấu thực tế đối với nhóm, nhờ tạo ra sự báo hiệu như mẫu bit mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu; và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp
130
Một nhóm khác?
140
Có
Xem xét nhóm tiếp theo
150
Không
Gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây
160

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập chung đến nút mạng và thiết bị truyền thông không dây để hoạt động trong hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn là đề cập đến nút mạng báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc sử dụng nhiều anten ở bộ truyền và/hoặc bộ nhận của hệ thống truyền thông không dây có thể tăng đáng kể lưu lượng và sự bao phủ của hệ thống truyền thông không dây. Các hệ thống MIMO như vậy có thể khai thác chiều không gian của kênh truyền thông. Ví dụ, một vài tín hiệu mang thông tin có thể được gửi song song bằng cách sử dụng các anten truyền và vẫn được tách riêng với sự xử lý tín hiệu ở bộ nhận. Nhờ làm thích ứng sự truyền với các điều kiện kênh hiện thời, có thể đạt được các lợi ích bổ sung đáng kể. Một dạng thích ứng là điều chỉnh động, từ một TTI đến một TTI khác, số lượng dòng thông tin được truyền đồng thời mang các tín hiệu mà kênh có thể hỗ trợ đối với chúng. Dạng này được gọi chung là thích ứng xếp hạng (truyền). Sự tiền mã hóa là một dạng thích ứng khác trong đó các pha và biên độ của các tín hiệu nêu trên được điều chỉnh để thích hợp tốt hơn với các thuộc tính kênh hiện thời. Các tín hiệu tạo thành tín hiệu được định trị số vectơ và sự điều chỉnh có thể xem như là phép nhân bởi ma trận phần tử tiền mã hóa. Phương pháp tiếp cận chung là để lựa chọn ma trận phần tử tiền mã hóa từ tập hợp hữu hạn và được đánh chỉ số, được gọi là sách mã (codebook). Sự tiền mã hóa dựa trên sách mã như vậy là phần nguyên của chuẩn LTE, cũng như trong nhiều chuẩn truyền thông không dây khác.

Sự tiền mã hóa dựa trên sách mã có thể được coi là một dạng của sự lượng tử hóa kênh. Phương pháp tiếp cận điển hình (so với HSDPA MIMO và LTE) là để cho bộ nhận khuyến nghị ma trận phần tử tiền mã hóa thích hợp cho bộ truyền nhờ báo hiệu PMI (precoder matrix indicator - phần tử chỉ báo ma trận phần tử tiền mã hóa) qua liên kết phản hồi. Để giới hạn tổng phí báo hiệu, nói chung điều quan trọng là giữ kích thước

sách mã nhỏ nhất có thể nếu liên kết phản hồi có lưu lượng giới hạn. Tuy nhiên, điều này cần được cân bằng đối với sự tác động đến hiệu năng do, với sách mã lớn hơn, có thể so khớp tốt hơn với các điều kiện kênh hiện thời.

Ví dụ, trong liên kết xuống LTE, UE (user equipment - thiết bị người dùng) báo cáo PMI (precoding matrix indicator - phần tử chỉ báo ma trận tiền mã hóa) cho eNodeB hoặc là theo định kỳ trên PUCCH (physical uplink control channel - kênh điều khiển liên kết lên vật lý) hoặc là không theo định kỳ trên PUSCH (physical uplink shared channel - kênh chia sẻ liên kết lên vật lý). Trường hợp trước là ống dẫn bit khá hẹp (ví dụ, sử dụng một vài bit) trong đó phản hồi CSI (channel state information - thông tin trạng thái kênh) được báo cáo theo kiểu được tạo kết cấu bán tĩnh và định kỳ. Phản hồi CSI ở đây bao gồm một hoặc nhiều CQI (channel quality indicator - phần tử chỉ báo chất lượng kênh), PMI, và/hoặc xếp hạng truyền (ví dụ, chỉ báo số lượng lớp truyền). Mặt khác, sự báo cáo về PUSCH được kích hoạt theo cách động như một phần của sự cấp liên kết lên. Theo đó, eNodeB có thể lập lịch cho các sự truyền CSI theo kiểu động. Ngược lại với PUCCH trong đó số lượng bit vật lý hiện được giới hạn vào 20, các báo cáo về PUSCH có thể lớn hơn đáng kể. Theo đó, đối với phản hồi về PUCCH thì mong muốn có kích thước sách mã nhỏ để giữ tổng phí báo hiệu thấp. Tuy nhiên, đối với phản hồi về PUSCH thì mong muốn có kích thước sách mã lớn hơn để tăng hiệu năng, do lưu lượng trên kênh phản hồi không bị giới hạn như vậy trong trường hợp này.

Kích thước mong muốn của sách mã cũng có thể phụ thuộc vào sơ đồ truyền được sử dụng. Ví dụ, sách mã được sử dụng trong hoạt động MU-MIMO (multi-user multiple input multiple output - nhiều đầu vào nhiều đầu ra cho nhiều người dùng) có thể thu lợi nhiều hơn từ việc có số lượng phần tử lớn hơn so với sách mã được sử dụng trong hoạt động SU-MIMO (single-user multiple input multiple output - nhiều đầu vào nhiều đầu ra cho một người dùng). Trong trường hợp trước, độ phân giải không gian lớn là quan trọng để cho phép tách riêng UE đủ.

Cách thuận lợi để hỗ trợ các kích thước sách mã khác nhau là sử dụng sách mã lớn với nhiều phần tử theo mặc định và áp dụng sự hạn chế tập hợp con của sách mã trong các tình huống trong đó sách mã nhỏ hơn là có lợi. Với sự hạn chế tập hợp con của sách mã, tập hợp con của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã được hạn chế sao

cho UE có tập hợp nhỏ hơn của các phần tử tiền mã hóa có thể có để chọn từ đó. Việc này giảm một cách hiệu quả kích thước của sách mã kéo theo là sự tìm kiếm PMI tốt nhất có thể được thực hiện trên tập hợp không hạn chế nhỏ hơn của các phần tử tiền mã hóa, theo đó cũng giảm các yêu cầu tính toán UE cho sự tìm kiếm cụ thể này.

Điển hình, eNodeB sẽ báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã đối với UE bằng ảnh bit (bitmap) trong phần tin nhắn dành riêng của phần tử thông tin AntennaInfo (xem đặc tả RRC, TS 36.331), một bit cho mỗi phần tử tiền mã hóa trong sách mã, trong đó a 1 sẽ chỉ báo là phần tử tiền mã hóa được hạn chế (có nghĩa là UE không được cho phép chọn và báo cáo phần tử tiền mã hóa này). Theo đó, đối với sách mã với N phần tử, ảnh bit có độ dài N sẽ được sử dụng để báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã. Điều này cho phép tính linh hoạt toàn phần đối với eNodeB để hạn chế mọi tập hợp con có thể có của sách mã. Theo đó có 2^N kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã có thể có.

Đối với các mảng anten lớn với nhiều phần tử anten, các chùm hiệu quả trở nên hẹp và sách mã chứa nhiều phần tử tiền mã hóa được yêu cầu cho vùng bao phủ dự tính. Hơn nữa, đối với các mảng anten hai chiều, kích thước sách mã tăng theo bình phương do các phần tử tiền mã hóa trong sách mã cần mở rộng theo hai chiều, điển hình là miền nằm ngang và thẳng đứng. Theo đó, kích thước sách mã (nghĩa là tổng số lượng ma trận tiền mã hóa có thể có W) có thể rất lớn. Việc báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã theo cách thông thường bằng ảnh bit với một bit cho mỗi phần tử tiền mã hóa theo đó có thể chịu tổng phí lớn, đặc biệt là nếu CSR (codebook subset restriction - sự hạn chế tập hợp con của sách mã) được cập nhật thường xuyên hoặc nếu có nhiều người dùng được phục vụ bởi ô mà mỗi trong số họ phải nhận CSR.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một hoặc nhiều phương án trong bản mô tả này bao gồm phương pháp được thực hiện bởi nút mạng để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Phương pháp này bao gồm bước tạo ra sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa trong nhóm

có chung. Phương pháp còn bao gồm bước gửi sự báo hiệu được tạo ra từ nút mạng đến thiết bị truyền thông không dây.

Các phương án trong bản mô tả này do đó cũng bao gồm phương pháp được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Phương pháp này bao gồm bước nhận sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa trong nhóm có chung. Phương pháp còn bao gồm bước giải mã sự báo hiệu được nhận như cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa.

Theo một số phương án, sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã là sự báo hiệu thuộc thuyết không thể biết xếp hạng mà cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm mà không quan tâm đến xếp hạng truyền của các phần tử tiền mã hóa.

Theo một số phương án, thành phần nhất định bao gồm phần tử tiền mã hóa chùm. Theo một số phương án, ví dụ, phần tử tiền mã hóa chùm là tích Kronecker của các vectơ tạo chùm khác nhau được kết hợp với các chiều khác nhau của mảng anten nhiều chiều. Trong trường hợp này, các vectơ tạo chùm khác nhau có thể bao gồm các vectơ DFT (Discrete Fourier Transform - Biến đổi Fourier rời rạc).

Theo các phương án khác trong đó thành phần nhất định bao gồm phần tử tiền mã hóa chùm, phần tử tiền mã hóa chùm là vectơ tạo chùm được sử dụng để truyền trên lớp cụ thể của sự truyền nhiều lớp. Các phiên bản được tạo tỷ lệ khác nhau của vectơ tạo chùm đó được truyền trên các sự phân cực khác nhau.

Theo các phương án vẫn còn khác như vậy, phần tử tiền mã hóa chùm là vectơ tạo chùm được sử dụng để truyền trên: nhiều lớp khác nhau của sự truyền nhiều lớp; nhiều lớp khác nhau của sự truyền nhiều lớp, trong đó các lớp được gửi trên các sự phân cực trực giao; hoặc lớp cụ thể và trên sự phân cực cụ thể.

Theo một số phương án, phần tử tiền mã hóa bao gồm một hoặc nhiều phần tử tiền mã hóa chùm được hạn chế nếu ít nhất một trong số một hoặc nhiều phần tử tiền

mã hóa chùm của nó được hạn chế.

Theo phương án bất kỳ trong số các phương án này, sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã có thể bao gồm ảnh bit, với các bit khác nhau trong ảnh bit được dành riêng tương ứng để chỉ báo liệu các phần tử tiền mã hóa chùm khác nhau có được hạn chế khỏi được sử dụng hay không.

Theo cách thay thế hoặc thêm vào đó, phần tử tiền mã hóa chùm có thể là tích Kronecker của các vectơ tạo chùm thứ nhất và thứ hai với các chỉ số thứ nhất và thứ hai. Trong trường hợp này, các vectơ tạo chùm thứ nhất và thứ hai có thể được kết hợp với các chiều khác nhau của mảng anten nhiều chiều, và sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã có thể cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm của các phần tử tiền mã hóa mà có cùng cặp trị số đối với các chỉ số thứ nhất và thứ hai.

Theo một số phương án, mỗi phần tử tiền mã hóa bao gồm một hoặc nhiều phần tử tiền mã hóa chùm. Theo một số trong các phương án này, mỗi phần tử tiền mã hóa chùm bao gồm nhiều thành phần khác nhau tương ứng với các chiều khác nhau của mảng anten nhiều chiều. Thành phần nhất định trong trường hợp này có thể bao gồm thành phần của phần tử tiền mã hóa chùm.

Theo một số phương án, sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm của các phần tử tiền mã hóa mà truyền ít nhất một phần về hướng chỉ góc nhất định, nhờ hạn chế thành phần nhất định mà có hướng chỉ góc đó.

Các phương án trong bản mô tả này cũng bao gồm một phương án khác được thực hiện bởi nút mạng để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Phương pháp này bao gồm một số bước đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã. Các bước này bao gồm nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm. Mỗi kết cấu tham chiếu là một trong số các kết cấu có thể có khác nhau mà hạn chế các nhóm con khác nhau của các phần tử tiền mã hóa trong nhóm khỏi được sử dụng. Các bước cũng bao gồm nhận dạng, từ các kết cấu có thể có khác nhau đối với nhóm, kết cấu thực tế để được báo hiệu đối với nhóm. Các bước cũng bao gồm tạo ra sự báo hiệu để chỉ báo kết cấu thực tế đối với nhóm, nhờ tạo ra sự báo hiệu như mẫu bit

mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế có so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp. Phương pháp còn bao gồm bước gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây.

Các phương án trong bản mô tả này còn bao gồm một phương pháp tương ứng khác được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Phương pháp này bao gồm bước nhận sự báo hiệu từ nút mạng. Phương pháp cũng đòi hỏi một số bước đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã. Các bước này bao gồm nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm. Mỗi kết cấu tham chiếu là một trong số các kết cấu có thể có khác nhau mà hạn chế các nhóm con khác nhau của các phần tử tiền mã hóa trong nhóm khỏi được sử dụng. Các bước còn bao gồm nhận dạng mẫu bit được xác định để báo hiệu mỗi kết cấu tham chiếu, và độ dài của mẫu bit đó. Các bước cũng bao gồm phát hiện kết cấu thực tế được báo hiệu đối với nhóm, nhờ phát hiện trong sự báo hiệu mẫu bit mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế có so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp.

Theo một số phương án, sự báo hiệu là mẫu bit ngắn khi kết cấu thực tế so khớp với một kết cấu tham chiếu bất kỳ trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu và là mẫu bit dài khi kết cấu thực tế không so khớp với kết cấu tham chiếu bất kỳ trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu. Mẫu bit dài có nhiều bit hơn so với mẫu bit ngắn. Trong trường hợp này, một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với ít nhất một trong số một hoặc nhiều nhóm có thể bao gồm kết cấu tham chiếu đơn, và các mẫu bit dài khác nhau có thể được xác định tương ứng để báo hiệu các kết cấu khác nhau mà khác với kết cấu tham chiếu đơn. Theo cách thay thế hoặc thêm vào đó, mẫu bit dài được xác định để báo hiệu kết cấu thực tế đối với nhóm có thể bao gồm: (i) mẫu bit không tham chiếu được xác định để báo hiệu là kết cấu thực tế không so khớp với kết cấu tham chiếu đối với nhóm; và (ii) ảnh bit bao gồm các bit khác nhau được dành riêng tương ứng để chỉ báo liệu các phần tử tiền mã hóa khác nhau trong nhóm có được hạn chế khỏi được sử dụng.

Theo một số phương án, một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với ít nhất một trong số một hoặc nhiều nhóm bao gồm nhiều kết cấu tham chiếu. Trong trường hợp này, khi kết cấu thực tế so khớp với một kết cấu tham chiếu cụ thể trong số nhiều kết cấu tham chiếu, sự báo hiệu là mẫu bit mà độ dài của nó ngắn hơn so với độ dài của mẫu bit được tạo ra khi kết cấu thực tế so khớp với một kết cấu tham chiếu khác trong số nhiều kết cấu tham chiếu.

Theo một số phương án, mỗi trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm có xác suất cao hơn trên thực tế hoặc được giả định để được báo hiệu so với kết cấu có thể có bất kỳ khác mà không phải là một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu.

Theo một số phương án, phương pháp được thực hiện đối với nhiều nhóm khác nhau mà tương ứng bao gồm các phần khác nhau của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã. Trong trường hợp này, sự báo hiệu chỉ báo các kết cấu thực tế đối với các nhóm theo thứ tự được xác định. Một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với mỗi nhóm bao gồm kết cấu tham chiếu đơn, và kết cấu tham chiếu đơn đối với nhóm đã cho bất kỳ là kết cấu thực tế, nếu có, được báo hiệu ngay trước khi đó của nhóm đã cho.

Theo một số phương án, sách mã là sách mã Kronecker được xác định đối với mảng anten nhiều chiều và bao gồm các phần tử tiền mã hóa khác nhau được đánh chỉ số bởi các trị số có thể có khác nhau của thông số chỉ số đơn. Trong trường hợp này, các trị số có thể có khác nhau của thông số chỉ số đơn được phân chia thành các cụm khác nhau của các trị số được xếp thứ tự liên tục, và các phần tử tiền mã hóa trong các nhóm khác nhau trong số một hoặc nhiều nhóm được đánh chỉ số tương ứng bởi các cụm khác nhau của các trị số được xếp thứ tự liên tục.

Theo một số phương án, sách mã là sách mã Kronecker được xác định đối với mảng anten nhiều chiều và bao gồm các phần tử tiền mã hóa khác nhau được đánh chỉ số bởi các cặp khác nhau của các trị số có thể có đối với thông số chỉ số chiều thứ nhất và thông số chỉ số chiều thứ hai. Trong trường hợp này, các phần tử tiền mã hóa trong mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm được đánh chỉ số bởi các cặp mà có cùng trị số đối với hoặc là thông số chỉ số chiều thứ nhất hoặc là thông số chỉ số chiều thứ hai.

Các phương án trong bản mô tả này còn bao gồm thiết bị và các sản phẩm chương trình máy tính tương ứng.

Theo ít nhất một số phương án, việc báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã theo cách này giảm theo cách thuận lợi tổng phí báo hiệu phải chịu do truyền sự hạn chế tập hợp con của sách mã, trong khi vẫn cho phép tính linh hoạt trong việc tạo kết cấu các sự hạn chế tập hợp con của sách mã khác nhau.

Theo đó, các phương án trong bản mô tả này nói chung bao gồm các phương pháp để giảm số lượng bit được yêu cầu để báo hiệu kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã đối với thiết bị truyền thông không dây. Các phương pháp theo một hoặc nhiều trong số các phương án này làm được như vậy nhờ:

Dùng giả định rõ ràng hoặc ngầm về các tập hợp nào của các phần tử tiền mã hóa có khả năng để được hạn chế hơn, và/hoặc kết hợp nhóm của các phần tử tiền mã hóa với bit hạn chế tập hợp con của sách mã đơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ tiến trình lôgic chỉ báo sự báo hiệu CSR (codebook subset restriction - sự hạn chế tập hợp con của sách mã) giữa nút mạng và thiết bị truyền thông không dây theo một hoặc nhiều phương án.

Fig.2 là biểu đồ tiến trình lôgic của phương pháp được thực hiện bởi nút mạng để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng, theo một số phương án.

Fig.3 là sơ đồ khối của mảng anten hai chiều của các phần tử anten đối cực theo một số phương án.

Fig.4 là đồ thị minh họa các hướng chỉ góc của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã theo một số phương án.

Fig.5 là biểu đồ tiến trình lôgic của phương pháp được thực hiện bởi nút mạng để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng, theo các phương án khác.

Fig.6 là sơ đồ khối của sách mã làm ví dụ theo một số phương án.

Fig.7 là đồ thị minh họa các hướng chỉ góc của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã theo các phương án khác.

Fig.8 là sơ đồ khối của các sự ghép nhóm phần tử tiền mã hóa theo một số phương án.

Fig.9 là biểu đồ tiến trình lôgic của phương pháp được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng, theo một số phương án.

Fig.10 là biểu đồ tiến trình lôgic của phương pháp được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng, theo các phương án khác.

Fig.11 là sơ đồ khối của nút mạng theo một số phương án.

Fig.12 là sơ đồ khối của nút mạng theo các phương án khác.

Fig.13 là sơ đồ khối của thiết bị truyền thông không dây theo một số phương án.

Fig.14 là sơ đồ khối của thiết bị truyền thông không dây theo các phương án khác.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo biểu đồ tiến trình trên Fig.1, nút mạng 10 trong mạng truyền thông không dây (ví dụ, eNB trong mạng) báo hiệu kết cấu CSR (codebook subset restriction - sự hạn chế tập hợp con của sách mã) 12 đối với thiết bị truyền thông không dây 14 (ví dụ, UE). Tiếp theo, thiết bị 14 gửi báo cáo CSI (channel state information - thông tin trạng thái kênh) 16 trở lại mạng. Báo cáo CSI 16 này đề xuất các phần tử tiền mã hóa nào trong số các phần tử tiền mã hóa có thể có khác nhau trong sách mã mạng sẽ sử dụng để truyền đến thiết bị 14, nhưng báo cáo CSI 16 được hạn chế theo nghĩa là có tập hợp con của các phần tử tiền mã hóa mà không thể được báo cáo bởi thiết bị 14; nghĩa là, tất cả các phần tử tiền mã hóa trong sách mã có thể không được lựa chọn và báo cáo bởi thiết bị 14. Sự hạn chế này được xác định bởi kết cấu CSR 12 được báo hiệu.

Chi tiết hơn, đối với sách mã phần tử tiền mã hóa X, gồm có N phần tử tiền mã hóa, có 2^N kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã có thể có do mỗi phần tử tiền mã hóa theo cách riêng lẻ có thể hoặc là được cho phép hoặc là được hạn chế (kết cấu được

hạn chế không được cho phép để được sử dụng). Mỗi kết cấu có thể được biểu diễn bởi ảnh bit của N bit, trong đó mỗi bit tương ứng với phần tử tiền mã hóa nhất định và trị số của bit sau đó chỉ báo liệu phần tử tiền mã hóa có được hạn chế hay không. Nếu mỗi kết cấu trong số 2^N kết cấu có xác suất ngang nhau và độc lập, thì đây là sự biểu diễn tối ưu của kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã đối với độ dài kỳ vọng (về bit) của sự biểu diễn và nó đưa ra tính linh hoạt toàn phần.

Tuy nhiên, các phương án trong bản mô tả này nhận biết là, nếu các kết cấu nhất định có khả năng để được sử dụng hơn so với các kết cấu khác, và/hoặc nếu sự hạn chế của một phần tử tiền mã hóa được tạo tương quan cao đối với sự hạn chế của một phần tử tiền mã hóa khác, thì sự báo hiệu này dẫn đến tổng phí báo hiệu cao không cần thiết. Một hoặc nhiều phương án trong bản mô tả này bao gồm các phương pháp để giảm tổng phí báo hiệu này; nghĩa là, giảm số lượng bit được yêu cầu để báo hiệu kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã đối với thiết bị truyền thông không dây 14 từ mạng. Theo một số phương án, ví dụ, các phương pháp dùng giả định ngầm về các tập hợp nào của các phần tử tiền mã hóa có khả năng để được hạn chế hơn hoặc các tập hợp nào của các phần tử tiền mã hóa có khả năng để được cùng hạn chế.

Theo một phương án được thể hiện trên Fig.2, ví dụ, phương pháp được thực hiện bởi nút mạng 10 (ví dụ, trạm cơ sở) để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây 14 các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã, phương pháp bao gồm bước nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm (Khối 110). Mỗi kết cấu tham chiếu là một trong số các kết cấu có thể có khác nhau mà hạn chế các nhóm con khác nhau của các phần tử tiền mã hóa trong nhóm khỏi được sử dụng. Một trong số các kết cấu tham chiếu đối với nhóm có thể là, chẳng hạn, bất cứ một kết cấu nào trong số các kết cấu có thể có khác nhau có xác suất lớn nhất để được báo hiệu, ví dụ, như được dự đoán hoặc được ước lượng dựa trên các sự quan sát theo kinh nghiệm hoặc các giả định ngầm. Bất kể, phương pháp còn bao gồm bước nhận dạng, từ các kết cấu có thể có khác nhau đối với nhóm, kết cấu thực tế để được báo hiệu đối với nhóm (Khối 120).

Phương pháp cũng bao gồm bước tạo ra sự báo hiệu để chỉ báo kết cấu thực tế đối với nhóm (Khối 130). Điều này đòi hỏi tạo ra sự báo hiệu như mẫu bit mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế có so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu; và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp. Theo một số phương án, ví dụ, khi kết cấu thực tế so khớp với kết cấu tham chiếu bất kỳ, độ dài của mẫu bit ngắn hơn so với khi kết cấu thực tế không so khớp với kết cấu tham chiếu bất kỳ. Theo các phương án khác, khi kết cấu thực tế so khớp với một kết cấu tham chiếu cụ thể trong số nhiều kết cấu tham chiếu, độ dài của mẫu bit ngắn hơn so với khi kết cấu thực tế so khớp với một kết cấu tham chiếu khác trong số các kết cấu tham chiếu. Bất kể, quy trình này (các Khối 110-130) được lặp lại đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã (các Khối 100, 140, và 150). Cuối cùng, phương pháp bao gồm bước gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây 14 (Khối 160).

Phương pháp tiếp cận này có thể, theo nghĩa nào đó, được xem như một loại thuật toán nén để báo hiệu CSR. Thực vậy, phương pháp tiếp cận giảm theo cách thuận lợi tổng phí báo hiệu khi, qua tiến trình của khoảng thời gian đã cho, các sự tiết kiệm tổng phí được thực hiện nhờ báo hiệu các mẫu bit với các độ dài ngắn hơn tương đối có nhiều giá trị hơn các chi phí của tổng phí phải chịu do báo hiệu các mẫu bit với các độ dài dài hơn tương đối. Phụ thuộc vào các độ dài tương đối của các mẫu bit, sau đó, phương pháp tiếp cận có thể, chẳng hạn, giảm tổng phí báo hiệu khi một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu (hoặc các kết cấu tham chiếu cụ thể trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu) được báo hiệu thường xuyên.

Do đó, theo ít nhất một số phương án, kết cấu tham chiếu có khả năng hoặc xác suất để được báo hiệu cao hơn so với các kết cấu có thể có bất kỳ khác mà không phải là các kết cấu tham chiếu. Ví dụ, một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm có thể bao gồm bất cứ (các) kết cấu nào trong số các kết cấu có thể có khác nhau đối với nhóm có xác suất cao nhất để được báo hiệu. Các kết cấu tham chiếu khác nhau mà có các xác suất khác nhau để được báo hiệu có thể được biểu diễn với các mẫu bit có các độ dài khác nhau, trong đó các kết cấu tham chiếu với các xác suất cao hơn được biểu diễn với các mẫu bit có các độ dài ngắn hơn. Nghĩa là, các kết cấu nhất định mà được cho rằng có nhiều khả năng hơn có thể được biểu diễn với số lượng bit nhỏ hơn, trong

khi các kết cấu khác, mà được cho rằng có ít khả năng hơn để được sử dụng, có thể được biểu diễn với số lượng bit lớn hơn.

Theo một số phương án, một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu có thể được xác định trước là (các) kết cấu cụ thể trong số các kết cấu có thể có, ví dụ, dựa trên giả định (ngầm) là (các) kết cấu cụ thể có xác suất cao nhất để được báo hiệu. Ví dụ, giả định ngầm được thực hiện về mạng có khả năng được tạo kết cấu thế nào. Do đó, ở đây các kết cấu nhất định được xem là có nhiều khả năng hơn so với các kết cấu khác nhưng không có các trị số xác suất thực tế nào được ước lượng cho các kết cấu khác nhau.

Mặc dù vậy, theo các phương án khác, nút mạng 10 quyết định các xác suất báo hiệu của các kết cấu khác nhau, ví dụ, dựa trên các sự quan sát theo kinh nghiệm và so sánh các xác suất đó để nhận dạng (các) kết cấu với xác suất cao nhất. Theo một phương án, ví dụ, các xác suất báo hiệu được ước lượng thông qua sự ghi chép của dữ liệu mạng. Do đó, ở đây có thể ước lượng các xác suất thực tế cho các kết cấu khác nhau. Theo đó, nói chung là có thể thu được sự nhận biết về kết cấu nhất định "có khả năng thế nào" theo nhiều cách.

Theo một số phương án, chỉ có kết cấu tham chiếu đơn được xác định đối với nhóm. Trong trường hợp này, sự báo hiệu được tạo ra như mẫu bit ngắn khi kết cấu thực tế so khớp với kết cấu tham chiếu và như mẫu bit dài khi kết cấu thực tế không so khớp với kết cấu tham chiếu. Các mẫu bit dài khác nhau ở đây được xác định tương ứng để báo hiệu các kết cấu khác nhau (khác với kết cấu tham chiếu, mà mẫu bit ngắn được xác định đối với chúng để báo hiệu). Đương nhiên, mẫu bit dài có nhiều bit hơn so với mẫu bit ngắn (ví dụ, N bit so với 1 bit).

Theo các phương án khác, nhiều kết cấu tham chiếu được xác định đối với nhóm. Trong trường hợp này, sự báo hiệu có thể được tạo ra như các mẫu bit mà có các độ dài khác nhau khi kết cấu thực tế so khớp với các kết cấu tham chiếu khác nhau. Các độ dài này có thể tương ứng với có khả năng thế nào để các kết cấu tham chiếu sẽ được báo hiệu. Độ dài của mẫu bit có thể ngắn nhất khi kết cấu thực tế so khớp với một kết cấu tham chiếu cụ thể trong số các kết cấu tham chiếu (ví dụ, một kết cấu với xác suất lớn nhất để được báo hiệu), có thể là tiếp sau ngắn nhất khi kết cấu thực tế so khớp với kết cấu tham chiếu khác (ví dụ, một kết cấu với xác suất báo hiệu tiếp sau cao nhất), và có

thể dài nhất khi kết cấu thực tế không so khớp với kết cấu bất kỳ trong số các kết cấu tham chiếu.

Theo một số phương án, các mẫu bit mà báo hiệu các kết cấu không tham chiếu được mã hóa như kết hợp của mẫu bit được gọi là "mẫu bit không tham chiếu" và "ảnh bit". Mẫu bit không tham chiếu được xác định để báo hiệu là kết cấu thực tế đối với nhóm không so khớp với kết cấu tham chiếu bất kỳ đối với nhóm. Mẫu bit không tham chiếu có thể, chẳng hạn, là phần bù của mẫu bit được xác định để báo hiệu kết cấu tham chiếu. Ví dụ, khi chỉ có kết cấu tham chiếu đơn được xác định đối với nhóm, mẫu bit báo hiệu kết cấu tham chiếu đó có thể đơn giản là bit đơn với trị số "1", trong khi đó mẫu bit không tham chiếu có thể là bit đơn với trị số "0". Bất kể, phần ảnh bit của mẫu bit bao gồm các bit khác nhau được dành riêng tương ứng để chỉ báo liệu các phần tử tiền mã hóa khác nhau trong nhóm có được hạn chế khỏi được sử dụng.

Theo ít nhất một số phương án, phương pháp được thực hiện đối với chỉ một nhóm. Nhóm đơn này, theo một phương án, bao gồm tất cả các phần tử tiền mã hóa trong sách mã.

Theo một phương án khác, đương nhiên, nhóm đơn chỉ bao gồm một phần của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã, sao cho phương pháp tiếp cận báo hiệu được chấp nhận chỉ đối với phần này, trong khi các phương pháp tiếp cận báo hiệu khác (ví dụ, ảnh bit thông thường) được chấp nhận đối với các phần khác.

Theo các phương án khác, phương pháp được thực hiện đối với nhiều nhóm khác nhau mà tương ứng bao gồm các phần khác nhau của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã. Theo một phương án như vậy, sự báo hiệu chỉ báo các kết cấu thực tế đối với các nhóm theo thứ tự được xác định. Theo một phương án, một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm đã cho bất kỳ bao gồm kết cấu thực tế, nếu có, được báo hiệu ngay trước khi đó của nhóm đã cho (theo thứ tự được xác định).

Xem xét một ví dụ với sách mã tùy ý có kích thước N, trong đó nhóm đơn bao gồm tất cả N phần tử tiền mã hóa. Kết cấu nhất định trong số 2^N kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã có thể có đối với nhóm đơn được cho rằng có nhiều khả năng hơn. Kết cấu này được biểu diễn bởi bit đơn, '1'. $2^N - 1$ kết cấu khác được biểu diễn bởi '0', được theo sau bởi ảnh bit có kích thước N. Một trong các kết cấu tiếp theo được biểu

diễn bởi 1 bit, trong khi các kết cấu khác được biểu diễn bởi N + 1 bit. Do kết cấu được biểu diễn bởi một bit được báo hiệu thường xuyên hơn, theo giả định, nên số lượng bit trung bình được yêu cầu để vận chuyển sự hạn chế tập hợp con của sách mã có thể nhỏ hơn nhiều so với N.

Tuy nhiên, nếu giả định một trong số các kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã có thể có có nhiều khả năng hơn so với các kết cấu khác là không đúng đối với sự sử dụng thực tế của các kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã, thì số lượng bit trung bình được yêu cầu để vận chuyển sự hạn chế tập hợp con của sách mã đến UE có thể lớn hơn so với N bit. Theo đó, một hoặc nhiều phương án trong bản mô tả này nhằm mục đích chọn đúng các sự biểu diễn của 2^N kết cấu. Các phương pháp khác nhau có thể biểu diễn 2^N kết cấu theo cách khác nhau phụ thuộc vào các tập hợp nào của các phần tử tiền mã hóa có khả năng để được hạn chế hơn.

Xem xét, ví dụ, các phương án trong đó sách mã được xác định đối với mảng anten nhiều chiều (ví dụ, hai chiều). Các mảng anten như vậy có thể được mô tả (một phần) bởi số lượng cột anten tương ứng với chiều nằm ngang M_h, số lượng hàng anten tương ứng với chiều thẳng đứng M_v và số lượng chiều tương ứng với các sự phân cực khác nhau M_p. Theo đó, tổng số lượng anten là $M = M_h M_v M_p$. Cần chỉ ra là khái niệm của anten là không giới hạn theo ý nghĩa là nó có thể chỉ sự ảo hóa bất kỳ (ví dụ, ánh xạ tuyến tính) của các phần tử anten vật lý. Ví dụ, các cặp phần tử con vật lý có thể được cấp cùng tín hiệu, và do đó chia sẻ cùng cổng anten được ảo hóa.

Ví dụ về mảng 4x4 với các phần tử anten đối cực được minh họa trên Fig.3. Cụ thể, Fig.3 thể hiện mảng anten hai chiều của các phần tử anten đối cực ($M_P = 2$), với $M_h = 4$ phần tử anten nằm ngang và $M_v = 4$ phần tử anten thẳng đứng, giả định một phần tử anten tương ứng với một cổng anten.

Sự tiền mã hóa có thể được hiểu là nhân tín hiệu với các trọng số tạo chùm khác nhau đối với mỗi anten trước khi truyền. Phương pháp tiếp cận điển hình là để điều chỉnh phần tử tiền mã hóa theo hệ số dạng anten, nghĩa là tính đến M_h, M_v và M_p khi thiết kế sách mã phần tử tiền mã hóa.

Theo một số phương án, sách mã phần tử tiền mã hóa được điều chỉnh đối với các mảng anten 2D nhờ kết hợp các phần tử tiền mã hóa được điều chỉnh đối với mảng nằm ngang và mảng thẳng đứng theo cách tương ứng bằng tích Kronecker. Điều này có nghĩa là (ít nhất một phần của) phần tử tiền mã hóa có thể được mô tả như hàm của

$$W_H \otimes W_V$$

trong đó W_H là phần tử tiền mã hóa nằm ngang được lấy từ sách mã (con) $\boldsymbol{X}_H$ chứa N_H từ mã và tương tự W_V là phần tử tiền mã hóa thẳng đứng được lấy từ sách mã (con) $\boldsymbol{X}_V$ chứa N_V từ mã. Sách mã hợp, được biểu thị là $\boldsymbol{X}_H \otimes \boldsymbol{X}_V$, theo đó chứa $N_H \cdot N_V$ từ mã. Các phần tử của $\boldsymbol{X}_H$ được đánh chỉ số với $k = 0, \dots, N_H - 1$, các phần tử của $\boldsymbol{X}_V$ được đánh chỉ số với $l = 0, \dots, N_V - 1$ và các phần tử của sách mã hợp $\boldsymbol{X}_H \otimes \boldsymbol{X}_V$ được đánh chỉ số với $m = N_V \cdot k + l$ có nghĩa là $m = 0, \dots, N_H \cdot N_V - 1$.

Theo một số phương án, ví dụ, các sách mã (con) của sách mã Kronecker gồm có các phần tử tiền mã hóa DFT. Trong trường hợp này, sách mã nằm ngang có thể được biểu diễn là $\boldsymbol{X}_H^k = \left[1 \;\; e^{j2\pi\frac{1k+\Delta_h}{M_h Q_h}} \;\; \cdots \;\; e^{j2\pi\frac{(M_h-1)k+\Delta_h}{M_h Q_h}}\right]^T$, $k = 0, \dots, M_h Q_h - 1$, trong đó Q_h là hệ số lấy mẫu vượt quá nằm ngang nguyên và Δ_h có thể nhận trị số trong khoảng từ 0 đến 1 để sao cho "dịch" mẫu chùm (Δ_h =0,5 có thể là trị số quan tâm để tạo ra sự đối xứng của các chùm đối với phía bên của mảng). Và sách mã thẳng đứng có thể được biểu diễn là $\boldsymbol{X}_V^l = \left[1 \;\; e^{j2\pi\frac{1l+\Delta_v}{M_v Q_v}} \;\; \cdots \;\; e^{j2\pi\frac{(M_v-1)l+\Delta_v}{M_v Q_v}}\right]^T$, $l = 0, \dots, M_v Q_v - 1$, trong đó Q_v là hệ số lấy mẫu vượt quá thẳng đứng nguyên và Δ_v được xác định tương tự như trên.

Cần chỉ ra là sách mã phần tử tiền mã hóa có thể được xác định theo một vài cách. Ví dụ, sách mã Kronecker được đề cập trên đây có thể được hiểu là một sách mã được đánh chỉ số với PMI đơn m. Theo cách thay thế, nó có thể được hiểu là sách mã đơn được đánh chỉ số với hai PMI k và l. Nó cũng có thể được hiểu là hai sách mã tách riêng, được đánh chỉ số lần lượt với k và l. Hơn nữa, sách mã Kronecker được đề cập trên đây có thể chỉ mô tả một phần của phần tử tiền mã hóa, nghĩa là phần tử tiền mã hóa có thể cũng là hàm của các thông số khác. Theo ví dụ như vậy, phần tử tiền mã hóa cũng là hàm của một PMI n khác. Một lần nữa, điều này có thể được hiểu là ba sách mã tách riêng lần lượt với các chỉ số k, l và n, hoặc hai sách mã tách riêng lần lượt với các

chỉ số $m = N_V \cdot k + l$ và n. Nó cũng có thể được hiểu là sách mã hợp đơn với PMI hợp. Các phương án trong bản mô tả này sẽ được xem là thuộc thuyết không thể biết đối với cách thức sách mã được xác định.

Với sự hiểu biết này, sách mã đang đề cập trên Fig.2 có thể là sách mã Kronecker mà bao gồm các phần tử tiền mã hóa khác nhau được đánh chỉ số (ít nhất một phần) bởi các trị số có thể có khác nhau của thông số chỉ số đơn (ví dụ, thông số chỉ số $m = 0, \dots, N_H \cdot N_V - 1$). Trong trường hợp này, các trị số có thể có khác nhau của thông số chỉ số đơn được phân chia thành các cụm khác nhau của các trị số được xếp thứ tự liên tục. Và các phần tử tiền mã hóa trong các nhóm khác nhau được đánh chỉ số (ít nhất một phần) lần lượt bởi các cụm khác nhau của các trị số được xếp thứ tự liên tục. Ví dụ, các phần tử tiền mã hóa được đánh chỉ số bởi cụm $m = 0, \dots m1$ thuộc về nhóm thứ nhất, các phần tử tiền mã hóa được đánh chỉ số bởi cụm $m = m2, \dots m3$ thuộc về nhóm thứ hai, các phần tử tiền mã hóa được đánh chỉ số bởi cụm $m = m4, \dots m5$ thuộc về nhóm thứ ba, và tiếp tục như vậy. Như một ví dụ còn cụ thể hơn, một hoặc nhiều phương án khai thác cấu trúc Kronecker của phần tử tiền mã hóa nhờ ánh xạ chỉ số m thành các chỉ số k và l như $m = N_v k + l$ và nhóm các phần tử tiền mã hóa sao cho m = 0,…,Nv-1 là nhóm thứ nhất, m= Nv,…,2Nv-1 là nhóm thứ hai , v.v..

Theo một phương án khác, ngược lại, sách mã Kronecker bao gồm các phần tử tiền mã hóa khác nhau được đánh chỉ số (ít nhất một phần) bởi các cặp khác nhau của các trị số có thể có đối với thông số chỉ số chiều thứ nhất (ví dụ, $k = 0, \dots, N_H - 1$) và thông số chỉ số chiều thứ hai (ví dụ, $l = 0, \dots, N_V - 1$). Trong trường hợp này, các phần tử tiền mã hóa trong mỗi nhóm trong số các nhóm khác nhau được đánh chỉ số (ít nhất một phần) bởi các cặp (k, l) mà có cùng trị số đối với thông số chỉ số chiều thứ nhất k và/hoặc thông số chỉ số chiều thứ hai l.

Hai phương án khác nhau ở đây, được gọi là "phương án các hàng tương tự" và "phương án các cột tương tự", sau đây sẽ được minh họa trong ngữ cảnh của sách mã Kronecker và trong đó chỉ có kết cấu tham chiếu đơn được xác định đối với nhóm. Sách mã Kronecker theo ví dụ này gồm có các phần tử tiền mã hóa với các hướng góc khác nhau, mở rộng vùng góc hai chiều như được thấy từ bộ truyền. Trường hợp sử dụng quan trọng đối với sự hạn chế tập hợp con của sách mã theo một phương án như vậy có

thể là để hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong vùng góc hoặc khoảng góc nhất định, ví dụ tương ứng với hướng tại đó điểm nóng người dùng của ô liền kề được định vị trí. Tiếp theo, eNodeB sẽ giảm nhiễu đối với ô liền kề này và cụ thể là vùng điểm nóng nếu các phần tử tiền mã hóa tương ứng với các chùm mà chỉ về hướng đó được hạn chế. Điều này là có lợi từ quan điểm lưu lượng hệ thống.

Sau đây, xem xét ví dụ cụ thể trong đó sự hạn chế tập hợp con của sách mã được sử dụng trên sách mã Kronecker để hiểu về cách thức các phương án khác nhau có thể được sử dụng để giảm tổng phí báo hiệu. Trong tình huống này, mảng anten 4x4 với góc nghiêng xuống cơ khí là 18° được sử dụng. Sách mã Kronecker gồm có 8 phần tử tiền mã hóa thẳng đứng và 8 phần tử tiền mã hóa nằm ngang, nghĩa là $N_H = N_V = 8$. Các hướng chỉ góc của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã được minh họa trên Fig.4.

Sự hạn chế tập hợp con của sách mã được áp dụng để hạn chế các chùm với các hướng chỉ trong khoảng thiên đỉnh $[85°, 95°]$ (được minh họa với các đường chấm chấm). Nghĩa là, sự hạn chế tập hợp con của sách mã được áp dụng trong khoảng góc $85° < \theta < 95°$, có nghĩa là các phần tử tiền mã hóa với các chỉ số $(k, l) = (0,4), (3,5), (4,5), (7,4)$ được hạn chế. Các chùm được hạn chế này được minh họa với 'o' trong khi các chùm không được hạn chế được minh họa với 'x'. Chỉ số chùm k trong sách mã nằm ngang và l trong sách mã thẳng đứng được ghi cạnh với các chùm như (k, l). Nếu kết cấu này của sự hạn chế tập hợp con của sách mã sẽ được báo hiệu với ảnh bit thông thường, thì $N = N_H \cdot N_V = 64$ bit sẽ được sử dụng.

"Phương án các hàng tương tự"

Theo một phương án, nhờ sử dụng nén sự báo hiệu CSR, sơ đồ được thiết kế có tính đến giả thiết là các phần tử tiền mã hóa (k, l) với chỉ số liền kề-l (nghĩa là $(k, l_0 - 1), (k, l_0)$ và $(k, l_0 + 1)$) có khả năng có cùng thiết lập hạn chế, có nghĩa là nếu (k, l_0) được hạn chế, thì $(k, l_0 + 1)$ có khả năng cũng được hạn chế và ngược lại. Sơ đồ hoạt động như sau:

Trước tiên, ảnh bit của N_H bit được gửi, chỉ báo sự hạn chế tập hợp con của sách mã đối với "hàng" của các phần tử tiền mã hóa tại đó $l = 0$ (so với Fig.4), nghĩa là các phần tử tiền mã hóa $(k, l) = (0,0), (1,0), \ldots, (N_H - 1,0)$.

Tiếp theo, sự hạn chế tập hợp con của sách mã cho "hàng" thứ hai của các phần tử tiền mã hóa, tại đó $l = 1$ được gửi. Nếu sự hạn chế là giống với hàng trước của các phần tử tiền mã hóa, thì '1' được gửi. Nếu sự hạn chế đối với hàng này khác với sự hạn chế của hàng trước, thì '0' được gửi, được theo sau bởi ảnh bit chỉ báo sự hạn chế đối với hàng này.

Tiếp theo, bước trước được lặp lại đối với mỗi trong số N_V "hàng" của các phần tử tiền mã hóa.

Phương án này được minh họa với một ví dụ, xem xét sự thiết lập hạn chế tập hợp con của sách mã được minh họa trên Fig.4, nghĩa là sự hạn chế của các phần tử tiền mã hóa với các chỉ số $(k, l) = (0,4), (3,5), (4,5), (7,4)$ sẽ được báo hiệu.

Đối với $l = 0$:

Không có phần tử tiền mã hóa nào với chỉ số-l 0 sẽ được hạn chế, do đó ảnh bit '00000000' được gửi.

Đối với $l = 1$:

Sự hạn chế của hàng này giống với sự hạn chế của hàng trước, bit '1' được gửi.

Đối với $l = 2$:

Sự hạn chế của hàng này giống với sự hạn chế của hàng trước, bit '1' được gửi.

Đối với $l = 3$:

Sự hạn chế của hàng này giống với sự hạn chế của hàng trước, bit '1' được gửi.

Đối với $l = 4$:

Sự hạn chế của hàng này không giống với sự hạn chế của hàng trước, do đó bit '0' được gửi. Ảnh bit chỉ báo sự hạn chế đối với hàng này sẽ được gửi lúc này. Các phần tử tiền mã hóa $(0,4)$ và $(7,4)$ sẽ được hạn chế. Do đó, ảnh bit '10000001' được gửi.

Đối với $l = 5$:

Sự hạn chế của hàng này không giống với sự hạn chế của hàng trước, do đó bit '0' được gửi. Ảnh bit chỉ báo sự hạn chế đối với hàng này sẽ được gửi lúc này. Các phần tử tiền mã hóa $(3,5)$ và $(4,5)$ sẽ được hạn chế. Do đó, ảnh bit '00011000' được gửi.

Đối với $l = 6$:

Sự hạn chế của hàng này không giống với sự hạn chế của hàng trước, do đó bit '0' được gửi. Ảnh bit chỉ báo sự hạn chế đối với hàng này sẽ được gửi lúc này. Không có phần tử tiền mã hóa nào sẽ được hạn chế. Do đó, ảnh bit '00000000' được gửi.

Đối với $l = 7$:

Sự hạn chế của hàng này giống với sự hạn chế của hàng trước, bit '1' được gửi.

Chuỗi của các bit để được báo hiệu theo đó là 000000000111010000001000011000000000001', gồm có 39 bit. Nói chung, số lượng bit được yêu cầu với sơ đồ này là

$$N_{bits} = M \cdot N_H + N_V - 1$$

Trong đó M là số lần các hàng thay đổi và ảnh bit đối với hàng phải được truyền, $M = 4$ theo ví dụ. Phân tích biểu thức trên, tác giả sáng chế lưu ý là $1 \leq M \leq N_V$. Điều này có nghĩa là đối với một số trong số $2^N = 2^{N_H \cdot N_V}$ sự hạn chế tập hợp con của sách mã có thể có, số lượng bit được yêu cầu để báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã với sơ đồ này nhỏ hơn so với N, trong khi đối với các sự hạn chế khác, như khi $M = N_V$, số lượng bit được yêu cầu lớn hơn so với N.

Cần lưu ý rằng đây là ví dụ nhỏ nhằm minh họa phương án. Nếu sách mã lớn hơn được sử dụng, lấy $N_H = N_V = 30$, và $M = 4$ thì số lượng bit được yêu cầu với sơ đồ này sẽ là $N_{bits} = M \cdot N_H + N_V - 1 = 149$ so với $N = N_H \cdot N_V = 900$ trong trường hợp chỉ truyền toàn bộ ảnh bit; do đó, đây là sự giảm đáng kể về số lượng bit được yêu cầu.

Cuối cùng, cần chỉ ra là tất cả các kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã có thể có có thể được biểu diễn bởi sơ đồ mã hóa/giải mã này, nhờ đó đưa ra tính linh hoạt toàn phần.

Phương án "các cột tương tự"

Theo một phương án khác, sơ đồ được đề cập theo phương án trước được biến đổi nhờ, thay vì đó, tính đến giả thiết là các phần tử tiền mã hóa (k, l) với các chỉ số-k liền kề (nghĩa là $(k_0 - 1, l), (k_0, l)$ và $(k_0 + 1, l)$) có khả năng có cùng thiết lập hạn chế, có nghĩa là nếu (k_0, l) được hạn chế, thì $(k_0 + 1, l)$ cũng có khả năng được hạn chế

và ngược lại. Sự cấu tạo chuỗi của các bit để được báo hiệu tiếp theo sẽ hoạt động tương tự như theo phương án được đề cập trước, ngoại trừ là các phần tử tiền mã hóa "các cột" k, thay vì đó, sẽ được sử dụng.

Theo một phương án khác bit khởi đầu bổ sung được chèn trong đó '1' chỉ báo là sự mã hóa được thực hiện dưới giả định là các phần tử tiền mã hóa (k, l) với các chỉ số-l liền kề (nghĩa là $(k, l_0 - 1), (k, l_0)$ và $(k, l_0 + 1)$) có khả năng có cùng sự hạn chế, do đó sự mã hóa được thực hiện theo hàng, trong khi đó '0' chỉ báo là các phần tử tiền mã hóa (k, l) với các chỉ số-k liền kề (nghĩa là $(k_0 - 1, l), (k_0, l)$ và $(k_0 + 1, l)$) có khả năng có cùng thiết lập hạn chế, do đó sự mã hóa được thực hiện theo cột.

Theo một phương án khác bit khởi đầu được chèn trong đó '1' chỉ báo là không có phần tử tiền mã hóa nào được hạn chế, '0' chỉ báo là một số phần tử tiền mã hóa được hạn chế và '0' được theo sau bởi số lượng bit biểu diễn sự hạn chế tập hợp con của sách mã.

Do đó, các kỹ thuật "nén" khác nhau (dù dựa trên các hàng, cột tương tự, hay theo cách khác) có thể được chấp nhận đối với các nhóm khác nhau của các phần tử tiền mã hóa trong cùng sách mã, trong đó kỹ thuật cụ thể được chỉ báo đối với thiết bị sao cho thiết bị có thể giải mã sự báo hiệu. Theo cách thay thế, cùng kỹ thuật "nén" có thể được chấp nhận đối với mỗi trong số các nhóm của các phần tử tiền mã hóa, nhưng mạng đánh giá các kỹ thuật có thể có khác nhau để nhận dạng một kỹ thuật mà đưa ra sự nén tốt nhất và tiếp theo chấp nhận phương pháp tiếp cận đó (và chỉ báo nó đối với thiết bị).

Đương nhiên, các phương án được thể hiện trên Fig.2, và các biến thể của chúng, có thể được sử dụng để báo hiệu tập hợp con được hạn chế của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã đã cho bất kỳ, dù được tạo cấu trúc Kronecker hay không. Hơn nữa, sự báo hiệu có thể đặc trưng theo xếp hạng, có nghĩa là sự báo hiệu khác hạn chế các sách mã đặc trưng theo xếp hạng khác nhau.

Theo các phương án khác được thể hiện trên Fig.5, phương pháp được thực hiện trong nút mạng 10 (ví dụ, trạm cơ sở) để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây 14 các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng (ví dụ, tích Kronecker nào mà các phần tử tiền mã hóa được hạn chế). Như được thể hiện,

phương pháp này bao gồm bước tạo ra sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm, ví dụ, với bit báo hiệu đơn (Khối 210). Theo ít nhất một số phương án, sự báo hiệu này (i) thuộc thuyết không thể biết xếp hạng để sao cho hạn chế các phần tử tiền mã hóa bất kể xếp hạng truyền của chúng; và/hoặc (ii) cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa kia (nghĩa là, các phần tử tiền mã hóa trong nhóm) có chung. Bất kể, tiếp theo phương pháp bao gồm bước gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây 14 (Khối 220).

Xem xét các phương án mà cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa kia (nghĩa là, các phần tử tiền mã hóa trong nhóm) có chung. Các phần tử tiền mã hóa có thành phần nhất định chung nếu các phần tử tiền mã hóa được suy ra từ hoặc theo cách khác là hàm của cùng thành phần đó. Theo một phương án, ví dụ, nhóm của các phần tử tiền mã hóa $W(b)$ mà có thành phần b nhất định chung được cùng hạn chế nhờ hạn chế thành phần b đó. Sự hạn chế của thành phần b này có thể được báo hiệu, chẳng hạn, theo một hoặc nhiều chỉ số đối với thành phần (ví dụ, m trong đó thành phần được đánh chỉ số như b_m hoặc (k, l) trong đó thành phần được đánh chỉ số như $b_{k,l}$, với m, k, và l là các chỉ số đối với sách mã được tạo cấu trúc Kronecker như được mô tả trên đây).

Lưu ý là các phương án trong bản mô tả này dự tính đến phần tử tiền mã hóa có một hoặc nhiều "thành phần" khác nhau ở mức độ chi tiết bất kỳ (ví dụ, (các) thành phần ở mức cao của khả năng hệ số hóa phần tử tiền mã hóa và/hoặc (các) thành phần ở mức thấp hơn của khả năng hệ số hóa phần tử tiền mã hóa). Ví dụ, phần tử tiền mã hóa có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần b khác nhau ở một mức độ chi tiết. Tuy nhiên, ở mức độ chi tiết tinh hơn, mỗi trong số các thành phần b này tiếp đó có thể được suy ra từ hoặc theo cách khác là hàm của nhiều thành phần con x_H và x_V như $b(x_H, x_V)$. Trong trường hợp này, nhóm của các phần tử tiền mã hóa $W(x_H, x_V)$ mà có thành phần x_H hoặc x_V nhất định chung có thể được cùng hạn chế nhờ hạn chế thành phần x_H hoặc x_V đó. Sự hạn chế của thành phần x_H hoặc x_V này có thể được báo hiệu, chẳng hạn, theo chỉ số đối với thành phần (ví dụ, k hoặc l trong đó thành phần x_H được đánh

chỉ số như x_H^k và thành phần x_V được đánh chỉ số như x_V^l, với x_H và x_V lần lượt là các vectơ tạo chùm nằm ngang và thẳng đứng, và với k và l là các chỉ số đối với sách mã được tạo cấu trúc Kronecker như được mô tả trên đây).

Theo một số phương án, phần tử tiền mã hóa ở một mức độ chi tiết gồm có một hoặc nhiều thành phần khác nhau mà được gọi là một hoặc nhiều "phần tử tiền mã hóa chùm". Mỗi phần tử tiền mã hóa W ở đây gồm có một hoặc nhiều vectơ tạo chùm $b_0, b_1, \dots, b_X$ mà được gọi là các phần tử tiền mã hóa chùm. Một hoặc nhiều phương án trong bản mô tả này cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa W mà có phần tử tiền mã hóa chùm nhất định chung, nhờ hạn chế phần tử tiền mã hóa chùm đó. Với sự hạn chế của các phần tử tiền mã hóa W nói chung được tìm thấy trên sự hạn chế của một hoặc nhiều phần tử tiền mã hóa chùm trong số các phần tử tiền mã hóa chùm tạo thành của chúng, các phương án này tạo ra theo cách thuận lợi sự báo hiệu CSR theo các sự hạn chế đặc trưng theo chùm (nghĩa là, các sự hạn chế của các phần tử tiền mã hóa chùm nhất định), hơn là theo các sự hạn chế đặc trưng theo phần tử tiền mã hóa (nghĩa là, các sự hạn chế về các phần tử tiền mã hóa W nói chung). Theo một số phương án, thiết bị 14 sẽ giả định là phần tử tiền mã hóa W được hạn chế nếu một hoặc nhiều trong số các phần tử tiền mã hóa chùm của nó được hạn chế. Theo các phương án khác, mỗi phần tử tiền mã hóa chùm phải được hạn chế đối với thiết bị 14 để giả định là toàn bộ phần tử tiền mã hóa W được hạn chế.

Theo một phương án, phần tử tiền mã hóa chùm là vectơ tạo chùm được sử dụng để truyền trên lớp cụ thể, trong đó các phiên bản được tạo tỷ lệ khác nhau của vectơ tạo chùm đó được truyền trên các sự phân cực khác nhau. Các lớp khác nhau được truyền trên các phần tử tiền mã hóa chùm khác nhau. Phần tử tiền mã hóa W trong trường hợp này có thể được biểu diễn là:

$$W = \alpha \cdot \begin{bmatrix} b_0 & b_1 & \cdots & b_{L-1} \\ \varphi_0 b_0 & \varphi_1 b_1 & \cdots & \varphi_{L-1} b_{L-1} \end{bmatrix}$$

Ở đây, W là ma trận phần tử tiền mã hóa $N \times L$, trong đó N là số lượng của các cổng anten truyền, L là xếp hạng truyền (nghĩa là số lượng của các dòng trong không gian được truyền), $b_0, b_1, \dots, b_{L-1}$ là $\frac{N}{2} \times 1$ vectơ tạo chùm (các phần tử tiền mã hóa

chùm được biểu thị), $\varphi_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_{L-1}$ và α là các số phức tùy ý. Một phần tử tiền mã hóa W khác của cùng sách mã như W trên đây có thể được biểu diễn là:

$$W = \alpha \cdot \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & \cdots & b_L \\ \varphi_1 b_1 & \varphi_2 b_2 & \cdots & \varphi_L b_L \end{bmatrix}.$$

Ví dụ, nhờ báo hiệu b_0, chỉ có phần tử tiền mã hóa trước được hạn chế và nhờ báo hiệu b_1 thì cả hai phần tử tiền mã hóa sẽ được hạn chế.

Theo một số phương án, $\frac{N}{2}$ cổng anten đầu tiên được ánh xạ đối với các anten với một sự phân cực trong khi $\frac{N}{2}$ cổng anten sau được ánh xạ đối với các anten với cùng các vị trí như các anten đầu tiên, nhưng với sự phân cực trực giao. Theo các phương án như vậy, đối với mỗi cột của W (nghĩa là phần tử tiền mã hóa đối với mỗi lớp trong không gian), phần tử tiền mã hóa chùm b được truyền trên một sự phân cực và phiên bản được tạo tỷ lệ của cùng phần tử tiền mã hóa chùm φb được truyền trên sự phân cực thứ hai. Sự tạo tỷ lệ như vậy có thể tác động đến pha, biên độ, hoặc cả pha và biên độ của phần tử tiền mã hóa chùm.

Theo một phương án khác, phần tử tiền mã hóa chùm là vectơ tạo chùm được sử dụng để truyền trên nhiều lớp khác nhau, trong đó các lớp được gửi trên các sự phân cực trực giao. Trong trường hợp này, phần tử tiền mã hóa W có thể được biểu diễn là:

$$W = \alpha \cdot \begin{bmatrix} b_0 & b_0 & \cdots & b_0 \\ \varphi_0 b_0 & \varphi_1 b_0 & \cdots & \varphi_{L-1} b_0 \end{bmatrix}$$

Do đó, cần lưu ý là các phần tử tiền mã hóa chùm đối với mỗi lớp trong không gian $b_0, b_1, \ldots, b_{L-1}$ có thể là các phần tử tiền mã hóa chùm khác nhau, hoặc, một số tập hợp con của các phần tử tiền mã hóa chùm có thể giống nhau, ví dụ b_0 có thể bằng b_1.

Theo một phương án khác nữa, phần tử tiền mã hóa chùm là vectơ tạo chùm được sử dụng để truyền trên lớp cụ thể và trên sự phân cực cụ thể. Nghĩa là, phần tử tiền mã hóa chùm có thể được xác định theo cách hơi khác với sự xác định trên đây. Sự xác định của phần tử tiền mã hóa chùm có thể, ví dụ, cho phép các phần tử tiền mã hóa chùm khác nhau được truyền trên các sự phân cực khác nhau của cùng lớp, như

$$W = \alpha \cdot \begin{bmatrix} b_0 & b_2 & \cdots & b_{2L-2} \\ \varphi_0 b_1 & \varphi_1 b_3 & \cdots & \varphi_{L-1} b_{2L-1} \end{bmatrix}.$$

Theo một phương án vẫn còn khác, các phần tử tiền mã hóa chùm có thể được xác định nhờ không xét đến sự phân cực là

$$W = \alpha \cdot [b_0 \quad b_1 \quad \dots \quad b_{L-1}].$$

Lưu ý là các phần tử tiền mã hóa chùm $b_0, b_1, \dots, b_{L-1}$ có thể được chọn rõ ràng từ tập hợp của các phần tử tiền mã hóa chùm (sách mã) hoặc chúng có thể được chọn ngầm khi lựa chọn (toàn bộ) phần tử tiền mã hóa W từ sách mã $\boldsymbol{X}$. Cần lưu ý là sự lựa chọn của (toàn bộ) phần tử tiền mã hóa W có thể được thực hiện với một hoặc một vài PMI. Trong trường hợp trong đó sự lựa chọn của toàn bộ phần tử tiền mã hóa W được thực hiện với một vài PMI, các phần tử tiền mã hóa chùm kết quả đối với mỗi lớp có thể là hàm của chỉ một tập hợp con của các PMI hoặc chúng có thể là hàm của tất cả các PMI.

Mặc dù vậy, bất kể cách thức cụ thể mà phần tử tiền mã hóa chùm được xác định, một hoặc nhiều phương án trong bản mô tả này cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa W mà có phần tử tiền mã hóa chùm nhất định chung, nhờ hạn chế phần tử tiền mã hóa chùm đó. Nghĩa là, theo một số phương án, CSR (codebook subset restriction - sự hạn chế tập hợp con của sách mã) có thể được báo hiệu dựa trên tập hợp của các phần tử tiền mã hóa chùm b có thể có, thay vì CSR được báo hiệu trên tập hợp của (toàn bộ) các phần tử tiền mã hóa W có thể có. Theo một số phương án như vậy, thiết bị 14 sẽ giả định là phần tử tiền mã hóa W được hạn chế nếu một hoặc nhiều trong số các phần tử tiền mã hóa chùm $b_0, b_1, \dots, b_{L-1}$ của mỗi lớp được hạn chế. Theo phương án như vậy khác, phần tử tiền mã hóa chùm của mỗi lớp phải được hạn chế đối với thiết bị 14 để giả định là toàn bộ phần tử tiền mã hóa W được hạn chế.

Xem xét ví dụ cụ thể đối với sách mã 8TX với xếp hạng truyền 2. Theo một số phương án, sách mã này được xác định như được thể hiện trên Fig.6. Được xác định theo cách này, mỗi phần tử tiền mã hóa W được tạo thành một phần từ phần tử tiền mã hóa chùm v_m (lưu ý sự dịch ký hiệu từ $b_0, b_1, \dots, b_{L-1}$ thành v_m). Chỉ số phần tử tiền mã hóa chùm m là giống nhau đối với một số phần tử tiền mã hóa W, bao gồm, chẳng hạn, các phần tử tiền mã hóa mà chỉ số sách mã con i_2 của chúng bằng 0, 1, 8, 9, 12 hoặc 13 (do đối với các phần tử tiền mã hóa đó $m = 2i_1$). Điều này có nghĩa là các phần tử tiền mã hóa W đó có cùng phần tử tiền mã hóa chùm v_m chung. Do đó, một số phương

án trong bản mô tả này cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa W mà có phần tử tiền mã hóa chùm v_m cụ thể chung, nhờ hạn chế phần tử tiền mã hóa chùm v_m đó, ví dụ, với bit đơn. Sự hạn chế của phần tử tiền mã hóa chùm v_m này có thể được báo hiệu, chẳng hạn, theo chỉ số m (ví dụ, các phần tử tiền mã hóa chùm được đánh chỉ số với trị số cụ thể của m được hạn chế). Sự báo hiệu trong trường hợp này có thể tạo thành ảnh bit, với các bit khác nhau trong ảnh bit được dành riêng tương ứng để chỉ báo liệu các phần tử tiền mã hóa chùm khác nhau có được hạn chế khỏi được sử dụng hay không. Ví dụ, sự báo hiệu có thể tạo thành ảnh bit của m trị số, với các bit khác nhau trong ảnh bit được dành riêng tương ứng để chỉ báo liệu các phần tử tiền mã hóa chùm được đánh chỉ số với các trị số khác nhau trong số m trị số có được hạn chế khỏi sử dụng hay không.

Theo các phương án thay thế không được thể hiện trên Fig.6, phần tử tiền mã hóa chùm v_m được thay thế bởi phần tử tiền mã hóa chùm $v_{k,l}$, mà là tích Kronecker của vectơ tạo chùm thẳng đứng x_V với chỉ số k và vectơ tạo chùm nằm ngang x_H với chỉ số l. Ví dụ, như được lưu ý trên đây, các vectơ tạo chùm này có thể bao gồm các vectơ DFT. Bất kể, sự hạn chế của phần tử tiền mã hóa chùm $v_{k,l}$ có thể được báo hiệu theo cặp chỉ số (k, l). Sự báo hiệu trong trường hợp này có thể tạo thành ảnh bit của các cặp trị số (k, l), với các bit khác nhau trong ảnh bit được dành riêng tương ứng để chỉ báo liệu các phần tử tiền mã hóa chùm được đánh chỉ số với các cặp trị số (k, l) khác nhau có được hạn chế khỏi sử dụng hay không.

Thay vì ảnh bit như vậy, sự hạn chế của một hoặc nhiều phần tử tiền mã hóa chùm $v_{k,l}$ theo một số phương án được báo hiệu chung theo "hình chữ nhật" được xác định bởi hai cặp trị số (k, l): cụ thể là, (k_0, l_0) và (k_1, l_1). Trong trường hợp này, các phần tử tiền mã hóa chùm $v_{k,l}$ với các chỉ số $k_0 < k < k_1$ và $l_0 < l < l_1$ được hạn chế.

Như một phương án thay thế khác nữa, sự hạn chế của một hoặc nhiều phần tử tiền mã hóa chùm $v_{k,l}$ theo một số phương án được báo hiệu theo ảnh bit của k trị số và/hoặc ảnh bit của l trị số. Nếu được báo hiệu như chỉ ảnh bit của k trị số, thì thiết bị theo một số phương án giả định là các phần tử tiền mã hóa chùm $v_{k,l}$ bất kỳ với k trị số nhất định được hạn chế, bất kể l trị số của các phần tử tiền mã hóa đó. Nếu được báo hiệu như chỉ ảnh bit của l trị số, thì thiết bị theo một số phương án giả định là các phần tử tiền mã hóa chùm $v_{k,l}$ bất kỳ với l trị số nhất định được hạn chế, bất kể k trị số của

các phần tử tiền mã hóa đó. Nếu được báo hiệu như cả ảnh bit của k trị số và ảnh bit của l trị số, thì thiết bị theo một số phương án giả định là chỉ có các phần tử tiền mã hóa chùm $v_{k,l}$ với các cặp trị số (k, l) nhất định như được xác định chung bởi các ảnh bit đó được hạn chế.

Nói như vậy, các sự hạn chế được chỉ định về k và/hoặc l trị số có thể, theo ý nghĩa nào đó, được coi là các sự hạn chế ở mức độ chi tiết tinh hơn so với ngay cả chính các phần tử tiền mã hóa chùm. Thực vậy, như được lưu ý trên đây, mỗi phần tử tiền mã hóa chùm $v_{k,l}$, theo một số phương án là tích Kronecker của vectơ tạo chùm thẳng đứng x_V với chỉ số k và vectơ tạo chùm nằm ngang x_H với chỉ số l. Do đó, việc báo hiệu sự hạn chế như k và/hoặc l trị số theo cách hiệu quả trở thành hạn chế các thành phần (con) x_H hoặc x_V.

Xem xét một ví dụ về các phương án có độ chi tiết tinh hơn này trong đó sự hạn chế tập hợp con của sách mã là để được áp dụng đối với các phần tử tiền mã hóa chùm với l trị số là 3 hoặc 4. Nếu kết cấu này của sự hạn chế tập hợp con của sách mã sẽ được báo hiệu với ảnh bit thông thường, thì $N = N_H \cdot N_V = 64$ bit sẽ được sử dụng. Ngược lại, sơ đồ theo các phương án có độ chi tiết tinh hơn này xem xét sự hạn chế của toàn bộ "các hàng" phần tử tiền mã hóa, nghĩa là tất cả các phần tử tiền mã hóa mà được tạo thành từ các phần tử tiền mã hóa chùm với cùng chỉ số-l hoặc là được bật hoặc là được tắt. Do đó, để báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã theo ví dụ này, ảnh bit '00011000' của l trị số, gồm có $N_V = 8$ bit, có thể được gửi. Với sơ đồ này, thấy được sự giảm lớn của số lượng bit được yêu cầu để báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã. Tuy nhiên, không phải tất cả trong số 2^N sự hạn chế tập hợp con của sách mã có thể có có thể được báo hiệu.

Theo phương án tương tự, sự hạn chế được áp dụng trên "các cột" phần tử tiền mã hóa k và sự hạn chế tập hợp con của sách mã được báo hiệu với ảnh bit dài N_H bit, chỉ báo các sự hạn chế của toàn bộ "các cột" phần tử tiền mã hóa.

Theo một phương án khác bit khởi đầu bổ sung được chèn trong đó '1' chỉ báo là sự mã hóa được thực hiện "theo hàng" như trên, trong khi đó '0' chỉ báo việc được thực hiện "theo cột".

Theo một phương án khác nữa, thiết bị 14 sẽ giả định là phần tử tiền mã hóa W được hạn chế nếu cả phần tử tiền mã hóa thẳng đứng và nằm ngang trong cấu trúc Kronecker được hạn chế. Nếu chỉ một trong số các phần tử tiền mã hóa thẳng đứng và nằm ngang được hạn chế, thì thiết bị 14 sẽ không giả định là phần tử tiền mã hóa kết quả sau phép tính Kronecker được hạn chế.

Theo đó, một hoặc nhiều phương án trong bản mô tả này khai thác theo cách thuận lợi cấu trúc Kronecker của sách mã để tạo ra sự báo hiệu trên Fig.5 theo các chỉ số k, l, và/hoặc m. Theo một số phương án, ví dụ, sự báo hiệu được tạo ra để cùng hạn chế, ví dụ, với bit đơn, nhóm của các phần tử tiền mã hóa mà hoặc là (i) có cùng trị số của chỉ số k; (ii) có cùng trị số của chỉ số l; hoặc là (iii) có cùng cặp trị số đối với các chỉ số (k, l).

Theo một số phương án, sự báo hiệu mà cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa nhờ hạn chế thành phần nhất định (ví dụ, phần tử tiền mã hóa chùm) mà các phần tử tiền mã hóa đó có chung là thuộc thuyết không thể biết xếp hạng. Nghĩa là, sự báo hiệu cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa không quan tâm đến xếp hạng truyền của các phần tử tiền mã hóa (nghĩa là, không quan tâm đến chúng thuộc về sách mã đặc trưng theo xếp hạng nào). Ví dụ, các phương án mà hạn chế phần tử tiền mã hóa chùm b_0 đơn có thể được mở rộng sao cho tất cả các phần tử tiền mã hóa qua tất cả các xếp hạng mà chứa phần tử tiền mã hóa chùm được hạn chế b_0 được hạn chế. Do đó, tất cả các phần tử tiền mã hóa qua tất cả các xếp hạng mà chứa phần tử tiền mã hóa chùm b_0 nhất định là nhóm phần tử tiền mã hóa mà có thể được cùng hạn chế. Do đó, theo một số phương án, ưu điểm của báo hiệu CSR dựa trên các phần tử tiền mã hóa chùm đó là một không cần báo hiệu CSR tách riêng đối với các phần tử tiền mã hóa với xếp hạng khác nhau (các phần tử tiền mã hóa với xếp hạng khác nhau được hạn chế với cùng CSR). Điều này giảm tổng phí báo hiệu.

Sự báo hiệu mà cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa đó có chung cũng chứng minh tính hiệu quả để hạn chế các phần tử tiền mã hóa mà truyền toàn bộ hoặc một phần về các hướng chỉ góc nhất định. Thực vậy, theo một số phương án trong bản mô tả này, nút mạng 10 cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa mà truyền ít nhất một phần về

hướng chỉ góc nhất định, nhờ hạn chế thành phần nhất định (ví dụ, phần tử tiền mã hóa chùm) mà có hướng chỉ góc đó. Theo cách này, nút mạng 10 tránh truyền năng lượng theo hướng nhất định, nhờ báo hiệu đối với thiết bị 14 bằng CSR mà thiết bị 14 sẽ không tính toán phản hồi đối với hướng cụ thể đó.

Cụ thể hơn nữa liên quan đến vấn đề này, khi mỗi phần tử tiền mã hóa W được tạo thành từ nhiều phần tử tiền mã hóa chùm, phần tử tiền mã hóa W, theo ý nghĩa nào đó, có nhiều hướng chỉ góc tương ứng với các hướng chỉ góc của các phần tử tiền mã hóa chùm thành phần của nó (trong đó mỗi phần tử tiền mã hóa chùm có, ví dụ, hướng chỉ góc phương vị và thiên đỉnh của chính nó). Mặc dù vậy, theo ý nghĩa khác, phần tử tiền mã hóa W có hướng chỉ góc tổng thể là kết hợp (ví dụ, trung bình) của các hướng tương ứng của các phần tử tiền mã hóa chùm của nó. Nhờ hạn chế các phần tử tiền mã hóa chùm mà có các hướng chỉ góc nhất định, các phương án trong bản mô tả này hạn chế theo cách hiệu quả các phần tử tiền mã hóa mà truyền ít nhất một phần theo các hướng đó, và thực hiện như vậy với tổng phí báo hiệu được giảm.

Như một ví dụ, tập hợp của các phần tử tiền mã hóa xếp hạng-1 với cùng hướng chỉ góc nhưng với các thuộc tính phân cực khác nhau, như toàn bộ tập hợp của các phần tử tiền mã hóa xếp hạng-1

$$\begin{bmatrix} b_0 \\ e^{j\omega_0} b_0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} b_0 \\ e^{j\omega_1} b_0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} b_0 \\ e^{j\omega_2} b_0 \end{bmatrix},$$

có thể được hạn chế nhờ báo hiệu sự hạn chế của phần tử tiền mã hóa chùm b_0 đơn. Nghĩa là, khi sự hạn chế được báo hiệu đối với phần tử tiền mã hóa chùm nhất định, sự hạn chế áp dụng ngầm đối với tất cả các pha phân cực của chùm được báo hiệu. Do đó, nhóm của các phần tử tiền mã hóa xếp hạng-1 được lấy làm ví dụ trên đây được kết hợp với bit CSR đơn và theo đó được cùng hạn chế. Điều này giảm độ phức tạp của thiết bị và tổng phí báo hiệu CSR, do chỉ có hướng chùm là cần được báo hiệu.

Theo một ví dụ khác, tập hợp của các phần tử tiền mã hóa xếp hạng-1

$$\begin{bmatrix} b_0 \\ e^{j\omega_0} b_1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} b_2 \\ e^{j\omega_1} b_0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} b_0 \\ e^{j\omega_2} b_2 \end{bmatrix},$$

có thể được cùng hạn chế nhờ báo hiệu sự hạn chế của phần tử tiền mã hóa chùm b_0 đơn. Do đó, nhóm của các phần tử tiền mã hóa xếp hạng-1 được lấy làm ví dụ trên đây được kết hợp với bit CSR đơn và theo đó được cùng hạn chế.

Sự hạn chế của các phần tử tiền mã hóa với các hướng chỉ góc nhất định cũng có thể được hoàn thành nhờ chỉ định các sự hạn chế theo k và/hoặc l trị số nhất định. Điều này được minh họa với tham chiếu đến Fig.7, mà minh họa các hướng chỉ chùm hình chữ nhật của các phần tử tiền mã hóa xếp hạng-1 trong sách mã theo một ví dụ. Theo ví dụ này, nút mạng có mảng anten 4x4 trong đó không có góc nghiêng xuống cơ khí nào được sử dụng. Sách mã Kronecker gồm có 8 phần tử tiền mã hóa thẳng đứng và 8 phần tử tiền mã hóa nằm ngang, nghĩa là $N_H = N_V = 8$. Theo ví dụ này, sự hạn chế tập hợp con của sách mã được áp dụng để hạn chế các chùm với các hướng chỉ trong khoảng thiên đỉnh $[80°, 100°]$ (khoảng được minh họa bởi các đường chấm chấm). Nghĩa là, sự hạn chế tập hợp con của sách mã được áp dụng trong khoảng góc $80° < \theta < 100°$, sao cho các phần tử tiền mã hóa với các chỉ số là chỉ số-l 3 và 4 được hạn chế. Các chùm được hạn chế được minh họa bởi 'o' trong khi các chùm không được hạn chế được minh họa bởi 'x'. Chỉ số chùm k trong sách mã nằm ngang và l trong sách mã thẳng đứng được ghi cạnh các chùm như (k, l). Do đó, để báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã theo ví dụ này, ảnh bit '00011000' của l trị số, gồm có $N_V = 8$ bit, có thể được gửi. Với sơ đồ này, thấy được sự giảm lớn của số lượng bit được yêu cầu để báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã.

Theo một phương án khác, thiết bị 14 sẽ giả định là phần tử tiền mã hóa được hạn chế nếu cả phần tử tiền mã hóa thẳng đứng và nằm ngang trong cấu trúc Kronecker được hạn chế. Điều này cho phép hạn chế "cửa sổ" hình chữ nhật của các góc chỉ trước của chùm như được thấy từ nút mạng 10.

Điều này cũng có thể được hoàn thành nhờ báo hiệu sự hạn chế như "hình chữ nhật" của các phần tử tiền mã hóa được xác định bởi các cặp chỉ số (k_0, l_0) và (k_1, l_1). Với sơ đồ này, các phần tử tiền mã hóa với các chỉ số $k_0 < k < k_1$ và $l_0 < l < l_1$ được hạn chế.

Sự hạn chế dựa trên thành phần của nhóm phần tử tiền mã hóa chỉ là một ví dụ của các phương án mà cung cấp sự báo hiệu CSR thuộc thuyết không thể biết xếp hạng.

Các phương án khác trong bản mô tả này cũng cung cấp sự báo hiệu thuộc thuyết không thể biết xếp hạng như vậy. Ví dụ, một số phương án trong bản mô tả này tạo ra sự báo hiệu để cùng chỉ báo là nhóm của các phần tử tiền mã hóa mà truyền toàn bộ hoặc một phần theo (các) hướng chỉ góc nhất định được hạn chế, nhờ tạo ra sự báo hiệu để chỉ báo (rõ ràng hoặc ngầm) (các) hướng chỉ góc đó. Sự báo hiệu có thể, chẳng hạn, chỉ định vùng hoặc khoảng góc mà được hạn chế, theo một hoặc nhiều thông số góc. Sự hạn chế này có thể liên quan đến hướng chỉ góc của phần tử tiền mã hóa nói chung, hoặc hướng chỉ góc của phần tử tiền mã hóa chùm bất kỳ tạo thành phần tử tiền mã hóa.

Theo một phương án, vùng hoặc khoảng góc có thể được biểu diễn bởi các điểm góc (ϕ_0, θ_0) và (ϕ_1, θ_1), mở rộng hình chữ nhật trong miền góc. Ở đây, ϕ và θ lần lượt là các góc phương vị và thiên đỉnh đối với eNodeB. Nhiều vùng hình chữ nhật như vậy có thể được báo hiệu mặc dù phương án này tập trung vào trường hợp của vùng hình chữ nhật đơn để cho đơn giản. Tiếp theo, thiết bị 14 có thể tính các hướng chỉ góc của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã và so sánh chúng với vùng góc được hạn chế để suy ra sự hạn chế tập hợp con của sách mã. Thiết bị 14 có thể cần một số thông tin bổ sung liên quan đến giả định những gì về bộ truyền mảng anten (mà không cần tương ứng với mảng anten được sử dụng thực tế) để có thể tính các hướng chỉ của các phần tử tiền mã hóa. Xem xét phương án làm ví dụ trong đó các sách mã (con) của sách mã Kronecker gồm có các phần tử tiền mã hóa DFT, nghĩa là

Sách mã nằm ngang có thể được biểu diễn là $\boldsymbol{X}_H^k = \left[1 \;\; e^{j2\pi\frac{1k+\Delta_h}{M_hQ_h}} \;\; \dots \;\; e^{j2\pi\frac{(M_h-1)k+\Delta_h}{M_hQ_h}}\right]^T$, $k = 0, \dots, M_hQ_h - 1$, trong đó Q_h là hệ số lấy mẫu vượt quá nằm ngang nguyên và Δ_h có thể nhận trị số trong khoảng từ 0 đến 1 để sao cho "dịch" mẫu chùm (Δ_h =0,5 có thể là trị số quan tâm để tạo ra sự đối xứng của các chùm đối với phía bên của mảng).

Sách mã thẳng đứng có thể được biểu diễn là $\boldsymbol{X}_V^l = \left[1 \;\; e^{j2\pi\frac{1l+\Delta_v}{M_vQ_v}} \;\; \dots \;\; e^{j2\pi\frac{(M_v-1)l+\Delta_v}{M_vQ_v}}\right]^T$, $l = 0, \dots, M_vQ_v - 1$, trong đó $Q_v$là hệ số lấy mẫu vượt quá thẳng đứng nguyên và Δ_v được xác định tương tự như trên.

Hướng chỉ của phần tử tiền mã hóa (k, l) có thể được tính nhờ trước tiên tính góc chỉ đối với phía bên của mảng anten:

$$\tilde{\theta} = acos(\frac{k + \Delta - \frac{Q_v M_v}{2}}{d_V Q_v M_v})$$

$$\tilde{\phi} = asin(\frac{l + \Delta - \frac{Q_h M_h}{2}}{d_H Q_h M_h \, sin(\tilde{\theta})})$$

Trong đó d_V và d_H lần lượt là khoảng đặt cách phần tử anten thẳng đứng và nằm ngang của mảng, theo các bước sóng. Góc nghiêng xuống cơ khí β được tính đến để tính các góc chỉ chùm thực tế là:

$$\phi = \angle(cos(\tilde{\phi}) \, sin(\tilde{\theta}) \, cos(-\beta) - cos(\tilde{\theta}) \, sin(-\beta) + j \, sin(\tilde{\theta}) \, sin(\tilde{\theta}))$$

$$\theta = acos(cos(\tilde{\phi}) \, sin(\tilde{\theta}) \, sin(-\beta) + cos(-\beta) \, cos(\tilde{\theta}))$$

Thiết bị 14 cần được báo hiệu thông tin bổ sung d_H, d_V và β để có thể tính hướng chỉ chùm của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã. Giả định là thiết bị 14 đã biết các thông số Q_v, M_v, Q_h, M_h và Δ như một phần của cấu trúc sách mã.

Theo đó, tập hợp của các thông số $\phi_0, \theta_0, \phi_1, \theta_1, d_H, d_V, \beta$ thông số hóa sự hạn chế tập hợp con của sách mã theo phương án này. Khi báo hiệu các thông số này, một vài chiến lược có thể được sử dụng.

Theo một phương án, mỗi thông số được lượng tử hóa đều với số lượng bit, qua khoảng được xác định trước. Một ví dụ được đưa ra trong bảng dưới đây.

Các thông số	Khoảng	Các bit lượng tử hóa
$\phi_0, \theta_0, \phi_1, \theta_1$	[0,180] [độ]	6
d_H, d_V	[0,2]	4
β	[-30,30] [độ]	6

Theo phương án này, số lượng bit được yêu cầu để báo hiệu sự hạn chế tập hợp con của sách mã là 38. Lưu ý là điều này độc lập với kích thước sách mã.

Theo một phương án khác, mỗi thông số có thể nhận trị số từ tập hợp cố định của các trị số có thể có. Mỗi trị số có thể có của thông số được mã hóa với số lượng bit khác nhau phụ thuộc vào, ví dụ, khả năng xảy ra được nhận biết về việc thông số nhận trị số đó. Ví dụ, khoảng đặt cách phần tử mảng nằm ngang d_H có thể được mã hóa như sau

Trị số	0,5	0,8	0,65	1	4	2	0,75
Bit	1	01	0011	0010	0001	00001	00000

Theo phương án này, sự mã hóa của d_H được thiết kế để tính đến $d_H = 0{,}5$ là trị số chung đối với sự tách riêng phần tử anten nằm ngang, theo đó mã hóa trị số này với số lượng bit thấp. Các trị số khác, ít chung hơn, được mã hóa với số lượng bit lớn hơn. Lưu ý là sự mã hóa của d_H theo phương án này tạo thành mã có thể giải mã được theo cách duy nhất.

Theo một phương án khác, một số trong các thông số được lượng tử hóa đều với số lượng bit qua khoảng được xác định trước, trong khi các thông số khác được mã hóa với số lượng bit khác nhau như theo phương án trước.

Theo một số phương án khác, các tập hợp khác nhau của các thông số liên quan đến vùng góc được hạn chế có thể tạo thành các thông số mà xác định sự hạn chế tập hợp con của sách mã. Theo một phương án như vậy, chỉ có khoảng thiên đỉnh $\theta_0 \leq \theta < \theta_1$ được hạn chế, và theo đó, θ_0, θ_1 có thể được gửi. Theo một phương án khác như vậy, sự hạn chế chỉ là khoảng phương vị $\phi_0 \leq \phi < \phi_1$. Theo một phương án khác nữa như vậy, khoảng góc có thể là không giới hạn, nghĩa là $\phi < \phi_1$ tạo thành sự hạn chế.

Theo các phương án khác, các thông số liên quan đến mảng anten như d_H, d_V và Ψ không phải là một phần của các thông số hạn chế tập hợp con của sách mã, thay vì đó chúng có thể đã được biết đối với UE hoặc UE giả định trị số mặc định của các thông số này và eNodeB chọn các góc hạn chế (ϕ_0, θ_0) và (ϕ_1, θ_1) theo cách sao cho các phần tử tiền mã hóa dự tính được hạn chế khi UE tính sự hạn chế dựa trên các trị số mặc định của các thông số này, trong đó các trị số mặc định của các thông số này có thể khác với trị số thực tế của các thông số này.

Theo các phương án khác, nhiều thông số hơn có thể được bao gồm trong các thông số hạn chế tập hợp con của sách mã. Theo một phương án như vậy, góc lăn ngang γ của mảng anten có thể được bao gồm trong các thông số hạn chế tập hợp con của sách mã.

Theo các biến đổi và biến thể trên, tác giả sáng chế nhận ra là có nhiều cách mà sự báo hiệu CSR có thể cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm. Sự báo hiệu có thể thuộc thuyết không thể biết xếp hạng hoặc không. Và sự báo hiệu có thể hạn chế thành phần nhất định mà có chung đối với nhóm hoặc báo hiệu các thông số góc được kết hợp với nhóm. Sự báo hiệu có thể có dạng của ảnh bit đối với các chỉ số phần tử tiền mã hóa chùm, có dạng của các thông số góc, có dạng của các cặp chỉ số sách mã con, có dạng của ảnh bit đối với các chỉ số của sách mã con đơn, v.v.. Mặc dù vậy, bất kể các biến thể cụ thể này, tổng phí báo hiệu CSR được giảm dựa trên tương quan của các sự hạn chế phần tử tiền mã hóa hoặc nhóm tương đương các phần tử tiền mã hóa. Nhưng sự cùng hạn chế dựa trên nhóm có nghĩa là không phải tất cả 2^N kết cấu hạn chế tập hợp con của sách mã là có thể vận chuyển tải đến thiết bị 14. Thay vì đó, chỉ có tập hợp con của các kết cấu có thể có là có thể được chọn.

Do đó, ít nhất một số phương án cân bằng sự tổn thất về tính linh hoạt gây ra bởi sự cùng hạn chế với các lợi ích về tổng phí báo hiệu bởi sự cùng hạn chế như vậy nhờ thực hiện sự cùng hạn chế đối với chỉ một phần của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã. Nghĩa là, sự hạn chế tập hợp con của sách mã có thể được tạo kết cấu với tính linh hoạt toàn phần trên tập hợp con A của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã (có nghĩa là mỗi trong số các phần tử tiền mã hóa có thể được bật hoặc tắt theo cách riêng lẻ), trong khi chỉ vài kết cấu có thể được chọn đối với tập hợp B còn lại của các phần tử tiền mã hóa. Ví dụ, sự hạn chế tập hợp con của sách mã đối với tập hợp B còn lại của các phần tử tiền mã hóa có thể chỉ được biểu diễn bởi một bit, hoặc là bật hoặc là tắt tất cả các phần tử tiền mã hóa trong tập hợp. Điều này sẽ giảm tổng phí báo hiệu CSR mà có lợi.

Như một ví dụ trong ngữ cảnh của các phần tử tiền mã hóa chùm, sách mã có thể gồm có hai tập hợp của các phần tử tiền mã hóa. Một trong số các tập hợp gồm có các phần tử tiền mã hóa mà có thể được biểu diễn tương đương như hàm của các phần tử

tiền mã hóa chùm đặc trưng theo lớp (như được xác định trên đây) trong khi tập hợp kia có thể gồm có các phần tử tiền mã hóa tùy ý. Theo phương án này, tập hợp thứ nhất của các phần tử tiền mã hóa có thể được tạo kết cấu với tính linh hoạt toàn phần trong khi các phần tử tiền mã hóa khác trong sách mã có thể được tạo kết cấu với tính linh hoạt giới hạn.

Phương án này chỉ là một ví dụ của việc nhóm phần tử tiền mã hóa trong sách mã trong đó các phần tử tiền mã hóa thuộc về tập hợp A được biểu diễn theo cách riêng lẻ bởi một bit trong khi tất cả các phần tử tiền mã hóa trong tập hợp B được cùng hạn chế với bit đơn. Phương án này có thể được mở rộng thêm nữa nhờ có nhiều tập hợp B như B_1,B_2,... B_N trong đó mỗi trong số tập hợp B_n, n=1,...,N chứa ít nhất hai phần tử tiền mã hóa và được kết hợp với một bit CSR. Trên Fig.8 một ví dụ được thể hiện trong đó mỗi trong số các Phần tử tiền mã hóa 1 đến 14 được biểu diễn bởi bit riêng lẻ (Tập hợp A), trong khi tất cả các phần tử tiền mã hóa trong nhóm B1 được biểu diễn bởi bit CSR đơn, ví dụ bit cho phần tử tiền mã hóa 15.

Các nhóm được xác định cũng có thể chồng lên nhau, sao cho phần tử tiền mã hóa đã cho tồn tại trong nhiều nhóm. Nếu là trường hợp này, thì các quy tắc ưu tiên hoặc kết hợp cần được xác định, sao cho thiết bị 14 hiểu cách thức diễn dịch trường hợp khi một phần tử tiền mã hóa được hạn chế nhờ sự báo hiệu của một nhóm nhưng không từ một nhóm khác mà nó thuộc về.

Do đó, theo một phương án chi tiết thêm nữa, các nhóm B_n trên Fig.8 có thể chồng lên nhau và các quy tắc được chỉ định trong văn bản tiêu chuẩn về cách thức thiết bị 14 sẽ diễn dịch sự báo hiệu CSR. Chẳng hạn, giả định mỗi trong số hai nhóm B_1 và B_2 được biểu diễn bởi một bit và một phần tử tiền mã hóa đó thuộc về cả hai nhóm. Một quy tắc có thể là nếu phần tử tiền mã hóa được hạn chế trong nhóm bất kỳ trong số các nhóm mà nó thuộc về, thì phần tử tiền mã hóa sẽ được giả định là được hạn chế. Một phương án thay thế khác là phần tử tiền mã hóa phải được hạn chế trong cả hai nhóm đối với phần tử tiền mã hóa để được giả định là được hạn chế.

Theo một số phương án trong bản mô tả này, sự hạn chế tập hợp con của sách mã được đề cập bằng cách sử dụng thuật ngữ *các phần tử tiền mã hóa* và *các sách mã.* Có thể được giả định là sự hạn chế đặc trưng theo chùm được sử dụng trong các phương án

này, và thuật ngữ có thể được hoán đổi đối với *các phần tử tiền mã hóa chùm* và *tập hợp của các phần tử tiền mã hóa chùm*, phụ thuộc vào độ chi tiết đang được đề cập.

Lưu ý là, mặc dù, thuật ngữ từ LTE 3GPP đã được sử dụng trong bản mô tả này để làm ví dụ trong các phương án trong bản mô tả này, nhưng điều này không được hiểu là giới hạn phạm vi của các phương án chỉ vào hệ thống được đề cập trên đây. Các hệ thống không dây khác, bao gồm WCDMA, WiMax, UMB và GSM, cũng có thể có lợi khi khai thác các ý tưởng được bao trùm trong bản mô tả này.

Ngoài ra, lưu ý là thuật ngữ như eNodeB và UE sẽ được coi là không giới hạn và cụ thể là không bao hàm quan hệ phân cấp nhất định giữa hai thiết bị; nói chung "eNodeB" có thể được coi là thiết bị 1 và "UE" là thiết bị 2, và hai thiết bị này truyền thông với nhau qua kênh rađio nào đó. Ở đây, tác giả sáng chế tập trung vào sự truyền không dây theo liên kết xuống, nhưng các phương án trong bản mô tả này có thể áp dụng như nhau theo liên kết lên.

Các phương án trong bản mô tả này cũng bao gồm các phương pháp trong thiết bị truyền thông không dây 14 tương ứng với các phương pháp được mô tả trên đây trong nút mạng 10. Các phương pháp này nhận và giải mã sự báo hiệu mà nút mạng 10 tạo ra theo phương án bất kỳ trong số các phương án trên đây.

Theo một phương án được thể hiện trên Fig.9, ví dụ, phương pháp được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây 14 (ví dụ, UE) để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng 10 chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Phương pháp này bao gồm bước nhận sự báo hiệu (Khối 300). Phương pháp cũng bao gồm, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã, bước giải mã sự báo hiệu để nhận dạng kết cấu nào trong số các kết cấu có thể có khác nhau được báo hiệu thực tế đối với nhóm đó. Các kết cấu có thể có khác nhau ở đây hạn chế các nhóm con khác nhau của các phần tử tiền mã hóa trong nhóm khỏi được sử dụng. Sự giải mã này tiến hành trên cơ sở từng nhóm, bắt đầu với nhóm thứ nhất (Khối 310). Cụ thể, sự giải mã đòi hỏi nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm thứ nhất, mẫu bit được nhận dạng để báo hiệu mỗi kết cấu tham chiếu, và độ dài của mẫu bit đó (Khối 320). (Các) kết cấu tham chiếu này có thể được xác định trước ở thiết bị 14, hoặc có thể được báo hiệu từ nút mạng 10. Bất kể, tiếp theo sự giải mã đòi

hỏi phát hiện kết cấu thực tế được báo hiệu đối với nhóm, nhờ phát hiện mẫu bit trong sự báo hiệu được nhận mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế có so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu; và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp (Khối 330).

Như vậy có thể đòi hỏi, ví dụ, quyết định độ dài *B* của mẫu bit được xác định để báo hiệu kết cấu tham chiếu cụ thể, và kiểm tra liệu chuỗi có độ dài-*B* của các bit tiếp theo trong sự báo hiệu có tương ứng với mẫu bit được xác định để báo hiệu kết cấu tham chiếu đó. Sự quyết định và kiểm tra này có thể được thực hiện đối với mỗi trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu, sau đó (nếu không có kết cấu tham chiếu nào được nhận dạng là đang được báo hiệu) chuỗi có độ dài mặc định của các bit tiếp theo trong sự báo hiệu được giải mã để phát hiện các kết cấu không tham chiếu.

Bất kể phương án thực hiện cụ thể của quy trình giải mã (các Khối 320-330), sự giải mã được lặp lại đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã (các Khối 340, 350).

Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rõ rằng các phương án phía thiết bị bao gồm sự giải mã của phương án bất kỳ trong số các phương án phía mạng được minh họa với tham chiếu đến Fig.3, bao gồm chẳng hạn "phương án các hàng tương tự" và "phương án các cột tương tự".

Theo một hoặc nhiều phương án khác được thể hiện trên Fig.10, phương pháp được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây 14 (ví dụ, UE) để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng 10 chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng (ví dụ, các phần tử tiền mã hóa tích Kronecker nào được hạn chế). Như được thể hiện, phương pháp này bao gồm bước nhận sự báo hiệu từ nút mạng 10 (ví dụ, trạm cơ sở) (Khối 400). Phương pháp cũng bao gồm bước giải mã sự báo hiệu như cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong mỗi nhóm trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa (Khối 410). Theo ít nhất một số phương án, sự giải mã như vậy gồm giải mã sự báo hiệu (i) như thuộc thuyết không thể biết xếp hạng để sao cho hạn chế các phần tử tiền mã hóa bất kể xếp hạng truyền của chúng; và/hoặc (ii) như cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa đó có chung.

Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rõ rằng các phương án phía thiết bị bao gồm sự giải mã của phương án bất kỳ trong số các phương án phía mạng được minh họa với tham chiếu đến Fig.5. Như vậy, ví dụ, thiết bị 14 theo một số phương án giải mã sự báo hiệu như cùng hạn chế nhóm của các phần tử tiền mã hóa mà có phần tử tiền mã hóa chùm nhất định chung, nhờ hạn chế phần tử tiền mã hóa chùm đó. Và một hoặc nhiều phương án phía thiết bị cũng khai thác theo cách thuận lợi như vậy đối với cấu trúc Kronecker của sách mã để giải mã sự báo hiệu trên Fig.10 theo các chỉ số k, l, và/hoặc m. Theo một số phương án, ví dụ, sự báo hiệu là sự giải mã như cùng hạn chế, ví dụ, với bit đơn, nhóm của các phần tử tiền mã hóa mà hoặc là (i) có cùng trị số của chỉ số k; (ii) có cùng trị số của chỉ số l; hoặc là (iii) có cùng cặp trị số đối với các chỉ số (k, l).

Với ghi nhớ về các biến đổi và biến thể trên đây, Fig.11 minh họa các chi tiết bổ sung của nút mạng 500 (tương ứng với nút mạng 10) theo một hoặc nhiều phương án. Nút mạng 500 được tạo kết cấu, ví dụ, thông qua phương tiện hoặc bộ phận chức năng 540-570, để thực hiện sự xử lý trên Fig.2 để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây 14 các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Nút mạng 500 theo một số phương án, ví dụ, bao gồm phương tiện hoặc bộ phận nhận dạng kết cấu tham chiếu 540 để nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa. Nút mạng 500 trong trường hợp như vậy còn bao gồm phương tiện hoặc bộ phận nhận dạng kết cấu thực tế 550 để nhận dạng kết cấu thực tế đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm. Nút mạng 500 cũng bao gồm phương tiện hoặc bộ phận tạo ra tín hiệu 560 để tạo ra sự báo hiệu để chỉ báo kết cấu thực tế đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm, nhờ tạo ra sự báo hiệu như mẫu bit mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế có so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu; và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp. Nút mạng 500 sau cùng bao gồm phương tiện hoặc bộ phận gửi 570 để gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây.

Theo ít nhất một số phương án, nút mạng 500 bao gồm một hoặc nhiều mạch xử lý 510 được tạo kết cấu để thực hiện sự xử lý này, như nhờ cài đặt phương tiện hoặc bộ phận chức năng 540-570. Theo một phương án, ví dụ, (các) mạch xử lý 510 của nút cài

đặt phương tiện hoặc bộ phận chức năng 540-570 như các mạch tương ứng. Các mạch ở đây có thể bao gồm các mạnh chuyên dụng để thực hiện sự xử lý chức năng nhất định và/hoặc một hoặc nhiều bộ vi xử lý cùng với bộ nhớ 520. Theo các phương án dùng bộ nhớ 520, mà có thể bao gồm một hoặc một vài loại bộ nhớ như ROM (read-only memory - bộ nhớ chỉ đọc), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên, bộ nhớ cache, các thiết bị nhớ cực nhanh, các thiết bị lưu trữ quang học, v.v., bộ nhớ lưu trữ mã chương trình mà, khi được chạy bởi một hoặc nhiều để thực hiện một hoặc nhiều bộ vi xử lý, thực hiện các kỹ thuật được mô tả ở đây.

Theo một hoặc nhiều phương án, nút mạng 500 cũng bao gồm một hoặc nhiều giao diện truyền thông 530. Một hoặc nhiều giao diện truyền thông 530 bao gồm các thành phần khác nhau (không được thể hiện trên hình vẽ) để gửi và nhận dữ liệu và điều khiển các tín hiệu. Cụ thể hơn, (các) giao diện 530 bao gồm bộ truyền mà được tạo kết cấu để sử dụng các kỹ thuật xử lý tín hiệu đã biết, điển hình theo một hoặc nhiều chuẩn, và được tạo kết cấu để quy định tín hiệu cho sự truyền (ví dụ, qua vô tuyến thông qua một hoặc nhiều anten). Tương tự, (các) giao diện 530 bao gồm bộ nhận mà được tạo kết cấu để chuyển đổi các tín hiệu được nhận (ví dụ, thông qua (các) anten) thành các mẫu dạng số để xử lý bởi một hoặc nhiều mạch xử lý 510.

Fig.12 minh họa các chi tiết bổ sung của nút mạng 600 theo một hoặc nhiều phương án. Nút mạng 600 được tạo kết cấu, ví dụ, thông qua phương tiện hoặc bộ phận chức năng 640-650, để thực hiện sự xử lý trên Fig.5 để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Nút mạng 600 theo một số phương án, ví dụ, bao gồm phương tiện hoặc bộ phận tạo ra 640 để tạo ra sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm, ví dụ, với bit báo hiệu đơn. Nút mạng 600 cũng bao gồm phương tiện hoặc bộ phận gửi 650 để gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây.

Theo ít nhất một số phương án, nút mạng 600 bao gồm một hoặc nhiều mạch xử lý 610 được tạo kết cấu để thực hiện sự xử lý này, như nhờ cài đặt phương tiện hoặc bộ phận chức năng 640-650. Theo một phương án, ví dụ, (các) mạch xử lý 610 của nút cài

đặt phương tiện hoặc bộ phận chức năng 640-650 như các mạch tương ứng (tương tự như những gì được mô tả trên đây, ví dụ, cùng với bộ nhớ 620). Theo một hoặc nhiều phương án, nút mạng 600 cũng bao gồm một hoặc nhiều giao diện truyền thông 630.

Fig.13 minh họa các chi tiết bổ sung của thiết bị truyền thông không dây 700 (tương ứng với thiết bị truyền thông không dây 14) theo một hoặc nhiều phương án. Thiết bị 700 được tạo kết cấu, ví dụ, thông qua phương tiện hoặc bộ phận chức năng 740-760, để thực hiện sự xử lý trên Fig.9 để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Thiết bị 700 theo một số phương án, ví dụ, bao gồm phương tiện hoặc bộ phận nhận 740 để nhận sự báo hiệu từ nút mạng. Thiết bị 700 còn bao gồm phương tiện hoặc bộ phận nhận dạng 750 được tạo kết cấu, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, để nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm, mẫu bit được nhận dạng để báo hiệu mỗi kết cấu tham chiếu, và độ dài của mẫu bit đó. Thiết bị 700 sau cùng bao gồm phương tiện hoặc bộ phận phát hiện 760 được tạo kết cấu để phát hiện kết cấu thực tế được báo hiệu đối với nhóm, nhờ phát hiện mẫu bit trong sự báo hiệu được nhận mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế có so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu; và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp.

Theo ít nhất một số phương án, thiết bị 700 bao gồm một hoặc nhiều mạch xử lý 710 được tạo kết cấu để thực hiện sự xử lý này, như nhờ cài đặt phương tiện hoặc bộ phận chức năng 740-760. Theo một phương án, ví dụ, (các) mạch xử lý 710 của thiết bị cài đặt phương tiện hoặc bộ phận chức năng 740-760 như các mạch tương ứng. Các mạch ở đây có thể bao gồm các mạnh chuyên dụng để thực hiện sự xử lý chức năng nhất định và/hoặc một hoặc nhiều bộ vi xử lý cùng với bộ nhớ 720. Theo các phương án dùng bộ nhớ 720, mà có thể bao gồm một hoặc một vài loại bộ nhớ như ROM (read-only memory - bộ nhớ chỉ đọc), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên, bộ nhớ cache, các thiết bị nhớ cực nhanh, các thiết bị lưu trữ quang học, v.v., bộ nhớ lưu trữ mã chương trình mà, khi được chạy bởi một hoặc nhiều để thực hiện một hoặc nhiều bộ vi xử lý, thực hiện các kỹ thuật được mô tả ở đây.

Theo một hoặc nhiều phương án, thiết bị 700 cũng bao gồm một hoặc nhiều giao diện truyền thông 730. Một hoặc nhiều giao diện truyền thông 730 bao gồm các thành phần khác nhau (không được thể hiện trên hình vẽ) để gửi và nhận dữ liệu và điều khiển các tín hiệu. Cụ thể hơn, (các) giao diện 730 bao gồm bộ truyền mà được tạo kết cấu để sử dụng các kỹ thuật xử lý tín hiệu đã biết, điển hình theo một hoặc nhiều chuẩn, và được tạo kết cấu để quy định tín hiệu cho sự truyền (ví dụ, qua vô tuyến thông qua một hoặc nhiều anten). Tương tự, (các) giao diện 730 bao gồm bộ nhận mà được tạo kết cấu để chuyển đổi các tín hiệu được nhận (ví dụ, thông qua (các) anten) thành các mẫu dạng số để xử lý bởi một hoặc nhiều mạch xử lý 710.

Fig.14 minh họa các chi tiết bổ sung của thiết bị 800 theo một hoặc nhiều phương án khác. Thiết bị 800 được tạo kết cấu, ví dụ, thông qua phương tiện hoặc bộ phận chức năng 840-850, để thực hiện sự xử lý trên Fig.10 để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng. Thiết bị 800 theo một số phương án, ví dụ, bao gồm phương tiện hoặc bộ phận nhận 840 để nhận sự báo hiệu từ nút mạng. Thiết bị 800 còn bao gồm phương tiện hoặc bộ phận giải mã 850 để giải mã sự báo hiệu như cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa.

Theo ít nhất một số phương án, thiết bị 800 bao gồm một hoặc nhiều mạch xử lý 810 được tạo kết cấu để thực hiện sự xử lý này, như nhờ cài đặt phương tiện hoặc bộ phận chức năng 840-850. Theo một phương án, ví dụ, (các) mạch xử lý 810 của thiết bị cài đặt phương tiện hoặc bộ phận chức năng 840-850 như các mạch tương ứng (tương tự những gì được mô tả trên đây, ví dụ, cùng với bộ nhớ 820). Theo một hoặc nhiều phương án, thiết bị 800 cũng bao gồm một hoặc nhiều giao diện truyền thông 830.

Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực cũng sẽ hiểu rõ là các phương án trong bản mô tả này còn bao gồm các chương trình máy tính tương ứng.

Chương trình máy tính bao gồm các lệnh mà, khi được chạy trên ít nhất một bộ xử lý của nút mạng hoặc thiết bị truyền thông không dây, làm cho nút hoặc thiết bị thực hiện việc xử lý tương ứng bất kỳ được mô tả trên đây. Các phương án còn bao gồm vật mang chứa chương trình máy tính như vậy. Vật mang này có thể bao gồm một trong số tín hiệu điện tử, tín hiệu quang học, tín hiệu radio, hoặc vật ghi đọc được bởi máy tính.

Chương trình máy tính ở đây có thể bao gồm một hoặc nhiều môđun mã tương ứng với phương tiện hoặc bộ phận được mô tả trên đây.

Các phương án tổng quát

Theo phương án thứ nhất, UE có thể nhận các tin nhắn để bật/tắt các từ mã riêng lẻ. Sau đây đưa ra tập hợp của các tin nhắn có thể có:

Ít nhất một trong số các tin nhắn này, mà tương ứng với kết cấu nhất định trong số 2^N kết cấu có thể có, được biểu diễn bởi ít hơn N bit.

Tin nhắn sẽ chứa thông tin để xác định sự bật/tắt đối với mỗi từ mã riêng lẻ trong toàn bộ sách mã.

Mỗi tin nhắn có thể giải mã được theo cách duy nhất đối với UE và sẽ tương ứng với một trong số 2^N kết cấu có thể có.

Theo phương án thứ hai, UE theo phương án thứ nhất được tạo kết cấu sao cho sự hạn chế tập hợp con của sách mã được thực hiện trên các phần tử tiền mã hóa chùm.

Theo phương án thứ ba, UE của phương án thứ nhất được tạo kết cấu sao cho sự hạn chế tập hợp con của sách mã được tạo kết cấu với tính linh hoạt toàn phần đối với tập hợp con của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã, trong khi sự hạn chế tập hợp con của sách mã được tạo kết cấu với tính linh hoạt giới hạn đối với các phần tử tiền mã hóa khác trong sách mã.

Theo phương án thứ tư, UE theo phương án thứ ba được tạo kết cấu sao cho tập hợp của các phần tử tiền mã hóa mà đối với chúng sự hạn chế tập hợp con của sách mã được tạo kết cấu với tính linh hoạt toàn phần là tập hợp của các phần tử tiền mã hóa mà có thể được biểu diễn tương đương như hàm của các phần tử tiền mã hóa chùm đặc trưng theo lớp.

Theo phương án thứ năm, UE theo phương án thứ nhất được tạo kết cấu sao cho N = N_H· N_V từ cấu trúc Kronecker.

Theo phương án thứ sáu, UE theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ thứ nhất đến thứ năm được tạo kết cấu sao cho thông tin được sử dụng để thiết kế tập hợp tin nhắn gồm có thông tin về các khoảng góc mà có khả năng để được hạn chế.

Theo phương án thứ bảy, UE theo phương án thứ nhất được tạo kết cấu sao cho chỉ có tập hợp con của 2^N kết cấu có thể có là có thể được tạo kết cấu.

Theo phương án thứ tám, UE theo phương án thứ nhất được tạo kết cấu sao cho ít nhất một trong số các tin nhắn, mà tương ứng với kết cấu nhất định trong số 2^N kết cấu có thể có, được biểu diễn nhiều hơn N bit.

Theo phương án thứ chín, UE theo phương án thứ nhất được tạo kết cấu sao cho tập hợp tin nhắn được thiết kế bằng cách sử dụng thông tin về khả năng xảy ra của việc các kết cấu nhất định được chọn.

Theo phương án thứ mười, UE theo phương án thứ nhất được tạo kết cấu sao cho thông tin về khả năng xảy ra của việc các kết cấu nhất định được chọn chỉ là giả định ngầm của các khả năng xảy ra.

Theo phương án thứ mười một, theo phương án thứ nhất được tạo kết cấu sao cho tập hợp của các góc chỉ định kết cấu.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp được thực hiện bởi nút mạng (10) để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây (14) các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng, phương pháp này khác biệt bởi các bước:

tạo ra (210) sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa trong nhóm có chung, và trong đó các phần tử tiền mã hóa là các phần tử tiền mã hóa dựa trên tích Kronecker và trong đó sự báo hiệu thuộc thuyết không thể biết xếp hạng để sao cho hạn chế các phần tử tiền mã hóa bất kể xếp hạng truyền của chúng; và

gửi (220) sự báo hiệu được tạo ra từ nút mạng (10) đến thiết bị truyền thông không dây (14).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thành phần nhất định bao gồm phần tử tiền mã hóa chùm.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm dựa trên tích Kronecker của $\boldsymbol{X}_H^k = \left[1 \;\; e^{j\frac{2\pi k}{M_h Q_h}} \;\; \cdots \;\; e^{j\frac{2\pi k(M_h-1)}{M_h Q_h}}\right]^T$, $k = 0, \ldots, M_h Q_h - 1$, trong đó Q_h là hệ số lấy mẫu vượt quá nằm ngang nguyên và M_h là chiều nằm ngang, và $\boldsymbol{X}_V^l = \left[1 \;\; e^{j\frac{2\pi l}{M_v Q_v}} \;\; \cdots \;\; e^{j\frac{2\pi l(M_v-1)}{M_v Q_v}}\right]^T$, $l = 0, \ldots, M_v Q_v - 1$, trong đó Q_v là hệ số lấy mẫu vượt quá thẳng đứng nguyên và M_v là chiều thẳng đứng nguyên.

4. Phương pháp được thực hiện bởi thiết bị truyền thông không dây (14) để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng (10) chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng, phương pháp này khác biệt bởi các bước:

nhận (400) sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa trong nhóm có chung, và trong đó các phần tử tiền mã hóa là các phần tử tiền mã hóa dựa trên

tích Kronecker và trong đó sự báo hiệu thuộc thuyết không thể biết xếp hạng để sao cho hạn chế các phần tử tiền mã hóa bất kể xếp hạng truyền của chúng; và

giải mã (410) sự báo hiệu được nhận như cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó thành phần nhất định bao gồm phần tử tiền mã hóa chùm.

6. Phương pháp theo điểm 5 trong đó phần tử tiền mã hóa chùm dựa trên tích Kronecker của $\boldsymbol{X}_H^k = \left[1 \;\; e^{j\frac{2\pi k}{M_h Q_h}} \;\; \cdots \;\; e^{j\frac{2\pi k(M_h-1)}{M_h Q_h}}\right]^T$, $k = 0, \ldots, M_h Q_h - 1$, trong đó Q_h là hệ số lấy mẫu vượt quá nằm ngang nguyên và M_h là chiều nằm ngang, và $\boldsymbol{X}_V^l = \left[1 \;\; e^{j\frac{2\pi l}{M_v Q_v}} \;\; \cdots \;\; e^{j\frac{2\pi l(M_v-1)}{M_v Q_v}}\right]^T$, $l = 0, \ldots, M_v Q_v - 1$, trong đó Q_v là hệ số lấy mẫu vượt quá thẳng đứng nguyên và M_v là chiều thẳng đứng nguyên.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 6, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm là tích Kronecker của các vectơ tạo chùm khác nhau được kết hợp với các chiều khác nhau của mảng anten nhiều chiều.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó các vectơ tạo chùm khác nhau bao gồm các vectơ DFT (Discrete Fourier Transform - Biến đổi Fourier rời rạc).

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 8, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm là vectơ tạo chùm được sử dụng để truyền trên lớp cụ thể của sự truyền nhiều lớp, trong đó các phiên bản được tạo tỷ lệ khác nhau của vectơ tạo chùm đó được truyền trên các sự phân cực khác nhau.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 9, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm là vectơ tạo chùm được sử dụng để truyền trên:

nhiều lớp khác nhau của sự truyền nhiều lớp;

nhiều lớp khác nhau của sự truyền nhiều lớp, trong đó các lớp được gửi trên các sự phân cực trực giao; hoặc

lớp cụ thể và trên sự phân cực cụ thể.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 5, từ 7 đến 10, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm là tích Kronecker của các vectơ tạo chùm thứ nhất và thứ hai với các chỉ số thứ nhất và thứ hai, trong đó các vectơ tạo chùm thứ nhất và thứ hai được kết hợp với các chiều khác nhau của mảng anten nhiều chiều, và trong đó sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm của các phần tử tiền mã hóa mà có cùng cặp trị số đối với các chỉ số thứ nhất và thứ hai.

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 11, trong đó thiết bị không dây (14) gửi báo cáo thông tin trạng thái kênh đến mạng (10) dựa trên sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã được nhận.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 12, trong đó sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã bao gồm ảnh bit (bitmap), với các bit khác nhau trong ảnh bit được dành riêng tương ứng để chỉ báo liệu các phần tử tiền mã hóa chùm khác nhau có được hạn chế khỏi được sử dụng hay không.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 13, trong đó phần tử tiền mã hóa bao gồm một hoặc nhiều phần tử tiền mã hóa chùm được hạn chế nếu ít nhất một trong số một hoặc nhiều phần tử tiền mã hóa chùm của nó được hạn chế.

15. Nút mạng (10, 600) để báo hiệu đối với thiết bị truyền thông không dây (14, 800) các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng, nút mạng (10, 600) này được tạo kết cấu để:

tạo ra sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa trong nhóm có chung, và trong đó các phần tử tiền mã hóa là các phần tử tiền mã hóa dựa trên tích Kronecker và trong đó sự báo hiệu thuộc thuyết không thể biết xếp hạng để sao cho hạn chế các phần tử tiền mã hóa bất kể xếp hạng truyền của chúng; và

gửi sự báo hiệu được tạo ra từ nút mạng (10, 600) đến thiết bị truyền thông không dây (14, 800).

16. Nút mạng theo điểm 15, trong đó thành phần nhất định bao gồm phần tử tiền mã hóa chùm.

17. Nút mạng theo điểm 16, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm dựa trên tích Kronecker của $X_H^k = \left[1 \; e^{j\frac{2\pi k}{M_h Q_h}} \; \cdots \; e^{j\frac{2\pi k(M_h-1)}{M_h Q_h}}\right]^T$, $k = 0, \ldots, M_h Q_h - 1$, trong đó Q_h là hệ số lấy mẫu vượt quá nằm ngang nguyên và M_h là chiều nằm ngang, và $X_V^l = \left[1 \; e^{j\frac{2\pi l}{M_v Q_v}} \; \cdots \; e^{j\frac{2\pi l(M_v-1)}{M_v Q_v}}\right]^T$, $l = 0, \ldots, M_v Q_v - 1$, trong đó Q_v là hệ số lấy mẫu vượt quá thẳng đứng nguyên và M_v là chiều thẳng đứng nguyên.

18. Thiết bị truyền thông không dây (14, 800) để giải mã sự báo hiệu từ nút mạng (10, 600) chỉ báo các phần tử tiền mã hóa nào trong sách mã được hạn chế khỏi được sử dụng, thiết bị truyền thông không dây (14, 800) này được tạo kết cấu để:

nhận sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm nhờ hạn chế thành phần nhất định mà các phần tử tiền mã hóa trong nhóm có chung, và trong đó các phần tử tiền mã hóa là các phần tử tiền mã hóa dựa trên tích Kronecker và trong đó sự báo hiệu thuộc thuyết không thể biết xếp hạng để sao cho hạn chế các phần tử tiền mã hóa bất kể xếp hạng truyền của chúng; và

giải mã sự báo hiệu được nhận như cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa.

19. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 18, trong đó thành phần nhất định bao gồm phần tử tiền mã hóa chùm.

20. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 19, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm dựa trên tích Kronecker của $X_H^k = \left[1 \; e^{j\frac{2\pi k}{M_h Q_h}} \; \cdots \; e^{j\frac{2\pi k(M_h-1)}{M_h Q_h}}\right]^T$, $k = 0, \ldots, M_h Q_h - 1$, trong đó Q_h là hệ số lấy mẫu vượt quá nằm ngang nguyên và M_h là chiều nằm ngang, và $X_V^l = \left[1 \; e^{j\frac{2\pi l}{M_v Q_v}} \; \cdots \; e^{j\frac{2\pi l(M_v-1)}{M_v Q_v}}\right]^T$, $l = 0, \ldots, M_v Q_v - 1$, trong đó Q_v là hệ số lấy mẫu vượt quá thẳng đứng nguyên và M_v là chiều thẳng đứng nguyên.

21. Thiết bị truyền thông không dây theo các điểm 19 đến 20, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm là tích Kronecker của các vectơ tạo chùm khác nhau được kết hợp với các chiều khác nhau của mảng anten nhiều chiều.

22. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 21, trong đó các vectơ tạo chùm khác nhau bao gồm các vectơ DFT (Discrete Fourier Transform - Biến đổi Fourier rời rạc).

23. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 19 đến 22, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm là vectơ tạo chùm được sử dụng để truyền trên lớp cụ thể của sự truyền nhiều lớp, trong đó các phiên bản được tạo tỷ lệ khác nhau của vectơ tạo chùm đó được truyền trên các sự phân cực khác nhau.

24. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 19 đến 22, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm là vectơ tạo chùm được sử dụng để truyền trên:

nhiều lớp khác nhau của sự truyền nhiều lớp;

nhiều lớp khác nhau của sự truyền nhiều lớp, trong đó các lớp được gửi trên các sự phân cực trực giao; hoặc

lớp cụ thể và trên sự phân cực cụ thể.

25. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm bất kỳ trong số các điểm 19, từ 21 đến 24, trong đó phần tử tiền mã hóa chùm là tích Kronecker của các vectơ tạo chùm thứ nhất và thứ hai với các chỉ số thứ nhất và thứ hai, trong đó các vectơ tạo chùm thứ nhất và thứ hai được kết hợp với các chiều khác nhau của mảng anten nhiều chiều, và trong đó sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm của các phần tử tiền mã hóa mà có cùng cặp trị số đối với các chỉ số thứ nhất và thứ hai.

26. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 25, trong đó thiết bị không dây (14) còn được tạo kết cấu để gửi báo cáo thông tin trạng thái kênh đến mạng (10) dựa trên sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã được nhận.

27. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 26, trong đó sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã bao gồm ảnh bit, với các bit khác nhau trong ảnh bit được dành riêng tương ứng để chỉ báo liệu các phần tử tiền mã hóa chùm khác nhau có được hạn chế khỏi được sử dụng hay không.

28. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 19 đến 27, trong đó phần tử tiền mã hóa bao gồm một hoặc nhiều phần tử tiền mã hóa chùm được

hạn chế nếu ít nhất một trong số một hoặc nhiều phần tử tiền mã hóa chùm của nó được hạn chế.

29. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 19 đến 28, trong đó thiết bị truyền thông không dây là thiết bị người dùng.

30. Vật ghi đọc được bởi máy tính chứa chương trình máy tính, chương trình máy tính bao gồm các lệnh mà, khi được chạy bởi ít nhất một bộ xử lý của nút (10, 14), làm cho nút (10, 14) thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14.

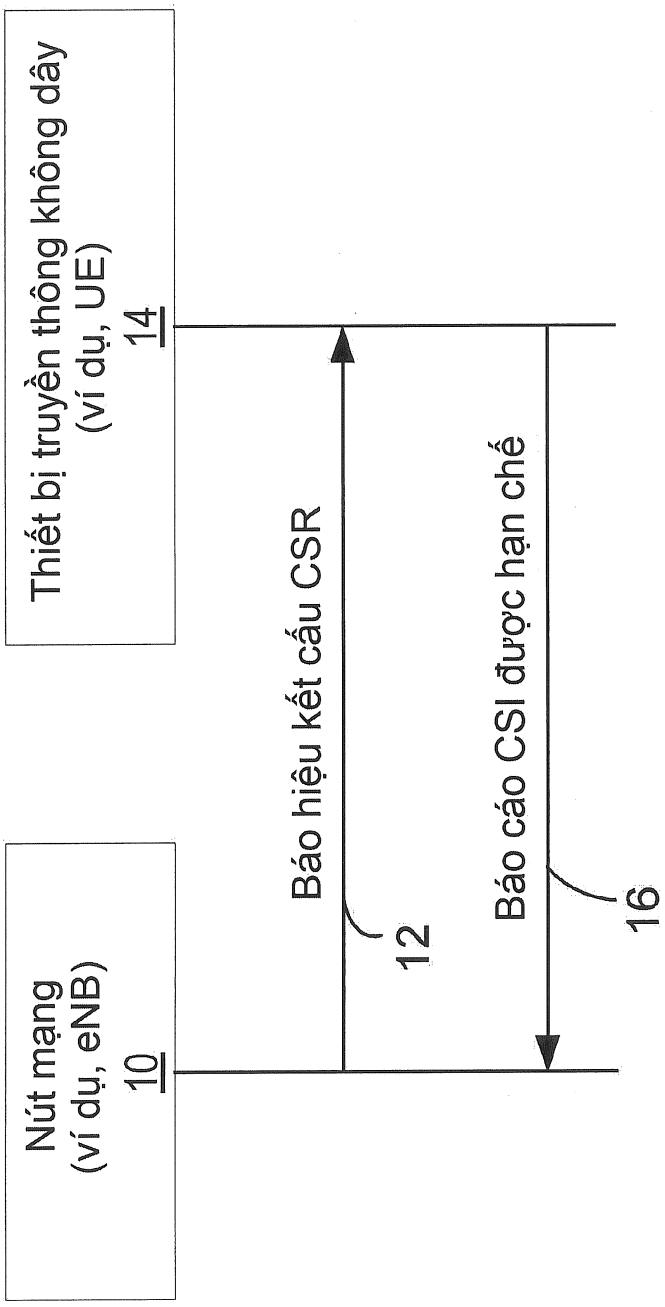

Thiết bị truyền thông không dây
(ví dụ, UE)
14
Nút mạng
(ví dụ, eNB)
10
Báo hiệu kết cấu CSR
12
Báo cáo CSI được hạn chế
16

Fig.1

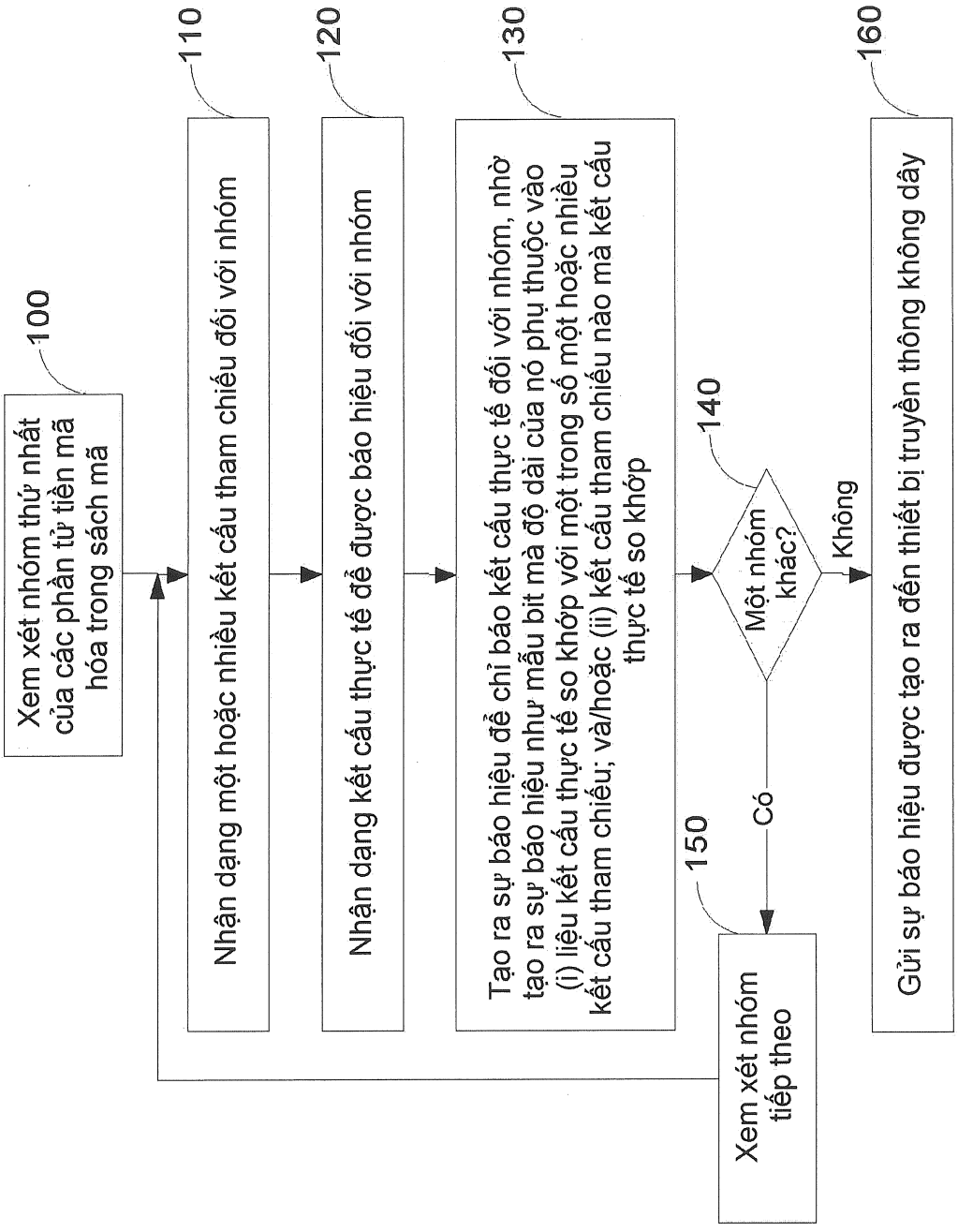

100
Xem xét nhóm thứ nhất của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã
110
Nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm
120
Nhận dạng kết cấu thực tế để được báo hiệu đối với nhóm
130
Tạo ra sự báo hiệu để chỉ báo kết cấu thực tế đối với nhóm, nhờ tạo ra sự báo hiệu như mẫu bit mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu; và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp
140
Một nhóm khác?
Có
Không
150
Xem xét nhóm tiếp theo
160
Gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây

Fig.2

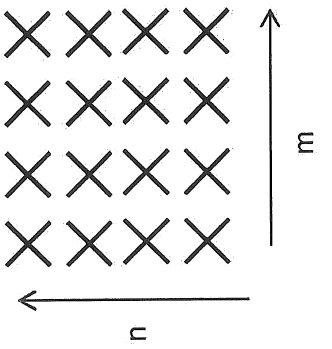


Fig.3

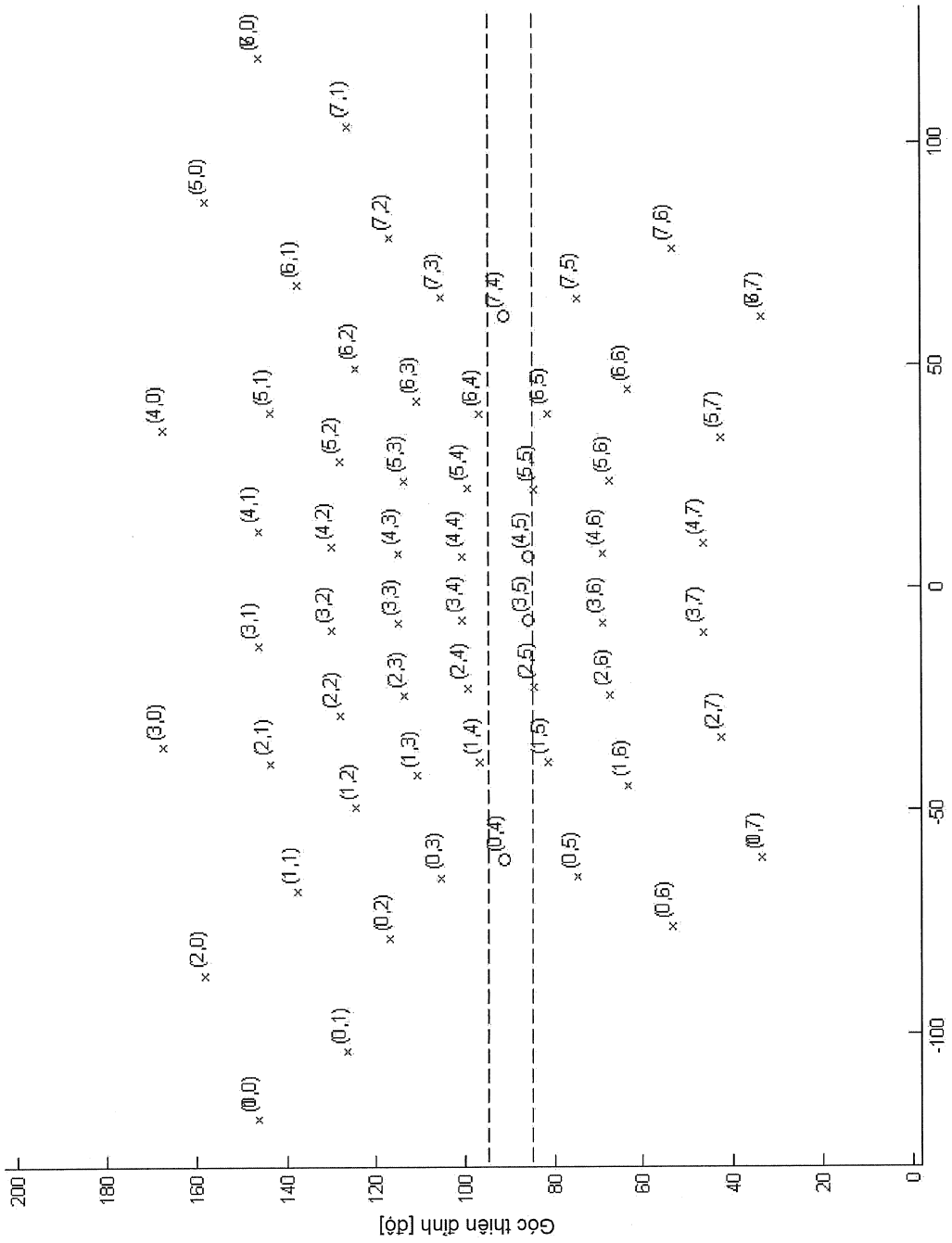

Góc thiên đỉnh [độ]
Góc phương vị [độ]
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
-100
-50
0
50
100

Fig.4

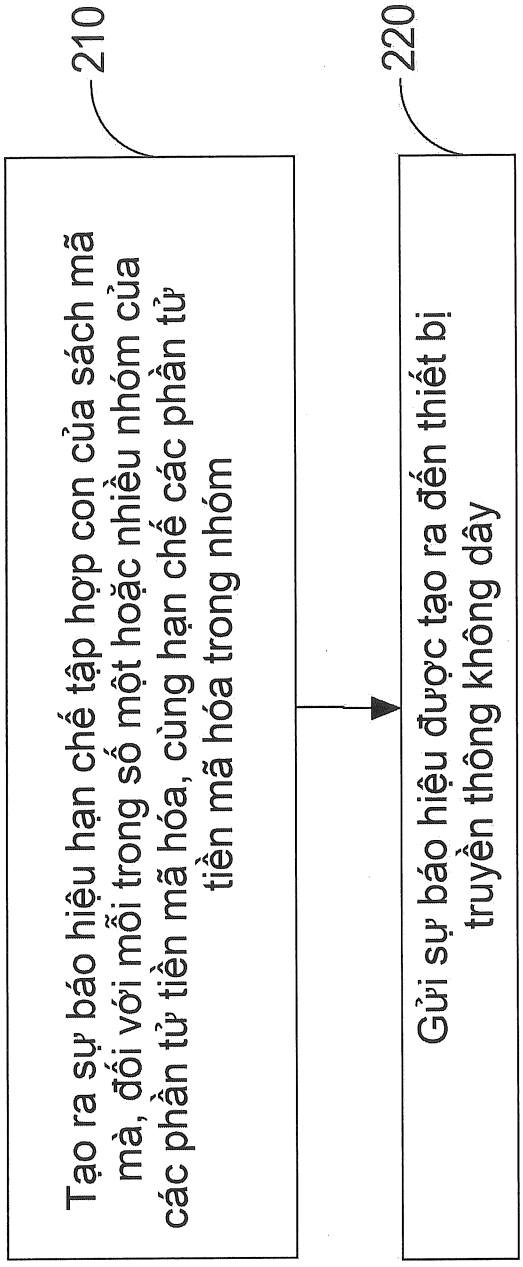

210
Tạo ra sự báo hiệu hạn chế tập hợp con của sách mã mà, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa, cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong nhóm
220
Gửi sự báo hiệu được tạo ra đến thiết bị truyền thông không dây

Fig.5

$$\varphi_n = e^{j\pi n/2}$$

$$v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} & e^{j4\pi m/32} & e^{j6\pi m/32} \end{bmatrix}^T$$

Sách mã để báo cáo CSI 2-lớp sử dụng các cổng anten 15 đến 22

i_1	i_2			
	0	**1**	**2**	**3**
0 – 15	$W^{(2)}_{2i_1,2i_1,0}$	$W^{(2)}_{2i_1,2i_1,1}$	$W^{(2)}_{2i_1+1,2i_1+1,0}$	$W^{(2)}_{2i_1+1,2i_1+1,1}$
i_1	i_2			
	4	**5**	**6**	**7**
0 – 15	$W^{(2)}_{2i_1+2,2i_1+2,0}$	$W^{(2)}_{2i_1+2,2i_1+2,1}$	$W^{(2)}_{2i_1+3,2i_1+3,0}$	$W^{(2)}_{2i_1+3,2i_1+3,1}$
i_1	i_2			
	8	**9**	**10**	**11**
0 – 15	$W^{(2)}_{2i_1,2i_1+1,0}$	$W^{(2)}_{2i_1,2i_1+1,1}$	$W^{(2)}_{2i_1+1,2i_1+2,0}$	$W^{(2)}_{2i_1+1,2i_1+2,1}$
i_1	i_2			
	12	**13**	**14**	**15**
0 – 15	$W^{(2)}_{2i_1,2i_1+3,0}$	$W^{(2)}_{2i_1,2i_1+3,1}$	$W^{(2)}_{2i_1+1,2i_1+3,0}$	$W^{(2)}_{2i_1+1,2i_1+3,1}$
trong đó $W^{(2)}_{m,m',n} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_n v_m & -\varphi_n v_{m'} \end{bmatrix}$				

Fig.6

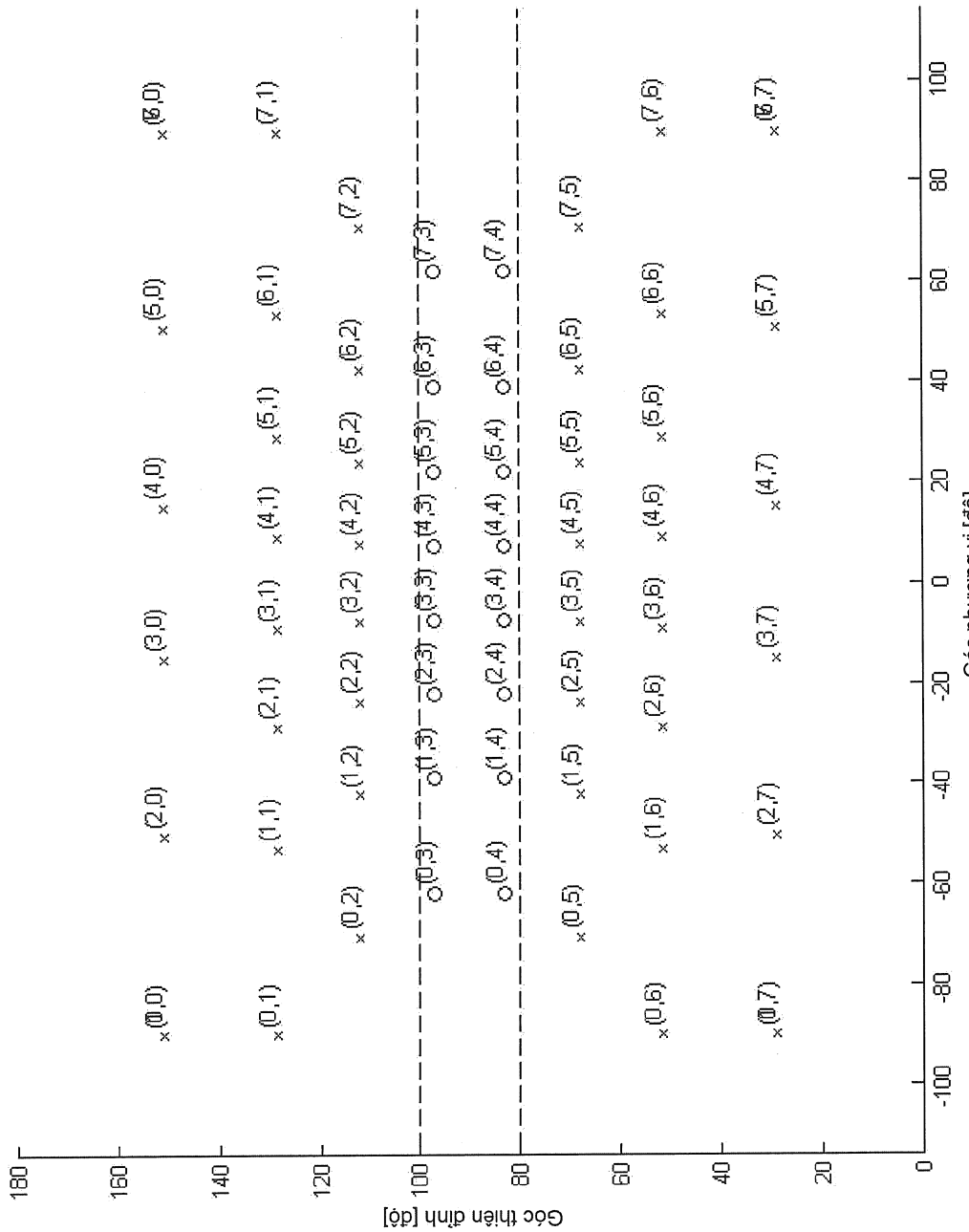

Góc thiên đỉnh [độ]
Góc phương vị [độ]
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
-100
-80
-60
-40
-20
0
20
40
60
80
100

Fig.7

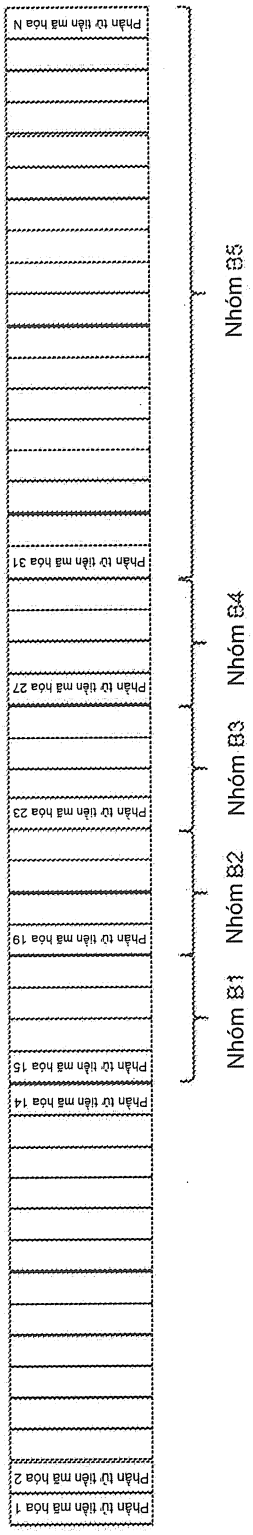

Phần tử tiền mã hóa 1
Phần tử tiền mã hóa 2
Phần tử tiền mã hóa 14
Phần tử tiền mã hóa 15
Phần tử tiền mã hóa 19
Phần tử tiền mã hóa 23
Phần tử tiền mã hóa 27
Phần tử tiền mã hóa 31
Phần tử tiền mã hóa N
Nhóm B1
Nhóm B2
Nhóm B3
Nhóm B4
Nhóm B5

Fig.8

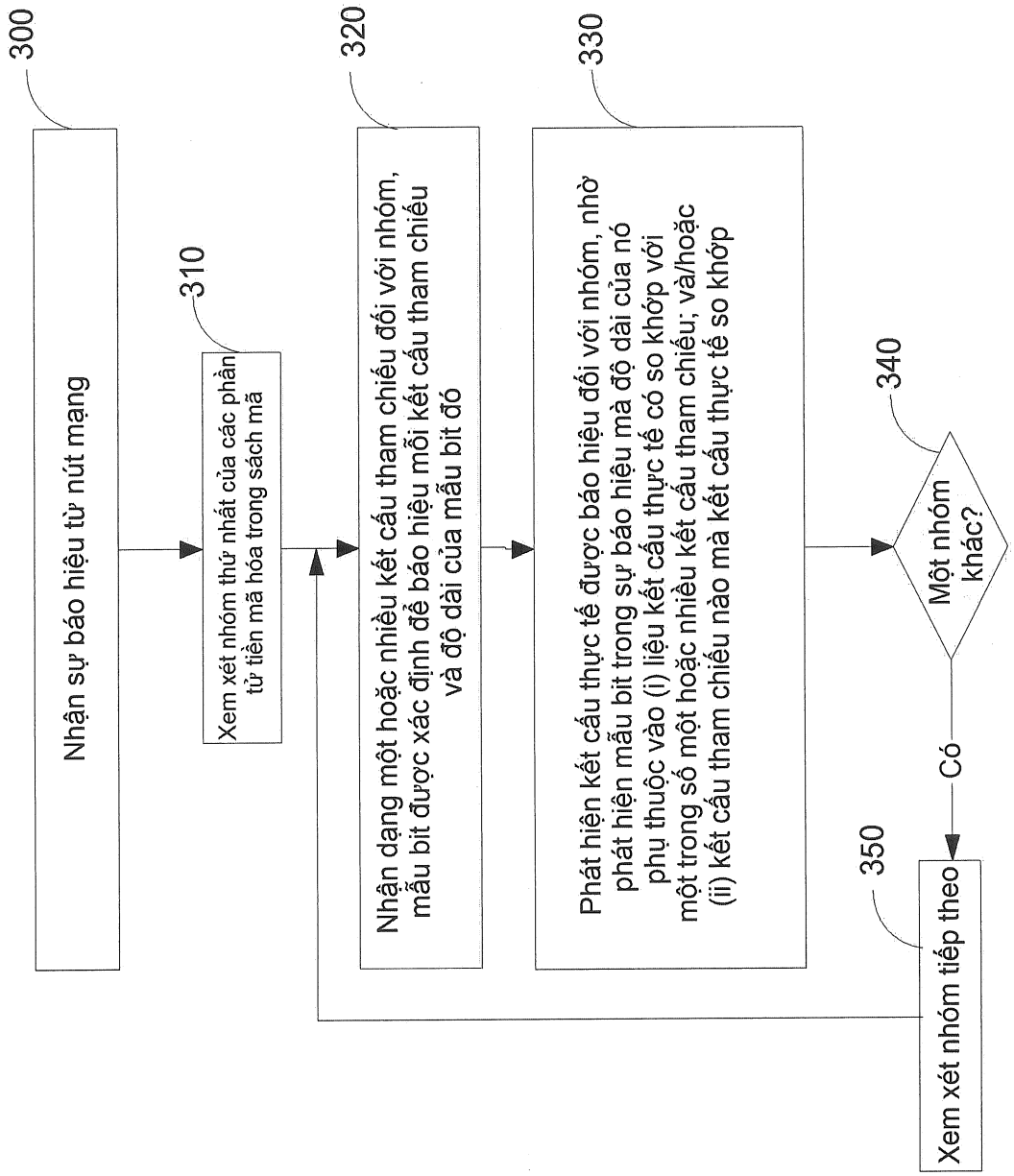

300
Nhận sự báo hiệu từ nút mạng
310
Xem xét nhóm thứ nhất của các phần tử tiền mã hóa trong sách mã
320
Nhận dạng một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu đối với nhóm, mẫu bit được xác định để báo hiệu mỗi kết cấu tham chiếu và độ dài của mẫu bit đó
330
Phát hiện kết cấu thực tế được báo hiệu đối với nhóm, nhờ phát hiện mẫu bit trong sự báo hiệu mà độ dài của nó phụ thuộc vào (i) liệu kết cấu thực tế có so khớp với một trong số một hoặc nhiều kết cấu tham chiếu; và/hoặc (ii) kết cấu tham chiếu nào mà kết cấu thực tế so khớp
340
Một nhóm khác?
Có
350
Xem xét nhóm tiếp theo

Fig.9

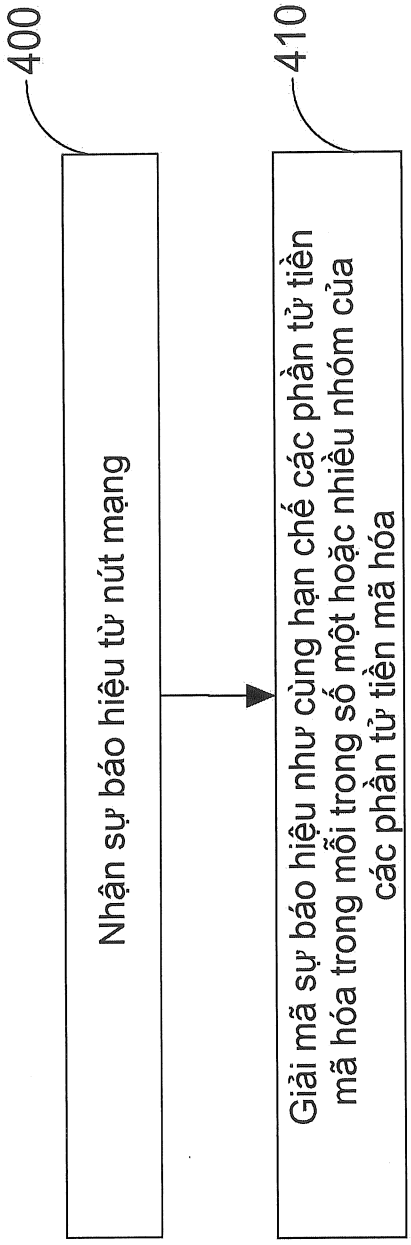

400
Nhận sự báo hiệu từ nút mạng
410
Giải mã sự báo hiệu nhưu cùng hạn chế các phần tử tiền mã hóa trong mỗi trong số một hoặc nhiều nhóm của các phần tử tiền mã hóa

Fig.10

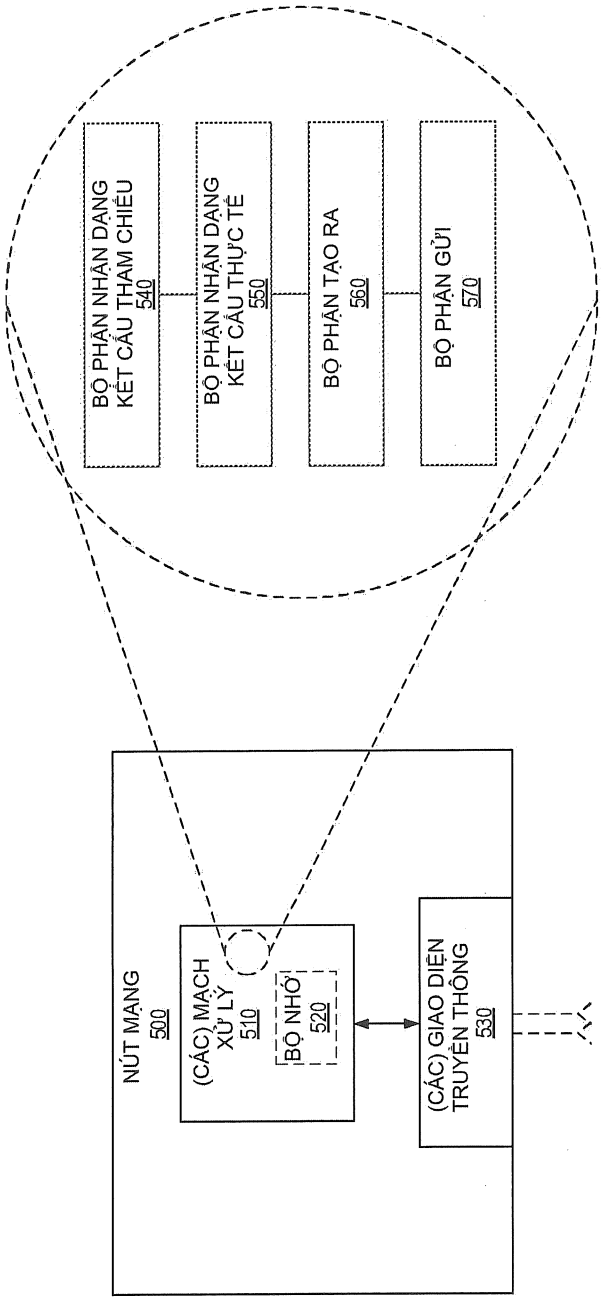

NÚT MẠNG
500
(CÁC) MẠCH XỬ LÝ
510
BỘ NHỚ
520
(CÁC) GIAO DIỆN TRUYỀN THÔNG
530
BỘ PHẬN NHẬN DẠNG KẾT CẤU THAM CHIẾU
540
BỘ PHẬN NHẬN DẠNG KẾT CẤU THỰC TẾ
550
BỘ PHẬN TẠO RA
560
BỘ PHẬN GỬI
570

Fig.11

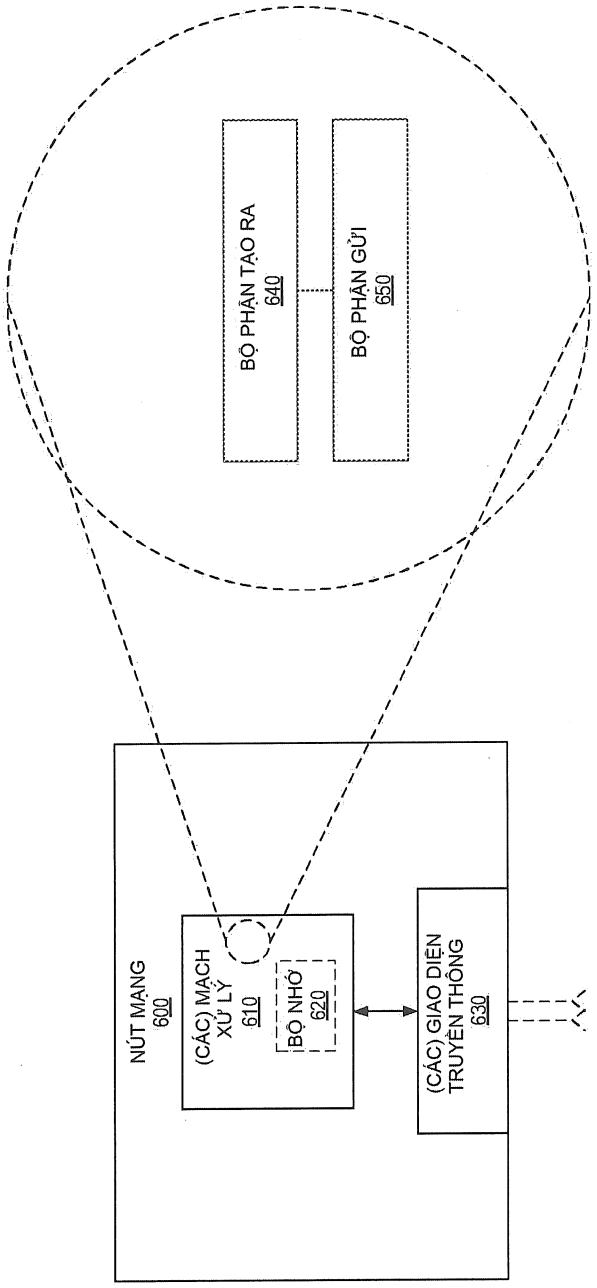

NÚT MẠNG
600
(CÁC) MẠCH XỬ LÝ
610
BỘ NHỚ
620
(CÁC) GIAO DIỆN TRUYỀN THÔNG
630
BỘ PHẬN TẠO RA
640
BỘ PHẬN GỬI
650

Fig.12

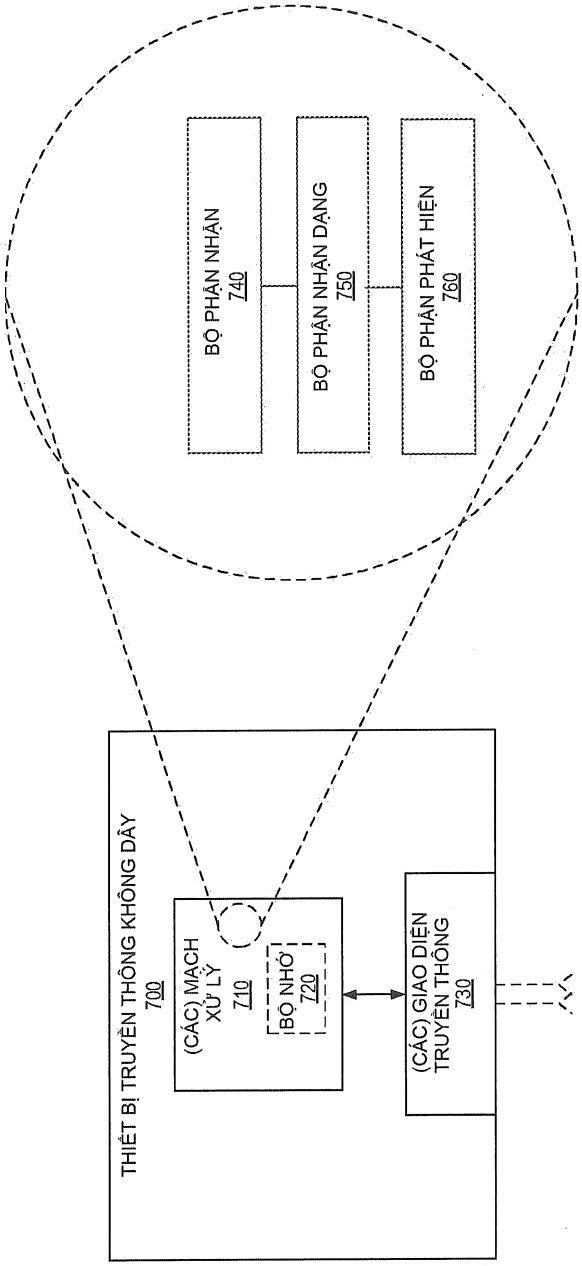

THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY
700
(CÁC) MẠCH XỬ LÝ
710
BỘ NHỚ
720
(CÁC) GIAO DIỆN TRUYỀN THÔNG
730
BỘ PHẬN NHẬN
740
BỘ PHẬN NHẬN DẠNG
750
BỘ PHẬN PHÁT HIỆN
760

Fig.13

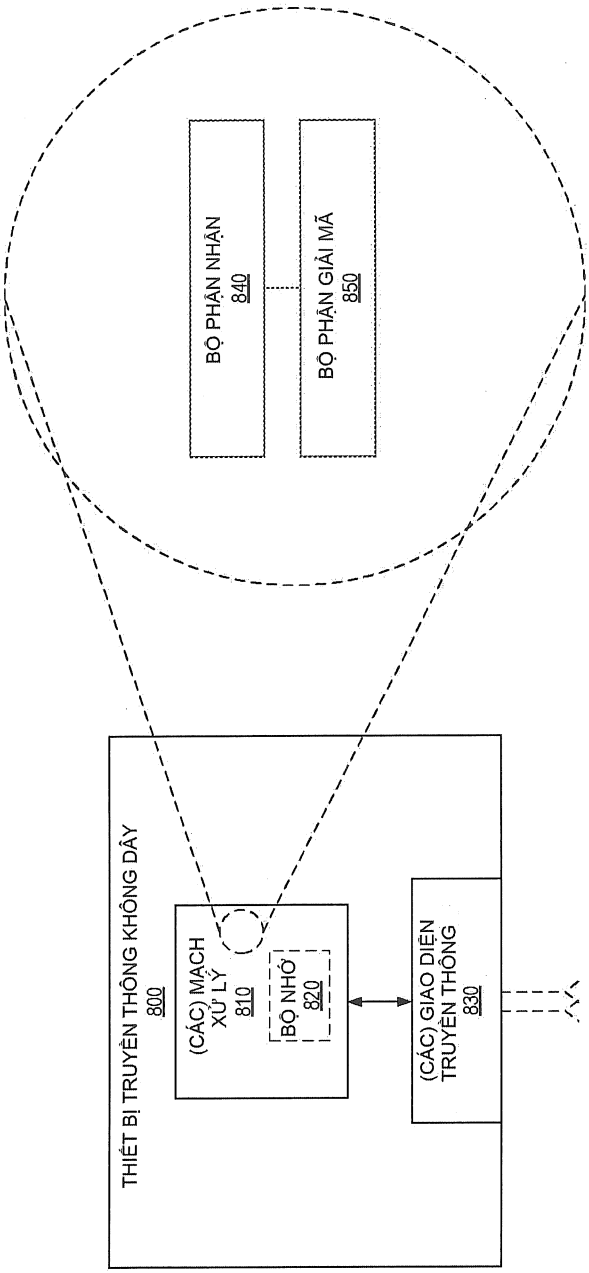

THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY
800
(CÁC) MẠCH XỬ LÝ
810
BỘ NHỚ
820
(CÁC) GIAO DIỆN TRUYỀN THÔNG
830
BỘ PHẬN NHẬN
840
BỘ PHẬN GIẢI MÃ
850

Fig.14