

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5874862号
(P5874862)

(45) 発行日 平成28年3月2日 (2016.3.2)

(24) 登録日 平成28年1月29日 (2016.1.29)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 4 J 99/00 (2009.01)	HO 4 J 15/00	
HO 4 B 7/04 (2006.01)	HO 4 B 7/04	
HO 4 W 16/28 (2009.01)	HO 4 W 16/28	1 3 0
HO 4 W 24/10 (2009.01)	HO 4 W 24/10	
HO 4 W 28/06 (2009.01)	HO 4 W 28/06	1 1 0

請求項の数 16 (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2015-521893 (P2015-521893)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成26年6月5日 (2014.6.5)		日本電気株式会社
(65) 公表番号	特表2015-523818 (P2015-523818A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公表日	平成27年8月13日 (2015.8.13)	(74) 代理人	100123788
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/040978		弁理士 宮崎 昭夫
(87) 国際公開番号	W02014/197644	(74) 代理人	100127454
(87) 国際公開日	平成26年12月11日 (2014.12.11)		弁理士 緒方 雅昭
審査請求日	平成26年12月11日 (2014.12.11)	(72) 発明者	ユエ、グオセン
(31) 優先権主張番号	61/832,635		アメリカ合衆国 08536 ニュージャージー州 プレインスボロ ハンターズ
(32) 優先日	平成25年6月7日 (2013.6.7)		グレン ドライヴ 3812
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ブラサド、ナラヤン
(31) 優先権主張番号	61/864,082		アメリカ合衆国 19095 ペンシルベニア州 ウインコート リメキルン パイク 8470 625-2
(32) 優先日	平成25年8月9日 (2013.8.9)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 チャネル状態情報 (CSI) フィードバックおよびコードブックサブサンプリング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信システムにて使用される基地局にて実行される方法であって、
利用者装置から、4つのアンテナポートのためのランク識別情報 (RI)、第1のプレコーディング行列識別子 (PMI) および第2のPMI (コードブックインデックス i_2) を受信し、

RI = 1 のために、0 ~ 15 の値が、前記第2のPMIの値 i_{PMI2} に割り当てられており、RI = 2、3、4のそれぞれのために、0 ~ 3の値が、前記第2のPMIの値 i_{PMI2} に割り当てられており、

RI = 1 において、コードブックインデックス i_2 が、 i_{PMI2} からなり、
RI = 2 において、コードブックインデックス i_2 が、 $\{0, 1, 4, 5\}, \{2, 3, 6, 7\}, \{2, 6, 14, 15\}, \{3, 7, 14, 15\}$ のいずれか1つから構成される方法。

【請求項2】

無線通信システムにて使用される利用者装置にて実行される方法であって、
基地局へ、4つのアンテナポートのためのランク識別情報 (RI)、第1のプレコーディング行列識別子 (PMI) および第2のPMI (コードブックインデックス i_2) を送信し、

RI = 1 のために、0 ~ 15 の値が、第2のPMIの値 i_{PMI2} に割り当てられており、
RI = 2、3、4のそれぞれのために、0 ~ 3の値が、第2のPMIの値 i_{PMI2} に割り当

てられており、

$RI = 1$ において、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} からなり、

$RI = 2$ において、コードブックインデックス i_2 が、 $\{0, 1, 4, 5\}, \{2, 3, 6, 7\}, \{2, 6, 14, 15\}, \{3, 7, 14, 15\}$ のいずれか 1 つから構成される方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の方法において、

$RI = 3$ のためのコードブックインデックス i_2 は、 $RI = 4$ のために再利用される方法。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の方法において、

$RI = 3$ のためのコードブックインデックス i_2 は、 $\{0, 2, 8, 10\}, \{0, 9, 10, 11\}, \{1, 2, 3, 8\}, \{1, 3, 9, 11\}, \{12, 13, 14, 15\}$ のいずれか 1 つから構成される方法。

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 に記載の方法において、

$RI = 4$ のためのコードブックインデックス i_2 は、 $\{0, 2, 8, 10\}, \{0, 9, 10, 11\}, \{1, 2, 3, 8\}, \{1, 3, 9, 11\}, \{12, 13, 14, 15\}$ のいずれか 1 つから構成される方法。

【請求項 6】

請求項 1 または請求項 2 に記載の方法において、

コードブックインデックス i_2 は、LTE (Long Term Evolution) における 4 つのアンテナポートを持つ物理上り回線制御チャネル (PUCCH) モード 2 - 1 のコードブックサブサンプリングのためのものである方法。

【請求項 7】

請求項 1 または請求項 2 に記載の方法において、

LTE (Long Term Evolution) における 4 つのアンテナポートを持つ物理上り回線制御チャネル (PUCCH) モード 2 - 1 のコードブックサブサンプリングのためのコードブックインデックス i_2 は、表 1 の構成に従って決定される方法。

【表 1】

RI	第 2 の PMI の値とコードブックインデックス i_2 との関係	
	第 2 の PMI の値 I_{PMI2}	コードブックインデックス i_2
1	0-15	I_{PMI2}
2	0-3	0, 1, 4, 5
3	0-3	0, 2, 8, 10
4	0-3	0, 2, 8, 10

【請求項 8】

無線通信システムにて使用される基地局であって、

利用者装置から、4 つのアンテナポートのためのランク識別情報 (RI)、第 1 のプレコーディング行列識別子 (PMI) および第 2 の PMI (コードブックインデックス i_2) を受信する受信機を有し、

$RI = 1$ のために、0 ~ 15 の値が、第 2 の PMI の値 I_{PMI2} に割り当てられており、 $RI = 2, 3, 4$ のそれぞれのために、0 ~ 3 の値が、第 2 の PMI の値 I_{PMI2} に割り当てられており、

$RI = 1$ において、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} からなり、
 $RI = 2$ において、コードブックインデックス i_2 が、 $\{0, 1, 4, 5\}$, $\{2, 3, 6, 7\}$, $\{2, 6, 14, 15\}$, $\{3, 7, 14, 15\}$ のいずれか1つから構成される基地局。

【請求項 9】

無線通信システムにて使用される利用者装置であって、
 基地局へ、4つのアンテナポートのためのランク識別情報(RI)、第1のプレコーディング行列識別子(PMI)および第2のPMI(コードブックインデックス i_2)を送信する送信機を有し、

$RI = 1$ のために、0 ~ 15の値が、第2のPMIの値 I_{PMI2} に割り当てられており、
 $RI = 2, 3, 4$ のそれぞれのために、0 ~ 3の値が、第2のPMIの値 I_{PMI2} に割り当てられており、

$RI = 1$ において、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} からなり、
 $RI = 2$ において、コードブックインデックス i_2 が、 $\{0, 1, 4, 5\}$, $\{2, 3, 6, 7\}$, $\{2, 6, 14, 15\}$, $\{3, 7, 14, 15\}$ のいずれか1つから構成される利用者装置。

【請求項 10】

請求項 9に記載の利用者装置において、
 $RI = 3$ のためのコードブックインデックス i_2 は、 $RI = 4$ のために再利用される利用者装置。

【請求項 11】

請求項 9に記載の利用者装置において、
 $RI = 3$ のためのコードブックインデックス i_2 は、 $\{0, 2, 8, 10\}$, $\{0, 9, 10, 11\}$, $\{1, 2, 3, 8\}$, $\{1, 3, 9, 11\}$, $\{12, 13, 14, 15\}$ のいずれか1つから構成される利用者装置。

【請求項 12】

請求項 9に記載の利用者装置において、
 $RI = 4$ のためのコードブックインデックス i_2 は、 $\{0, 2, 8, 10\}$, $\{0, 9, 10, 11\}$, $\{1, 2, 3, 8\}$, $\{1, 3, 9, 11\}$, $\{12, 13, 14, 15\}$ のいずれか1つから構成される利用者装置。

【請求項 13】

請求項 9に記載の利用者装置において、
 コードブックインデックス i_2 は、LTE(Long Term Evolution)における4つのアンテナポートを持つ物理上り回線制御チャネル(PUCCH)モード2-1のコードブックサブサンプリングのためのものである利用者装置。

【請求項 14】

請求項 9に記載の利用者装置において、
 LTE(Long Term Evolution)における4つのアンテナポートを持つ物理上り回線制御チャネル(PUCCH)モード2-1のコードブックサブサンプリングのためのコードブックインデックス i_2 は、表2の構成に従って決定される利用者装置。

。

【表 2】

RI	第2のPMIの値とコードブックインデックス i_2 との関係	
	第2のPMI の値 I_{PMI2}	コードブックインデックス i_2
1	0-15	I_{PMI2}
2	0-3	0, 1, 4, 5
3	0-3	0, 2, 8, 10
4	0-3	0, 2, 8, 10

10

【請求項 15】

無線通信システムにて実行される方法であって、

利用者装置から基地局へ、4つのアンテナポートのためのランク識別情報(RI)、第1のプレコーディング行列識別子(PMI)および第2のPMI(コードブックインデックス i_2)を送信し、

RI=1のために、0~15の値が、第2のPMIの値 I_{PMI2} に割り当てられており、RI=2、3、4のそれぞれのために、0~3の値が、第2のPMIの値 I_{PMI2} に割り当てられており、

20

RI=1において、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} からなり、

RI=2において、コードブックインデックス i_2 が、{0, 1, 4, 5}, {2, 3, 6, 7}, {2, 6, 14, 15}, {3, 7, 14, 15}のいずれか1つから構成される方法。

【請求項 16】

無線通信システムであって、

基地局と、

前記基地局へ、4つのアンテナポートのためのランク識別情報(RI)、第1のプレコーディング行列識別子(PMI)および第2のPMI(コードブックインデックス i_2)を送信する利用者装置とを有し、

30

RI=1のために、0~15の値が、第2のPMIの値 I_{PMI2} に割り当てられており、RI=2、3、4のそれぞれのために、0~3の値が、第2のPMIの値 I_{PMI2} に割り当てられており、

RI=1において、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} からなり、

RI=2において、コードブックインデックス i_2 が、{0, 1, 4, 5}, {2, 3, 6, 7}, {2, 6, 14, 15}, {3, 7, 14, 15}のいずれか1つから構成される無線通信システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願発明は、2013年6月7日に出願された「CSIフィードバックおよび4-Txコードブックのサブサンプリング」という表題がつけられたUS仮出願61/832635および2013年8月9日に出願された「4-Txコードブックのサブサンプリング」という表題がつけられたUS仮出願61/864082の利益を享受し、それらの開示をここに取り込む。

【背景技術】

【0002】

50

本発明は、無線または移動通信システムのためのコードブックに関し、特に、コードブックのためのフィードバック情報に関する。

【0003】

1. 序論

【0004】

近年、3GPP (3rd Generation Partnership Project) の会合にて、3GPP Release 12 (Rel. 12) または、LTE-アドバンスまたはLTE-Aとして知られている、より最近のLTE (Long Term Evolution) が、3GPP Release 10の8-Txコードブックに関して、例えば、 $G = W_1 W_2$ のプレコードのような二重のコードブック構造に基づいて、4つの送信アンテナ (4-Tx) を持つ多入力多出力 (MIMO) のための新しいコードブックを採用することが同意されている。

10

【0005】

近年のRAN1会合、RAN#73では、非特許文献1における2つのコードブック、解法2a、2bは、ランク1と2との双方のランクのための4ビットの W_1 コードブックと4ビットの W_2 コードブックとを持つ新しい4-Txコードブックのための候補として合意されている。それらは、広い範囲のビームを持つ同じ W_1 コードブックとランク1のための W_2 エントリーとで共有している。ランク2の W_2 については、2つのコードブックが異なるエントリーを持っている。

【0006】

20

非特許文献1におけるコードブック解法2aは、ランク1および2のために強化された4Txコードブックとして採用されうる。

【0007】

ランク3および4では、 W_1 は独自の行列であり、 W_2 はRelease 8の4-Txコードワード (ランク3および4) を使うことが決定されている。

【0008】

一方、上り回線の物理制御チャネル (PUCCH) における上り回線の周期的なチャネル状態情報 (CSI) のフィードバックについては、チャネル資源の制限のために、CSI報告のそれぞれに含まれるビット数が制限される。そのため、新しい4-Txコードブックに基づいた周期的なチャネル状態情報のフィードバックにとって、サブサンプリングがいくつかのフィードバックモードで必要とされる。

30

【0009】

PUCCH、特にモード1-1サブモード1および2やモード2-1における周期的なCSIフィードバックのための4-Txコードブックのサブサンプリングの設計を考える。

【0010】

伝送ランク (「ランク」と称する) は、伝送レイヤ (「レイヤ」と称する) の数である。コードブックは、コードワードの組み合わせである。また、コードワードは、プレコードまたはプレコーディング行列として知られている。

【0011】

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献1】R1-132738, "Way Forward of 4Tx Rank 1 and 2 Codebook Design for Downlink MIMO Enhancement in Rel-12", Alcatel-Lucent, et. al.

【0013】

【非特許文献2】3GPP TS36.211 "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation", v11.2.0, March 2013.

【0014】

【非特許文献3】3GPP TS36.213 "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UT

50

RA); Physical layer procedures", v11.2.0, February 2013.

【発明の概要】

【0015】

本発明の目的は、利用者装置から基地局へ、コードブックのためのフィードバック情報を送信するための解法を提供することである。

【0016】

本発明の1つの側面は、無線通信システムにおいて使用される基地局にて実施される方法を含む。その方法は、利用者装置からの、ランク識別情報(RI)、第1のプレコーディング行列識別子(PMI)および第2のPMIの受信を含み、RIと第1のPMIとは連結して符号化されている。その5ビットが、連結して符号化されたRIと第1のPMIとの送信のために使用されており、5ビットで表現される値の最初の8つの値が、RI = 1のために使用されており、5ビットで表現される値の2番目の8つの値が、RI = 2のために使用されており、5ビットで表現される値の3番目の値が、RI = 3のために使用されており、5ビットで表現される値の4番目の値が、RI = 4のために使用されており、5ビットで表現される値の残りの14個の値が、予備となっている。

10

【0017】

本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される利用者装置にて実施される方法を含む。その方法は、基地局への、ランク識別情報(RI)、第1のプレコーディング行列識別子(PMI)および第2のPMIの送信を含み、RIと第1のPMIとは連結して符号化されている。その5ビットが、連結して符号化されたRIと第1のPMIとの送信のために使用されており、5ビットで表現される値の最初の8つの値が、RI = 1のために使用されており、5ビットで表現される値の2番目の8つの値が、RI = 2のために使用されており、5ビットで表現される値の3番目の値が、RI = 3のために使用されており、5ビットで表現される値の4番目の値が、RI = 4のために使用されており、5ビットで表現される値の残りの14個の値が、予備となっている。

20

【0018】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される基地局を含む。その基地局は、利用者装置から、ランク識別情報(RI)、第1のプレコーディング行列識別子(PMI)および第2のPMIを受信する受信機を含み、RIと第1のPMIとは連結して符号化されている。その5ビットが、連結して符号化されたRIと第1のPMIとの送信のために使用されており、5ビットで表現される値の最初の8つの値が、RI = 1のために使用されており、5ビットで表現される値の2番目の8つの値が、RI = 2のために使用されており、5ビットで表現される値の3番目の値が、RI = 3のために使用されており、5ビットで表現される値の4番目の値が、RI = 4のために使用されており、5ビットで表現される値の残りの14個の値が、予備となっている。

30

【0019】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される利用者装置を含む。その利用者装置は、基地局へ、ランク識別情報(RI)、第1のプレコーディング行列識別子(PMI)および第2のPMIを送信する送信機を含み、RIと第1のPMIとは連結して符号化されている。その5ビットが、連結して符号化されたRIと第1のPMIとの送信のために使用されており、5ビットで表現される値の最初の8つの値が、RI = 1のために使用されており、5ビットで表現される値の2番目の8つの値が、RI = 2のために使用されており、5ビットで表現される値の3番目の値が、RI = 3のために使用されており、5ビットで表現される値の4番目の値が、RI = 4のために使用されており、5ビットで表現される値の残りの14個の値が、予備となっている。

40

【0020】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにて実施される方法を含む。その方法は、利用者装置から基地局への、ランク識別情報(RI)、第1のプレコーディング行列識別子(PMI)および第2のPMIの送信を含み、RIと第1のPMIとは連結して符号化されている。その5ビットが、連結して符号化されたRIと第1のPMIとの送信の

50

ために使用されており、5ビットで表現される値の最初の8つの値が、 $RI = 1$ のために使用されており、5ビットで表現される値の2番目の8つの値が、 $RI = 2$ のために使用されており、5ビットで表現される値の3番目の値が、 $RI = 3$ のために使用されており、5ビットで表現される値の4番目の値が、 $RI = 4$ のために使用されており、5ビットで表現される値の残りの14個の値が、予備となっている。

【0021】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムを含む。その無線通信システムは、基地局と、基地局へ、ランク識別情報 (RI)、第1のプレコーディング行列識別子 (PMI) および第2の PMI を送信する利用者装置とを含み、 RI と第1の PMI とは連結して符号化されている。その5ビットが、連結して符号化された RI と第1の PMI との送信のために使用されており、5ビットで表現される値の最初の8つの値が、 $RI = 1$ のために使用されており、5ビットで表現される値の2番目の8つの値が、 $RI = 2$ のために使用されており、5ビットで表現される値の3番目の値が、 $RI = 3$ のために使用されており、5ビットで表現される値の4番目の値が、 $RI = 4$ のために使用されており、5ビットで表現される値の残りの14個の値が、予備となっている。

10

【0022】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される基地局にて実施される方法を含む。その方法は、利用者装置からの、ランク識別情報 (RI)、第1のプレコーディング行列識別子 (PMI) (コードブックインデックス i_1) および第2の PMI の受信を含み、 RI と第1の PMI とは連結して符号化されている。ここで、 $RI = 2$ のために、8 ~ 15の値が、 RI と第1の PMI (l_{RI} / PMI_1) とを連結して符号化したものに割り当てられている。

20

【0023】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される利用者装置にて実施される方法を含む。その方法は、基地局への、ランク識別情報 (RI)、第1のプレコーディング行列識別子 (PMI) (コードブックインデックス i_1) および第2の PMI の送信を含み、 RI と第1の PMI とは連結して符号化されている。ここで、 $RI = 2$ のために、8 ~ 15の値が、 RI と第1の PMI (l_{RI} / PMI_1) とを連結して符号化したものに割り当てられている。

【0024】

30

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される基地局を含む。その基地局は、利用者装置から、ランク識別情報 (RI)、第1のプレコーディング行列識別子 (PMI) (コードブックインデックス i_1) および第2の PMI を受信する受信機を含み、 RI と第1の PMI とは連結して符号化されている。ここで、 $RI = 2$ のために、8 ~ 15の値が、 RI と第1の PMI (l_{RI} / PMI_1) とを連結して符号化したものに割り当てられている。

【0025】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される利用者装置を含む。その利用者装置は、基地局へ、ランク識別情報 (RI)、第1のプレコーディング行列識別子 (PMI) (コードブックインデックス i_1) および第2の PMI を送信する送信機を含み、 RI と第1の PMI とは連結して符号化されている。ここで、 $RI = 2$ のために、8 ~ 15の値が、 RI と第1の PMI (l_{RI} / PMI_1) とを連結して符号化したものに割り当てられている。

40

【0026】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにて実施される方法を含む。その方法は、利用者装置から基地局への、ランク識別情報 (RI)、第1のプレコーディング行列識別子 (PMI) (コードブックインデックス i_1) および第2の PMI の送信を含み、 RI と第1の PMI とは連結して符号化されている。ここで、 $RI = 2$ のために、8 ~ 15の値が、 RI と第1の PMI (l_{RI} / PMI_1) とを連結して符号化したものに割り当てられている。

50

【 0 0 2 7 】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムを含む。その無線通信システムは、基地局と、基地局へ、ランク識別情報 (R I)、第 1 のプレコーディング行列識別子 (P M I) (コードブックインデックス i_1) および第 2 の P M I を送信する利用者装置とを含み、 R I と第 1 の P M I とは連結して符号化されている。ここで、 R I = 2 のために、 8 ~ 1 5 の値が、 R I と第 1 の P M I ($I_{RI / PMI1}$) とを連結して符号化したものに割り当てられている。

【 0 0 2 8 】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される基地局にて実施される方法を含む。その方法は、利用者装置からの、ランク識別情報 (R I)、第 1 のプレコーディング行列識別子 (P M I)、第 2 の P M I (コードブックインデックス i_2) の受信を含む。ここで、 R I = 1 のために、 0 ~ 1 5 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 2、3、4 のそれぞれのために、 0 ~ 3 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 1 のために、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} を含む。

10

【 0 0 2 9 】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される利用者装置にて実施される方法を含む。その方法は、基地局への、ランク識別情報 (R I)、第 1 のプレコーディング行列識別子 (P M I)、第 2 の P M I (コードブックインデックス i_2) の送信を含む。ここで、 R I = 1 のために、 0 ~ 1 5 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 2、3、4 のそれぞれのために、 0 ~ 3 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 1 のために、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} を含む。

20

【 0 0 3 0 】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される基地局を含む。その基地局は、利用者装置から、ランク識別情報 (R I)、第 1 のプレコーディング行列識別子 (P M I)、第 2 の P M I (コードブックインデックス i_2) を受信する受信機を含む。ここで、 R I = 1 のために、 0 ~ 1 5 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 2、3、4 のそれぞれのために、 0 ~ 3 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 1 のために、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} を含む。

30

【 0 0 3 1 】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにおいて使用される利用者装置を含む。その利用者装置は、基地局へ、ランク識別情報 (R I)、第 1 のプレコーディング行列識別子 (P M I)、第 2 の P M I (コードブックインデックス i_2) を送信する送信機を含む。ここで、 R I = 1 のために、 0 ~ 1 5 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 2、3、4 のそれぞれのために、 0 ~ 3 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 1 のために、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} を含む。

【 0 0 3 2 】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムにて実施される方法を含む。その方法は、利用者装置から基地局への、ランク識別情報 (R I)、第 1 のプレコーディング行列識別子 (P M I)、第 2 の P M I (コードブックインデックス i_2) の送信を含む。ここで、 R I = 1 のために、 0 ~ 1 5 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 2、3、4 のそれぞれのために、 0 ~ 3 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており、 R I = 1 のために、コードブックインデックス i_2 が、 I_{PMI2} を含む。

40

【 0 0 3 3 】

さらに、本発明の他の側面は、無線通信システムを含む。その無線通信システムは、基地局と、基地局へ、ランク識別情報 (R I)、第 1 のプレコーディング行列識別子 (P M I)、第 2 の P M I (コードブックインデックス i_2) を送信する利用者装置とを含む。ここで、 R I = 1 のために、 0 ~ 1 5 の値が、第 2 の P M I I_{PMI2} に割り当てられており

50

、 $R I = 2, 3, 4$ のそれぞれのために、 $0 \sim 3$ の値が、第 2 の $P M I \mid_{P M I 2}$ に割り当てられており、 $R I = 1$ のために、コードブックインデックス i_2 が、 $\mid_{P M I 2}$ を含む。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】 $1/2 - \lambda$ アンテナ空間を持ったクロス極性を与えられた (X p o l) アンテナにおけるランク 1 および 2 のためのコードブック 2 a および 2 b の W 1 統計を示す図である。

【0035】

【図 2】 $4 - \lambda$ アンテナ空間を持ったクロス極性を与えられた (X p o l) アンテナにおけるランク 1 および 2 のためのコードブック 2 a および 2 b の W 1 統計を示す図である。

10

【0036】

【図 3】 $0.5 - \lambda$ アンテナ空間を持ったクロス極性を与えられた (X p o l) アンテナにおけるランク 2 のためのコードブック 2 a および 2 b の W 2 統計を示す図である。

【0037】

【図 4】 $4 - \lambda$ アンテナ空間を持ったクロス極性を与えられた (X p o l) アンテナにおけるランク 2 のためのコードブック 2 a および 2 b の W 2 統計を示す図である。

【0038】

【図 5】(a) $0.5 - \lambda$ アンテナ空間を持った、および (b) $4 - \lambda$ アンテナ空間を持ったクロス極性を与えられた (X p o l) アンテナにおけるランク 2 のためのコードブック 2 a および 2 b の W 2 統計を示す図である。

20

【0039】

【図 6】M I M O システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

2 強化された $4 - T \times$ コードブック

【0041】

2.1 ランク 1 および 2 のための強化された $4 - T \times$ コードブック

【0042】

同意された研究仮説では、非特許文献 1 における 2 つの解法 (解法 2 a および 2 b) が、以下に記述されるように、ランク 1 および 2 のための強化された $4 - T \times$ コードブック候補のために選択される。

30

【0043】

解法 2 a :

【数 1】

$$W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix} \text{ where } n = 0, 1, \dots, 15$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix} \text{ where } q_1 = e^{j2\pi/32}$$

$$\text{For rank 1, } W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\}$$

40

$$\text{and } Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\} \text{ and } \alpha(i) = q_1^{2(i-1)};$$

$$\text{For rank 2, } W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$\text{and } (Y_1, Y_2) = (e_i, e_k) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\};$$

【0044】

解法 2 b :

【数 2】

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix} \text{ where } n = 0, 1, \dots, 15$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix} \text{ where } q_1 = e^{j2\pi/32}$$

$$\text{For rank 1, } \mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\}$$

and $\mathbf{Y} \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$ and $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$;

For rank 2,

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ -\mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ -\mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

and

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

and

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_2 & -\mathbf{Y}_1 \end{bmatrix} \right\} (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

10

20

【0 0 4 5】

双方のコードブックにおいて、 e_i は他のすべてのエントリーにとって1および0となる i 番目のエントリーを持った 4×1 のベクトルを意味する。コードブック 2 a と 2 b との唯一の違いは、ランク 2 の $\mathbf{W}_2$ エントリーであることがわかる。ランク 2 の $\mathbf{W}_2$ エントリーの 16 エントリーの中で、9 エントリーを共有している。

【0 0 4 6】

3 G P P T S 3 6 . 2 1 3 における 8 - T x コードブックのための同じ $\mathbf{W}_1 \mathbf{W}_2$ インデックス構造に続いて、まずは、次のようにこれら 2 つのコードブックのためのインデックスを決定する。

【0 0 4 7】

インデックス i_1 を持った $\mathbf{W}_1$ について

30

【数 3】

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{i_1} & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_{i_1} \end{bmatrix}, \quad i_1 = 0, 1, \dots, 15$$

ここで、

【数 4】

$$\mathbf{X}_{i_1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^{i_1} & q_1^{i_1+8} & q_1^{i_1+16} & q_1^{i_1+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{2\pi j/16}$$

40

となる。

【0 0 4 8】

$\mathbf{W}_2$ ランク 1 においては、

【数 5】

$$W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\}$$

の 4 つのエントリーのためのインデックスとして k と表記され、

【数 6】

$$Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}, \alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$$

10

におけるように、行の選択項目 e_i と共に動く項 $\alpha(i)$ とのためのインデックスとして i と表記される。

【0 0 4 9】

W_2 は、ランク 1 のプレコーディング行列において、インデックス $i_2 = (i - 1) * 4 + k - 1$, $i = 1, 2, 3, 4$, $k = 1, 2, 3, 4$ と定義される。

【0 0 5 0】

解法 2 a において W_2 のランク 2 では、

【数 7】

$$W_{2,n} \in \left\{ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

20

にて、2 つのエントリーのためのインデックスとして、 k , $k=1, 2$ と表記され、

【数 8】

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$$

におけるように、行の選択項目の組のためのインデックスとして、 i , $i = 1, \dots, 8$ と表記される。

30

【0 0 5 1】

ランク 2 の W_2 は、解法 2 a のために、インデックス i_2 が、 $i_2 = (i - 1) * 2 + k - 1$ と定義される。

【0 0 5 2】

解法 2 a における $i_2 = 0, \dots, 7$ のランク 2 の W_2 は解法 2 b においても現れ、解法 2 b におけるランク 2 の W_2 にはこれら 8 つのエントリーに同じインデックス i_2 が採用される。

【0 0 5 3】

そして、リストアップされた順序における次の 4 つのエントリーにて $i_2 = 8, \dots, 11$ が定義され、

40

【数 9】

$$W_{2,n} \in \left\{ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\}, (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

にてリストアップされた順序における次の 4 つのエントリーにて $i_2 = 8, \dots, 11$ が定義され、

【数 10】

$$W_{2,n} \in \left\{ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\}, (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

にてリストアップされた順序における次の4つのエントリーにて $i_2 = 1, 2, \dots, 15$ が定義される。

【0054】

解法2bにおける $i_2 = 9$ のランク2のW2は、解法2aにおける $i_2 = 1, 4$ のエントリーと同じであることに注意する。

10

【0055】

2.2 ランク3および4のための強化された4-Txコードブック

【0056】

新しいコードブックにおけるランク3および4にとって、W1は、非特許文献2におけるように、独自の行列であり、W2はリリース8のコードブックを使用する。

【0057】

3 新しい4-Txコードブックに基づいたPUCCHにおけるCSIフィードバック

【0058】

リリース8の4-Txコードブックにとって、プレコーディング行列識別子(PMI) フィードバックのために4ビットのオーバーヘッドを必要とするそれぞれのランクには、16個のプレコーディングコードワードがある。これは、PUCCHにおける周期的なCSIフィードバックのために扱われることができる。そのため、コードブックにおけるサブサンプリングは不要である。

20

【0059】

しかしながら、これは、二重のコードブックが採用され、それぞれのコードブックが4ビットのサイズである場合である。すべてのCSIコードブックを送信すると、フィードバックのオーバーヘッドは大きすぎるものとなる。フィードバックのオーバーヘッドを削減するために、以下に示す、様々なフィードバックモードにおいて強化された4-Txコードブックにおけるサブサンプリング構成を提案する。

30

【表1】

W1 インデックス i_1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
W1におけるビーム	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	24	25	26	27	28	29	30	31	0	1	2	3	4	5	6	7

表1 強化された4-TxコードブックにおけるW1ビーム構成

【0060】

3.1 PUCCH CSIフィードバックモード1-1のサブモード1

40

【0061】

PUCCH CSIフィードバックモード1-1において、利用者は、RI、広帯域のチャネル品質指標(CQI、量子化されたSINRまたは信号対干渉が加わった雑音比率)、およびCSI工程におけるネットワークへの広帯域プレコーディング行列指標(PMI)を報告するための設計を行う。ランクのフィードバックの指標またはランク識別情報(RI)、CQIおよびPMIは、異なる周期性で構成され得る。二重のコードブック構造では、W1およびW2に相当する2つのインデックスがフィードバックされる。W1は、それぞれ長い期間および広い帯域におけるチャネル状態を捕捉するため、W1のインデックス(第1のPMI)のフィードバックは、W2のものよりも長い構成で設計され得る

50

。P U C C Hのフィードバックモード1 - 1のサブモード1において、R IおよびW 1のフィードバックは、同じ周期で構成される。このように、R IとW 1との情報の連結符号化が採用された。3 G P P リリース10において、5ビットが、8 - T xコードブックのためのR IおよびW 1のエントリーを示すために用いられている。このように、8 - T xのためのR IおよびW 1の合計のエントリー数として要求されるサブサンプリングは、32よりも大きなものとなる。

【0062】

強化された4 - T xコードブックでは、R IおよびW 1情報の合計のエントリー数は34（ランク1および2のそれぞれが16であり、ランク3および4のために2エントリーであり、4 - T xコードブックのために合意された4ビットのW 1が割り振られている）である。このように、サブサンプリングもが、強化された4 - T xコードブックのために必要とされる。

10

【0063】

新しい4 - T xコードブック構造に基づいた4つのアンテナポートのためのP U C C Hモード1 - 1、サブモード1のR IおよびW 1（第1のP M I）エントリーのサブサンプリングのための以下の解法を提案する。

【0064】

I．最初の16エントリーのために、ランク1およびランク2それぞれにおいて、8つのW 1エントリー（2．1章におけるようにサブサンプリングされた型の16のW 1コードワード）を選択する。それらは、4ビットで表現され得る。ランク3および4については、W 1が固有に固定されているため、ランクを示す2つのエントリーのみが必要となる。このように、4階層の空間合成を行う4つのアンテナポートにおいて、合計5ビットがR Iと第1のP M Iとの連結符号化のフィードバックのために必要とされる。このように、さらなる使用のために予約された、使用されていない14エントリーが存在する。4つのアンテナポートのための2階層の空間合成、例えば、ランクの制限が、例えばランク2と、ネットワークによって示されている場合、4ビットのペイロードサイズだけがR IとP M Iとの連結符号化のフィードバックのために必要とされる。

20

【0065】

II．フィードバックおよび冗長で使用されていないエントリーの数削減するために、P U C C Hフィードバックのための合計4ビットのペイロードのサイズを持ったすべてのエントリーを束ねることができる。これは、以下の2つの選択肢にて解決され得る。

30

【0066】

a．最初の8エントリーのために、ランク1およびランク2のそれぞれにおいて4つのW 1エントリー（2．1章におけるようにサブサンプリングされた型の16のW 1コードワード）を選択する。それらは、3ビットのペイロードで表現され得る。ランク3および4については、ランク情報を示す追加の2つのエントリーが、合計4ビットに含まれている。このように、4階層の空間合成を行う4つのアンテナポートにおいて、合計4ビットがR Iと第1のP M Iとの連結符号化のフィードバックのために必要とされる。このように、さらなる使用のために予約された、使用されない6エントリーが存在する。4つのアンテナポートのための2階層の空間合成、例えば、ランクの制限が、例えばランク2と、ネットワークによって示されている場合、3ビットのペイロードサイズだけがR IとP M Iとの連結符号化のフィードバックのために必要とされる。

40

【0067】

b．この手法において、14のエントリーが、ランク1および2のためにR Iと第1のP M Iとの連結を示すために使用される。エントリーは、例えば、それぞれのランクにおいて7等分に分割され得る。ランク1およびランク2の統計が異なるように、異なる数も採用され得る。ランク3および4については、ランク情報を示す追加の2つのエントリーが、合計4ビットに含まれている。このように、合計4ビットが、C S Iフィードバックのためにランク制限有り／無しでR Iと第1のP M Iとの連結符号化のフィードバックに必要とされる。2aと比較すると、これは、ランク1および2のために多くのW 1のコー

50

ドワードが保持されるに連れて、確実にいくつかの性能をもたらす。代わりに解法 1 と比較すると、W 1 コードワードが解法 1 におけるものよりも解法 2 a におけるものの方が少ないだけではなく、1 ビットのフィードバックのオーバーヘッドが節約されるため、わずかな性能劣化のみが期待される。

【 0 0 6 8 】

上述した P U C C H C S I フィードバックモード 1 - 1 のサブモード 1 における二者択一のサブサンプリングの構成、R I と第 1 の P M I との連結符号化のフィードバックに基づいて、以下のような詳細な設計解法を提供する。

【表 2】

RI と第 1 の PMI との連結符号化の値 $I_{RI/PMI}$	RI	コードブックインデックス i_1
0-7	1	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, or $2I_{RI/PMI}$
8-15	2	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, or $2(I_{RI/PMI}-8)$
16	3	NA
17	4	NA
18-31	予約	NA

10

20

表 1 . 1 二重のコードブック (W 1 W 2) 構造を持った 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 1 における選択肢 I に基づいたサブサンプリングの設計

【 0 0 6 9 】

選択肢 I に基づいたサブサンプリングの設計が表 1 . 1 に示されている。簡単な列挙を持った解法である。ここで、ある性能改善を行ういくつかの他の設計を提案する。まず、コードブック 2 a および 2 b において W 1 選択の統計を得るためにシステムレベルのシミュレーションを用いる。2 a および 2 b において W 1 コードブックは同じものであるが、ランク 2 のコードブックは異なる点に注意する。それらは、W 1 の統計にわずかに影響を及ぼし得る。1 / 2 λ および 4 λ のアンテナ空間を持つ X 極アンテナの W 1 統計の結果を図 1 および図 2 にそれぞれ示す。

30

【 0 0 7 0 】

ランク 2 にとって、インデックス $i_1 = 0, 1, \dots, 7$ を持つ W 1 コードワードは、双方のコードブックのために最も多く選択されることがわかる (たった 1 つの例外が 2 a におけるものであり、また、 $i_1=15$ が高い割合を持つ) 。簡単のために、ランク 2 では、インデックス $i_1 = 0, 1, \dots, 7$ を使用することができる。ランク 1 では少々複雑である。閉空間の (0 . 5 λ) のアンテナの場合、 $i_1 = 0, 6, 7, 13, 14, 15$ が他よりも高い選択比率を持つ。図 2 に示した広い (4 λ) 空間のアンテナの場合、 $i_1=0, 15$ を持つ W 1 が他よりも高い比率を持つ。ランク 1 のための W 1 のサブサンプリングのための 1 つの設計基準は、このフィードバックモード 1 - 1 サブモード 1 のためのサブサンプリングコードブックのためのサブセットとして $\{ i_1 = 0, 7, 13, 15 \}$ が含まれている。2 つの連続した W 1 における同じ行 (ビーム) が小さなビーム空間を持つため、ランク 1 にとって、 $\{ 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 \}$ の組または $\{ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 \}$ の組のような等間隔サブサンプリング i_1 を採用することができる。

40

【 0 0 7 1 】

また、表 1 に示すように、インデックス i_1 および $i_1 + 8$ を持つ 2 つの W 1 が同じビームの構成要素から構成されているため、ランク 2 にとって、これらの 2 つの W 1 コードワードの組の中で、最後のコードワードにて多くの重複部分を有する。このように、1 つの方

50

法は、モード 1 - 1 のサブモード 1 のためのサブサンプリングされた W_1 として、 $\{i_1\} = \{0, 1, \dots, 7\}$ を取ることである。

【0072】

ランク 1 にとって、共同に動く項 $\alpha(i)$ のため、 W_1 の中で重複するビームを全部そろえるためのコードワードの冗長問題が生じる。 W_2 のエントリーから同じビームおよび共同に動く項を選択するために一定のビーム空間を持ったすべての角度の空間においてビームの全範囲を持つことは有益である。それゆえ、 $\{i_1 | i_1 = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$ のような、ランク 1 にとって W_1 のサブサンプリングを持つことはより良いことである。

【0073】

P U C C H モード 1 - 1 のサブモード 1 における 4 - T x コードブックのサブサンプリングの解法の設計が表 1 . 2 に要約されている。表 1 . 2 において、上述した議論に基づいて、ランク 1 における $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$ を採用している。

【表 3】

RIと第1のPMIとの 連結符号化の 値 $I_{RI/PMI}$	RI	コードブックインデックス i_1
0-7	1	$\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\} \quad (2I_{RI/PMI})$
8-15	2	$0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \quad (I_{RI/PMI}-8)$
16	3	NA
17	4	NA
18-31	予約	NA

表 1 . 2 二重のコードブック ($W_1 W_2$) 構造を持った 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 1 における選択肢 I に基づいたコードブックのサブサンプリングの設計

【0074】

選択肢 I I - a のサブサンプリング構成および図 1、2 に示した W_1 統計に基づいて、表 1 . 3 に示したコードブックのサブサンプリング設計解法を構成する。図 1 に示すように、ランク 2 にとって $i_1 = 0, 7$ を持った W_1 が、隣接するアンテナと比較された閉空間アンテナにとって完全に最有力であるため、ランク 2 にとってのサブサンプリングの結果としてそれらを保持して $\{0, 3, 5, 7\}$ を選択する。ランク 1 にとっては、等間隔を置いて配置された W_1 を選択する。

【表 4】

RIと第1のPMIとの 連結符号化の 値 $I_{RI/PMI}$	RI	コードブックインデックス i_i
0-3	1	0, 4, 8, 12 ($4I_{RI/PMI}$)
4-7	2	0, 3, 5, 7
8	3	NA
9	4	NA
10-15	予約	NA

10

表 1 . 3 二重のコードブック (W1W2) 構造を持った 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 1 における選択肢 I I - a に基づいたコードブックのサブサンプリングの設計例

【 0 0 7 5 】

選択肢 I I - b のサブサンプリング構成および図 1、2 に示した W 1 統計に基づいて、表 1 . 4 に示したコードブックのサブサンプリング設計解法を構成する。選択肢 I I - b について、ランク 1 および 2 における R I と第 1 の P M I との連結のための合計 1 4 個のエントリーを持つため、等間隔を置いて配置された W 1 を持つことができない。図 1 および 2 に示した統計に基づいて、表 1 . 4 に解法を提案する。ここで、それぞれのランクにおいて 7 つのエントリーを考える。しかしながら、ランク 1 および 2 の重要性または統計が異なることがあり得るように、エントリーの数は異なることがある。例えば、M U - M I M O ペアリングにおいて、ランク 1 伝送を持った組になったユーザがより良いものであることが示される。このように、ランク 2 よりもランク 1 の方が多くのエントリー（より少ないサブサンプリング）を有することが好ましい。

20

【表 5】

RIと第1のPMIとの 連結符号化の 値 $I_{RI/PMI}$	RI	コードブックインデックス i_i
0-6	1	0, 2, 4, 7, 10, 13, 15
7-13	2	0, 2, 4, 5, 6, 7, 15
14	3	NA
15	4	NA

30

40

表 1 . 4 二重のコードブック (W1W2) 構造を持った 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 1 における選択 I I - a に基づいたコードブックのサブサンプリングの設計例

【 0 0 7 6 】

提案した選択肢の 1 つを採用すると、新しいコードブックが構成されるとき、報告タイプ（非特許文献 3 におけるタイプ - 5 報告）が 4 つのアンテナポートのために修正される。修正されたタイプ 5 の報告は、選択肢 I、I I - a および I I - b それぞれにおいて表 2 . 1 - 2 . 3 に示される。

【表 6】

PUCCH 報告タイプ	報告された情報	状態	ビット数
5	RI/第1の PMI	4/8 アンテナポート, 2階層の空間合成	4
		4/8 アンテナポート, 4階層の空間合成	5

10

表 2 . 1 重複したコードブック (W 1 W 2) 構造を持つ 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 1 におけるフィードバック選択肢 I を適応させるために修正された報告タイプ

【表 7】

PUCCH 報告タイプ	報告された情報	状態	ビット数
5	RI/第1の PMI	4アンテナポート, 2階層の空間合成	3
		4アンテナポート, 4階層の空間合成	4
		8アンテナポート, 2階層の空間合成	4
		8アンテナポート, 4階層の空間合成	5

20

30

表 2 . 2 重複したコードブック (W 1 W 2) 構造を持つ 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 1 におけるフィードバック選択肢 I I - a のために定義された報告タイプ

【表 8】

PUCCH 報告タイプ	報告された情報	状態	ビット数
5	RI/第1の PMI	8アンテナポート, 2階層の空間合成または 4アンテナポート	4
		8アンテナポート, 4階層の空間合成	5

40

表 2 . 3 重複したコードブック (W 1 W 2) 構造を持つ 4 - T x コードブックに基づい

50

た P U C C H モード 1 - 1 サブモード 1 におけるフィードバック選択肢 I I - b を適応させるために修正された報告タイプ

【 0 0 7 7 】

3 . 2 A P U C C H C S I フィードバックモード 1 - 1 サブモード 2

【 0 0 7 8 】

P U C C H C S I フィードバックモード 1 - 1 のサブモード 2 において、ユーザは、C Q I を報告し、好まれたプレコード情報 (W 1 のための第 1 の P M I と W 2 のための第 2 の P M I) を完全にするために構成され得る。このように、フィードバックの合計ビット数が、ランク 1 の C S I フィードバックについては 1 2 ビット (4 ビットの C Q I 、 4 ビットの W 1 および 4 ビットの W 2) 、ランク 2 のフィードバックについては 1 5 ビット (7 ビットの 2 つの C Q I 、 4 ビットの W 1 および 4 ビットの W 2) 、またはランク 3 またはランク 4 のフィードバックについては 1 1 ビット (2 つの C Q I のための 7 ビット、W 2 のための 4 ビット) となっている。P U C C H については、それぞれの報告について現在の最大ビット数は 1 1 ビットである。このように、P U C C H フィードバックモード 1 - 1 サブモード 2 が構成されるとき、コードブックサブサンプリングがランク 1 および 2 のフィードバックに必要である。ランク 3 および 4 については、コードブックのサブサンプリングは必要ない。

【 0 0 7 9 】

以下に示す強化された 4 - T x コードブックのためのランク 1 / 2 のコードブックのサブサンプリングのための 2 つの選択肢を提案する。

【 0 0 8 0 】

I I I . ランク 1 とランク 2 との双方について、W 1 / W 2 (第 1 の P M I および第 2 の P M I) のための合計 1 6 個のエントリーを選択する。このように、ランク 1 および 2 の双方にとって P M I のための合計ビット数は 4 ビットとなる。

【 0 0 8 1 】

I V . ランク 2 について、W 1 / W 2 のための 1 6 個のエントリーを選択する。しかし、ランク 1 については、1 つだけの C Q I が 4 ビットを用いて報告されるため、性能を改善するためにランク 1 のコードワードについて、より少ない量をサブサンプリングできる。1 つの設計例を合計 7 ビットを用いて以下に示す。

【 0 0 8 2 】

ここで、上記提案した 2 つの選択肢に基づいた設計について議論する。

【 0 0 8 3 】

選択肢 I I I について、4 ビットが W 1 / W 2 の報告のために割り当てられるとき、例えば、W 1 については 3 ビットが割り当てられ、W 2 については 1 ビットが割り当てられるように、3 / 1 の分割が考えられる。

【 0 0 8 4 】

内側のコードブック (W 1) のサブサンプリングにおいて、所定の規則における中心のサブサンプリングを簡単に行うことができる。ここで、広帯域のコードブックは、以下の 1 6 の中心 [0 : 1 5] / 3 2 を持つことに注意する。

【 0 0 8 5 】

サブサンプリングされた版数の 3 ビットを得るために、インデックス { 0 , 2 , 4 , 6 , 8 , 1 0 , 1 2 , 1 4 } を持つ 8 つの内部のコードワード (W 1) を簡単に選択することができる。または、3 . 1 A 章で議論したように、ランク 1 には { 0 , 2 , 4 , 6 , 8 , 1 0 , 1 2 , 1 4 } を、ランク 2 には { 0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 } を考える。

【 0 0 8 6 】

外側のコードブック (W 2) のサブサンプリングにおいて、ランク 2 の場合に、サブサンプリングされたコードブックにおける少なくとも 1 つの外側のコードワードが、内側のコードワードから直交のビームを選択することができるという基準を適用することができる。この基準、例えば、ランク 2 の外側のサブサンプリングされたコードブック 2 a の 2 ビットという例を用いることが、2 つの共同に動く選択を持った (e_1 , e_1) および 2 つ

10

20

30

40

50

の共同に動く選択を持った (e2, e4) を使うこととなる。

【 0 0 8 7 】

もしくは、図 3、4 に示したシミュレーションによって得られた本来のコードブックからランク 2 のための W 2 の選択の平均比率に基づいて、第 1 の共同に動く選択を持った { (e₁, e₁) , (e₂, e₂) , (e₃, e₃) , (e₄, e₄) } の 2 つを選択することができる。

【 0 0 8 8 】

また、図 5 に示したシミュレーションによって得られた本来のコードブックからランク 1 のための W 2 の選択の平均比率に基づいて、第 1 の共同に動く選択を持った { (e₁) , (e₂) , (e₃) , (e₄) } の 2 つを選択することができる。例えば、

【 数 1 1 】

$$W_{2,n} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix} \text{ with } Y \in \{e_1, e_3\}, \alpha(i) = q_1^{2(i-1)}.$$

を持った { (e₁, e₁) , (e₃, e₃) } である。

【 表 9 】

RI	第1のPMI値とコードブックインデックス i ₁ との関係		第2のPMI値とコードブックインデックス i ₂ との関係		合計
	第1の PMI 値 I _{PMI1}	コードブックインデックス i ₁	第2のPMI 値 I _{PMI2}	コードブックインデックス i ₂	ビット 数
1	0-7	{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}	0-1	0, 8	4
2	0-7	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}	0-1	0, 4	4
3	NA	NA	0-15	I _{PMI2} (サンプリング無し)	4
4	NA	NA	0-15	I _{PMI2} (サンプリング無し)	4

表 3 . 1 A 重複したコードブック (W 1 W 2) 構造を持った 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 のサブモード 2 における選択肢 I I I に基づいたコードブックサブサンプリング設計の例

【 表 1 0 】

RI	第1のPMI値とコードブックインデックス i ₁ との関係		第2のPMI値とコードブックインデックス i ₂ との関係		合計
	第1の PMI 値 I _{PMI1}	コードブックインデックス i ₁	第2のPMI 値 I _{PMI2}	コードブックインデックス i ₂	ビット 数
1	0-15	0-15	0-7	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	7
2	0-7	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}	0-1	0, 4	4
3	NA	NA	0-15	I _{PMI2} (サンプリング無し)	4
4	NA	NA	0-15	I _{PMI2} (サンプリング無し)	4

表 3 . 2 A 重複したコードブック (W 1 W 2) 構造を持った 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 のサブモード 2 における選択肢 I V に基づいたコードブックサブサンプリング設計の例

【 0 0 8 9 】

選択肢 I V において、ランク 1 について、W 1 / W 2 にて合計のペイロードサイズは 7 である。このように、ランク 1 の W 2 のコードブックをサブサンプリングするためにだけ必要となる。ここで、ランク 1 の場合の強化されたコードブックのためのサブサンプリングについて考える。内側のコードブックが同一であり、ランク 1 の外側のコードブックがコードブック 2 a および 2 b と同じであるため、この手順においてそれらのうちのいずれか 1 つを考えることができる。

10

【 0 0 9 0 】

サブサンプリングされた外側のコードブックのサイズが (Q = (8 つから 2 つ選択) = 2 8 となるように) 8 である場合を考える。ランク 1 において、C h o r d a l D i s t a n c e と F u b i n i S t u d y との双方が同等の測定間隔であり、以下に示す 1 6 の選択肢が近い任意の距離を持つことが見つけれられた。

行 1 ~ 1 6

0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5
6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6	7	7	7	7
8	8	9	9	8	8	9	9	8	8	9	9	8	8	9	9
10	10	11	11	10	10	11	11	10	10	11	11	10	10	11	11
12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13
14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15

20

【 0 0 9 1 】

再度、さらなる下への選択が、シミュレーションによって得られた本来のコードブックからの W 2 の選択の平均比率と比較することで行われることができる。

【 0 0 9 2 】

ある他の基準が、サブサンプリングにて使用される (または、前述の手順の先頭で課されることができる) 。

30

【 0 0 9 3 】

ランク 1 の W 2 の選択の平均比率にとっての上述した、および図 5 に示したシミュレーションの結果に基づいて、{ 0 , 2 , 4 , 6 , 8 , 1 0 , 1 2 , 1 4 } が P U C C H モード 1 - 1 のサブモード 2 においてコードブックのサブサンプリングのために採用され得る。

【 0 0 9 4 】

提案した選択の 1 つが採用されると、新しいコードブックが構成されるとき、報告タイプ (非特許文献 3 におけるタイプ 2 c 報告) が 4 つのアンテナポートにとって変更されるだろう。変更されたタイプ 2 c 報告は、選択肢 I I I および I V それぞれにとって表 4 . 1 A ~ 4 . 2 A に示される。

40

【表 1 1】

PUCCH報告 タイプ	報告された 情報	状態	ビット数
2c	広帯域CQI / 第1のPMI / 第2のPMI	4/8 アンテナポート RI = 1	8
		4/8アンテナポート $1 < RI \leq 4$	11
		8 アンテナポート $4 < RI \leq 7$	9
		8 アンテナポート RI = 8	7

10

表 4 . 1 A 重複したコードブック (W 1 W 2) 構造を持つ 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 2 におけるフィードバック選択肢 I I I を適応させるために修正された報告タイプ 2 c

【表 1 2】

20

PUCCH報告 タイプ	報告された 情報	状態	ビット数
2c	広帯域CQI / 第1のPMI / 第2のPMI	4/8 アンテナポート RI = 1	11
		4/8 アンテナポート $1 < RI \leq 4$	11
		8 アンテナポート $4 < RI \leq 7$	9
		8 アンテナポート = 8	7

30

表 4 . 2 A 重複したコードブック (W 1 W 2) 構造を持つ 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 2 におけるフィードバック選択肢 I V を適応させるために修正された報告タイプ 2 c

【 0 0 9 5 】

3 . 2 B P U C C H C S I フィードバックモード 1 - 1 サブモード 2

40

【 0 0 9 6 】

P U C C H C S I フィードバックモード 1 - 1 のサブモード 2 において、ユーザは、C Q I を報告し、好まれたプレコード情報 (W 1 のための第 1 の P M I と W 2 のための第 2 の P M I) を完全にするために構成され得る。このように、フィードバックの合計ビット数が、ランク 1 の C S I フィードバックについては 1 2 ビット (4 ビットの C Q I 、 4 ビットの W 1 および 4 ビットの W 2) 、ランク 2 のフィードバックについては 1 5 ビット (7 ビットの 2 つの C Q I 、 4 ビットの W 1 および 4 ビットの W 2) 、またはランク 3 またはランク 4 のフィードバックについては 1 1 ビット (2 つの C Q I のための 7 ビット、W 2 のための 4 ビット) となっている。P U C C H については、それぞれの報告について現在の最大ビット数は 1 1 ビットである。このように、P U C C H フィードバックモード

50

1 - 1 サブモード 2 が構成されるとき、コードブックサブサンプリングがランク 1 および 2 のフィードバックに必要である。ランク 3 および 4 については、コードブックのサブサンプリングは必要ない。

【 0 0 9 7 】

以下に示す強化された 4 - T x コードブックのためのランク 1 / 2 のコードブックのサブサンプリングのための 2 つの選択肢を提案する。

【 0 0 9 8 】

III . ランク 1 とランク 2 との双方について、 W_1 / W_2 (第 1 の PMI および第 2 の PMI) のための合計 16 個のエントリを選択する。このように、ランク 1 および 2 の双方にとって合計ビット数は 4 ビットとなる。

10

【 0 0 9 9 】

IV . ランク 2 について、 W_1 / W_2 のための 16 個のエントリを選択する。しかし、ランク 1 については、1 つだけの CQI が 4 ビットを用いて報告されるため、性能を改善するためにランク 1 のコードワードについて、より少ない量をサブサンプリングできる。2 つの設計例を合計 7 ビットを用いて以下に示す。

【 0 1 0 0 】

ここで、提案した 2 つの選択肢に基づいた設計について議論する。

【 0 1 0 1 】

選択肢 III について、4 ビットが W_1 / W_2 の報告のために割り当てられるとき、まず、例えば、 W_1 については 3 ビットが割り当てられ、 W_2 については 1 ビットが割り当てられるように、3 / 1 の分割を考える。

20

【 0 1 0 2 】

内側のコードブック (W_1) のサブサンプリングにおいて、所定の規則における中心のサブサンプリングを簡単に行うことができる。ここで、広帯域のコードブックは、以下の 16 の中心 [0 : 15] / 32 を持つことに注意する。

【 0 1 0 3 】

サブサンプリングされた版数の 3 ビットを得るために、インデックス { 0 , 2 , 4 , 6 , 8 , 10 , 12 , 14 } を持つ 8 つの内部のコードワード (W_1) を簡単に選択することができる。または、3 . 1 B 章で議論したように、ランク 1 には { 0 , 2 , 4 , 6 , 8 , 10 , 12 , 14 } を、ランク 2 には { 0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 } を考えることができる。

30

【 0 1 0 4 】

外側のコードブック (W_2) のサブサンプリングにおいて、ランク 2 の場合に、サブサンプリングされたコードブックにおける少なくとも 1 つの外側のコードワードが、内側のコードワードから直交のビームを選択することができるという基準を追加的に適用することができる。この基準、例えば、ランク 2 の外側のサブサンプリングされたコードブックの 1 ビットという例を用いることが、{ 14 , 15 } における i_2 に応じて 2 つの共同に動く選択を持った (e_2, e_4) によって形成される。この W_2 の選択は、サブサンプリングされた W_1 { 0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 } とともに使用され、より好ましくは、より平均のとれたサンプリングのための { 0 , 2 , 4 , 6 , 8 , 10 , 12 , 14 } を含む W_1 とともに使用され得る。

40

【 0 1 0 5 】

あるいは、図 3 および 4 に示したシミュレーションによって得られた本来のコードブックからランク 2 のための W_2 の選択の平均比率に基づいて、第 1 の共同に動く選択を持った { (e_1, e_1) , (e_2, e_2) , (e_3, e_3) , (e_4, e_4) } の 2 つを選択することができる。例えば、 W_2 のサブサンプリングとして { (e_1, e_1) , (e_3, e_3) } を選択することができる。すると、例えば、 $i_2 = 0, 4$ のようなそれぞれのビームの組において第 1 の共同に動くエントリを選択することができる。しかしながら、この選択にて、選択されたビームは、一定のビーム空間におけるものではない。このように、サブモード 1 におけるように W_1 にとって同じサンプリングを持つために制限されないと、 W_1 にとって i_1 { 0

50

, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14} のサブサンプリングを適用することができる。すると、{(e₁, e₁), (e₃, e₃)} のサブサンプリングにて、一定の分割を持ったビームの選択を持つ。

【0106】

本来のコードブックからのランク1にとっても、2つの直交したビームを選択する{(e₁), (e₂), (e₃), (e₄)}の2つを選択することができる。このように、同じW1を持った2つのランク1のコードワードは、直交するだろう。したがって、固定された共同に動く項を持った{(e₁), (e₃)}または{(e₂), (e₄)}のいずれかの組を選択することができる。例えば、{(e₁), (e₃)}の場合、

【数12】

$$W_{2,n} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix} \text{ with } Y \in \{e_1, e_3\}, \alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$$

となる。

【0107】

共同に動く項については、例えば、(α(1), k=1)またはe₁にとってのi₂=0、(α(3), k=1)またはe₃にとってのi₂=8のように、それぞれ1つの第1のエントリーを単純に選ぶことができる。i₂=0については、共同に動く項は1であることがわかる。これがまさにビーム選択である。i₂=8については、全般的な共同に動く項はq₁⁴である。結果を表3.1Bに要約する。

【表13】

RI	第1のPMI値とコードブックインデックスi ₁ との関係		第2のPMI値とコードブックインデックスi ₂ との関係		合計
	第1のPMIの値 I _{PMI1}	コードブックインデックス i ₁	第2のPMIの値 I _{PMI2}	コードブックインデックス i ₂	ビット数
1	0-7	{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}	0-1	0, 8	4
2	0-7	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7} or {0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}	0-1	0, 4	4
3	NA	NA	0-15	I _{PMI2} (サブサンプリング無し)	4
4	NA	NA	0-15	I _{PMI2} (サブサンプリング無し)	4

表3.1B 重複したコードブック(W1W2)構造を持った4-T×コードブックに基づいたPUCCHモード1-1のサブモード2における選択肢IIIに基づいたコードブックサブサンプリング設計の例

【0108】

ランク1にて異なるビットの分割が許容されると、例えば、W1サブサンプリングのための2ビットおよびW2サブサンプリングのための2ビットを割り当てるように、2/2

10

20

30

40

50

ビットの分割を持つことができる。この選択において、ある k または k の組を持った W_1 のための $i_1 \in \{0, 2, 4, 6\}$ および W_2 のサブサンプリングのための $\{(e_1), (e_2), (e_3), (e_4)\}$ を選択することができる。この解法では、8 の代わりに 4 ごとのコードワードにて変更された共同に動く項のみを持っている、一定のビーム空間を持ったビーム空間を扱うことができる。 $k = 1$ では、それぞれ $i = 1, 2, 3, 4$ (例えば $\{(e_1), (e_2), (e_3), (e_4)\}$) のための $1, q_1^2, q_1^4, q_1^6$ によって与えられた全般的な共同に動く項を持つ。ランク 1 の W_2 についてのサブサンプリングの結果は、 $i_2 \in \{0, 4, 8, 12\}$ である。このサンプリングの設計の解法を表 3 . 2 B に要約する。

【表 1 4】

RI	第1のPMI 値とコードブックインデックス i_1 との関係		第2のPMI 値とコードブックインデックス i_2 との関係		合計
	第1の PMI の 値 I_{PMI1}	コードブックインデックス i_1	第2のPMI の値 I_{PMI2}	コードブックインデックス i_2	ビット 数
1	0-3	$\{0, 2, 4, 6\}$	0-3	$\{0, 4, 8, 12\}$	4
2	0-7	$\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ or $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$	0-1	0, 4	4
3	NA	NA	0-15	I_{PMI2} (サブサンプリング無し)	4
4	NA	NA	0-15	I_{PMI2} (サブサンプリング無し)	4

表 3 . 2 B 重複したコードブック ($W_1 W_2$) 構造を持った $4 - T \times$ コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 のサブモード 2 における選択肢 I I I に基づいたコードブックサブサンプリング設計の例

【表 15】

RI	第1のPMI値とコードブックインデックス i_1 との関係		第2のPMI値とコードブックインデックス i_2 との関係		合計
	第1の PMIの 値 I_{PMI1}	コードブックインデックス i_1	第2のPMI の値 I_{PMI2}	コードブックインデックス i_2	ビット 数
1	0-15	0-15	0-7	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	7
2	0-7	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7} or {0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}	0-1	0, 4	4
3	NA	NA	0-15	I_{PMI2} (サブサンプリング無 し)	4
4	NA	NA	0-15	I_{PMI2} (サブサンプリング無 し)	4

表 3 . 3 B 重複したコードブック (W1W2) 構造を持った 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 のサブモード 2 における選択肢 I V に基づいたコードブックサブサンプリング設計の例

【0109】

選択肢 I V において、ランク 1 にとって、W1 / W2 では合計のペイロードサイズが 7 である。まず、ランク 1 の場合において、強化されたコードブックにおけるランク 1 の W2 のコードブックのみをサブサンプリングすることを考える。

【0110】

サブサンプリングされた外側のコードブックのサイズが (Q = (8 つから 2 つ選択) = 28 となるように) 8 である場合を考える。ランク 1 において、C h o r d a l の間隔と F u b i n i S t u d y との双方が同等の測定間隔であり、以下に示す 16 の選択肢が近い任意の距離を持つことが見つめられた。

行 1 ~ 16

```

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1
2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3 3 3
4 4 4 4 5 5 5 5 4 4 4 4 5 5 5 5
6 6 6 6 7 7 7 7 6 6 6 6 7 7 7 7
8 8 9 9 8 8 9 9 8 8 9 9 8 8 9 9
10 10 11 11 10 10 11 11 10 10 11 11 10 10 11 11
12 13 12 13 12 13 12 13 12 13 12 13 12 13 12 13
14 15 14 15 14 15 14 15 14 15 14 15 14 15 14 15

```

【0111】

再度、さらなる下への選択が、シミュレーションによって得られた本来のコードブックからの W2 の選択の平均比率と比較することで行われることができる。

【0112】

ある他の基準が、サブサンプリングにて使用される (または、前述の手順の先頭で課されることができる)。

【0113】

ランク 1 の W 2 の選択の平均比率にのっての図 5 に示した上述した、およびシミュレーションの結果に基づいて、表 3 . 3 B に要約されるように、{ 0 , 2 , 4 , 6 , 8 , 1 0 , 1 2 , 1 4 } が P U C C H モード 1 - 1 のサブモード 2 においてコードブックのサブサンプリングのために採用され得る。

【 0 1 1 4 】

また、合計 7 ビットの負荷を持つランク 1 の場合に注視すると、その代わりに 4 ビットの W 2 のコードブック保持し、その代わりに W 1 のコードブックをサブサンプリングすることができる。この場合、ビームの角度のとがった空間をより良く網羅するために { 0 , 2 , 4 , 6 , 8 , 1 0 , 1 2 , 1 4 } のような一定のサブサンプリングされた W 1 を優先する。

【 0 1 1 5 】

提案した選択の 1 つが採用されると、新しいコードブックが構成されるとき、報告タイプ (非特許文献 3 におけるタイプ 2 c 報告) が 4 つのアンテナポートにとって変更されるだろう。変更されたタイプ 2 c 報告は、選択肢 I I I および I V それぞれにとって表 4 . 1 B ~ 4 . 2 B に示される。

【表 1 6】

PUCCH報告 タイプ	報告された 情報	状態	ビット数
2c	広帯域CQI / 第1のPMI / 第2のPMI	4/8 アンテナポート RI = 1	8
		4/8 アンテナポート $1 < RI \leq 4$	11
		8 アンテナポート $4 < RI \leq 7$	9
		8 アンテナポート RI = 8	7

表 4 . 1 B 重複したコードブック (W 1 W 2) 構造を持つ 4 - T x コードブックに基づいた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 2 におけるフィードバック選択肢 I I I を適応させるために修正された報告タイプ 2 c

【表 1 7】

PUCCH報告 タイプ	報告された 情報	状態	ビット数
2c	広帯域CQI / 第1のPMI / 第2のPMI	4/8 アンテナポート $1 \leq RI \leq 4$	11
		8 アンテナポート $4 < RI \leq 7$	9
		8 アンテナポート RI = 8	7

表 4 . 2 B 重複したコードブック (W 1 W 2) 構造を持つ 4 - T x コードブックに基づ

いた P U C C H モード 1 - 1 サブモード 2 におけるフィードバック選択肢 I V を適応させるために修正された報告タイプ 2 c

【 0 1 1 6 】

3 . 3 A P U C C H C S I フィードバックモード 2 - 1

【 0 1 1 7 】

P U C C H C S I のフィードバックモード 2 - 1 において、ユーザは、相応する優先された P M I および C Q I を持つ優先されたサブ帯域を報告するために構成され得る。サブ帯域の C Q I / P M I 報告では、L ビットが、ユーザの優先されたサブ帯域のインデックスを報告するために割り当てられる。重複されたコードブック構造が構成されると、ユーザは、C Q I および (W 2 のための) 第 2 の P M I を報告する必要がある。サブ帯域の報告のために追加された L ビットを用いて、C Q I および第 2 の P M I のためのフィードバックペイロードサイズが削減される。8 - T x コードブックにおいて、最大 9 ビットがサブ帯域 C Q I / 第 2 の P M I の報告のために割り当てられる。同じペイロードサイズ制約を用いて、表 5 . 1 A に要約するように、異なるランクにとって以下に示すコードブックのサブサンプリングを提案する。

【 0 1 1 8 】

ランク 1 については、ただ 1 つの C Q I が報告される。このように、サブサンプリングは必要ではない。合計ビット数は 8 である。

【 0 1 1 9 】

ここでまず、ランク 3 および 4 のコードブックのサブサンプリングを議論する。W 2 にとっては、ランク 3 および 4 のためにリリース 8 のコードブックが適用されていることに注意する。2 ビットのサンプリングでは、16 のコードワードから 4 つが必要となる。

【表 1 8】

RI	第 2 の PMI の値とコードブックインデックス i_2 との関係	
	第 2 の PMI の値 I_{PMI2}	コードブックインデックス i_2
1	0-15	I_{PMI2} (サブサンプリング無し)
2	0-3	文章で議論されたような 4 つのエントリー
3	0-3	文章で議論されたような 4 つのエントリー
4	0-3	文章で議論されたような 4 つのエントリー

表 5 . 1 A

表 5 . 1 A

【 0 1 2 0 】

ランク 3 : 16 のコードワードから 4 つを選択するサブサンプリングは、Chordal の間隔と Fubini Study の測定間隔とのいずれかにおいて使用され得る。一般に、Chordal の間隔は、Fubini Study がより大きな S N R に適している一方、より低い S N R により適している。

【 0 1 2 1 】

4 つのコードワード (サブサンプリングされたコードブックを含む) の与えられた選択にて、6 つの組を持つ。そのような組 (2 つの 4×3 の半分の単位の行列コードワードを含む) それぞれについて、間隔を計算できる。その選択にとっての距離は、6 つの間隔の最小値であると定義され得る。最後に、関連した距離が最大 (例えば、距離の最大値) となるような、より適した選択を行うことができる。

【 0 1 2 2 】

関連した距離が最大値と等しいか最大の少ないマージン以内（いわゆる 2 % や 5 % ）である多数の選択があり得る。そのような選択のすべては、有効な選択または良い候補を示す。

【 0 1 2 3 】

合計では、1 8 2 0（1 6 個から 4 つの選択）の選択がある。測定間隔として C h o r d a l の間隔を使用する際に距離が最大値と等しい 5 つの選択を見つける。意外にも、測定間隔として F u b i n i S t u d y の間隔を使用する際にも距離が最大値と等しい同じ選択が存在する。これらのインデックスは、

{ 0 , 2 , 8 , 1 0 } , { 0 , 9 , 1 0 , 1 1 } , { 1 , 2 , 3 , 8 } , { 1 , 3 , 9 , 1 1 } ,
{ 1 2 , 1 3 , 1 4 , 1 5 }

である。

【 0 1 2 4 】

確かに、ほかの選択は、最大値の 5 % 以内にいずれかのケースにおける距離を持たない。このように、これら 5 つの選択のうちの 1 つが良い選択である。

【 0 1 2 5 】

ランク 4 について：それぞれのコードワードは、コードワードの 2 つの組の間隔（C h o r d a l の間隔または F u b i n i S t u d y のいずれか）が 0 となるように、 4×4 の単位行列である。このように、サブサンプリングのために使いやすい方法は、サブサンプリングされたランク 4 のコードブックを得るために、ランク 4 のレガシーコードブックにおけるランク 3 の場合のために得られたインデックスを再利用することである。

【 0 1 2 6 】

ランク 2 について、強化されたコードブックにとって、多数の内側（広帯域）のコードワードがあるため、その状況は、より複雑なビットである。

【 0 1 2 7 】

サイズが 1 6 である本来の外側のコードブックからサイズが 4（2 ビット）である外側のコードブック（W 2）を得るためのサブサンプリングを考える。

【 0 1 2 8 】

1 8 2 0 の選択のそれぞれ 1 つにとって、1 6 の内側のコードワードのそれぞれ 1 つを考え、Q の間隔（Q は、サブサンプリングされた外側のコードブックにおける組の数であり、この例においては 6 である）を決定し、Q の距離のうち最小値と、その選択のための内側のコードワードとを関連付けることができる。そして、距離と関連付けられた 1 6（その選択のための 1 6 の内側のコードワードを持ったもの）が、その選択と関連付けられた 1 つの距離に、適した方法（適した方法は、ある規則を持った距離関数または幾何学的手段等から取り出されたもので良い）で組み合わせられ得る。距離が最大値（または最大値のマージン以内）と等しい 1 つまたはそれ以上の選択は、適した候補に決定され得る。

【 0 1 2 9 】

ランク 2（Q = 6 となるように、サブサンプリングされた外側のコードブックのサイズが 4）および強化されたコードブック 2 a のための上述した手順を実行する際、F u b i n i S t u d y の間隔のみならず C h o r d a l の間隔においても（大体）最大限の距離を持った以下の 4 つの選択（1 8 2 0 の可能な 1 つのインデックスの組）を見つけた：
{ 6 , 8 , 1 1 , 1 4 } , { 6 , 9 , 1 0 , 1 5 } , { 7 , 8 , 1 1 , 1 4 } , { 7 , 9 , 1 0 , 1 5 }

【 0 1 3 0 】

以下の 8 つの選択（1 8 2 0 からの）は、C h o r d a l の間隔において最大限の距離を持っている：

{ 2 , 6 , 1 4 , 1 5 } , { 2 , 7 , 1 4 , 1 5 } , { 3 , 6 , 1 4 , 1 5 } , { 3 , 7 , 1 4 , 1 5 } ,
{ 6 , 8 , 1 4 , 1 5 } , { 6 , 9 , 1 4 , 1 5 } , { 7 , 8 , 1 4 , 1 5 } , { 7 , 9

, 1 4 , 1 5 }

【 0 1 3 1 】

以下の 1 6 4 の選択 (1 8 2 0 からの) は、C h o r d a l の間隔において (大体) 最大限の距離を持っている。それぞれの選択 (4 つのインデックスを含む) は、以下における 1 つの行である :

行 1 ~ 2 0

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	14	4	4	4	4	5	5	5
6	7	14	15	6	7	14	15	14	15	14	15	15	6	7	14	15	6	7	14

10

行 2 1 ~ 4 0

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	7
5	6	6	7	7	14	6	6	7	7	14	6	6	7	7	14	10	11	14	10
15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	15	15	14	15	15

行 4 1 ~ 6 0

0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
11	14	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	14	4	4	4	4	5
14	15	6	7	14	15	6	7	14	15	14	15	14	15	15	6	7	14	15	6

20

行 6 1 ~ 8 0

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6
5	5	5	6	6	7	7	14	6	6	7	7	14	6	6	7	7	14	10	11
7	14	15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	15	15	14

行 8 1 ~ 1 0 0

1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	7	7	7	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	7
14	10	11	14	6	6	7	7	12	13	14	6	6	7	7	12	13	14	14	14
15	15	14	15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	14	15	15	14	15	15	15

30

行 1 0 1 ~ 1 2 0

3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	7	6	6	6	6
6	6	7	7	12	13	14	6	6	7	7	12	13	14	14	14	8	8	9	9
14	15	14	15	15	14	15	14	15	14	15	15	14	15	15	15	14	15	14	15

40

行 1 2 1 ~ 1 4 0

4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
6	7	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	6	6	6	6	6	7	7	7
14	8	8	9	9	14	12	13	14	12	13	14	8	8	9	9	14	8	8	9
15	14	15	14	15	15	15	14	15	15	14	15	14	15	14	15	15	14	15	14

行 1 4 1 ~ 1 6 0

5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
7	7	8	8	8	9	9	9	8	8	8	9	9	9	8	8	8	9	9	9

50

9	14	12	13	14	12	13	14	10	11	14	10	11	14	10	11	14	10	11	14
15	15	15	14	15	15	14	15	15	14	15	15	14	15	15	14	15	15	14	15

行 1 6 1 ~ 1 6 4

8	8	9	9
10	11	10	11
12	13	12	13
15	14	15	14

【 0 1 3 2 】

10

次に、ランク 2 および強化されたコードブック 2 b のための上述した手順を実行する際、F u b i n i S t u d y のみならず C h o r d a l の間隔においても（大体）最大限の距離を持った以下の 5 4 の選択（1 8 2 0 からの）を見つけた：

行 1 ~ 2 0

0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	4	5	5	4	4	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
8	13	8	13	8	13	8	13	8	8	8	9	9	10	12	8	8	8	9	9
11	15	11	15	11	15	11	15	9	10	11	10	11	11	14	9	10	11	10	11

行 2 1 ~ 4 0

20

2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	7	8	8	8	9	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
10	12	9	9	10	10	8	8	8	9	9	10	12	8	8	8	9	9	10	12
11	14	10	11	11	11	9	10	11	10	11	11	14	9	10	11	10	11	11	14

行 4 1 ~ 5 4

3	3	3	3	6	6	6	6	7	7	7	7	8	9
8	8	8	9	8	8	8	9	8	8	8	9	9	10
9	9	10	10	9	9	10	10	9	9	10	10	10	13
10	11	11	11	10	11	11	11	10	11	11	11	11	15

30

【 0 1 3 3 】

以下に示す 4 2 の選択（1 8 2 0 からの）は、C h o r d a l の間隔における最大距離を持っている：

行 1 ~ 2 0

2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	9	9	9	10	6	6	6	6
9	9	9	10	10	13	9	9	9	10	10	13	10	10	13	13	9	9	9	10
10	13	15	13	15	15	10	13	15	13	15	15	13	15	15	15	10	13	15	13

40

行 2 1 ~ 4 0

3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	7	7	7	7
6	6	7	7	7	7	7	7	9	9	9	10	9	9	9	10	9	9	9	10
10	13	9	9	9	10	10	13	10	10	13	13	10	10	13	13	10	10	13	13
15	15	10	13	15	13	15	15	13	15	15	15	13	15	15	15	13	15	15	15

行 4 1 ~ 4 2

9	9
10	10
12	13

50

14 15

【 0 1 3 4 】

選択の大部分 (1 8 2 0 のうちの 1 4 6 2) は、C h o r d a l および F u b i n i S t u d y の間隔の双方における最善に近い距離を成し遂げることがこのケースにおけるサブサンプリングのためのより良い選択であることを暗示する C h o r d a l の間隔における最大に近い距離を持つ。

【 0 1 3 5 】

さらなる下への選択が、シミュレーションによって得られた本来のコードブックからの W 2 の選択の平均比率と比較することで行われることができる。

10

【 0 1 3 6 】

C h o r d a l の間隔および F u b i n i S t u d y の間隔が、無関係なチャネル (広いアンテナ空間を持っているような) により適していることに注意する。

【 0 1 3 7 】

より関係のあるチャネルにおいてより近いアンテナ空間の結果にとって、ランク 2 のコードワードの結果における 2 つの行が同一のビーム選択を含んでいる、より多くの外側のコードブックのエントリーを持つことを選ぶ。

【 0 1 3 8 】

上述した議論および図 3、4 に示した結果に基づいて、{ 0 , 2 , 4 , 8 } が、2 a および 2 b にとって

20

【 数 1 3 】

$$W_{2,n} \in \left\{ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \text{ with } (Y_1, Y_2) \in \{ (e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4) \}$$

が選択されたことを示す W 2 のサブサンプリングのための良い選択になり得ることが分かる。

【 0 1 3 9 】

このように、P U C C H のフィードバックモード 2 - 1 のための異なるランク (1 つのランクごと) におけるサブサンプリングの解法の例を、表 5 . 2 A に示す。

30

【 表 1 9 】

RI	第2のPMIの値とコードブックインデックス i_2 との関係	
	第2のPMIの値 I_{PMI2}	コードブックインデックス i_2
1	0-15	I_{PMI2} (サブサンプリング無し)
2	0-3	{0 2 4 6}
3	0-3	{0 2 8 10}
4	0-3	{0 2 8 10}

40

表 5 . 2 A 4 - T x コードブックのための P U C C H モード 2 - 1 のコードブックサブサンプリング

50

【 0 1 4 0 】

3 . 3 B P U C C H C S I フィードバックモード 2 - 1

【 0 1 4 1 】

P U C C H C S I のフィードバックモード 2 - 1 において、ユーザは、相応する優先された P M I および C Q I を持つ優先されたサブ帯域を報告するために構成され得る。サブ帯域の C Q I / P M I 報告では、L ビットが、ユーザの優先されたサブ帯域のインデックスを報告するために割り当てられる。重複されたコードブック構造が構成されると、ユーザは、C Q I および (W 2 のための) 第 2 の P M I を報告する必要がある。サブ帯域の報告のために追加された L ビットを用いて、C Q I および第 2 の P M I のためのフィードバックペイロードサイズが削減される。8 - T x コードブックにおいて、最大 9 ビットがサブ帯域 C Q I / 第 2 の P M I の報告のために割り当てられる。同じペイロードサイズ制約を用いて、表 5 . 1 B に要約するように、異なるランクにとって以下に示すコードブックのサブサンプリングを提案する。

10

【 0 1 4 2 】

ランク 1 については、ただ 1 つの C Q I が報告される。このように、サブサンプリングは必要ではない。合計ビット数は 8 である。

【 0 1 4 3 】

ここでまず、ランク 3 および 4 のコードブックのサブサンプリングを議論する。W 2 にとっては、ランク 3 および 4 のためにリリース 8 のコードブックが適用されていることに注意する。2 ビットのサンプリングでは、16 のコードワードから 4 つが必要となる。

20

【 表 2 0 】

RI	第 2 の PMI の値とコードブックインデックス i_2 との関係	
	第 2 の PMI の値 I_{PMI2}	コードブックインデックス i_2
1	0-15	I_{PMI2} (サブサンプリング無し)
2	0-3	文章で議論されたような 4 つのエントリー
3	0-3	文章で議論されたような 4 つのエントリー
4	0-3	文章で議論されたような 4 つのエントリー

30

表 5 . 1 B

【 0 1 4 4 】

ランク 3 : 16 のコードワードから 4 つを選択するサブサンプリングは、Chordal の間隔と Fubini Study の測定間隔とのいずれかにおいて使用され得る。一般に、Chordal の間隔は、Fubini Study がより大きな S N R に適している一方、より低い S N R により適している。

40

【 0 1 4 5 】

4 つのコードワード (サブサンプリングされたコードブックを含む) の与えられた選択にて、6 つの組を持つ。そのような組 (2 つの 4×3 の半分の単位の行列コードワードを含む) それぞれについて、間隔を計算できる。その選択にとっての距離は、6 つの間隔の最小値であると定義され得る。最後に、関連した距離が最大 (例えば、距離の最大値) となるような、より適した選択を行うことができる。

【 0 1 4 6 】

50

関連した距離が最大値と等しいか最大の少ないマージン以内（いわゆる2%や5%）である多数の選択があり得る。そのような選択のすべては、有効な選択または良い候補を示す。

【0147】

合計では、1820（16個から4つの選択）の選択がある。測定間隔としてChordalの間隔を使用する際に距離が最大値と等しい5つの選択を見つける。意外にも、測定間隔としてFubini Studyの間隔を使用する際にも距離が最大値と等しい同じ選択が存在する。これらのインデックスは、

{ 0 , 2 , 8 , 10 } , { 0 , 9 , 10 , 11 } , { 1 , 2 , 3 , 8 } , { 1 , 3 , 9 , 11 } ,

{ 12 , 13 , 14 , 15 }

である。

【0148】

確かに、ほかの選択は、最大値の5%以内にいずれかのケースにおける距離を持たない。このように、これら5つの選択のうちの1つが良い選択である。

【0149】

ランク4について：それぞれのコードワードは、コードワードの2つの組の間隔（Chordalの間隔またはFubini Studyのいずれか）が0となるように、 4×4 の単位行列である。このように、サブサンプリングのために使いやすい方法は、サブサンプリングされたランク4のコードブックを得るために、ランク4のレガシーコードブックにおけるランク3の場合のために得られたインデックスを再利用することである。

【0150】

ランク2について、強化されたコードブックにとって、多数の内側（広帯域）のコードワードがあるため、その状況は、より複雑なビットである。

【0151】

サイズが16である本来の外側のコードブックからサイズが4（2ビット）である外側のコードブック（W2）を得るためのサブサンプリングを考える。

【0152】

1820の選択のそれぞれ1つにとって、16の内側のコードワードのそれぞれ1つを考え、Qの間隔（Qは、サブサンプリングされた外側のコードブックにおける組の数であり、この例においては6である）を決定し、Qの距離のうち最小値と、その選択のための内側のコードワードとを関連付けることができる。そして、距離と関連付けられた16（その選択のための16の内側のコードワードを持ったもの）が、その選択と関連付けられた1つの距離に、適した方法（適した方法は、ある規則を持った距離関数または幾何学的な手段等から取り出されたもので良い）で組み合わせられ得る。距離が最大値（または最大値のマージン以内）と等しい1つまたはそれ以上の選択は、適した候補に決定され得る。

【0153】

ランク2（ $Q = 6$ となるように、サブサンプリングされた外側のコードブックのサイズが4）および強化されたコードブック2aのための上述した手順を実行する際、Fubini Studyの間隔のみならずChordalの間隔においても（大体）最大限の距離を持った以下の4つの選択（1820の可能な1つのインデックスの組）を見つけた：

{ 6 , 8 , 11 , 14 } , { 6 , 9 , 10 , 15 } , { 7 , 8 , 11 , 14 } , { 7 , 9 , 10 , 15 }

【0154】

以下の8つの選択（1820からの）は、Chordalの間隔において最大限の距離を持っている：

{ 2 , 6 , 14 , 15 } , { 2 , 7 , 14 , 15 } , { 3 , 6 , 14 , 15 } , { 3 , 7 , 14 , 15 } ,

{ 6 , 8 , 14 , 15 } , { 6 , 9 , 14 , 15 } , { 7 , 8 , 14 , 15 } , { 7 , 9 , 14 , 15 }

【 0 1 5 5 】

以下の 1 6 4 の選択 (1 8 2 0 からの) は、C h o r d a l の間隔において (大体) 最大限の距離を持っている。それぞれの選択 (4 つのインデックスを含む) は、以下における 1 つの行である :

行 1 ~ 2 0

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	14	4	4	4	4	5	5
6	7	14	15	6	7	14	15	14	15	14	15	15	6	7	14	15	6	7

10

行 2 1 ~ 4 0

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	7
5	6	6	7	7	14	6	6	7	7	14	6	6	7	7	14	10	11	14
15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	15	15	14	15

行 4 1 ~ 6 0

0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
11	14	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	14	4	4	4	5
14	15	6	7	14	15	6	7	14	15	14	15	14	15	15	6	7	14	15

20

行 6 1 ~ 8 0

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6
5	5	5	6	6	7	7	14	6	6	7	7	14	6	6	7	7	14	10
7	14	15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	15	14

行 8 1 ~ 1 0 0

1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	7	7	7	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6
14	10	11	14	6	6	7	7	12	13	14	6	6	7	7	12	13	14	14
15	15	14	15	14	15	14	15	15	14	15	14	15	14	15	15	14	15	15

30

行 1 0 1 ~ 1 2 0

3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	7	6	6	6
6	6	7	7	12	13	14	6	6	7	7	12	13	14	14	14	8	8	9
14	15	14	15	15	14	15	14	15	14	15	15	14	15	15	15	14	15	14

40

行 1 2 1 ~ 1 4 0

4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
6	7	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	6	6	6	6	6	7	7
14	8	8	9	9	14	12	13	14	12	13	14	8	8	9	9	14	8	8
15	14	15	14	15	15	15	14	15	15	14	15	14	15	14	15	15	14	15

行 1 4 1 ~ 1 6 0

5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
7	7	8	8	8	9	9	9	8	8	8	9	9	9	8	8	8	9	9
9	14	12	13	14	12	13	14	10	11	14	10	11	14	10	11	14	10	11

50

15 15 15 14 15 15 14 15 15 14 15 15 14 15 15 14 15 15 14 15

行 1 6 1 ~ 1 6 4

8 8 9 9

10 11 10 11

12 13 12 13

15 14 15 14

【 0 1 5 6 】

上述した選択 { 2 , 6 , 1 4 , 1 5 } および { 3 , 7 , 1 4 , 1 5 } の 2 つは、それら
が共に動く項

【数 1 4】

$$W_{2,n} \in \left\{ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

を持った本来のビーム選択

【数 1 5】

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

を考慮するゆえに、部分的に興味深い。これらは、i2のインデックス { 1 4 , 1 5 } に相
当する。2つの共同して動く項の1つを持ったビーム選択

【数 1 6】

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_2), (e_4, e_4)\}$$

に加えて、i2のインデックス { 2 , 6 } または { 3 , 7 } に対応して、

【数 1 7】

$$W_{2,n} \in \left\{ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

が考慮される。

【 0 1 5 7 】

さらなる下への選択が、シミュレーションによって得られた本来のコードブックからの
W 2 の選択の平均比率と比較することで行われることができる。

【 0 1 5 8 】

C h o r d a l の間隔および F u b i n i S t u d y の間隔が、無関係なチャネル (
広いアンテナ空間を持っているような) により適していることに注意する。

【 0 1 5 9 】

より関係のあるチャネルにおいてより近いアンテナ空間の結果にとって、ランク 2 のコ
ードワードの結果における 2 つの行が同一のビーム選択を含んでいる、より多くの外側の
コードブックのエントリーを持つことを選ぶ。

【 0 1 6 0 】

上述した議論および図 3、4 に示した結果に基づいて、{ 0 , 2 , 4 , 6 } が、

【数 1 8】

$$W_{2,n} \in \left\{ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \text{ with } (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

が選択されたことを示すW 2 のサブサンプリングのための良い選択になり得ることが分かる。

【0 1 6 1】

しかしながら、同じビームのグループを持った異なるW 1 の争点のため、上述したビームの選択で、コードワードの余剰は避けることができない。1つの選択された解法は、W 2 のインデックス $i_2 \in \{0, 1, 4, 5\}$ に応じた共同して動く項

10

【数 1 9】

$$W_{2,n} \in \left\{ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

の双方を持つビームの選択

【数 2 0】

20

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_3, e_3)\}$$

のみを選択することである。このビームの選択の仕組みは、3 2 個のすべてのビームをカバーすることができるが、コードワードの余剰を避けることができる。加えて、さらに多くの共同で動く項を持つという利益になるだろう。類似した選択は、W 2 のインデックス $i_2 \in \{2, 3, 6, 7\}$ に応じた共同して動く項

【数 2 1】

$$W_{2,n} \in \left\{ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

30

の双方を持つビームの選択

【数 2 2】

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_2), (e_4, e_4)\}$$

である。

【0 1 6 2】

このように、P U C C H のフィードバックモード 2 - 1 のための異なるランクにおけるサブサンプリングの解法の例を表 5 . 2 B に示す。

40

【表 2 1】

RI	第2のPMIの値とコードブックインデックス i_2 との関係	
	第2のPMI の値 I_{PMI2}	コードブックインデックス i_2
1	0-15	I_{PMI2} (サブサンプリング無し)
2	0-3	{0 2 4 6} or {0 1 4 5} or {2 3 6 7} or {2 6 14 15} or {3 7 14 15}
3	0-3	{0 2 8 10}
4	0-3	{0 2 8 10}

10

表 5 . 2 B 4 - T x コードブックのための P U C C H モード 2 - 1 のコードブックサブサンプリング

【 0 1 6 3 】

さて、図 6 を参照すると、具体例が提供された多入力多出力 (M I M O) システム 1 0 0 が図示されている。システム 1 0 0 の下り回線において、セル 1 0 6 内に 1 つまたはそれ以上の利用者装置 (U E s) 1 0 2 が基地局 (B S) 1 0 4 によって提供されている。それぞれの利用者装置 1 0 2 は、例えば、送信機を含み、基地局 1 0 4 は、例えば、受信機を含む。

20

【 0 1 6 4 】

4 . 結論

【 0 1 6 5 】

二重のコードブック構造 W 1 W 2 を持つ強化された 4 - T x コードブックに基づいて、P U C C H の周期 C S I フィードバックのためのいくつかの仕組みを提案する。

【 0 1 6 6 】

付録

30

【 0 1 6 7 】

システムレベルのシミュレーションのパラメーターを表 A - 1 に要約する。

【表 2 2】

セクター毎のユーザ数	10
ネットワーク同期	同期
アンテナ構成(eNB)	4 TX 直交偏波/ULA ant., $0.5\lambda/4\lambda$ 空間
アンテナ構成(ユーザ)	2 RX 直交偏波/ULA ant.
下り回線伝送方式	SU-MIMO or Dynamic SU/MU-MIMO スケジューリング MU-MIMO pairing: Max 2 users/RB
コードブック	Rel. 8 コードブック/強化されたコードブック
下り回線スケジューラ	時間および周波数において PF
スケジューリング精度	5 RBs
フィードバック仮定	周期 5ms、遅延 5ms; フィードバックモード 3-2 エラーなしのフィードバック
サブ帯域制度	5 RBs
下り回線 HARQ 方式	チェース・コンバイニング技法
下り回線受信機タイプ	LMMSE-IRC
インタフェースエラー見積り	3gpp. TR36.829 における Wishart 分布モデル
フィードバックチャネルエラー	NA
制御チャネルおよび基準	制御のための 3 OFDM シンボル
信号オーバーヘッド	Used TBS tables in TS 36.213
TAE モデル (考慮する場合)	標準分布 $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$, $\sigma=12$ ns

10

20

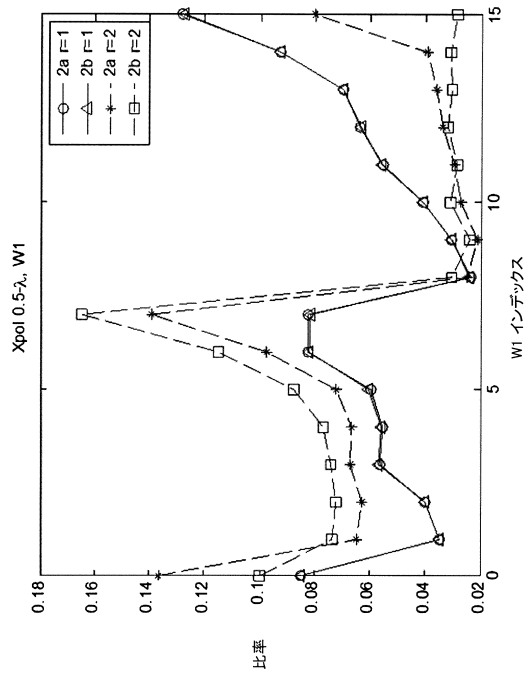
表 A - 1 シミュレーションパラメーター

【0168】

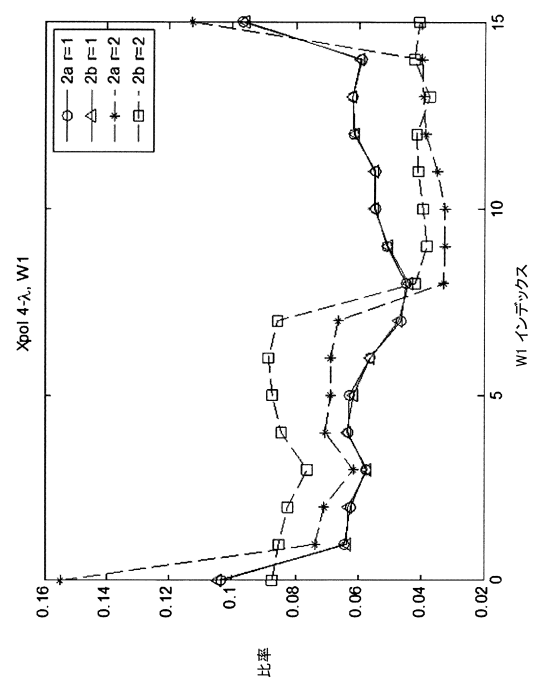
上記は、説明的で例示的な各事項であると理解されるべきであり、限定されるものではなく、上述した発明のスコープは、詳細な説明から決定されるべきではなく、むしろ、特許法にて許容される十分な範囲に従って解釈されるようなクレームから決定されるべきである。ここに示され記述された複数の実施形態は本発明の原理の単なる例示であり、当業者は本発明のスコープおよび趣旨から逸脱することなく種々の変形を実施し得ることが理解されるべきである。当業者は、本発明のスコープおよび趣旨から逸脱することなく他の様々な特徴の組み合わせを実行することができる。

30

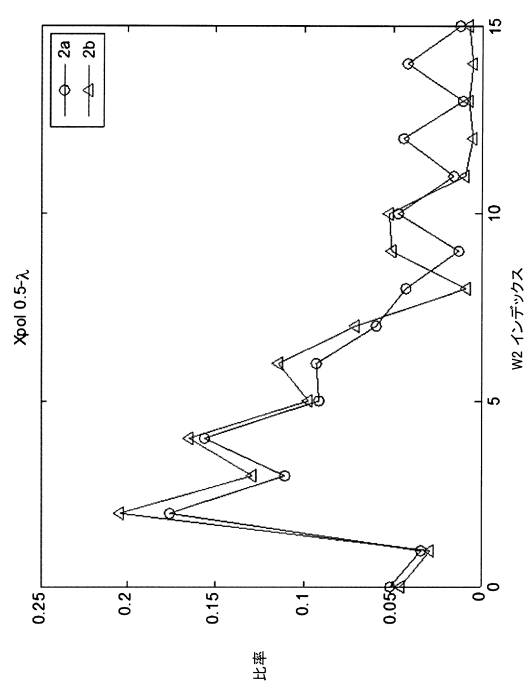
【図 1】



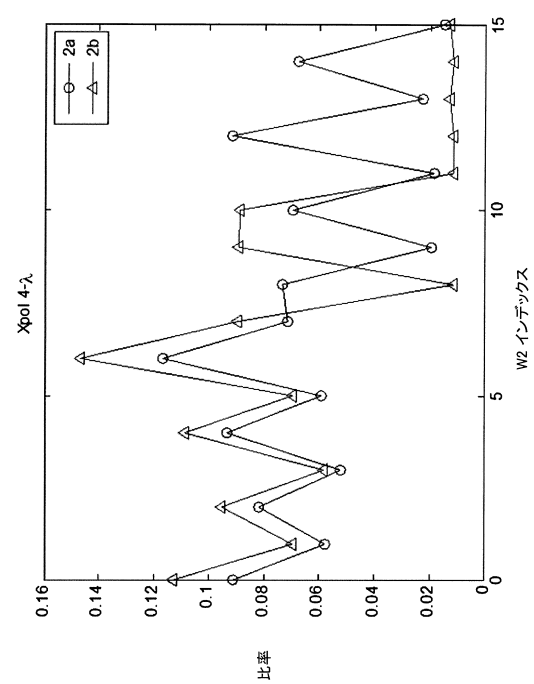
【図 2】



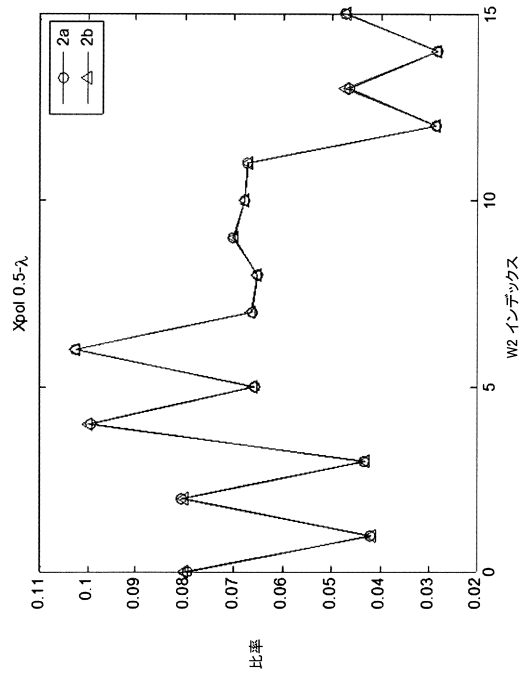
【図 3】



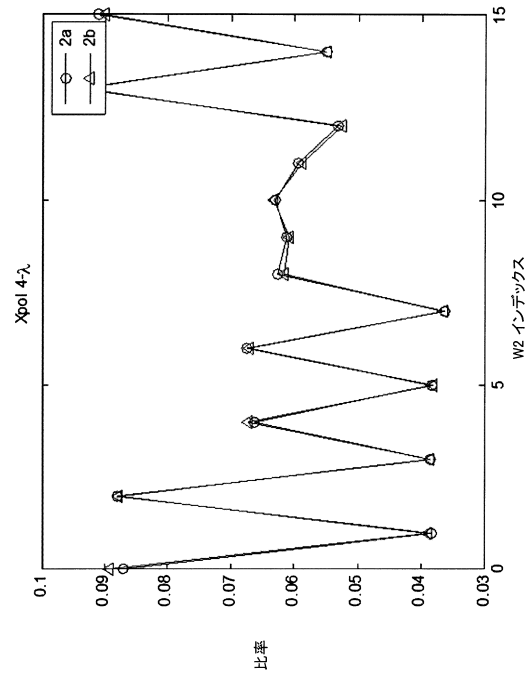
【図 4】



【図 5 (a) 】



【図 5 (b) 】



【図 6 】

100

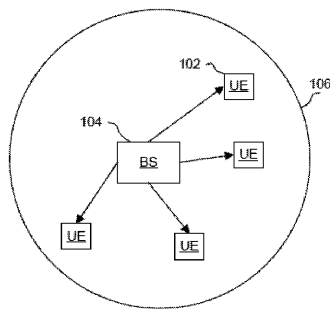


FIG. 6

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 14/295,422
(32)優先日 平成26年6月4日(2014.6.4)
(33)優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

- (72)発明者 ランガラジャン、 サンパス
アメリカ合衆国 0 8 8 0 7 ニュージャージー州 ブリッジウォーター ラインバーガー ドラ
イヴ 4 0

審査官 羽岡 さやか

- (56)参考文献 CATT, 36.213CR (Rel-10, Cat F) Correction on PMI index[online], 3GPP TSG-RAN WG1 67 R1-113795, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_67/Docs/R1-113795.zip>, 2 0 1 1 年 1 1 月
Motorola Mobility, Corrections to Rel-10 LTE-Advanced features in 36.213[online], 3GPP TSG-RAN WG1#64 R1-111216, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_64/Docs/R1-111216.zip>, 2 0 1 1 年 2 月
NEC Group, Remaining issues of enhanced 4TX Codebook[online], 3GPP TSG-RAN WG1#73 R1-132835, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_73/Docs/R1-132835.zip>, 2 0 1 3 年 6 月 8 日
LG Electronics, Evaluation results for 4Tx enhanced Codebook[online], 3GPP TSG-RAN WG1#73 R1-132839, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_73/Docs/R1-132839.zip>, 2 0 1 3 年 6 月 8 日
Qualcomm Incorporated, Remaining details of codebook design and subsampling[online], 3GPP TSG-RAN WG1#73 R1-132834, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_73/Docs/R1-132834.zip>, 2 0 1 3 年 6 月 8 日
Ericsson, ST-Ericsson, Evaluations of Codebook 2a and 2b[online], 3GPP TSG-RAN WG1#73 R1-132827, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_73/Docs/R1-132827.zip>, 2 0 1 3 年 6 月 8 日

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

H 0 4 J 9 9 / 0 0
H 0 4 B 7 / 0 4
H 0 4 W 1 6 / 2 8
H 0 4 W 2 4 / 1 0
H 0 4 W 2 8 / 0 6
H 0 4 L 5 / 0 0
H 0 4 L 2 5 / 0 3