

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5787974号
(P5787974)

(45) 発行日 平成27年9月30日 (2015. 9. 30)

(24) 登録日 平成27年8月7日 (2015. 8. 7)

(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
	HO 4 W 16/28 1 3 0

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-501706 (P2013-501706)	(73) 特許権者	391030332
(86) (22) 出願日	平成23年2月25日 (2011. 2. 25)		アルカテルルーセント
(65) 公表番号	特表2013-528007 (P2013-528007A)		フランス国、9 2 1 0 0 ・ブローニュービ
(43) 公表日	平成25年7月4日 (2013. 7. 4)		ヤンクール、ルート・ドウ・ラ・レーヌ・
(86) 国際出願番号	PCT/EP2011/052825		1 4 8 / 1 5 2
(87) 国際公開番号	W02011/120744	(74) 代理人	100094112
(87) 国際公開日	平成23年10月6日 (2011. 10. 6)		弁理士 岡部 譲
審査請求日	平成24年10月1日 (2012. 10. 1)	(74) 代理人	100106183
審査番号	不服2014-17938 (P2014-17938/J1)		弁理士 吉澤 弘司
審査請求日	平成26年9月9日 (2014. 9. 9)	(74) 代理人	100170601
(31) 優先権主張番号	10305337. 7		弁理士 川崎 孝
(32) 優先日	平成22年4月1日 (2010. 4. 1)	(72) 発明者	ゲルラハ、クリスチャン
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		ドイツ 7 1 2 5 4 デイツィンゲン、ダ
			ンツィガー ストラッセ 5
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 モバイル通信システムまたはワイヤレス通信システム内でユーザをスケジューリングする方法、
対応するモバイル端末および基地局

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数アンテナ・システムを有する少なくとも1つの基地局と少なくとも2つのユーザとを含むモバイル通信システムまたはワイヤレス無線通信システム内でユーザをスケジューリングする方法であって、前記基地局は、前記複数アンテナ・システムでプリコーディング重みを使用してユーザと通信し、第1ユーザとの通信に使用されるプリコーディング重みに関する表示は、前記第1ユーザによってフィードバック・チャネルを介して前記基地局に送信され、前記方法は、

プリコーディング重みの第1タイプは長期チャネル情報に関連し、プリコーディング重みの第2タイプは短期チャネル変化に関連する、2タイプのプリコーディング重みの組合せとして前記複数アンテナ・システムで使用される前記プリコーディング重みを表すステップと、

前記第1タイプのプリコーディング重みに関連する表示を前記フィードバック・チャネル上で前記第1ユーザから送信するステップであって、前記第1タイプの前記プリコーディング重みが第2ユーザとの通信に前記複数アンテナ・システムで使用される場合に、前記第1ユーザと前記第2ユーザとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合に前記第1ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こすステップ、または、前記第1タイプのプリコーディング重みに関連する表示を前記フィードバック・チャネル上で送信するステップであって、前記第1タイプの前記プリコーディング重みが第2ユーザとの通信に使用されない場合に、両方のユーザが同一リソース上でスケジューリングされる場合

10

20

に前記第 1 ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こすステップとをさらに含み、

プリコーディング重みの前記第 1 タイプは、第 1 コードブックの一部であり、プリコーディング重みの前記第 2 タイプは、第 2 コードブックの一部であり、

前記第 1 ユーザは、前記プリコーディング重みが前記基地局と前記第 1 ユーザとの間の通信に使用される場合に期待されるチャネル品質に関する表示を送り返し、前記しきい値は、前記期待されるチャネル品質に関連し、

前記期待されるチャネル品質は、前記第 2 コードブックのすべての可能なエントリにまたがって平均をとりながら、前記第 1 コードブックのインデックスごとに計算される、方法。

10

【請求項 2】

前記第 2 タイプのプリコーディング重みに関連する表示を前記フィードバック・チャネル上で送信するステップであって、前記第 2 タイプの前記プリコーディング重みが第 2 ユーザとの通信に前記複数アンテナ・システムで前記第 1 タイプの前記プリコーディング重みと組み合わせて使用される場合に、前記第 1 ユーザと前記第 2 ユーザとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合に前記第 1 ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こすステップ、または、前記第 2 タイプのプリコーディング重みに関連する表示を前記フィードバック・チャネル上で送信するステップであって、前記第 2 タイプの前記プリコーディング重みが第 2 ユーザとの通信に前記複数アンテナ・システムで前記第 1 タイプの前記プリコーディング重みと組み合わせて使用されない場合に、前記第 1 ユーザと前記第 2 ユーザとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合に前記第 1 ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こすステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 3】

前記第 1 タイプのプリコーディング重みに関連する前記表示は、前記フィードバック・チャネル上で前記第 2 タイプのプリコーディング重みに関連する前記表示より低いレートで送信される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記コードブックは、前記基地局および前記ユーザで既知である、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 5】

プリコーディング重みの前記 2 つのタイプの前記組合せは、前記第 1 タイプのプリコーディング重みと前記第 2 タイプのプリコーディング重みとの行列積に存する、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 コードブックは、前記複数アンテナ・システムのアンテナ要素の間の相関を利用して同一方向のすべてのストリームの方向ビームフォーミングを実行するために構築され、前記第 2 コードブックは、（非相関アンテナ要素部分を利用する、並行送信されるストリームの）主軸変換を実行するために構築される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 ユーザは、前記第 2 ユーザが前記第 1 ユーザと同一のリソース上でスケジューリングされる間に前記第 1 タイプの前記プリコーディング重みを使用する場合に期待される前記チャネル品質の変動に関する表示を前記フィードバック・チャネル上でさらに送信し、前記しきい値は、前記チャネル品質の前記変動に関連し、前記チャネル品質の前記変動は、前記第 2 コードブックのすべての可能なエントリにまたがって平均をとりながら、前記第 1 コードブックのインデックスごとに計算される、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 8】

前記第 1 ユーザは、チャネル品質の対応する期待される変動にそれぞれ関連する前記第 1 タイプのプリコーディング重みのリストを送信し、前記リストは、前記第 1 ユーザと前

50

記基地局との間で前記フィードバック・チャンネル上で送信される、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 ユーザとの通信に使用される前記プリコーディング重みは、前記第 1 タイプのプリコーディング重みのみ、前記第 1 タイプと前記第 2 タイプとの両方のプリコーディング重み、または組み合わされたプリコーディング重みである、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 2 タイプのプリコーディング重みの表示は、チャンネル品質の期待される変動と一緒にフィードバックされ、第 2 タイプの前記プリコーディング重みは、前記第 1 タイプの前記プリコーディング重みに対応する、請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

プリコーディング重みに関する前記表示は、プリコーディング行列インジケータに対応する、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記フィードバック・チャンネル上で第 1 基地局に報告される前記第 1 タイプのおよび 1 または前記第 2 タイプのプリコーディング重みに関連する前記表示は、前記第 1 基地局から第 2 基地局へ転送され、前記第 2 基地局は、そのカバレッジの下のユーザをスケジューリングする時にこの情報を考慮に入れる、請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

複数アンテナ・システムを備えた少なくとも 1 つの基地局を含むモバイル通信システムまたはワイヤレス無線通信システム内で使用されるように適合されたモバイル端末であって、前記モバイル端末は、前記モバイル端末との通信に前記基地局によって使用されるプリコーディング重みに関する表示を送信する手段を含み、前記モバイル端末は、

プリコーディング重みの第 1 タイプは長期チャンネル情報に関連し、プリコーディング重みの第 2 タイプは短期チャンネル変化に関連する、2 タイプのプリコーディング重みの組合せとしてプリコーディング重みを格納する手段と、

前記第 1 タイプのプリコーディング重みに関連する表示を前記フィードバック・チャンネル上で送信する手段であって、前記第 1 タイプの前記プリコーディング重みが第 2 ユーザのとの通信に前記複数アンテナ・システムで使用される場合に、前記第 1 ユーザと第 2 ユーザとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合に前記第 1 ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こす手段、または、前記第 1 タイプのプリコーディング重みに関連する表示を前記フィードバック・チャンネル上で送信する手段であって、前記第 1 タイプの前記プリコーディング重みが第 2 ユーザとの通信に使用されない場合に、両方のユーザが同一リソース上でスケジューリングされる場合に前記第 1 ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こす手段と

をさらに含み、

プリコーディング重みの前記第 1 タイプは、第 1 コードブックの一部であり、プリコーディング重みの前記第 2 タイプは、第 2 コードブックの一部であり、

前記第 1 ユーザは、前記プリコーディング重みが前記基地局と前記第 1 ユーザとの間の通信に使用される場合に期待されるチャンネル品質に関する表示を送り返し、前記しきい値は、前記期待されるチャンネル品質に関連し、

前記期待されるチャンネル品質は、前記第 2 コードブックのすべての可能なエントリにまたがって平均をとりながら、前記第 1 コードブックのインデックスごとに計算される、モバイル端末。

【請求項 14】

モバイル通信システムまたはワイヤレス無線通信システム内で使用されるようにおよび少なくとも 2 つのユーザと通信するように適合された、複数アンテナ・システムを有する基地局であって、前記基地局は、

プリコーディング重みの第1タイプは長期チャネル情報に関連し、プリコーディング重みの第2タイプは短期チャネル変化に関連する、2タイプのプリコーディング重みの組合せとして、前記複数アンテナ・システムで使用されるプリコーディング重みを格納する手段と、

前記第1タイプのプリコーディング重みに関連する表示を前記フィードバック・チャネル上で前記第1ユーザから受信する手段であって、前記第1タイプの前記プリコーディング重みが第2ユーザとの通信に使用される場合に、前記第1ユーザと第2ユーザとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合に前記第1ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こす手段、または、前記第1タイプのプリコーディング重みに関連する表示を前記フィードバック・チャネル上で前記第1ユーザから受信する手段であって、前記第1タイプの前記プリコーディング重みが第2ユーザとの通信に使用されない場合に、前記第1ユーザと前記第2ユーザとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合に前記第1ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こす手段と、

前記第1タイプのプリコーディング重みに関連する前記表示に依存して同一リソース上でスケジューリングされるユーザを選択する手段とを含み、

プリコーディング重みの前記第1タイプは、第1コードブックの一部であり、プリコーディング重みの前記第2タイプは、第2コードブックの一部であり、

前記第1ユーザは、前記プリコーディング重みが前記基地局と前記第1ユーザとの間の通信に使用される場合に期待されるチャネル品質に関する表示を送り返し、前記しきい値は、前記期待されるチャネル品質に関連し、

前記期待されるチャネル品質は、前記第2コードブックのすべての可能なエントリにまたがって平均をとりながら、前記第1コードブックのインデックスごとに計算される、基地局。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遠隔通信の分野に関し、より具体的には、空間分割多元接続を使用するモバイル通信システムまたはワイヤレス通信システム内でユーザをスケジューリングする方法に関する。

【背景技術】

【0002】

空間分割多元接続（SDMA）モバイル通信システムまたはワイヤレス無線通信システムでは、ユーザが空間的に十分に分離されている時に、複数のユーザを同一リソース上でスケジューリングすることができる。空間分離は、異なるビームがお互いに干渉しないようにするために、ビームを異なるユーザに向けるために使用される。そのようなビームは、送信器で複数アンテナ・システムを使用する時に得ることができる。異なる重みが異なるアンテナ要素に適用され、適当なユーザ方向に向けられたビームを生成することを可能にする。

【0003】

特にMultiple Input Multiple Output（MIMO）システムでは、少なくとも2つの送信アンテナが使用され、別々に符号化されたデータ信号を、同一リソース上のダウンリンク・チャネルの複数のダウンリンク・ビームを介して送信アンテナごとに送信することができる。

【0004】

LTE Release 8（3GPP TS 36.213 V8.2.0）のMIMOについて、コードブック・ベースのプリコーディング／ビームフォーミングが使用され、単一ユーザMIMOフィードバック情報は、2つのパラメータすなわち、CQI（CQI=channel quality indication）およびPMI（PMI=precoding matrix indicator）を含む。CQIは、最大平

10

20

30

40

50

均受信変調搬送波電力と共にダウンリンク・ビームのチャネル品質を示すパラメータである。LTE Release 8について、CQIパラメータは、ダウンリンク・チャネルのトランスポート・フォーマットのインデックスである。PMIは、ビーム・インデックスを示すパラメータであり、このビーム・インデックスは、チャネル品質が報告されるダウンリンク・ビームのプリコーディング・ベクトルに対応する。ビーム・インデックスは、コードブックのエントリに属し、このエントリは、すべての許容されるTxアンテナ重みの組合せと共にプリコーディング・ベクトルを含む。

【0005】

この状況が図1に示されており、図1では、基地局BSが、ユーザ端末UE1によって評価されるダウンリンク基準信号（パイロット）を送信する。ユーザ端末UE1は、基地局とユーザUE1との間で共有されるコードブックに基づいて、使用すべき最良の適合されたプリコーディング重みを判定し、基地局が選択されたプリコーディング重みを使用してデータを送信する場合に経験されるはずの対応するチャネル品質を判定する。この評価を行った後に、ユーザ端末は、選択されたプリコーディング・ベクトルのインジケータ（PMI）ならびに対応するチャネル品質のインジケータ（CQI）をフィードバック・チャネル上で送信する。PMIを、コードブック・サイズに応じて複数のビット上で符号化することができる（16個のプリコーディング・ベクトルを含むコードブックは、4ビットPMIをもたらし）。同様に、ある個数のビットが、CQIを送信するのに使用される。

【0006】

マルチユーザMIMO技法は、複数のモバイル端末に向けられる複数のダウンリンク・ビーム（またはプリコーディング・ベクトル）を使用する。特定のモバイル端末に向けられたダウンリンク・ビームが、他のモバイル端末に向けられたダウンリンク・ビームに対してできる限り少ない干渉を生成するならば、無線セル内または無線セルのセクタ内の性能および総合データ・スループットに有益である。したがって、基地局は、同一の周波数／時間リソースを使用している適切なモバイル端末の集合を構築することができる。これは、そのような集合のモバイル端末が、同時に同一の周波数を用いるがダウンリンク・ビームの空間的分離を伴ってスケジューリングされ、その結果、ダウンリンク・ビームがお互いの間で最小の干渉を生成するようになることを意味する。

【0007】

2つの互換プリコーディング重みを関連付けることを目指す「ベスト・コンパニオン（best companion）」手法を、図2に示す。PMI CQIに加えて、ユーザ端末UE1は、さらに、異なるプリコーディング・ベクトルが複数アンテナ・システムで送信中に使用される場合に、同一リソース上のさらなる送信が干渉に関してそのユーザ端末に対して有するはずの影響を計算する。ユーザUE1は、最小の干渉を引き起こすプリコーディング・ベクトルを選択し、さらに、このベスト・コンパニオン・プリコーディング・ベクトルを使用する別のユーザUEkによる送信の場合に経験するはずの干渉のレベルを評価する。PCIとCQIとの両方が、フィードバック・チャネル上で戻って報告される。同一リソース上の送信の場合の最良の適合されたプリコーディング重みのインジケータ（BCI）が、干渉評価またはより正確には1つの単一の送信だけがリソース上で発生する場合と比較したチャネル品質での劣化（デルタCQI）と一緒に報告される。

【0008】

ベスト・コンパニオンだけを報告させることは、しばしば、効率的なスケジューリングにとって十分ではない。特に、ユーザが、BMIに対応するビームによってカバーされる角度セクタ内に配置されていない場合に、この方法は、同一リソース上でスケジューリングできるユーザに関するよい情報を提供するのに十分に精巧ではない。解決策は、対応するチャネル品質劣化と共に複数のベスト・コンパニオン、たとえば可能なコンパニオンのリストを報告することに存する可能性がある。しかし、この解決策は、フィードバック量を大幅に増やし、この増加は、アップリンク・データ・レートを犠牲にして発生するので不利であるはずである。

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の特定の目的は、フィードバックの量をアップリンク・ユーザ・データ送信に影響しない穏当なレベルに保ちながら、SDMAネットワーク内でユーザを効率的にスケジューリングできる、関連するフィードバック情報を改善する解決策を提供することである。

【0010】

本発明のもう1つの目的は、そのような機構をサポートするように適合された基地局およびモバイル端末を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、上で示された問題のうちの1つまたは複数の影響に対処することを対象とする。次では、本発明のいくつかの態様の基本的な理解を提供するために、本発明の単純化された要約を提示する。この要約は、本発明の網羅的概要ではない。本発明の主要なまたはクリティカルな要素を識別することも、本発明の範囲を区切ることも、意図されていない。その唯一の目的は、後で述べるより詳細な説明の前置きとして、単純化された形でいくつかの概念を提示することである。

【0012】

上で提示された目的および下で示される他の目的は、具体的には請求項1に記載のモバイル通信システムまたはワイヤレス無線通信システム内でユーザをスケジューリングする方法、請求項13に記載のモバイル端末、および請求項14に記載の基地局によって達成される。

20

【0013】

本発明によれば、長期チャネル情報部分を表すプリコーディング重みは、分離され、フィードバック・チャネル上でフィードバック情報として単独で送信される。これは、この情報が非常にゆっくり変化しつづけるので、信頼できるフィードバック情報を保証しながらフィードバックの量を減らすための利益を表す。短期チャネル変化を加えることは、いくつかの状況で、特にチャネルがすばやく変化しつづける時に（たとえば、高速で移動しつづけるモバイル端末について）、純粋な浪費になる可能性がある。さらに、長期チャネル情報の更新が報告されるレートを、従来技術の解決策と比較して下げることができる。

30

【0014】

本発明は、第2ユーザが、第1ユーザによって報告されたプリコーディング重みを使用して同一リソース上でスケジューリングされる場合に、しきい値未満の干渉が第1ユーザで経験されること（ベスト・コンパニオン）を示すという目標を伴って、長期チャネル情報を表すプリコーディング重みがフィードバック・チャネル上で報告されることを予見するものである。

【0015】

代替案では、第2ユーザが、第1ユーザによって報告されたプリコーディング重みを使用せずに同一リソース上でスケジューリングされる場合に、しきい値未満の干渉が第1ユーザで経験されること（ワースト・コンパニオン（worst companion））を示すという目標を伴って、長期チャネル情報を表すプリコーディング重みが報告される。

40

【0016】

この2つの代替案（ベスト・コンパニオンまたはワースト・コンパニオン）のどちらが特定のケースに関連するのかは、好ましくは事前にユーザと基地局との間で合意されなければならない、あるいはシステム・パラメータでなければならない。

【0017】

本発明のさらなる実施形態では、長期チャネル情報部分を表すプリコーディング重みは、フィードバック・チャネル上で第1レートで送信され、短期チャネル変化を表すプリコ

50

ーディング重みは、フィードバック・チャンネル上で第2レートで送信され、第1レートは、第2レートよりはるかに低い。この実施形態では、長期情報と短期情報との両方が報告されるので、我々は、より正確なフィードバックに到達し、これは、チャンネル変化がそれほど高速ではなく発生しつつある時に有利である。この実施形態は、短期チャンネル変化と比較して長期チャンネル情報が報告されるレートを我々が選択的に選択できるという利益を表す。長期チャンネル情報を報告するレートを下げることは、フィードバック・チャンネル上のリソースを節約することを可能にする。

【0018】

本発明のさらなる実施形態では、長期チャンネル情報を表すプリコーディング重みを含む第1コードブックおよび短期チャンネル変化を表すプリコーディング重みを含む第2コードブックを判定する形が提示される。これは、複数アンテナ・システムのアンテナ要素の間の相関を利用して同一方向のすべてのストリームについて方向ビームフォーミングを実行するプリコーディング重みを第1コードブック内に保つことに存し、第2コードブックは、主軸変換を実行するために構築されたプリコーディング重みを含む。

【0019】

本発明では、報告されたプリコーディング重みを、同一基地局がそれ自体のセル内の報告されたベスト・コンパニオンまたはワースト・コンパニオンを受信し、適用する、セル内干渉低減に使用することができる。代替案では、報告されたプリコーディング重みを、この情報を受信する基地局がこの情報を隣接基地局に転送し、この隣接基地局が同一リソース上の追加ユーザをスケジューリングするために報告された情報の処理をする、セル間干渉低減に使用することができる。

【0020】

本発明のさらなる有利な特徴は、従属請求項で定義される。

【0021】

本発明の他の特性および利益は、非限定的な例示によって与えられる好ましい実施形態の次の説明を読む際におよび添付図面から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】従来技術のプリコーディング重みフィードバック方法を示す図である。

【図2】ベスト・コンパニオン・インジケータを含む洗練された従来技術のプリコーディング重みフィードバック方法を示す図である。

【図3】本発明によるプリコーディング重みフィードバック方法の実施態様を示す図である。

【図4】本発明による方法を実施できるフレームワークでの2つの例示的な複数アンテナ構成を示す図である。

【図5】本発明によるモバイル端末の実施態様を示す図である。

【図6】本発明による基地局の実施態様を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

「プロセッサ」としてラベルを付けられた機能ブロックを含む、図面に示されたさまざまな要素の機能を、専用ハードウェアならびに適当なソフトウェアに関連するソフトウェアを実行できるハードウェアの使用を介して提供することができる。プロセッサによって提供される時に、機能を、単一の専用プロセッサによって、単一の共有プロセッサによって、またはそのうちのいくつかを共有できる複数の個々のプロセッサによって提供することができる。さらに、用語「プロセッサ」または「コントローラ」の明示的使用は、ソフトウェアを実行できるハードウェアに排他的に言及するものと解釈されてはならず、デジタル信号プロセッサ(DSP)ハードウェア、ネットワーク・プロセッサ、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ(FPGA)、ソフトウェアを格納する読取り専用メモリ(ROM)、ランダム・アクセス・メモリ(RAM)、および不揮発性ストレージを限定なしに暗黙のうちに含むことができる。従来の

および／またはカスタムの他のハードウェアを含めることもできる。同様に、図面に示されたすべての箱は、概念的であるのみである。その機能を、プログラム論理の動作を介して、専用論理を介して、プログラム制御および専用論理の相互作用を介して、または手動でさえ実行することができ、特定の技法は、文脈からより具体的に理解されるように実装者によって選択可能である。

【0024】

図1および2は、従来技術に関連して既に説明した。

【0025】

次では、「ベスト・コンパニオン」手法について説明を行う。これは、説明が、第1ユーザに対する少ない干渉を引き起こしながら、第1ユーザと同一のリソース上で第2ユーザをスケジューリングするのに報告される重みが使用される状況に焦点を合わせることを意味する。

10

【0026】

説明される報告を、「ワースト・コンパニオン」をシグナリングするのに同様に使用できることは、当業者には明白であろう。ワースト・コンパニオンは、報告される重みが、第1ユーザで経験される干渉をあるしきい値未満に保つために第1ユーザと同一のリソース上で第2ユーザをスケジューリングするのに使用されてはならないことを意味する。より正確には、可能な干渉するプリコーディング重みの集合にまたがって計算される平均干渉は、報告される悪いコンパニオンが使用されない場合にある値だけ減らされる。

【0027】

20

次では、セル内手法を説明する。これは、報告されるプリコーディング重みが、同一リソース上で同一セル内の別のユーザをスケジューリングするのに基地局によって使用されることを意味する。

【0028】

当業者は、この方法をセル間手法でも使用できることを理解するであろう。これは、報告されるプリコーディング重みを、報告するユーザと同一のリソース上でユーザをスケジューリングするのに第2基地局によって使用するために、好ましくは基地局対基地局インターフェースを介して、基地局によって隣接基地局に転送できることを意味する。

【0029】

図3に、本発明によるプリコーディング重みフィードバック方法の実施態様を示す。

30

【0030】

図3は、複数アンテナ・システムを有する基地局BSおよび複数のユーザUE1、…UE_nを示す。BSの仕事は、できる限り効率的にUEをスケジューリングすることである。複数アンテナ・システムを利用するために、SDMA技法およびMIMO技法をBSで使うことができる。具体的には、BSは、同一リソース上でUEをスケジューリングことができ、これらのUEは、ある条件が満足される場合にお互いに過剰には干渉していない。

【0031】

本発明のフレームワークでは、2タイプのプリコーディング重みが使用される。第1コードブックを形成する第1タイプのプリコーディング重みは、BSとUEとの間のチャンネルの長期変化を表しつつある。第2コードブックを形成する第2タイプのプリコーディング重みは、BSとUEとの間の短期チャンネル変化を表しつつある。この2タイプのプリコーディング重みは、BSと各UEとの間のチャンネルの完全な表現を生成するために組み合わせられる。この組合せを、第1タイプのプリコーディング重みと第2タイプのプリコーディング重みとの単純な行列積、そのクロネッカ積、または長期チャンネル推定と短期チャンネル推定とを適当に組み合わせるための当業者に既知の任意の他のタイプの組合せとすることができる。

40

【0032】

より正確には、新しい2ステージ・コードブック構造が、本発明に関連して記述される。この文脈では、我々は、 $W = G(W_1, W_2)$ を検討し、ここで、 $G(\cdot, \cdot)$ は、あ

50

る行列写像関数であり、 W_1 は、チャネル相関プロパティ（したがって、長期および／または広帯域）を表すのに適する第1コードブックのプリコーディング重み行列であり、 W_2 は、瞬間的なチャネル・プロパティ（したがって、周波数選択的および／または短期）の処理をするのに適する第2コードブックのプリコーディング重み行列である。

【0033】

ある種のアンテナ構成に含まれるアンテナ要素相関プロパティは、このモデルにとって重要であり、その結果、我々は、アンテナ要素の2つの異なるカテゴリすなわち相関および非相関の間で区別する。相関するアンテナ要素は、それぞれ1つの部分集合に集められる。対照的に、我々は、2つのそのような部分集合の間に無相関を仮定する。短く言うと、アンテナ要素が同一の偏波方向を有し、狭い間隔をおかれる場合に、我々は、これらを相関すると考える。

10

【0034】

第1コードブックの設計原理

各偏波方向の副配列要素は相関するので、最適線形プリコーディング重みベクトルは、モバイルに向かう発射角（angle of departure）プロパティに依存する。この方向は、非常にゆっくり変化するのみである。

【0035】

ビームフォーミングまたは言い替えれば校正された副配列に関する所望の指向性を作成するためのプリコーディング重みの適用は、好ましくは次のように行われる。

【0036】

ビーム i の所望のビーム方向

20

【0037】

【数1】

$$\mathcal{G}_i$$

について、第1複素重みは1であり、第2複素重みは、位相因子

【0038】

【数2】

$$\exp(j\varphi_i)$$

30

に依存し、ここで、波数である $k = 2\pi/\lambda$ および要素間隔である d_m を用いて、

【0039】

【数3】

$$\varphi_i = -kd_m \sin(\mathcal{G}_i).$$

であることを示すことができる。

【0040】

この表記を、3つ以上のアンテナに簡単に一般化することができる。このビームフォーミング手法は、特定のアンテナ配列要素部分集合すなわち、同一の偏波方向を有するすべてが狭い間隔をおかれた要素に有用である。図4に、本発明による方法を実施できるフレームワークでの2つの例示的な複数アンテナ構成を示す。前に説明した手法は、図4（左）に示されている二重xポールアンテナアレイ（dual-x-pole-antenna-array）について機能するが、これを図4（右）のように垂直偏波サブ・アレイ対に使用することもできる。

40

【0041】

第2コードブックの設計原理

図4（左）の異なる偏波または図4（右）の離れた要素グループは非相関なので、第2コードブックは、これらの非相関部分集合の最適送信重み付けの発見を処理する。これは、チャネルの振幅および相回転を処理する直交正規化されたベクトルを使用する主軸変換

50

によって行われる。この結果は、ユニタリ行列である。

【0042】

その結果、ツー・タイムス・クロスポール・アンテナ (two times cross-pole antennas) (図4 (左) に図示) について、デュアルレイヤ空間多重化の場合のプリコーディングは、

【0043】

【数4】

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ e^{j\varphi} & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & e^{j\varphi} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} \\ u_{21} & u_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \end{pmatrix}$$

10

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ e^{j\varphi} & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & e^{j\varphi} \end{pmatrix}}_{\mathbf{w}_1} \underbrace{\begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} \\ u_{21} & u_{22} \end{pmatrix}}_{\mathbf{U}_{SU} \mathbf{w}_2} \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \end{pmatrix}$$

20

によって導出される。

【0044】

ここで、 $\mathbf{W}_1$ は、第1コードブックに属する第1タイプのプリコーディング重み $\mathbf{W}_1 \in \mathbf{CB}_1$ であり、ビームフォーミング成分 (長期チャネル情報) を表しているが、 $\mathbf{W}_2$ は、第2コードブックに属する第2タイプのプリコーディング重み $\mathbf{W}_2 \in \mathbf{CB}_2$ であり、2つのストリームに必要な主軸変換を表している。第2タイプのプリコーディング重みは、アンテナ要素の非相関集合に対するすばやいフェージング条件に適合する。

【0045】

同等の表記を、適当に変更されたコードブック $\mathbf{CB}_1$ を有するクロネッカ積に関して実現することができる。

30

【0046】

【数5】

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} \\ u_{21} & u_{22} \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\varphi} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \end{pmatrix}$$

40

【0047】

2つの異なるタイプの2つのプリコーディング重みの提示された分解を、5つ以上のアンテナ要素に一般化できることは明白である。

【0048】

図3に戻って、次では、合成プリコーディング重み行列を、インジケータの対によって表し、第1インジケータは、第1タイプのプリコーディング重み (p_1, i) を表し、第2インジケータは、第2タイプのプリコーディング重み (p_2, i) を表す。従来技術で、通常のプリコーディング重みインジケータがNビットで符号化される場合には、第1インジケータは、 $N-M$ ビットで符号化され、第2インジケータは、Mビットで符号化される。 $N_1 < N$ の場合に、第1インジケータを $N_1 - M$ ビットで符号化させ、第2インジケ

50

ータをMビットで符号化させることは、除外されないはずである。

【0049】

本発明の第1実施形態によれば、タイプ1のプリコーディング重みのインジケータ (p_1, i) だけが、最良の適当なプリコーディング重みを示すためにUE1によってフィードバックされ、この最良の適当なプリコーディング重みは、第2ユーザとの通信にBSの複数アンテナ・システムで使用される場合に、UE1と第2ユーザとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合にUE1でしきい値未満の干渉を引き起こす。

【0050】

用語同一のリソースは、同一の時間スロット、同一の周波数副搬送波、同一の拡散コード、またはこれらのいずれかの同一の組合せのいずれかが、UE1および第2ユーザのスケジューリングに使用されることを意味する。

10

【0051】

タイプ1のプリコーディング重みが、長期チャネル情報を反映しているという事実に起因して、タイプ1フィードバックのプリコーディング重みの2つのインジケータの間のインターバルを、従来技術のプリコーディング重みインジケータ・フィードバックと比較して増やすことができる。一例として、従来技術では、インジケータは5msおきにフィードバックされた。本発明によれば、タイプ1のプリコーディング重みのインジケータは、100msおきにのみ発生することができる。

【0052】

有利なことに、タイプ1のプリコーディング重みのインジケータに加えて、ユーザUE1は、さらに、第2ユーザUEkがUE1と同一のリソース上でスケジューリングされる間にベスト・コンビネーションとして報告された第1タイプのプリコーディング重みを使用する場合に期待されるチャネル品質の変動に関する表示を送り返す。この品質の計算は、好ましくは、第2コードブックのすべての可能なエントリにまたがって平均をとりながら、第1コードブックのインデックスごとに行われる。

20

【0053】

本発明の第2の実施形態によれば、フィードバック・レートの利益を活用するために、タイプ1の複数のプリコーディング重みおよびそれに対応するUE1での干渉に対する影響 $\Delta CQI(1)$ を、フィードバック・チャネル上でBSに順次報告することができる。これは、フィードバックの量を増やさずに、BSが、使用すべきタイプ1のプリコーディング重みに関する広い範囲の選択肢を有するという利益を表す。実際に、最良の報告されたプリコーディング重みが、特に、タイプ1の最良の報告されたプリコーディング重みを使用することに関して有利なはずの位置に他のユーザが空間的に配置されていない低負荷のセルで、必ずしも使用可能ではないことを除外しない。その結果、タイプ1の最良のプリコーディング重みのフィードバックについて予見された時間のインターバルで、3つまたは4つのタイプ1のプリコーディング重みのリストを、それらに対応する $\Delta CQI(1)$ と共にフィードバックすることが有利である。

30

【0054】

本発明のさらなる実施形態では、タイプ1の最良の適合されたプリコーディング重みに関する表示のフィードバックに加えて、タイプ2のプリコーディング重みに関連する表示を、フィードバックを洗練し、短時間チャネル変化に関する情報を与えるために報告することができる。タイプ2のプリコーディング重みが、第2ユーザUEkとの通信のために複数アンテナ・システムでタイプ1のプリコーディング重みと組み合わせて使用される場合には、UE1とUEkとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合の第1ユーザUE1での干渉は、 $CQI + \Delta CQI(1) + \Delta CQI(2)$ と等しいしきい値未満になるはずである。

40

【0055】

さらなる好ましい実施形態では、タイプ1のプリコーディング重みに関する表示が、タイプ2のプリコーディング重みに関する表示より低いレートでフィードバックされる。たとえば、タイプ1のプリコーディング重みに関する表示を、100msおきに報告するこ

50

とができ、タイプ2のプリコーディング重みを、従来技術のように5msおきに報告することができる。N-Mビットが100msおきに報告され、Mビットが5msおきに報告されるという事実を考慮すると、我々は、それでも、フィードバックの正確さを下げずに、従来技術の方法と比較して減らされたフィードバック・レートを得る。

【0056】

基地局では、タイプ1のプリコーディング重みおよびタイプ2のプリコーディング重みの組合せの新しい計算は、好ましくは、タイプ1のプリコーディング重みの2つのフィードバックの間のすべての評価についてタイプ1の同一のプリコーディング重みを格納し、使用して、タイプ2のプリコーディング重みのフィードバック・レートで実行されなければならない。

10

【0057】

代替案では、より高い正確さを提供するために、タイプ1のプリコーディング重みの値の外挿を、タイプ1のプリコーディング重みの2つのフィードバックの間のインターバルに実行することができる。この外挿は、タイプ1の以前に報告されたプリコーディング重みを有利に利用することができる。

【0058】

本発明のさらなる実施形態では、タイプ2のプリコーディング重みに関する表示を、チャネル品質デルタCQI(2)の期待される変動と一緒に報告することができる。その結果、タイプ1のプリコーディング重みとタイプ2のプリコーディング重みとの両方を組み合わせる時に、基地局は、チャネル品質の総合的な期待される変動をデルタCQI(1)およびデルタCQI(2)の合計として判定することもできる。

20

【0059】

本発明のさらなる実施形態では、タイプ1およびタイプ2のプリコーディング重みの適当な対を選択するためのより高い柔軟性を基地局に与えるために、タイプ2のプリコーディング重みの報告レートで、タイプ2のプリコーディング重みの集合をそれらに対応するデルタCQI(2)と共に報告することが、予見されている。これは、基地局が、集合からの報告されたタイプ2のプリコーディング重みの任意の1つをタイプ1の報告されたプリコーディング重みに関連付ける柔軟性を有するという利益を有するはずである。

【0060】

タイプ2のプリコーディング重みの集合は、短期チャネル変化を表し、タイプ1のプリコーディング重みを報告するのに使用されるレートより高いレートで送信されなければならない。

30

【0061】

集合のサイズは、好ましくは、基地局選択柔軟性とフィードバックの量との間のよいトレードオフを見つけるために選択されなければならない。たとえば、タイプ2の4つのプリコーディング重みを含む集合およびそれらに対応するデルタCQI(2)が、適当である可能性がある。

【0062】

図5に、本発明によるモバイル端末の実施態様を示す。モバイル端末は、モバイル通信システムまたはワイヤレス無線通信システム内で使用されるように適合される。モバイル端末は、さらに、複数アンテナ・システムを備えた基地局と通信するように適合される。

40

【0063】

モバイル端末は、基地局がモバイル端末と通信する時に基地局によって使用されるプリコーディング重みに関する表示を送信する手段51を含む。

【0064】

モバイル端末は、さらに、2つのタイプのプリコーディング重みすなわち長期チャネル情報に関連する第1タイプのプリコーディング重みおよび短期チャネル変化に関連する第2タイプのプリコーディング重みの組合せとしてプリコーディング重みを格納する手段52a、52bを含む。手段52aおよび52bは、好ましくは、それぞれ1つのコードブックを含み、第1コードブックは、タイプ1のプリコーディング重みを含み、第2コード

50

ブックは、タイプ2のプリコーディング重みを含む。

【0065】

モバイル端末は、第2ユーザとの通信のために複数アンテナ・システムで利用される場合に、第1ユーザと第2ユーザとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合に第1ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こす第1タイプのプリコーディング重みに関連する表示をフィードバック・チャネル上で送信する手段53aをも含む。

【0066】

本発明の好ましい実施形態では、モバイル端末は、基地局が短期フィードバック情報と長期フィードバック情報との両方を組み合わせられるようにするために第2タイプのプリコーディング重みに関連する表示をフィードバック・チャネル上で送信する手段53bを含む。

10

【0067】

手段53aおよび53bは、分離されたエンティティとすることができるが、同一モジュールを使用して実施することもできる。すべての提示された代替案をモバイル端末によって実現できるようにするために、上で説明した方法の異なる実施態様を、手段53aおよび53bによってサポートできることは、当業者には明白であろう。

【0068】

オプションで、モバイル端末は、異なるプリコーディング重みタイプについてフィードバック・レートを設定する手段54を含み、手段54は、手段53aおよび53bのフィードバック・レートを制御する。

20

【0069】

好ましくは、手段54は、タイプ1のプリコーディング重みのフィードバック・レートと比較して、タイプ2のプリコーディング重みのフィードバック・レートをより高くセットする。

【0070】

図6に、本発明による基地局の実施態様を示す。基地局は、モバイル通信システムまたはワイヤレス無線通信システム内で使用され、少なくとも2つのユーザと通信するように適合された複数アンテナ・システム61を備える。

【0071】

基地局は、2つのタイプのプリコーディング重みすなわち長期チャネル情報に関連する第1タイプのプリコーディング重みおよび短期チャネル変化に関連する第2タイプのプリコーディング重みの組合せとして、複数アンテナ・システムで利用されるプリコーディング重みを格納する手段62a、62bを含む。手段62aおよび62bは、好ましくは、それぞれ1つのコードブックを含み、第1コードブックは、タイプ1のプリコーディング重みを含み、第2コードブックは、タイプ2のプリコーディング重みを含む。

30

【0072】

基地局は、第2ユーザとの通信のために複数アンテナ・システム61で利用される場合に、第1ユーザと第2ユーザとの両方が同一リソース上でスケジューリングされる場合に第1ユーザに対してしきい値未満の干渉を引き起こすタイプ1のプリコーディング重みに関連する表示をフィードバック・チャネル上で第1ユーザから受信する手段63を含む。

40

【0073】

好ましい実施形態では、手段63は、さらに、タイプ2のプリコーディング重みに関連する表示を受信する。

【0074】

好ましくは、タイプ2のプリコーディング重みが受信されるレートは、タイプ1のプリコーディング重みが受信されるレートより高い。オプションで、基地局は、異なるプリコーディング重みタイプについてフィードバック・レートを正しく検出またはセットする手段を含む。

【0075】

基地局は、さらに、タイプ1のプリコーディング重みに関連する表示に依存して同一リ

50

ソース上でスケジューリングされるユーザを選択する手段64を含む。

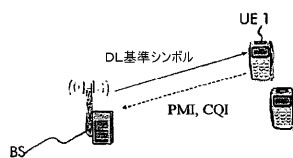
【0076】

本発明の好ましい実施形態では、基地局がタイプ2のプリコーディング重みに関連する表示を受信しつつある時に、基地局は、スケジューリング・モジュール64で判断を行うために短期フィードバック情報と長期フィードバック情報との両方を組み合わせることができる。

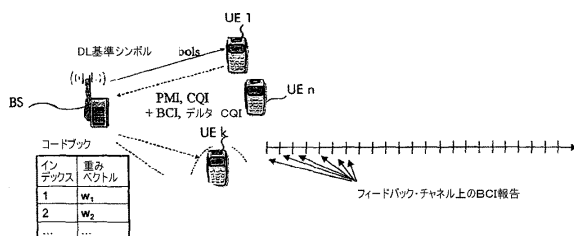
【0077】

本方法の説明に関連して前に説明したすべての種類のフィードバック構成を、本発明による基地局によってサポートすることができる。

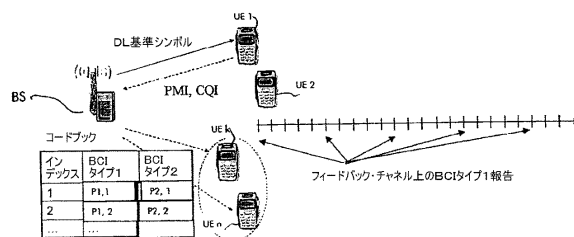
【図1】



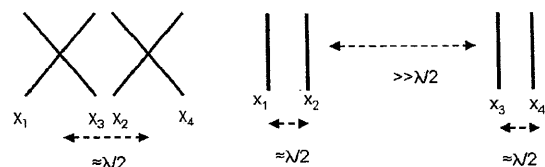
【図2】



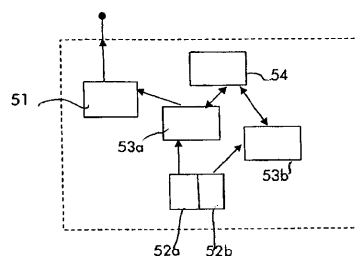
【図3】



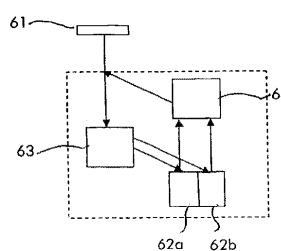
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 ワイルド, ソーステン

ドイツ 70435 シュトゥットガルト, フランクリンストラッセ 37

合議体

審判長 菅原 道晴

審判官 高野 美帆子

審判官 中野 浩昌

(56)参考文献 特表2013-521734 (JP, A)

特表2007-517455 (JP, A)

特表2009-530898 (JP, A)

Alcatel-Lucent, UE PMI feedback signalling for user pairing/coordination, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #56, 2009年 2月 9日, R1-090777

Ericsson, ST-Ericsson, PMI-based Multi-Granular Feedback for SU/MU-MIMO Operation, 3GPP TSG-RAN WG1 #60, 2010年 2月22日, R1-100852

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04J11/00

H04J99/00