

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6019502号
(P6019502)

(45) 発行日 平成28年11月2日(2016.11.2)

(24) 登録日 平成28年10月14日(2016.10.14)

(51) Int. Cl.	F I		
HO4W 28/16	(2009.01)	HO4W 28/16	
HO4W 16/28	(2009.01)	HO4W 16/28	150
HO4J 99/00	(2009.01)	HO4W 16/28	130
HO4B 7/04	(2006.01)	HO4J 15/00	
HO4W 24/10	(2009.01)	HO4B 7/04	

請求項の数 21 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-501794 (P2014-501794)	(73) 特許権者	502188642
(86) (22) 出願日	平成24年3月29日(2012.3.29)		マーベル ワールド トレード リミテッド
(65) 公表番号	特表2014-515213 (P2014-515213A)		バルバドス国 ビービー14027, セントマイケル、ブリトンズ ヒル、ガンサイトロード、エル ホライズン
(43) 公表日	平成26年6月26日(2014.6.26)	(74) 代理人	110000877
(86) 国際出願番号	PCT/IB2012/051511		龍華国際特許業務法人
(87) 国際公開番号	W02012/131612	(72) 発明者	ゴマダム、クリシュナ スリカンス
(87) 国際公開日	平成24年10月4日(2012.10.4)		アメリカ合衆国、95054 カリフォルニア州、サンタ クララ、マーベル レーン 5488 マーベル セミコンダクター インコーポレイテッド内
審査請求日	平成27年3月27日(2015.3.27)		
(31) 優先権主張番号	61/470, 235		
(32) 優先日	平成23年3月31日(2011.3.31)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 協調マルチポイント送信のためのチャネルフィードバック

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動通信端末で、互いにダウンリンク信号の送信を調整する少なくとも第1のセル及び第2のセルから前記ダウンリンク信号を受信する段階と、

前記端末で、受信した前記ダウンリンク信号に基づいて、前記第1のセル及び前記第2のセルによって、前記第1のセル及び前記第2のセルから前記端末に対して共同で送信される共同ダウンリンク送信をプリコードするときに使用されるべく構成されたチャネルフィードバックを計算する段階と、

前記端末から前記チャネルフィードバックを送信する段階とを備え、

前記端末において計算された前記チャネルフィードバックは、前記第1のセルが、第1のプリコードベクトルを利用して前記端末宛の第1の信号をプリコードできるようにし、前記第2のセルが、前記第1のプリコードベクトルと大きさが異なる第2のプリコードベクトルを利用して前記端末宛の第2の信号をプリコードできるようにし、かつ、前記第1の信号及び前記第2の信号が同じデータを伝達するようにされており、

前記チャネルフィードバックを計算する段階は、

前記端末を宛先とする前記共同ダウンリンク送信と同時に、他の端末へのいかなる追加的なダウンリンク信号もスケジュールされない第1の制約のもとで計算された、シングルユーザのチャネル品質インジケータ(CQI)、

前記端末を宛先とする前記共同ダウンリンク送信と同時に、1以上の他の端末への追加

的なダウンリンク信号がスケジュールされている第2の制約のもとで計算された、マルチユーザCQI、及び、

前記第1のセル及び前記第2のセルが互いに前記送信を調整しない第3の制約のもとで計算された、非協力的な送信CQI、

のうち2以上を計算する段階を含む、移動体通信のための方法。

【請求項2】

前記チャンネルフィードバックを計算する段階は、前記シングルユーザのCQI、前記マルチユーザCQI、及び前記非協力的な送信CQIを計算する段階を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記チャンネルフィードバックを計算する段階は、

前記第1のセルに、前記共同ダウンリンク送信を前記端末に第1の電力レベルで送信させ、前記第2のセルに、前記共同ダウンリンク送信を前記端末に、前記第1の電力レベルとは異なる第2の電力レベルで送信させるための前記チャンネルフィードバックを計算する段階を含む、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記チャンネルフィードバックを計算する段階は、

前記第1のプリコードベクトル及び前記第2のプリコードベクトルについてそれぞれ異なる第1の推奨される大きさ及び第2の推奨される大きさを計算する段階を含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

前記チャンネルフィードバックを計算する段階は、

前記第1のセル及び前記第2のセルに、それぞれ異なる大きさの前記第1のプリコードベクトル及び前記第2のプリコードベクトルを選択させる制約のもとで、チャンネル品質インジケータ(CQI)を計算する段階を含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

前記ダウンリンク信号を受信する段階は、

前記第1のセル及び前記第2のセルによって、それぞれ前記第1のプリコードベクトル及び前記第2のプリコードベクトルを利用して、前記端末に同じデータが同時に送信される共同処理(JP)送信を受信する段階を含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】

前記ダウンリンク信号を受信する段階は、

前記端末への干渉が、前記第1のプリコードベクトル及び前記第2のプリコードベクトルの利用によって制御されている、調整されたビームフォーミング送信を受信する段階を含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記チャンネルフィードバックを計算する段階は、

前記第1のセル及び前記第2のセルが前記第1のプリコードベクトル及び前記第2のプリコードベクトルをそれぞれ異なる大きさのチャンネル情報に基づいて選択する想定のもとで、前記端末及び前記第1のセル及び前記第2のセルの両方で利用可能な前記チャンネル情報に基づいて前記チャンネルフィードバックを計算する段階を含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】

装置であって、

互いにダウンリンク信号の送信を調整する少なくとも第1のセル及び第2のセルから前記ダウンリンク信号を受信するレシーバと、

受信した前記ダウンリンク信号に基づいて、前記第1のセルが、第1のプリコードベクトルを利用して前記装置宛の第1の信号をプリコードできるようにし、前記第2のセルが

10

20

30

40

50

、前記第 1 のプリコードベクトルと大きさが異なる第 2 のプリコードベクトルを利用して前記装置宛の第 2 の信号をプリコードできるようにし、かつ、前記第 1 の信号及び前記第 2 の信号が同じデータを伝達するべく、前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルによって、前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルから前記装置に対して共同で送信される共同ダウンリンク送信をプリコードするときに使用されるように構成されたチャネルフィードバックを計算する制御回路と、

前記チャネルフィードバックを送信するトランスミッタと
を備え、

前記制御回路は、

前記レシーバを宛先とする前記共同ダウンリンク送信と同時に、他のレシーバへのいかなる追加的なダウンリンク信号もスケジュールされない第 1 の制約のもとで計算された、シングルユーザのチャネル品質インジケータ (CQI)、

前記レシーバを宛先とする前記共同ダウンリンク送信と同時に、1 以上の他のレシーバへの追加的なダウンリンク信号がスケジュールされている第 2 の制約のもとで計算された、マルチユーザ CQI、及び、

前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルが互いに前記送信を調整しない第 3 の制約のもとで計算された、非協力的な送信 CQI、

のうち 2 以上を計算する、装置。

【請求項 10】

前記制御回路は、前記シングルユーザの CQI、前記マルチユーザ CQI、及び前記非協力的な送信 CQI を計算する、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記制御回路は、前記第 1 のセルに、前記共同ダウンリンク送信を前記レシーバに第 1 の電力レベルで送信させ、前記第 2 のセルに、前記共同ダウンリンク送信を前記レシーバに、前記第 1 の電力レベルとは異なる第 2 の電力レベルで送信させるための前記チャネルフィードバックを計算する、請求項 9 または 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記制御回路は、前記第 1 のプリコードベクトル及び前記第 2 のプリコードベクトルについてそれぞれ異なる第 1 の推奨される大きさ及び第 2 の推奨される大きさを計算する、請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 13】

前記制御回路は、前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルに、それぞれ異なる大きさの前記第 1 のプリコードベクトル及び前記第 2 のプリコードベクトルを選択させる制約のもとで、チャネル品質インジケータ (CQI) を計算する、請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 14】

前記レシーバは、前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルによって、それぞれ前記第 1 のプリコードベクトル及び前記第 2 のプリコードベクトルを利用して、前記装置に同じデータが同時に送信される共同処理 (JP) 送信を受信する、請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 15】

前記レシーバは、前記レシーバへの干渉が、前記第 1 のプリコードベクトル及び前記第 2 のプリコードベクトルの利用によって制御されている、調整されたビームフォーミング送信を受信する、請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 16】

前記制御回路は、前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルが前記第 1 のプリコードベクトル及び前記第 2 のプリコードベクトルをそれぞれ異なる大きさのチャネル情報に基づいて選択する想定のもとで、前記制御回路と、前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルとの両方で利用可能な前記チャネル情報に基づいて前記チャネルフィードバックを計算する、請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の装置を備える移動通信端末。

【請求項 18】

請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の装置を備える、移動通信端末における信号を処理するチップセット。

【請求項 19】

移動通信端末で、少なくとも第 1 のセル及び第 2 のセルから同じデータが同時に前記端末に送信される共同処理送信（JP 送信）を受信する段階と、

前記端末で、受信した前記 JP 送信に基づいて、前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルによって、前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルから前記端末に対して共同で送信される後続する JP 送信をプリコードするとき使用されるべく構成されたチャネルフィードバックを計算する段階と、

前記端末から前記チャネルフィードバックを送信する段階とを備え、

前記端末において計算された前記チャネルフィードバックは、前記第 1 のセルが、第 1 のプリコードベクトルを利用して前記端末宛の第 1 の信号をプリコードできるようにし、前記第 2 のセルが、前記第 1 のプリコードベクトルと電力レベルが異なる第 2 のプリコードベクトルを利用して前記端末宛の第 2 の信号をプリコードできるようにし、かつ、前記第 1 の信号及び前記第 2 の信号が同じデータを伝達するようにされており、

前記チャネルフィードバックを計算する段階は、

前記端末を宛先とする前記 JP 送信と同時に、他の端末へのいかなる追加的なダウンリンク信号もスケジュールされない第 1 の制約のもとで計算された、シングルユーザのチャネル品質インジケータ（CQI）、

前記端末を宛先とする前記 JP 送信と同時に、1 以上の他の端末への追加的なダウンリンク信号がスケジュールされている第 2 の制約のもとで計算された、マルチユーザ CQI、及び、

前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルが互いに前記送信を調整しない第 3 の制約のもとで計算された、非協力的な送信 CQI、

のうち 2 以上を計算する段階を含む、移動体通信のための方法。

【請求項 20】

前記チャネルフィードバックを計算する段階は、前記シングルユーザの CQI、前記マルチユーザ CQI、及び前記非協力的な送信 CQI を計算する段階を含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記チャネルフィードバックを計算する段階は、

第 1 のプリコードベクトル及び第 2 のプリコードベクトルについてそれぞれ異なる第 1 の推奨される大きさ及び第 2 の推奨される大きさを計算する段階を含み、

前記チャネルフィードバックを送信する段階は、

前記第 1 のセル及び前記第 2 のセルに対して前記第 1 の推奨される大きさ及び前記第 2 の推奨される大きさを示す段階を含む、請求項 19 または 20 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[優先権情報]

本願は、2011年3月31日出願の米国仮特許出願第61/470,235号の恩恵を主張するものであり、この開示内容は、参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

本発明は、概して、無線通信に関しており、より詳しくは、協調マルチポイント送信システムにおけるフィードバックのための方法及びシステムに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

一部の多入力多出力通信システムは、セル間のMIMO送信を調整するために、協調マルチポイント(COMP: Cooperative Multipoint)送信を利用している。たとえば、共同処理(JP: Joint Processing)として知られているモードでは、複数のセルが、同じデータを同時にユーザ機器(UE)端末に送信する。JPモードを利用するときには、複数の協調セルは、通常、銘々の送信を、UEが提供するチャネルフィードバックに基づいて設定している。JP送信用の様々なフィードバックスキームが先行技術として知られている。

【 0 0 0 4 】

たとえば、ここに参照として組み込む3GPP技術仕様書グループ無線アクセスネットワーク(3GPP Technical Specification Group Radio Access Network)(TSGRAN)WG1文献R1-110743、タイトル:均質なネットワークのための予備COMPJPの結果、台北、台湾、2011年2月21-25日に記載されており、最少平均二乗誤り(MMSE)レシーバに基づいてCOMPJPのシミュレーションされた評価の結果を提供している。

10

【 0 0 0 5 】

ここに参照として組み込むTSGRANWG1文献R1-110628、タイトル:フェーズ1のパフォーマンス評価:Tx電力の高いRRHのダウンリンクの均質なネットワーク、台北、台湾、2011年2月21-25日は、周波数分割複信(FDD)及び時分割複信(TDD)におけるCOMPの評価の結果を提供している。さらなるシミュレーション結果は、ここに参照として組み込むTSGRANWG1文献R1-111139、タイトル:Tx電力の高いRRHを有する均質なネットワークのための初期COMP評価、台北、台湾、2011年2月21-25日に記載されている。

20

【 0 0 0 6 】

上述した記載は、この分野の関連技術に概略が述べられており、含まれている情報のいずれも、本特許出願に対する先行技術を構成すると捉えられるべきではない。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

ここに記載する一実施形態は、互いにダウンリンク信号の送信を調整する少なくとも第1及び第2のセルから、移動通信端末で、ダウンリンク信号で受信する段階を含む方法を提供する。チャネルフィードバックが、受信したダウンリンク信号に基づいて端末で計算される。チャネルフィードバックは、第1のセルに、第1のプリコードベクトルでチャネルフィードバックに応じて、後続するダウンリンク信号をプリコードさせるよう構成されており、第2のセルに、第1のプリコードベクトルと大きさが異なる第2のプリコードベクトルでチャネルフィードバックに応じて、後続するダウンリンク信号をプリコードさせるよう構成されている。チャネルフィードバックが端末から送信される。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

一部の実施形態では、チャネルフィードバックを計算する段階は、第1のセルに、後続するダウンリンク信号を端末に第1の電力レベルで送信させ、第2のセルに、後続するダウンリンク信号を端末に、第1の電力レベルとは異なる第2の電力レベルで送信させるためのチャネルフィードバックを計算する段階を含む一実施形態では、チャネルフィードバックを計算する段階は、第1のプリコードベクトル及び第2のプリコードベクトルについて推奨されるそれぞれ異なる第1の大きさ及び第2の大きさを計算する段階を含む。別の実施形態では、チャネルフィードバックを計算する段階は、第1のセル及び第2のセルに、それぞれ異なる大きさの第1のプリコードベクトル及び第2のプリコードベクトルを選択させる制約のもとで、チャネル品質インジケータ(CQI)を計算する段階を含む。

40

【 0 0 0 9 】

また別の実施形態では、チャネルフィードバックを計算する段階は、端末を宛先とする

50

ダウンリンク信号と同時に、他の端末へのいかなる追加的なダウンリンク信号もスケジュールされない第1の制約のもとで計算された、シングルユーザのチャンネル品質インジケータ(CQI)、端末を宛先とするダウンリンク信号と同時に、1以上の他の端末への追加的なダウンリンク信号がスケジュールされている第2の制約のもとで計算された、マルチユーザCQI、及び、第1のセル及び第2のセルが互いに送信を調整しない第3の制約のもとで計算された、非協力的な送信CQI、のうち1以上を計算する段階を含む。

【0010】

ダウンリンク信号を受信する段階は、第1のセル及び第2のセルによって、それぞれ第1のプリコードベクトル及び第2のプリコードベクトルを利用して、端末に同じデータが同時に送信される共同処理(JP)送信を受信する段階を含む。別の実施形態では、ダウンリンク信号を受信する段階は、端末への干渉が、第1のプリコードベクトル及び第2のプリコードベクトルの利用によって制御されている、調整されたビームフォーミング送信を受信する段階を含む。

10

【0011】

一部の実施形態では、チャンネルフィードバックを計算する段階は、第1のセル及び第2のセルが第1のプリコードベクトル及び第2のプリコードベクトルをそれぞれ異なる大きさのチャンネル情報に基づいて選択する想定のもとで、端末及びセルの両方で利用可能なチャンネル情報に基づいてチャンネルフィードバックを計算する段階を含む。

【0012】

またさらに、ここに記載される一実施形態に従って、レシーバと、制御回路と、トランスミッタとを含む装置が提供される。レシーバは、互いにダウンリンク信号の送信を調整する少なくとも第1のセル及び第2のセルからダウンリンク信号を受信する。制御回路は、受信したダウンリンク信号に基づいて、第1のセルに、第1のプリコードベクトルでチャンネルフィードバックに応じて後続するダウンリンク信号をプリコードさせ、第2のセルに、第1のプリコードベクトルと大きさが異なる第2のプリコードベクトルでチャンネルフィードバックに応じて後続するダウンリンク信号をプリコードさせるためのチャンネルフィードバックを計算する。トランスミッタは、チャンネルフィードバックを送信する。

20

【0013】

一部の実施形態では、移動通信端末が開示された装置を含む。一部の実施形態では、移動通信端末における信号を処理するチップセットが、開示された装置を含む。

30

【0014】

さらに、ここに記載される一実施形態においては、移動通信端末で、少なくとも第1のセル及び第2のセルから同じデータが同時に端末に送信される共同処理(JP)送信を受信する段階を備える方法が提供される。チャンネルフィードバックは、端末で、受信したJP送信に基づいて計算される。チャンネルフィードバックは、第1のセルに、第1の電力レベルで、後続するJP送信を端末に送信させ、第2のセルに、第1の電力レベルとは異なる第2の電力レベルで、後続するJP送信を端末に送信させる。チャンネルフィードバックは端末から送信される。

【0015】

一部の実施形態では、チャンネルフィードバックを計算する段階は、第1のプリコードベクトル及び第2のプリコードベクトルについて推奨されるそれぞれ異なる大きさを計算する段階を含み、チャンネルフィードバックを送信する段階は、第1のセル及び第2のセルに対して推奨される第1の大きさ及び第2の大きさを示す段階を含む。

40

【0016】

本開示は、その実施形態の以下の詳細な説明を、図面とともに読むことでより良く理解される。図面の簡単な説明を以下で行う。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】ここに記載される一実施形態における、協調マルチポイント(CoMP: Cooperative Multipoint)送信を利用する通信システムを概略するブロック図である。

50

【 0 0 1 8 】

【図2】ここに記載する一実施形態における、C o M P送信を利用する通信システムでチャネルフィードバックを提供する方法を概略するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

通常のコモジット（J P）システムでは、複数のセルが、同じデータを、複数のそれぞれプリコードされたダウンリンク信号を利用して通信端末に送信する。セルは、異なるセルのダウンリンク信号の間に適切なプリコードベクトルと適切な位相差とを利用することで、仮想の高位M I M O送信を作成する。協調セル（または、ネットワークと関連付けられていてよい中央スケジューラなど）は、通常、端末が提供するチャネルフィードバックに
10 応じて、プリコードベクトルを選択する。従来のJ Pスキームでは、全ての協調セルが、同じ電力レベルで、任意のJ P送信を送信する（つまり、J P送信に参加しているすべてのプリコードベクトルが同じ大きさを有している）。

【 0 0 2 0 】

しかし実際には、異なるセル同士が、同じJ P送信で異なる大きさのプリコードベクトルを利用する自由度を有している場合には、システムのパフォーマンスを大幅に上げることができる。このパフォーマンスの向上を示すシミュレーションの結果の例が、上述した米国仮特許出願第6 1 / 4 7 0 , 2 3 5号明細書に記載されており、この全体を参照としてここに組み込む。

【 0 0 2 1 】

ここに記載する実施形態は、強調されたマルチポイント（C o M P）システムで利用されるための向上したフィードバックスキーム及びプリコードスキームを提供する。一部の
20 実施形態では、移動通信端末は、少なくとも2つの協調セルからダウンリンク信号を受信する。端末は、チャネルフィードバックを計算するが、このチャネルフィードバックは、セルに、端末に対する後続するJ P送信を、互いに大きさが異なるプリコードベクトルそれぞれでプリコードさせる。端末は、アップリンクチャンネルでチャネルフィードバックを報告して、協調セル（または中央スケジューラ）は、報告されたフィードバックを利用して、端末に対する後続するJ P送信のプリコードベクトルを選択する。

【 0 0 2 2 】

一部の実施形態では、チャネルフィードバックは、協調セル同士のプリコードベクトルの
30 大きさ間について推奨される比率を示す明示的な大きさ情報（M I : magnitude information）を含む。他の実施形態では、大きさ情報は、黙示的にフィードバックされる（たとえば、端末とセル両方で利用可能な長期的チャンネル情報を利用して）。

【 0 0 2 3 】

チャネルフィードバックのタイプ及び対応するプリコードの構成の幾つかの例をここに記載する。開示する技術を、調整されたビームフォーミング（C B）C o M Pに一般化させる例も記載する。

【 0 0 2 4 】

図1は、ここに記載される一実施形態における、協調マルチポイント（C o M P）送信を利用する通信システム2 0を概略するブロック図である。この例では、システム2 0が
40 、第3世代パートナーシッププロジェクト（3 G P P）ロング・ターム・エボリューション（L T E）またはL T E - アドバンスド（L T E - A）仕様に従って動作する。別の実施形態では、システム2 0は、セルが互いに送信を調整する任意の他の適切な通信プロトコルに従って動作することもできる。

【 0 0 2 5 】

図1の実施形態では、システム2 0が、移動通信端末2 4（L T E - A用語においてユーザ機器 - U Eと称される）と、C E L L 1、C E L L 2、及びC E L L 3と称される3
50 つのセル2 8（基地局）とを含む。しかし3つのセルを示すこの選択は、純粋に例である。現実的な構成においては、システム2 0は、通常、多数のセルと多数の端末とを含んでいる。多数のセルのいくつかは、併置されていてもよい。U E 2 4には、たとえば、携帯

電話器、無線利用可能なコンピューティングデバイス (wireless-enabled computing device) またはその他の適切なタイプの通信端末が含まれてよい。

【 0 0 2 6 】

C o M P用語では、セルはチャネル状態情報 - 参照信号リソース (C S I - R Sリソース) と称される。したがってここではC S I - R Sリソース、セル、及び基地局といった用語がほとんど同じ意味で利用される。いずれのセル28も、1以上のマクロセル、マイクロセル、ピコセル、及び/または、フェムトセルといった複数のトランスミッタを含んでよい。任意のセルの複数のトランスミッタは通常同じセルIDを有しており、UEはこれらを互いに区別つけられないことがある。

【 0 0 2 7 】

各セル28は、複数の送信アンテナを利用してUE24にダウンリンクMIMO信号を送信する。ダウンリンク信号の少なくともいくつかはプリコードされている(ビームフォーミングされていると称される場合もある)。一実施形態では、セル28は、2以上のセルが、UE24に対して同じデータを搬送する、プリコードされたダウンリンク信号を同時送信する、共同処理(JP)モードをサポートしている。このタイプの協調によって、複数のセルを利用して高位のMIMO送信が作成される。

【 0 0 2 8 】

この実施形態では、システム20が中央スケジューラ32を含み、中央スケジューラ32は、様々な端末に対する様々なセルの送信をスケジュールして、JP送信を送信する際に利用される、プリコードベクトル(つまり、それぞれの送信アンテナによって送信された信号に適用される複合加重のセット)を計算する。中央スケジューラ32は、通常、UEから受信したチャネルフィードバックに基づいてプリコードベクトルを計算する。このフィードバックを提供するスキームの例については後述する。

【 0 0 2 9 】

図1の実施形態では、UE24は、1以上のアンテナ36、ダウンリンクレシーバ40、アップリンクトランスミッタ44、及び、制御回路48を含む。レシーバ40は、アンテナ36を介して1以上のセル28からダウンリンク信号を受信して、受信したダウンリンク信号からのダウンリンクデータをデコードする。トランスミッタ44は、アップリンクデータをセル28に伝えるアップリンク信号を生成して、アップリンク信号をセルに送信する。

【 0 0 3 0 】

制御回路48は、UE24の動作を管理する。一実施形態では、制御回路は、受信したダウンリンク信号に基づいて、セル28とUE24との間の通信チャネルを示すチャネルフィードバックを計算するフィードバック計算ユニット52を含む。通常は、フィードバック計算ユニットは、プリコードされていないダウンリンク信号に基づいてフィードバックを計算する。制御回路48は、チャネルフィードバックをアップリンクトランスミッタ44に提供して、アップリンクトランスミッタは、アップリンクを介してチャネルフィードバックをセル28に送信する。

【 0 0 3 1 】

後述するように、ユニット52が生成するチャネルフィードバックは、セルに対して、セル間で異なる電力レベルを利用して任意のJP送信を送信することを許可する。言い換えると、チャネルフィードバックは、セル28がJP送信を生成する場合に、いつも同じ送信電力を利用する、という制約のもとで計算されるわけではない。

【 0 0 3 2 】

一実施形態では、チャネルフィードバックは、任意のJP送信を送信する際に大きさの異なるプリコードベクトルを、セルが適用するように構成されている大きさ情報を伝える。(別の実施形態では、セル28は、プリコード演算の利用に限られない別の方法で、自身の送信電力を設定する。今のコンテキストでは、「プリコードベクトルの大きさ」及び「セルの送信電力」という用語が、ほとんど同じ意味で利用されている。チャネルフィードバックは、セルが自身の送信電力を設定するために他のメカニズムを利用している場合

10

20

30

40

50

であっても、セルに、大きさの異なるプリコードベクトルを利用させるものとしてみなされている。))

【 0 0 3 3 】

一実施形態では、フィードバックは、UE 24 から、現在UE にサービス提供しているセル及び任意の他の適切なセル (1 または複数) の少なくとも一方に送信される。フィードバック、またはこれに含まれて伝えられる情報は、セル 28 及び中央スケジューラ 32 の少なくとも一方に配信されて、後のプリコードでの利用に備えさせられる。

【 0 0 3 4 】

図 1 に示す UE の構成は、構成の一例であり、明瞭性を尊重して高度に簡略化された様式で示されている。別の実施形態では、任意の他の適切な UE 構成を利用してもよい。開示する技術の理解には不要な UE のエレメントは、明瞭性を尊重して図面から省いている。

10

【 0 0 3 5 】

様々な実施形態では、UE 24 のエレメントの一部または全てが (レシーバ 40、トランスミッタ 44、及び制御回路 48 を含む)、ハードウェアで実装される (たとえばレシーバ 40 及びトランスミッタ 44 の少なくとも一方を、1 以上の無線周波数集積回路 (R F I C) を利用して実装する、または、制御回路 48 を、1 以上のフィールドプログラマブルゲートアレイ (F P G A) または特定用途向け集積回路 (A S I C) を利用して実装する)。別の実施形態では、UE 24 の一定のエレメントが、ソフトウェアで実装され、または、ハードウェア及びソフトウェアエレメントの組み合わせを利用して実装される。

20

【 0 0 3 6 】

一部の実施形態では、制御回路 48 の一定のエレメント等の一定の UE エレメントが、ここに記載する機能を実行するようソフトウェアでプログラミングされるプログラマブルプロセッサで実装される。たとえばソフトウェアは、その全体または一部が電子的な形態でネットワークを介してプロセッサにダウンロードすることができる。これに代えてまたはこれに加えて、ソフトウェアが、非一時的な有形の媒体 (たとえば磁気メモリ、光学メモリ、または電子メモリ) に提供されたり、格納されたりしてもよい。

【 0 0 3 7 】

多くの実際のシナリオでは、協調セルが、任意の JP 送信で同じ電力レベルをもつすべての送信に制約されない場合、システム 20 のパフォーマンスは向上させることができる。前述し、ここに全体を参考として組み込む米国仮特許出願第 6 1 / 4 7 0 , 2 3 5 号明細書は、均一な電力という制約を排除したときにダウンリンクスループットが顕著に向上した、というシミュレーション結果の例を示している。

30

【 0 0 3 8 】

したがって、一部の実施形態では、UE 24 が、セル 28 に、セル間で大きさが異なるプリコードベクトルで、JP 送信を送信させるチャネルフィードバックを計算して報告する。これら実施形態では、任意の JP 送信に対して、1 つのセルのプリコードベクトルの大きさが、そのセルについて固有であり、これは、必ずしも、他のセルが利用するプリコードベクトルの大きさと同じではない (一部のシナリオでは偶然同じになってしまう場合もある)。言い換えると、UE は、協調セル同士が大きさが異なるプリコードベクトルを適用することが許可されている (そして将来適用する) という前提で、チャネルフィードバックを計算する。

40

【 0 0 3 9 】

従来のプリコードスキームでは、2 つの協調セルの場合、i 番目の UE が、これら 2 つのセルが以下の JP のゼロフォーシングプリコードを利用することを推奨する。

【 数 1 】

$$\text{式 } 1: \quad u_i = \begin{bmatrix} v_{1i} \\ e^{j\theta} v_{2i} \end{bmatrix}$$

50

本式で、 v_{1i} 及び v_{2i} が、第1のセル及び第2のセルが適用するプリコードベクトルをそれぞれ表し、 θ_i が、第1のセル及び第2のセルの信号間の位相オフセットを表す。

【0040】

中央スケジューラ32が2つのUEをJPモードでスケジュールする、と仮定すると、ゼロフォーシングプリコーダは以下のようにして与えられる。

【数2】

$$\text{式 2: } U_{ZF} = U(UU^+)^{-1}, U = [u_1 \ u_2]$$

本式で、行列Uの u_1 及び u_2 が、第1及び第2のUEのJPプリコードベクトルをそれぞれ示しており、 $()^+$ は、エルミート(共役置換)演算子を示している。行列Uつまり U_{ZF} は、様々な電力制約(たとえばUEにおけるまたは送信点における一定の電力レベル)を満たすように正規化されてよい。

【0041】

一部の実施形態では、協調セルが共同で適用するJPプリコーダは、以下の形式をもつ。

【数3】

$$\text{式 3: } W = T(TT^+ + \alpha I)^{-1}$$

本式で $T = [D_1 u_1 \ D_2 u_2]$ であり、 α は、正則化係数(regularization factor)であり、 I は、恒等行列である。行列 D_1 は、第1のUEについて協調セルが適用する個々のプリコーダをスケールする対角行列を含み、これにより、セル間で不均一な送信電力割り当てが作成される。

【0042】

D_1 の別々の要素の数は $N - 1$ であり、ここで N は、JP送信を送信する協調セルの数を表している。行列 D_2 は、第2のスケジュールされているUEの同様の機能を実行する対角行列を含む。

【0043】

一部の実施形態では、異なる協調セルに、それぞれ異なる電力レベルでの送信を許可する場合、UE24が推奨するプリコーダは以下の形式をとる。

【数4】

$$\text{式 4: } v = \begin{bmatrix} e^{j\theta_1} m_1 v_1 \\ e^{j\theta_2} m_2 v_2 \\ \dots \\ e^{j\theta_N} m_N v_N \end{bmatrix}$$

【0044】

これらの実施形態では、フィードバック計算ユニット52が、各協調セルについて正規化されたプリコードベクトルを推奨するプリコード行列インジケータ(PMI)を含むチャンネルフィードバック(v_i に対応している)、異なるセルの信号間の位相差を推奨する位相変更情報(PCI)(θ_i に対応している)、及び、協調セルの信号の相対的な大きさを推奨する大きさ情報(MI)(m_i に対応している)を含む、チャンネルフィードバックを計算する。

【0045】

一実施形態では、チャンネルフィードバックのPCI及びMI値が、サービス提供セルの信号に関して報告される。これらの実施形態では、サービス提供セルに対してPCI及びMI値を報告する必要はない。様々な実施形態では、PCI及びMI値は、様々な異なる方法でフィードバックにおいて報告される(たとえば独立して、またはその差分を報告される)。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

任意のセルの M I の範囲は、通常、セルとサービス提供セルとの間で許可されている参照信号受信電力 (R S R P : Reference Signal Received Power) の差異に依っている。一実施形態では、R S R P で許可されている差異が 3 d B である場合には、ユニット 5 2 は、 $10^{-0.1}$ 及び $10^{-0.15}$ の 1 ビットのコードブックから M I の値を選択する。このオペレーションは、M I 値を、許可されている電力レベルの範囲で量子化することに似ている。

【 0 0 4 7 】

一実施形態では、フィードバック計算ユニット 5 2 が共同プリコーダ (joint precoder) を計算した後、ユニット 5 2 は、プリコーダを単位ノルムに正規化 (スケーリング) する。この正規化によって、J P 送信の総電力割り当てが

【数 A】

$$\sum_i m_i^2 P_i$$

になり、ここで P_i は、i 番目の協調セルの送信電力を表す。

【 0 0 4 8 】

別の実施形態では、フィードバック計算ユニット 5 2 が、P M I、P C I、及び M I 値の少なくとも 1 つを、別の協調セルが J P 送信において異なる大きさのプリコードベクトルを適用することができるような任意の他の適切なやり方で、計算して報告する。

【 0 0 4 9 】

様々な実施形態では、フィードバック計算ユニット 5 2 は、受信したダウンリンク信号に基づいて 1 以上のチャネル品質インジケータ (C Q I) を計算して報告する。一実施形態では、ユニット 5 2 は、他の U E の他の送信のいずれもが U E 2 4 に対する J P 送信中にはスケジュールされないと仮定して、シングルユーザ C Q I (S U C Q I) を計算して報告する。この仮定では、U E 2 4 が受信する信号は以下のように与えられる。

【数 5】

$$\text{式 5: } y = [H_{11} \quad H_{12}] \begin{bmatrix} v_1 \\ e^{j\theta} m v_2 \end{bmatrix} = H v x + n$$

本式において H_{11} 及び H_{12} は、それぞれ、U E と 2 つの協調セル (セル - 1 及びセル - 2) との間のチャネルを表す。

【 0 0 5 0 】

これに加えてまたはこれに代えて、一実施形態では、ユニット 5 2 が、他の U E に対する 1 以上の他の送信 (指向性情報がわかっていないもの) が、U E 2 4 に対する J P 送信中にスケジュールされるという仮定のもとに、マルチユーザ C W I (M U C Q I) を計算して報告する。他の共同スケジュールされている送信の効果は、以下に示す単一の指向性をもつ干渉に統計学的に等しい。

【数 6】

式 6:

$$y = \frac{1}{\sqrt{1+m^2}} [H_{11} \quad H_{12}] \begin{bmatrix} v_1 \\ e^{j\theta} m v_2 \end{bmatrix} x_1 + [H_{11} \quad H_{12}] T x_2 + n$$

$$= H v x_1 + [H_{11} \quad H_{12}] \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \end{bmatrix} x_2 + n$$

本式で T は、他の共同スケジュールされている送信を表す未知のプリコーダを示す。

【 0 0 5 1 】

一実施形態では、ユニット 5 2 が、T を構成する個々のプリコーダが、v の対応する個

々のプリコードに直交する方向で等方的に配信される。さらに、ユニット52は、i番目のセルからの総干渉電力を、

【数B】

$$(1 - m_i^2)P_i$$

と想定する。上述した例では、プリコードT1は、v1に直交する任意の方向をとることができ、総電力は以下のように表すことができる。

【数C】

$$(1 - 1/\sqrt{1 + m^2})P_i$$

10

【0052】

これら想定のもとでは、ユニット52は通常、MU-CQIを生成して報告する際に利用される信号対雑音比(SNR)を計算する。この目的及びその他のMU-CQIの他の側面に利用可能なSNR計算の例は、米国特許出願第13/253,078号明細書、タイトル：マルチユーザMIMOの向上したチャネルフィードバックに記載されており、この開示をここに参照として組み込む。

【0053】

さらに、これに加えてまたはこれに代えて、一部の実施形態では、ユニット52が、セルのCOMP演算を想定せずに(たとえばサービス提供セルPMIよおよびCQIに基づいて)非COMP-CQIを計算して報告する。

20

【0054】

別の実施形態では、ユニット52が、SU-CQI、MU-CQI、及び非COMP-CQIの少なくとも1つを、任意の他の適切な方法で計算してもよい。上述した数式からわかるように、協調セルが、大きさの異なるプリコードベクトルを適用することが許可されている(そして将来適用する)という前提で、開示したCQIタイプ全て(SU-CQI、MU-CQI、及び非COMP-CQI)が計算される。様々な実施形態では、ユニット52が、SU-CQI、MU-CQI、及び非COMP-CQIのうちの1つまたは2つのCQIタイプを計算して報告してよく、または3つのCQIタイプ全てを計算して報告してもよい。

30

【0055】

図2は、ここに記載する一実施形態における、システム20でチャネルフィードバックを提供する方法を概略するフローチャートである。方法は、受信動作60で、UE24のレシーバ40が、セル28からダウンリンク信号を受信することから開始される。

【0056】

制御回路48のフィードバック計算ユニット52は、フィードバック計算動作64で、受信したダウンリンク信号に基づいて、チャネルフィードバックを計算する。チャネルフィードバックは、セル同士が、全て同じ大きさというわけではない電力レベルを利用して(たとえばプリコードベクトルを利用して)UEに対して後続するJP送信を送信する自由度を有しているとう想定のもとに、計算されている。様々な実施形態では、チャネルフィードバックが、上述したタイプのフィードバックのいずれかを含む(たとえば、PMI/PCI/MIならびにSU-CQI、MU-CQI及び非COMP-CQIの少なくとも1つ)。

40

【0057】

トランスミッタ44は、フィードバック報告動作68で、アップリンクでチャネルフィードバックを送信する。中央スケジューラ32は、報告されたチャネルフィードバックを利用して、UE24に対する後続するJP送信で、協調セルが適用するプリコードベクトルを構成する。一部のケースでは、任意のJP送信における異なるセルのプリコードベクトルは、フィードバックの結果異なる場合がある。

【0058】

50

一部の実施形態では、UE 24 は、協調セルが、黙示的に異なる大きさのプリコードベクトルを適用するようなフィードバックを計算して報告する（つまり、所望の大きさの関係を明示的に要求する代わりに）。この技術を利用すると、大きさ情報（たとえば上で定義したMI値）を明示的に送信する必要がないので、アップリンクのオーバーヘッドが低減される。

【0059】

一実施形態では、制御回路48が、様々な協調セルから受信した参照信号の信号強度（RSRP計測値（RSRP measurements））を計測して、計測した信号強度またはこれらの比率をサービス提供セルに報告する。この実施形態では、UE及び中央スケジューラの両方が、このフィードバックを利用してJPプリコードベクトルを計算する。UEは、異なるセル同士のRSRP計測値の比率を利用して、推奨されるプリコードベクトルを計算する。中央スケジューラは、RSRP計測値の比率を利用して、実際のプリコードベクトルを計算し、一方で、異なる大きさのプリコードベクトルも許容し、これを、異なる大きさのUEからの明示的な要求を必要とせずに行う。

【0060】

この実施形態では、UE 24のユニット52は、通常、PMI、及びPCIを計算して報告するが、MIは計算したり報告したりしない。UEが推奨するJPプリコードは以下の形態をとる。

【数7】

$$\text{式 7: } v = \begin{bmatrix} e^{j\theta_1} d_1 v_1 \\ e^{j\theta_2} d_2 v_2 \\ \dots \\ e^{j\theta_N} d_N v_N \end{bmatrix}$$

本式で、 d_i は、

【数D】

$$d_i = \sqrt{RSRP_i / RSRP_{serving_cell}}$$

で与えられる。一般的には、 d_i は、サービス提供セルのRSRP及び*i*番目のセルのRSRP（ $RSRP_i$ ）の任意の適切な関数として定義することができる。つまり

【数E】

$$d_i = f(RSRP_i, RSRP_{serving_cell})$$

として定義されてよい。一実施形態では、ユニット52は、相対的なRSRPレベルのコードブックベースの量子化を利用することができる。

【0061】

一実施形態では、協調セル（報告セットとも称される）が、半静的に構成される。UEは、近隣の（最強の）セルのRSRPレベルを計測して、サービス提供セルに情報をフィードバックする。サービス提供セルは、次に、報告セットを判断して、報告セットのセルのCSI-RSを計測するようUEを構成する。

【0062】

本例では、協調セルは、異なる大きさのプリコードベクトルを、異なるセルについてのRSRP計測値に基づいている黙示的な大きさのフィードバックを利用して適用する。しかし一般的には、協調セルは、この目的で、セルとUEとの間の通信チャネルに関する適切な長期的情報を利用することができる。

【0063】

上述した実施形態は主に J P C o M P についてであった。しかし開示するフィードバック技術は、たとえば、協調セルがビームフォーミングされたダウンリンク信号の送信を互いに調整して、干渉を低減するような、調整されたビームフォーミング (C B) C o M P に適用することもできる。

【 0 0 6 4 】

たとえば u_1 が、一定のセルから U E 2 4 へと方向づけられたプリコードベクトルを表すものとして、 u_2 が、同じセルから別の共同スケジュールされている U E へと方向づけられているプリコードベクトルを表すものとする。この場合、従来の C B ゼロフォーミングプリコードは、U E 2 4 のプリコードを、上述した数 2

【数 2】

$$\text{式 2: } U_{ZF} = U(UU^+)^{-1}, U = [u_1 \ u_2]$$

の最初の列として与える。一部の実施形態では、C B プリコードが、上述した数 3

【数 3】

$$\text{式 3: } W = T(TT^+ + \alpha I)^{-1}$$

(ここで $T = [d_1 u_1 \ d_2 u_2]$ である) の最初の列で与えられる。 d_1 及び d_2 の値は、長期的チャネル情報 (U E が報告する R S R P 計測値) から、または U E 2 4 の明示的なフィードバックから得ることができる。

【 0 0 6 5 】

ここで記載する実施形態は主に L T E 及び L T E A システムで行う J P 送信に関していたが、ここで記載する方法及びシステムは他の用途 (たとえば 2 以上のトランスミッタが通信端末に関する相対的な大きさ情報を有しているような任意の調整された送信スキーム等) で利用することもできる。

【 0 0 6 6 】

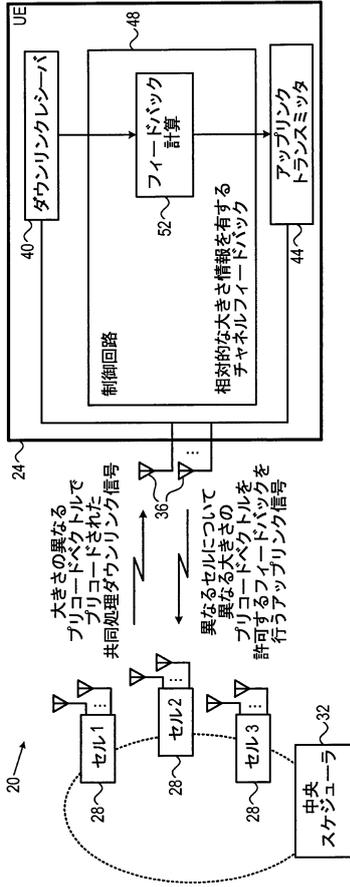
上述した実施形態は、例であり、本発明は、具体的な例または上述した記載に限定はされない。本発明の範囲は、ここで上述した様々な特徴のコンビネーション及びサブコンビネーションを含み、さらに、先行技術で開示されていないが、前述した記載を読んだ当業者であれば想到するだろう変更例及び変形例も含む。本特許出願に参照として組み込んだ文献は、本願の一部分とみなされるが、これら組み込まれた文献で定義されている用語が、本明細書で明示的または黙示的に行われている定義と定食する場合には、本明細書の定義のみを考慮すべきである。

10

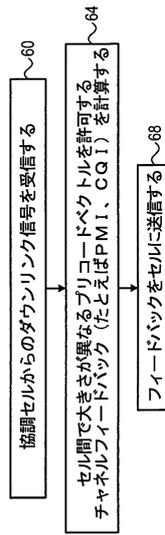
20

30

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 W 24/10

(72)発明者 ザン、ヤン
アメリカ合衆国、95054 カリフォルニア州、サンタ クララ、マーベル レーン 5488
マーベル セミコンダクター インコーポレイテッド内

(72)発明者 エレル、アドラム
アメリカ合衆国、95054 カリフォルニア州、サンタ クララ、マーベル レーン 5488
マーベル セミコンダクター インコーポレイテッド内

審査官 久慈 涉

(56)参考文献 国際公開第2010/048513(WO, A2)
米国特許出願公開第2010/0273495(US, A1)
米国特許出願公開第2011/0044193(US, A1)
国際公開第2010/146942(WO, A1)
国際公開第2010/101431(WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 4 B 7 / 2 4 - 7 / 2 6
H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0
3 G P P T S G R A N W G 1 - 4
S A W G 1 - 2
C T W G 1