

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4459906号
(P4459906)

(45) 発行日 平成22年4月28日 (2010. 4. 28)

(24) 登録日 平成22年2月19日 (2010. 2. 19)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4 W 16/28 (2009. 01)	HO 4 Q 7/00 2 3 3
HO 4 W 28/22 (2009. 01)	HO 4 Q 7/00 2 8 4
HO 4 B 7/06 (2006. 01)	HO 4 Q 7/00 2 3 6
HO 4 B 7/10 (2006. 01)	HO 4 B 7/06
HO 4 B 7/08 (2006. 01)	HO 4 B 7/10 A
請求項の数 23 (全 13 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2005-512360 (P2005-512360)	(73) 特許権者	598036300
(86) (22) 出願日	平成15年12月22日 (2003. 12. 22)		テレフオンアクチーボラゲット エル エム エリクソン (パブル)
(65) 公表番号	特表2007-529134 (P2007-529134A)		スウェーデン国 ストックホルム エスー 1 6 4 8 3
(43) 公表日	平成19年10月18日 (2007. 10. 18)	(74) 代理人	100076428
(86) 国際出願番号	PCT/SE2003/002072		弁理士 大塚 康德
(87) 国際公開番号	W02005/062497	(74) 代理人	100112508
(87) 国際公開日	平成17年7月7日 (2005. 7. 7)		弁理士 高柳 司郎
審査請求日	平成18年11月22日 (2006. 11. 22)	(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 空間スケジューリングのための測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

通信システム (10) における、1つ或いは複数のアンテナ ($A_1, \dots, A_M$) セットを用いて複数の移動端末 ($MS_1, \dots, MS_k$) にデータストリーム信号を送信するアクセスポイント (11) における方法であって、

前記アクセスポイントにより、夫々が複素送信重み係数と遅延からなる少なくとも1つの或いは複数のベクトルから構成される空間トランスポートフォーマットのセットであって、各ベクトルは1つの対象信号或いは複数の多重化同一チャネル信号の1つの送信に関係するとともに、関係する信号の送信電力値とも関係し、各ベクトル要素が1つのアンテナに関係する空間トランスポートフォーマットのセットを決定する工程 (21) と、

前記トランスポートフォーマットのサブセットを、前記複数の移動端末の1つ或いは複数に対するデータ送信のためのアクティブセットとして選択する工程と、

トランスポートフォーマットの前記アクティブセットを前記1つ或いは複数の移動端末にシグナリングする工程 (23) とを有し、

前記移動端末は、前記アクティブセットにおける全ての空間トランスポートフォーマットを測定することにより、前記空間トランスポートフォーマットに関する品質指標を導出し、前記アクセスポイントに前記空間トランスポートフォーマットに関する品質指標と前記測定のレポートをフィードバック情報としてフィードバックし、

前記アクセスポイントは前記移動端末からの前記測定のレポートに基づいて、どのユーザをスケジュールし、どの空間トランスポートフォーマットを用いるか、そして、どんなデータ

10

20

レートを用いるのかを決定することを特徴とする方法。

【請求項 2】

ベクトルのノルムは、前記関係する信号の送信電力を表すことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

ベクトルのスケーリングファクタは、前記関係する信号の送信電力を表すことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記シグナリングする工程 (23) は、前記アクセスポイントのカバレッジ内のすべてのユーザにより復号できる共通制御チャネルにより実行されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項 に記載の方法。

10

【請求項 5】

前記シグナリングする工程 (23) は、前記アクセスポイントのカバレッジ内の一部にわたって送信される専用制御チャネルにより特定のユーザに対して実行されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項 に記載の方法。

【請求項 6】

前記複数の移動端末或いは複数の移動端末の複数のグループが、異なるセットのトランスポートフォーマットに割り当てられることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項 に記載の方法。

【請求項 7】

20

選択したダウンリンクチャネル特性に対して適用されるメトリックについて前記複数の移動端末に通知し、1つ以上の前記トランスポートフォーマットの品質指標を得る工程をさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項 に記載の方法。

【請求項 8】

前記適用したメトリックに関して最良のトランスポートフォーマット或いは最良のトランスポートフォーマットのセットの品質指標を提供するように、前記移動端末に通知する工程をさらに有することを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記適用したメトリックに関して、最低のトランスポートフォーマット或いは最低のトランスポートフォーマットのセットの品質指標を提供するように、前記複数の移動端末に通知する工程をさらに有することを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

30

【請求項 10】

前記適用したメトリックが信号対干渉雑音電力比であることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 11】

前記適用したメトリックが、チャネル符号化及び変調方式によりサポートされるビットレートの推定値であることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 12】

各アンテナの複素送信重み係数の数が同じであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 13】

ただ 1 つの複素送信重み係数と遅延とが各アンテナに割り当てられることを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

1 つの固定遅延値がすべてのアンテナに割り当てられることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記空間トランスポートフォーマットは重み係数ベクトルを含み、各ベクトルは M 個の複素重み係数と一定の遅延値とを含むことを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

50

前記アクセスポイントは、さらに、

受信されたチャンネル管理情報(22)を評価する(26)ことにより、複素送信重み係数と送信電力との内、少なくともいずれかのパラメータを適応させる(29)ことで、前記アクティブセットのトランスポートフォーマットを調整する工程と、

前記調整されたトランスポートを1つ以上の前記移動端末に指示するシグナリングを行なう(23)工程とを実行することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項17】

前記受信されたチャンネル管理情報(22)は、移動端末が決定する、前記トランスポートフォーマットに関するダウンリンクチャンネルの品質指標を含むことを特徴とする請求項16に記載の方法。

10

【請求項18】

前記受信されたチャンネル管理情報(22)は、干渉管理要件とダウンリンクチャンネル統計値の指標との内、少なくともいずれかをを含むことを特徴とする請求項16又は17に記載の方法。

【請求項19】

前記トランスポートフォーマットの選択と調整は、品質や公正の要件に従う総データスループットを最適化することを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項20】

前記アクセスポイントは、さらに、

種々の移動端末から受信した複数の品質指標を評価し(26)、前記アクティブセット中の前記トランスポートフォーマットに関するデータストリーム各々についての適用可能なデータレートを決定する(24)工程と、

20

前記評価から、スケジューリング方式を決定し(24)、前記複数の移動端末へのデータストリームをスケジューリングする工程と、

前記スケジュールされたデータストリーム各々に適用可能なデータレートを割り当てる工程とを実行することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項21】

前記スケジューリング方式により、前記データストリームへの公正なアクセスが備えられることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【請求項22】

30

前記スケジューリング方式により、前記データストリームへの周期的アクセスが備えられることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【請求項23】

もし報告された品質指標が十分に良好なら、前記スケジューリング方式により、前記データストリームへのアクセスのみが備えられることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の送信アンテナと移動端末とを有するネットワーク送信ユニットにおいて、通信ネットワークにおける移動端末のスケジューリングを改善させる方法と構成に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

複数のアンテナ素子は、チャンネル状態や干渉状態に応じて放射パターンを適応させるために用いられる。最も簡潔な構成は、アンテナ固有の複素重み係数でもってすべてのアンテナから信号を送信する構成となる。

【0003】

伝統的なビーム形成技術は、比較的狭い間隔で並べられたアンテナ素子を用いたアレイを採用して、端末方向への関数である位相シフトを行う技術である。通常、ビーム形成技

50

術を用いるにあたっては、ある程度の校正処理と良好な伝播状態との内の少なくともいずれかが必要となり、これにより、平均相関や方位のみを考慮するだけで良く、受信信号相関を送信周波数に変換することが可能になる。

【0004】

閉ループ送信ダイバーシチは、チャンネルに適合するように選択された固有の複素アンテナ重み係数を用いる別の例である。一般に、無相関フェーディングのアンテナ構成が用いられる。この場合、端末からのフィードバックを用いて、瞬間的なダウンリンクチャンネルに適合する送信重み係数を選択する。端末は、基地局の各アンテナからのチャンネルを推定し、所定の重み係数ベクトルセットをテストして、その中からどの重み係数ベクトルがチャンネルに最も適合するかを調べる。それから、ここで選択された重み係数ベクトルを端末は基地局に送信する。閉ループ送信ダイバーシチ技術は、原理的に多様な伝播環境に適用することができ、校正に関しても要求条件が比較的少ない。

10

【0005】

アンテナ固有の重み係数をもつマルチプル送信アンテナは、一定の品質目標に合致するのに必要な電力がより少ないという利点を有する。これは部分的には、セルのカバレッジ領域に対して一様にエネルギーを拡散させるのではなく、送信パターンをチャンネル、即ち、平均チャンネル或いは瞬間的なチャンネルに適合させることに依存している。また、もう1つの可能性は、複数のデータストリームを複数のユーザに対して、或いは複数の受信アンテナを備える単一ユーザに対して並列に送信することである。これはスループットの増大につながり、また、複数のユーザに対して送信することを空間分割多元接続（SDMA）、複数のアンテナを備える単一ユーザに対して送信することをマルチアンテナ信号伝送法（MIMO）と呼ぶ。

20

【0006】

特許文献1は、空間分割多元接続システムにおけるチャンネル割当と呼受付制御に関するものである。特許文献1は、加入者レポートと空間シグネチャと重み係数ベクトルとからダウンリンクの干渉＋雑音レベルを推定し、予想ダウンリンク受信信号レベルを計算することにより、従来のチャンネルを新たな接続に割当てるダウンリンクチャンネル割当方法を記載している。

【0007】

特許文献2は、空間分割多元接続無線通信システムに関するものである。基地局における受信アンテナアレーからの測定結果を用いて、ユーザの位置や速度を求める。また位置情報を用いることで、適切な空間多重や空間逆多重を計算することが可能となる。

30

【0008】

高速チャンネル依存スケジューリングや高出力／高データレートチャンネルのリンク適応などといった高度な適応送信の概念を、送信ダイバーシチやビーム形成アンテナと組み合わせると、異なるユーザが形成する干渉レベルは、送信重み係数が変化すると同じ率で変化する。そのため、測定チャンネル品質と送信時の品質との間で大きな乖離が生じてしまうことが、第三世代通信システムにおける高速ダウンリンクパケット接続（HSDPA）の研究により明らかにされている。また、異なる送信重み係数／ビームで一回に一人のユーザだけがスケジューリングされると、固定マルチビームアンテナや閉ループ送信ダイバーシチを用いたときの性能が、単一アンテナ送信の性能に劣るという結果さえも示唆されている。これを解決するための一つの方法は、異なるユーザがスケジューリングされ、異なる重み係数を用いられるという事実にも係らず、生じる干渉レベルが常に似たものとなるようにすることである。1つのシンプルなアプローチは、スケジューリングによって常に“すべての方向に”エネルギーを送信することである。

40

【特許文献1】米国特許第5886988号明細書

【特許文献2】米国特許第5515378号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

50

発明の要約

空間多重通信システムにおいて複数重み係数によりトランスポートフォーマットを定義するにあたっては、このようなシステムにおける移動端末によるチャネル測定フィードバック情報が、特に、チャネル依存リンク適応や伝送資源の高速スケジューリングを用いる高度な伝送チャネル処理に関しては不十分であることが観察されており不利益がある。

【0010】

一般に、このような端末での測定は現在の伝送状態のみを考慮しているだけであり、例えば、データストリームの数やそれに関係する複素送信重み係数が変更されるという意味において、そのトランスポートフォーマットを基地局が変更したときの結末などを予測することはできない。これに加えて、基地局は、端末が最適であると考えた複素送信重み係数によるトランスポートフォーマットを利用することを前提として、端末は、単一のリンクからの期待チャネル品質を報告するのみである。

10

【0011】

従って、本発明の目的は、利用可能なトランスポートリソースの割当をより柔軟に行うための方法を備える空間多重システムを実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は二つの基本的な思想に基づいている。即ち、空間多重システムにおける送信重み係数や利用可能な送信電力で表される定義される空間トランスポートフォーマットの数やフォーマットそれ自身は固定されるのではなく、むしろ干渉管理状態に加えて、特に、トラフィック要求、移動端末のチャネル状態、セル領域に依存した可変パラメータとみなされなければならない。更に、資源割当ての効率性は、基地局に対して適したトランスポートフォーマットの適切なフィードバックに、高度に依存していることである。

20

【0013】

簡単に言えば、複数の送信アンテナを備える基地局やアクセスポイントにおいて、本発明に従う方法においては、適切な空間トランスポートフォーマットセットが定義される。ここで、各フォーマットは、ストリームの電力に加えて、重み係数ベクトルのセットにより表現される。その重み係数ベクトルは、注目するストリームに対して1つ、空間多重された他のストリームに対して、0、1、或いは複数個からなる。このセットは、前記基地局に関係している移動端末に提供される。そのアクセスポイントはトランスポートフォーマットセットに適合し、代表している重み係数ベクトルとその関連する電力の値とを変更する。トランスポートフォーマットセットは、重み係数ベクトルと電力とを変化させることでトランスポートフォーマットを可変にして調整されても良い。その割当て電力は、異なるセル間でのセル間干渉を制御するために、或いはアクセスポイントが利用可能な総電力を他の周波数チャネルなどのほかのチャネルと共有しなければならないために、変更される。更に、アップリンク測定、アクティブトランスポートフォーマットにおける品質測定結果を示す関連フィードバック情報、或いは、ダウンリンクチャネル統計値に関する他の端末からのフィードバック情報などにより、サービスを受ける移動端末におけるダウンリンクチャネル統計値について得られた情報は、ダウンリンクチャネルにより適した重みベクトル係数セットを決定するために適用される。

30

40

【0014】

本発明に従う方法が適用される移動端末は、トランスポートフォーマットセットの受信した指標に応じて、そして、その端末能力に関して、前記フォーマットセット中のフォーマットのすべて或いはサブセットに対し、例えば、信号対雑音干渉電力比などの、特定サブセット中のトランスポートフォーマットごとの所定の品質指標を決定する。また、端末は、もしトランスポートフォーマットがそのような多重ストリームを含むなら、他の多重ストリームからの干渉をも考慮に入れる。前記トランスポートフォーマットセットは、アクセスポイントにおいて比較的“低い”頻度で更新されるのに対し、移動端末では現在のトランスポートフォーマットセットの測定を高い頻度で、即ち、スケジューリングやリンク適応処理のレートで実行する。その品質指標は、アクセスポイントへのフィードバック

50

情報として与えられる。

【0015】

品質測定報告に基づき、アクセスポイントは、どの空間トランスポートフォーマットを用いるかを決定し、少なくとも送信をスケジューリングする端末に対して、このことをシグナリングして通知する。その時、端末は、どのユーザが、どの送信重み係数でもって、どんなストリーム数で送信するデータを受信するかを知ることができる。

【0016】

本発明の第1の利点は、空間多重システムのトランスポートリソースをより柔軟にかつ効率的に割り当てることができることであり、これにより、複素アンテナ重み係数を選択するためのフィードバックとともに、高速リンク適応処理や高速チャネル依存スケジューリングが可能となる。

10

【0017】

本発明のもう1つの利点は、資源割当てや全体システムスループットを、アクセスポイントの観点から最適化できることであり、これは、各端末において個別に実行されるリンクごとの最適化によって必ずしも達成できるものではない。

【0018】

本発明のさらなる利点は、トランスポートフォーマットセットの用いられる重み係数は固定値ではなく、サービスを受ける移動端末のチャネルや干渉状態により良く適応するように更新されることである。

【0019】

20

本発明の別のさらなる利点は、瞬間的なチャネル状態における送信を適応的に行うことができ、全体的なダウンリンク送信電力を注意深く可変にすることでチャネル品質の予測性が強化されることである。このことは、アンテナの送信電力を制御するのみならず、異なるアンテナから送信される信号間での相関を制御することを意味する。この信号は、ストリームの送信電力と用いられる複素重みベクトルの関数となる。

【0020】

本発明の別の目的、利点、新規な特徴は、以下の本発明に関する詳細な記述を、添付図面、ならびに請求項と関連させて考慮するとき明らかになろう。

【0021】

より理解を深めるためには、以下の図面や本発明の好適な実施例を参照されたい。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明は、ある地理的エリアをカバーする1つ以上の無線基地局によりサービスを受ける複数の移動端末への通信サービスを効率的に提供する方法ならびに構成に関するものである。ダウンリンクチャネル特性を変化させることに最適なマッチングを得るために、種々の移動端末に対して異なるアンテナ重み係数を用いてデータを送信することで、前記サービスが複数の移動端末に対して提供される。また、可能なら、高次のトランスポートフォーマットのために空間多重を用いることができるように、種々の移動端末に対するチャネル特性の差を考慮することでも、前記サービスが提供できる。

【0023】

40

図1は、本発明が適用される通信システム10の一部を簡潔に示した図である。無線基地局は、アクセスポイント11として示されており、1つ以上の移動端末 $MS_1, \dots, MS_k$ に対してデータ送信を行う複数のアンテナ $A_1, A_2, \dots, A_M$ から構成される。これら移動端末各々は、1つ或いは複数のアンテナを備える。前記アクセスポイント11によりサービスを受ける領域をセルと呼ぶ。なお、以下では、説明を簡単にするために、周波数非選択性チャネルを想定する。本発明の基本原理は、OFDMなどのマルチキャリアシステムにおける搬送波セットに対しても適用可能である。広帯域に対しては、全周波数帯を多数の搬送波ブロックに分割することで対処することができる。

【0024】

アクセスポイントは、N個のデータストリーム $s_1, \dots, s_N$ をM個のアンテナ $A_1,$

50

$A_2, \dots, A_M$ を用いて、サービスを受けている移動端末 $MS_1, \dots, MS_k$ の少なくともいくつかに送信する。通常、データストリーム数 N はアンテナ数 M 以下である。複数のアンテナと高機能受信機との内、少なくともいずれかを備える、例えば、 MS_2 のような移動端末は、複数のストリームを同時に受信することができる。ダウンリンクチャネルは、移動端末には既知である送信アンテナ固有のパイロット信号 $c_1, \dots, c_M$ から推定される適切な測定処理によって識別可能になる。このようなパイロット信号を用いることで、例えば、アクセスポイントと移動端末との間のチャネル伝送特性や、雑音レベルや干渉レベルを推定することができる。パイロット信号は既知のシンボル列でも良いが、代わりに、パイロットシンボルを用いないブラインド推定や、少々のパイロットシンボルを用いるセミブラインド推定などにより、要求されるオーバーヘッドを回避したり或いは少なくとも削減することも考えられる。

10

【0025】

本発明は、このような通信システムを現在のトラフィック状況に適応させ、移動端末をスケジューリングし、チャネル状態や干渉状態を利用することを意図している。データストリーム s_i に対して変化し、この適応処理を行うパラメータは、アンテナ $A_1, A_2, \dots, A_M$ の伝送パスごとに、アクセスポイントの重み係数ベクトル $w_i = (w_{i1}, \dots, w_{iM})$ 、前記データストリーム s_i に関するダウンリンク電力 P_i 、データストリーム s_i を複数の移動端末の内の特定の1つに伝送するときに適用されるデータレート R_i である。前記重み係数ベクトルの各重み係数 w_{im} は、アンテナ A_m による送信の挙動を記述し、あるデータストリーム s_i に対して衝撃応答の周波数非選択性フィルタとして表現される。ここで、衝撃応答 $w_{im} = \zeta_{im} \cdot e^{j\phi_{im}} \cdot \delta(t - \tau_{im})$ は、少なくともアンテナ送信の振幅 ζ_{im} と位相ずれ ϕ_{im} を示すパラメータ、そして、オプション的には前記アンテナ A_m によりデータを送信する時間遅延値を示すパラメータ τ_{im} が含まれることもある。一般に、種々のアンテナにおけるデータストリームの重み付けは、アンテナとストリームごとに1つを備える、周波数選択性フィルタのセットでもって、前記ストリームをデジタルフィルタリングすることとして理解される。

20

【0026】

本発明の範囲の中では、セルの地理的な表面や隣接セルに起因するセル形状への影響などのセル状態や、或いは、セル内での移動端末位置に関する移動端末の分布や日時などのトラフィック状態に関連する外的状態とに関して、無線基地局からのデータストリームの送信が理解されなければならない。

30

【0027】

図1に示したアクセスポイントは、おそらく空間多重を用いて、ダウンリンクデータストリームを移動端末に送信する。本発明の重要な特徴は、従って、適切な空間トランスポートフォーマットセットを決定し、前記セットを適切な方法で移動端末に送信することである。本発明におけるトランスポートフォーマットは、復調されるストリームに対する1つの重み係数ベクトルと、夫々が関連する重み係数ベクトルを有した0個、1個、或いは複数個の多重化された同一チャネルストリームとからなる。さらに、トランスポートフォーマットには、復調されるストリームと同一チャネルストリームとに関連する電力値をも有している。前記重み係数ベクトル各々は、 M 個のアンテナを備え、もし適切であれば、一定の遅延値をもつ場合には、 M 個の複素重み係数からなる。

40

【0028】

本発明の好適な実施例に従う方法のもう一つの重要な特徴は、移動端末からアクセスポイントへのフィードバック機構であり、これにより、品質とサポートされるビットレートの観点からある時点において最良とみなされるのはどのトランスポートフォーマットであるかの決定がなされる。本発明によれば、アクセスポイントは、セット中の異なるトランスポートフォーマットのいくつか或いはすべてに対する品質レポートを受信する。各空間トランスポートフォーマットは、数多くのストリームにより特徴づけられ、各ストリームは送信重み係数ベクトルと送信電力とに関係している。送信重み係数セットは、アンテナ構成、伝播条件、干渉、トラフィック状態を考慮してアクセスポイントにおいて決定され

50

る。まず、アクセスポイントは、例えば、複数の基本トランスポートフォーマット TF_i を決定する。ここで、 i はそのようなフォーマットの数であり、各フォーマットには割当てられた送信電力値 P_i と初期重み係数ベクトル $w_i = (w_{i1}, \dots, w_{iM})$ とが含まれる。なお、 M は、アクセスポイントにおける送信ポート数、即ち、アンテナ数である。各トランスポートフォーマットに対する重み係数ベクトルは、種々の送信ローブが生成するものとして解釈される。本発明における 1 つの重要な側面は、これらの重み係数ベクトルを、アクセスポイントによりサービスを受ける移動端末に利用可能とさせることである。アクセスポイントは、空間トランスポートフォーマットセット或いはその記述を、例えば、無線を介して、サービスを受けなければならない移動端末にシグナリングして通知する。移動端末がある種の送信フォーマットの符号ブックなどをあらかじめ所有し、アクセスポイントが前記フォーマットの識別子を通知するという別の構成もあり得る。そのシグナリング通知のために、トランスポートフォーマットは適切に量子化され符号化される。これは、数多くの異なるトランスポートフォーマットをパラメータ化し、それから考慮されるべき前記トランスポートフォーマットのサブセットをシグナリング通知することにより具体化される。状態が変化すると、アクセスポイントは、現在アクティブな空間トランスポートフォーマットセットの更新を、専用チャネル或いは同報チャネルで移動端末にシグナリングして通知する。このシグナリング通知は、時間、周波数、符号の点から異なる資源を用いた他の物理チャネルを使って行うことも可能である。空間トランスポートフォーマットの更新レートは、測定レートに比べて比較的遅いものと予想される。もし、大きなセットのトランスポートフォーマットがシグナリング通知されたり、或いは予め定義されるなら、例えば、相対送信電力や用いられるトランスポートフォーマットのサブセットのシグナリング通知などの更新は、より単純にかつ頻繁になされる。

【0029】

移動端末は、パイロット信号 $c_1, \dots, c_M$ を受信する。端末はこれを用いて、チャネルを考慮するとき、トランスポートフォーマットごとにダウンリンクチャネルや、例えば、符号化や変調方式を考慮しての信号対雑音干渉電力比 (SNIR) 或いはサポートされるビットレートのような合意済み品質指標を推定する。このような処理は、移動端末の現在アクティブな空間トランスポートフォーマットセットすべてを調べることによりなされ、例えば、変調やチャネル符号化方式を考慮してサポートされるデータレートに変換される上述の SNIR 値などの前記フォーマットに対する品質指標を導出する。前記測定により、端末はアクセスポイントに対して、最良のフォーマットのみ或いは十分に良いとみなされる複数のフォーマットのような、少なくともあるトランスポートフォーマットについてのフィードバック情報を、前記トランスポートフォーマットに対して予め定義された品質指標とともに報告することができる。他の考えられる実現方法として、その端末は、最良のトランスポートフォーマットに加えて、例えば、SNIR 値の形式で表現される、品質指標が最低であるトランスポートフォーマットセットとともにシグナリングすることも可能である。これは、単一のストリームフォーマットのみを用いる場合に有効である。そのような単一ストリームフォーマットの測定を行うことで、アクセスポイントは、マルチストリーム空間トランスポートフォーマットを制御された干渉と合成する。その制御された干渉では、あるユーザに対しては低い品質で受信がなされる空間トランスポートフォーマットで別のユーザにデータストリームが送信される。これは、本発明の第 3 の実施例として後述する。フィードバック情報は、前記トランスポートフォーマットを用いたときに、端末がそのアクセスポイントからデータを受信することのできるビットレートの指標として用いられる。

【0030】

例えば、移動端末は、アクティブセット中のトランスポートフォーマットごとの品質指標を決定するメトリックとして信号対雑音干渉電力比 (SNIR) を用いる。そのメトリック Q は、以下の式で求められる。

【0031】

$$Q = P \mid \underline{h}^H \underline{w} \mid^2 / (\underline{h}^H \underline{W} \underline{P} \underline{W}^H \underline{h} + N)$$

10

20

30

40

50

【0032】

この表現において、分子は割当てられた電力値 P をもつ注目しているストリームを表す一方、分母は他のトランスポートフォーマットに従うストリームからの干渉の寄与成分と雑音電力の推定値 N とを含む。また、 $\underline{h}$ はアクセスポイントと移動端末との間のダウンリンクチャネルの推定ベクトルを表す。 $\underline{w}$ は注目しているストリームの重み係数ベクトルを示す一方、 $\underline{W}$ は同一チャネルストリームの重み係数ベクトル行列である。 $\underline{P}$ は同一チャネルストリームの電力を含む対角行列である。もし、より長い時間での測定が必要なら、或いは、例えば、端末の移動などにより測定期間中に測定結果の変動が大きい場合には、チャネルや雑音の統計値が代わりに用いられる。アクセスポイントが端末に、現在アクティブな空間トランスポートフォーマット中のサブセットのみを考慮するように指示することも別の代替方法として考えられる。上述の例は、ただ1つの搬送波のみを用いて移動端末に送信を行う場合を示したものである。マルチキャリアの場合には、移動端末は複数の搬送波に対して品質測定を行い、好ましくは移動端末に実装される適切なアルゴリズムでもって1つの代表品質値を導出することができる。

10

【0033】

アクセスポイントは、端末からの測定報告に基づいて、どのユーザをスケジューリングし、どの空間トランスポートフォーマットを用いるかを決定することができる。加えて、アクセスポイントは、変調とチャネル符号化方式の観点から用いるデータレートを決定する。このようなスケジューリングとリンク適応処理により、ユーザと、サポートされる複数のレートの総和を最大にするフォーマットとを選択して、例えば、システムスループットを最大にすることが可能となる。更に、遅延要求や最小ビットレートなどのサービス品質条件を、公正（フェアネス）条件とともに考慮することも可能である。また、意図されたユーザには符号化と変調方式と、またおそらくは、少なくとも注目するストリームに関して選択された空間トランスポートフォーマットも送信される。このようなシグナリングは、別の無線資源を用いた制御チャネルによりなされる。選択された空間トランスポートフォーマットを知ることで、端末はアンテナ固有のパイロットを用いることが可能となる。さらに、同一チャネル間干渉ストリームの数やそのチャネルを端末が把握することも可能となる。アクセスポイントはまた、あるトランスポートフォーマットのストリーム送信電力を変更することを選択し、移動端末がそのようなフォーマットに気が付かないという事実にも係らず、複数ストリームトランスポートフォーマットを合成することもできる。

20

30

【0034】

図2は、本発明の好適な実施例に従うアクセスポイントで実行される方法の処理ステップを示した図である。アクセスポイントは、まず、ブロック21で、空間トランスポートフォーマット、即ち、上述のような前記フォーマットの数と特性の両方を決定する。これらのトランスポートフォーマットから、以下ではアクティブセットとして示される適切なサブセットがブロック23で選択され、そのアクセスポイントによってサービスを受ける移動端末にシグナリング通知される。このため、トランスポートフォーマットは適切に量子化されて符号化されるか、或いはトランスポートフォーマットセットが効率的な方法でもってパラメータ化され、それから、選択されたアクティブサブセットがシグナリング通知される。また、アクセスポイントは、移動端末がダウンリンクチャネルの品質指標を決定するために測定を実行すると思われる時間を決定する。次いで、アクセスポイントは、ブロック24で、移動端末のスケジューリングと対応するリンク適応処理を行い、ブロック25で、アクティブセットのトランスポートフォーマットを用いて移動端末にデータを送信する。アクセスポイントは、ブロック22で、移動端末からのフィードバック情報と、空間トランスポートフォーマットのアクティブセットについてのダウンリンクチャネルの管理に係する他の情報とを、連続的に受信して収集する。移動端末からのフィードバック情報は、上述の品質指標によって提供される。干渉の管理に関する前記他の情報は、例えば、隣接セルや上位ネットワーク制御部によって提供され、セルグループの送信状態を最適化することを意図するセル間管理に従う要件を示す。更に別の種類の収集情報は、ダウンリンクチャネル統計値の測定に関するものである。アクセスポイントは、ある時点

40

50

において、或いはあるイベントに応じて、ブロック 26 で、トランスポートフォーマットのアクティブセットに関して収集したチャネル管理情報の評価を開始する。その収集情報から、アクセスポイントは、ブロック 29 で、例えば、トランスポートフォーマットのアクティブセットに適合し、ブロック 23 で、その適合セットを再び移動端末にシグナリング通知する。

【0035】

以下に、本発明の 2 つの実施例を示す。第 1 の実施例では、アクセスポイントはそれぞれが無相関フェーディングである 2 つのアンテナを備え、単一ストリーム送信に対して 4 つのトランスポートフォーマット Tf_i ($i = 1 \cdots 4$) を定義する。まず、第 1 アンテナの送信重み係数の値を “1” とする一方、第 2 アンテナの送信重み係数を、夫々絶対値が “1” で位相が $\pi/2$ ずつずれている複素送信重み係数のセットから選択する。これら 4 つの送信フォーマットのそれぞれに割り当てられる重み係数ベクトル $\underline{w}_i$ は、次のように表される。

10

【0036】

$$\underline{w}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\pi/4} \end{bmatrix}, \quad \underline{w}_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{-j\pi/4} \end{bmatrix}, \quad \underline{w}_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{-j3\pi/4} \end{bmatrix}, \quad \underline{w}_4 = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j3\pi/4} \end{bmatrix}$$

【0037】

加えて、同一チャネルストリームを直交重み係数ベクトルで送信することのできる 2 ストリームトランスポートフォーマットの 4 セットが定義される。これは、付加的な数多くのトランスポートフォーマットに導くものとなり、これらのフォーマットは重み係数ベクトルペアにより特徴付けられる。

20

【0038】

$$\{\underline{w}_1, \underline{w}_3\}, \{\underline{w}_2, \underline{w}_4\}, \{\underline{w}_3, \underline{w}_1\}, \{\underline{w}_4, \underline{w}_2\}$$

【0039】

ここで、2 つのベクトルセット中の第 1 のベクトルは注目する信号を重み付けするために用いられる一方、第 2 の重みベクトルは同一チャネルストリームの重み係数に言及するものである。アクセスポイントは、今や、1 ストリームと 2 ストリームのどちらを送信すれば最良の性能が得られるかを決定することができる。しかしながら、ストリーム数の変更はセル間放射干渉に影響を与えるため、ストリーム数を変更する際には注意が必要である。もし、2 ストリームを送信するなら、アクセスポイントは最良の組み合わせを選択することができる。これにより、アクセスポイントは、最良の性能を提供する組み合わせ、従って、リンクの視点からではなくシステムの視点からスループットを最大にする重み係数の組み合わせを選択することが可能となる。

30

【0040】

本発明の別の実施例は、固定マルチビームシステム、或いは、異なる指向性を有するアンテナセットに関するものである。この場合、トランスポートフォーマットは、“0” と “1” からなる複数のベクトルを有する。ここで、“0” でない値は、あるアンテナがストリームを送信するために用いられることを示す。異なる指向性を有する 2 つの固定ビームの場合を考慮するときには、次のような 2 つの基本単一ストリームフォーマットを決定することが可能である。

40

【0041】

$$\underline{w}_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \underline{w}_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

【0042】

またこれとともに、次のような 2 つのデュアルストリームフォーマットを決定することが可能である。

【0043】

50

$\{\underline{w}_1, \underline{w}_2\}, \{\underline{w}_2, \underline{w}_1\}$

【0044】

測定結果報告に基づいて、アクセスポイントは1ビームと2ビームのどちらで送信すれば良いか、どのユーザにどのビームでどのデータレートで送信すれば良いかを決定することができる。

【0045】

本発明の第3の実施例は、単一アンテナを備えた移動端末を想定し、単一ストリームトランスポートフォーマットのみがシグナリング通知され、測定がなされることを想定する。更に、定義されたすべてのトランスポートフォーマットの送信電力を同じ値 P_0 であるように選択し、端末は信号対雑音干渉電力比 (SNIR) を報告することを想定する。この場合、トランスポートフォーマット TF_i についての品質指標は以下のように導出される。

【0046】

$$SNIR_i = P_0 | \mathbf{w}_i^H \cdot \mathbf{h} |^2 / N$$

【0047】

ここで、 $\mathbf{w}_i$ はトランスポートフォーマットに関連する重み係数ベクトル、 $\mathbf{h}$ は端末のチャネル推定値、 N は端末の雑音レベルである。これらの想定から、アクセスポイントはマルチストリームフォーマットを構成して評価することができる。このようなフォーマットが電力 P_n / P_0 のデータストリームを送信重み係数 $\mathbf{w}_n$ でもってユーザに送信することを仮定し、ストリーム j が注目する特定のユーザに送信されるとすると、アクセスポイントは、候補マルチストリームでもってこのユーザに送信されたストリーム j の SNIR を以下のように予測できる。

【0048】

$$SNIR_{pred,j} = \frac{P_j \cdot SNIR_j}{1 + \sum_{n \neq j} P_n}$$

【0049】

このような数多くの予測に基づいて、アクセスポイントは、異なって構成された種々のマルチストリームフォーマットに対してサポートされるデータレートを単一ストリーム測定から推論することができる。このようにして、アクセスポイントは異なるユーザに送信されたストリームでもって、異なるトランスポートフォーマットに関してサポートされるレートの評価をすることができ、トランスポートフォーマットとサービスを受けるユーザの組み合わせを、例えば、サポートされるレートができる限り高いときに、ユーザにサービスが受けられるように選択することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明が適用される通信システムの一部を示す図である。

【図2】送信ネットワークユニットで実行される本発明の好適な実施例に従う方法のステップを示す図である。

【図3】移動端末で実行される本発明に従う方法のステップを示す図である。

【図 1】

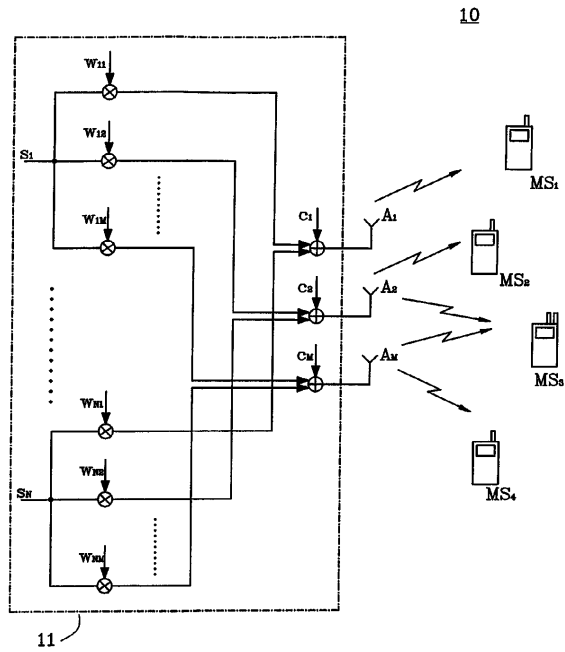


Fig. 1

【図 2】

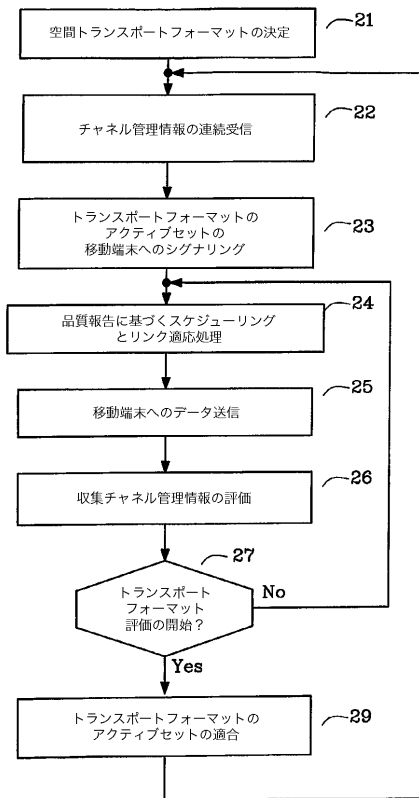


Fig. 2

【図 3】

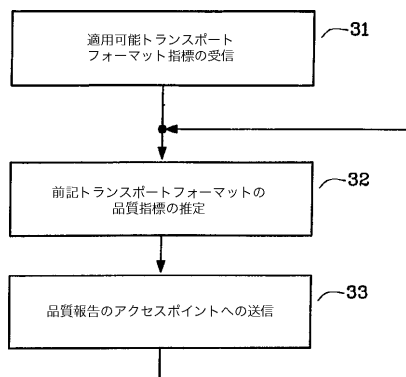


Fig. 3

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 J 99/00 (2009.01) H 0 4 B 7/08 D
H 0 4 J 15/00

(72)発明者 アステリー, デヴィッド
スウェーデン国 ストックホルム エスー1 1 2 3 9, エス：ティー エリクスガタン 1 9
, 3 ティーアール

審査官 遠山 敬彦

(56)参考文献 特開2 0 0 1－0 0 7 7 5 4 (J P, A)
特開2 0 0 1－0 3 6 4 4 3 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
H04B 7/06-7/10, 7/24 - 7/26
H04J 99/00
H04W 4/00 -99/00