

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-501469

(P2005-501469A)

(43) 公表日 平成17年1月13日(2005.1.13)

(51) Int. Cl.⁷

H04B 7/26

H04J 13/00

F I

H04B 7/26

I O 2

H04J 13/00

A

テーマコード (参考)

5 K O 2 2

5 K O 6 7

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 50 頁)

(21) 出願番号 特願2003-524149 (P2003-524149)
 (86) (22) 出願日 平成14年8月22日 (2002.8.22)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年2月23日 (2004.2.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/027051
 (87) 国際公開番号 WO2003/019813
 (87) 国際公開日 平成15年3月6日 (2003.3.6)
 (31) 優先権主張番号 09/935,525
 (32) 優先日 平成13年8月22日 (2001.8.22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 595020643
 クゥアルコム・インコーポレイテッド
 QUALCOMM INCORPORATED
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
 121-1714、サン・ディエゴ、モア
 ハウス・ドライブ 5775
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘

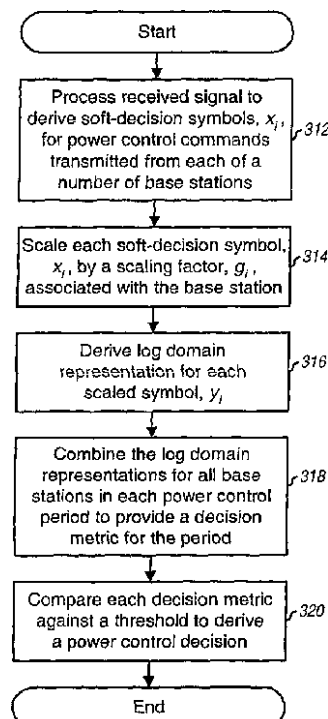
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおいて受信した電力制御コマンドを結合する方法および装置

(57) 【要約】

【解決手段】複数の動作中の基地局に対して受信したソフト判断電力制御記号を結合するための技術。1つの方法において、受信した信号は最初に処理され、多数の基地局から送信された電力制御コマンドに対してソフト判断(マルチビット値の)記号が導き出される。次に、各基地局に対する各ソフト判断記号は、その基地局に関連する倍率に基づいて倍率がかけられ、基地局に対する電力制御記号のための受信した信号品質に関連する。倍率をかけることは、より確実に受信した基地局に対する電力制御記号により大きな重みを与えることを可能にする。次に、各電力制御期間に、倍率のかけられたソフト判断記号が結合され、その期間に対する判断測定基準を供給する。次に、各判断測定基準が特定の閾値と比較され、比較の結果に基づいて、電力制御判断が各判断測定基準に対して導き出される。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信システムにおいて、下記を具備する、電力制御判断を導き出す方法：
受信した信号を処理し、複数の送信源から送信された電力制御コマンドのためのソフト判断記号を導き出す；
特定の結合スキームに基づいて各電力制御期間に対して、前記ソフト判断記号を結合する；および
各測定基準から電力制御判断を導き出す。

【請求項 2】

前記結合は、
前記送信源に関連する倍率に基づいて、各送信源のためのソフト判断記号に倍率をかける；および
各電力制御期間に対して前記倍率のかけられたソフト判断記号を結合し、前記電力制御期間のための前記測定基準を供給する、請求項 1 の方法。

【請求項 3】

前記電力制御期間に対して、前記ソフト判断記号が与えられたなら、前記複数の送信源が U P コマンドを送信した経験的確立に近似する方法で、各電力制御期間に対する前記ソフト判断記号が結合される、請求項 1 の方法。

【請求項 4】

各測定基準を特定の閾値と比較することをさらに具備し、および
前記電力制御判断は前記比較の結果に基づいて導き出される、請求項 1 の方法。

【請求項 5】

前記ソフト判断記号が前記電力制御期間に対して結合される特定数の送信源の関数である、請求項 4 の方法。

【請求項 6】

各倍率のかけられたソフト判断記号に対して、ログドメイン表示を導き出すことをさらに具備し、各電力制御期間に対するログドメイン表示は結合され、前記電力制御期間のための前記測定基準を導き出す、請求項 2 の方法。

【請求項 7】

各倍率のかけられたソフト判断記号のためのログドメイン表示は、ログ尤度比 (L L R)
である、請求項 6 の方法。

【請求項 8】

各送信源に対する前記倍率は、前記送信源に対する前記ソフト判断記号の品質に関連する、請求項 2 の方法。

【請求項 9】

各送信源に対する前記ソフト判断記号の品質は、前記送信源から受信したパイロットに基づいて推定される、請求項 8 の方法。

【請求項 10】

前記電力制御判断に基づいて、データ送信のための送信電力を前記複数の送信源に調節することをさらに具備する、請求項 1 の方法。

【請求項 11】

前記送信源は、C D M A システム内の基地局である、請求項 1 の方法。

【請求項 12】

前記基地局はソフトハンドオフで動作している端末のアクティブセット内にある、請求項 11 の方法。

【請求項 13】

前記無線通信システムは、I S - 9 5、c d m a 2 0 0 0、または W - C D M A 標準をサポートする、C D M A システムである、請求項 1 の方法。

【請求項 14】

C D M A 通信システムにおいて、下記を具備する、逆方向リンクのための電力制御判断を

10

20

30

40

50

導き出す方法：

受信した信号を処理し、複数の基地局から送信された電力制御コマンドのためのソフト判断記号を導き出す；

前記基地局に関連する倍率に基づいて、各基地局に対して、各ソフト判断記号に倍率をかける；

各電力制御期間に対して、前記倍率のかけられたソフト判断記号を結合し、前記電力制御期間のための測定基準を供給する；

各測定基準を特定の閾値と比較する；および

前記比較の結果に基づいて各測定基準に対する電力制御判断を導き出す。

【請求項 15】

10

前記電力制御期間に対して、前記ソフト判断記号が与えられたなら、前記複数の送信源がUPコマンドを送信した経験的確立に近似する方法で、各電力制御期間に対する前記ソフト判断記号が結合される、請求項 14 の方法。

【請求項 16】

各倍率のかけられたソフト判断記号に対して、ログドメイン表示を導き出すことをさらに具備し、各電力制御期間に対するログドメイン表示は結合され、前記電力制御期間のための前記測定基準を導き出す、請求項 14 の方法。

【請求項 17】

前記複数の基地局はソフトハンドオフで動作している端末のアクティブセット内にある、請求項 14 の方法。

20

【請求項 18】

下記を具備する、無線通信システムにおいて使用するための電力制御装置：

受信した信号を処理し、サンプルを供給するように構成された受信器装置；

前記受信器装置と接続され、前記サンプルを処理し、複数の送信源から送信された電力制御コマンドのためのソフト判断記号を供給するように構成される復調器；および

前記復調器と接続され、特定の結合スキームに基づいて各電力制御期間に対してソフト判断記号を結合し、前記電力制御期間のための測定基準を供給し、各測定基準から電力制御判断を導き出すように構成された電力制御プロセッサ。

【請求項 19】

前記電力制御プロセッサは、さらに、前記送信源に関連する倍率に基づいて各送信源に対して各ソフト判断記号に倍率をかけるようにさらに構成された、請求項 18 の電力制御装置。

30

【請求項 20】

前記電力制御プロセッサは、前記電力制御期間に対して、前記ソフト判断記号が与えられたなら、前記複数の送信源がUPコマンドを送信した経験的確立に近似する方法で、各電力制御期間に対する前記ソフト判断記号を結合するように構成される、請求項 18 の電力制御装置。

【請求項 21】

各送信源に対して、前記ソフト判断記号の品質を推定するように構成された信号品質測定装置をさらに具備し、各送信源に関連する前記倍率は、前記送信源に対する前記ソフト判断記号の前記推定された品質に関連する、請求項 19 の電力制御装置。

40

【請求項 22】

CDMAシステムの逆方向リンク上で機能する、請求項 18 の電力制御装置。

【請求項 23】

下記を具備する、無線通信システムにおける端末：

受信した信号を処理し、サンプルを供給するように構成された受信器装置；

前記受信器装置と接続され、前記サンプルを処理し、複数の基地局から送信された電力制御コマンドのためのソフト判断記号を供給するように構成される復調器；

前記復調器と接続され、特定の結合スキームに基づいて各電力制御期間に対してソフト判断記号を結合し、前記電力制御期間のための測定基準を供給し、各測定基準から電力制御

50

判断を導き出すように構成された電力制御プロセッサ；および

前記電力制御プロセッサからの電力制御判断を受信し、前記電力制御判断に基づいて、前記複数の基地局へのデータ送信のための送信電力を調節するように構成された送信器装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は一般にデータ通信に関し、特に無線通信システムにおいて受信した電力制御コマンドを結合する新規で改良された技術に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムにおいて、端末（例えば、携帯電話）を有するユーザは、1つ以上の基地局を有する順方向リンクおよび逆方向リンク上の送信を介して他のユーザと通信する。順方向リンク（ダウンリンク）は基地局から端末への送信を指し、逆方向リンク（アップリンク）は端末から基地局への送信を指す。順方向リンクおよび逆方向リンクは典型的に異なる周波数帯域が割当てられる。

【0003】

符号分割多重アクセス（CDMA）システムにおいて、多数の動作中の端末からの逆方向リンク送信は、各基地局において、同時に受信することができる。これらの送信は、共有された周波数帯域上で生じるので、各動作中の端末からの送信は、他の動作中の端末からの送信に対して干渉として作用する。各受信した端末に対して、他の送信している端末からの合計の受信した電力による干渉は、この端末の受信した信号品質を低下させる。これは、典型的に、信号対合計雑音プラス干渉比（SNR）により定量化される。所望のレベルの性能を供給するために、各動作中の端末に対して、ある最小のSNRを維持する必要があるので、すべての送信している端末からの合計干渉は典型的に逆方向リンクの合計容量を示す。

【0004】

逆方向リンク容量を最大にするために、各動作中の端末の送信電力は、この端末から基地局において受信された逆方向リンク送信の信号品質が特定の目標SNRに維持されるように、典型的にそれぞれの第1の（内部）電力制御ループにより制御される。この目標SNRはしばしば電力制御セットポイント（または、単にセットポイント）と呼ばれる。第2の（外の）電力制御ループは、典型的に、所望のレベルの性能が維持されるように、セットポイントを調節するために採用される。この性能のレベルは典型的に、特定のフレーム、パケット、ブロック、またはビットエラーレート（それぞれ、FER、PER、BLER、またはBER）により定量化される。従って、逆方向電力制御機構は、動作中の端末に対して、所望のリンク性能を維持しながら、電力消費および干渉を低減しようと試みる。この結果、サービスしているユーザにおいて、システム容量が増加し、遅延が減少する。

【0005】

多くのCDMAシステムは、逆方向リンク上でソフトハンドオフ（またはソフトハンドオーバー）をサポートし、それにより、動作中の端末からのデータ送信は、複数の基地局により同時に受信することができる。複数の信号経路を介した逆方向リンク送信の受信は、フェージングおよびマルチパスのような有害な経路効果に対してダイバーシティを供給する。従って、ソフトハンドオフは、逆方向リンクの品質と信頼性（例えば、複数の基地局により受信した送信が結合されたなら、より高い受信した信号品質、および欠落した呼のより低い確率）を改良する。

【0006】

端末が一組の基地局とソフトハンドオフにある間、内部電力制御ループは典型的にアクティブセット内の各基地局により維持され、端末に対してその送信電力を調節するように指示する。慣習的に、各基地局は、（例えば、端末により送信されるパイロットを処理する

10

20

30

40

50

ことにより) 端末に対して受信した信号品質を決定し、受信した信号品質に基づいて電力制御コマンドを導き出し、その電力制御コマンドを端末に送信する。各電力制御コマンドは、その送信電力を若干上昇または下降するように端末に指示する。各基地局は、典型的に異なる信号品質において、逆方向リンク送信を受信するので、基地局からの電力制御コマンドは、必ずしも同じでない。

【0007】

慣習的に端末は、アクティブセット内の基地局から電力制御コマンドを受信し、各受信したコマンドを特定の閾値と比較し、送信電力の増加のためのUPコマンドか、送信電力の減少のためのDOWNコマンドかを検出する。次に、端末は、慣習的に各電力制御期間において検出された電力制御コマンドのための「ORオブザダウン(OR-of-the-down)」ルールを適用し、検出されたコマンドのいずれかが端末に対してその送信電力を減少するように指示するなら、その送信電力を下向きに調節する。このルールを用いて、基地局のいずれかからの受信した電力制御コマンドが完全に信頼できないものであるならば、より信頼できる基地局から受信したコマンドに関係なく、端末は、必須的にその送信電力を1/2の時間に減少するであろう。この効果は、望ましくないもので、いずれかの基地局の受信した電力制御コマンドが信頼できないとみなされるなら、最終的な電力制御判断を導き出すためにその電力制御コマンドが排除されるように、さらなる要求がしばしば課せられる。これを達成するための1つの方法は、各基地局の受信した信号強度(例えば、パイロット電力)を「電力ロック」閾値と比較し、この閾値を下回る受信した信号強度を有する各基地局からの受信した電力制御コマンドを破棄する。

10

20

【0008】

複数の基地局から受信した電力制御コマンドを結合するための一般的な技術は、いくつかの理由で最適以下である。第1に、端末は、電力ロック閾値を送る辛うじて信頼できる基地局からDOWNコマンドを誤って受信するかもしれない。そして、これらの誤ったコマンドによって、より信頼できる基地局からの他の受信したコマンドに関係無く、最終電力制御判断をDOWNであるようにさせてしまうであろう。第2に、電力ロック閾値に達しない、弱い基地局からの付加的な情報は破棄され、電力制御判断を導き出すために使用されない。

【0009】

以上のように、受信した電力制御コマンドをより「最適に」結合し、信頼性とシステム性能を改良するために使用することができる技術が大いに望まれる。

30

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明の観点は、複数の動作中の基地局から受信した電力制御コマンドをより高率的に結合する技術を提供する。第1の観点において、各電力制御期間において、多数の動作中の基地局のための「ソフト判断」電力制御記号が結合され、改良された品質を有する単一電力制御判断を提供する。各ソフト判断電力制御記号は、チャネルおよび処理雑音により歪まされた、送信されたハード判断(すなわち、バイナリ)電力制御コマンドを表す、複数ビット値である。他の観点において、動作中の基地局のためのソフト判断電力制御記号は、結合される前に関連する倍率により、倍率がかけられる。各基地局のための倍率は、基地局のための受信した信号品質に関連し、倍率をかけることは、より良く受信した基地局から電力制御記号により大きな重みを与えることを可能にする。

40

【0011】

この発明の特定の実施の形態は、無線(例えば、CDMA)通信システムにおいて、(例えば、逆方向リンク送信のための)電力制御判断を導き出すための方法を提供する。この方法に従って、受信した信号が最初に処理され、多数の送信源(例えば、基地局)から送信された電力制御コマンドのためのソフト判断記号を導き出す。次に、各基地局のための各ソフト判断記号は、基地局に関連する倍率に基づいて倍率がかけられる。各電力制御期間のためのための倍率のかけられたソフト判断記号が結合され、その期間に対する(判断

50

）測定基準を提供する。次に、各判断測定基準は特定の閾値と比較され、比較の結果に基づいて、各判断測定基準に対して、電力制御判断が導き出される。

【0012】

ここに記載するソフト判断電力制御記号結合技術は、種々の無線通信システム（例えば、IS - 95、cdma2000およびW - CDMAシステム）に対して使用することができる。これらの技術は、また順方向リンクおよび/または逆方向リンクにおいて、有利に使用することもできる。この発明の種々の観点、実施の形態、および特徴は以下にさらに詳細に述べる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

この発明の特徴、性質、および利点は、同一部に同符号を付した図面と共に以下に述べる詳細な説明からより明白になるであろう。

【0014】

図1は、多数のユーザをサポートし、この発明の種々の観点および実施の形態を実施することのできる無線通信システム100の図である。システム100は、それぞれの地理的領域（簡単のために、図1では3つの基地局のみが示される）をカバーする多数の基地局104を含む。基地局は、また一般にベーストランシーバシステム（BTS）またはアクセスポイントと呼ばれ、基地局および/またはそのカバー領域は、しばしば「セル」と呼ばれる。システム100は、IS - 95、cdma2000、W - CDMA、IS - 856および他の標準のような1つ以上のCDMA標準のいずれかの組合せを実施するように設計することができる。

【0015】

種々の端末がシステム全体に渡って典型的に分散される（簡単のために、1つの端末のみが図1に示される）。端末は、またユーザ機器（UE）、移動局、またはアクセス端末とも呼ばれる。各端末は、端末が動作中かどうか、および端末がソフトハンドオフ状態にあるかどうかに応じて、いつなんどきでも、順方向リンクおよび逆方向リンク上で1つ以上の基地局と通信することができる。図1に示す例において、端末106は、基地局104a、104bおよび104cのカバー領域内に位置し、3つの基地局とソフトハンドオフ状態にある。

【0016】

CDMAシステムにおいて、すべての動作中端末からの逆方向リンク送信は、同じ周波数帯域上で生じることができる。この場合、各動作中の端末からの逆方向リンク送信は、他の動作中の端末から送信に対して干渉として作用する。干渉を最小限にし、逆方向リンク上でのシステム容量を増大させるために、他の端末への干渉量を最小にしながら、所望のレベルの性能（例えば、1パーセントのフレームエラーレート、すなわち1% FER）が得られるように各動作中の端末の送信電力が制御される。この送信電力の調節は、以下に記載するように、各動作中の端末に対して維持される電力制御機構により達成される。

【0017】

図1に示すように、端末106からの逆方向リンク送信は、一端に矢印を有する実線により示されるように、3つのすべての基地局104a、104bおよび104cにより受信することができる。各基地局は、端末からの逆方向リンク送信を受信し、一端に矢印を有する破線で示すように、順方向リンク上に電力制御コマンドを送信し、端末に対して、その送信電力を調節するように指示する。端末は、以下に記載するように、基地局からの電力制御コマンドを受信して結合し、それに従って、送信電力を調節する。

【0018】

受信した電力制御コマンドを結合するための発明のオのある技術は、複数の送信源が電力制御コマンドを同時に受信装置に送信する種々の無線通信システムにおいて使用することができる。明確にするために、この発明の種々の観点および実施の形態は、特に、CDMAシステム内の逆方向リンクに対して記載され、それにより、端末は、電力制御コマンド

10

20

30

40

50

を同時に端末に送信する一組の基地局とハンドオフ状態になる。

【0019】

図2は、この発明のある観点および実施の形態を実施することができる逆方向電力制御機構200の図である。電力制御機構200は、外部電力制御ループ220とともに動作する内部電力制御ループ210を含む。ソフトハンドオフ状態にあり、一組の(動作中の)基地局と通信する端末に対して、単一の外部ループ220は、(例えば、以下に記載するように、スイッチにより)端末に対して維持することができる。

【0020】

内部ループ210は、目標の信号対合計雑音プラス干渉比(SNR)(または、単にセットポイント)にできるだけ近くにある各動作中の基地局(または、最善の基地局)で受信された逆方向リンク送信の信号品質を維持するために動作することができる(相対的に)高速なループである。内部ループ210はまた、セットポイントにできるだけ近くにあるすべての動作中の基地局で受信された結合された逆方向リンク送信の信号品質を維持するように動作することもできる。

【0021】

図2に示すように、内部ループ210は、端末と各基地局との間で動作する。内部ループ210のための電力調節は、典型的に、基地局において受信された逆方向リンク送信の信号品質を推定し(ブロック212)、受信した信号品質をセットポイントと比較し(ブロック214)、比較の結果に基づいて電力制御コマンドを発生し、および電力制御コマンドを、順方向通信リンクを介して端末に送信する(ブロック216)ことにより達成される。電力制御コマンドは、送信電力を調節するように端末に指示し、各コマンドは、例えば、送信電力の増加を指示するUPコマンドとして、または、送信電力の減少を指示するDOWNコマンドとして実施することができる。

【0022】

端末は、動作中の基地局から順方向リンク送信を受信し、電力制御コマンドを送信できる各時間期間(すなわち、各電力制御期間)に対して、動作中の基地局により送信された多数の電力制御コマンドに対して多数の電力制御記号を導き出す。各電力制御記号は、受信した電力制御コマンドに対するソフト判断記号(すなわち、複数ビット値)である。ソフト判断記号は、チャネルおよび処理雑音および他の歪みにより歪まされた送信された電力制御コマンドに対してハード判断値(すなわち、バイナリ値「0」または「1」)を表す。

【0023】

端末は、各電力制御期間において、複数の基地局に対して受信した電力制御記号を処理して結合し、その期間に対して、単一の電力制御判断を導き出す(ブロック222)。従って、端末は次に、電力制御判断に基づいて、逆方向リンク送信のための送信電力を調節する(ブロック224)。cdma2000システムの場合、電力制御コマンドは、毎秒800回も送信することができる。従って、内部ループ210に対して、相対的に高速な応答時間を供給することができる。典型的には時間に対して、特に移動端末に対して変化する逆方向通信リンク(クラウド(cloud)226)内の経路損失およびフェージングにより、各動作中の基地局における受信した信号品質は連続的に変動する。従って、内部ループ210は、通信リンク内に変化があると、受信した信号品質を、セットポイントにまたはセットポイント付近に維持しようと試みる。

【0024】

外部ループ220は、端末からの逆方向リンク送信に対して特定のレベルの性能が得られるように、連続的にセットポイントを調節する(相対的に)遅いループである。所望のレベルの性能は、特定の目標フレーム、パケット、ブロック、またはビットエラーレート(それぞれ、FER、BER、BLER、またはBERである)であり得る。いくつかのCDMAシステムの場合、その他の目標値またはその他の性能測定基準も使用してもよいけれども、特定のレベルの性能は1% FERである。外部ループは種々の方法で実施することができる。そのうちのいくつかを以下に記載する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

第 1 の実施において、単一外部ループ 2 2 0 は、端末と動作中の基地局との間の通信を調整するスイッチにより維持される。スイッチは、また W - C D M A において、無線ネットワークコントローラ (R N C) と呼ばれ、または、 I S - 9 5 および c d m a 2 0 0 0 においてセレクトと呼ばれる。この実施の場合、すべての動作中の基地局 (または、 W - C D M A のノード B) により受信されたフレームはスイッチに送られ、スイッチは、次にある品質測定基準に基づいて受信したフレーム群の中からあるフレームを選択する。次に、選択されたフレームの誤差レートに基づいてセットポイントが調節される。

【 0 0 2 6 】

第 2 の実施において、各動作中の基地局は、端末に対して、別個の外部ループ 2 2 0 を維持する。この実施の場合、各動作中の基地局により受信されるフレームを用いて、基地局のためのセットポイントを調節する。 10

【 0 0 2 7 】

明確にするために、スイッチが、端末に対して単一の外部ループ 2 2 0 を維持する第 1 の実施に対して種々の詳細を以下に記載する。外部ループ 2 2 0 の場合、端末からの逆方向リンク送信は、各動作中の基地局により受信され処理され、送信されたフレームを復元し、各受信したフレームのステータスが決定される (ブロック 2 3 2) 。各受信したフレームに対して、フレームが正しく (良好に) 復号されたか、または誤って復号 (消去) されたか、または全く送信されなかったかについて判断がなされる。復号の結果に関連した 1 つ以上の測定基準も得ることができる。次に、復号されたフレームのステータス (良好、 20 消去された、または送信なし) および / または、恐らく全ての動作中の基地局からの他の復号測定基準がスイッチに送られる。

【 0 0 2 8 】

次に、スイッチは、受信したフレーム群の中のあるフレームを選択し、選択されたフレームのステータス (および恐らくは、関連する復号測定基準) に基づいて、セットポイントを調節する (ブロック 2 3 4) 。一般的に、フレームが正しく復号されたなら、基地局において、受信された信号品質は、必要以上に高くなる可能性がある。従って、セットポイントをわずかに低減してもよい。それにより、内部ループ 2 1 0 は、逆方向リンク送信のための送信電力を低減する。反対に、フレームが誤って復号されたなら、基地局において受信した信号品質は、必要以下に下がる可能性がある。その場合には、セットポイントを 30 増加させることができ、それにより、内部ループ 2 1 0 は、逆方向リンク送信のための送信電力を増加させる。そして、フレームが送信されなかったことをスイッチが検出するなら、潜在的な送信電力レベルを利用できない場合を除いて、セットポイントは調節されない。

【 0 0 2 9 】

従来は、内部電力制御ループの場合、端末は、 (例えば、基地局により送信されたパイロットに基づいて) 各動作中の基地局の受信した信号強度を決定し、電力ロック閾値を下回る受信した信号強度を持つ各基地局から受信した電力制御記号を破棄する。次に、端末は、各残された電力制御記号をハード判断電力制御コマンドに変換し、各電力制御期間に残された電力制御コマンドに対し、「 O R オブザダウン (OR-of-the-downs) 」ルールを適用 40 し、残された電力制御コマンドのいずれかが、送信電力を減少するように端末に指示する D O W N コマンドであるなら、電力制御判断として、 D O W N コマンドを供給する。従って、各残された電力制御記号が U P コマンドまたは D O W N コマンドに変換された後で、ハード判断に関して結合が実行される。

【 0 0 3 0 】

複数の基地局からのハード判断電力制御コマンドを結合するための従来の O R オブザダウン (OR-of-the-downs) ルールは、最適以下の性能を供給するかもしれない。第 1 に、ハード判断電力制御コマンド結合は、より確実に受信した電力制御記号に服従を与えない。さらに、 O R の性質のために、不確実に受信した電力制御コマンドは、最終電力制御判断をより決定力のあるものにすることができる。 50

【 0 0 3 1 】

この発明の観点は、複数の基地局から受信した電力制御コマンドをより「最適に」結合するための技術を提供する。1つの観点において、各電力制御期間に動作中の基地局から送信された多数の電力制御コマンドに対して受信された多数のソフト判断電力制御記号は、結合されて、改良された品質を有する単一電力制御判断を提供する。他の観点において、動作中の基地局のための電力制御記号は、結合される前に関連する倍率により倍率がかけられる。各基地局のための倍率は、その基地局の受信した信号品質に比例する。倍率をかけることによって、より確実に受信した基地局のための電力制御記号により大きな重みを与えることができる。

【 0 0 3 2 】

本願明細書に記載したソフト判断電力制御記号結合技術は、ハード判断コマンドに依存する従来の技術よりも、平均してより少ない電力を用いて、端末がデータを確実に送信することを可能にする。この発明の技術はまた、各基地局がより少ない電力を用いて電力制御コマンドを送信することを可能にする。

【 0 0 3 3 】

端末において、端末のアクティブセット内にある基地局により送信される順方向リンク信号は、受信され、条件づけられ、およびデジタル化され、(複素値)サンプルを供給する。各基地局により送信される順方向リンク信号は、この端末のための電力制御コマンド、パイロット、および恐らくこの端末および/またはその他の端末に向けられたメッセージおよびデータを具備してもよい。各基地局により送信される順方向リンク信号は、さらに複数の信号経路を介して端末に到達することができ、端末において受信された信号は、複数の信号経路を介して1つ以上の基地局から受信された複数の信号例(または、マルチパス)を含むことができる。

【 0 0 3 4 】

レーキ受信器はしばしば受信した信号内の強い信号例(例えば、特定の検出閾値を越える信号強度を有する信号例)をデジタル的に処理するために使用される。レーキ受信器は、一般的に、各基地局のためのすべての処理されたマルチパスから同類型記号(例えば、電力制御機構)を結合し、改良された品質を有する結合された記号を供給する。

【 0 0 3 5 】

アクティブセット内の基地局から送信された電力制御コマンドを表すソフト判断記号は、以下のように表すことができる。

【 数 1 】

$$x_1(k), x_2(k), \dots, x_N(k) \quad \text{式(1)}$$

【 0 0 3 6 】

但し、 $x_i(k)$ は、 k 番目の電力制御期間に i 番目の基地局から電力制御コマンドのためのソフト判断電力制御記号を表す。従って、端末のアクティブセット内の N 個の基地局のための N 個のソフト判断記号ストリームを導き出すことができる。

【 0 0 3 7 】

各ソフト判断記号、 x_i は信号成分および雑音成分を含み、以下のように表すことができる。

【 数 2 】

$$x_i = \pm m_i + n_i \quad \text{式(2)}$$

【 0 0 3 8 】

但し、 $+m_i$ は、 i 番目の基地局により送信されたUPコマンドのための値を表し、 $-m_i$ は、DOWNコマンドのための値を表し、および n_i は、 i 番目の基地局に対する電力制御

10

20

30

40

50

記号内の合計雑音プラス干渉を表す。合計雑音プラス干渉、 n_i は、

【数 3】

$$\sigma_i^2$$

【0039】

の分散を有し、ゼロ平均値を有するガウスであると仮定する。従って、電力制御記号の信号対合計雑音プラス干渉比 (SNR) は、以下のように表しても良い。

【数 4】

10

$$SNR_i = \frac{m_i^2}{\sigma_i^2} \quad \text{式(3)}$$

【0040】

i 番目の基地局により送信された UP コマンドが、端末により、ソフト判断記号、 x_i として受信される確率は、以下のように表しても良い。

【数 5】

20

$$\Pr\{x_i | UP\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i^2}} \cdot e^{-\frac{(x_i - m_i)^2}{2\sigma_i^2}} \quad \text{式(4)}$$

【0041】

同様に、 i 番目の基地局により送信された DOWN コマンドが、端末により、ソフト判断記号、 x_i として受信される確率は、以下のように表しても良い。

【数 6】

30

$$\Pr\{x_i | DOWN\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i^2}} \cdot e^{-\frac{(x_i + m_i)^2}{2\sigma_i^2}} \quad \text{式(5)}$$

【0042】

i 番目の基地局が平等に、UP コマンドまたは DOWN コマンドを送信する可能性があるとして仮定するならば、端末において、受信中のソフト判断記号、 x_i に条件づけされた i 番目の基地局により UP コマンドが送信された経験的確率は、以下のように表しても良い。

【数 7】

40

$$\Pr\{UP_i|x_i\} = \Pr\{i\text{番目の基地局がUPを送信した}|x_i\},$$

$$= \frac{\Pr\{x_i|UP\}}{\Pr\{x_i|UP\} + \Pr\{x_i|DOWN\}}, \quad \text{式(6)}$$

$$= \frac{1}{1 + e^{-\frac{2x_i m_i}{\sigma_i^2}}}$$

10

【 0 0 4 3 】

すべての動作中の基地局によって送信された電力制御コマンドが確実に受信されたなら、すべての動作中の基地局がUPコマンドを送信させたなら、端末はその送信電力を増加させるだけである。そして、異なる基地局により送信された電力制御コマンドが完全に確実に受信されない場合、端末の送信電力を増加または減少するための判断は、UPコマンドを送信したすべての基地局にその基地局のために受信したソフト判断記号が与えられるという経験的確率に基づくことができる。各動作中の基地局の電力制御コマンドが独立であり、平等にUPコマンドまたはDOWNコマンドである可能性があるなら、所定の電力制御期間に、すべての動作中の基地局がUPコマンドを送信した経験的確率として導き出された、判断測定基準 L_{lin} は以下のように表すことができる。

20

【 数 8 】

$$L_{lin} = \Pr\{UP_1, UP_2, \dots, UP_N | x_1, x_2, \dots, x_N\}$$

$$= \Pr\{UP_1 | x_1\} \cdot \Pr\{UP_2 | x_2\} \cdot \dots \cdot \Pr\{UP_N | x_N\} \quad \text{式(7)}$$

$$= \prod \Pr\{UP_i | x_i\}, \text{ for } i=1 \text{ to } N$$

30

【 0 0 4 4 】

判断測定基準、 L_{lin} を導き出すために、各基地局により送信されるUPコマンドの確率は、式(6)に示すように、その基地局に対して受信したソフト判断記号、 x_i に基づいて最初に決定される。次に、式(7)に示すように、これらのUPコマンド確率は、一緒に乗算され、送信されたUPコマンドを有するすべての基地局の確率を導き出す。

【 0 0 4 5 】

次に、各電力制御期間に対する、判断測定基準、 L_{lin} は、特定の閾値、 $Th_{lin}(N)$ と比較することができ、端末の送信電力を調節するために使用することができる単一電力制御判断を導き出すことができる。電力制御判断を導き出すための比較は、以下のように表すことができる。

40

【 数 9 】

$L_{lin} > Th_{lin}(N)$, UP コマンドと判断する

式(8)

$L_{lin} \leq Th_{lin}(N)$, DOWN コマンドと判断する

【0046】

式(8)に示すように、判断測定基準、 L_{lin} が閾値 $Th_{lin}(N)$ より大きければ、すべての動作中の基地局がUPコマンドを送信し、端末の送信電力が増加したと判断される。10
そうでなければ、判断測定基準、 L_{lin} が閾値 $Th_{lin}(N)$ 以下ならば、少なくとも1つの動作中の基地局がDOWNコマンドを送信し、端末の送信電力が減少したと判断される。

【0047】

式(7)のための計算を簡単にするために、確率 $P_r\{UP_i | x_i\}$ はログドメインに変換してもよい。この場合、乗算はより簡単な加算と交換されるであろう。ログドメインのための導出は以下のようなものである。

【0048】

最初に、各基地局のための各電力制御期間で受信されたソフト判断記号、 x_i は、以下のように倍率をかける(または重み付けする)ことができる。20

【数10】

$$y_i = \frac{2x_i m_i}{\sigma_i^2} \quad \text{式(9)}$$

【0049】

但し、 y_i は、 i 番目の基地局のための倍率がかけられたソフト判断記号を表す。式(9)に示すように、ソフト判断記号、 x_i のための倍率(又は重み)、 g_i は、端末において、30
受信される電力制御コマンドの品質に関連して選択される(すなわち、

【数11】

$$g_i = 2m_i / \sigma_i^2$$

【0050】

)。倍率、 g_i は、以下のように、端末において受信された電力制御機構の品質に基づいて推定することができる。40

【数12】

$$g_i \propto \frac{\sqrt{E_{b,PC}}}{N_t} \quad \text{式(10)}$$

【0051】

但し、 $E_{b,PC} / N_t$ は、受信した電力制御記号のためのビットあたりのエネルギー対合計雑音プラス干渉比である。多くのCDMAシステムの場合、各基地局のための受信した信 50

号品質は基地局により送信されたパイロットに基づいてより容易に推定することができる。この場合、倍率、 g_i は、以下のように表しても良い。

【数 1 3】

$$g_i \propto \frac{\sqrt{E_{b,pilot}}}{N_t} \quad \text{式(11)}$$

10

【0 0 5 2】

但し、 $E_{b,p} / N_t$ は、受信したパイロット記号のためのビットあたりのエネルギー対合計雑音プラス干渉比である。倍率、 g_i は、基地局から受信した順方向リンク（例えば、パイロット）送信の信号強度に関連するように選択することもできる。倍率はまた、受信したチェーン内の信号処理の前の段階で実施することもできる。例えば、各指プロセッサのための受信した電力制御記号が、共通パイロット記号とのドット／クロス積(a dot/cross product)を用いて復調され、さらに、その指プロセッサ上で受信した雑音の逆数によりさらに倍率がかけられたなら、受信した電力制御記号は、結合された電力制御記号を倍率、 g_i と乗算することに等しい効果を有する。一般に、各基地局のための倍率、 g_i は、 y_i の信号成分の平均値がその基地局に対する端末において受信した電力制御記号の $E_{b,p} / N_t$ に比例するように選択される。

20

【0 0 5 3】

倍率のかけられたソフト判断記号、 y_i のための対数 - 尤度比 (LLR) L_i は以下のように表すことができる。

【数 1 4】

$$L_i = \log \left(\frac{1}{1 + e^{-y_i}} \right) \quad \text{式(12)}$$

30

【数 1 5】

$$e^{-y_i}$$

【0 0 5 4】

は、 y_i のすべての値に対して正であるので、対数尤度比、 L_i は負値である。対数尤度比、 L_i は、 y_i の種々の値を対応するLLR値にマップするルックアップテーブルを介して得てもよい。ログ領域内のかつ、すべての動作中の基地局がUPコマンドを送信した、経験的確立に基づいて導き出された判断測定基準 L_{log} は、以下のように表してもよい。

40

【数 1 6】

$$L_{log} = L_1 + L_2 + \dots + L_N \quad \text{式(13)}$$

【0 0 5 5】

判断測定基準、 L_{log} は、次に（負の）閾値 $Th_{log}(N)$ と比較され、比較は以下のように表すことができる。

【数 1 7】

$L_{\log} > Th_{\log}(N)$, UP コマンドと判断する

式(14)

$L_{\log} \leq Th_{\log}(N)$, DOWN コマンドと判断する

【0056】

式(8)および(14)に示すように、閾値 $Th_{lin}(N)$ および $Th_{log}(N)$ は各々 N の関数であり、そこから電力制御コマンドが受信され、結合され単一の電力制御判断が導き出される基地局の数である。これらの閾値は、さらに、電力制御機構のための所望の「バイアス」に基づいて設定してもよい。この所望のバイアスは、2つの矛盾する設計目標に基づいて設計するようにしてもよい。第1に、閾値が高く設定されるなら、UP送信された電力制御コマンドは、端末によりDOWNコマンドとして検出される可能性が高くなり、信号品質(例えば、正しい音声品質)を劣化させるであろう。第2に閾値が低く設定されるなら、DOWN送信された電力制御コマンドは端末によりUPコマンドとして検出される可能性が高くなり、より多くの干渉を生じ、システム容量が低くなる。閾値として使用される特定値は、コンピュータシミュレーション、実験室またはフィールドでの経験的測定等のような種々の機構に基づいて決定してもよい。

10

【0057】

ソフト判断記号を、受信した信号品質に比例する倍率とかけると、より高い品質記号により多くの重みが与えられ、より低い品質記号にはより低い重みが与えられる。 $E_{b,p}/N_{tga}$ が無限に近づくにつれ、ソフト判断電力制御記号結合技術は、以下に記載するように、「ORオブザダウン(OR-of-the-down)」ルールに近づく。

20

【0058】

動作中の基地局に対して受信したソフト判断記号、 x_i の各々が全体的に信頼できるなら、そのソフト判断記号のためのSNRは無限である。従って、各電力制御コマンドに対して倍率のかけられたソフト判断記号、 y_i は、UPコマンドに対して+無限になるかまたはDOWNコマンドに対して-無限になるであろう。等価的に、UPコマンドに対して、 $L_i = 0$ であり、DOWNコマンドに対して $L_i = -$ 無限である。いずれかの有限の閾値、 $l_{og}(N)$ に対して、最終電力制御判断は、いずれかの基地局がDOWNコマンドを送信するなら、DOWNコマンドになるであろう。なぜなら、1つの基地局からの単一のDOWNコマンドは、 L_i 、従って L_{log} に対して-無限になるからである。従って、全体的に信頼できる。ソフト判断記号結合技術は、「ORオブザダウン(OR-of-the-downs)」ルールに帰する。

30

【0059】

LLRはすべて負値になるので、ログ尤度比、 L_i が閾値、 $l_{og}(N)$ 未満なら、端末の送信電力は減少する。従って、DOWNコマンドがいずれかの単一の基地局から十分確実に受信されるなら、端末の送信電力は減少される。これは、電力ロック閾値を有する一般的なアルゴリズムと共有される性質である。

40

【0060】

図3は複数の基地局から受信された電力制御コマンドに対し、ソフト判断記号を結合するためのプロセス300の一実施形態のフロー図である。最初に、ステップ312において、端末において受信された信号が処理され、動作中の各基地局(例えば、端末のアクティブセット内の各基地局)に対して、ソフト判断記号、 x_i を導き出す。レーキ受信器を用いて、各基地局に対して1つ以上の信号例を処理し、各基地局に対して、すべての処理された信号例からの記号を結合し、その基地局のための単一ストリームのソフト判断記号、 x_i を導き出しても良い。従って、多数(N)の記号ストリームを多数の動作中の基地局に対して導き出してもよい。

【0061】

50

次に、ステップ 3 1 4 において、各基地局に対する各ソフト判断記号 x_i は、その基地局に相関する倍率 g_i と倍率がかけられる。各基地局に対する倍率 g_i は、ソフト判断記号の受信された信号品質に関連するように選択され、基地局から受信したパイロットに基づいて、推定してもよい。いつでも、フェージングおよび恐らくは他の現象のために、異なる基地局に対して受信した電力制御記号の信頼性は、典型的に異なる。従って、倍率をかけることは、より信頼性の高い電力制御記号により多くの重みを与え、信頼性の低い電力制御記号に低い重みを与える。

【 0 0 6 2 】

次に、各電力制御期間に全ての動作中の基地局に対して倍率のかけられたソフト判断記号が結合され、判断測定基準が導き出される。ソフト判断記号の結合は、上述したように、線形ドメインまたはログドメインにおいて得ることができる。

10

【 0 0 6 3 】

ログドメインにおけるソフト判断電力制御記号結合の場合、ステップ 3 1 6 において、各倍率のかけられたソフト判断記号に対してログ表示が最初に導き出される。ログ表示は、式 (1 2) に示すように導き出されたログ尤度比であってもよい。次に、ステップ 3 1 8 において、各電力制御期間にすべての動作中の基地局に対するログ表示が結合される。これは式 (1 3) に示すように得ることができる。次に、ステップ 3 2 0 において、各電力制御期間に対する結合されたログ表示（すなわち、判断測定基準、 L_{log} ）が閾値 Th_{log} (N) と比較され、その期間に対する単一の電力制御判断が導き出される。この比較は、式 (1 4) に示すように得ることができる。従って、電力制御判断を用いて、端末の送信電力を上昇または下降するように調節することができる。以上でプロセスが終了する。

20

【 0 0 6 4 】

図 4 は、この発明の種々の観点および実施の形態を実施することができる端末 1 0 6 の一実施形態のブロック図である。1 つ以上の基地局からの順方向リンク信号は、アンテナ 4 1 2 により受信され、デュプレクサ 4 1 4 を介して送られ、RF 受信器装置 4 2 2 に供給される。RF 受信器装置 4 2 2 は受信した信号を条件づけ（例えば、濾波し、増幅し、ダウンコンバートし、デジタル化）し、サンプルを供給する。復調器 4 2 4 は、サンプルを受信し、処理（例えば、逆拡散、デカパー、およびパイロット復調）し、再生された記号を供給する。復調器 4 2 4 は、受信した信号内の複数の信号例を処理し、各動作中の基地局に対して再生された記号を発生するレーキ受信器を実施することができる。復調器 4 2 4 は、データ記号を受信器 (R X) データプロセッサ 4 2 6 に供給する。受信器 (R X) データプロセッサ 4 2 6 は、データ記号を復号し、各受信したフレームをチェックし、出力データを供給する。復調器 4 2 4 および R X データプロセッサ 4 2 6 による処理は、基地局において実行される処理と相補的である。

30

【 0 0 6 5 】

逆方向リンク電力制御の場合、復調器 4 2 4 は、各動作中の基地局に対して電力制御記号ストリームを供給する。R X 信号品質測定装置 4 2 8 はまた各動作中の基地局に対して、電力制御機構の信号品質を推定する。信号品質は、復調器 4 2 4 により導き出された電力制御信号に基づいて推定してもよい。あるいは、電力制御記号の信号品質は、端末において受信した順方向リンク送信の信号品質に基づいて推定してもよい。一実施形態において、順方向リンク品質は、基地局により送信されるパイロットの S N R に基づいて推定される。順方向リンク送信のための S N R は、参照することによりそのすべてが本願明細書に組み込まれる米国特許第 6 , 0 9 7 , 9 7 2 号、第 5 , 9 0 3 , 5 5 4 号、第 5 , 0 5 6 , 1 0 9 号、および 5 , 2 6 5 , 1 1 9 号に記載される技術のような種々の技術を用いて推定してもよい。動作中の基地局に対する S N 推定値は、電力制御プロセッサ 4 3 0 に供給される。

40

【 0 0 6 6 】

電力制御プロセッサ 4 3 0 は、復調器 4 2 4 から電力制御記号ストリームを受信し、測定装置 4 2 8 から S N R 推定値を受信し、S N R 推定値に基づいて電力制御記号に倍率をかける。電力制御プロセッサ 4 3 0 は、（線形またはログドメインにおいて）各電力制御

50

期間に倍率のかけられた電力制御機構をさらに結合し、その期間に対する判断測定基準を導き出し、各判断測定基準を閾値 ($Th_{in}(N)$ または $Th_{log}(N)$) と比較し、各判断測定基準のための電力制御判断を供給する。電力制御判断を用いて、端末からの逆方向リンク送信の送信電力を調節する。メモリ装置 432 を用いて電力制御プロセッサ 330 のためのデータおよび符号を記憶することができる。

【0067】

逆方向リンク上で、データは、送信 (TX) データプロセッサ 442 により処理 (例えば、フォーマット化、符号化) され、さらに変調器 444 により処理 (例えば、カバー、拡散) され、RF TX 装置 446 により条件づけされ (例えば、アナログ信号に変換され、増幅され、濾波され、および直交変調され)、逆方向リンク信号を発生する。電力制御プロセッサ 430 からの電力制御判断は、RF TX 装置 446 に供給され、逆方向リンクのための送信電力を調節するために使用してもよい。あるいは、またはさらに、電力制御判断は、(破線で示すように) 変調器 444 に供給し、変調器 444 内でデータ記号に倍率をかけるために使用してもよい。逆方向リンク信号は、RF TX 装置 446 からデュプレクサ 414 を介して送られ、アンテナ 412 を介して 1 つ以上の基地局に送信される。

10

【0068】

明確にするために、ソフト判断電力制御記号結合技術の種々の観点、実施の形態、および特徴は、特に、CDMA システム内の逆方向リンク電力制御のために述べた。ここに記載した技術は、電力制御コマンドを複数の送信源からの単一の受信装置に同時に送信することができる、他の無線通信システムに使用してもよい。例えば、これらの技術は、他の符号分割多重 (CDM) ベースシステムおよび他の電力制御されるシステムに用いてもよい。

20

【0069】

ここに記載された技術は、順方向リンク電力制御のために使用してもよく、それにより、電力制御コマンドを単一送信源から複数の受信装置に送ってもよい。

【0070】

ここに記載したソフト判断電力制御記号結合技術は、種々の手段により実施することができる。例えば、これらの技術は、ハードウェア、ソフトウェア、またはそれらの組合せを用いて実施することができる。ハードウェアで実施する場合、電力制御判断を導き出すために使用されるエレメントは、1 つ以上の特定用途向け集積回路 (ASICs)、デジタルシグナルプロセッサ (DSPs)、デジタル信号処理装置 (DSPDs)、プログラマブル論理装置 (PLDs)、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、ここに記載された機能を実行するように設計された他の電子装置、またはそれらの組合せ内で実施することができる。

30

【0071】

ソフトウェアで実施する場合、電力制御判断を導き出すために使用されるエレメントは、ここに記載した機能を実行するモジュール (例えば、手続き、機能等) を用いて実施することができる。ソフトウェアコードはメモリ装置 (例えば、メモリ装置 432) に記憶することができる、プロセッサ (例えば、図 4 の電力制御プロセッサ 430) により実行することができる。メモリ装置は、プロセッサ内部で実施してもよいし、プロセッサ外部で実施してもよい。プロセッサ外部で実施する場合には、技術的に知られている種々の手段を介してプロセッサに通信可能に接続することができる。

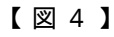
40

【0072】

好適実施形態の上述の記載は、この分野のいかなる技術者もこの発明を製作または使用することを可能にするために提供される。これらの実施形態への種々の変更は、この分野の技術者にはたやすく明白であろうし、その中に定義された包括的な原理は、発明力の使用なしに他の実施の形態に適用されてもよい。従って、この発明は、その中に示された実施の形態に制限されることを意図したものではなく、しかしむしろこの中に開示された原理および新規な特徴と矛盾しない最も広い範囲が許容されるべきである。

【図面の簡単な説明】

50



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
6 March 2003 (06.03.2003)

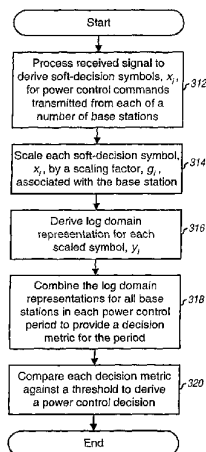
PCT

(10) International Publication Number
WO 03/019813 A1

- (51) International Patent Classification: **H04B 7/005** (74) Agents: **OGROD, Gregory D. et al.**; 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121 (US).
- (21) International Application Number: PCT/US02/27051
- (22) International Filing Date: 22 August 2002 (22.08.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 09/935,525 22 August 2001 (22.08.2001) US
- (71) Applicant: **QUALCOMM, INCORPORATED** [US/US]; 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121 (US).
- (72) Inventor: **SUBRAHMANYA, Parvathanathan**; 468 Maulana Avenue, Apt. #1, Sunnyvale, CA 94086 (US).
- (81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GR, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PI, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IL, IT, LU, MC, NL, PT, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CI, CG, CL, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR COMBINING POWER CONTROL COMMANDS RECEIVED IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM



(57) Abstract: Techniques to combine soft-decision power control symbols received for multiple active base stations. In one method, a received signal is initially processed to derive soft-decision (multi-bit valued) symbols for power control commands transmitted from a number of base stations. Each soft-decision symbol for each base station is then scaled based on a scaling factor associated with the base station and which is related to the received signal quality for the power control symbols for the base station. The scaling allows power control symbols for more reliably received base stations to be given greater weights. The scaled soft-decision symbols for each power control period are then combined to provide a decision metric for the period. Each decision metric is then compared against a particular threshold, and a power control decision is derived for each decision metric based on the result of the comparison.

WO 03/019813 A1

WO 03/019813 A1 

Published:
— with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 03/019813

PCT/US02/27051

1

METHOD AND APPARATUS FOR COMBINING POWER CONTROL COMMANDS RECEIVED IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

BACKGROUND

Field

[1001] The present invention relates generally to data communication, and more particularly to novel and improved techniques for combining power control commands received in a wireless communication system.

Background

[1002] In a wireless communication system, a user with a terminal (e.g., a cellular phone) communicates with another user via transmissions on the forward and reverse links with one or more base stations. The forward link (or downlink) refers to transmission from the base station to the terminal, and the reverse link (or uplink) refers to transmission from the terminal to the base station. The forward and reverse links are typically allocated different frequency bands.

[1003] In a Code Division Multiple Access (CDMA) system, the reverse link transmissions from a number of active terminals may be received concurrently at each base station. Since these transmissions occur over a shared frequency band, the transmission from each active terminal acts as interference to the transmissions from the other active terminals. For each received terminal, the interference due to the total received power from the other transmitting terminals degrades this terminal's received signal quality, which is typically quantified by a signal-to-total-noise-plus-interference ratio (SNR). Since a certain minimum SNR needs to be maintained for each active terminal to provide the desired level of performance, the total interference from all transmitting terminals is typically indicative of the total capacity of the reverse link.

[1004] To maximize the reverse link capacity, the transmit power of each active terminal is typically controlled by a respective first (inner) power control loop such that the signal quality of the reverse link transmission received at the base station from this terminal is maintained at a particular target SNR. This target SNR is often referred to as the power control setpoint (or simply, the setpoint). A second (outer) power control loop is typically employed to adjust the setpoint such that the desired level of

performance is maintained. This level of performance is typically quantified by a particular frame, packet, block, or bit error rate (FER, PER, BLER, or BER, respectively). The reverse link power control mechanism thus attempts to reduce power consumption and interference while maintaining the desired link performance for the active terminals. This results in increased system capacity and reduced delays in serving users.

[1005] Many CDMA systems support soft handoff (or soft hand-over) on the reverse link whereby a data transmission from an active terminal may be concurrently received by multiple base stations. Reception of the reverse link transmission via multiple signal paths provides diversity against deleterious path effects such as fading and multipaths. Soft handoff may thus improve the quality and reliability of the reverse link transmission (e.g., higher received signal quality if the transmissions received by multiple base stations are combined, and lower probability of dropped calls).

[1006] While a terminal is in soft handoff with a set of base stations, an inner power control loop is typically maintained by each base station in the active set to direct the terminal to adjust its transmit power. Conventionally, each base station determines the received signal quality for the terminal (e.g., by processing a pilot transmitted by the terminal), derives power control commands based on the received signal quality, and transmits the power control commands to the terminal. Each power control command directs the terminal to adjust its transmit power either up or down by some amount. Since each base station typically receives the reverse link transmission at a different signal quality, the power control commands from the base stations are not necessarily the same.

[1007] Conventionally, the terminal receives the power control commands from the base stations in the active set and compares each received command against a particular threshold to detect whether it is an UP command for a transmit power increase or a DOWN command for a transmit power decrease. The terminal then conventionally applies the "OR-of-the-downs" rule for the power control commands detected in each power control period, and adjusts its transmit power downward if any of the detected command directs the terminal to decrease its transmit power. Using this rule, if the received power control commands from any of the base stations are totally unreliable, the terminal would essentially reduce its transmit power half of the time regardless of the commands received from the more reliable base stations. Since this effect is not desirable, a further requirement is often imposed such that if any base station's received

WO 03/019813

PCT/US02/27051

3

power control command is deemed unreliable, it is excluded for the purposes of deriving the final power control decision. One way to accomplish this is by comparing each base station's received signal strength (e.g., pilot power) against a "power lock" threshold and discarding the received power control commands from each base station having received signal strength that falls below this threshold.

[1008] The conventional technique for combining power control commands received from multiple base stations is sub-optimal for several reasons. First, the terminal may erroneously receive DOWN commands from a marginally reliable base station that passes the power lock threshold, and these erroneous commands would then cause the final power control decision to be DOWN regardless of the other received commands from more reliable base stations. Second, incremental information from weak base stations that failed the power lock threshold is discarded and not used to derive the power control decision.

[1009] As can be seen, techniques that can be used to more "optimally" combine received power control commands to improve reliability and system performance are highly desirable.

SUMMARY

[1010] Aspects of the invention provide techniques to more effectively combine power control commands received from multiple active base stations. In an aspect, "soft-decision" power control symbols for a number of active base stations in each power control period are combined to provide a single power control decision having improved quality. Each soft-decision power control symbol is a multi-bit value that is representative of a transmitted hard-decision (i.e., binary) power control command that has been distorted by channel and processing noise. In another aspect, the soft-decision power control symbols for the active base stations are scaled by their associated scaling factors prior to being combined. The scaling factor for each base station is related to the received signal quality for the base station, and the scaling allows power control symbols from better-received base stations to be given greater weights.

[1011] A specific embodiment of the invention provides a method for deriving power control decisions (e.g., for a reverse link transmission) in a wireless (e.g., CDMA) communication system. In accordance with the method, a received signal is initially processed to derive soft-decision symbols for power control commands

WO 03/019813

PCT/US02/27051

4

transmitted from a number of transmission sources (e.g., base stations). Each soft-decision symbol for each base station is then scaled based on a scaling factor associated with the base station. The scaled soft-decision symbols for each power control period are then combined to provide a (decision) metric for the period. Each decision metric is then compared against a particular threshold, and a power control decision is derived for each decision metric based on the result of the comparison.

[1012] The soft-decision power control symbol combining techniques described herein may be used for various wireless communication systems (e.g., IS-95, cdma2000 and W-CDMA systems). These techniques may also be advantageously used in the forward and/or reverse links. Various aspects, embodiments, and features of the invention are described in further detail below.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[1013] The features, nature, and advantages of the present invention will become more apparent from the detailed description set forth below when taken in conjunction with the drawings in which like reference characters identify correspondingly throughout and wherein:

[1014] FIG. 1 is a diagram of a wireless communication system wherein various aspects and embodiments of the invention may be implemented;

[1015] FIG. 2 is a diagram of a reverse link power control mechanism capable of implementing certain aspects and embodiments of the invention;

[1016] FIG. 3 is a flow diagram of an embodiment of a process to combine soft-decision symbols for power control commands received from multiple base stations; and

[1017] FIG. 4 is a block diagram of an embodiment of a terminal capable of implementing various aspects and embodiments of the invention.

DETAILED DESCRIPTION

[1018] FIG. 1 is a diagram of a wireless communication system 100 that supports a number of users and is capable of implementing various aspects and embodiments of the invention. System 100 includes a number of base stations 104 that provide coverage for their respective geographic regions (only three base stations are shown in

WO 03/019813

PCT/US02/27051

5

FIG. 1 for simplicity). A base station is also commonly referred to as a base transceiver system (BTS) or an access point, and a base station and/or its coverage area are often referred to as a "cell". System 100 may be designed to implement any combination of one or more CDMA standards such as IS-95, cdma2000, W-CDMA, IS-856, and other standards.

[1019] Various terminals 106 are typically dispersed throughout the system (only one terminal is shown in FIG. 1 for simplicity). A terminal may also be referred to as a user equipment (UE), a mobile station, or an access terminal. Each terminal may communicate with one or more base stations on the forward and reverse links at any given moment, depending on whether or not the terminal is active and whether or not it is in soft handoff. In the example shown in FIG. 1, terminal 106 is located in the coverage areas of base stations 104a, 104b, and 104c and is in soft handoff with these base stations.

[1020] In a CDMA system, the reverse link transmissions from all active terminals may occur over the same frequency band. In this case, the reverse link transmission from each active terminal acts as interference to the transmissions from the other active terminals. To minimize interference and increase system capacity on the reverse link, the transmit power of each active terminal is controlled such that a desired level of performance (e.g., one percent frame error rate, or 1% FER) is achieved while minimizing the amount of interference to the other active terminals. This transmit power adjustment is achieved by a power control mechanism maintained for each active terminal, as described below.

[1021] As shown in FIG. 1, the reverse link transmission from terminal 106 may be received by all three base stations 104a, 104b, and 104c, as indicated by the solid lines with arrows at one end. Each base station receives the reverse link transmission from the terminal and sends power control commands on the forward link to direct the terminal to adjust its transmit power, as indicated by the dashed lines with arrows at one end. The terminal receives and combines the power control commands from the base stations and adjusts its transmit power accordingly, as described below.

[1022] The inventive techniques to combine received power control commands may be used in various wireless communication systems wherein multiple transmission sources concurrently transmit power control commands to a receiving device. For clarity, various aspects and embodiments of the invention are described specifically for

WO 03/019813

PCT/US02/27051

6

the reverse link in a CDMA system, whereby a terminal is in soft-handoff with a set of base stations that concurrently transmit power control commands to the terminal.

[1023] FIG. 2 is a diagram of a reverse link power control mechanism 200 capable of implementing certain aspects and embodiments of the invention. Power control mechanism 200 includes an inner power control loop 210 that operates in conjunction with an outer power control loop 220. For a terminal in soft handoff and communicating with a set of (active) base stations, a single outer loop 220 may be maintained for the terminal (e.g., by a switch, as described below).

[1024] Inner loop 210 is a (relatively) fast loop that may be operated to maintain the signal quality of a reverse link transmission received at each active base station (or just the "best" base station) as close as possible to a target signal-to-total-noise-plus-interference ratio (SNR) (or simply, the setpoint). Inner loop 210 may also be operated to maintain the signal quality of the combined reverse link transmissions received at all active base stations as close as possible to the setpoint.

[1025] As shown in FIG. 2, inner loop 210 operates between the terminal and each base station. The power adjustment for inner loop 210 is typically achieved by estimating the signal quality of the reverse link transmission received at the base station (block 212), comparing the received signal quality against the setpoint (block 214), generating power control commands based on the results of the comparison, and sending the power control commands to the terminal via the forward communication link (block 216). The power control commands direct the terminal to adjust its transmit power, and each command may be implemented, for example, as either an UP command to direct an increase in transmit power or a DOWN command to direct a decrease in transmit power.

[1026] The terminal receives the forward link transmissions from the active base stations and, for each time interval in which a power control command may be sent (i.e., each power control period), derives a number of power control symbols for a number of power control commands transmitted by the active base stations. Each power control symbol is a soft-decision symbol (i.e., a multi-bit value) for a received power control command. The soft-decision symbol is representative of a hard-decision value (i.e., a binary value, "0" or "1") for a transmitted power control command, which has been distorted by channel and processing noise and other distortions.

[1027] The terminal processes and combines the power control symbols received for multiple base stations in each power control period to derive a single power control

decision for that period (block 222). The terminal then accordingly adjusts its transmit power for the reverse link transmission based on the power control decision (block 224). For a cdma2000 system, the power control commands may be sent as often as 800 times per second, thus providing a relatively fast response time for inner loop 210.

[1028] Due to path loss and fading in the reverse communication link (cloud 226) that typically varies over time, especially for a mobile terminal, the received signal quality at each active base station continually fluctuates. Inner loop 210 thus attempts to maintain the received signal quality at or near the setpoint in the presence of changes in the communication link.

[1029] Outer loop 220 is a (relatively) slower loop that continually adjusts the setpoint such that a particular level of performance is achieved for the reverse link transmission from the terminal. The desired level of performance may be a particular target frame, packet, block, or bit error rate (FER, BER, BLER, or BER, respectively). For some CDMA systems, the specified level of performance is 1% FER, although some other target values or some other performance criteria may also be used. Outer loop 220 may be implemented in various manners, some of which are described below.

[1030] In a first implementation, a single outer loop 220 is maintained by a switch that coordinates the communication between the terminal and the active base stations. The switch is also referred to as a radio network controller (RNC) in W-CDMA or a selector in IS-95 and cdma2000. For this implementation, the frames received by all active base stations (or nodeBs in W-CDMA) are sent to the switch, which then selects certain frames from among the received frames based on some quality criteria. The setpoint is then adjusted based on the error rate of the selected frames.

[1031] In a second implementation, each active base station maintains a separate outer loop 220 for the terminal. For this implementation, the frames received by each active base station are used to adjust the setpoint for the base station.

[1032] For clarity, various details are described below for the first implementation wherein the switch maintains a single outer loop 220 for the terminal. For outer loop 220, the reverse link transmission from the terminal is received and processed by each active base station to recover the transmitted frames, and the status of each received frame is determined (block 232). For each received frame, a determination is made whether the frame was decoded correctly (good) or in error (erased) or not transmitted at all. One or more metrics related to the results of the decoding may also be obtained.

The status of the decoded frame (either good, erased, or no transmission) and/or possibly other decoding metrics from all active base stations are then sent to the switch.

[1033] The switch then selects certain ones of the received frames and adjusts the setpoint accordingly based on the status of the selected frames (and possibly associated decoding metrics) (block 234). Typically, if a frame is decoded correctly, the received signal quality at the base stations is likely to be higher than necessary. The setpoint may then be reduced slightly, which may cause inner loop 210 to reduce the transmit power for the reverse link transmission. Conversely, if a frame is decoded in error, the received signal quality at the base stations is likely to be lower than necessary. The setpoint may then be increased, which may cause inner loop 210 to increase the transmit power for the reverse link transmission. And if the switch detects that no frame was transmitted, the setpoint is not adjusted, unless other information on the potential transmit power level is available.

[1034] Conventionally, for the inner power control loop, the terminal determines the received signal strength of each active base station (e.g., based on a pilot transmitted by the base station) and discards the power control symbols received from each base station having a received signal strength below a power-lock threshold. The terminal then converts each retained power control symbol to a hard-decision power control command, applies the "OR-of-the-downs" rule for the power control commands retained in each power control period, and provides a DOWN command as the power control decision if any of the retained power control command is a DOWN command that directs the terminal to decrease its transmit power. The combining is thus performed on hard-decisions, after each retained power control symbol has been converted to either an UP or a DOWN command.

[1035] The conventional OR-of-the-downs rule for combining hard-decision power control commands from multiple base stations may provide sub-optimal performance. First, the hard-decision power control command combining does not give deference to more reliably received power control symbols. Moreover, because of the OR property, less reliably received power control commands may be more determinative of the final power control decision.

[1036] Aspects of the invention provide techniques to more "optimally" combine power control commands received from multiple base stations. In an aspect, a number of soft-decision power control symbols received for a number of power control commands transmitted from the active base stations in each power control period are

WO 03/019813

PCT/US02/27051

9

combined to provide a single power control decision having improved quality. In another aspect, the power control symbols for the active base stations are scaled by their associated scaling factors prior to being combined. The scaling factor for each base station is proportional to the received signal quality for the base station. The scaling allows power control symbols for more reliably received base stations to be given greater weights.

[1037] The soft-decision power control symbol combining techniques described herein may allow a terminal to transmit data reliably using less power on average than conventional technique that relies on hard-decision commands. The techniques of the invention may also allow each base station to transmit the power control commands using less power.

[1038] At the terminal, the forward link signals transmitted by the base stations in the terminal's active set are received, conditioned, and digitized to provide (complex-value) samples. The forward link signal transmitted by each base station may comprise power control commands for this terminal, a pilot, and possibly messages and data directed to this and/or some other terminals. The forward link signal transmitted by each base station may further reach the terminal via multiple signal paths, and the received signal at the terminal may include multiple signal instances (or multipaths) received from one or more base stations via multiple signal paths.

[1039] A rake receiver is often used to digitally process strong signal instances in the received signal (e.g., those signal instances having signal strength that exceeds a particular detection threshold). The rake receiver typically combines like-kind symbols (e.g., power control symbols) from all processed multipaths for each base station to provide combined symbols having improved quality.

[1040] The soft-decision symbols representative of the power control commands transmitted from the base stations in the active set may be expressed as:

$$x_1(k), x_2(k), \dots, x_N(k) \quad , \quad \text{Eq (1)}$$

where $x_i(k)$ represents the soft-decision power control symbol for the power control command from the i -th base station in the k -th power control period. N soft-decision symbol streams may thus be derived for N base stations in the terminal's active set.

[1041] Each soft-decision symbol, x_i , includes a signal component and a noise component and may be expressed as:

WO 03/019813

PCT/US02/27051

10

$$x_i = \pm m_i + n_i, \quad \text{Eq (2)}$$

where $+m_i$ represents the value for an UP command transmitted by the i -th base station, $-m_i$ represents the value for a DOWN command, and n_i represents the total noise plus interference in the power control symbol for the i -th base station. The total noise plus interference, n_i , has a variance of σ_i^2 and is also assumed to be Gaussian with zero mean. The signal-to-total-noise-plus-interference ratio (SNR) of the power control symbol may then be expressed as:

$$\text{SNR}_i = \frac{m_i^2}{\sigma_i^2}. \quad \text{Eq (3)}$$

[1042] The probability that an UP command transmitted by the i -th base station is received as the soft-decision symbol, x_i , by the terminal may be expressed as:

$$\Pr\{x_i | \text{UP}\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i^2}} \cdot e^{-\frac{(x_i - m_i)^2}{2\sigma_i^2}}. \quad \text{Eq (4)}$$

Similarly, the probability that a DOWN command transmitted by the i -th base station is received as the soft-decision symbol, x_i , by the terminal may be expressed as:

$$\Pr\{x_i | \text{DOWN}\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i^2}} \cdot e^{-\frac{(x_i + m_i)^2}{2\sigma_i^2}}. \quad \text{Eq (5)}$$

[1043] If the i -th base station is assumed to be equally likely to transmit an UP command or a DOWN command, then the *a posteriori* probability that an UP command was transmitted by the i -th base station conditioned on the soft-decision symbol, x_i , being received at the terminal may be expressed as:

$$\begin{aligned} \Pr\{\text{UP}_i | x_i\} &= \Pr\{\text{the } i\text{th base station sent UP} | x_i\}, \\ &= \frac{\Pr\{x_i | \text{UP}\}}{\Pr\{x_i | \text{UP}\} + \Pr\{x_i | \text{DOWN}\}}, \\ &= \frac{1}{1 + e^{\frac{2x_i m_i}{\sigma_i^2}}}. \end{aligned} \quad \text{Eq (6)}$$

WO 03/019813

PCT/US02/27051

11

[1044] If the power control commands transmitted by all active base stations are reliably received, then the terminal only increases its transmit power if all active base stations transmitted UP commands. And in cases where the power control commands transmitted by the different base stations are not completely reliably received, then the decision to increase or decrease the terminal's transmit power may be based on the *a posteriori* probability that all base stations transmitted UP commands given the soft-decision symbols received for the base stations. If each active base station's power control command is independent and equally likely to be an UP or a DOWN command, then a decision metric, L_{in} , derived as the *a posteriori* probability that all active base stations transmitted UP commands for a given power control period, may be expressed as:

$$\begin{aligned} L_{in} &= \Pr\{UP_1, UP_2, \dots, UP_N \mid x_1, x_2, \dots, x_N\} \\ &= \Pr\{UP_1 \mid x_1\} \cdot \Pr\{UP_2 \mid x_2\} \cdot \dots \cdot \Pr\{UP_N \mid x_N\} \quad \text{Eq (7)} \\ &= \prod \Pr\{UP_i \mid x_i\}, \text{ for } i = 1 \text{ to } N \end{aligned}$$

[1045] To derive the decision metric, L_{in} , the probability of an UP command being transmitted by each base station is initially determined based on the soft-decision symbol, x_i , received for the base station, as shown in equation (6). These UP command probabilities are then multiplied together to derive the probability of all base stations having transmitted UP commands, as shown in equation (7).

[1046] The decision metric, L_{in} , for each power control period may then be compared against a particular threshold, $Th_{in}(N)$, to derive a single power control decision that may then be used to adjust the terminal's transmit power. The comparison to derive the power control decision may be expressed as follows:

$$\begin{aligned} L_{in} &> Th_{in}(N) \quad , \quad \text{decide UP command} \quad , \\ L_{in} &\leq Th_{in}(N) \quad , \quad \text{decide DOWN command} \quad . \end{aligned} \quad \text{Eq (8)}$$

As shown in equation (8), if the decision metric, L_{in} , is greater than the threshold, $Th_{in}(N)$, then it is deemed that all active base stations transmitted UP commands and the terminal's transmit power is increased. Otherwise, if the decision metric, L_{in} , is

WO 03/019813

PCT/US02/27051

12

less than or equal to the threshold, $\text{Th}_{in}(N)$, then it is deemed that at least one active base station transmitted a DOWN command and the terminal's transmit power is decreased.

[1047] To simplify the computations for equation (7), the probabilities $\Pr\{\text{UP}_i | x_i\}$ may be transformed to the log domain, in which case the multiplications would be replaced with more simple additions. The derivation for the log domain is as follows.

[1048] Initially, the soft-decision symbol, x_i , received in each power control period for each base station may be scaled (or weighted) as follows:

$$y_i = \frac{2x_i m_i}{\sigma_i^2}, \quad \text{Eq (9)}$$

where y_i represents the scaled soft-decision symbol for the i -th base station. As shown in equation (9), the scaling factor (or weight), g_i , for the soft-decision symbol, x_i , is selected to be related to the quality of the power control commands, as received at the terminal (i.e., $g_i = 2m_i / \sigma_i^2$). The scaling factor, g_i , may be estimated based on the quality of the power control symbols received at the terminal, as follows:

$$g_i \propto \frac{\sqrt{E_{b,PC}}}{N_i}, \quad \text{Eq (10)}$$

where $E_{b,PC} / N_i$ is the energy-per-bit-to-total-noise-plus-interference ratio for a received power control symbol. For many CDMA systems, the received signal quality for each base station may be more easily estimated based on a pilot transmitted by the base station. In this case, the scaling factor, g_i , may be expressed as:

$$g_i \propto \frac{\sqrt{E_{b,pilot}}}{N_i}, \quad \text{Eq (11)}$$

where $E_{b,PC} / N_i$ is the energy-per-bit-to-total-noise-plus-interference ratio for a received pilot symbol. The scaling factor, g_i , may also be selected to be related to the signal strength of the forward link (e.g., pilot) transmission received from the base station. The scaling factor may also be implemented in a previous stage of signal processing in the receiver chain. For example, if the received power control symbol for

WO 03/019813

PCT/US02/27051

13

each finger processor is demodulated using a dot/cross product with a common pilot symbol and further scaled by the inverse of the noise received on that finger processor, it has an effect equivalent to multiplying the combined power control symbol by the scaling factor, g_i . In general, the scaling factor, g_i , for each base station is selected such that the mean of the signal component of y_i is proportional to the $E_{b,PC} / N_i$ of the power control symbols received at the terminal for the base station.

[1049] A log-likelihood ratio (LLR), L_i , for the scaled soft-decision symbol, y_i , may then be expressed as:

$$L_i = \log \left(\frac{1}{1 + e^{-y_i}} \right) . \quad \text{Eq (12)}$$

Since e^{-y_i} is positive for all values of y_i , the log-likelihood ratio, L_i , is a negative value. The log-likelihood ratio, L_i , may be obtained via a look-up table that maps various values of y_i to their corresponding LLR values.

[1050] A decision metric, L_{log} , in the log domain and derived based on the *a posteriori* probability that all active base stations transmitted UP commands may then be expressed as:

$$L_{log} = L_1 + L_2 + \dots + L_N . \quad \text{Eq (13)}$$

The decision metric, L_{log} , is then compared against a (negative) threshold, $Th_{log}(N)$, and the comparison may be expressed as:

$$\begin{aligned} L_{log} > Th_{log}(N) , & \quad \text{decide UP command ,} \\ L_{log} \leq Th_{log}(N) , & \quad \text{decide DOWN command .} \end{aligned} \quad \text{Eq (14)}$$

[1051] As shown in equations (8) and (14), the thresholds, $Th_{in}(N)$ and $Th_{log}(N)$, are each a function of N , which is the number of base stations from which power control commands are received and combined to derive the single power control decision. These thresholds may further be set based on the desired "bias" for the power control mechanism, which may be selected based on two conflicting design goals. First, if the thresholds are set high, then UP transmitted power control commands are more likely to be detected as DOWN commands by the terminal, which would then

WO 03/019813

PCT/US02/27051

14

degrade the signal quality (e.g., poorer voice quality). And second, if the thresholds are set low, then DOWN transmitted power control commands are more likely to be detected as UP commands by the terminal, which would then cause more interference and results in lower system capacity. The specific values to be used for the thresholds may be determined based on various mechanisms such as computer simulation, empirical measurements in the lab or the field, and so on.

[1052] The scaling of the soft-decision symbols with scaling factors which are proportional to the received signal quality results in higher quality symbols being given more weight and lower quality symbols being given less weight. As $E_{b,PC}/N_t$ approaches infinity, the soft-decision power control symbol combining techniques approach the "OR-of-the-downs" rule, as described below.

[1053] If each of the soft-decision symbols, x_i , received for the active base stations is totally reliable, then the SNR for the soft-decision symbol is infinite. The scaled soft-decision symbol, y_i , for each power control command will then be either +infinity for an UP command or -infinity for a DOWN command. Equivalently, $L_i = 0$ for an UP command and $L_i = -\text{infinity}$ for a DOWN command. For any finite negative threshold, $\text{Th}_{log}(N)$, the final power control decision would be a DOWN command if any base station transmits a DOWN command, since a single DOWN command from one base station would result in -infinity for L_i and thus for L_{log} . Thus, for totally reliable soft-decision symbols, x_i , the soft-decision symbol combining techniques reduce to the "OR-of-the-downs" rule.

[1054] Since the LLRs are all negative values, if any log-likelihood ratio, L_i , is less than the threshold, $\text{Th}_{log}(N)$, then the terminal's transmit power is reduced. Thus, if a DOWN command is sufficiently reliably received from any single base station, then the terminal's transmit power is reduced. This is a property shared with a conventional algorithm with the power lock threshold.

[1055] FIG. 3 is a flow diagram of an embodiment of a process 300 to combine soft-decision symbols for power control commands received from multiple base stations. Initially, the received signal at the terminal is processed to derive soft-decision symbols, x_i , for each active base station (e.g., each base station in the terminal's active set), at step 312. A rake receiver may be used to process one or more signal instances

WO 03/019813

PCT/US02/27051

15

for each base station, and to combine the symbols from all processed signal instances for each base station to derive a single stream of soft-decision symbols, x_i , for the base station. A number of (N) symbol streams may thus be derived for a number of active base stations.

[1056] Each soft-decision symbol, x_i , for each base station is then scaled by a scaling factor, g_i , associated with that base station, at step 314. The scaling factor, g_i , for each base station is selected to be related to the received signal quality for the soft-decision symbols, and may be estimated based on the pilot received from the base station. At any given time, because of fading and possibly other phenomena, the reliability of the power control symbols received for different base stations is typically different. The scaling thus gives more weight to more reliable power control symbols and less weight to less reliable power control symbols.

[1057] The scaled soft-decision symbols for all active base stations for each power control period are then combined to derive a decision metric. The soft-decision symbol combining may be achieved in the linear domain or the log domain, as described above.

[1058] For soft-decision power control symbol combining in the log domain, a log representation is first derived for each scaled soft-decision symbol, at step 316. The log representation may be the log-likelihood ratio derived as shown in equation (12). The log representations for all active base stations for each power control period are then combined, at step 318. This may be achieved as shown in equation (13). The combined log representation (i.e., the decision metric, L_{log}) for each power control period is then compared against the threshold, $Th_{log}(N)$, to derive a single power control decision for that period, at step 320. This comparison may be achieved as shown in equation (14). The power control decision may then be used to adjust the transmit power of the terminal either up or down. The process then terminates.

[1059] FIG. 4 is a block diagram of an embodiment of terminal 106, which is capable of implementing various aspects and embodiments of the invention. The forward link signals from one or more base stations are received by an antenna 412, routed through a duplexer 414, and provided to an RF receiver unit 422. RF receiver unit 422 conditions (e.g., filters, amplifies, downconverts, and digitizes) the received signal and provides samples. A demodulator 424 receives and processes (e.g., despreads, decodes, and pilot demodulates) the samples to provide recovered symbols.

WO 03/019813

PCT/US02/27051

16

Demodulator 424 may implement a rake receiver that processes multiple signal instances in the received signal and generates recovered symbols for each active base station. Demodulator 424 provides data symbols to a receive (RX) data processor 426, which decodes the data symbols, checks each received frame, and provides the output data. The processing by demodulator 424 and RX data processor 426 is complementary to that performed at the base station.

[1060] For the reverse link power control, demodulator 424 provides a power control symbol stream for each active base station. An RX signal quality measurement unit 428 also estimates the signal quality of the power control symbols for each active base station. The signal quality may be estimated based on the power control symbols derived by demodulator 424. Alternatively, the signal quality of the power control symbols may be estimated based on the signal quality of the forward link transmissions received at the terminal. In an embodiment, the forward link quality is estimated based on the SNR of the pilots transmitted by the base stations. The SNR for a forward link transmission may be estimated using various techniques, such as those described in U.S. Patent Nos. 6,097,972, 5,903,554, 5,056,109, and 5,265,119, all of which are incorporated herein by reference. The SNR estimates for the active base stations are provided to a power control processor 430.

[1061] Power control processor 430 receives the power control symbol streams from demodulator 424 and the SNR estimates from measurement unit 428, and scales the power control symbols based on the SNR estimates. Power control processor 430 further combines the scaled power control symbols for each power control period (in the linear or log domain) to derive a decision metric for the period, compares each decision metric against a threshold ($Th_{lin}(N)$ or $Th_{log}(N)$), and provides a power control decision for each decision metric. The power control decisions may be used to adjust the transmit power of the reverse link transmission from the terminal. A memory unit 432 may be used to store data and codes for power control processor 430.

[1062] On the reverse link, data is processed (e.g., formatted, encoded) by a transmit (TX) data processor 442, further processed (e.g., covered, spread) by modulator 444, and conditioned (e.g., converted to analog signals, amplified, filtered, and quadrature modulated) by an RF TX unit 446 to generate a reverse link signal. The power control decisions from power control processor 430 may be provided to RF TX unit 446 and used to adjust the transmit power for the reverse link signal. Alternatively

WO 03/019813

PCT/US02/27051

17

or additionally, the power control decisions may be provided to modulator 444 (as shown by the dashed line) and used to scale the data symbols within modulator 444. The reverse link signal is routed from RF TX unit 446 through duplexer 414, and transmitted via antenna 412 to one or more base stations.

[1063] For clarity, various aspects, embodiments, and features of the soft-decision power control symbol combining techniques have been described specifically for the reverse link power control in a CDMA system. The techniques described herein may also be used in other wireless communication systems in which power control commands may be sent concurrently from multiple transmitting sources to a single receiving unit. For example, these techniques may be used in other code division multiplexing (CDM)-based systems and other power-controlled systems.

[1064] The techniques described herein may also be used for the forward link power control whereby power control commands may be sent from a single transmission source to multiple receiving units.

[1065] The soft-decision power control symbol combining techniques described herein can be implemented by various means. For example, these techniques can be implemented with hardware, software, or a combination thereof. For a hardware implementation, the elements used to derive the power control decisions can be implemented within one or more application specific integrated circuits (ASICs), digital signal processors (DSPs), digital signal processing devices (DSPDs), programmable logic devices (PLDs), controllers, micro-controllers, microprocessors, other electronic units designed to perform the functions described herein, or a combination thereof.

[1066] For a software implementation, the elements used to derive the power control decisions can be implemented with modules (e.g., procedures, functions, and so on) that perform the functions described herein. The software code can be stored in a memory unit (e.g., memory unit 432) and executed by a processor (e.g., power control processor 430 in FIG. 4). The memory unit may be implemented within the processor or external to the processor, in which case it can be communicatively coupled to the processor via various means as it known in the art.

[1067] The foregoing description of the preferred embodiments is provided to enable any person skilled in the art to make or use the present invention. Various modifications to these embodiments will be readily apparent to those skilled in the art, and the generic principles defined herein may be applied to other embodiments without the use of the inventive faculty. Thus, the present invention is not intended to be

WO 03/019813

PCT/US02/27051

18

limited to the embodiments shown herein but is to be accorded the widest scope consistent with the principles and novel features disclosed herein.

WHAT IS CLAIMED IS:

WO 03/019813

PCT/US02/27051

19

CLAIMS

1. In a wireless communication system, a method for deriving power control
2 decisions, comprising:
 processing a received signal to derive soft-decision symbols for power control
4 commands transmitted from a plurality of transmission sources;
 combining the soft-decision symbols for each power control period based on a
6 particular combination scheme to provide a metric for the power control period; and
 deriving a power control decision from each metric.
2. The method of claim 1, wherein the combining includes
2 scaling each soft-decision symbol for each transmission source based on a
scaling factor associated with the transmission source, and
4 combining the scaled soft-decision symbols for each power control period to
provide the metric for the power control period.
3. The method of claim 1, wherein the soft-decision symbols for each power
2 control period are combined in a manner to approximate an *a posteriori* probability that
the plurality of transmission sources transmitted UP commands given the soft-decision
4 symbols derived for the power control period.
4. The method of claim 1, further comprising:
2 comparing each metric against a particular threshold, and
 wherein the power control decision is derived based on a result of the
4 comparing.
5. The method of claim 4, wherein the threshold is a function of a particular
2 number of transmission sources for which the soft-decision symbols are combined for
the power control period.
6. The method of claim 2, further comprising:
2 deriving a log domain representation for each scaled soft-decision symbol, and
 wherein log domain representations for each power control period are combined
4 to derive the metric for the power control period.

WO 03/019813

PCT/US02/27051

20

7. The method of claim 6, wherein the log domain representation for each
2 scaled soft-decision symbol is a log-likelihood ratio (LLR).

8. The method of claim 2, wherein the scaling factor for each transmission
2 source is related to a quality of the soft-decision symbols for the transmission source.

9. The method of claim 8, wherein the quality of the soft-decision symbols for
2 each transmission source is estimated based on a pilot received from the transmission source.

10. The method of claim 1, further comprising:
2 adjusting transmit power for a data transmission to the plurality of transmission sources based on the power control decision.

11. The method of claim 1, wherein the transmission sources are base stations
2 in a CDMA system.

12. The method of claim 11, wherein the base stations are in an active set of a
2 terminal operating in soft-handoff.

13. The method of claim 1, wherein the wireless communication system is a
2 CDMA system that supports IS-95, cdma2000, or W-CDMA standard.

14. In a CDMA communication system, a method for deriving power control
2 decisions for a reverse link transmission, comprising:
processing a received signal to derive soft-decision symbols for power control
4 commands transmitted from a plurality of base stations;
scaling each soft-decision symbol for each base station based on a scaling factor
6 associated with the base station;
combining the scaled soft-decision symbols for each power control period to
8 provide a metric for the power control period;
comparing each metric against a particular threshold; and
10 deriving a power control decision for each metric based on a result of the comparing.

WO 03/019813

PCT/US02/27051

21

15. The method of claim 14, wherein the soft-decision symbols for each power
2 control period are combined in a manner to approximate an *a posteriori* probability that
the plurality of base stations transmitted UP commands given the soft-decision symbols
4 derived for the power control period.

16. The method of claim 14, further comprising:
2 deriving a log domain representation for each scaled soft-decision symbol, and
wherein log domain representations for each power control period are combined
4 to derive the metric for the power control period.

17. The method of claim 14, wherein the plurality of base stations are in an
2 active set of a terminal operating in soft-handoff.

18. A power control unit for use in a wireless communication system,
2 comprising:
a receiver unit configured to process a received signal to provide samples;
4 a demodulator coupled to the receiver unit and configured to process the
samples to provide soft-decision symbols for power control commands transmitted
6 from a plurality of transmission sources; and
a power control processor coupled to the demodulator and configured to
8 combine soft-decision symbols for each power control period based on a particular
combination scheme to provide a metric for the power control period and to derive a
10 power control decision from each metric.

19. The power control unit of claim 18, wherein the power control processor is
2 further configured to scale each soft-decision symbol for each transmission source
based on a scaling factor associated with the transmission source.

20. The power control unit of claim 18, wherein the power control processor is
2 configured to combine the soft-decision symbols for each power control period in a
manner to approximate an *a posteriori* probability that the plurality of transmission
4 sources transmitted UP commands given the soft-decision symbols derived for the
power control period.

WO 03/019813

PCT/US02/27051

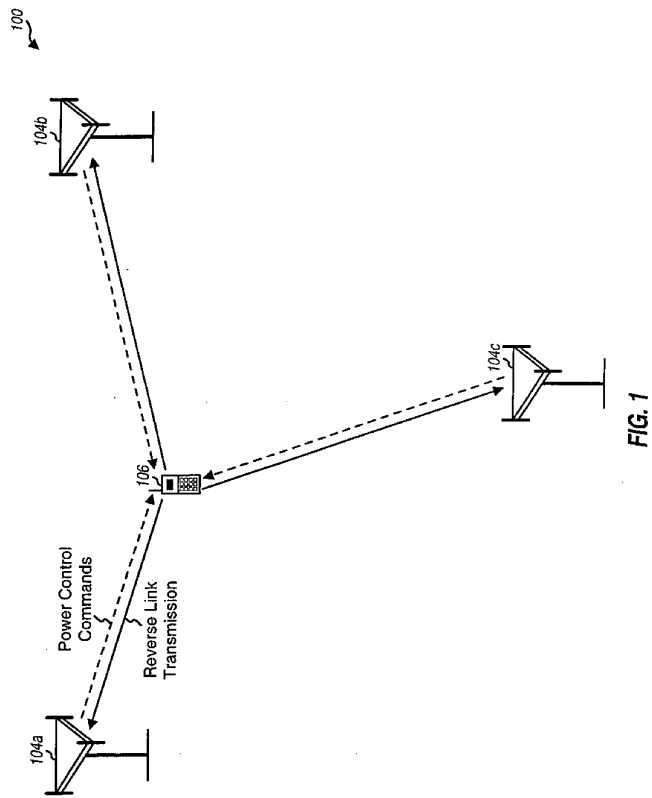
22

21. The power control unit of claim 19, further comprising:
- 2 a signal quality measurement unit configured to estimate a quality of the soft-
decision symbols for each transmission source, and
- 4 wherein the scaling factor associated with each transmission source is related to
the estimated quality of the soft-decision symbols for the transmission source.
22. The power control unit of claim 18, and operative on a reverse link of a
- 2 CDMA system.
23. A terminal in a wireless communication system, comprising:
- 2 a receiver unit configured to process a received signal to provide samples;
- a demodulator coupled to the receiver unit and configured to process the
- 4 samples to provide soft-decision symbols for power control commands transmitted
from a plurality of base stations;
- 6 a power control processor coupled to the demodulator and configured to
combine soft-decision symbols for each power control period based on a particular
- 8 combination scheme to provide a metric for the power control period and to derive a
power control decision from each metric; and
- 10 a transmitter unit configured to receive power control decisions from the power
control processor and to adjust transmit power for a data transmission to the plurality of
- 12 base stations based on the power control decisions.

WO 03/019813

PCT/US02/27051

1/4



2/4

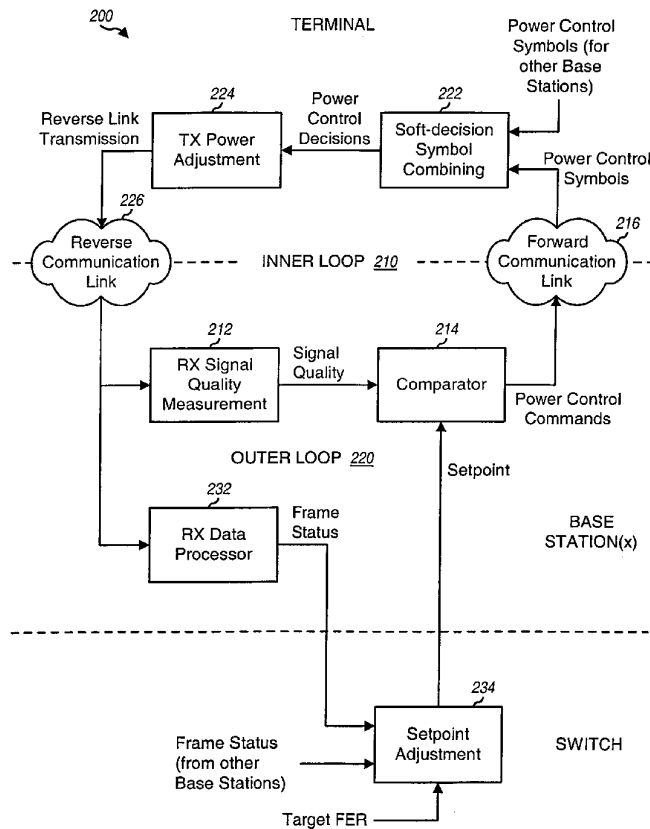


FIG. 2

WO 03/019813

PCT/US02/27051

3/4

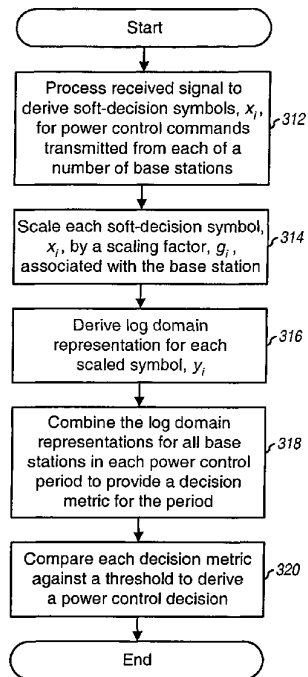
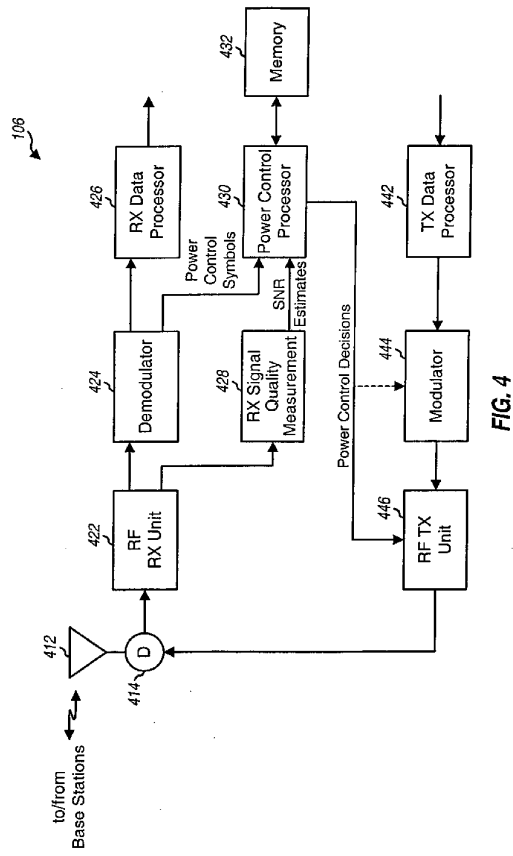


FIG. 3

WO 03/019813

PCT/US02/27051

4/4



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No Pct/US 02/27051
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04B7/005		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim no.
X	US 6 269 239 B1 (HASHEM BASSAM ET AL) 31 July 2001 (2001-07-31)	1,2,4,5, 8-14, 17-23
Y	column 3, line 36 -column 4, line 65; figure 2	3,6,7, 15,16
Y	WO 00 74247 A (ERICSSON TELEFON AB L M) 7 December 2000 (2000-12-07) page 1, line 23 -page 2, line 9 page 10, line 3 - line 26; figure 4 -/-	3,6,7, 15,16
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubt on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 22 November 2002		Date of mailing of the international search report 04/12/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5518 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl Fax (+31-70) 340-3010		Authorized officer Burghardt, G

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1999)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PLT/US 02/27051
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	"UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS SYSTEM (UMTS); PHYSICAL LAYER PROCEDURES (FDD) (3GPP TS 25.214 VERSION 3.4.0 RELEASE 1999)" ETSI TS 125 214 V3.4.0, September 2000 (2000-09), pages 1-48, XP002166612 paragraph '5.1.2.2.2.3!	1, 14, 18, 23
X	WO 00 49728 A (ERICSSON TELEFON AB L M) 24 August 2000 (2000-08-24) page 3, line 1 - line 29; figures 2, 3 page 6, line 31 - page 9, line 22	1, 2, 8-14, 17-19, 21-23
X	EP 0 975 185 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 26 January 2000 (2000-01-26) column 2, line 50 - column 4, line 21	1, 2, 4, 8-14, 17-19, 21-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 02/27051

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6269239	B1	31-07-2001	US 6330456 B1 11-12-2001
		BR 9916066 A 04-09-2001	
		CN 1330814 T 09-01-2002	
		EP 1135869 A1 26-09-2001	
		WO 0036762 A1 22-06-2000	
		JP 2002533009 T 02-10-2002	
WO 0074247	A	07-12-2000	AU 5068000 A 18-12-2000
		CN 1352824 T 05-06-2002	
		WO 0074247 A1 07-12-2000	
		EP 1190489 A1 27-03-2002	
WO 0049728	A	24-08-2000	US 6463296 B1 08-10-2002
		AU 2954200 A 04-09-2000	
		BR 0008267 A 15-01-2002	
		CN 1340251 T 13-03-2002	
		EP 1151554 A1 07-11-2001	
		WO 0049728 A1 24-08-2000	
		TW 453059 B 01-09-2001	
EP 0975185	A	26-01-2000	EP 0975185 A1 26-01-2000
		US 6343218 B1 29-01-2002	
		CN 1256056 T 07-06-2000	
		WO 9937111 A1 22-07-1999	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2002)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW, ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES, FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 サブラーマンヤ、パーバサナサン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94086、サニーベール、マデラ・アベニュー 468、
アパートメント・ナンバー 1

Fターム(参考) 5K022 EE02 EE14 EE21 EE31

5K067 AA21 BB04 BB21 CC10 DD27 DD41 EE02 EE10 EE24 EE56

GG08 HH22