

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4451848号
(P4451848)

(45) 発行日 平成22年4月14日 (2010. 4. 14)

(24) 登録日 平成22年2月5日 (2010. 2. 5)

(51) Int. Cl.	F I
H04B 7/08 (2006.01)	H04B 7/08 D
H04B 7/10 (2006.01)	H04B 7/10 A
H04W 16/28 (2009.01)	H04B 7/26 D
H04J 99/00 (2009.01)	H04J 15/00

請求項の数 19 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-510710 (P2005-510710)	(73) 特許権者	598036300
(86) (22) 出願日	平成15年11月28日 (2003. 11. 28)		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2007-515835 (P2007-515835A)		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6月14日 (2007. 6. 14)	(74) 代理人	100076428
(86) 国際出願番号	PCT/EP2003/013677		弁理士 大塚 康德
(87) 国際公開番号	W02005/050869	(74) 代理人	100112508
(87) 国際公開日	平成17年6月2日 (2005. 6. 2)		弁理士 高柳 司郎
審査請求日	平成18年10月27日 (2006. 10. 27)	(74) 代理人	100115071
(31) 優先権主張番号	PCT/EP03/12163		弁理士 大塚 康弘
(32) 優先日	平成15年10月31日 (2003. 10. 31)	(74) 代理人	100116894
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		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】 多元接続干渉除去

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信システムの、受信手段と、複数の遠隔無線通信ユニットによって送信される無線通信信号を適応的に受信する複数の分離されている指向性アンテナ要素を有しているアンテナ手段とを有した無線アクセスユニットによって受信される無線通信信号の干渉除去方法であって、

a) 前記複数のアンテナ要素夫々によって受信される無線信号を取得する工程と、

a 1) 前記工程 a) において取得された無線信号をメモリに格納する工程と、

a 2) 受信信号強度に従って、無線通信ユニットを整列させる工程と、

b) 前記メモリに格納された前記無線信号の中で、最も受信信号強度の強い信号を送信した第 1 無線通信ユニットの無線信号を最適に選択するための第 1 の重み付け因子を決定する工程と、

c) 前記第 1 無線通信ユニットの第 1 無線信号を備えるため、前記第 1 の重み付け因子により前記メモリに格納された無線信号を重み付けする工程と、

c 1) 前記第 1 無線信号を復調し、第 1 復調信号を生成する工程と、

d) 前記メモリに格納された前記無線信号の中で、2 番目に受信信号強度の強い信号を送信した第 2 無線通信ユニットの無線信号を最適に選択するための第 2 の重み付け因子を決定する工程と、

e) 前記第 2 無線通信ユニットの第 2 無線信号を備えるため、前記第 2 の重み付け因子で前記メモリに格納された無線信号を重み付けする工程と、

10

20

f) 前記工程 e) において備えられた前記第 2 無線信号から、前記工程 c) において備えられた第 1 の無線信号に前記第 2 の重み付け因子を適用して重み付けした前記第 1 無線信号を減算して、修正された第 2 無線信号を備える工程と、

f 1) 前記修正された第 2 無線信号を復調し、第 2 復調信号を生成する工程と、

g) 更に弱い受信信号強度の信号を送信した更なる無線通信ユニットに対して更なる重み付け因子を決定し、前記更なる無線通信ユニットの更なる無線信号を備え、前記更なる重み付け因子により重み付けされた以前に取得された修正された無線信号を前記更なる無線信号から減算する度ごとに修正された更なる無線信号を備え、前記修正された更なる無線信号を復調し、更なる復調信号を生成する工程と、

g 1) 停止基準を満たすまで、前記 g) を繰り返す工程を有することを特徴とする方法 10。

【請求項 2】

前記重み付け因子は、前記複数の分離されている指向性アンテナ要素でアンテナパターンを形成することにより得られることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記重み付け因子は、各無線通信ユニットの無線信号を最適に選択し、それ以外の無線通信ユニットに対応する無線信号を最適に抑圧するように選択されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1、第 2、及び更なる復調信号は別のメモリに保存され、 20

前記修正された無線信号を備えるために、前記復調信号は対応する無線信号へと再構成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 5】

前記停止基準は、修正された無線信号が注目する無線通信ユニットに対応して一度備えられたならば、前記工程 g) の停止を含むことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記停止基準は、前記工程 g) の連続的な繰返しの際に前記第 1、第 2、及び更なる無線信号における前記干渉除去が設定値未満に降下するまで、前記第 1、第 2、及び更なる無線通信ユニットに対する前記工程 g) の繰返しを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の方法。 30

【請求項 7】

前記停止基準は、設定期間の間に、前記第 1、第 2、及び更なる無線通信ユニットに対する前記工程 g) の繰返しを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4、及び 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記工程 a) において取得された前記無線信号はデジタル化され、

前記工程 b) から工程 d) はデジタル信号処理手段によってデジタル領域で実行されることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記復調及び再構成は、デジタル信号処理手段によってデジタル領域で実行されることを特徴とする請求項 4 に記載の方法。 40

【請求項 10】

無線通信システムの、受信手段と、複数の遠隔無線通信ユニットによって送信される無線通信信号を適応的に受信する複数の分離されている指向性アンテナ要素を有しているアンテナ手段とを有した無線アクセスユニットによって受信される無線通信信号の干渉除去を行う信号処理デバイスであって、

前記複数のアンテナ要素夫々によって受信される無線信号を保存する第 1 のメモリと、受信信号強度に従って、無線通信ユニットを整列させる手段と、

前記第 1 のメモリに保存された無線信号から受信信号強度が強い無線通信ユニットから 50

弱い無線通信ユニットの順に無線信号を取り出すために、各無線通信ユニットの無線信号を最適に選択するための各重み付け因子を決定する手段と、

前記各無線通信ユニットの各無線信号を備えるために、前記各重み付け因子で前記保存された無線信号を重み付けする手段と、

前記各無線信号から、前記各重み付け因子により重み付けされた無線通信ユニットの以前に決定された修正された無線信号を減算して、各修正された無線信号を備える手段と、

前記各修正された無線信号を復調する手段とを有することを特徴とする信号処理デバイス。

【請求項 1 1】

前記各重み付け因子を決定する手段は、前記複数の分離されている指向性アンテナ要素でアンテナパターンを形成するよう構成されることを特徴とする請求項 1 0 に記載の信号処理デバイス。

10

【請求項 1 2】

前記各重み付け因子を決定する手段は、各無線通信ユニットの無線信号を最適に選択し、それ以外の無線通信ユニットに対応する無線信号を最適に抑圧するように選択されるよう構成されることを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 に記載の信号処理デバイス。

【請求項 1 3】

前記保存された無線信号の信号強度を測定する手段と、

前記受信信号強度の降順に並べられた無線信号を処理する制御手段とをさらに有することを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の信号処理デバイス。

20

【請求項 1 4】

前記復調された信号を保存する第 2 のメモリと、

前記復調信号を再構成して、前記重み付けする手段による重み付けのために前記修正された無線信号を備える手段とをさらに有することを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の信号処理デバイス。

【請求項 1 5】

注目する無線通信ユニットに対応して修正された無線信号が一度与えられるか、或いは修正された各無線信号を備える連続的な繰り返しの間に、前記干渉除去が設定値未満に降下するまでか、或いは

設定期間が経過後に、

信号処理を停止させることを含む停止基準に従って、前記信号処理を停止するよう構成される手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の信号処理デバイス。

30

【請求項 1 6】

前記保存された無線信号をデジタル化するアナログ／デジタル変換器をさらに有し、

前記信号処理の手段は、デジタル信号処理手段であることを特徴とする請求項 1 5 に記載の信号処理デバイス。

【請求項 1 7】

前記復調手段及び再構成手段は、デジタル信号処理によってデジタル領域で実行されることを特徴とする請求項 1 4 に記載の信号処理デバイス。

40

【請求項 1 8】

複数の遠隔無線通信ユニットと少なくとも一つの無線アクセスユニットとを有する無線通信システムで用いられる無線アクセスユニットであって、

前記無線アクセスユニットは、

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の方法を実行するために請求項 1 0 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載のデバイスを有することを特徴とする無線アクセスユニット。

【請求項 1 9】

複数の遠隔無線通信ユニットと請求項 1 8 に記載の少なくとも一つの無線アクセスユニットとを有することを特徴とする無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的に無線通信システムに関し、都国、無線通信システムの無線アクセスユニットまたは基地局での干渉除去をするための信号処理に関する。

【背景技術】

【0002】

最近数10年間における無線技術とVLSI（超大規模集積）技術の発展は消費者のアプリケーションにおいて、無線通信の広い使用を助長してきた。携帯無線機器、移動無線通信ユニットなどのような携帯デバイスは、受容可能なコスト、大きさ、電力消費で今や生産することができる。

10

【0003】

消費者市場に対する無線電話通信は、70、80年代に改良され最適化されたアナログ技術に基づいて、警察及び救急サービスから派生したセルラ電話システムと共に始まった。これら初期のアナログ電話システムの例は、頭文字をとった略語で言えば、NMTやTACSにより示すことができる。

【0004】

典型的にセルラ通信システムは、複数の移動体または携帯無線ユニットと、複数の無線アクセスユニットまたは基地局を含んでいる。各アクセスユニットは、通信セルと呼ばれ、特定の無線アクセスユニットの運用範囲によって定義される地理的に限定された領域に多くの無線通信チャネルを提供する。この無線アクセスユニットは、無線交換局（RE）
或いは移動体電話交換局（MTSO）と呼ばれる中央インタフェースユニットに接続される。REまたはMTSOは、移動無線ユーザとランドライン加入者との間の呼を完結するために公衆回線電話ネットワーク（PSTN）或いは統合サービスデジタルネットワーク（ISDN）に接続される。移動体無線ユーザの呼は、そのユーザが無線通信システムのカバレッジ領域において移動する間、一つのセルから他の一つのセルにハンドオーバーされる。

20

【0005】

セルラ移動電話の使用は、略語でGSM、D-AMPS（US-TDMA或いはIS-136）、IS-95、PDCとして知られたデジタル技術に基づいた移動電話システムの導入で実質的に90年代に始まった。EDGEのようなGSMの拡張（これはまたD-AMPSにも適用される）が導入されてデジタルエアインタフェースにおけるデータ速度が改善された。

30

【0006】

一般的に、アナログシステムは第1世代を指し、一方、デジタルシステムは第2世代を指している。最近、より広帯域の送信帯域の特徴を有し、略語でUMTS、IMT-2000、CDMA2000と称されている第3世代セルラ通信システムが開発された。

【0007】

多様なシステムを展開する間に、システム容量を増加させるために膨大な作業が行われた。認可されたRFスペクトラムが使われるので、運用者がMHz帯域当たりより多いユーザを収容すればするほど、その運用者は自分の貴重で希少な資源をより効率的に使うことができ、自分の収入を増やすことができる。

40

【0008】

送信容量を増加させることとして知られている方法は、指向性アンテナを適用することである。初期無線通信システムはセクタ化技術を既に適用しており、その場合、通信セルは60°或いは120°のセグメントに分割され、各セグメントは、指向性アンテナのビームによってカバーされる。原理的に、これはセル分離に関することであり、付加的な無線アクセスサイトの建設がないという長所を有している。即ち、通信セルの一つの無指向性アンテナは、等しいサイトに設置される6個または3個の指向性アンテナにより置換される。

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

更に先進的なシステムでは、移動ユーザに向けてアンテナのビームを調整することができる適応型またはスマートアンテナを有する無線アクセスユニットを使用する。移動無線ユーザが移動するので、移動通信ユーザに向けたビームポインティングを維持するように追跡技術が応用される。所望のユーザに対してビームをポインティングするのに加えて、干渉するユーザに向けてはヌル (null) が向けられて、信号はアンテナのダイアグラムによって大きく抑圧されるようにできる。しかしながら、所望の信号と干渉信号との間の到達角がより小さい時、最適のセッティングを見出すことができない。

【0010】

10

また、他のセルラ通信システムにおいて、より膨大な使用は適応型アンテナでなされている。セルラ通話システムの容量は、空間分割多重接続 (SDMA) を適用することで改善する。SDMAでは、通信チャネルは固定された地理的な領域によって形成される。すなわち、信号はただその領域から到達する。

【0011】

先進的なセルラシステムでは、適応型アンテナが用いられ、そのアンテナパターンは動的に更新されて、サービス領域をダイナミックに定義することができる。この場合、地理的な領域は固定されず、基地局の位置に相対的な移動体ユーザの位置に依存する。

【0012】

容量を増加させるために適用される他のメカニズムは、結合 (joint) 復調を有する。所望の信号を復調する間に干渉を復調し、これを考慮することで、復調は大きく改善する。システムはより低い信号対雑音比 (SNR) で動作させることができるので、システム容量は増加する。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

発明の要約

本発明の目的は、無線通信システムの干渉除去を改善することにより、結合復調が適応型アンテナを使う無線アクセスユニットに適用される。

【0014】

本発明を第1の側面からみれば、無線通信システムの、無線アクセスユニットによって受信される無線通信信号の干渉除去方法が備えられる。そのアンテナ手段は、複数の遠隔無線通信ユニットによって送信される無線通信信号を適応的に受信する複数の分離されている指向性アンテナ要素を有している。その方法は、

30

a) 前記複数のアンテナ要素夫々によって受信される無線信号を取得する工程と、

b) 前記工程 a) において取得された前記無線信号の中で、第1無線通信ユニットの無線信号を最適に選択するための第1の重み付け因子を決定する工程と、

c) 前記第1無線通信ユニットの第1無線信号を備えるため、前記第1の重み付け因子により前記工程 a) において取得された前記無線信号を重み付けする工程と、

d) 前記工程 a) において取得された前記無線信号の中で、第2無線通信ユニットの無線信号を最適に選択するための第2の重み付け因子を決定する工程と、

40

e) 前記第2無線通信ユニットの第2無線信号を備えるため、前記第2の重み付け因子で前記工程 a) において取得された無線信号を重み付けする工程と、

f) 前記工程 e) において備えられた前記第2無線信号から、前記工程 c) において前記第1の重み付け因子により重み付けされた前記第1無線信号を減算して、修正された第2無線信号を備える工程と、

g) 更なる無線通信ユニットに対して更なる重み付け因子を決定し、前記更なる通信ユニットの更なる無線信号を備え、前記更なる重み付け因子により重み付けされた以前に取得された修正された無線信号を前記更なる無線信号から減算する度ごとに修正された更なる無線信号を備えることにより、停止基準を満たすまで、前記 d) 工程から前記工程 f) を繰り返す工程を有する。

50

【0015】

本発明、全ての受信信号から干渉信号を連続的に除去することに基づくので、減算キャンセルとも言われる。本発明によれば、複数のアンテナ要素によって受信された無線信号の中で、第1無線通信ユニットに対応する第1無線信号は、第1無線通信ユニットに関係した第1の重み付け因子を用いて決定される。

【0016】

次に、第2無線通信ユニットの無線信号は、第2無線通信ユニットと関係した第2の重み付け因子を用いて与えられる。しかしながら、第1無線信号は知られているから、第2無線信号に干渉信号として含まれている第1無線信号の一部分は、第2の重み付け因子で第1無線信号に重み付けして、第2無線信号から重み付けされた結果を減算することで、第2無線信号から除去され、その結果、修正された第2無線信号を得ることができる。

10

【0017】

全ての受信信号から第3無線信号を得るために第3の重み付け因子を用いて第3無線通信ユニットに対して工程を繰り返すことで、第3無線信号に干渉信号として含まれている第1及び第2無線信号の一部分は、第3の重み付け因子を用いて第1無線信号及び修正された第2無線信号に重み付けして、第3無線信号から重み付けされた結果を減算することにより、修正された第3無線信号などを残すことができる。上述の工程は、停止基準が満たす時まで繰り返される。

【0018】

本発明の他の実施例によれば、前記停止基準は、注目する無線通信ユニットに対応して修正された無線信号が一度与えられれば、工程g)を停止することを含む。

20

【0019】

しかしながら、十分な信号処理容量と処理時間との内、少なくともいずれかが利用可能であれば、本発明のさらに他の実施例によれば、前記停止基準は、工程g)の連続的な繰り返しの間に、前記第1、第2、及び更なる無線信号の干渉除去が設定値の未満に降下するまで、前記第1、第2、及び更なる無線通信ユニットに対して、工程g)の繰り返しを行うことを含む。

【0020】

即ち、設定された信号品質基準或いは値によって決定された改善或いは大幅な改善が見出されなくなるまで、第1の重み付け因子によって適切に重み付けされた全ての他の無線信号の干渉部分を減算して修正された第1無線信号を備えることを含む信号処理が数回、反復される。適切な性能品質及び値は、当業者に知られており、処理される信号の特性に依存するかもしれない。

30

【0021】

本発明のさらに他の実施例によれば、前記停止基準は、設定時間の間に工程g)を繰り返すことを含む。この方法は以前に開示された停止方法と組み合わせて用いることができ、例えば、厳格な時間遅延基準が満たされなければならない音声信号を処理する間に有用である。

【0022】

本発明の実施例によれば、前記重み付け因子は、前記複数の分離された指向性アンテナ要素で概念的なアンテナパターンを形成することにより決定される。即ち、アンテナパターンが各無線通信ユニットにポイントングし、或いはその無線通信ユニットが位置した地理的な領域をカバーしながら形成されるように重み付け因子は設定される。なお、アンテナ構成を制御することにより、“機械的”または実際のビーム形成が、各無線通信ユニットの無線信号を選択的に受信するために実行されることはない。

40

【0023】

本発明の実施例によれば、前記重み付け因子は、各無線通信ユニットの無線信号を最適に選択し、その他の無線通信ユニットに対応する無線信号を最適に抑圧するように選択される。アンテナの観点からすると、メインビームが各無線通信ユニットに向けてポイントングし、他の無線通信ユニットの無線信号は出来る限り抑圧されるように（ヌル（null

50

）操作）アンテナパターンは構成される。

【0024】

本発明の好適な実施例によれば、工程 a) において取得された無線信号は、受信信号強度に従って、一番強いものから一番弱いものの順に整列され、前記第 1、第 2、及び更なる無線通信ユニットは、受信信号強度の降順に選択される。即ち、適用が可能だったら、まず、1 番目に強い無線信号が考慮され、その次に 2 番目に強い無線信号が、最後に、一番弱い無線信号が考慮される。

【0025】

当業者であれば、一般に、最も強度の高い無線信号は全ての他の無線信号において最も大きな干渉を与えることを認識するであろう。この干渉源をまず除去することにより、第 1 の顕著な改善が達成される。さらに、もし適用可能であるなら、それ程顕著ではない改善が次の反復工程において備えられる。

【0026】

本発明のさらに他の実施例によれば、前記第 1、第 2、及び更なる修正された無線信号は夫々、第 1、第 2、及び更なる復調信号へと復調され、記憶手段に保存される。その修正された無線信号を与えるために、その復調信号は対応する無線信号と再構成され、前記修正された無線信号を与えるために、各重み付け因子によって重み付けされ、各無線信号から減算される。この実施例の利点は、各修正された無線信号が保存される必要はなく、ともかく通信のためには復調信号が用いられる。

【0027】

本発明に従う方法は、デジタル領域で都合良く実施することができる。その場合、工程 a) において取得された無線信号はデジタル化され、工程 b) から工程 d) はデジタル信号処理手段によってデジタル領域で実行される。また、復調と再構成も、デジタル信号処理手段によってデジタル領域で有利に実行される。

【0028】

本発明をさらに別の側面から見ると、無線通信システムの無線アクセスユニットによって受信される無線通信信号の干渉除去を行う信号処理デバイスを備える。ここで、その無線アクセスユニットは、受信手段とアンテナ手段とを有しており、そのアンテナ手段は、複数の遠隔無線通信ユニットによって送信される無線通信信号を適応的に受信する複数の分離されている指向性アンテナ要素を有している。そのデバイスは、

前記複数のアンテナ要素夫々によって受信される無線信号を保存する手段と、

前記保存された無線信号の中で、各無線通信ユニットの無線信号を最適に選択するための各重み付け因子を決定する手段と、

前記各無線通信ユニットの各無線信号を備えるために、前記各重み付け因子で前記保存された無線信号を重み付けする手段と、

前記各無線信号から、前記各重み付け因子により重み付けされた無線通信ユニットの以前に決定された修正された無線信号を減算して、各修正された無線信号を備える手段とを有することを特徴とする。

【0029】

本発明の更なる実施例によれば、前記各重み付け因子を決定する手段は、前記複数の分離されている指向性アンテナ要素で概念的なアンテナパターンを形成するように構成される。好ましくは、前記各重み付け因子を決定する手段は、各無線通信ユニットの無線信号を最適に選択し、その他の無線通信ユニットに対応する無線信号を最適に抑圧するように構成される。

【0030】

本発明の好適な実施例によれば、このデバイスは、前記保存された無線信号の信号強度を測定する手段と、受信信号強度に従って、一番強いものから一番弱いものの順に前記保存された無線信号を整列させる手段と、受信信号強度の降順に整列された無線信号を処理する制御手段を有する。

【0031】

本発明の別の実施例では、このデバイスは、各修正された無線信号を復調する手段と、さらにこの復調信号を格納する手段と、その復調信号を再構成し、前記重み付けする手段による重み付けのために修正された無線信号を備える手段とを有する。

【0032】

信号処理を停止させる停止基準に従って信号処理を停止するために構成される手段は、注目する無線通信ユニットに対応して修正された無線信号が一度与えられるか、或いは修正された各無線信号を備える連続的な繰り返しの間に、前記干渉除去が設定値未満に低下するまでか、或いは設定期間が経過後に、信号処理を停止させるように構成されると良い。

10

【0033】

好ましくは、本発明の更に他の実施例によれば、前記信号処理デバイスは、前記保存された無線信号をデジタル化するためのアナログ／デジタル変換器を有し、その処理手段はデジタル信号処理手段である。もし適用可能であれば、復調手段及び再構成手段は、デジタル信号処理手段によってデジタル領域で実現されると都合が良い。

【0034】

本発明を第3の側面から見ると、複数の遠隔無線通信ユニットと少なくとも一つの無線アクセスユニットとを有する無線通信システムで用いられる無線アクセスユニットが備えられる。その無線アクセスユニットは、上述の信号処理デバイスを有する。

【0035】

本発明を第4の側面から見ると、本発明は無線通信システムに関し、そのシステムは、複数の遠隔無線通信ユニットと上述のような少なくとも一つの無線アクセスユニットとを有する。

20

【0036】

本発明の上記のような特徴及び利点については添付図面を参照して下記で説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

図1は、複数のセル12、13、14に対して無線カバレッジを提供する基地局または無線アクセスユニットサイト11（これはアンテナの形で記載されている）を有する典型的な従来のセルラ移動通信システム10を示す図である。無線カバレッジは、セル12、13、14夫々の斜線で示されている。システム10は120°セクタ化無線カバレッジシステムの一つの例である。自分の無線通信ユニットを有してセル12、13、14の内の一つで移動している移動体ユーザまたは加入者15、16は、無線アクセスユニット11と無線接続する。

30

【0038】

図2に示されているように、さらに進んだ無線システムでは移動ユーザ22に向けてアンテナビーム21を調整することができる適応型またはスマートアンテナを利用する。ユーザが移動するとき、移動ユーザ22に向けてポインティングしているアンテナビーム21を維持するように追跡技術が適用される。所望のユーザに対するアンテナビーム21をポインティングすることに加えて、ヌル(null)23、25が夫々、干渉しているユーザ24、26に向けるよう調整可能なので、これら信号はアンテナ特性によって大きく抑圧される。

40

【0039】

図3は適応アンテナ30の基本構造を示している。アンテナ30はL個の分離されている指向性アンテナ要素 31_k 、 $k=1, 2, \dots, L$ からなっている。これらアンテナ要素 31_k 、 $k=1, 2, \dots, L$ の出力はデジタル信号処理手段 32_k 、33にフィードされ、そこでは、複素重み g_k がアンテナ要素の無線信号 u_k に付けられている。複素重みパラメータ g_k の適切な選択によって、種々のアンテナパターンが設定され、そのパターンにより移動体ユーザの意図した無線通信ユニットからの信号を有利に扱い、干渉がある無線通信ユニットからの信号を抑圧するようにできる。L個の要素を有するアンテナ31は

50

ただ ($L-1$) の自由度を有するに過ぎない。アンテナのビームとヌルの総数は ($L-1$) に制限される。しかしながら、このような抑圧の結果は、このような干渉信号を完全に除去するに至ることはないかもしれない。加えて、所望の信号と干渉信号との間の到達角が小さい時、最適の設定を見出すことはできない。

【0040】

本発明によれば、結合復調によって干渉はさらに抑圧される。本発明の好適な実施例に従う連続的な干渉除去を説明するために、図4の構成を参照する。

【0041】

ユニット40はデジタル領域で信号処理を実行するための多様な手段を有するデジタル処理ユニットであり、それは、図5で開示されるように、無線通信システム50の無線アクセスユニット51内にまたは無線アクセスユニット51と共に位置している。なお、受信機、送信機、アンプ、フィルタ、ミキサ、アナログ／デジタル変換器などのようなRF領域での構成は具体的に示されていないが、当業者には認識されることができるよう、これらは当然に含まれているものである。

【0042】

例えば、図5に示されているように、4つのユーザがあるシナリオを仮定する。受信信号強度の測定手段43によって測定された受信信号強度に従って、一番強いものから一番弱いものの順に、無線アクセスユニットによって受信された受信信号強度に従って無線通信ユニット52_i、 $i=1, 2, 3, 4$ は整列されて番号が付けられている。最も信号が強いユーザ1は無線通信ユニット52₁を有し、2番目に信号が強いユーザ2は無線通信ユニット52₂を有しているなどである。そして、最も弱い信号を送信するユーザ4は、無線アクセスユニット50で示されているように、無線通信ユニット52₄を有している。1つの意図した移動体ユーザがある。例えば、それはユーザ3であり、無線通信ユニット52₃を有している。一方、ユーザ3と干渉しているユーザ1、2、4がある。測定手段43を分離する代りに、信号強度測定は制御手段49に適用されるか或いはそこで実施されても良い。

【0043】

まず、全てのアンテナ要素41_kの無線信号 u_k 、 $k=1, 2, \dots, L$ は信号記憶手段42に保存される。そして、アンテナ要素の無線信号 u_k は強いものから弱いものの順に、復調手段45によって連続的に復調される。次に、制御手段49によって、最も信号の強いユーザ1に対する重み付け因子 $g_k(1)$ が計算され、制御手段49によって信号重み付け手段44に与えられる。これら第1の重み付け因子 $g_k(1)$ はユーザ1に向けたメインビームを有し、他のユーザ2、3、4はできる限り抑圧される概念的なアンテナパターンを表現する。そして、アンテナ要素の無線信号 u_k は、信号重み付け手段44において第1の重み付け因子 $g_k(1)$ によって重み付けされ、その結果、第1無線通信ユニット52₁の第1無線信号 s_1 となる。

【0044】

ユーザ1に対して、今のところ減算手段46において減算控しなければならない信号はなく、ユーザ1の第1無線信号 s_1 は復調手段45によって復調される。ユーザ1に対する第1復調信号 d_1 はユニット40の出力39で与えられ、更なるメモリ手段48を有する信号再構成手段47に保存される。

【0045】

2番目に信号の強いユーザは、ユーザ2である。新しい第2の重み付け因子 $g_k(2)$ は制御ブロック49によって決定され、信号重み付け手段44に実装される。また、その重み付け因子は信号再構成手段47にフィードされる。これら第2の重み付け因子はユーザ2に向けたメインビームを有し、他のユーザ1、3、4はできる限り抑圧される概念的なアンテナパターンを表現する。そして、アンテナ要素の無線信号 u_k は、信号重み付け手段44において、第2の重み付け因子 $g_k(2)$ によって重み付けされ、その結果、第2無線通信ユニット52₂の第2無線信号 s_2 となる。

【0046】

しかしながら、信号再構成手段 47 は、再構成された第 1 復調無線信号 d_1 、即ち、第 1 無線信号 s_1 に第 2 の重み付け因子 $g_k(2)$ を適用することにより、第 2 の重み付け因子 $g_k(2)$ を使って、第 2 無線信号に対するユーザ 1 の影響がどれほどであるかを決定することができる。なお、第 1 無線信号 s_1 は更なるメモリ手段 48 から利用可能である。

【0047】

ユーザ 1 の影響は第 2 無線信号 s_2 から減算されて、その結果、減算手段 46 の出力で修正された第 2 無線信号 s'_2 となる。そして、“純粹となった”信号は復調手段 45 によって復調され、その結果、復調信号 d_2 となってユニット 40 の出力 39 に供給される。ユーザ 1 による干渉が除去されたので、ユーザ 2 の復調は今やより正確である。ユーザ 2 からの復調信号 d_2 は、信号再構成手段 47 の更なるメモリ手段 48 に保存される。

10

【0048】

次に、所望のユーザ 3 が考慮される。第 3 の重み付け因子 $g_k(3)$ が、ユーザ 3 に向けたメインビームを有し、他のユーザ 1、2、4 はできる限り抑圧される概念的なアンテナパターンを表現するように、適正な第 3 の重み付け因子が制御ブロック 49 によって決定され、信号重み付け手段 44 と信号再構成手段 47 とにフィードされる。信号重み付け手段 44 において、アンテナ構成 41_k の全ての信号はユーザ 3 を有利に扱うように重み付けされ、その結果、第 3 無線信号 s_3 が生成される。さて、ユーザ 1 と 2 の復調信号 d_1 と d_2 は、第 3 の重み付け因子 $g_k(3)$ を仮定して再構成される。除去されなければならない信号は、ユーザ 1、2 の再構成信号が累積されたものである。この干渉信号は全ての信号から除去され、その結果、修正された第 3 無線信号 s'_3 となり、復調手段 45 によって復調され、その結果、ユニット 40 の出力で意図された復調ユーザ信号 d_3 となる。

20

【0049】

図 6 a、図 6 b、及び図 6 c は、重み付け因子 $g_k(1)$ 、 $g_k(2)$ 、 $g_k(3)$ に対する効率的或いは概念的なアンテナパターン 53、54、55 が夫々、どのように見えるのかを図式的に示す図である。なお、図 6 a、図 6 b、図 6 c におけるパターンは物理的に実現されるのではなく、デジタル処理ユニット 40 における重み付け因子 $g_k(i)$ の設定によるものである。

【0050】

意図されたユーザ 3 の信号が復調されたので、処理はここで停止することができる。しかしながら、より正確な検出のために、その処理を続けることはできる。まず、（弱い干渉がある最後のユーザ 4 の信号は新しい重み付け因子 $g_k(4)$ を用いて、しかし他のことに対しては上述と同じ信号処理で復調することができる。そして、連続的な処理を全て再び始まることことができる。再び、重み付け因子 $g_k(1)$ が適用されるが、それは、復調処理後より正確な結果が得られたら、更新されても良い。しかし今、復調手段 45 によってユーザ 1 の信号が復調される前に、（弱い干渉がある）ユーザ 2、3、4 の影響は除去され、ユーザ 1 の信号により良い推定信号を与えることができる。この処理はユーザ 1、3、4 などからの影響を除去しながらユーザ 2 に対して続けることができる。この手順は、もはや知覚可能な改善が示されない時まで数回に反復することができる。

30

【0051】

上述のように本発明に従う SDMA に関する減算キャンセレーションの全体的な手順は図 7 のフローチャート 60 により図示されている。正常な処理フローは上から下へと進む。ここで、N 個のユーザを仮定する。

40

【0052】

まず、ブロック 61 では、取得された無線信号が強いものから弱いものの順に並べられる。利用可能であれば、移動体無線通信の追跡に関する新しいアンテナデータがブロック 62 で得られる。最も信号が強いユーザ、即ち、ユーザ $i = 1$ に対して、ブロック 63 では、初めに第 1 の重み付け因子 $g_k(1)$ が取り出され、ブロック 64 で得られたアンテナ信号に適用され、その結果、第 1 無線信号 s_1 となる。この第 1 無線信号は直接復調されて、 d_1 となり、これがブロック 67 で保存される。これは初期的には修正のための利用可能な信号がないからである。

50

【0053】

次に、ブロック69で、 $i = (i + 1) \bmod N$ を計算し、その結果は $i = 2$ となり、ブロック64における工程は、第2の重み付け因子 $g_k(2)$ を用いてユーザ2に適用され、その結果、第2無線信号 s_2 が生成される。さて、ブロック65では、復調された第1無線信号 d_1 が、第2無線信号 s_2 からの減算のために、再構成され、第2の重み付け因子により重み付けされる。この結果、第2ユーザ或いは第2無線通信ユニットに対する修正された第2無線信号 s'_2 となる。修正された第2無線信号 s'_2 はブロック67で復調され、復調された第2信号 d_2 が備えられ、これが保存される。

【0054】

ブロック68では、“停止”に対する条件が満たす時まで、 $i = 3, \dots, N$ に対して処理は続いて行われる。これらの条件とはとりわけ、

所望のユーザ信号が一度復調されたとか、

所望のユーザが十分な精度で検出されたとか、

反復処理を継続させるための処理時間が切れたとかである。

【0055】

これは全て、入力メモリ42(図4を参照)に保存された信号に対して“オフライン”で実行されるデジタル信号処理であることに気づかれない。高速プロセッサを用いることで、これは全て高速に実行できる。一度復調された処理信号の一部分は、シンボル、シンボルのシーケンス、全フレーム、或いは無線信号の数多くのフレームである。

【0056】

上述の第1、第2、及び更なる修正された無線信号は復調手段45によって復調されるが、この復調工程は本発明を適用するための信号処理ユニット40で必ずしも実行される必要はない。重み付けされた無線信号を保存する時、再構成手段は省略することができるかもしれない、修正された信号 s'_i は更なるメモリ手段48に直接に保存される。

【0057】

当業者であれば、上記に開示されているような、再構成を行うデジタル信号処理手段、重み付け因子を選択する復調及び制御手段をどのように構築したり、或いはプログラムするかに関しては理解している。従って、本発明の適切な理解のための、これ以上の詳細な説明は必要はない。

【0058】

本発明は多くのタイプの無線通信システムに使用でき、上記開示された好適な実施例により限定されるものではない。上記に開示されたように、当業者であれば、本発明の精神を逸脱することなく、本発明の工程や手段の一部を変更し、改善し、置換することができる。このような全ての変更、改善、近いは請求の範囲に含まれると解釈される。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】 120° セグメントをカバーする固定指向性アンテナを用いた従来のセクタ化システムを概略的かつ例示的に示す図である。

【図2】適応型アンテナを用いた従来のビーム調整方法を概略的かつ例示的に示す図である。

【図3】アンテナ重み付けを用いた適応型アンテナの従来技術を概略的かつ例示的に示す図である。

【図4】本発明に従う信号処理デバイスの実施例を概略的かつ例示的に示す図である。

【図5】本発明に従って構成された、1つの無線アクセスユニット或いは基地局、及び4つの無線通信ユニット或いは移動体ユーザを有した無線通信システムの例を概略的かつ例示的に示す図である。

【図6a】、

【図6b】、

【図6c】図5のシステムにおける各無線通信ユニットに対して選択された重み付け因子

10

20

30

40

50

に対応するアンテナパターンを概略的かつ例示的に示す図である。

【図 7】 本発明に従う干渉除去方法の好適な実施例のフローチャートである。

【図 1】

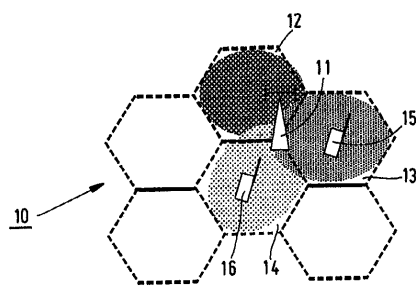


FIG. 1

【図 2】

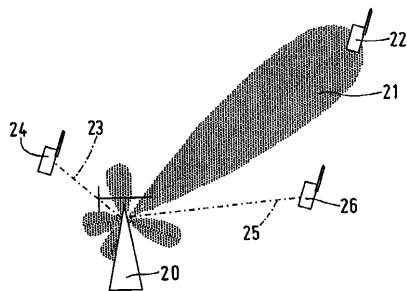


FIG. 2

【図 3】

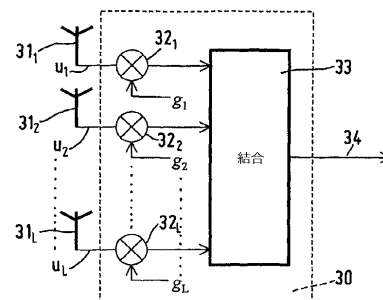


FIG. 3

【図 4】

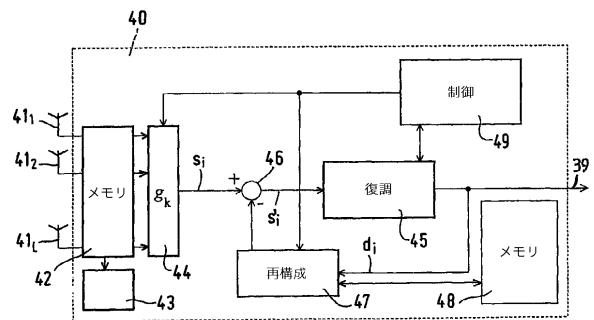


FIG. 4

【図 5】

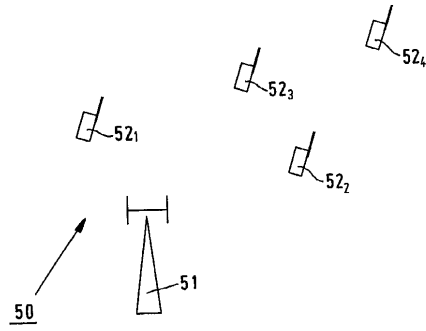


FIG. 5

【図 6 a】

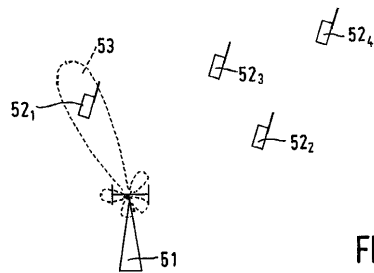


FIG. 6a

【図 6 b】

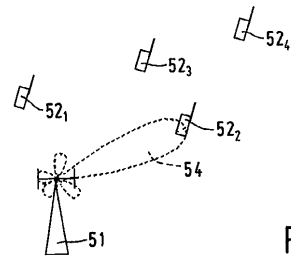


FIG. 6b

【図 6 c】

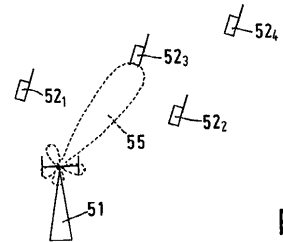


FIG. 6c

【図 7】

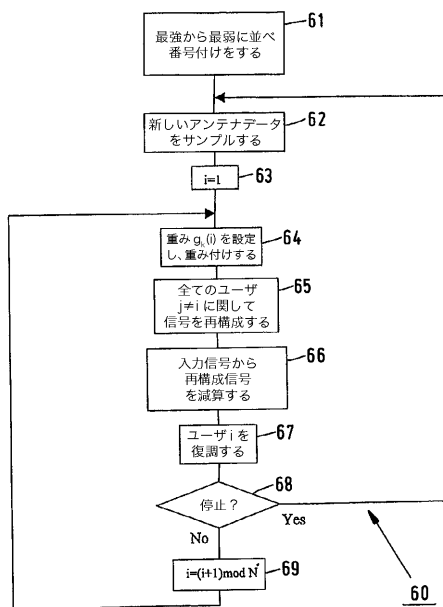


FIG. 7

フロントページの続き

(72)発明者 ハートセン, ヤコブス, コーネリス
オランダ国 ハーデンベルグ エヌエルー 7 7 7 2 ビージー, ブルクテルヴェグ 8 1

審査官 丹治 彰

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

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
H04B 7/02-7/12
H01Q 3/26