

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4203529号  
(P4203529)

(45) 発行日 平成21年1月7日(2009.1.7)

(24) 登録日 平成20年10月17日(2008.10.17)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4W	16/28	(2009.01)	HO4Q	7/00	236
HO1Q	3/26	(2006.01)	HO4Q	7/00	233
HO4J	99/00	(2009.01)	HO1Q	3/26	C
			HO4J	15/00	

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-308076 (P2007-308076)	(73) 特許権者	000006633
(22) 出願日	平成19年11月28日(2007.11.28)		京セラ株式会社
(62) 分割の表示	特願2002-345551 (P2002-345551)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
	の分割	(72) 発明者	横田 知好
原出願日	平成14年11月28日(2002.11.28)		神奈川県横浜市都筑区加賀原2丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2008-136217 (P2008-136217A)		京セラ株式会社横浜事業所内
(43) 公開日	平成20年6月12日(2008.6.12)		
審査請求日	平成19年12月4日(2007.12.4)	審査官	富田 高史

(56) 参考文献 特開2000-106539 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線装置およびアンテナ指向性制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のアンテナからなるアレーアンテナと、前記アレーアンテナの指向性を制御するアダプティブビームフォーミングおよびアダプティブマルチスティアリングにより複数の端末毎に個別の放射パターンの送信ビームを形成する制御を行う制御手段とを備え、SDMA方式により前記各端末との間で無線通信する無線装置において、

前記制御手段は、前記各端末のCIR (Carrier to Interference Ratio) 値が当該各端末のQOS (Quality Of Service) を良好に保つために必要な値以上になるように、前記各アンテナに対応する重み係数からなる端末個別の送信重みベクトルを算出し、

前記端末毎に、前記算出された送信重みベクトルに対して同じ値を乗算し、

前記乗算する値が、前記各端末の前記重み係数の絶対値を前記アンテナ毎に加算した加算値のうち、最大の値である、ことを特徴とする無線装置。

【請求項2】

複数のアンテナからなるアレーアンテナを備え、前記アレーアンテナの指向性を制御するアダプティブビームフォーミングおよびアダプティブマルチスティアリングにより複数の端末毎に個別の放射パターンの送信ビームを形成してSDMA方式により前記各端末との間で無線通信する無線装置におけるアンテナ指向性制御方法であって、

前記各端末のCIR (Carrier to Interference Ratio) 値が当該各端末のQOS (Quality Of Service) を良好に保つために必要な値以上になるように、前記各アンテナに対応する重み係数からなる端末個別の送信重みベクトルを算出する過程と、

10

20

前記端末毎に、前記算出された送信重みベクトルに対して同じ値を乗算する過程と、を含み、

前記乗算する値が、前記各端末の前記重み係数の絶対値を前記アンテナ毎に加算した加算値のうち、最大の値である、ことを特徴とするアンテナ指向性制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空間分割多重（SDMA；Spatial Division Multiple Access）方式の無線装置およびアンテナ指向性制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のSDMA無線通信システムは、無線基地局にアダプティブアレイアンテナ（以下、AAA（Adaptive Array Antenna）という）を備え、ユーザ端末（以下、端末という）毎に指向性の異なる放射パターンの送信ビームを形成して同じ時間に複数の端末向けの電波を送信している。無線基地局は、ある端末の放射パターンを形成する際に、アダプティブビームフォーミング（Adaptive Beam Forming）により送信相手の端末の方向に指向性を持たせ、かつ、アダプティブヌルステアリング（Adaptive Null Steering）によりそれ以外の端末の方向にヌルを形成する。これにより、端末のCIR（Carrier to Interference Ratio）を一定値（例えば15dB）以上に保って通話品質を確保しつつ、同じ通話チャンネル（TCH）を複数の端末に割当て、チャンネルの利用効率を上げている。

【0003】

一般的に、無線基地局において、複数端末へのアンテナ毎の送信出力信号 $Y(t)$ は、入力信号ベクトル $X(t)$ と送信重みベクトル $W_{ij}$ の掛け算により、 $Y(t) = X(t) \times W_{ij}$ のように表すことができる。送信重みベクトル $W$ は、重み係数 $W_{ij}$ （ $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ）を要素とするベクトルである。

ここで、4本のアンテナからなる無線基地局において、2つのユーザ端末（以下、端末という）をSDMA通信方式によって空間多重する場合について考える。なお、一方の端末に対する送信重みベクトル $W_1(w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{14})$ 、他方の端末に対する送信重みベクトル $W_2(w_{21}, w_{22}, w_{23}, w_{24})$ とする。

各端末に対する重み係数は、AAAにおけるアルゴリズムでは式(1)で正規化される。

【数1】

$$\begin{aligned} |W_{11}|^2 + |W_{12}|^2 + |W_{13}|^2 + |W_{14}|^2 &= 1 \\ |W_{21}|^2 + |W_{22}|^2 + |W_{23}|^2 + |W_{24}|^2 &= 1 \quad \dots (1) \end{aligned}$$

【0004】

そして、送信重みベクトルがスケールされることにより、各アンテナからユーザ端末（以下、端末という）へ送信する電力が決定されるようになっている。スケールは、式(2)により行われる。

10

20

30

40

【数 2】

$$\sqrt{P[\text{mW}]} * \frac{(W_1, W_2, \dots, W_{n-1}, W_n)}{\left( \sum_{i=1}^n |W_i| \right)} \quad \dots (2)$$

10

【0005】

このようなスケーリングを行いつつ、複数のアンテナの指向性制御として、各端末からの受信信号強度に応じて、送信信号の指向性に加えて送信強度を制御する技術も報告されている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特許第3167682号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記従来技術の場合、アンテナ毎の指向性を制御するが、各端末に対する送信電力の効率化、CIRの安定化に問題があった。また、式(2)において、2つの端末に対する4本のアンテナ用の送信重みベクトルの比がW1(1/5, 2/5, 2/5, 4/5)、W2(5/6, 3/6, 1/6, 1/6)である場合、これをスケーリングすると、(1/9, 2/9, 2/9, 4/9)、(5/10, 3/10, 1/10, 1/10)で表される。各端末への送信電力は、Wの各成分の2乗の和に比例するので、各端末への送信電力は、端末毎に相当程度が異なることになる。これは、スケーリングの値が各端末ごとに異なることに起因する。このように異なるスケーリングファクタでスケーリングすると、SDMAにより多重する端末間で送信重みベクトルのバランスが崩れる。この結果、端末毎にCIRが変動してしまい、総合的な端末の通話品質が劣化するという問題がある。

20

30

【0007】

そこで、本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、SDMA通信方式において、各端末の送信重みベクトルを同じ値でスケーリングし、端末毎のCIRの変動をなくし、且つ、各端末へ供給される電力を最大化することができる無線装置およびアンテナ指向性制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1に記載の無線装置は、複数のアンテナからなるアレーアンテナと、前記アレーアンテナの指向性を制御するアダプティブビームフォーミングおよびアダプティブマルチビームフォーミングにより複数の端末毎に個別の放射パターンの送信ビームを形成する制御を行う制御手段とを備え、SDMA方式により前記各端末との間で無線通信する無線装置において、前記制御手段は、前記各端末のCIR(Carrier to Interference Ratio)値が当該各端末のQOS(Quality Of Service)を良好に保つために必要な値以上になるように、前記各アンテナに対応する重み係数からなる端末個別の送信重みベクトルを算出し、前記端末毎に、前記算出された送信重みベクトルに対して同じ値を乗算し(前記算出された送信重みベクトルを同じ値でスケーリングし)、前記乗算する値が、前記各端末の前記重み係数の絶対値を前記アンテナ毎に加算した加算値のうち、最大の値である、ことを特徴とする。

40

【0009】

このように、各端末の重み係数からなる各端末の送信重みベクトルを同じ値でスケーリ

50

ングすることにより、各端末のC I Rを全体として安定化させ、各端末毎のC I Rの変動をなくすることができる。これにより、S D M A通信方式で空間多重している複数の端末の通話品質を安定させることができる。

【0010】

また、各端末の重み係数の絶対値をアンテナ毎に加算し、これら加算値のうち最大の値により各端末の送信重みベクトルをスケールリングすることにより、各端末のC I Rをより全体として安定化させることができる。

【0011】

請求項2に記載のアンテナ指向性制御方法は、複数のアンテナからなるアレーアンテナを備え、前記アレーアンテナの指向性を制御するアダプティブビームフォーミングおよびアダプティブマルチスティアリングにより複数の端末毎に個別の放射パターンの送信ビームを形成してS D M A方式により前記各端末との間で無線通信する無線装置におけるアンテナ指向性制御方法であって、前記各端末のC I R (Carrier to Interference Ratio) 値が当該各端末のQ O S (Quality Of Service) を良好に保つために必要な値以上になるように、前記各アンテナに対応する重み係数からなる端末個別の送信重みベクトルを算出する過程と、前記端末毎に、前記算出された送信重みベクトルに対して同じ値を乗算する過程と、を含み、前記乗算する値が、前記各端末の前記重み係数の絶対値を前記アンテナ毎に加算した加算値のうち、最大の値である、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、各アンテナに対応する重み係数からなる端末個別の送信重みベクトルを算出し、各端末の重み係数の絶対値をアンテナ毎に加算し、これら加算値のうち最大の値により各端末の送信重みベクトルをスケールリングすることにより、C I Rの変動をなくし、安定させることができる。また、端末へ供給される電力を最大化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の無線装置およびアンテナ指向性制御方法の好適な実施形態について図1を参照して詳細に説明する。

図1は、本実施の形態に係る無線基地局装置（無線装置）100の構成を示すブロック図である。この図1に示す無線基地局装置（以下、単に無線基地局という）100は、端末との間でデジタル無線通信を行うP H S（登録商標）基地局である。なお、本実施の形態では、説明の便宜上、4本のアンテナで2台の端末とS D M A方式で多重通信する場合を例に挙げて説明するが、3台以上の端末をS D M A方式で多重通信する場合にも同様に適用可能である。

【0014】

図1において、無線基地局100は、4つのアンテナA N T 1 ~ A N T 4からなるアレーアンテナを備え、これらアンテナA N T 1 ~ 4が送受信切り替えスイッチ2に接続されている。送受信切り替えスイッチ2は、これらアンテナA N T 1 ~ A N T 4を時分割で制御して送信と受信との切り替え制御を行っている。無線部4は、第1 ~ 第4の受信部6と、第1 ~ 第4の送信部8とを備え、第1 ~ 第4の受信部6はアンテナA N T 1 ~ 4に各々対応して設けられており、第1 ~ 第4の送信部8はアンテナA N T 1 ~ 4に各々対応して設けられている。第1 ~ 第4の受信部6および第1 ~ 第4の送信部8は、送受信切り替えスイッチ2を介してそれぞれアンテナA N T 1 ~ A N T 4に接続される。

【0015】

受信部6は、不図示のローノイズ増幅器とダウンコンバータとA / Dコンバータから構成されている。また、受信部6は、変復調部12に接続されている。受信部6では、自己に対応するアンテナで受信された信号がローノイズ増幅器を介してダウンコンバータに入力され、該ダウンコンバータ18の出力がA / Dコンバータでデジタル化されて変復調部12に出力される。

【0016】

10

20

30

40

50

送信部 8 は、二つの乗算器 # 1 \_\_ 1 0 , # 2 \_\_ 1 0 と、不図示の D / A コンバータとアップコンバータと電力増幅器から構成されている。また、送信部 8 は、変復調部 1 2 に接続されている。送信部 8 では、変復調部 1 2 から入力される二つの重み係数（複素数）が乗算器 # 1 \_\_ 1 0 , # 2 \_\_ 1 0 にそれぞれ設定される。乗算器 # 1 \_\_ 1 0 には、SDMA 方式で多重通信する 2 台の端末のうち、一方の端末用の放射パターンを形成するための重み係数が設定される。乗算器 # 1 \_\_ 1 0 は、設定された重み係数と当該端末に送信するデータを複素乗算して出力する。同様に、乗算器 # 2 \_\_ 1 0 には、もう一方の端末用の放射パターンを形成するための重み係数が設定され、乗算器 # 2 \_\_ 1 0 は、設定された重み係数と当該端末に送信するデータを複素乗算して出力する。これら乗算器 # 1 \_\_ 1 0 , # 2 \_\_ 1 0 の出力は合成された後、D / A コンバータによりアナログ化され、アップコンバータと電力増幅器を介して、自己に対応するアンテナから送信される。

10

## 【 0 0 1 7 】

変復調部 1 2 は、複数の CPU から構成されており、送受信データの変復調およびデジタル信号処理による位相制御を行っている。具体的には以下の 5 つの制御を行う。

## 【 0 0 1 8 】

( 1 ) 第 1 ~ 第 4 の受信部 6 それぞれの最終段で変換されたデジタル信号を、例えば D / U ( Desire / Undesire ; 希望波 / 妨害波 ) すなわち CIR 値が最大となるように合成し復調する。

## 【 0 0 1 9 】

( 2 ) アンテナ ANT 1 ~ ANT 4 での受信の各々の位相を算出して、送信時にはアンテナ端で同等の位相になるように制御する。これにより、通信を行う端末の方向に送信 / 受信とも指向性を持たせることができる。

20

## 【 0 0 2 0 】

( 3 ) 干渉波と遅延波の到来方向にヌル点を作ることによって抑圧する。

## 【 0 0 2 1 】

( 4 ) 4 本のアンテナ ANT 1 ~ ANT 4 に供給する信号の位相を制御することによって、任意の方向に指向性を持たせてビームを絞って送信することを可能とする。この位相制御は、上記第 1 ~ 第 4 の送信部 8 の乗算器 # 1 \_\_ 1 0 , # 2 \_\_ 1 0 にそれぞれ重み係数を設定することで行う。上述したように、乗算器 # 1 \_\_ 1 0 には SDMA 方式で多重通信する 2 台の端末のうち、一方の端末用の放射パターンを形成するための重み係数を設定し、乗算器 # 2 \_\_ 1 0 にはもう一方の端末用の放射パターンを形成するための重み係数を設定する。これにより、2 台の端末に対して、各々異なる重み付けが成された放射パターンの送信ビームにより、同時にデータを送信することができる。さらに、その重み係数の設定により、各々の送信ビームの放射パターンの任意の方向にヌルを形成することができる。

30

## 【 0 0 2 2 】

( 5 ) 周囲の基地局や通話中、あるいはデータ（通信）のやりとりをしている端末以外の端末に対して、下り方向に与える干渉を減少させる。

この変復調部 1 2 は制御部 1 4 に接続されている。

## 【 0 0 2 3 】

制御部 1 4 は、複数の CPU から構成され、無線基地局 1 0 0 全体の制御を行う。制御部 1 4 は、送信時の放射パターンを形成するための重み係数と受信時の放射パターンを形成するための重み係数をそれぞれ算出する機能と、空間分割多重するチャンネルを割当てる機能と、各端末からの受信信号係数ベクトル（Spatial Signature）を計算する機能と、その受信信号係数ベクトルの変化速度を計算する機能と、各端末からの受信強度（RSSI）を統計処理する機能と、スケールリングする機能などを有する。具体的には以下の 5 つの制御を行う。受信信号係数ベクトルは、端末の受信情報（振幅と位相）を表すものである。

40

## 【 0 0 2 4 】

( 1 ) 変復調部 1 2 に対して必要なパラメータおよびタイミングを指示し、変復調部 1

50

2 が受信したデータを処理する。このデータ受信処理において、受信エラーの検出を行う。また、空中に輻射すべき送信データを作成して変復調部 1 2 に渡す。

【 0 0 2 5 】

( 2 ) 端末からの受信信号係数ベクトルの変化速度を計算する。

【 0 0 2 6 】

( 3 ) 端末からの上りの受信強度について、端末間の相関係数を統計処理する。

【 0 0 2 7 】

( 4 ) 空間分割多重した場合の呼の Q O S ( Quality Of Service ) が、空間分割多重していない場合の呼の Q O S 相当になるように、空間分割多重するチャンネルの割当てを行う。

10

【 0 0 2 8 】

( 5 ) 2 台の端末に対して空間分割多重により同じ通話チャンネルを使用して通話を確立する場合は、端末の C I R 値が当該端末の Q O S を良好に保つために必要な値 ( 例えば 1 5 d B ) 以上になるように、各端末に対応する重み係数を計算する。

【 0 0 2 9 】

この制御部 1 4 は回線インタフェース部 1 5 に接続されている。

回線インタフェース部 1 6 は、 I S D N 回線等のデジタル通信回線に接続され、これとのインタフェースの処理を実行する。

上記変復調部 1 2 及び制御部 1 4 によって、アダプティブビームフォーミング機能およびアダプティブマルチスティアリング機能が実現される。

20

【 0 0 3 0 】

次に、制御部 1 4 による送信重みベクトルのスケーリングについて説明する。なお、ここでは 4 本のアンテナからなる無線基地局において、2つの端末を S D M A 通信方式によって空間多重する場合について考える。

【 0 0 3 1 】

制御部 1 4 は、正規化された各端末の送信重みベクトルを、式 ( 3 ) でスケーリングする。

【 数 3 】

$$P[mW] * \frac{(W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{14})}{\text{Max}(|W_{11}| + |W_{21}|, |W_{12}| + |W_{22}|, |W_{13}| + |W_{23}|, |W_{14}| + |W_{24}|)}$$

30

$$P[mW] * \frac{(W_{21}, W_{22}, W_{23}, W_{24})}{\text{Max}(|W_{11}| + |W_{21}|, |W_{12}| + |W_{22}|, |W_{13}| + |W_{23}|, |W_{14}| + |W_{24}|)}$$

... (3)

【 0 0 3 2 】

例えば、式 ( 3 ) において、4本のアンテナ A N T 1 ~ A N T 4 からの各端末に対する送信重みベクトルの比が1つの端末に対する送信重みベクトル W 1 ( w 1 1 , w 1 2 , w 1 3 , w 1 4 ) = ( 1 / 5 , 2 / 5 , 2 / 5 , 4 / 5 )、W 2 ( w 2 1 , w 2 2 , w 2 3 , w 2 4 ) = ( 5 / 6 , 3 / 6 , 1 / 6 , 1 / 6 ) である場合、そのスケーリングファクターは「 3 0 / 3 1 」となる。これによりスケーリングすると送信重みベクトル W 1 の端末では ( ( 3 0 / 3 1 ) · ( 1 / 5 , 2 / 5 , 2 / 5 , 4 / 5 ) )、送信重みベクトル W 2 の端末では ( ( 3 0 / 3 1 ) · ( 5 / 6 , 3 / 6 , 1 / 6 , 1 / 6 ) ) で表される。このように、各端末について同じ値 (ここでは、「 3 0 / 3 1 」) でスケーリングすることにより、各端末への送信重みベクトルを同じ値でスケーリングしているので、結果として各端末の C I R の変動をなくすことができ、且つ、各端末へ届く電力を最大化することができる。

40

50

## 【 0 0 3 3 】

ここで、本実施の形態のシミュレーションによる C I R の変動について説明する。図 2 は、従来のスケーリングにおける各端末間の C I R 差を、図 3 は本発明のスケーリングにおける各端末間の C I R 差を示した図である。なお、各図において、縦軸は度数分布確率を、横軸は端末間の C I R 差を表している。図 2 に示すように従来のスケーリングでは、端末同士に C I R が + / - 5 d B の変動があることがわかる。一方、本発明によるスケーリングを行うと、図 3 に示すように 0 d B に相当することになり、端末同士で C I R の変動がないことがわかる。

## 【 0 0 3 4 】

このように、各アンテナに対応する重み係数からなる端末個別の送信重みベクトルを算出し、各端末の重み係数の絶対値をアンテナ毎に加算し、これら加算値のうち最大の値により各端末の送信重みベクトルをスケーリングすることにより、C I R の変動をなくし、安定させることができる。また、各端末に供給する電力を最大化することができる。これにより、S D M A 通信方式で空間多重している複数の端末の通話品質を安定させることができる。

10

## 【 0 0 3 5 】

以上、本発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 6 】

【 図 1 】 本実施の形態に係る無線基地局装置の構成を示したブロック図である。

【 図 2 】 従来のスケーリングにおける各端末間の C I R 差を示した図である。

【 図 3 】 本発明のスケーリングにおける各端末間の C I R 差を示した図である。

## 【 符号の説明 】

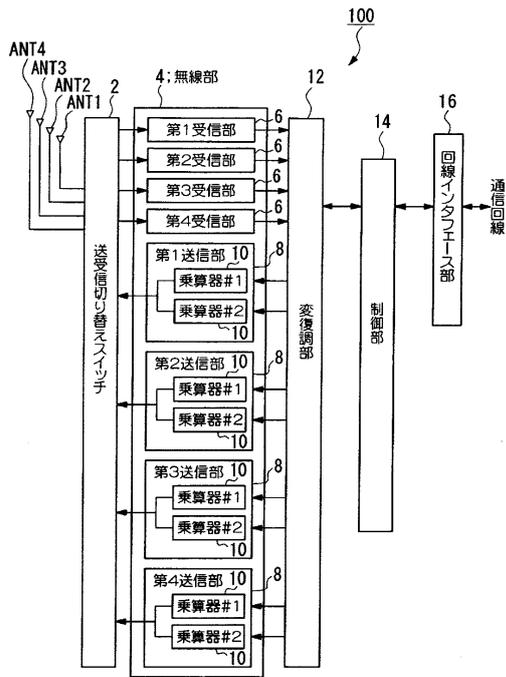
## 【 0 0 3 7 】

2 : 送受信切り替えスイッチ、	4 : 無線部、
6 : 受信部、	8 : 送信部、
10 : 乗算器、	12 : 変復調部、
14 : 制御部、	16 : 回線インタフェース部、
A N T 1 ~ A N T 4 : アンテナ、	100 : 無線基地局装置 (無線装置)。

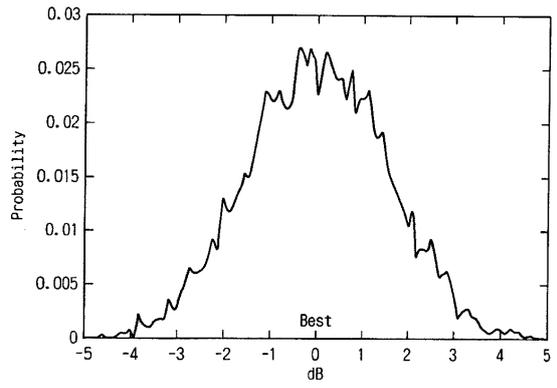
20

30

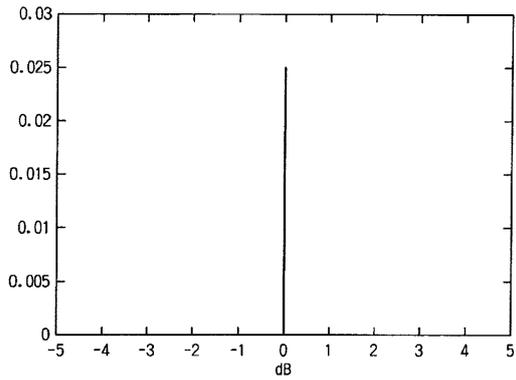
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q	3/00	-	3/46
	21/00	-	25/04
H04B	1/69	-	1/713
H04J	1/00	-	1/20
	4/00	-	13/06
	15/00		
H04L	5/00	-	5/12
H04Q	7/00	-	7/38