

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-289407
(P2004-289407A)

(43) 公開日 平成16年10月14日(2004.10.14)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO4B 7/08	HO4B 7/08 A	5J021
HO1Q 3/26	HO4B 7/08 D	5K059
HO4B 7/26	HO1Q 3/26 Z	5K067
	HO4B 7/26 B	
	HO4B 7/26 D	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-77916 (P2003-77916)
(22) 出願日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(71) 出願人 000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(74) 代理人 100064746
弁理士 深見 久郎
(74) 代理人 100085132
弁理士 森田 俊雄
(74) 代理人 100083703
弁理士 仲村 義平
(74) 代理人 100096781
弁理士 堀井 豊
(74) 代理人 100098316
弁理士 野田 久登
(74) 代理人 100109162
弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

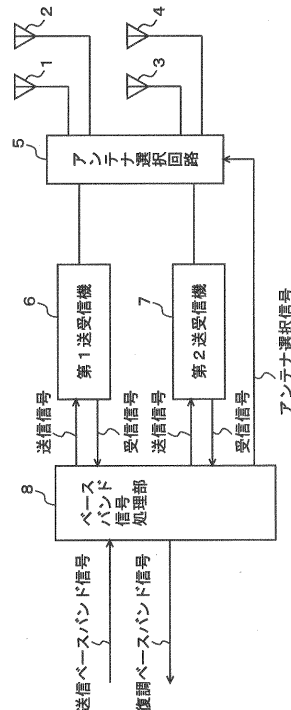
(54) 【発明の名称】 アダプティブアレイ無線装置、アンテナ選択方法およびアンテナ選択プログラム

(57) 【要約】

【課題】 装置規模の拡大を最小にしつつアダプティブアレイ受信性能の向上を図ったアダプティブアレイ無線装置、アンテナ選択方法、およびアンテナ選択プログラムを提供する。

【解決手段】 アダプティブアレイ端末において、アンテナ選択回路5により4本のアンテナ1~4のうち2本のアンテナが選択され、それぞれの受信信号が信号処理部8aでアダプティブアレイ受信処理に用いられるとともに、アンテナ相関値推定部8cでそれぞれの受信信号のアンテナ相関値が推定される。制御部8dは、アンテナ選択回路5を制御しながらアンテナ相関値が最低となる2本のアンテナの組合せを決定し、以後の通信を当該アンテナの組合せを用いて行なう。これにより、送受信機6,7を増設することなくアダプティブアレイ受信性能の向上を図ることができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

3 本以上のアンテナ群からなるアレイアンテナを有するアダプティブアレイ無線装置であって、

アンテナ選択信号に応じて、前記アンテナ群のうち 2 本のアンテナの組合せを選択するアンテナ選択手段と、

前記選択されたアンテナの組合せで受信された信号に所定の無線信号処理を施す信号受信手段と、

前記信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号にアダプティブアレイ受信処理を施して所望信号を抽出するアダプティブアレイ信号処理手段と、

前記アンテナ選択信号を制御して、前記アンテナ選択手段で選択される 2 本のアンテナの組合せを変更するアンテナ選択制御手段と、

前記アンテナ選択手段で選択された 2 本のアンテナの組合せごとに対応して、前記信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号のアンテナ相関値を推定して記録する相関値推定手段と、

前記アンテナ相関値が最低となる 2 本のアンテナの組合せを決定して前記アンテナ選択制御手段に選択させるアンテナ組合せ決定手段とを備えた、アダプティブアレイ無線装置。

10

【請求項 2】

前記アンテナ選択制御手段と、前記相関値推定手段と、前記アンテナ組合せ決定手段とは、前記アダプティブアレイ無線装置の通信開始時に、動作するように制御される、請求項 1 に記載のアダプティブアレイ無線装置。

20

【請求項 3】

前記アンテナ選択制御手段と、前記相関値推定手段と、前記アンテナ組合せ決定手段とは、前記アダプティブアレイ無線装置の通信途中に、動作するように制御される、請求項 1 に記載のアダプティブアレイ無線装置。

【請求項 4】

3 本以上のアンテナ群からなるアレイアンテナを有するアダプティブアレイ無線装置におけるアンテナ選択方法であって、前記アダプティブアレイ無線装置は、アンテナ選択信号に応じて、前記アンテナ群のうち 2 本のアンテナの組合せを選択するアンテナ選択手段と、前記選択されたアンテナの組合せで受信された信号に所定の無線信号処理を施す信号受信手段と、前記信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号にアダプティブアレイ受信処理を施して所望信号を抽出するアダプティブアレイ信号処理手段とを含み、

30

前記アンテナ選択方法は、

前記アンテナ選択信号を制御して、前記アンテナ選択手段で選択される 2 本のアンテナの組合せを変更するステップと、

前記アンテナ選択手段で選択された 2 本のアンテナの組合せごとに対応して、前記信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号のアンテナ相関値を推定して記録するステップと、

前記アンテナ相関値が最低となる 2 本のアンテナの組合せを決定して前記アンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとを備えた、アンテナ選択方法。

40

【請求項 5】

前記アンテナの組合せを変更するステップと、前記アンテナ相関値を推定して記録するステップと、前記アンテナの組合せを決定して前記アンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとは、前記アダプティブアレイ無線装置の通信開始時に、動作するように制御される、請求項 4 に記載のアンテナ選択方法。

【請求項 6】

前記アンテナの組合せを変更するステップと、前記アンテナ相関値を推定して記録するステップと、前記アンテナの組合せを決定して前記アンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとは、前記アダプティブアレイ無線装置の通信途中に、動作するように制御される、請求項 4 に記載のアンテナ選択方法。

50

【請求項 7】

3本以上のアンテナ群からなるアレイアンテナを有するアダプティブアレイ無線装置におけるアンテナ選択プログラムであって、前記アダプティブアレイ無線装置は、アンテナ選択信号に応じて、前記アンテナ群のうち2本のアンテナの組合せを選択するアンテナ選択手段と、前記選択されたアンテナの組合せで受信された信号に所定の無線信号処理を施す信号受信手段と、前記信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号にアダプティブアレイ受信処理を施して所望信号を抽出するアダプティブアレイ信号処理手段とを含み、前記アンテナ選択プログラムは、コンピュータに、

前記アンテナ選択信号を制御して、前記アンテナ選択手段で選択される2本のアンテナの組合せを変更するステップと、

前記アンテナ選択手段で選択された2本のアンテナの組合せごとに対応して、前記信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号のアンテナ相関値を推定して記録するステップと、

前記アンテナ相関値が最低となる2本のアンテナの組合せを決定して前記アンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとを実行させる、アンテナ選択プログラム。

10

【請求項 8】

前記アンテナの組合せを変更するステップと、前記アンテナ相関値を推定して記録するステップと、前記アンテナの組合せを決定して前記アンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとは、前記アダプティブアレイ無線装置の通信開始時に、コンピュータに実行させる、請求項7に記載のアンテナ選択プログラム。

20

【請求項 9】

前記アンテナの組合せを変更するステップと、前記アンテナ相関値を推定して記録するステップと、前記アンテナの組合せを決定して前記アンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとは、前記アダプティブアレイ無線装置の通信途中に、コンピュータに実行させる、請求項7に記載のアンテナ選択プログラム。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、アダプティブアレイ無線装置、アンテナ選択方法およびアンテナ選択プログラムに関し、特に、複数のアンテナからなるアレイアンテナを用いるアダプティブアレイ受信機能を搭載したアダプティブアレイ無線装置、およびそのようなアダプティブアレイ無線装置におけるアンテナ選択方法およびアンテナ選択プログラムに関する。

30

【0002】**【従来の技術】**

従来、たとえばPHS(Personal Handyphone System)のような移動体通信システムにおいては、移動端末装置(以下、端末)と、無線基地装置(以下、基地局)との間で無線通信が行なわれる。

【0003】

近年、基地局では、特定のユーザからの信号を複数のアンテナからなるアレイアンテナを用いて受信し、受信した複数系列の信号に周知のアダプティブアレイ処理を施すことにより当該ユーザからの受信信号を分離抽出するアダプティブアレイ基地局が実用化されている(非特許文献1および2を参照)。

40

【0004】

ここで、アダプティブアレイ処理とは、端末からの受信信号に基づいて、基地局の複数のアンテナごとの受信係数(ウェイト)からなるウェイトベクトルを推定して適応制御することによって、特定の端末からの信号を正確に抽出(合成)する周知の処理である。アダプティブアレイ処理は上記文献に詳細に開示されているように周知であるため、ここでは詳細な説明は行なわない。

【0005】

そして、最近では、基地局だけでなく、端末においてもこのようなアダプティブアレイ機

50

能を搭載したアダプティブアレイ端末が開発されつつある。

【0006】

このようなアダプティブアレイ基地局およびアダプティブアレイ端末のようなアダプティブアレイ無線装置では、複数のアンテナおよび対応する複数の送受信機が設けられ、それぞれのアンテナで受信した複数系列の信号が無線装置内部に取り込まれ、アダプティブアレイ処理が施されることになる。

【0007】

【非特許文献1】

飯沼敏範他著、「アダプティブアレイアンテナ方式PHS基地局」、「SANYO TECHNICAL REVIEW(三洋電機技報)」、三洋電機株式会社、2000年5月10日発行、第32巻、第1号、p.80-88

【0008】

【非特許文献2】

土居義晴他著、「空間分割多元接続方式PHS基地局」、「SANYO TECHNICAL REVIEW(三洋電機技報)」、三洋電機株式会社、2001年12月10日発行、第33巻、第3号、p.93-101

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

ところで基地局および端末のような無線装置においてアダプティブアレイ処理により所望信号の抽出を行なうためには、少なくとも2つのアンテナからの2系統の受信信号に対しアダプティブアレイ演算処理を施す必要がある。この場合、アダプティブアレイ処理の前段において、2つのアンテナで受信された2系統の無線信号の各々に対して周波数変換や増幅などの周知の無線処理を行なうために送受信機が必要であり、2系統の受信信号に対しては合計で2つの送受信機が必要となる。

【0010】

しかしながら、アダプティブアレイ受信処理による所望信号の抽出の精度を上げるためには、2系統に限らずより多くの系統の受信信号を用いたアダプティブアレイ演算処理を行なうことが望ましい。そのためには、2つよりもさらに多いアンテナが必要であり、これに伴い、各受信信号の系統ごとに設けられる送受信機の総数もより多く必要となる。

【0011】

しかしながら、基地局や端末のような無線装置においては、アンテナや送受信機の取り付けスペースや重量の点で、アンテナ数および送受信機数を無制限に増やすことは困難である。

【0012】

特に、アダプティブアレイ端末においては、小型軽量化が要求されること、アンテナの取り付け場所に厳しい制限を受けることから、アンテナおよび送受信機の増設はさらに困難である。

【0013】

それゆえに、この発明の目的は、アンテナおよび送受信機の増設を最小限に止めながらアダプティブアレイ受信の性能向上を図った、アダプティブアレイ無線装置、アンテナ選択方法およびアンテナ選択プログラムを提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】

この発明の1つの局面によれば、3本以上のアンテナ群からなるアレイアンテナを有するアダプティブアレイ無線装置であって、アンテナ選択手段と、信号受信手段と、アダプティブアレイ信号処理手段と、アンテナ選択制御手段と、相関値推定手段と、アンテナ組合せ決定手段とを備える。アンテナ選択手段は、アンテナ選択信号に応じて、アンテナ群のうち2本のアンテナの組合せを選択する。信号受信手段は、選択されたアンテナの組合せで受信された信号に所定の無線信号処理を施す。アダプティブアレイ信号処理手段は、信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号にアダプティブアレイ受信処理を施して

所望信号を抽出する。アンテナ選択制御手段は、アンテナ選択信号を制御して、アンテナ選択手段で選択される2本のアンテナの組合せを変更する。相関値推定手段は、アンテナ選択手段で選択された2本のアンテナの組合せごとに対応して、信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号のアンテナ相関値を推定して記録する。アンテナ組合せ決定手段は、アンテナ相関値が最低となる2本のアンテナの組合せを決定してアンテナ選択制御手段に選択させる。

【0015】

好ましくは、アンテナ選択制御手段と、相関値推定手段と、アンテナ組合せ決定手段とは、アダプティブアレイ無線装置の通信開始時に、動作するように制御される。

【0016】

好ましくは、アンテナ選択制御手段と、相関値推定手段と、アンテナ組合せ決定手段とは、アダプティブアレイ無線装置の通信途中に、動作するように制御される。

【0017】

この発明の他の局面によれば、3本以上のアンテナ群からなるアレイアンテナを有するアダプティブアレイ無線装置におけるアンテナ選択方法であって、アダプティブアレイ無線装置は、アンテナ選択信号に応じて、アンテナ群のうち2本のアンテナの組合せを選択するアンテナ選択手段と、選択されたアンテナの組合せで受信された信号に所定の無線信号処理を施す信号受信手段と、信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号にアダプティブアレイ受信処理を施して所望信号を抽出するアダプティブアレイ信号処理手段とを含む。アンテナ選択方法は、アンテナ選択信号を制御して、アンテナ選択手段で選択される2本のアンテナの組合せを変更するステップと、アンテナ選択手段で選択された2本のアンテナの組合せごとに対応して、信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号のアンテナ相関値を推定して記録するステップと、アンテナ相関値が最低となる2本のアンテナの組合せを決定してアンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとを備える。

【0018】

好ましくは、アンテナの組合せを変更するステップと、アンテナ相関値を推定して記録するステップと、アンテナの組合せを決定してアンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとは、アダプティブアレイ無線装置の通信開始時に、動作するように制御される。

【0019】

好ましくは、アンテナの組合せを変更するステップと、アンテナ相関値を推定して記録するステップと、アンテナの組合せを決定してアンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとは、アダプティブアレイ無線装置の通信途中に、動作するように制御される。

【0020】

この発明のさらに他の局面によれば、3本以上のアンテナ群からなるアレイアンテナを有するアダプティブアレイ無線装置におけるアンテナ選択プログラムであって、アダプティブアレイ無線装置は、アンテナ選択信号に応じて、アンテナ群のうち2本のアンテナの組合せを選択するアンテナ選択手段と、選択されたアンテナの組合せで受信された信号に所定の無線信号処理を施す信号受信手段と、信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号にアダプティブアレイ受信処理を施して所望信号を抽出するアダプティブアレイ信号処理手段とを含む。アンテナ選択プログラムは、コンピュータに、アンテナ選択信号を制御して、アンテナ選択手段で選択される2本のアンテナの組合せを変更するステップと、アンテナ選択手段で選択された2本のアンテナの組合せごとに対応して、信号受信手段で所定の無線信号処理が施された信号のアンテナ相関値を推定して記録するステップと、アンテナ相関値が最低となる2本のアンテナの組合せを決定してアンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとを実行させる。

【0021】

好ましくは、アンテナの組合せを変更するステップと、アンテナ相関値を推定して記録す

10

20

30

40

50

るステップと、アンテナの組合せを決定してアンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとは、アダプティブアレイ無線装置の通信開始時に、コンピュータに実行させる。

【0022】

好ましくは、アンテナの組合せを変更するステップと、アンテナ相関値を推定して記録するステップと、アンテナの組合せを決定してアンテナの組合せを変更するステップに変更させるステップとは、アダプティブアレイ無線装置の通信途中に、コンピュータに実行させる。

【0023】

したがって、この発明によれば、アダプティブアレイ無線装置において、受信信号系統数よりも多く設けられた3本以上のアンテナ群から、アンテナ相関値の最も低い、すなわち受信性能の最も良いアンテナの組合せを選択することにより、無線装置の規模の拡大を最小限に抑えながら、アダプティブアレイ受信性能を向上させることができ、指向性に優れた安定した通信を実現することができる。

10

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0025】

まず、この発明の基本原理について説明する。

20

アダプティブアレイ処理の特性として、アレイアンテナを構成する複数のアンテナ間での受信信号の相関(値)が小さいほど、受信特性が良好になることが知られている。このような相関(値)を以下、アンテナ相関(値)と称する。

【0026】

すなわち、周知のアダプティブアレイ演算処理によって、たとえば2本アンテナからの受信信号から所望信号を分離抽出するためには、2本のアンテナでそれぞれ異なる信号を受信(相関値が小さい)しなければならず、たとえば2本のアンテナで同一の信号を受信した場合のようにアンテナ間の相関値が大きければ(同一の場合は相関値は1)、アダプティブアレイ演算処理によって受信信号から所望信号を分離抽出することが困難になる。

【0027】

30

一般的に、アンテナ相関値は、複数のアンテナ相互間の距離、アンテナごとの偏波面などの要因によって変化する。たとえば、各アンテナで受信する信号は、伝搬路でのフェージングの影響を受けているが、複数のアンテナの相互の間隔が離れている方がアンテナごとのフェージングの影響が異なるため、アンテナ相関値は低くなりやすい。また、同様に、アンテナごとの偏波面が異なるほどアンテナ相関値は低くなりやすい。

【0028】

そこで、無線装置のアンテナ数および送受信機数をできるだけ増やすことなくアダプティブアレイ受信性能を向上させるために、複数のアンテナのうちでアンテナ相関値の低いアンテナの組合せを選択できるようにすればよい。

【0029】

40

最も簡潔な例を用いて説明すると、2本の固定アンテナおよび対応する2つの送受信機で得られる2系統の受信信号に基づいてアダプティブアレイ受信処理を行っていた従来のアダプティブアレイ無線装置に比べて、この発明では、たとえば、アンテナを1本増やして3本とし、これら3本のアンテナで受信した信号のうち、アンテナ相関値が最も低い2本のアンテナの組合せを見出す。

【0030】

そして、3本のアンテナのうち、選択された2本のアンテナで受信された受信信号を対応する送受信機で無線処理した後、アダプティブアレイ演算処理の対象とする。

【0031】

この例では、アンテナを1本増設するものの送受信機は従来どおり2つのままで、アンテ

50

ナ相関値の低いすなわち受信特性の良い2本のアンテナを選択することができ、固定アンテナ2本で受信していた従来例に比べて、最小限の装置規模の拡大でアダプティブアレイ受信性能の向上を図ることができる。

【0032】

なお、このような発明の基本原理は、アダプティブアレイ受信を行なうアダプティブアレイ基地局およびアダプティブアレイ端末のいずれにも適用可能であるが、以下の実施の形態では、この発明をアダプティブアレイ端末に適用した場合を示すものとする。

【0033】

図1は、この発明の実施の形態によるアダプティブアレイ端末の構成を示す機能ブロック図である。

10

【0034】

図1を参照して、アンテナ1~4で受信した信号は、アンテナ選択回路5に与えられる。アンテナ選択回路5は、後述するように、ベースバンド信号処理部8から与えられるアンテナ選択信号に応じて、アンテナ1~4のうち2本を選択し、選択した2本のアンテナのうち1本のアンテナからの受信信号を第1送受信機6に与え、選択した2本のアンテナのうちのもう1本からの受信信号を第2送受信機7に与える。

【0035】

送受信機6,7では、それぞれ、与えられた無線周波数の受信信号に対して、周波数変換、増幅等の周知の無線処理を施し、ベースバンドの受信信号に変換してベースバンド信号処理部8に与える。

20

【0036】

ベースバンド信号処理部8では、後述するように、送受信機6,7から受信した2系統の受信信号に対し、アダプティブアレイ演算処理を含む復調処理を施し、復調ベースバンド信号として出力する。出力された復調ベースバンド信号は、端末内の図示しない各種回路により処理され、ユーザとの通話が実現される。

【0037】

一方、ユーザによって入力され、端末内の図示しない各種回路によって処理された送信ベースバンド信号はベースバンド信号処理部8に与えられ、所定の処理が施される。より特定的には、受信信号のアダプティブアレイ処理で得られた受信ウェイトベクトルに基づく送信ウェイトベクトルを利用するなどの方法により、送信信号の送信指向性の制御が行なわれ、この結果が2系統の送信信号として、対応する送受信機6,7にそれぞれ与えられる。

30

【0038】

送受信機6,7は、与えられたベースバンドの送信信号に、周波数変換、増幅等の周知の無線処理を施し、無線周波数の送信信号に変換してアンテナ選択回路5に与える。

【0039】

アンテナ選択回路5は、受信時に選択された2つのアンテナに、送受信機6,7からの送信信号を与え、送信信号は、対応するアンテナから送信される。

【0040】

次に、図2は、図1のベースバンド信号処理部8の構成を示す機能ブロック図である。なお、図1に関連して説明したように、ベースバンド信号処理部8は、受信信号および送信信号の双方に対する処理を行なうが、アンテナ選択については受信処理で行なうため、以下に説明する図2では、ベースバンド信号処理部8のうち、送信信号の処理に関する部分を省略し、受信信号の処理に関する部分のみを示すものとする。

40

【0041】

図2を参照して、ベースバンド信号処理部8は、信号処理部8aと、復調部8bと、アンテナ相関推定部8cと、制御部8dとを備えている。

【0042】

図1の送受信機6,7で増幅、周波数変換などの所定のアナログ処理が施された2系統の受信信号は、図示しないアナログ・デジタル変換機によりそれぞれデジタル信号に変換さ

50

れ、図2の信号処理部8aおよびアンテナ相関推定部8cに与えられる。

【0043】

信号処理部8aは、制御部8dの制御下に、送受信機6,7から受信した信号にアダプティブアレイ処理を施し、所望の受信信号を分離抽出する。

【0044】

すなわち、信号処理部8aにおいては、基地局からの受信信号に基づいて、端末の4本のアンテナ1~4のうちアンテナ選択回路5によって選択された2本のアンテナごとのウェイトからなるウェイトベクトルを推定して適応制御することによって、基地局からの所望信号を正確に抽出(合成)する周知のアダプティブアレイ処理を実行する。

【0045】

図2の信号処理部8aには、受信信号のシンボルごとにこのようなウェイトベクトルを推定する図示しないウェイト制御部が設けられており、このウェイト制御部は、受信信号ベクトルと推定されたウェイトベクトルとの複素乗算和と、既知の参照信号との誤差の2乗を減少させるようウェイトベクトルを収束させる処理、すなわち基地局からの受信指向性を収束させるアダプティブアレイ処理を実行する。

【0046】

アダプティブアレイ処理では、このようなウェイトベクトルの収束を、時間や信号電波の伝搬路特性の変動に応じて適応的に行ない、受信信号中から干渉成分やノイズを除去し、基地局からの受信信号を抽出することができる。

【0047】

このようなウェイト制御部では、ウェイト推定アルゴリズムとして、たとえばRLS(Recursive Least Squares)アルゴリズム、LMS(Least Mean Square)アルゴリズムなどの逐次推定アルゴリズムを使用している。

【0048】

このようなRLSアルゴリズムやLMSアルゴリズムは、アダプティブアレイ処理の分野では周知の技術であり、たとえば、1998年11月25日発行の菊間信良著の「アレーアンテナによる適応信号処理」(科学技術出版)、第35頁~第49頁の「第3章 MMSEアダプティブアレー」に詳細に説明されているので、ここではアダプティブアレイ処理についての詳細な説明は省略する。

【0049】

さらに、図2の復調部8bは、制御部8dの制御下に、信号処理部8aでアダプティブアレイ処理により分離抽出された受信信号に対し復調処理を施し、復調ベースバンド信号を出力している。また、復調部8bは、後述するアンテナ相関値の計算のため、上述の様に一旦復調した信号を再変調した信号をアンテナ相関推定部8cに与える。

【0050】

一方、アンテナ相関推定部8cは、制御部8dの制御下に、送受信機6,7からの受信信号、および必要に応じて復調部8bからの再変調信号に基づいて、アンテナ選択回路5で選択された2本のアンテナで受信した2系統の信号系列間のアンテナ相関値を推定し、その結果を制御部8dに与える。

【0051】

ここで、アンテナ相関推定部8cにおけるアンテナ相関値推定手法の具体例について説明する。以下に、アンテナ相関値推定の代表的な3つの方法について説明するが、この発明に適用されるアンテナ相関値推定手法は、以下に説明する方法に限定されるものではない。

【0052】

(1) 第1のアンテナ相関値推定方法

この方法は、1スロットの期間中に受信するIQ信号の複数のシンボルデータ(たとえば120シンボル)からアンテナ相関値を推定する方法である。

【0053】

すなわち、選択された2本のアンテナの受信信号をそれぞれ X_1 , X_2 とすると、アンテ

10

20

30

40

50

ナ相関値 は、次式のように求められる。

【0054】

$$= |X_1 X_2^H| / |X_1| |X_2| \cdots (1)$$

ここで、 A^H は、行列 A の複素共役転置行列とする。

【0055】

また、 X_j ($j = 1, 2$) は、アンテナ j で受信した I Q 信号の複数の (n 個の) シンボルデータを要素とする、 $(X_{j1}, X_{j2}, X_{j3}, \cdots, X_{jn})$ で表わされるベクトルである。

【0056】

(2) 第2のアンテナ相関値推定方法

10

この方法は、1スロット内で推定した複数の受信応答ベクトルからアンテナ相関値を推定する方法である。

【0057】

アンテナ相関値の推定方法を説明する前に、受信応答ベクトルの一般的な算出方法について説明する。ここでは、受信信号 X から所望信号の受信応答ベクトル h を推定する場合を例に取り説明する。

【0058】

受信信号 X は次式で表わされるものとする。

$$X = h * D + n \cdots (2)$$

ここで、 D は、所望信号の再変調信号 (図2の復調部8bからアンテナ相関推定部8cに与えられる再変調信号が相当) であり、 n はノイズである。

20

【0059】

ここで、上記(2)式の両辺に、所望信号の再変調信号 D を乗算し、アンサンブル平均 (時間平均) を取ると次式で表わされる。

【0060】

$$E[X * D^*] = h * E[D * D^*] + E[n * D^*] \cdots (3)$$

ここで、 D^* は、ベクトル D の各要素の複素共役を取りさらに転置したものである。また、 $E[D * D^*] = 1$ 、 $E[n * D^*] = 0$ であるため、受信応答ベクトルは、次式で表わされるようになる。

【0061】

$$E[X * D^*] = h \cdots (4)$$

30

このように算出された受信応答ベクトル h に基づいて、アンテナ相関値は次のように求めることができる。

【0062】

すなわち、選択された2本のアンテナの受信応答ベクトルをそれぞれ h_1 、 h_2 とすると、アンテナ相関値 は、次式のように求められる。

【0063】

$$= |h_1 h_2^H| / |h_1| |h_2| \cdots (5)$$

h_j ($j = 1, 2$) は、アンテナ j で推定した複数の (n 個の) 受信応答ベクトルを要素とする、 $(h_{j1}, h_{j2}, h_{j3}, \cdots, h_{jn})$ で表わされるベクトルである。

40

【0064】

(3) 第3のアンテナ相関値推定方法

この方法は、複数スロットにわたって各スロットごとの所定場所 (たとえば前縁部) で推定した、複数の受信応答ベクトルからアンテナ相関値を推定する方法である。

【0065】

受信応答ベクトルの算出方法は上述したとおりである。

選択された2本のアンテナの受信応答ベクトルをそれぞれ h_1 、 h_2 とすると、アンテナ相関値 は、次式のように求められる。

【0066】

$$= |h_1 h_2^H| / |h_1| |h_2| \cdots (6)$$

50

h_j ($j = 1, 2$) は、アンテナ j で推定した複数の (n スロットにわたる) 受信応答ベクトルを要素とする、($h_{j1}, h_{j2}, h_{j3}, \dots, h_{jn}$) で表わされるベクトルである。

【0067】

制御部 8d は、アンテナ選択信号によって、アンテナ選択回路 5 によるアンテナ 1 ~ 4 から 2 本選択するアンテナの組合せを変更し、その都度、アンテナ相関推定部 8c によって算出される対応するアンテナ相関値を記録する。

【0068】

そして、制御部 8d は、最もアンテナ相関値の低かったアンテナの組合せを選択し、そのアンテナの組合せで以後の受信を行なうようにアンテナ選択信号を発生してアンテナ選択回路 5 に与える。

10

【0069】

図 2 に示したアダプティブアレイ端末のベースバンド信号処理部 8 の機能ブロック図の構成は、実際には、図示しないデジタル・シグナル・プロセッサ (DSP) によって、図 3 に示すフロー図に従ってソフトウェアで実行されるものである。この DSP は、図 3 に示すフロー図の各ステップを備えるプログラムを図示しないメモリから読み出して実行する。このプログラムは、外部からインストールすることができる。

【0070】

以下に、図 3 を参照して、この発明の実施の形態によるアダプティブアレイ端末のアンテナ動作について説明する。

20

【0071】

まず、ステップ S1 において、アダプティブアレイ端末の複数のアンテナ (図 1 の例では 4 本) から任意の 2 本を選択する。

【0072】

次に、ステップ S2 において、ステップ S1 で選択された 2 本のアンテナで受信した信号から、たとえば上述のアンテナ相関値推定方法のいずれかを用いてアンテナ相関値を算出して、アンテナの組合せに対応付けて記録する。

【0073】

次に、ステップ S3 において、ステップ S1 で選択された組合せとは異なる組み合わせにアンテナの組合せを変更する。

30

【0074】

次に、ステップ S4 において、アンテナの組合せのすべてについてアンテナ相関値の推定および記録が完了したかが判断される。完了していなければ、ステップ S2 に戻り、変更後のアンテナの組合せに対してアンテナ相関値の推定および記録を行なう。そしてステップ S3 においてアンテナの組合せの変更を行なう。

【0075】

このように、アンテナの組合せ変更およびアンテナ相関値推定および記録を繰り返しながら、ステップ S4 においてすべての組合せについてアンテナ相関値の推定および記録が完了したと判断されると、ステップ S5 に進み、すべてのアンテナ組合せに対応するアンテナ相関値のうち、最も低い相関値に対応するアンテナの組合せを決定する。そして、ベースバンド信号処理部 8 は、その決定されたアンテナの組合せで以後の受信を行なうようにアンテナ選択信号を発生してアンテナ選択回路 5 に与える。

40

【0076】

なお、図 3 のフロー図に示したアンテナ選択処理は、基本的には、アダプティブアレイ端末の通信の開始時に実行され、開始後は、上記処理によって選択された 2 本のアンテナの組合せによって受信された信号に基づいてアダプティブアレイ受信処理が実行される。

【0077】

しかしながら、アンテナ相関値は、フェージングなど伝搬環境の変動に応じて随時変化するものである。したがって、図 3 に示す処理は、通信の開始時に限らず、通信の途中においても適時実行することにより、受信性能をより向上させることができる。具体的には、

50

通信途中において受信動作を持続しながら選択アンテナの組合せを順次変更しつつアンテナ相関値の推定を行ない、アンテナ相関値が最も低いアンテナ組合せに変更するようにアンテナ選択処理を行なえばよい。

【0078】

上述の実施の形態は、アダプティブアレイ端末にこの発明を適用した場合について説明したが、先に述べたように、この発明は、アダプティブアレイ端末に限らず、アダプティブアレイ基地局など、アダプティブアレイ受信処理を実行するアダプティブアレイ無線装置一般に適用可能である。

【0079】

以上のように、この発明の実施の形態によれば、アダプティブアレイ無線装置において、従来のような受信信号システムに対応して固定された複数アンテナではなく、受信信号系統数よりも多く設けられた複数アンテナから、アンテナ相関値の最も低い、すなわち受信性能の良いアンテナの組合せを選択することにより、無線装置の規模の拡大を最小限に抑えながら、アダプティブアレイ受信性能を向上させることができ、指向性に優れた安定した通信を実現することができる。

10

【0080】

より具体的には、無線装置に設けられる送受信機の数を増やさなくても、アダプティブアレイ受信特性の向上を図ることができる。図1の実施の形態では、2系統の送受信機に対しアンテナ4本を設けた場合について示したが、先に説明したように、2系統の送受信機に対して最低3本のアンテナを設ければ、3本のアンテナ間で最適の（相関値が最小の）アンテナの組合せを選択することにより、受信性能の向上というこの発明の効果を奏することができる。

20

【0081】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0082】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、アダプティブアレイ受信を行なう無線装置において、装置規模の拡大を最小限に抑えながら、アダプティブアレイ受信性能の向上を図ることが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態によるアダプティブアレイ端末の概略ブロック図である。

【図2】図1に示したベースバンド信号処理部8を示す機能ブロック図である。

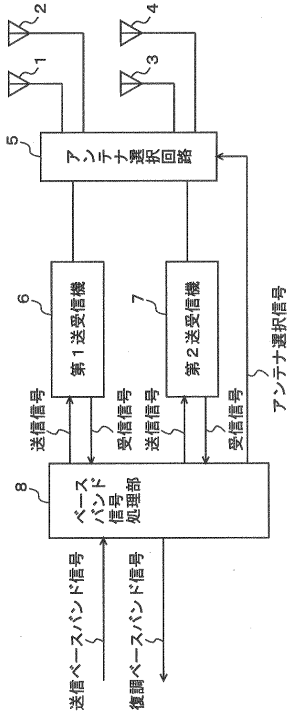
【図3】図2に示したベースバンド信号処理部8の処理を示すフロー図である。

【符号の説明】

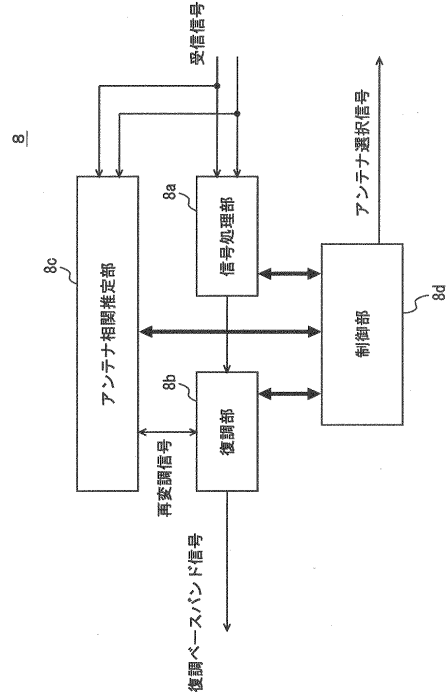
1, 2, 3, 4 アンテナ、5 アンテナ選択回路、6, 7 送受信機、8 ベースバンド信号処理部、8 a 信号処理部、8 b 復調部、8 c アンテナ相関値推定部、8 d 制御部。

40

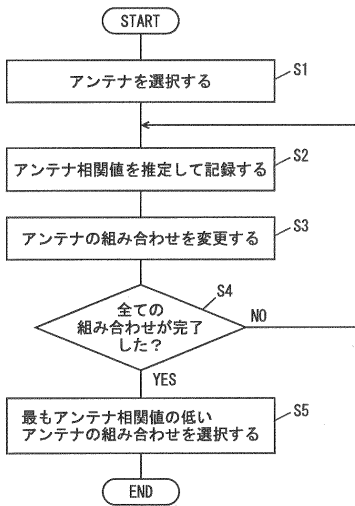
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 日比野 悟

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

Fターム(参考) 5J021 AA04 CA06 DB01 DB05 EA07 FA13 FA18 FA31 GA02 HA05

JA07

5K059 CC03 DD01 DD07 DD16 DD31 DD35

5K067 AA23 BB04 CC24 EE02 EE10 KK03