

(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2007-201729

(P2007-201729A)

(43) 公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO4B 7/005 (2006.01)</b>	HO4B 7/005	5K004
<b>HO4B 3/06 (2006.01)</b>	HO4B 3/06	5K046
<b>HO4L 27/01 (2006.01)</b>	HO4L 27/00	C
		K

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-16814 (P2006-16814)	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成18年1月25日 (2006.1.25)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	大久保 政二 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
		(72) 発明者	後藤 健太郎 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
		Fターム(参考)	5K004 AA01 BA02 5K046 EE02 EE06 EE42 EE47 EE56 EF19 EF52 EF53

(54) 【発明の名称】 適応等化器および受信装置

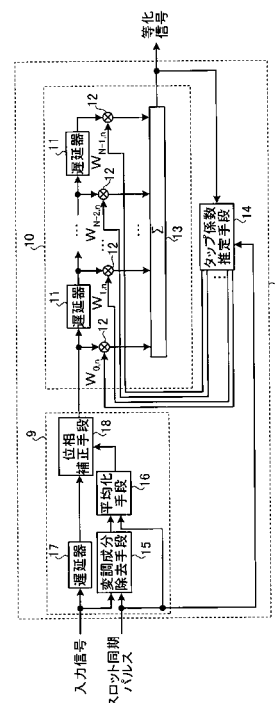
(57) 【要約】

【課題】 マルチパス環境下に適用される適応等化器において、入力信号のキャリア位相や振幅に依存することなく、短い既知系列で高精度に信号歪を補正すること。

【解決手段】 既知信号の入力時に、入力信号のキャリア位相を推定するとともに、推定したキャリア位相を打ち消すように位相補正した補正信号を出力する位相補正手段9と、位相補正手段9の出力信号に対して、予め推定されたタップ係数を個々のタップごとに重み付けした後の加算結果を等化信号として出力するトランスバーサルフィルタ10と、所定の同期信号を基準タイミングとして用いて、トランスバーサルフィルタ10の出力信号(等化信号)と既知信号のレプリカ信号との誤差信号を使用してタップ係数の更新を行うタップ係数推定手段14と、を備える。

を備え

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

既知信号を含んだデータフォーマットを有する変調信号に対して、該変調信号の入力時に該既知信号を含む変調信号の所定パラメータを推定し、該推定した所定パラメータに基づいて補正した補正信号を出力する入力信号補正手段と、

前記入力信号補正手段の出力信号に対して、予め推定されたタップ係数を個々のタップごとに重み付けした後の加算結果を等化信号として出力するトランスバーサルフィルタと

、  
所定の同期信号を基準タイミングとして用いるとともに、前記トランスバーサルフィルタの出力信号である等化信号と該既知信号のレプリカ信号との誤差信号に対して、所定の逐次タップ係数推定アルゴリズムを用いて前記タップ係数の更新を行うタップ係数推定手段と、

10

を備えたことを特徴とする適応等化器。

## 【請求項 2】

前記入力信号補正手段は、前記既知信号を含む変調信号の入力時に、前記所定パラメータとして入力信号のキャリア位相を推定するとともに、該推定したキャリア位相を打ち消すように位相補正した補正信号を出力する位相補正手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の適応等化器。

## 【請求項 3】

前記入力信号補正手段は、前記既知信号を含む変調信号の入力時に、前記所定パラメータとして入力信号の平均振幅を推定するとともに、該推定した平均振幅に対して予め決められた平均振幅値に近くなるように振幅補正した補正信号を出力する振幅補正手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の適応等化器。

20

## 【請求項 4】

前記入力信号補正手段は、前記既知信号を含む変調信号の入力時に、前記所定パラメータとして入力信号のキャリア位相および平均振幅を推定するとともに、該推定したキャリア位相を打ち消すように位相補正し、かつ、該推定した平均振幅に対して予め決められた平均振幅値に近くなるように振幅補正した補正信号を出力する位相・振幅補正手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の適応等化器。

## 【請求項 5】

前記タップ係数推定手段は、外部から入力されるタップ係数制御信号に基づき、使用しないタップのタップ係数を零にして使用するタップのタップ数を可変制御することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の適応等化器。

30

## 【請求項 6】

入力信号から伝送路の遅延広がりを推定し、該推定した遅延広がりに対応したタップ係数制御信号を生成出力する伝送路推定手段をさらに備え、

前記タップ係数推定手段は、前記伝送路推定手段から出力されるタップ係数制御信号に基づき、使用しないタップのタップ係数を零にして使用するタップのタップ数を可変制御することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の適応等化器。

## 【請求項 7】

前記伝送路推定手段は、前記タップ係数推定手段から出力される過去のタップ係数に基づいて前記タップ係数制御信号を生成出力することを特徴とする請求項 6 に記載の適応等化器。

40

## 【請求項 8】

前記既知信号のデータフォーマットにはユニークワードとパイロットシンボルとが含まれ、

前記タップ係数推定手段では、前記ユニークワードの入力時に加えて、前記パイロットシンボルの入力時にもタップ係数が更新されることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一つに記載の適応等化器。

## 【請求項 9】

50

既知信号を含んだデータフォーマットを有する変調信号を受信し、該変調信号を検波したベースバンド信号からナイキスト点となるタイミングの推定を行うとともに、該ナイキスト点のタイミングに同期し、かつ、シンボルレートのM倍（Mは自然数）のレートで再サンプリングされた再生ベースバンド信号を生成するビットタイミング再生手段と、

前記再生ベースバンド信号と前記既知信号のレプリカ信号との間で相関演算を行い、該相関演算を行った相関値が予め決められた閾値より大となるタイミングで同期パルスを生成する同期手段と、

前記再生ベースバンド信号が入力され、前記同期手段から出力される同期パルスに基づいて該再生ベースバンド信号に等化处理を施した等化信号を出力する請求項1～8のいずれか一つに記載の適応等化器と、

10

前記等化信号が入力され、前記変調信号の変調方式に応ずる所定の判定方式に基づいてデータ復調を行った復調データを出力するデータ判定手段と、

を備えたことを特徴とする受信装置。

#### 【請求項10】

前記等化信号を用いてキャリア位相の推定を行い、該推定されたキャリア位相を打ち消すように位相補正した信号を出力するキャリア再生手段を前記適応等化器と前記データ判定手段との間に備えたことを特徴とする請求項9に記載の受信装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

20

本発明は、適応等化器および受信装置に関するものであり、特に、短い既知系列で高精度に信号歪を補正する適応等化器および当該適応等化器を用いて高品質な復調データを出力する受信装置に関するものである。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

近年、移動体通信システムや衛星通信システムでは、マルチパス環境下でデータ伝送速度を高速化する際の大きな制約となる周波数選択性フェージングを克服するための技術検討が活発化している。

#### 【0003】

適応等化器は、周波数選択性フェージングを克服するための技術の一つであり、周波数選択性フェージングにより発生する信号歪を補正して、高品質な復調データの獲得を可能とする。このため、上記のようなマルチパス環境下に適用される通信システムでは、適応等化器を用いたシステム構成が採用されることが多い。

30

#### 【0004】

例えば、下記非特許文献1には、従来技術にかかる適応等化器の構成が示されている。この文献に示された適応等化器では、自身の出力でもあるトランスバーサルフィルタからの出力信号（等化信号）とレプリカ信号（自身内部で保持する既知信号）との誤差信号を使用し、LMS（Least Mean Square）アルゴリズムを用いて、トランスバーサルフィルタのタップ係数を信号歪が小さくなるように更新することで、トランスバーサルフィルタにおける適切なタップ係数を推定する技術が開示されている。したがって、この種の適応等化器を受信装置に用いれば、信号歪が低減された等化信号を用いて復調することができるので、より高品質な復調データを出力させることが可能となる。

40

#### 【0005】

【非特許文献1】サイモン ハイキン 著，武部 幹 訳，“適応フィルタ入門”，第4章，現代工学社

#### 【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、上記非特許文献1に示される従来技術では、例えば等化器に入力される信号のキャリア位相や振幅がレプリカ信号と大きく異なる場合には、信号歪を補正するた

50

めのタップ係数推定に多くの時間を要し、所定シンボル数の既知信号を受信している時間内に適切なタップ係数を推定することができず、復調特性が劣化する場合があるといった問題点があった。

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、入力信号のキャリア位相や振幅に依存することなく、短い既知系列で高精度に信号歪を補正可能な適応等化器を提供することを目的とする。また、この適応等化器を適用することにより、短い既知系列を用いる無線通信システムにおいて、高品質な復調データを出力可能な受信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明にかかる適応等化器は、既知信号を含んだデータフォーマットを有する変調信号に対して、該変調信号の入力時に該既知信号を含む変調信号の所定パラメータを推定し、該推定した所定パラメータに基づいて補正した補正信号を出力する入力信号補正手段と、前記入力信号補正手段の出力信号に対して、予め推定されたタップ係数を個々のタップごとに重み付けした後の加算結果を等化信号として出力するトランスバーサルフィルタと、所定の同期信号を基準タイミングとして用いるとともに、前記トランスバーサルフィルタの出力信号である等化信号と該既知信号のレプリカ信号との誤差信号に対して、所定の逐次タップ係数推定アルゴリズムを用いて前記タップ係数の更新を行うタップ係数推定手段と、を備えたことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明にかかる適応等化器によれば、入力信号に対して推定した所定パラメータ（キャリア位相、平均振幅など）に基づいて補正した補正信号の出力を可能とする入力信号補正手段を、等化信号を生成出力する処理部の前段に具備するように構成しているため、受信信号に含まれる信号歪を短い既知系列を用いた場合でも高精度に補正することができるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下に、本発明にかかる適応等化器および受信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、これらの実施の形態により本発明が限定されるものではない。

30

【0011】

実施の形態1.

まず、実施の形態1では、例えばPSK (Phase Shift Keying) 変調やQAM (Quadrature Amplitude Modulation) 変調された入力信号に対して、既知系列であるユニークワードからキャリア位相を推定し、この推定したキャリア位相の分だけ位相補正した信号に対して信号歪を補正することにより、短い既知系列で高精度に信号歪を補正する適応等化器の構成および動作について説明する。

【0012】

40

図1は、本発明の実施の形態1にかかる適応等化器の一構成例を示す図である。図1に示す適応等化器1は、その主要構成部として、自身の出力信号でもあり、信号の歪みや信号損失（減衰）を低減させた等化信号を出力するトランスバーサルフィルタ10と、トランスバーサルフィルタ10への入力信号を好適な信号状態に補正するための入力信号補正手段9と、トランスバーサルフィルタ10に付与する適切なタップ係数を推定するタップ係数推定手段14と、を備えている。また、各細部構成として、トランスバーサルフィルタ10は、第1の遅延器である(N-1)個(Nは自然数)の遅延器11、N個の乗算器12および1個の加算器13の各構成部を備え、入力信号補正手段9は、変調成分除去手段15、平均化手段16、第2の遅延器である遅延器17および位相補正手段18の各構成部を備えている。

50

## 【 0 0 1 3 】

つぎに、図 1 に示した実施の形態 1 にかかる適応等化器の動作について説明する。なお、図 2 は、本発明の実施の形態 1 にかかる適応等化器の動作タイミングチャートの一例を示す図であり、図 3 は、実施の形態 1 にかかる適応等化器の図 2 とは異なる動作タイミングチャートの一例を示す図である。また、以下では、図 2 や図 3 に示すように、スロットの先頭に既知系列であるユニークワード ( U W ) が付加されているデータフォーマットを持つ信号を受信していることを前提として説明する。

## 【 0 0 1 4 】

図 1 に示す適応等化器 1 の入力信号補正手段 9 において、変調成分除去手段 1 5 は、スロット同期パルス ( 図 2 参照 ) を基準タイミングとして用いるとともに、入力信号がユニークワード ( U W ) の期間には、入力信号から変調成分を除去した無変調信号を出力する。ここで、入力信号と無変調信号は共に複素数の値を有する。

10

## 【 0 0 1 5 】

平均化手段 1 6 は、変調成分除去手段 1 5 と同様に、スロット同期パルスを基準タイミングとして用いるとともに、入力信号がユニークワード ( U W ) である期間内の予め決められた期間分だけ、変調成分除去手段 1 5 から出力される無変調信号の平均化を行うことにより、高 S N 比の無変調信号を出力する。なお、高 S N 比の無変調信号も、入力信号や無変調信号と同様に、複素数の値を有する信号である。

## 【 0 0 1 6 】

遅延器 1 7 は、後述の位相補正手段 1 8 において、平均化手段 1 6 から出力される高 S N 比の無変調信号の偏角を、この偏角を算出するのに用いたスロットの先頭から補正できるように、入力信号を予め決められた時間だけ遅延させて出力する。

20

## 【 0 0 1 7 】

位相補正手段 1 8 は、遅延器 1 7 から出力される信号を、平均化手段 1 6 から出力される高 S N 比の無変調信号の偏角分だけ反対方向 ( 偏角が進む場合には遅れる方向、遅れる場合には進む方向 ) に位相回転することにより、入力信号が持つキャリア位相を補正した信号を生成出力する。なお、位相補正手段 1 8 の出力信号も、上述の各出力信号と同様に、複素数の値を有する信号である。

## 【 0 0 1 8 】

一方、上述のような N タップのトランスバーサルフィルタとして構成されたトランスバーサルフィルタ 1 0 は、入力信号補正手段 9 の位相補正手段 1 8 からの出力信号および遅延器 1 1 から出力される ( N - 1 ) 個の遅延信号のそれぞれに、タップ係数推定手段 1 4 から出力される複素タップ係数  $\{ W_{0,n}, W_{1,n}, \dots, W_{N-2,n}, W_{N-1,n} \}$  のそれぞれを個々に乗算し、全 N 個の乗算結果を全て加算した複素数の値を有する等化信号を生成出力する。

30

## 【 0 0 1 9 】

なお、タップ係数推定手段 1 4 は、従来の適応等化器と同様に、スロット同期パルスを基準タイミングとして用いるとともに、既知信号であるユニークワード ( U W ) が入力された場合に、トランスバーサルフィルタ 1 0 の出力信号である等化信号とレプリカ信号 ( 等化器内部で保持する既知信号 ) との誤差信号を使用し、例えば L M S ( L e a s t M e a n S q u a r e ) アルゴリズムを用いて、トランスバーサルフィルタ 1 0 のタップ係数  $\{ W_{0,n}, W_{1,n}, \dots, W_{N-2,n}, W_{N-1,n} \}$  を信号歪が小さくなるように更新する ( n は離散時間であり、整数値である ) 。ただし、位相補正手段 1 8 で補正する位相量がスロット単位で変化するため、スロットの先頭でタップ係数  $\{ W_{0,n}, W_{1,n}, \dots, W_{N-2,n}, W_{N-1,n} \}$  を予め決められた初期値にそれぞれセットすることが好ましい。

40

## 【 0 0 2 0 】

上述のように、実施の形態 1 の適応等化器 1 では、入力信号補正手段 9 の位相補正手段 1 8 にて位相補正を行うようにしているので、トランスバーサルフィルタ 1 0 から出力されたタップ係数推定手段 1 4 を動作させるための等化信号が、タップ係数推定手段 1 4 を動作させる最初のタイミング時から、レプリカ信号との誤差が小さくなるように制御され

50

ることとなり、入力信号のキャリア位相に依存することなく、短い既知系列であっても高精度に信号歪を補正することが可能となる。

#### 【0021】

なお、上述の例では、タップ係数推定手段14におけるタップ係数推定アルゴリズムとして、LMSアルゴリズムを用いる場合を一例として説明したが、RLS (Recursive Least Square) 等の他の逐次アルゴリズムを用いてタップ係数を更新してもよい。

#### 【0022】

また、上述の説明では、タップ係数  $\{W_{0,n}, W_{1,n}, \dots, W_{N-2,n}, W_{N-1,n}\}$  を推定または更新するための入力信号として、ユニークワード (UW) が入力される場合について説明したが、図3に示すようなパイロットシンボル (PI) が挿入されているデータフォーマットが入力される場合には、ユニークワード (UW) が入力される時ばかりでなく、スロット途中に挿入された既知信号であるパイロットシンボル (PI) を利用してタップ係数を更新してもよい。なお、このようなパイロットシンボル (PI) を用いることにより、スロットの途中でもタップ係数を更新することが可能となり、時間変動が高速なフェージング伝送路においても、高精度に信号歪を補正することが可能となる。

10

#### 【0023】

以上説明したように、この実施の形態の適応等化器によれば、既知系列を含む変調信号の入力時に、入力信号のキャリア位相を推定するとともに、推定したキャリア位相を打ち消すように位相補正した補正信号を出力するようにしているので、入力信号のキャリア位相に依存することなく、短い既知系列であっても高精度に信号歪を補正することが可能となる。

20

#### 【0024】

実施の形態2

つぎに、実施の形態2では、例えばPSK変調やQAM変調された入力信号に対して、既知系列であるユニークワードから入力信号の振幅を推定し、この推定した振幅の分だけ振幅補正した信号に対して信号歪を補正することにより、短い既知系列で高精度に信号歪を補正する適応等化器の構成および動作について説明する。

#### 【0025】

図4は、本発明の実施の形態2にかかる適応等化器の一構成例を示す図であり、実施の形態1の位相補正手段18の構成に代えて、振幅補正手段20を備えるように構成したものである。なお、その他の構成は、上述の実施の形態1と同様であり、実施の形態1と同一あるいは同等の構成については同一の符号を付してその説明を省略するとともに、以下では、実施の形態2の固有動作を中心に説明する。

30

#### 【0026】

図4に示す適応等化器1aの入力信号補正手段9aにおいて、振幅補正手段20は、遅延器17から出力される遅延入力信号を、平均化手段16から出力される高SN比の無変調信号の平均振幅の逆数に比例した所定値を乗算することにより、予め決められた平均振幅値に近くなるように振幅補正した信号 (複素信号) を生成出力する。

#### 【0027】

上述のように、実施の形態2の適応等化器1aでは、入力信号補正手段9aの振幅補正手段20にて振幅補正を行うようにしているので、トランスバースルフィルタ10から出力されたタップ係数推定手段14を動作させる等化信号が、タップ係数推定手段14を動作させる最初のタイミング時から、レプリカ信号との誤差が小さくなるように制御されることとなり、入力信号の信号振幅に依存することなく、短い既知系列であっても高精度に信号歪を補正することが可能となる。

40

#### 【0028】

なお、図3に示すようなパイロットシンボル (PI) が挿入されているデータフォーマットが入力される場合には、実施の形態1の適応等化器と同様に、ユニークワード (UW) が入力される時だけでなく、スロット途中に挿入された既知信号であるパイロットシ

50

ンボル ( P I ) 利用してタップ係数を更新してもよい。このようなパイロットシンボル ( P I ) を用いることにより、スロットの途中でもタップ係数を更新することが可能となり、時間変動が高速なフェージング伝送路においても、高精度に信号歪を補正することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

なお、実施の形態 1 と同様に、タップ係数推定手段 1 4 におけるタップ係数推定アルゴリズムとして、LMS アルゴリズム以外の、例えば RLS 等の他の逐次アルゴリズムを用いてタップ係数を更新してもよい。

【 0 0 3 0 】

以上説明したように、この実施の形態の適応等化器によれば、既知系列を含む変調信号の入力時に、入力信号の平均振幅を推定するとともに、推定した平均振幅に対して予め決められた平均振幅値に近くなるように振幅補正した補正信号を出力するようにしているので、入力信号の信号振幅に依存することなく、短い既知系列であっても高精度に信号歪を補正することが可能となる。

10

【 0 0 3 1 】

実施の形態 3 .

つづいて、実施の形態 3 では、例えば P S K 変調や Q A M 変調された入力信号に対して、既知系列であるユニークワードから入力信号のキャリア位相および振幅を推定し、この推定したキャリア位相および振幅の分だけそれぞれ位相および振幅を補正した信号に対して信号歪を補正することにより、短い既知系列で高精度に信号歪を補正する適応等化器の構成および動作について説明する。

20

【 0 0 3 2 】

図 5 は、本発明の実施の形態 3 にかかる適応等化器の一構成例を示す図であり、実施の形態 1 の位相補正手段 1 8 および実施の形態 2 の振幅補正手段 2 0 の両機能を有する位相・振幅補正手段 3 0 を備えるように構成したものである。なお、その他の構成は実施の形態 1 または 2 と同様であり、それらと同一あるいは同等の構成については同一の符号を付してその説明を省略するとともに、以下では、実施の形態 3 の固有動作を中心に説明する。

【 0 0 3 3 】

図 5 に示す適応等化器 1 b の入力信号補正手段 9 b において、位相・振幅補正手段 3 0 は、遅延器 1 7 から出力される遅延入力信号を、平均化手段 1 6 から出力される高 S N 比の無変調信号の平均振幅の逆数に比例した所定値を乗算することによる振幅補正と、平均化手段 1 6 から出力される高 S N 比の無変調信号の偏角分だけ反対方向に位相回転する位相補正と、を併せて実施した出力信号 ( 複素信号 ) を生成出力する。

30

【 0 0 3 4 】

上述のように、実施の形態 3 の適応等化器 1 b では、入力信号補正手段 9 b の位相・振幅補正手段 3 0 にて位相補正および振幅補正を行うようにしているので、トランスバーサルフィルタ 1 0 から出力されたタップ係数推定手段 1 4 を動作させる等化信号が、タップ係数推定手段 1 4 を動作させる最初のタイミング時からレプリカ信号との誤差が小さくなるように制御されることとなり、入力信号のキャリア位相や信号振幅に依存することなく、短い既知系列であっても高精度に信号歪を補正することが可能となる。

40

【 0 0 3 5 】

なお、図 3 に示すようなパイロットシンボル ( P I ) が挿入されているデータフォーマットを有する場合には、実施の形態 1 の適応等化器と同様に、ユニークワード ( U W ) が入力される時だけでなく、スロット途中に挿入された既知信号であるパイロットシンボル ( P I ) を利用してタップ係数を更新してもよい。このようなパイロットシンボル ( P I ) を用いることにより、時間変動が高速なフェージング伝送路においても、より高精度に信号歪を補正することが可能となる。

【 0 0 3 6 】

なお、実施の形態 1 , 2 と同様に、タップ係数推定手段 1 4 におけるタップ係数推定ア

50

ルゴリズムとして、LMSアルゴリズム以外の、例えばRLS等の他の逐次アルゴリズムを用いてタップ係数を更新してもよい。

【0037】

以上説明したように、この実施の形態の適応等化器によれば、既知系列を含む変調信号の入力時に、入力信号のキャリア位相および平均振幅を推定するとともに、推定したキャリア位相を打ち消すように位相補正し、かつ、推定した平均振幅に対して予め決められた平均振幅値に近くなるように振幅補正した補正信号を出力するようにしているので、入力信号のキャリア位相や信号振幅に依存することなく、短い既知系列であっても高精度に信号歪を補正することが可能となる。

【0038】

実施の形態4 .

つづいて、実施の形態4では、実施の形態1～3の任意の適応等化器を具備し、外部から入力されるタップ係数制御信号(2値以上の種類の値を持つ)に基づいて、実際に使用するタップ数を可変とし、使用しないタップのタップ係数は零に固定する一方で、使用するタップ係数を伝送路に適したタップ数で適応動作させることにより、より短い既知系列でより高精度に信号歪を補正する適応等化器の構成および動作について説明する。

【0039】

図6は、本発明の実施の形態4にかかる適応等化器の一構成例を示す図であり、図1に示した実施の形態1の適応等化器1において、タップ係数推定手段40に外部からのタップ係数制御信号を入力するようにして、実際に使用するタップ数を可変にできるように変更したものである。なお、その他の構成は実施の形態1と同様であり、実施の形態1と同一あるいは同等の構成については同一の符号を付してその説明を省略するとともに、以下では、実施の形態4の固有動作を中心に説明する。

【0040】

図6において、適応等化器1cのタップ係数推定手段40には、外部からのタップ係数制御信号が入力される。タップ係数制御信号が入力されたタップ係数推定手段40は、予め決定されているタップのタップ係数を常に零にするとともに、使用するタップ係数のみを、例えばLMSアルゴリズムを用いて更新するようにする。

【0041】

上述のように、実施の形態4の適応等化器1cでは、伝送路の遅延広がりに適したタップ係数制御信号の値を外部から設定し、使用しないタップのタップ係数を零にして、動作させるタップ数を適切に制御するようにしているので、実施の形態1の適応等化器と比較して、より短い既知系列でより高精度に信号歪を補正することが可能となる。

【0042】

なお、実施の形態4では、外部から入力されるタップ係数制御信号に基づいて、実際に使用するタップ数を可変とするなどの構成を実施の形態1に適用する例を一例として説明したが、実施の形態2,3のそれぞれに適用することもでき、それらの各実施の形態に固有な効果も得ることができる。

【0043】

また、タップ係数推定手段40では、LMSアルゴリズムを用いる場合を一例として説明したが、例えばRLS等の他の逐次アルゴリズムを用いてタップ係数を更新してもよい。

【0044】

以上説明したように、この実施の形態の適応等化器によれば、外部から入力されるタップ係数制御信号に基づき、使用しないタップのタップ係数を零にして使用するタップのタップ数を可変制御するようにしているので、より短い既知系列でより高精度に信号歪を補正することが可能となり、また、処理速度を向上させることができる。

【0045】

実施の形態5 .

つづいて、実施の形態5では、タップ係数制御信号(2値以上の種類の値を持つ)を外

10

20

30

40

50

部から入力する代わりに、入力信号に基づいて伝送路推定手段で推定されたタップ係数制御信号を用いる適応等化器の構成および動作について説明する。なお、本実施の形態においても、実施の形態4と同様に、実際に使用するタップ数を可変とし、使用しないタップのタップ係数は零に固定する一方で、使用するタップ係数を伝送路に適したタップ数で適応動作させることにより、より短い既知系列でより高精度に信号歪を補正する機能が具備される。

【0046】

図7は、本発明の実施の形態5にかかる適応等化器の一構成例を示す図であり、実施の形態4の適応等化器の構成において、タップ係数推定手段40へのタップ係数制御信号を入力信号に基づいて生成出力する伝送路推定手段50を備えるように構成したものである。なお、その他の構成は、上述の実施の形態4と同様であり、実施の形態4と同一あるいは同等の構成については同一の符号を付してその説明を省略するとともに、以下では、実施の形態5の固有動作を中心に説明する。

10

【0047】

図7に示す適応等化器1dにおいて、伝送路推定手段50は、スロット同期パルスを基準タイミングとして用いるとともに、既知信号であるユニークワード(UW)が入力される場合に、入力信号に対してマッチドフィルタ等を用いた相関演算を行うことにより、伝送路の遅延広がりを推定する。そして、推定した遅延広がりに適したタップ係数制御信号の値を選択して出力する。

【0048】

さらに、タップ係数推定手段40は、実施の形態4と同様に、タップ係数制御信号により予め決定されているタップのタップ係数を常に零に固定する一方で、使用するタップ係数のみを、例えばLMSアルゴリズムを用いて更新する。

20

【0049】

上述のように、実施の形態5の適応等化器1dでは、入力信号に基づいて推定した遅延広がりに適したタップ係数制御信号の値を算出し、算出したタップ係数制御信号に基づいて使用しないタップのタップ係数を零にして、動作させるタップ数を適切に制御するようにしているので、伝送路の遅延広がりが変動する場合であっても、短い既知系列で高精度に信号歪を補正することが可能となる。

【0050】

なお、タップ係数推定手段40では、LMSアルゴリズムを用いる場合を説明したが、他の実施の形態と同様に他の逐次アルゴリズムを用いてタップ係数を更新してもよい。

30

【0051】

また、伝送路推定手段50では、既知信号であるユニークワード(UW)に対して相関演算を求めることにより遅延広がりを推定する手法を示したが、入力信号から他の遅延広がりを推定する手法を用いてもよく、入力信号から適切にタップ係数制御信号を生成できればよい。

【0052】

また、図8は、本発明の実施の形態5にかかる適応等化器の図7とは異なる他の構成例を示す図である。図7に示す伝送路推定手段50では、タップ係数制御信号を入力信号に基づいて生成する手法を示したが、図8に示すように、タップ係数推定手段40から出力される過去のタップ係数 $\{W_{0,n}, W_{1,n}, \dots, W_{N-2,n}, W_{N-1,n}\}$ に基づいてタップ係数制御信号を生成するようにしてもよい。この場合、図7に示した適応等化器1dと同様に、伝送路の遅延広がりが変動する場合であっても、短い既知系列で高精度に信号歪を補正するという効果が得られる。さらに、図8に示す適応等化器1eでは、伝送路推定手段50aにおける相関演算が不要になるため、回路規模の削減が可能であるという効果をも得られる。

40

【0053】

以上説明したように、この実施の形態の適応等化器によれば、自身内部で生成したタップ係数制御信号に基づき、使用しないタップのタップ係数を零にして使用するタップのタ

50

ップ数を可変制御するようにしているので、伝送路の遅延広がり変動する場合であっても、短い既知系列で高精度に信号歪を補正することが可能となる。

【0054】

また、この実施の形態の適応等化器によれば、タップ係数制御信号を過去のタップ係数に基づいて生成出力することもできるので、タップ係数制御信号の生成に必要な相関演算処理の一部または全部を不要とすることができ、回路規模をより低減させることができる。

【0055】

実施の形態6

つづいて、実施の形態6では、例えばPSK変調やQAM変調された入力信号に対して、実施の形態1~5の任意の適応等化器を用いることにより、短い既知系列の使用が要請される無線通信システムにおいて、高品質な復調データの出力を可能とする受信装置の構成および動作について説明する。

10

【0056】

図9は、本発明の実施の形態6にかかる受信装置の一構成例を示す図である。図9に示す受信装置は、図1に示した実施の形態1にかかる適応等化器1を中心に、適応等化器1の入力側には、受信アンテナ60に接続される準同期検波手段61と、準同期検波手段61の利得を制御するためのゲイン制御信号を出力する自動ゲイン制御(AGC: Automatic Gain Control)手段62と、準同期検波手段61の出力を入力信号とするビットタイミング再生(BTR: Bit Timing Recovery)手段63と、ビットタイミング再生手段63の出力を入力信号とするスロット同期手段64および自動周波数制御(AFC: Automatic Frequency Control)手段65と、が具備されるとともに、適応等化器1の出力側には、データ判定手段66が具備される。なお、スロット同期手段64の出力は、自動周波数制御手段65、適応等化器1およびデータ判定手段66のそれぞれに入力される。

20

【0057】

つぎに、図9に示した実施の形態6にかかる受信装置の動作について説明する。図9において、準同期検波手段61は、受信アンテナ60で受信した信号に対して、準同期検波および予め決められたレートでのアナログ・デジタル変換を行ったベースバンド信号(複素信号)を出力する。また、準同期検波手段61は、後述の自動ゲイン制御手段62から出力されるゲイン制御信号に基づいて受信信号のゲイン補正も行う。

30

【0058】

自動ゲイン制御手段62は、ベースバンド信号の電力を観測し、観測した電力値が予め決められた値になるようにゲイン制御信号を生成する。ビットタイミング再生手段63は、ベースバンド信号からナイキスト点となるタイミングの推定を行い、このナイキスト点のタイミングに同期し、かつ、シンボルレートのM倍(Mは自然数)のレートで再サンプリングされたベースバンド信号である再生ベースバンド信号を出力する。

【0059】

スロット同期手段64は、再生ベースバンド信号とユニークワード(UW)のレプリカ信号との間で相関演算を行い、この相関値が予め決められた閾値より大きくなる時のタイミングでスロット同期パルスを生成する。

40

【0060】

自動周波数制御手段65は、ビットタイミング再生手段63から出力された再生ベースバンド信号の所定期間の位相回転量に基づいて周波数偏差を推定し、この再生ベースバンド信号に対して、推定した周波数偏差を打ち消すように位相回転を行うことにより、周波数偏差補正ベースバンド信号(複素信号)を生成して適応等化器1に出力する。なお、ユニークワード(UW)やパイロットシンボル(PI)等の既知信号を処理する場合には、自動周波数制御手段65は、スロット同期手段64から出力されるスロット同期パルスを基準タイミングとして、これらの既知信号のレプリカを用いて変調成分除去を行うことにより、高精度に周波数偏差を推定するようにしてもよい。

50

## 【0061】

適応等化器1は、実施の形態1で示したものであり、周波数偏差補正ベースバンド信号を入力信号として適応等化を行うことにより、高精度な等化信号（複素信号）を生成して出力する。

## 【0062】

データ判定手段66は、適応等化器1から出力される高精度な等化信号に対して、変調方式に対応した判定方式を用いてデータ復調を行うことにより、高品質な復調データを出力する。

## 【0063】

上述のように、実施の形態6の受信装置では、実施の形態1で示した適応等化器1を適用することで、高精度な等化信号を生成することができ、データ判定手段66にて高品質な復調データを生成することが可能となる。

10

## 【0064】

また、図10は、本発明の実施の形態6にかかる受信装置の図9とは異なる他の構成例を示す図である。図9に示す受信装置では、適応等化器1から出力される等化信号をデータ判定手段66に直接的に投入したが、図10に示すように、等化信号をキャリア再生手段67に投入した後にデータ判定手段66に投入してもよい。この場合、適応等化器1が動作していない場合であってもキャリア再生手段67でキャリア位相の追従を行うことができるため、より高品質な復調データを得ることが可能となる。

## 【0065】

なお、実施の形態6では、実施の形態1で示した適応等化器1を用いて高品質な復調データを生成する受信装置の構成について説明したが、適応等化器1の代わりに、実施の形態2～5で示した適応等化器1a～1eを適用することもでき、本実施の形態と同様の効果を併せ持つことができる。

20

## 【0066】

以上説明したように、この実施の形態の受信装置によれば、実施の形態1～5で示した適応等化器を用いて構成しているので、より高精度な等化信号を用いて、高品質な復調データを出力することができる。

## 【0067】

また、この実施の形態の受信装置によれば、等化信号を復調する前にキャリア再生手段にてキャリア位相の追従を行うこととすれば、さらに高品質な復調データを得ることができる。

30

## 【産業上の利用可能性】

## 【0068】

以上のように、本発明にかかる適応等化器および受信装置は、短い既知系列で高精度に信号歪を補正する適応等化器および受信装置として有用である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0069】

【図1】本発明の実施の形態1にかかる適応等化器の一構成例を示す図である。

【図2】発明の実施の形態1にかかる適応等化器の動作タイミングチャートの一例を示す図である。

40

【図3】実施の形態1にかかる適応等化器の図2とは異なる動作タイミングチャートの一例を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態2にかかる適応等化器の一構成例を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態3にかかる適応等化器の一構成例を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態4にかかる適応等化器の一構成例を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態5にかかる適応等化器の一構成例を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態5にかかる適応等化器の図7とは異なる他の構成例を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態6にかかる受信装置の一構成例を示す図である。

50

【図10】本発明の実施の形態6にかかる受信装置の図9とは異なる他の構成例を示す図である。

【符号の説明】

【0070】

1, 1a, 1b, 1c, 1d, 1e 適応等化器

9, 9a, 9b 入力信号補正手段

10 トランスバーサルフィルタ

11, 17 遅延器

12 乗算器

13 加算器

14 タップ係数推定手段

15 変調成分除去手段

16 平均化手段

18 位相補正手段

20 振幅補正手段

30 位相・振幅補正手段

40 タップ係数推定手段

50, 50a 伝送路推定手段

60 受信アンテナ

61 準同期検波手段

62 自動ゲイン制御手段

63 ビットタイミング再生手段

64 スロット同期手段

65 自動周波数制御手段

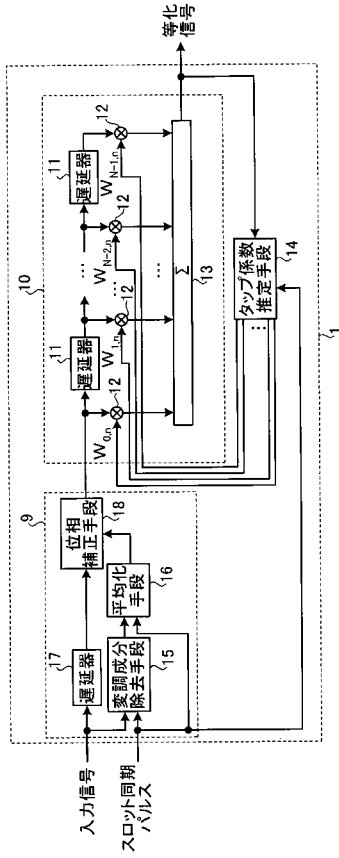
66 データ判定手段

67 キャリア再生手段

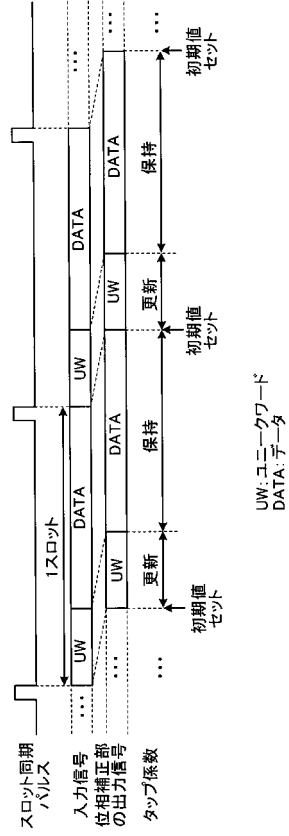
10

20

【 図 1 】

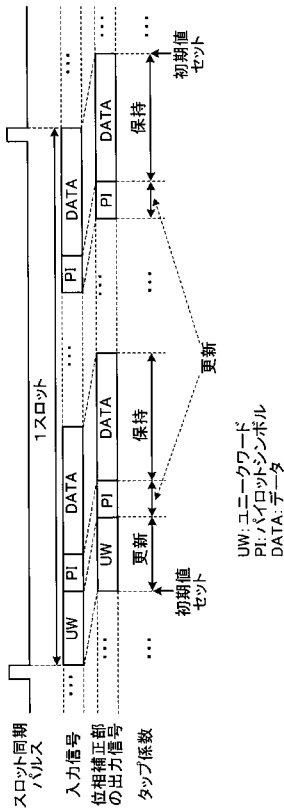


【 図 2 】



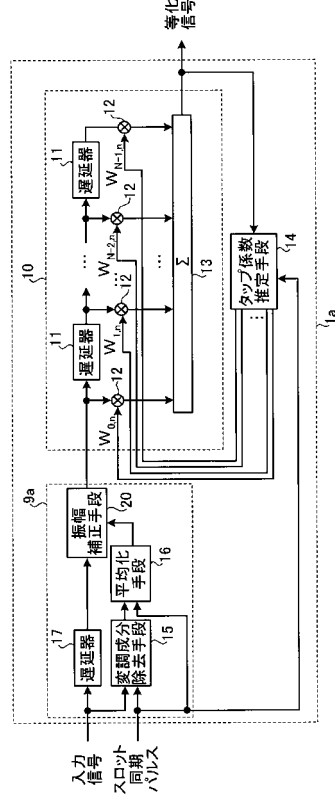
UW:ユニークワード  
DATA:データ

【 図 3 】

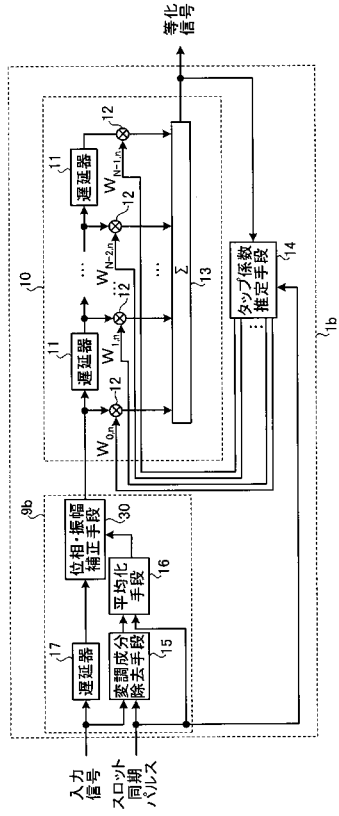


UW:ユニークワード  
PI:パイロットシンボル  
DATA:データ

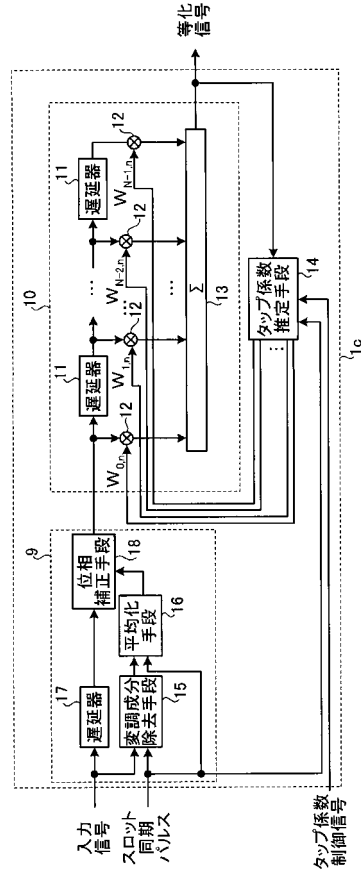
【 図 4 】



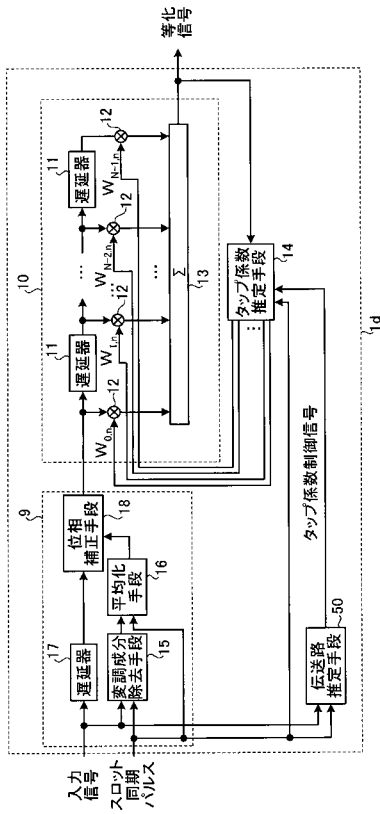
【図5】



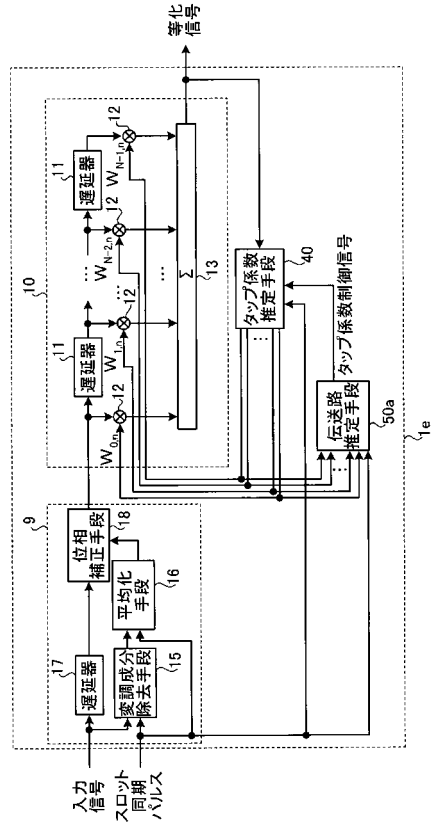
【図6】



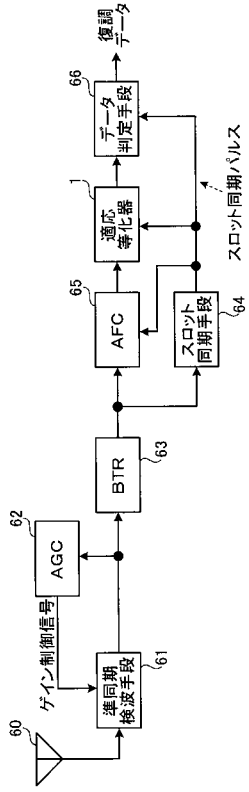
【図7】



【図8】



【 図 9 】



【 図 10 】

