

(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2010-4280
(P2010-4280A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.
H04J 11/00 (2006.01)
H04B 7/005 (2006.01)

F I
H04J 11/00 Z
H04B 7/005

テーマコード (参考)
5K022
5K046

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-160749 (P2008-160749)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成20年6月19日 (2008. 6. 19)		株式会社デンソー
		(74) 代理人	110000578 名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	杉浦 泰伸 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	小枝 賢一 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	伊神 章公 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内
		F ターム (参考)	5K022 DD01 DD13 DD21 5K046 EE47 EE56

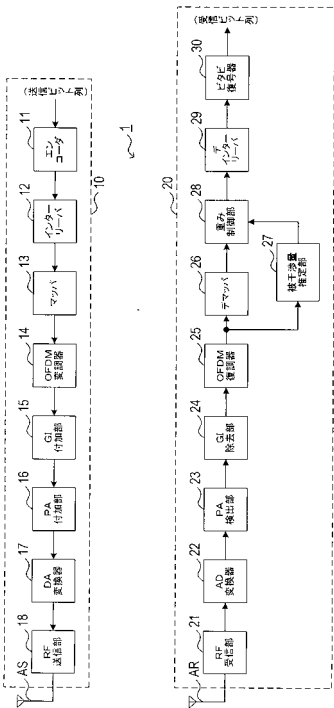
(54) 【発明の名称】 軟判定値補正方法、及び受信装置

(57) 【要約】

【課題】 ノイズ環境下にあっても、簡易な手法によって通信効率を低下させずに精度よく復号を行うことが可能な受信装置等を提供する。

【解決手段】 受信装置 20 では、OFDM 復調器 25 が、受信信号をシンボル時間毎にFFTすることによって周波数スペクトルを算出し、デマッパ 26 が、OFDM 復調器 25 を介してOFDM 信号を復調して誤り訂正符号の復号に使用する軟判定値をサブキャリア毎に生成する。そして、被干渉量推定部 27 が、OFDM 復調器 25 により算出された周波数スペクトルに基づき、無線通信システム 1 内の被干渉量を推定し、重み制御部 28 が、被干渉量推定部 27 により推定された被干渉量がノイズ閾値以上である場合、誤り訂正符号の復号への寄与度が低下するように重み係数を設定し、この重み係数をデマッパ 26 により生成された軟判定値の少なくとも一部に乘じることでその軟判定値を補正する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のサブキャリアからなる通信チャネルを用いて、誤り訂正符号にて符号化された OFDM 信号の送受信を行う無線通信システムに使用され、

前記通信チャネルを介して受信した受信信号をシンボル時間毎に高速フーリエ変換することによって該受信信号の周波数スペクトルを算出する FFT 処理手段と、

前記 FFT 処理手段を介して前記 OFDM 信号を復調して誤り訂正符号の復号に使用する軟判定値を前記サブキャリア毎に生成する軟判定値生成手段と、

を備えた受信装置において、前記軟判定値生成手段が生成した軟判定値を補正する軟判定値補正方法であって、

10

前記 FFT 処理手段にて算出された周波数スペクトルに基づいて推定した前記無線通信システム内の被干渉量が、予め設定されたノイズ閾値以上である場合、前記軟判定値生成手段にて生成された軟判定値の少なくとも一部に、前記誤り訂正符号の復号への寄与度が低下するように設定された重み係数を乗じることによって、該軟判定値を補正することを特徴とする軟判定値補正方法。

【請求項 2】

複数のサブキャリアからなる通信チャネルを用いて、誤り訂正符号にて符号化された OFDM 信号の送受信を行う無線通信システムに使用され、

前記通信チャネルを介して受信した受信信号をシンボル時間毎に高速フーリエ変換することによって該受信信号の周波数スペクトルを算出する FFT 処理手段と、

20

前記 FFT 処理手段を介して前記 OFDM 信号を復調して誤り訂正符号の復号に使用する軟判定値を前記サブキャリア毎に生成する軟判定値生成手段と、

を備えた受信装置において、

前記軟判定値生成手段により生成された軟判定値の少なくとも一部に予め設定された重み係数を乗じることによって、該軟判定値を補正する補正手段と、

前記 FFT 処理手段により算出された周波数スペクトルに基づいて、前記無線通信システム内の被干渉量を推定する被干渉量推定手段と、

前記被干渉量推定手段により推定された被干渉量が予め設定されたノイズ閾値以上である場合、前記補正手段による補正後の軟判定値において前記誤り訂正符号の復号への寄与度が低下するように前記重み係数を設定する重み係数設定手段と、

30

を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項 3】

前記重み係数設定手段は、前記被干渉量と前記重み係数との対応関係を予め規定した対応テーブルに従って、前記重み係数を設定することを特徴とする請求項 2 に記載の受信装置。

【請求項 4】

前記通信チャネル内の周波数帯域のうち両側端部のサブキャリアが予めヌルキャリアとして設定され、

前記被干渉量推定手段は、前記ヌルキャリアが設定された周波数帯域であるヌル帯域の信号レベルに基づいて前記被干渉量を推定することを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の受信装置。

40

【請求項 5】

前記被干渉量推定手段は、前記シンボル時間毎に前記ヌル帯域の信号レベルそのものを前記被干渉量として推定し、

前記重み係数設定手段は、前記ヌル帯域の信号レベルが前記ノイズ閾値以上である場合、前記被干渉量推定手段が前記被干渉量を推定したときのシンボル時間分の全サブキャリアに前記重み係数を設定することを特徴とする請求項 4 に記載の受信装置。

【請求項 6】

前記被干渉量推定手段は、高周波数側の前記ヌル帯域を H 側ヌル帯域、低周波数側の前記ヌル帯域を L 側ヌル帯域として、前記 H 側ヌル帯域の信号レベルと前記 L 側ヌル帯域の

50

信号レベルとを個別に前記被干渉量として推定し、

前記重み係数設定手段は、前記H側ヌル帯域の信号レベルが前記ノイズ閾値以上である場合、前記H側ヌル帯域に隣接する予め設定された数のサブキャリアに前記重み係数を設定し、前記L側ヌル帯域の信号レベルが前記ノイズ閾値以上である場合、前記L側ヌル帯域に隣接する予め設定された数のサブキャリアに前記重み係数を設定することを特徴とする請求項4に記載の受信装置。

【請求項7】

前記被干渉量推定手段は、高周波数側の前記ヌル帯域をH側ヌル帯域、低周波数側の前記ヌル帯域をL側ヌル帯域として、前記周波数スペクトル上で前記H側ヌル帯域の信号レベルと前記L側ヌル帯域の信号レベルとに基づいて線形に近似されたサブキャリア毎の信号レベルを前記被干渉量として推定し、

前記重み係数設定手段は、前記信号レベルが前記ノイズ閾値以上であるサブキャリアに前記重み係数を設定することを特徴とする請求項4に記載の受信装置。

【請求項8】

前記被干渉量推定手段は、前記OFDM信号の受信前におけるサブキャリア毎の信号レベルである待機信号レベルを前記被干渉量として推定し、

前記重み係数設定手段は、前記待機信号レベルが前記ノイズ閾値以上であるサブキャリアに前記重み係数を設定することを特徴とする請求項2または請求項3に記載の受信装置。

【請求項9】

前記待機信号レベルは、前記OFDM信号を受信した時点より予め設定された時間だけ前における一定期間分の平均値であることを特徴とする請求項8に記載の受信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、誤り訂正符号の復号に使用する軟判定値の補正方法、及びその補正方法を適用した受信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、無線通信により通信装置間でパケットデータを送受信する無線通信システムにおいて使用される伝送技術として、互いに直交した周波数からなる複数の搬送波（サブキャリア）のそれぞれに情報を乗せ、それらを多重化して伝送することで、大容量通信を実現するOFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplex）方式が知られている。

【0003】

一般的に、このOFDM方式では、通信に使用する周波数帯域（以下、自システム帯域という）に隣接した周波数帯域を使用する他の通信システム等からの干渉を低減するために、自システム帯域における隣接チャンネル側の周波数帯域（隣接側帯域）の数サブキャリアを予めヌルキャリアとして設定している（つまり、スペクトルマスクをかけて伝送する）。以下では、このように予めヌルキャリアとして設定される隣接側帯域をヌル帯域とよぶことにする。

【0004】

また、無線通信システムにおいてOFDM方式と同様に重要な役割を演じる伝送技術として、伝送路に生じる干渉やフェージング等に起因するデータの誤りを訂正するための誤り訂正符号を用いる符号化技術がある。特に、誤り訂正符号として畳み込み符号を用い、ビタビ復号により最尤復号する方式は、誤り訂正能力が大きいため用いられることが多い。

【0005】

このビタビ復号では、受信系列から、符号器の状態遷移を推定し、最も確からしい（最尤）状態遷移を選んで送信された情報系列を復号する。また、受信符号と候補符号とのユークリッド距離を用いて、状態遷移の確からしさ（尤度）を数量的に表すための軟判定値

10

20

30

40

50

を求め、受信信号の信号強度 (RSSI ; Received Signal Strength Indicator) に応じた重み係数を軟判定値に乘じることで補正し、この補正した軟判定値を用いて復号する方式が、誤り訂正能力により優れているため通常採用されている。

【0006】

ところで、この軟判定値を用いたビタビ復号では、RSSI が大きいときは、一律に受信信号の信頼度が高い (つまり、誤りを含む可能性が低い) ものとして、状態遷移の尤度が高い軟判定値が得られるように重み係数を設定している。このため、従来の無線通信システムでは、ノイズの影響を受けてRSSI が大きくなっている場合でも、その受信信号の信頼度が高いと判断されてしまい、受信信号を正確に復号できない可能性があることが懸念されている。

10

【0007】

一方、OFDM方式において、スペクトルマスクをかけて伝送することに加えて、自システム帯域内で定常的に発生するノイズの周波数に対応するサブキャリアをさらにヌルキャリア化したり (例えば、特許文献1参照)、前述したヌル帯域を拡張したり (例えば、特許文献2参照) して符号列を伝送する方法が提案されている。このため、これらの方法とビタビ復号とを組み合わせることで、無線通信システムにおけるノイズの影響を低減する方法 (以下、ノイズ低減方法という) が考えられる。

【特許文献1】特開2001-285236号公報

【特許文献2】特開2002-247004号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、前述したノイズ低減方法では、ヌルキャリアの増加によって通信効率が低下してしまうという問題や、受信側のノイズ環境を送信側に伝達したり、送信側がヌルキャリアを追加したことを受信側に伝達したりするための通信規則を新たに構築する必要があるため、システム構成 (つまり、個々の装置構成) が複雑化するという問題があった。

【0009】

また、受信側の移動によって他の通信システムや電子機器などの干渉源が変わる場合や、干渉源から突発的にノイズが発生する場合といった急激なノイズ環境の変化にも対応しようとする、通信規則がさらに複雑になって処理が煩雑化し、通信効率が余計に低下してしまうという問題があった。

30

【0010】

本発明は、上記問題点を解決するために、ノイズ環境下にあっても、簡易な手法によって通信効率を低下させずに精度よく復号を行うことが可能な軟判定値補正方法、及びその方法を適用した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】

【0011】

上記目的を達成するためになされた第一発明である請求項1に記載の軟判定値補正方法は、複数のサブキャリアからなる通信チャネルを用いて、誤り訂正符号にて符号化されたOFDM信号の送受信を行う無線通信システム内の受信装置に適用される。但し、受信装置は、通信チャネルを介して受信した受信信号をシンボル時間毎に高速フーリエ変換することによってその受信信号の周波数スペクトルを算出するFFT処理手段と、FFT処理手段を介してOFDM信号を復調して誤り訂正符号の復号に使用する軟判定値をサブキャリア毎に生成する軟判定値生成手段とを備える。

40

【0012】

そして、FFT処理手段にて算出された周波数スペクトルに基づいて推定した無線通信システム内の被干渉量が、予め設定されたノイズ閾値以上である場合、軟判定値生成手段にて生成された軟判定値の少なくとも一部に、誤り訂正符号の復号への寄与度が低下するように設定された重み係数を乘じることによって、その軟判定値を補正する。

【0013】

50

つまり、この軟判定値補正方法では、予め送信側でノイズの周波数にヌルキャリアを設定することなく、OFDM信号の受信C/N比（キャリア信号電力と雑音電力との比）がある程度低い状態であっても、受信側が誤り訂正符号の復号に及ぼすノイズの影響を削減することによって通信品質を確保している。

【0014】

したがって、本発明の軟判定値補正方法によれば、送信側と受信側との間で新たな通信規則を設ける必要もなく、ノイズ環境下にあっても、簡易な手法によって通信効率を低下させずに精度よく復号を行うことができる。

【0015】

次に、第二発明である請求項2に記載の受信装置は、FFT処理手段が、通信チャンネルを介して受信した受信信号をシンボル時間毎に高速フーリエ変換することによってその受信信号の周波数スペクトルを算出し、軟判定値生成手段が、FFT処理手段を介してOFDM信号を復調して誤り訂正符号の復号に使用する軟判定値をサブキャリア毎に生成する。

【0016】

そして、補正手段が、軟判定値生成手段により生成された軟判定値の少なくとも一部に予め設定された重み係数を乗じることで、その軟判定値を補正し、被干渉量推定手段が、FFT処理手段により算出された周波数スペクトルに基づいて、無線通信システム内の被干渉量を推定する。

【0017】

ここで、重み係数設定手段が、被干渉量推定手段により推定された被干渉量が予め設定されたノイズ閾値以上である場合、補正手段による補正後の軟判定値において誤り訂正符号の復号への寄与度が低下するように重み係数を設定する。

【0018】

つまり、本発明の受信装置は、第一発明の軟判定値補正方法を実現する装置であり、従って、この方法を実施した場合に得られる効果と同様の効果を得ることができる。

ところで、重み係数設定手段は、請求項3に記載のように、被干渉量と重み係数との対応関係を予め規定した対応テーブルに従って、重み係数を設定することが望ましい。

【0019】

この場合、軟判定値をより細かく補正することができ、軟判定値に基づく誤り訂正復号の精度を向上させることができる。

次に、本発明の受信装置は、請求項4に記載のように、通信チャンネル内の周波数帯域のうち両側端部のサブキャリアが予めヌルキャリアとして設定された無線通信システムに適用される場合、被干渉量推定手段は、ヌルキャリアが設定された周波数帯域（以下、ヌル帯域という）の信号レベルに基づいて被干渉量を推定することが望ましい。

【0020】

このように構成された受信装置によれば、通信チャンネル内のノイズレベルに近い推定値を簡易に得ることができる。

また、本発明の受信装置は、請求項5に記載のように、被干渉量推定手段が、シンボル時間毎にヌル帯域の信号レベルそのものを被干渉量として推定し、重み係数設定手段が、ヌル帯域の信号レベルがノイズ閾値以上である場合、被干渉量推定手段により被干渉量を推定したときのシンボル時間分の全サブキャリアに重み係数を設定してもよい。

【0021】

このように構成された受信装置によれば、ノイズの発生時間に該当する軟判定値だけを重み付けするため、突発的にノイズが発生する等の受信環境の変化があった場合であっても、誤り訂正復号の精度を向上させることができる。

【0022】

また、本発明の受信装置は、請求項6に記載のように、被干渉量推定手段が、高周波数側のヌル帯域をH側ヌル帯域、低周波数側のヌル帯域をL側ヌル帯域として、H側ヌル帯域の信号レベルとL側ヌル帯域の信号レベルとを個別に被干渉量として推定する。

【 0 0 2 3 】

そして、重み係数設定手段が、H側ヌル帯域の信号レベルがノイズ閾値以上である場合、H側ヌル帯域に隣接する予め設定された数のサブキャリアに重み係数を設定し、L側ヌル帯域の信号レベルがノイズ閾値以上である場合、L側ヌル帯域に隣接する予め設定された数のサブキャリアに重み係数を設定してもよい。

【 0 0 2 4 】

このように構成された受信装置によれば、干渉を受けた周波数側のサブキャリアに対応する軟判定値だけを重み付けするため、隣接チャンネルを用いた他の通信システム等からの影響が高周波数側（H側）と低周波数側（L側）で異なる場合に、より精度良く干渉の影響を推定でき、誤り訂正復号の精度を向上させることができる。

10

【 0 0 2 5 】

また、本発明の受信装置は、請求項7に記載のように、被干渉量推定手段が、周波数スペクトル上でH側ヌル帯域の信号レベルとL側ヌル帯域の信号レベルとに基づいて線形に近似されたサブキャリア毎の信号レベルを被干渉量として推定し、重み係数設定手段が、信号レベルがノイズ閾値以上であるサブキャリアに重み係数を設定してもよい。

【 0 0 2 6 】

このように構成された受信装置によれば、干渉を受けたサブキャリアに対応する軟判定値だけを重み付けするため、軟判定値をさらに細かく補正することができる。

或いは、本発明の受信装置は、請求項8に記載のように、被干渉量推定手段が、OFDM信号の受信前におけるサブキャリア毎の信号レベル（以下、待機信号レベルという）を被干渉量として推定し、重み係数設定手段は、待機信号レベルがノイズ閾値以上であるサブキャリアに重み係数を設定してもよい。

20

【 0 0 2 7 】

このように構成された受信装置によれば、例えば携帯電話やPC等から流出する電磁波（高調波）のように特定の周波数に対応する信号レベルのみが高いノイズであっても識別可能となり、ひいては被干渉量の推定精度を向上させることができる。

【 0 0 2 8 】

なお、待機信号レベルは、請求項9に記載のように、OFDM信号を受信した時点より予め設定された時間だけ前における一定期間分の平均値であることが望ましい。

この場合、OFDM信号の受信前に瞬間的に発生するだけで復号に影響しないノイズを省き、定常的に発生して復号に影響するノイズのみに対して干渉量を推定可能となり、ひいては軟判定値に対する過度な補正を抑制することができる。

30

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 9 】

以下に、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

〔 第 1 実施形態 〕

図1は、本発明が適用された第1実施形態としての無線通信システム1を構成する送信装置10及び受信装置20の概略構成を示すブロック図である。

【 0 0 3 0 】

< 無線通信システムの構成 >

40

図1に示すように、無線通信システム1は、一または複数の送信装置10及び受信装置20からなり、自システムに割り当てられた周波数帯域（以下、自システム帯域という）内に設定された複数のサブキャリアを用いてOFDM通信を行うことにより、各装置間で大容量の packets データを伝送するシステムである。

【 0 0 3 1 】

なお、ここで伝送される packets データ（以下、OFDM信号ともいう）は、1 packets がL個（但し、Lは自然数）のOFDMシンボルで構成され、1 OFDMシンボルあたりNビット（但し、Nは自然数）の符号化された情報をM本（但し、Mは2以上の整数）のサブキャリアに重畳して伝送されるものであり、1 packets あたりL×M×N個のビットの情報量を有している。

50

【 0 0 3 2 】

また、無線通信システム 1 では、自システムの通信チャンネルに隣接した周波数帯域を使用する他の通信システム等（いわゆる隣接チャンネル）からの干渉を緩和するために、自システム帯域内における両側端部のサブキャリアをヌルキャリアとして伝送するように規定されている。

【 0 0 3 3 】

< 送信装置の構成 >

送信装置 1 0 は、送信ビット列を、誤り訂正符号（ここでは畳み込み符号）に符号化（誤り符号化処理）するエンコーダ 1 1 と、エンコーダ 1 1 から出力される符号列の順番を並べ替え（インターリーブ処理）するインターリーバ 1 2 と、インターリーバ 1 2 の出力を N ビット毎に 2^N QAM のシンボル点にマッピングするマップパ 1 3 と、マップパ 1 3 の出力（以下、一次変調シンボルという）を、直交周波数多重（OFDM）に使用する M 本のサブキャリアに対応させて、逆高速フーリエ変換（IFFT）を実行することにより OFDM シンボル（以下、二次変調シンボルともいう）を表すデータ列を生成する OFDM 変調器 1 4 とを備えている。

【 0 0 3 4 】

また、送信装置 1 0 は、OFDM 変調器 1 4 が生成したデータ列（つまり、各 OFDM シンボル）にガードインターバルを付加する GI 付加部 1 5 と、GI 付加部 1 5 から出力されるデータ列の先頭に後述するプリアンプルを付加する PA 付加部 1 6 と、PA 付加部 1 6 から出力されるデータ列をデジタル - アナログ変換することにより送信信号（即ち、OFDM 信号）を生成する DA 変換器 1 7 と、DA 変換器 1 7 が生成した OFDM 信号を予め設定された周波数帯（以下、RF 周波数帯という）の信号にアップコンバートし、送信アンテナ AS を介して送信する RF 送信部 1 8 とを備えている。

【 0 0 3 5 】

< 受信装置の構成 >

一方、受信装置 2 0 は、受信アンテナ AR を介して RF 周波数帯の信号を受信して後段の信号処理に適した周波数帯の信号にダウンコンバートする RF 受信部 2 1 と、RF 受信部 2 1 から出力される信号（OFDM 信号を含む）をアナログ - デジタル変換することでデータ列を生成する AD 変換器 2 2 と、AD 変換器 2 2 から出力されるデータ列の中からパケットの先頭を表すプリアンプルを検出する PA 検出部 2 3 と、PA 検出部 2 3 を介して入力したデータ列の中からガードインターバルを除去する GI 除去部 2 4 とを備えている。

【 0 0 3 6 】

また、受信装置 2 0 は、GI 除去部 2 4 を介して入力したデータ列をシンボル時間毎に高速フーリエ変換（FFT）することにより周波数スペクトルを算出し、 M 本のサブキャリアに対応させた一次シンボルに復調する OFDM 復調器 2 5 と、OFDM 復調器 2 5 にて復調された一次シンボルに基づいて軟判定値 $W_{l, m, n}$ を生成するデマップパ 2 6 と、OFDM 復調器 2 5 にて FFT された周波数スペクトルに基づいて、受信信号における被干渉量の推定値を算出する被干渉量推定部 2 7 とを備えている。なお、 $W_{l, m, n}$ は、1 番目の OFDM シンボル、 m 番目のサブキャリア、 n 番目のビットに対応する軟判定値として表記している。

【 0 0 3 7 】

さらに、受信装置 2 0 は、被干渉量推定部 2 7 が算出した推定値に基づいて、デマップパ 2 6 が生成する軟判定値 $W_{l, m, n}$ に重み付けすることにより、補正された軟判定値 $W_{l, m, n}$ からなる符号列を生成する重み制御部 2 8 と、重み制御部 2 8 が生成した符号列の順番を元の順番に並べ替え（デインターリーブ処理）するデインターリーバ 2 9 と、デインターリーバ 2 9 の出力に基づいて最尤復号処理を行って受信ビット列を生成するビタビ復号器 3 0 とを備えている。なお、ここでの最尤復号処理とは、軟判定値 $W_{l, m, n}$ を用いて、受信したデータ列（受信系列）から最も尤度（信頼度）の高い符号系列を探索する復号を行う処理（軟判定ビタビ復号処理）をいう。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

つまり、無線通信システム 1 では、送信装置 1 0 が誤り符号化処理とインターリーブ処理とを施して生成したデータ列（パケットデータ）を伝送することで、受信装置 2 0 が、デインターリーブ処理によってパケットデータ内の連続した誤りを分散し、軟判定ビット復号処理によって伝送中に発生した誤りを受信側で訂正することが可能となる。また、送信装置 1 0 が OFDM シンボルにガードインターバルを付加して伝送することで、受信装置 2 0 が、ガードインターバル長以内の遅延波であれば、電波の反射等によって生じるマルチパスの影響を防ぐことが可能となるように構成されている。

【 0 0 3 9 】

なお、本実施形態において、送信装置 1 0 のエンコーダ 1 1 , インターリーバ 1 2 , マップ 1 3 , OFDM 変調器 1 4、及び受信装置 2 0 の OFDM 復調器 2 5 , デマップ 2 6 , 被干渉量推定部 2 7 , 重み制御部 2 8 , デインターリーバ 2 9 , ビタビ復号器 3 0 は、論理回路に従って実行する処理として実現されている。

【 0 0 4 0 】

< 被干渉量推定部 , 重み制御部の構成 >

ここで、図 2 は、本実施形態における被干渉量推定部 2 7 , 重み制御部 2 8 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 4 1 】

図 2 に示すように、被干渉量推定部 2 7 は、OFDM 復調器 2 5 にて FFT されたシンボル時間分の周波数スペクトルからヌルキャリアを抽出し、その抽出したヌルキャリアの信号電力（以下、単に電力ともいう）を算出するヌルキャリア電力算出部 3 1 と、ヌルキャリア電力算出部 3 1 にて算出された電力を加算することにより、自システム帯域のうちヌルキャリアが設定された周波数帯域（以下、ヌル帯域という；図 7（a）参照）の総電力 X_1 を求める加算部 3 2 とを備えている。なお、 X_1 は、1 番目の OFDM シンボルに対応するヌル帯域の総電力として表記している。

【 0 0 4 2 】

一方、重み制御部 2 8 は、加算部 3 2 により求められたヌル帯域の総電力 X_1 と予め設定されたノイズ閾値 t_h とを比較し、ヌル帯域の総電力 X_1 がノイズ閾値 t_h 以上である場合、全サブキャリアの軟判定値 $W_{l, m, n}$ において誤り訂正符号の復号への寄与が低下するように重み係数 α を設定する第 1 重み係数設定部 3 3 と、デマップ 2 6 が生成した軟判定値 $W_{l, m, n}$ に、第 1 重み係数設定部 3 3 により設定された重み係数 α を乗じることにより重み付けを行う重み付け部 3 4 とを備えている。なお、重み係数 α は、予め設定された固定値であってもよいし、ヌル帯域の総電力 X_1 （即ち、被干渉量の推定値）が大きいほど尤度が小さくなるように規定した対応テーブルに従って設定される可変値であってもよい。

【 0 0 4 3 】

なお、本実施形態において、OFDM 復調器 2 5 が FFT 処理手段、デマップ 2 6 が軟判定値生成手段、重み付け部 3 4 が補正手段、被干渉量推定部 2 7 が被干渉量推定手段、第 1 重み係数設定部 3 3 が重み係数設定手段に相当する。

【 0 0 4 4 】

< 効果 >

このように構成された受信装置 2 0 では、予め送信装置 1 0 側でノイズの周波数にヌルキャリアを別途設定することなく、OFDM 信号の受信 CN 比（キャリア信号電力と雑音電力との比）がある程度低い状態であっても、軟判定ビット復号処理に及ぼすノイズの影響を削減することによって通信品質を確保している。

【 0 0 4 5 】

このため、本実施形態の受信装置 2 0 によれば、送信装置 1 0 との間で新たな通信規則を設ける必要もなく、ノイズ環境下にあっても、簡易な手法によって通信効率を低下させずに済むことができる。

【 0 0 4 6 】

また、受信装置 20 では、ヌル帯域の総電力 X_N を被干渉量として推定し、その被干渉量がノイズ閾値 t_h 以上である場合、シンボル時間分の全サブキャリアに重み係数 α を設定するため、突発的にノイズが発生する等の受信環境の変化があった場合であっても、誤り訂正復号の精度を向上させることができる。

【0047】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

なお、本実施形態の受信装置 20 は、第1実施形態と比較して、被干渉量推定部 27 及び重み制御部 28 (第1重み係数設定部 33) の構成が異なるだけであるため、この相違する部分を中心に説明する。

【0048】

図3は、本実施形態における被干渉量推定部 27, 重み制御部 28 の構成を示すブロック図である。

図3に示すように、被干渉量推定部 27 は、OFDM 復調器 25 にて FFT 変換されたシンボル時間分の周波数スペクトルからヌルキャリアを抽出し、その抽出したヌルキャリアの信号電力のうち、高周波数側の電力を算出する H 側ヌルキャリア電力算出部 41a と、低周波数側の電力を算出する L 側ヌルキャリア電力算出部 41b とを備えている。

【0049】

また、被干渉量推定部 27 は、H 側ヌルキャリア電力算出部 41A にて算出された電力を加算することにより、高周波数側のヌル帯域 (以下、H 側ヌル帯域という; 図7(b) 参照) の総電力 $X(H)_N$ を求める H 側加算部 42a と、L 側ヌルキャリア電力算出部 41B にて算出された電力を加算することにより、低周波数側のヌル帯域 (以下、L 側ヌル帯域という; 図7(b) 参照) の総電力 $X(L)_N$ を求める L 側加算部 42b とを備えている。

【0050】

一方、重み制御部 28 は、H 側加算部 42a, L 側加算部 42b により求められた H 側ヌル帯域の総電力 $X(H)_N$, L 側ヌル帯域の総電力 $X(L)_N$ と予め設定されたノイズ閾値 t_h とを個別に比較し、H 側ヌル帯域の総電力 $X(H)_N$ がノイズ閾値 t_h 以上である場合、H 側ヌル帯域に隣接する予め設定された数のサブキャリアに重み係数 α を設定し、L 側ヌル帯域の総電力 $X(L)_N$ がノイズ閾値 t_h 以上である場合、L 側ヌル帯域に隣接する予め設定された数のサブキャリアに重み係数 α を設定する第2重み係数設定部 43 を備えている。ちなみに、ここでの予め設定された数のサブキャリアとは、高周波数側 (或いは低周波数側) 全てのサブキャリアであってもよい。

【0051】

なお、本実施形態において、第2重み係数設定部 43 が重み係数設定手段に相当する。

<効果>

このように構成された受信装置 20 では、予め送信装置 10 側でノイズの周波数にヌルキャリアを別途設定することなく、OFDM 信号の受信 CN 比 (キャリア信号電力と雑音電力との比) がある程度低い状態であっても、軟判定ビタビ復号処理に及ぼすノイズの影響を削減することによって通信品質を確保している。

【0052】

このため、本実施形態の受信装置 20 によれば、送信装置 10 との間で新たな通信規則を設ける必要もなく、ノイズ環境下にあっても、簡易な手法によって通信効率を低下させずに済むことができる。

【0053】

また、受信装置 20 では、H 側ヌル帯域の総電力 $X(H)_N$ と L 側ヌル帯域の総電力 $X(L)_N$ とを個別に被干渉量として推定し、それぞれの被干渉量とノイズ閾値 t_h とを比較するため、隣接チャンネルを用いた他の通信システム等からの干渉があった場合であっても、誤り訂正復号の精度を向上させることができる。

【0054】

10

20

30

40

50

〔第3実施形態〕

次に、本発明の第3実施形態について説明する。

なお、本実施形態の受信装置20は、第2実施形態と比較して、被干渉量推定部27及び重み制御部28（第2重み係数設定部43）の構成が異なるだけであるため、この相違する部分を中心に説明する。但し、本実施形態の被干渉量推定部27は、第2実施形態と同様に、H側ヌルキャリア電力算出部41a、L側ヌルキャリア電力算出部41b、H側加算部42a、L側加算部42bを備えている。

【0055】

図4は、本実施形態における被干渉量推定部27、重み制御部28の構成を示すブロック図である。

図4に示すように、被干渉量推定部27は、H側加算部42a、L側加算部42bにより求められたH側ヌル帯域の総電力 $X(H)_l$ 、L側ヌル帯域の総電力 $X(L)_l$ のそれぞれの平均値に基づいて、周波数スペクトル上に線形近似されたサブキャリア毎の信号電力（図7(c)参照） $X_{l,m}$ を算出する線形近似部45を備えている。

【0056】

なお、ここでの線形近似は、例えば、高周波数側の隣接チャンネルを用いた他の通信システムからの干渉が支配的な場合、サブキャリア毎の干渉量は低周波数側になるほど小さくなり、反対に、低周波数側の隣接チャンネルを用いた他の通信システムからの干渉が支配的な場合、サブキャリア毎の干渉量は高周波数側になるほど小さくなることを利用している。

【0057】

一方、重み制御部28は、線形近似部45により求められたサブキャリア毎の信号電力 $X_{l,m}$ と予め設定されたノイズ閾値 t_h とを個別に比較し、信号電力 $X_{l,m}$ がノイズ閾値 t_h 以上であるサブキャリアに重み係数を設定する第3重み係数設定部46を備えている。

【0058】

なお、本実施形態において、第3重み係数設定部46が重み係数設定手段に相当する。

<効果>

このように構成された受信装置20では、予め送信装置10側でノイズの周波数にヌルキャリアを別途設定することなく、OFDM信号の受信C/N比（キャリア信号電力と雑音電力との比）がある程度低い状態であっても、軟判定ビタビ復号処理に及ぼすノイズの影響を削減することによって通信品質を確保している。

【0059】

このため、本実施形態の受信装置20によれば、送信装置10との間で新たな通信規則を設ける必要もなく、ノイズ環境下にあっても、簡易な手法によって通信効率を低下させずに済むことができる。

【0060】

また、受信装置20では、H側ヌル帯域の総電力 $X(H)_l$ とL側ヌル帯域の総電力 $X(L)_l$ とに基づいて線形に近似されたサブキャリア毎の信号電力 $X_{l,m}$ を被干渉量として推定し、それぞれの被干渉量とノイズ閾値 t_h とを比較するため、軟判定値をさらに細かく補正することができる。

【0061】

〔第4実施形態〕

次に、本発明の第4実施形態について説明する。

なお、本実施形態の受信装置20は、第1実施形態と比較して、PA検出部23、被干渉量推定部27、及び、重み制御部28（第2重み係数設定部43）の構成が異なるだけであるため、この相違する部分を中心に説明する。このうち、PA検出部23は、図5に示すように、AD変換器22から出力されるデータ列の中からパケットの先頭を表すプリアンプルを検出すると、ハイレベルの信号（以下、Hレベル信号という）を被干渉量推定部27に出力し、プリアンプルを検出しない間はローレベルの信号（以下、Lレベル信号

10

20

30

40

50

という)を被干渉量推定部27に出力する点が異なっている。

【0062】

ここで、図6は、本実施形態における被干渉量推定部27，重み制御部28の構成を示すブロック図である。

図6に示すように、被干渉量推定部27は、PA検出部23からLレベル信号が入力されている間、OFDM復調器25にてFFT変換されたシンボル時間分の周波数スペクトルを表すデータをスペクトルデータとして、予め設定された個数のスペクトルデータを時系列的に順次更新することで、所定期間分のスペクトルデータを保持するメモリ部47を備えている。

【0063】

10

また、被干渉量推定部27は、PA検出部23からの入力信号がHレベル信号に切り替わると、予め設定された時間だけ前の一定期間分のスペクトルデータをメモリ部47から読み出し、その読み出したスペクトルデータに基づいて、サブキャリア毎の電力の時間平均値 X_m (図7(d)参照)を算出する電力算出部48を備えている。なお、 X_m は、 m 番目のサブキャリアに対応する電力の時間平均値として表記している。

【0064】

一方、重み制御部28は、電力算出部48により求められた電力の時間平均値 X_m と予め設定されたノイズ閾値 t_h とをサブキャリア毎に比較し、電力がノイズ閾値 t_h 以上であるサブキャリアに重み係数 を設定する第4重み係数設定部49を備えている。

【0065】

20

なお、本実施形態において、第4重み係数設定部49が重み係数設定手段に相当する。

<効果>

このように構成された受信装置20では、予め送信装置10側でノイズの周波数にヌルキャリアを別途設定することなく、OFDM信号の受信C/N比(キャリア信号電力と雑音電力との比)がある程度低い状態であっても、軟判定ビタビ復号処理に及ぼすノイズの影響を削減することによって通信品質を確保している。

【0066】

このため、本実施形態の受信装置20によれば、送信装置10との間で新たな通信規則を設ける必要もなく、ノイズ環境下にあっても、簡易な手法によって通信効率を低下させずに済むことができる。

30

【0067】

また、受信装置20では、OFDM信号の受信前におけるサブキャリア毎の電力の時間平均値 X_m を被干渉量として推定し、その被干渉量がノイズ閾値 t_h 以上であるパケット時間分のサブキャリアに重み係数 を設定する。

【0068】

このため、受信装置20によれば、例えば携帯電話やPC等から流出する電磁波(高調波)のように特定の周波数に対応する信号レベルのみが高いノイズであっても識別可能となり、ひいては被干渉量の推定精度を向上させることができる。

【0069】

40

また、受信装置20によれば、OFDM信号を受信した時点より予め設定された時間だけ前における一定期間分の電力の時間平均値 X_m を被干渉量の推定値としているため、OFDM信号の受信前に瞬間的に発生するだけで軟判定ビタビ復号処理に影響しないノイズを推定値から省き、軟判定値 $W_{l, m, n}$ に対する過度の補正を抑制することができる。

【0070】

<他の実施形態>

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、様々な態様にて実施することが可能である。

【0071】

例えば、上記実施形態の受信装置20では、OFDM復調器25，デマッパ26，被干

50

渉量推定部 27, 重み制御部 28, デインターリーバ 29, ビタビ復号器 30 が、論理回路に従って実行する処理として実現されているが、これに限定されるものではなく、マイクロコンピュータが予め用意されたプログラムに従って実行する処理として実現されていてもよい。

【0072】

なお、上記実施形態の無線通信システム 1 は、プリアンプルを用いてパケットを検出するように構成されているが、これに限らず、ガードインターバルや RSSI を用いて検出するように構成されてもよい。

【0073】

また、上記実施形態の無線通信システム 1 は、 2^N QAM で変調するように構成されているが、これに限るものではなく、 2^N PSK 等で変調するように構成されてもよい。

ところで、第 1 実施形態のヌルキャリア電力算出部 31 の構成を、OFDM 復調器 25 にて FFT されたシンボル時間分の周波数スペクトルからヌルキャリアを抽出するヌルキャリア抽出部と、そのヌルキャリア抽出部が抽出したヌルキャリアの信号電力を算出する第 1 電力算出部とに分けてもよいし、第 2, 第 3 実施形態の H 側, L 側のヌルキャリア電力算出部 41a, 41b の構成も同様にしてもよい。

【0074】

また、第 4 実施形態の電力算出部 48 は、OFDM 信号を受信した時点より予め設定された時間だけ前における一定期間分の電力の時間平均値 X_m を算出しているが、これに限定されるものではなく、メモリ部 47 が保持する最新のスペクトルデータに基づく電力 (即ち、OFDM 信号を受信した時点の直前の電力) を算出するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図 1】第 1 実施形態における無線通信システム 1 を構成する送信装置 10 及び受信装置 20 の概略構成を示すブロック図。

【図 2】第 1 実施形態における被干渉量推定部 27 及び重み制御部 28 の構成を示すブロック図。

【図 3】第 2 実施形態における被干渉量推定部 27 及び重み制御部 28 の構成を示すブロック図。

【図 4】第 3 実施形態における被干渉量推定部 27 及び重み制御部 28 の構成を示すブロック図。

【図 5】第 4 実施形態における受信装置 20 の概略構成を示すブロック図

【図 6】第 4 実施形態における被干渉量推定部 27 及び重み制御部 28 の構成を示すブロック図。

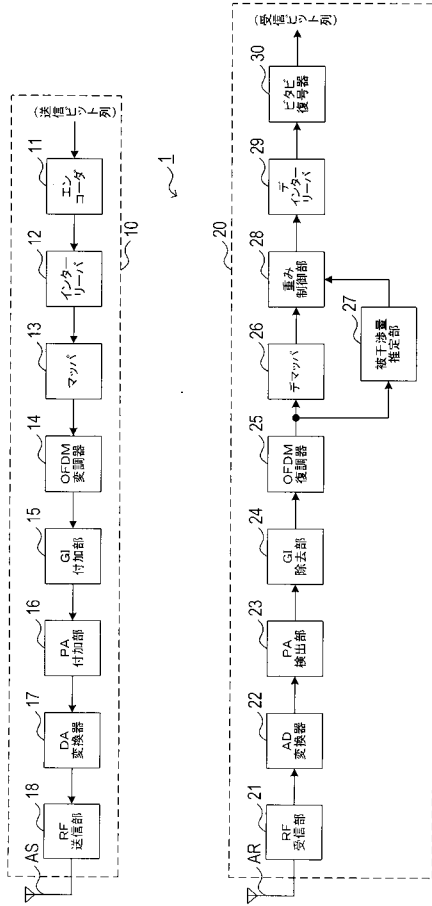
【図 7】被干渉量推定部 27 が算出する推定値を説明するための周波数スペクトル図。

【符号の説明】

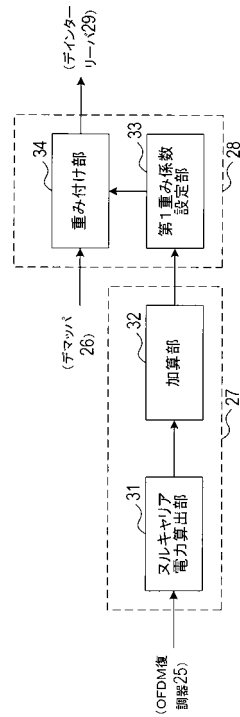
【0076】

1 ... 無線通信システム、10 ... 送信装置、11 ... エンコーダ、12 ... インターリーバ、13 ... マップ、14 ... OFDM 変調器、15 ... GI 付加部、16 ... PA 付加部、20 ... 受信装置、23 ... PA 検出部、24 ... GI 除去部、25 ... OFDM 復調器、26 ... デマップ、27 ... 被干渉量推定部、28 ... 重み制御部、29 ... デインターリーバ、30 ... ビタビ復号器、31 ... ヌルキャリア電力算出部、32 ... 加算部、33 ... 第 1 重み係数設定部、34 ... 重み付け部、41a ... H 側ヌルキャリア電力算出部、41b ... L 側ヌルキャリア電力算出部、42a ... H 側加算部、42b ... L 側加算部、43 ... 第 2 重み係数設定部、45 ... 線形近似部、46 ... 第 3 重み係数設定部、47 ... メモリ部、48 ... 電力算出部、49 ... 第 4 重み係数設定部。

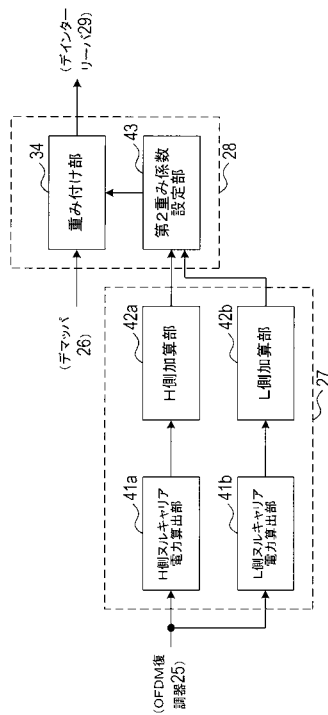
【図 1】



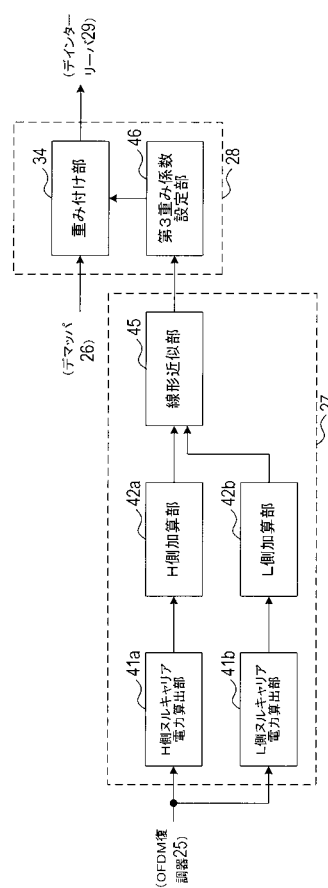
【図 2】



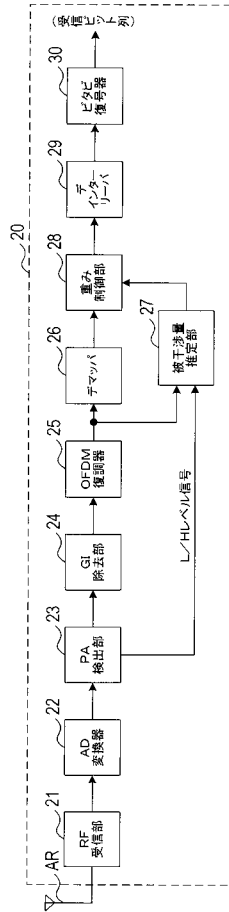
【図 3】



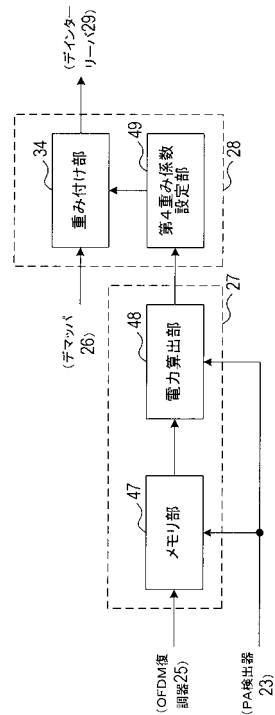
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

