

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6653838号  
(P6653838)

(45) 発行日 令和2年2月26日(2020.2.26)

(24) 登録日 令和2年1月31日(2020.1.31)

(51) Int. Cl. F I  
**HO4B 1/7163 (2011.01)** HO4B 1/7163  
 HO4B 1/16 (2006.01) HO4B 1/16 Z

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2015-246900 (P2015-246900)	(73) 特許権者	301022471
(22) 出願日	平成27年12月18日 (2015.12.18)		国立研究開発法人情報通信研究機構
(65) 公開番号	特開2017-112553 (P2017-112553A)		東京都小金井市貫井北町4-2-1
(43) 公開日	平成29年6月22日 (2017.6.22)	(73) 特許権者	504030495
審査請求日	平成30年11月8日 (2018.11.8)		株式会社日本ジー・アイ・ティー
			滋賀県栗東市野尻590番地
		(74) 代理人	100120868
			弁理士 安彦 元
		(72) 発明者	李 還幫
			東京都小金井市貫井北町4-2-1 国立
			研究開発法人情報通信研究機構内
		(72) 発明者	三浦 龍
			東京都小金井市貫井北町4-2-1 国立
			研究開発法人情報通信研究機構内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線受信機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インパルスUWBを用いる無線受信機であって、  
 前記インパルスUWBを受信する受信アンテナと、  
 受信した前記インパルスUWBを増幅するとともに前記インパルスUWBの包絡線の検波を行う受信部と、  
 前記包絡線の最大値を検出する最大ピーク検出部と、  
 前記包絡線の最小値を検出する最小ピーク検出部と、  
 前記包絡線から初期閾値を用いて信号データを得るコンパレータと、  
 前記信号データのエラー率を測定するベースバンド部と、  
 前記エラー率に基づき補正值を算出するMPUと、  
 前記最大値、前記最小値及び前記補正值に基づき補正閾値を算出し、前記コンパレータに送信する演算部と、  
 を備え、  
 前記コンパレータは前記演算部から送信された前記補正閾値に基づき前記包絡線から前記信号データを得る、  
 ことを特徴とする無線受信機。

【請求項2】

前記演算部は前記最大値X、前記最小値Y及び前記補正值Zに基づき式(1)の演算を行い、補正閾値Vtを算出し、前記補正閾値Vtを前記コンパレータに送信することを特

徴とする請求項 1 記載の無線受信機。

$$V_t = \frac{X-Y}{Z} + Y \quad \dots (1)$$

【請求項 3】

前記エラー率としてビットエラーレートが用いられ、前記 M P U は前記ビットエラーレートに基づき前記補正值を算出することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の無線受信機。

10

【請求項 4】

前記エラー率としてパケットエラーレートが用いられ、前記 M P U は前記パケットエラーレートに基づき前記補正值を算出することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の無線受信機。

【請求項 5】

複数の前記受信部と、  
複数の前記受信部からの前記包絡線を加算する加算器と、  
を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項記載の無線受信機。

【請求項 6】

前記ベースバンド部による前記エラー率の測定は所定期間毎に行われることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項記載の無線受信機。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インパルス型超広帯域 (UWB: Ultra Wide Band) を用い  
つつ受信感度を向上することのできる無線受信機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年注目されている無線通信技術として、時間幅が極めて小さいパルスを用いて通信を  
行うインパルス UWB を用いる技術がある (特許文献 1 参照)。

30

【0003】

インパルス UWB では、1 ナノ秒以下の非常に短い時間幅のパルス信号を利用し、その  
パルス信号の時間軸上の位置や振幅又は位相等を変化させることで情報の伝送が行われる  
。

【0004】

UWB 信号が占有する周波数帯域は 500 MHz から数 GHz 以上と非常に広がるが  
、1 ナノ秒の非常に短い時間幅のパルス信号を用いることから、高いデータレートの信号  
伝送や高精度の測距が実現され得る。

【0005】

また、インパルス UWB を用いる無線通信方式では、送受信機の構成をシンプルなもの  
にすることができ、製造コストを低く抑えることができるとともに、消費電力も低く抑え  
ることが可能となる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2015 - 61105 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

こうしたインパルス UWB を用いる場合には、パルスのオンオフ制御に基づく OOK (

50

On - Off Keying) 変調や、パルスの位置に基づく PPM (Pulse Position Modulation) 変調を基本処理とし、受信機ではいずれも電力検波を行う必要がある。

【0008】

そして、受信機側では受信したデータの復調プロセスにおいてパルスの有無の判断処理を行う必要があり、ノイズや受信波形の変動の影響を排除し、目的波のみを正確に捉えるかが重要となる。

【0009】

具体的には、受信機が受信する受信波には目的波以外のノイズが含まれ、また空中伝搬経路によっては受信波高値が大幅に変動する。

10

【0010】

そこで、ノイズを誤って信号のパルスと判断しないように、信号のパルスとノイズとを区別する閾値を高く設定することが考えられる。

【0011】

しかし、閾値を高く設定してしまうと、目的波が弱いものである場合には受信機が信号のパルスを検出することができず、受信感度の低下を招いてしまう。

【0012】

そこで、本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものであり、UWBを用いつつ受信感度を向上することのできる無線受信機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】

20

【0013】

第1発明に係る無線受信機は、インパルスUWBを用いる無線受信機であって、前記インパルスUWBを受信する受信アンテナと、受信した前記インパルスUWBを増幅するとともに前記インパルスUWBの包絡線の検波を行う受信部と、前記包絡線の最大値を検出する最大ピーク検出部と、前記包絡線の最小値を検出する最小ピーク検出部と、前記包絡線から初期閾値を用いて信号データを得るコンパレータと、前記信号データのエラー率を測定するベースバンド部と、前記エラー率に基づき補正値を算出するMPUと、前記最大値、前記最小値及び前記補正値に基づき補正閾値を算出し、前記コンパレータに送信する演算部と、を備え、前記コンパレータは前記演算部から送信された前記補正閾値に基づき前記包絡線から前記信号データを得る、ことを特徴とする。

30

【0014】

第2発明に係る無線受信機は、第1発明において、前記演算部は前記最大値X、前記最小値Y及び前記補正値Zに基づき式(1)の演算を行い、補正閾値Vtを算出し、前記補正閾値Vtを前記コンパレータに送信することを特徴とする請求項1記載の無線受信機。

【0015】

【数1】

$$V_t = \frac{X - Y}{Z} + Y \quad \dots (1)$$

40

【0016】

第3発明に係る無線受信機は、第1発明又は第2発明において、前記エラー率としてビットエラーレートが用いられ、前記MPUは前記ビットエラーレートに基づき前記補正値を算出することを特徴とする。

【0017】

第4発明に係る無線受信機は、第1発明又は第2発明において、前記エラー率としてパケットエラーレートが用いられ、前記MPUは前記パケットエラーレートに基づき前記補正値を算出することを特徴とする。

【0018】

50

第5発明に係る無線受信機は、第1発明乃至第4発明の何れか1つにおいて、複数の前記受信部と、複数の前記受信部からの前記包絡線を加算する加算器と、を備えることを特徴とする。

【0019】

第6発明に係る無線受信機は、第1発明乃至第5発明の何れか1つにおいて、前記ベースバンド部による前記エラー率の測定は所定期間毎に行われることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

上述した構成からなる本発明によれば、インパルスUWBを用いつつ受信感度を向上することができる無線受信機を提供することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施形態に係る無線受信機を示すシステム構成ブロック図である。

【図2】無線受信機による検出波形を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態に係る無線受信機及び無線通信システムについて説明する。

【0023】

<無線受信機>

図1は、本発明の実施形態に係る無線受信機を示すシステム構成ブロック図である。本実施形態に係る無線受信機1は、アンテナ2と、低ノイズ増幅器(LNA)3と、包絡線検出器4と、コンパレータ5と、ベースバンド部6と、MPU(Micro Processing Unit)7と、最大ピーク検出部8と、最小ピーク検出部9と、2段の演算部10、11と、を備えて構成されている。

20

【0024】

アンテナ2は、送信機から発せられたインパルスUWBを受信するためのアンテナである。

【0025】

LNA3は、アンテナ2を介して受信したインパルスUWBについて、増幅過程で重畳される雑音を抑えつつ、UWB信号の増幅を行う。

30

【0026】

包絡線検出器4は、LNA3から出力された信号の包絡線に基づき、この信号に対する電圧の振幅を検出する。なお、便宜のためアンテナ2、LNA3及び包絡線検出器4をまとめて受信部と定義する。

【0027】

コンパレータ5は、包絡線検出器4により検出された電圧の信号強度を、所定の閾値と比較し、閾値以上の信号強度を目的波信号あり、閾値未満の信号強度を目的波信号無しとして判定する。

【0028】

ベースバンド部6は、受信データを復調し、コンパレータ5による検出結果のうち目的波信号有りの状態を1、目的波信号無しの状態を0としてデジタル信号の生成を行い、出力データとして図示しない他の装置による処理のために提供する。データの送受信のための変復調は任意の方式で行うことができ、例えばパルス密度変復調を用いることができる。

40

【0029】

また、ベースバンド部6は、受信データのエラー率の測定を行う。測定されるエラー率としてはビットエラーレートやパケットエラーレート等、任意のものを採用することができる。ベースバンド部によるエラー率の測定は任意のタイミングで行うことができ、例えば所定の複数のパケット毎に行われる。

【0030】

50

M P U 7 は、無線受信機 1 の構成全体の制御を行う制御機構である。

【 0 0 3 1 】

最大ピーク検出部 8 は、所定期間にわたっての包絡線検出器 4 により検出された包絡線の最大値を検出する。この所定期間の包絡線の最大値を X とする。

【 0 0 3 2 】

最小ピーク検出部 9 は、所定期間にわたっての包絡線検出器 4 により検出された包絡線の最小値を検出する。この所定期間の包絡線の最小値を Y とする。

【 0 0 3 3 】

演算部 10 は、 $(X - Y) / Z$  の演算を行う。ここで Z は補正值であり、M P U により算出される、受信信号のエラー率が最小となる値である。

10

【 0 0 3 4 】

演算部 11 は、演算部 10 による演算結果に対して Y の加算を行う。

【 0 0 3 5 】

すなわち、演算部 10、11 により、以下の式 (1) に示す演算が行われ、補正閾値  $V_t$  が算出される。

【 0 0 3 6 】

【 数 1 】

$$V_t = \frac{X - Y}{Z} + Y \quad \dots (1)$$

20

【 0 0 3 7 】

そして算出された補正閾値  $V_t$  はコンパレータ 5 へと送信され、コンパレータ 5 の以後の処理に供される。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、無線受信機による検出波形を示すグラフである。図 2 に  $V_t$  と X、Y の関係が示されている。コンパレータ 5 により、包絡線が閾値  $V_t$  以上の部分について目的波信号あり、閾値  $V_t$  未満の部分について目的波信号無し、と判定される。

【 0 0 3 9 】

次に、上述した構成を有する無線受信機 1 による動作について詳細に説明する。

30

【 0 0 4 0 】

まず、無線受信機 1 のアンテナ 2 が、外部の無線送信器から送信されたインパルス UWB の受信を行い、受信したインパルス UWB を L N A 3 へと送信する。

【 0 0 4 1 】

次に、L N A 3 が、アンテナ 2 により受信されたインパルス UWB に混入されている雑音を抑えつつ、インパルス UWB の増幅を行う。こうすることで、微弱な信号であり雑音による影響を受けやすいインパルス UWB について、雑音による影響を抑制し、信号の検出を精度よく行うことができる。そして L N A 3 は、増幅したインパルス UWB を包絡線検出器 4 へと送信する。

40

【 0 0 4 2 】

次に、包絡線検出器 4 が、L N A 3 から出力された信号の包絡線に基づき、この信号に対する電圧の振幅を検出する。そして包絡線検出器 4 は、検出した電圧の振幅をコンパレータ 5、最大ピーク検出部 8 及び最小ピーク検出部 9 へと送信する。

【 0 0 4 3 】

次に、コンパレータ 5 は、包絡線検出器 4 により検出された電圧の信号強度を、所定の閾値と比較し、閾値以上の信号強度を目的波信号あり、閾値未満の信号強度を目的波信号無しとして判定し、デジタルデータの生成を行う。

【 0 0 4 4 】

次に、ベースバンド部 6 は、受信データを復調し、コンパレータ 5 による検出結果のう

50

ち信号有りの状態を1、信号無しの状態を0としてデジタル信号の生成を行い、出力データとして図示しない他の装置による処理のために提供する。また、受信データのエラー率の測定をベースバンド部6で行う。

【0045】

エラー率の測定は、例えば受信データに対して施されているデータの修正率や誤り検出の結果に基づき行われるが、この態様に限らず他の態様によりエラー率の測定が行われてもよい。

【0046】

ベースバンド部6により測定されたエラー率は、ベースバンド部6からMPU7へと送信される。

10

【0047】

次に、MPU7が、ベースバンド部6により得られたエラー率に基づき、受信信号のエラー率が最少となるZを算出する。算出された補正值Zは、MPU7から演算部10へと送信される。

【0048】

一方、最大ピーク検出部8は、包絡線検出器4から送信された電圧の振幅の最大値Xを検出し、演算部10へと送信する。

【0049】

また、最小ピーク検出部9は、包絡線検出器4から送信された電圧の振幅の最小値Yを検出し、演算部10及び演算部11へと送信する。

20

【0050】

演算部10は、最大ピーク検出部8から送信された最大値Xと、最小ピーク検出部9から送信された最小値Y、そしてMPU7から送信された補正值Zを用いて、 $(X - Y) / Z$ の演算を行う。演算部10による演算結果は、演算部10から演算部11へと送信される。

【0051】

演算部11は、演算部10による $(X - Y) / Z$ の演算結果と、最小ピーク検出部9により検出された最小値Yを用いて、上述した式(1)の演算を行い、補正閾値 $V_t$ の算出を行う。

【0052】

こうして算出された補正閾値 $V_t$ は、演算部11からコンパレータ5へと送信される。補正閾値 $V_t$ を受信したコンパレータ5は、以後の動作をこの補正閾値 $V_t$ を用いて行う。

30

【0053】

そして、この補正閾値 $V_t$ を用いて行われたコンパレータ5による信号の有無の判定結果はベースバンド部6へと送信され、以後無線受信機1は、上述した処理と同様に再度のエラー率の測定から新たな補正閾値 $V_t$ の算出を行う。

【0054】

本実施形態に係る無線受信機1によると、通信状況に応じて閾値の調節を行うことで弱い受信波の検出が可能となり、その結果インパルスUWBを用いた場合でも通信距離を伸ばすことが可能となる。

40

【0055】

なお、上述した実施形態に係る無線受信機1はそれぞれ単一の受信部、すなわちアンテナ2、LNA3及び包絡線検出器4を1つずつ備えて構成されていた。しかし、本発明においてはこれに限らず、受信部が複数設けられている態様であってもよい。

【0056】

この場合、複数の受信部から出力される包絡線を加算する加算器が、受信部とコンパレータ5の間に設けられる。

【0057】

このように加算器を設けることで、複数の受信部により受信したインパルスUWBの電

50

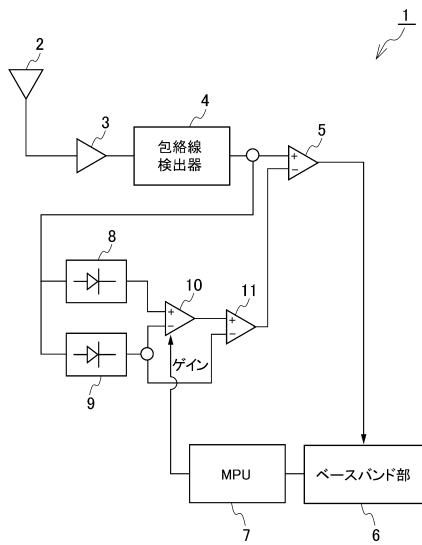
力が理論上受信部の数に応じて倍増する。これによりインパルスUWBの受信電力を高めることができ、従来よりも長距離の無線通信を実現することができる。

【符号の説明】

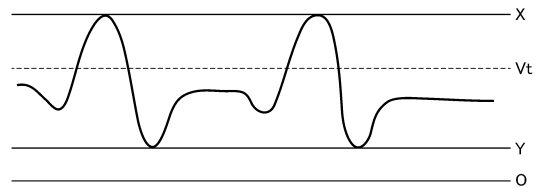
【 0 0 5 8 】

- 1 無線受信機
- 2 アンテナ
- 3 低ノイズ増幅器 ( L N A )
- 4 包絡線検出器
- 5 コンパレータ
- 6 ベースバンド部
- 7 M P U ( Micro Processing Unit )
- 8 最大ピーク検出部
- 9 最小ピーク検出部
- 1 0、1 1 演算部

【 図 1 】



【 図 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 西川 久

滋賀県栗東市小柿6丁目9番2号 株式会社日本ジー・アイ・ティー内

(72)発明者 長田 敦史

滋賀県栗東市小柿6丁目9番2号 株式会社日本ジー・アイ・ティー内

審査官 太田 龍一

(56)参考文献 米国特許出願公開第2008/0260381(US, A1)

Qin Zhou et al., A Flexible Back-end with Optimum Threshold Estimation for OOK Based Energy Detection IR-UWB Receiver, Ultra-Wideband(ICUWB), 2011 IEEE International Conference on, 2011年9月16日, pp.130-134

Masaya Sasaki et al., A Study on Multi-User Access in Energy Detection UWB-IR Receiver, Spread Spectrum Techniques and Applications(ISITA), 2010 IEEE 11th International Symposium on, 2010年10月20日, pp.141-146

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 1/7163

H04B 1/16