

平成 29 (2017) 年度修士論文発表内容要旨

電子情報システム専攻

氏名	中島 康雄	研究室名	片山研究室
題目	1ビットアナログ-デジタル変換器による多値振幅変調信号の復調		

1 背景と目的

無線周波数 (RF) の信号をアナログ-デジタル変換器 (ADC) を用いて直接サンプリング (RF サンプリング) し、デジタル信号処理によって周波数変換等の復調処理を行う手法は、動的な使用帯域の変更が可能であり、高い柔軟性を持つ。この手法は、RF 信号をサンプリングする際におけるジッタの影響を抑えるため、搬送波周波数に対して 8 倍以上のサンプリングレートを持つ ADC を必要とする。しかし ADC は分解能とサンプリングレートにトレードオフ関係を持つため、高周波信号に対して十分な分解能を確保することは難しい。よって高周波数かつ、復調に高い分解能を要求する多値振幅変調信号に対しては、RF サンプリングによる復調を適用することは困難である。

そこで本研究では、高周波数の多値振幅変調信号を RF サンプリングによって復調することを目的とし、分解能を最小 (1bit) とすることで高サンプリングレートが実現可能な 1bit ADC と、雑音を組み合わせることによって多値振幅変調信号を復調する手法を提案する。

2 システムモデル

システムモデルを図 1 に示す。送信信号は搬送波が高周波数の多値振幅変調信号とし、搬送波周波数がシンボルレートに対して十分高いとする。また、1bit ADC の閾値は 0 とし、サンプリングレートは搬送波周波数の 8 倍とする。本手法では、受信信号に対して 1bit ADC から出力された、振幅が 2 値の波形に対して、1 シンボル毎に搬送波との相関値を計算し、その相関値に対してシンボル判定を行う。

3 復調原理

1bit ADC の入出力波形と出力波形に対する相関値を図 2,3 に示す。送信信号は振幅が {3, 1, -1, -3}, 搬送波周波数はシンボルレートの 8 倍、雑音には平均 0 の白色ガウス雑音とし、図中の相関値は取りうる最大値を 1 として正規化した。

雑音がない場合の例を図 2 に示す。雑音が無い場合各相関値は高い値を取るが、同じ位相で異なる振幅を持つシンボルは分解能不足のために出力波形が同じになり、相関値も等しくなる。よってこの場合、振幅のみ異なるシンボルは正しく判定できない。

雑音がある場合の例を図 3 に示す。雑音によって、各シンボルの相関値は低くなる。その程度は各シンボルの振幅に依存しており、振幅が大きいほど相関値が減少しづらく、振幅が小さいほど相関値が減少しやすい。それにより振幅のみ異なるシンボルの相関値が分離される

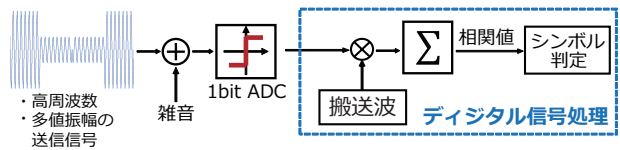
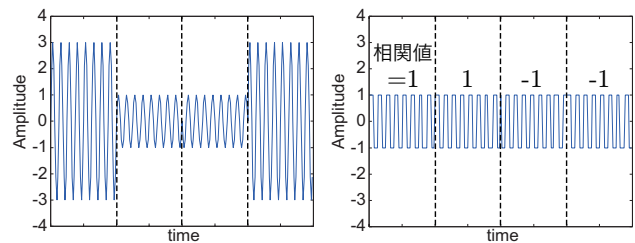


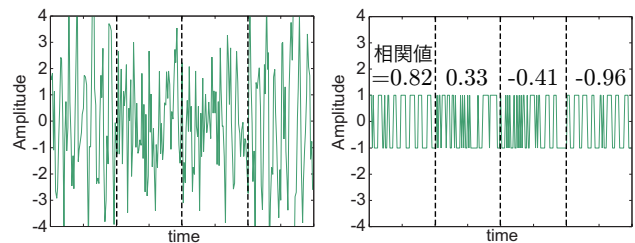
図 1: 提案システムモデル



(a) 入力 (送信信号)

(b) 1bit ADC の出力

図 2: 1bit ADC の入出力波形 (雑音がない場合)



(a) 入力 (送信信号 + 雑音)

(b) 1bit ADC の出力

図 3: 1bit ADC の入出力波形 (雑音がある場合)

ため、雑音がない場合は不可能であった正確なシンボル判定が可能になる。

上記のように、雑音があることで 1bit ADC を用いた多値振幅変調信号の復調が可能となる。

4 まとめ

1bit ADC による多値振幅変調信号の復調手法を提案した。それにより、高周波数の多値振幅変調信号に対しても RF サンプリングを用いた復調が可能になった。

業績

- 論文誌 IEICE, NOLTA 採録 1 件 (2017-07)
 - 論文誌 IEEE Wireless Communications letters 投稿予定
- 他, 国際会議 2 件, 国内学会 3 件, 受賞 2 件