Institute of Electronics, Information, and Communication Engineers



A-2-34

# 確率共鳴を用いたバイポーラパルス受信機についての基礎検討

Preliminary Study on Bi-Polar Pulse Receiver using Stochastic Resonance

田中裕也[1] 山里敬也[2] 荒井伸太郎[3]
Hiroya TANAKA Takaya YAMAZATO Shintaro ARAI

名古屋大学工学部[1] 名古屋大学 教養教育院[2] 香川高等専門学校[3]
Faculty of Engineering, Nagoya University
Institute for Liberal and Sciences, Nagoya University
Kagawa National College of Technology

## 1 背景と目的

確率共鳴(SR)とは，雑音によって系の応答が高まる現象のことであり，雑音電力の増大と共にSNRが向上する領域が存在する．よって，雑音環境下で従来は検出出来ないような微弱信号を検出することが可能である[1].

本研究では，SRの通信分野への応用について考える．従来，雑音は通信システムにとって好ましくないものとされ，いかに除去するかに焦点が置かれた．しかし，雑音に対して高効率な制御が求められる環境下では，雑音を積極的に利用することに意義があると考える．よって本稿では，その初歩的段階としてAWGNチャネルにおけるSRを用いたバイポーラパルス受信機について述べる．

## 2 SRの力学的モデル

SRの力学的モデルを以下の式で示す[1].

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{\partial U(x)}{\partial x} + s(t) + n(t) \tag{1}$$

$$U(x) = -\frac{a}{2}x^2 + \frac{b}{4}x^4 \tag{2}$$

上式で，$x$は出力信号，$s(t)$は入力信号，$n(t)$は平均0，分散$\sigma^2$のAWGNとする．$U(x)$はSR系のポテンシャルを示しており，本稿では式(2)で示す二重井戸ポテンシャルを扱う．ここで，出力は2値を取り，雑音と入力信号が共鳴することで出力が得られる．

## 3 SRによるSNR改善

SRの効果をシミュレーションを用いて確認した．式(1)を時刻$t$で数値積分して，得られた出力のスペクトルからSNRを求めた．入力信号を振幅$\pm 8/\sqrt{2}$のバイポーラパルス，サンプル間隔を0.005秒，式(2)において$a = 32$，$b = 1$として，各雑音電力毎にSR通過後のSNRを計算した結果を図1に示す．点線がシミュレーション結果，実線が理論値を示している．理論値は文献[1]の(5.9)式を参照して求めた．図1より，雑音電力に対してSNRが向上する領域を確認できた．

## 4 BER特性

前節で求めたSR通過後のSNRを用いて，バイポーラ受信機におけるBER特性を求めた．システムモデルを図2に示す．振幅$\pm A$のパルス波をAWGNチャネルに送信し，受信側でそれをSRに入力する．加える雑音電力を調節してBER特性を求めた．

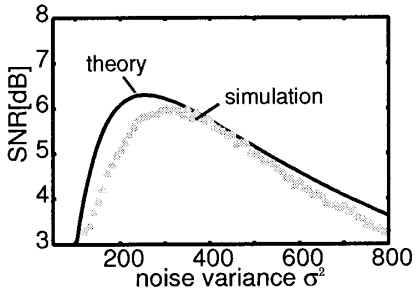


図1 SR特性シミュレーション結果

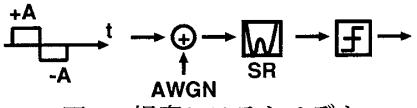


図2 提案システムモデル

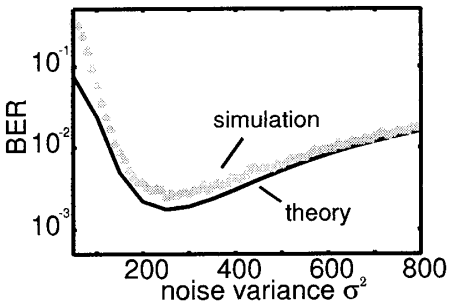


図3 BER特性シミュレーション結果

シミュレーション結果を点線，理論値を実線として図3に示す．理論値は前節で求めたSNRの理論値をBER=$0.5\mathrm{erfc}\sqrt{\mathrm{SNR}}$に代入して求めた．図3より，雑音電力によってBER特性が改善されていることが分かる．

## 5 むすび

本稿において，SRによるBER特性の向上をシミュレーションを用いて確認できた．今後は，他の通信方式との比較を考えてSRを用いた通信システムの性能を評価していきたい．

## 6 謝辞

日頃熱心にご指導頂く，豊田中央研究所田所幸浩氏，名古屋大学エコトピア科学研究所教授片山正昭先生，准教授岡田啓先生，助教小林健太郎先生に深く感謝する．

### 参考文献

[1] Bruce McNamara, and Kurt Wiesenfeld, "Theory of stochastic resonance", PHYSICAL REVIEW A, vol.39, NUMBER 9, MAY 1 1989


Copyright © 2012 IEICE
NII-Electronic Library Service