

Schmitt Trigger 回路を利用した確率共鳴 BFSK 受信機

Stochastic Resonance BFSK Receiver using Schmitt Trigger

千賀敬太¹
Keita CHIGA

田中裕也¹
Hiroya TANAKA

山里敬也¹
Takaya YAMAZATO

荒井伸太郎²
Shintaro ARAI

名古屋大学¹
Nagoya University

香川高等専門学校²
Kagawa National College of Technology

1 まえがき

確率共鳴は信号に雑音を加えることにより系の応答が向上する現象である。BFSK 受信機において確率共鳴が有効であることは二重井戸ポテンシャルに関するシミュレーションで確認されている [1]。本稿では、二重井戸ポテンシャルを実現する回路として実現が容易な Schmitt Trigger 回路を考え、入力信号がしきい値を超えない場合を想定する [2]。この Schmitt Trigger 回路を適用した確率共鳴 BFSK 受信機の実現について評価する。

2 Schmitt Trigger 回路

図 1(a), (b) にオペアンプを用いた Schmitt Trigger 回路およびその入出力特性をそれぞれ示す。図中の V_{in} , V_{out} はそれぞれ入力電圧, 出力電圧である。Schmitt Trigger 回路は二重井戸ポテンシャルであると考えられる。この二重井戸ポテンシャルに信号と雑音を加えることで、確率共鳴現象が生じる。

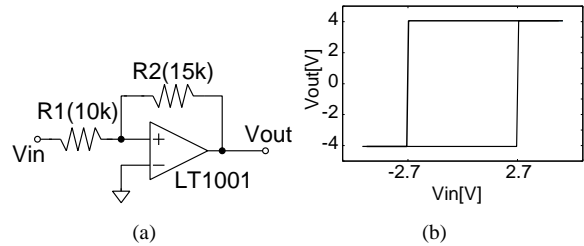


図 1 オペアンプによる Schmitt Trigger 回路

3 システムモデル

図 2 に Schmitt Trigger 回路を利用した BFSK 受信機のシステムモデルを示す。図 2 において、受信信号は以下の式で与えられる。

$$r(t) = A \sum_{k=-\infty}^{\infty} g(t - kT_b) \cos(2\pi f_k t) + n(t) \quad (1)$$

ここで、 A は振幅、 k は時刻を表すインデックス、 T_b は 1 シンボル時間、 $g(t)$ は区間 $[0, T_b]$ で大きさ 1 をもつ矩形パルス波形、 $n(t)$ は平均 0、分散 σ_c^2 のガウス性雑音とする。また、 f_k は k 番目のシンボルで選ばれた周波数とする。Schmitt Trigger 回路に BFSK 信号および雑音を入力し、その出力を相関検波により判定する。

4 シミュレーション

図 2 に示すシステムについて確率共鳴を確認するため、Spice を用いて図 1 の Schmitt Trigger 回路のシミュレーションを行った。入力信号は振幅 $A = 2.0V$ 、周波数 $f_0 = 100Hz$, $f_1 = 200Hz$ 、シンボル時間 $T_b = 0.1s$ である。Schmitt Trigger 回路のしきい値は $\pm 2.7V$ であり、入力信号振幅 ($\pm 2.0V$) はしきい値を超えないため、雑音が小さい場合には出力は変化しない。オペアンプには Linear Technology 社の汎用オペアンプである LT1001 を使用し、 $R_1 = 10k\Omega$, $R_2 = 15k\Omega$ とする。図 3 に内部雑音電力 σ_{SR}^2 を変化させた BER 特性を示す。このとき Schmitt Trigger 回路には分散 ($\sigma_c^2 + \sigma_{SR}^2$) の雑音が付加される。図 3 より、雑音電力の増加によって BER が改善されている領

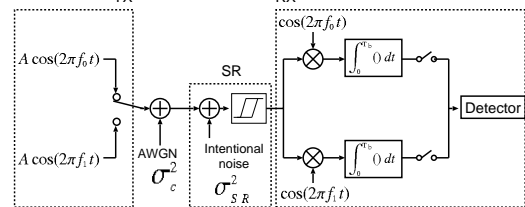


図 2 提案システムモデル。

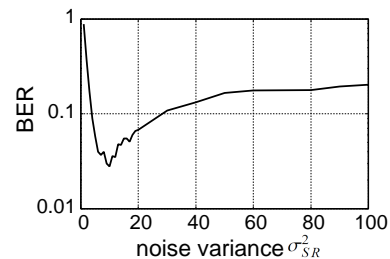


図 3 雑音分散に対する BER 特性。

域が確認できる。しかし、BER は 0.01 以上であり、改善が必要であると考えられる。

5 むすび

本稿ではシミュレーションを用いて Schmitt Trigger 回路を利用した BFSK 受信機において確率共鳴現象を確認した。今後は回路を製作し、その特性を評価していきたい。

6 謝辞

日頃熱心にご指導頂く、名古屋大学エコトピア科学研究教授片山正昭先生、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] 田中裕也, 山里敬也, 荒井伸太郎, “複数入力における確率共鳴を用いた BFSK 受信機についての特性評価”, 電子情報通信学会 ソサイエティ大会, Sep. 2012.(発表予定)
- [2] Gregory P.Harmer, et al., “A Review of Stochastic Resonance: Circuit and Measurement”, *IEEE trans. Instrum. Meas.*, vol. 51, No. 2, pp. 299-309, Apr. 2002.