

CPG モデルとロボット歩行制御回路のワンチップ化に対する検討

A-1 A Study on One Chip of Walking Robot Control Circuit and CPG Model

二瓶 乃亮[†] 佐伯 勝敏[†]

Daisuke Nihei[†] Katsutoshi Saeki[†]

[†] 日本大学理工学部電子情報工学科

[†] College of Science and Technology, Nihon University

1. まえがき

動物は、脊髄に存在するとされる CPG(Central Pattern Generator)で歩行などのリズム運動の生成・制御を行っており、この CPG の機能をロボットに応用することで、不整地に自律的に適応するロボットが作成可能であると考えられている。

今回、電子回路でモデル化した CPG モデルおよびモータ制御のための PWM 回路のワンチップ化に対する検討を行った。

2. 本論

図 1 に、四足歩行動物の歩行パターンを生成する CPG モデルの構成図を示す。図中、L は左、R は右、F は前脚 H は後脚、e は伸筋、f は屈筋を示しており、それぞれの○は、四足動物が歩行の際に脚の筋肉を刺激するタイミングと同等の周期で電気信号を発振する電子回路モデルである。この発振回路を我々は介在細胞集団モデル[1]と呼び、介在細胞集団モデルを用いることができる。同図は、接続の一例として歩行状態 trot 時における 8 つの介在細胞集団の接続を示している。同図●—は抑制性シナプスモデルを示す。

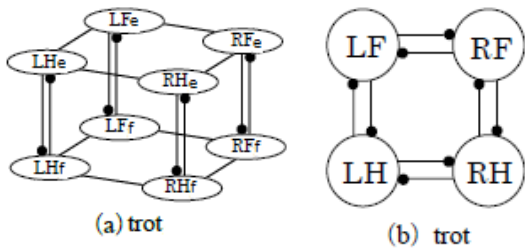


図 1 歩行状態 trot 時の CPG モデル構成図

図 2 に、図 1 の接続状態における CPG モデルのシミュレーション結果の一例として、左前脚の伸筋・屈筋、右前脚の伸筋・屈筋に相当する介在細胞集団の出力波形を示す。同図より、我々が作成した CPG モデルは矩形波出力であるため、出力は四脚の位相情報しか持っておらず、このままでは、歩行制御において、ロボットを滑らかに歩行させることができない。そこで、滑らかな歩行動作制御に向けて、CPG モデルの出力波形に位相情報だけでなく振幅情報を加え、さらに、ロボットに一般的に搭載されているサーボモータを動作させるための PWM 波を生成する回路を CPG モデルと同一の IC チップに搭載する。

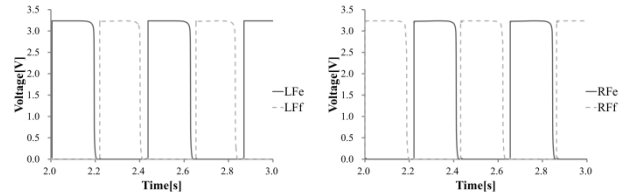


図 2 歩行状態 trot 時の CPG モデルの出力波形

図 3 に、CPG モデルの出力に振幅情報を付与し、その振幅情報に沿って PWM 波を生成する回路のブロック図を示す。同図は、CPG モデルの矩形波出力に傾き(振幅情報)を付与する積分部、伸筋・屈筋の出力を一つにまとめる差動増幅部、サーボモータの制御に適したパルスを生成する PWM 回路によって構成している。

図 4 に、振幅情報を加えた CPG モデルのシミュレーション上における出力波形を示す。同図より、図 3 の回路から生成される波形は、CPG モデルの出力波形が持つ位相情報に振幅情報を加えたものであることを示している。また、出力波形の周期は 1 秒程度で、歩行制御に適した電圧波形であることを示している。

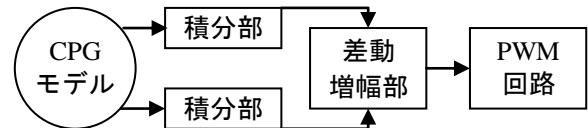


図 3 歩行動作制御回路ブロック図

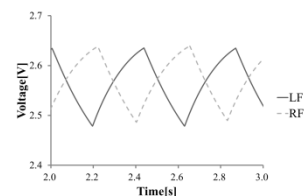


図 4 振幅情報を加えた CPG モデルの出力波形

3. まとめ

本稿では、CPG モデルとロボットの歩行制御を行う回路のワンチップ化に対する検討を行った。その結果、ワンチップ化した CPG モデルから歩行制御に適した電圧波形が得られることを明らかにした。

今回検討した CPG モデルおよび、振幅情報を付与し PWM 波を生成する回路の集積化を行い、ロボットの歩行制御を行う予定である。

4. 参考文献

[1]Katsutoshi Saeki, Tatsuya Tatebe, Yoshifumi Sekine:"A Study on CPG Model Transition Swing and Stance Pattern with Interstitial Cells",International Joint Conference on Neural Networks,264,pp.177-184,(2012)