

M-30

CPG を含んだ PWM サーボモータ駆動系を内蔵したロボットシステム用のハードウェアニューラルネットワークの開発

Development of Hardware Neural Networks for the Robot System with a built-in PWM Servo Motor Drive System including the CPG.

○平尾聡志¹, 阿部水樹², 金子美泉³, 齊藤健³, 内木場文男³

*Satoshi Hirao¹, Mizuki Abe², Minami Kaneko³, Ken Saito³, Fumio Uchikoba³

Abstract: A program control is a major control method of the robot. However, it is difficult to deal with unexpected situations. The purpose of our study is mimicking the biological neural networks and reproducing the similar motion of the living organisms in the robot. The CPG of the living organism generates the walking rhythms. We modeled this CPG by the pulse-type hardware neural networks (P-HNN). In this paper, we constructed the P-HNN by connecting the CPG model and the PWM servo control circuit. Moreover, we investigated the change of the pulse width and the cycle of the PWM signal.

1. まえがき

ロボットの制御方法はマイコンを用いた制御が主流であるが、この方法はプログラムした行動しか行えず予期せぬ状況に対応することが難しい。一方、生物の脳の神経回路を模倣したニューラルネットワークはロボットが電氣的振動パターンを用い自立行動するので、予測困難なことが発生する状況の対応に適している。

生物のリズムの基本運動は脊髄の細胞体とシナプスによる生物学的なニューラルネットワークで構成された中枢パターン発生器(CPG)で生成される。我々はこの機能を Pulse-Type Hardware Neural Networks (P-HNNs) を用い再現し、ロボットの制御システムを構築することを目的としている。

本論文では CPG 回路のシミュレーションで歩行パターンを生成し、それを PWM 回路を用いサーボの制御が可能な PWM 信号に変換し、また PWM 周期の変化特性について検討した。

2. パルス形ハードウェアニューラルネットワークを用いた CPG 回路

細胞体モデルを Figure1(a)に示す。これは、ニューロンのしきい値、不応期、活動電位を再現している。細胞体を接続するシナプスモデル Figure1(b), (c)に示す。シナプスはニューロンの興奮を誘発する興奮性シナプス(b)と抑える抑制性シナプス(c)の 2 種類がある。細胞体モデルを興奮性シナプスモデルによって接続すると同相同期を、抑制性シナプスモデルによって接続すると逆相同期を引き起こす。CPG 回路は細胞体、興奮性シナプス、抑制性シナプスを Figure1(d)のように組み合わせ、興奮、抑制トリガーパルスを各細胞体モデル

ルに入力し歩行パターンを変化させている。 [1]

Figure2 に CPG 回路のシミュレーション結果を示す。

10 [s] で Walk パターンが、60 [s] で Trot パターンが入力され各パターンの順に細胞体が興奮している。

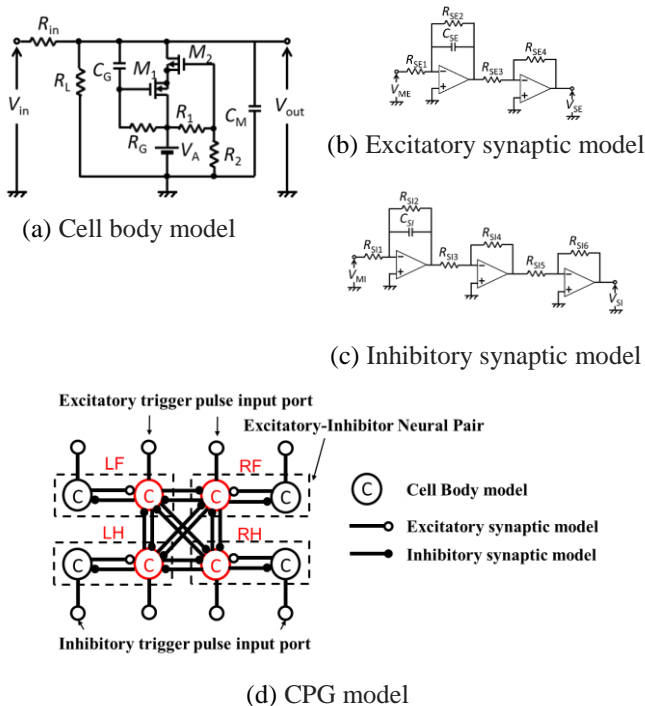


Figure1. CPG and CPG component

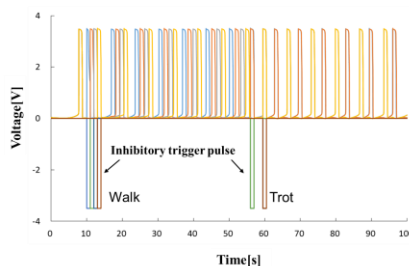


Figure2. Simulation of the locomotion rhythm

1 : 日大理工・学部・精機 2 : 日大理工・院(前)・精機 3 : 日大理工・教員・精機

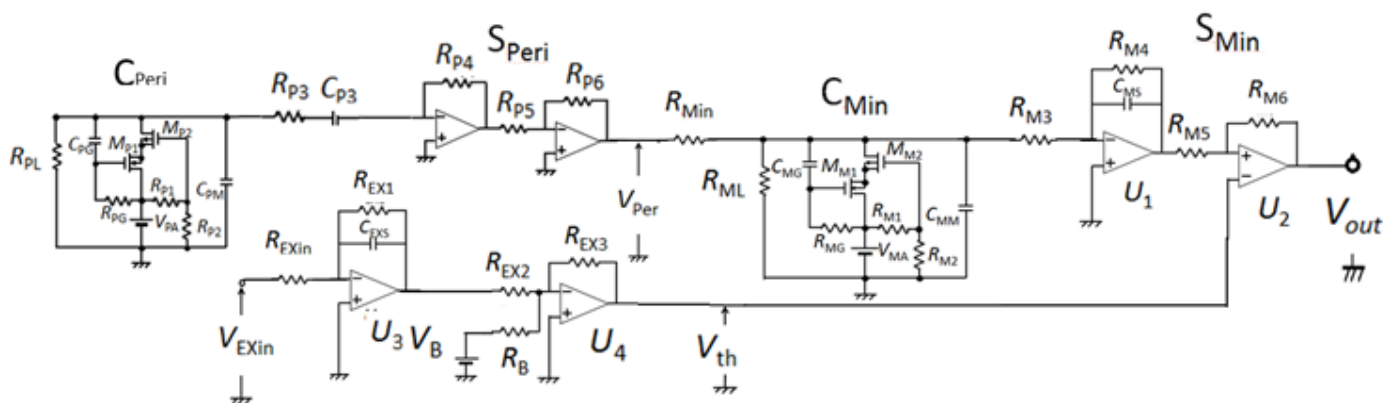


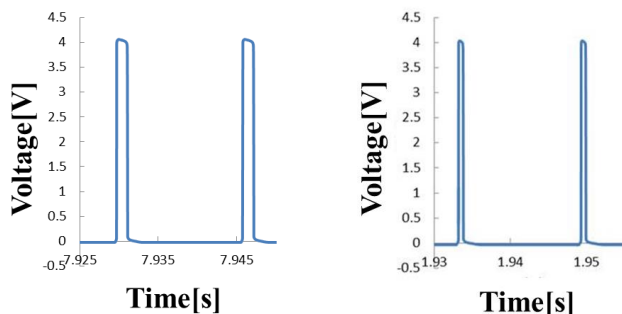
Figure3.PWM control circuit

3. PWM サーボモータ制御回路

P-HNN で構成された PWM 制御回路は PWM サーボモータ HRS-5498SG の制御を想定している。このサーボを駆動させるためのパルス周期は 16040[μs]であり、パルス幅を変化させることでデューティ比が変更されサーボモータの角度が制御される。

Figure3 に PWM 制御回路の回路図を示す。CPeri は HRS-5498SG の PWM 信号周期の約 16040[μs]で発火動作を行い、パルス幅の最小値を決定している。CMin が興奮すると HRS-5498SG の PWM 信号の最小パルス幅である 600[μs]で周期的な発振を行う。SMin ではしきい値電圧 Vth で出力される Vout のパルス幅 Pw を制御している。

Figure4 に PWM 制御回路のシミュレーション結果を示す。



(a) pulse width 1500[μs] (b) pulse width 600[μs]

Figure4. Output of Pulse Width Modulation circuit

Figure4(a)は CPG からの入力が入っている場合の波形でパルス幅が約 1500[μs]となっている。Figure4(b)は CPG 回路からの入力がない場合でありパルス幅が 600[μs]になっている。これは CPG の信号によって PWM サーボモータの角度を制御できるということを示唆している。また、この時の Vpa の値はどちらも 3.5[V]となっている。

Figure5 に CPeri の内部電源電圧 Vpa と Vout で生成される周期 T の関係を示す。

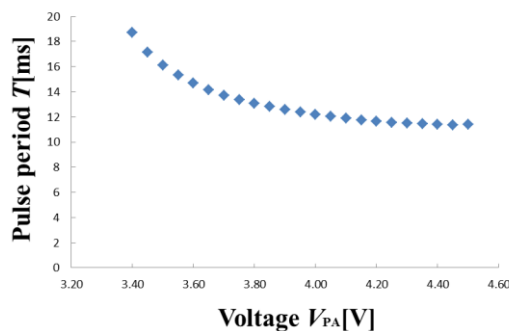


Figure5. Relationship between the PWM period T and the internal power supply voltage Vpa

これによりパルス周期が約 12000~18000[μs]の範囲であるサーボモータならば制御が可能である事が確認できる。

4. まとめ

今回、CPG 回路のシミュレーションを行い入力するパターンによって出力波形が変わることが確認できた。また、PWM 制御回路に CPG 回路からの信号が入力されている場合と入力されていない場合の PWM 制御回路の出力のパルス幅と、CPeri の内部電源電圧 Vpa と Vout で出力される波形の周期の関係を確認した。

5. 参考文献

[1] 阿部・齊藤・高藤・内木場：「パルス型ハードウェアニューラルネットワークによって構成される CPG を含んだ PWM サーボモータ駆動系の開発」平成 29 年電気学会電子・情報・システム部門大会 講演論文集 pp.1276 - 1281(2017).