

ラット型ロボットに搭載するニューロモルフィック回路の集積化に対する検討

A Study on Integration of Neuromorphic Circuits for Rat-Type Robots

安田 祐希[†] 村本 大和[†] 中山 渉^{††} 大隈 井輔^{††}

LYU SHUXIN^{††} 森下 克幸^{††} 齊藤 健[†]

Yuki YASUDA[†] Yamato MURAMOTO[†] Wataru NAKAYAMA^{††} Isume OKUMA^{††}

Shuxin LYU^{††} Katsuyuki MORISHITA^{††} Ken SAITO[†]

[†]日本大学理工学部 ^{††}日本大学大学院理工学研究科

[†] College of Science and Technology, Nihon University

^{††} Graduate School of Science and Technology, Nihon University

1. はじめに

我々は、動物の身体機能や特性を模倣した四足歩行ロボットシステムの開発を行っている[1]。神経系の機能を模倣したアナログ電子回路モデルを用いることで、生物に近いメカニズムでロボットの制御を行うことが期待できる。我々は、筋肉の収縮運動を模倣して歩容を生成するラット型ロボットに搭載するニューロモルフィック回路を設計し、HSPICE を用いてシミュレーションを行った。シミュレーションの結果、設計したニューロモルフィック回路は2つの出力を交互にバースト発振することを確認したので報告する。

2. ニューロモルフィック回路

図1に今回設計したニューロモルフィック回路の概略図を示す。ニューロモルフィック回路は、細胞体モデルと抑制性シナプスモデル、遅延機能のついた興奮性シナプスモデルで構成した。細胞体モデルは周期的にパルスを出力する発振回路である。抑制性シナプスモデルはシナプス荷重コントロール電圧に応じて、細胞体モデルの発振を抑制する回路である。複数の細胞体モデルをシナプスモデルで相互に結合することで、繋がれた細胞体モデルを逆相で発振させることができる。遅延機能の付いた興奮性シナプスモデルは細胞体モデルの発振を遅らせる回路である。図1のように組み合わせることによって、2つの細胞体モデル C_{F1} , C_{E1} を交互に発振させることが可能となる。今回設計を行ったニューロモルフィック回路で、ラット型ロボットに搭載している一つの関節の人工筋肉ワイヤを収縮、伸長することが可能となる。

3. シミュレーション結果

ニューロモルフィック回路の動作確認を行うため HSPICE を使用し、回路シミュレーションを行った。シミュレーション結果を図2に示す。図2は、図1中の出力 V_{out1} および出力 V_{out2} からの出力波形を示している。図より細胞体モデルからの出力 V_{out1} および V_{out2} は交互にバースト発振することを確認した。シミュレーションの結果より、設計したニューロモルフィック回路は、一つの関節の人工筋肉ワイヤを交互に収縮、伸長することが可能であることが確認できた。

4. まとめ

本稿では、ニューロモルフィック回路の設計と、HSPICE を用いたシミュレーションを行った。シミュレーションの結果、2つの細胞体モデルの出力が交互にバースト発振することを確認した。今後はニューロモルフィック回路の集積化を行い、実際にラット型ロボットへの搭載を行う予定である。

謝辞

本研究は、東京大学 d.lab(旧 VDEC)活動を通して、日本シノプシス合同会社、日本ケイデンス・デザイン・システム社、シーメンス EDA ジャパン株式会社の協力で行われたものである。

[1] K. Saito, M. Ohara, M. Abe, M. Kaneko, F. Uchikoba : “Gait Generation of Multilegged Robots by using Hardware Artificial Neural Networks.” INTECH, pp.29-50, 2018.

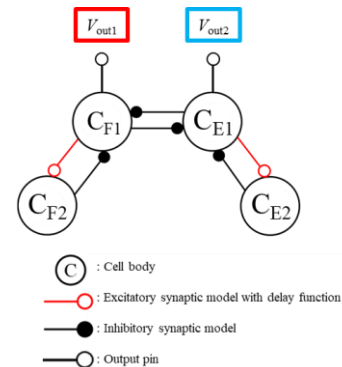


図1 ニューロモルフィック回路の概略図

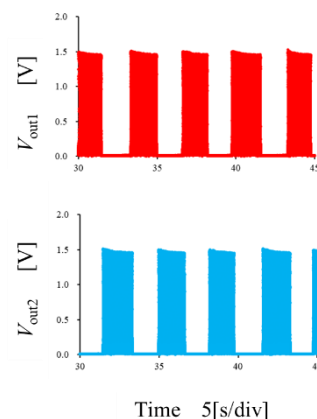


図2 シミュレーション結果