

自律化に向けた電池搭載型 6 足 MEMS マイクロロボットの検討

Investigation of Battery Mounted Type Hexapod MEMS Microrobot for Autonomy

○野口大輔¹, 河村彗史¹, 田中泰介¹, 早川雄一朗¹, 小川元輝², 金子美泉³, 齊藤健³, 内木場文男³

*Daisuke Noguchi¹, Satoshi Kawamura¹, Taisuke Tanaka¹, Yuichiro Hayakawa¹, Genki Ogawa²,
Minami Kaneko³, Ken Saito³, Fumio Uchikoba³

Abstract: This paper was investigation of battery mounted hexapod MEMS microrobot for autonomy. The installation of a power supply is indispensable for autonomous microrobot, but it has not been realized due to the relationship between capacity and size. Therefore, in this paper, we decided to investigate whether it is possible to autonomize by installing three small silver oxide battery in a hexapod walking MEMS microrobot equipped with a control circuit board with built-in artificial neural networks IC and using artificial muscle wire as an actuator.

1. はじめに

マイクロロボットの需要は近年増加しており、医療分野や産業分野、さらには災害現場などの狭小空間での活躍が期待されている。しかし、それらの需要に答えるためにはマイクロロボットの小型化と自律化が重要である。

そのため小型化と自律化を目指したマイクロロボットの研究が近年盛んに行われている。しかし、小型化と自律化を両立させたマイクロロボットの報告例は僅少であり、最大の課題である。

我々は上記の課題を達成する為に、半導体製造技術を応用した Micro Electro Mechanical Systems(MEMS)工程及び、生物の情報処理能力を模した人工ニューラルネットワークを用いた。

上記 2 つの技術を用いることで、これまでに昆虫をモデルとした 4 足及び 6 足歩行型マイクロロボットを開発し、人工ニューラルネットワーク IC を内蔵した制御回路基板を作製、搭載した状態での歩行に成功している。これによって電源以外の搭載に成功したが、電源の容量の関係から搭載が課題であった。

我々は引き続き、制御回路を搭載した 6 足歩行型マイクロロボットに電源として小型 1 次電池を搭載し、歩行可能であるかを検討することにした。

2. 6 足歩行型マイクロロボットの構成要素

Figure1 に 6 足歩行型マイクロロボットの構造を示す。6 足歩行型マイクロロボットは本体フレーム、人工筋肉ワイヤ、ロータ、脚部機構、の 4 種類で構成されており、本体フレームには電池を搭載できるように空間を設けた。パーツにはシリコンを用い、MEMS 工程で作製している。

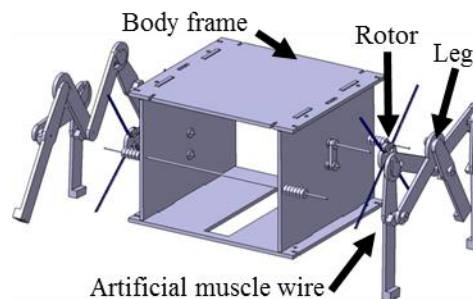


Figure 1. Structure of hexapod walking microrobot

3. 脚部機構

脚部を動作させるアクチュエータには Ti-Ni 系の形状記憶合金(Shape Memory Alloy: SMA)の一種である人工筋肉ワイヤを用いた。人工筋肉ワイヤは加熱すると収縮し、放熱すると弛緩する特性を持つ。加熱には通電することによるジュール熱を用いた。ロータパーツの 4 方向に人工筋肉ワイヤを接続し、1, 2, 3, 4, と順に通電することで動作させ、円運動を生成する。ロータパーツと脚部は

軸によって接続されており，ロータパーツの円運動を脚部へ伝達することにより，歩行動作を生成することができる．脚部を本体フレームに位相を 180 度ずらして接続することにより 3 つの脚が常に接地し歩行する，昆虫が行う歩容を模倣した．

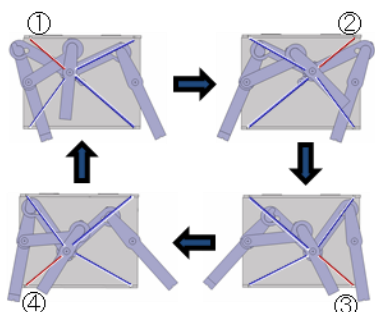


Figure 2. Schematic of leg motion

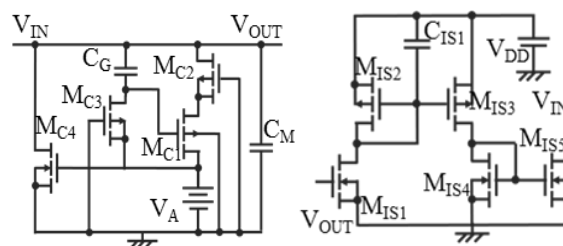
4. 制御回路基板と電池の選定

6 足歩行型マイクロロボットの制御には人工ニューラルネットワークを用いた．Figure 3 に細胞体モデルと抑制性シナプスモデルの回路図及び中枢パターン生成器 (Central Pattern Generator : CPG)の概略図を示す．

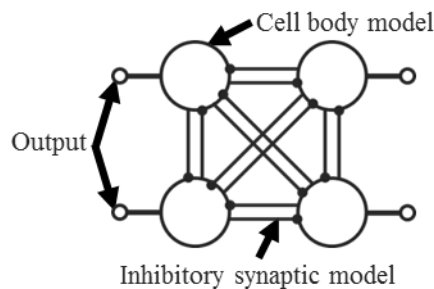
細胞体モデルは周期的なパルス波を出力する発振器である．コンデンサ C_M 及び C_G を変更することにより出力が変更できる．電源電圧 V_A によって周期的に発火する．抑制性シナプスモデルは 2 つの細胞体モデルと結合した場合，一方の細胞体モデルが発火するともう一方の発火に必要な電荷蓄積を抑え，発火を抑制する特徴を持つ．上記によって各々は交互に発火する逆相同期を生成する．そのため 4 個の細胞体モデルと 12 個の抑制シナプスモデルを相互結合することで，生物の周期的な運動リズムを生成する CPG モデルを構成した．人工ニューラルネットワーク及び出力電流をアクチュエータが動作可能な値まで増幅するためにカレントミラーを集積化し，制御回路基板に内蔵した．電源には酸化銀電池(SR626W)3 個を直列に接続した．細胞体モデルに 3.1V，カレントミラー及び抑制性シナプスモデルに 4.65V 用いた．

電源に用いた SR626W は直径 6.8mm，高さ 2.6mm，質量 0.39g の酸化銀電池であり，公称電圧

1.55V，公称容量 28mAh である．



(a) Cell body model (b) Inhibitory synaptic model



(c) Central Pattern Generator

Figure 3. Constituent of artificial neural network

5. まとめ及び考察

今回設計した 6 足歩行型マイクロロボットの概略図を Figure 4 に示す．人工筋肉ワイヤをアクチュエータとしたリンク機構により，歩行動作を行い，制御には人工ニューラルネットワークを用いた．電源には SR626W を選定し，3 個の電池を搭載することで動作に必要な電力を確保した．

今後は歩行可能な時間を測定し，他の機構の検討や制御回路基板の設計の見直しなどを行い，歩行可能な時間を延ばし，完全な自律駆動を目指す．

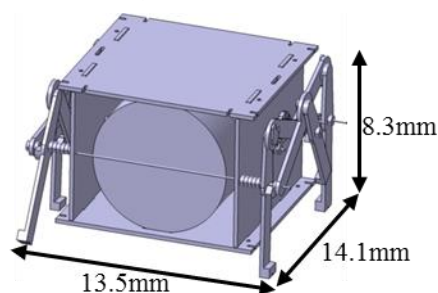


Figure 4. Designed MEMS microrobot

6. 参考文献

[1] 関根好文，隅山正巳，佐伯勝敏，合原一幸：「エンハンスメント型 MOSFET による Λ 型ニューロンモデル」，電気情報通信学会，Vol.J84-C，no.10，pp.988-994，2001．