

K-10

ハードウェアニューラルネットワーク CPG による二足歩行ロボットの歩容変化 Gait change of biped robot by hardware neural network CPG

○本崎 琢也¹, 金子 美泉², 内木場 文男²
* Takuya Honzaki¹, Minami Kaneko², Fumio Uchikoba²

Abstract: Humanoid robots are a type of robot that can cooperate with humans. Our goal is to develop humanoid robots that act in our own circumstances. The robot control method is expected to realize autonomous and flexible robot control by using hardware neural network control instead of conventional control technology. CPG, which exists in the spinal cord of living organisms and generates gait rhythm, is built by a hardware neural network composed of analog electronics. Various rhythm patterns were generated using this circuit.

1. 緒言

現在に至るまで、すでにロボットは幅広い分野で活躍している。産業用ロボットや医療用ロボットは人間よりはるかに優れた速さと精度を併せ持ち、高い生産性と安全性で社会を支えている^[1]。数あるロボットの中でヒューマノイドロボットの優位性とは、人と協調・共存することが出来ることである。ロボットの制御方法はソフトウェアプログラムが一般的となっている。しかし、様々な環境に対応できる汎用性を持ってなお、制御機構の負担を減らし即座に行動できる制御方法が必要となる。そのために生物の持つ神経回路網を工学的に模倣した人工ニューラルネットワークを、ロボットに応用する研究が行われている。我々は、自律的かつ柔軟な行動ができるロボットの開発を目指し、パルス形ハードウェアニューラルネットワーク (P-HNNs) により構築した CPG をアナログ回路で作成しロボットに搭載することにより様々な状況に柔軟に適用できるようになればロボットが社会に普及していくと考える。本研究では、ヒューマノイドロボットの自律的且つ環境適応が可能な歩行動作の生成を最終目標とし、ハードウェアニューラルネットワークを用いた歩容変化に向けたリズムパターンの変化の検討を行った。

2. ヒューマノイドロボット

人体における各部の寸法は成人男性の平均値^[2]を参考にロボットの設計を行った。ロボットの全長 600[mm]、膝から下を 160[mm]、腰から下を 310[mm] と設定した。理由としてロボットは膝伸展型の歩行を目的としているため、人体のサイズに合わせて設計を行う方が歩行をしやすくなると考えられた為である。

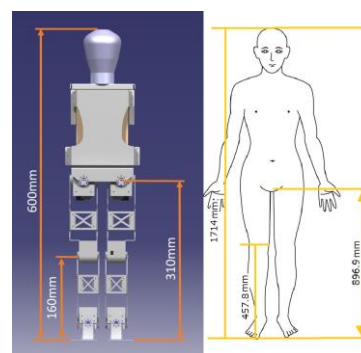


Figure 1. Main dimensions of the humanoid robot

3. ロボットの歩行動作

歩行には静歩行と動歩行がある。静歩行とは重心の路面への投影点が足の裏に位置するような歩行法である。静的に安定なのでどこで停止しても転倒することが無いが、床面が常に平面でなければならないなど環境に制約が多い。動歩行は重心が足の裏にあり続けるわけではないものをいい人間が行っている歩行もこちらに含まれる。その様子を Figure 2 に示す。また、今回作成した歩行の姿勢移動は 0.3s、周期は 0.6s となった。この歩行周期を元に実験に用いる CPG モデルを作成した。

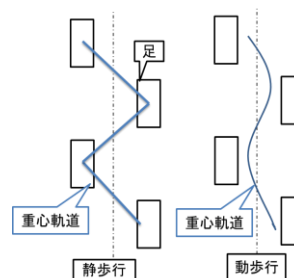


Figure 2. Static gait and dynamic gait

1 : 日大理工・院 (前)・精機、2 : 日大理工・教員・精機

4. CPG モデル

CPG モデルは細胞体モデルとシナプスモデルから構成したパルス形ニューラルネットワーク(P-HNNs)によって構成されている。細胞体モデルはパルス波形を発生しそれがシナプスモデルに入力されることで細胞体モデル自身が抑制または興奮し、パターンを生成する。この回路は細胞体モデルを抑制性シナプスモデルで相互結合したことにより、相互抑制による逆相同期現象が起きる。また、Figure 3 に構築した P-HNNs CPG モデルを示す。このときのパルス幅は 0.15s, パルス周期は 0.6s となった。

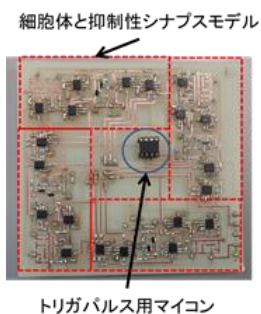


Figure 3. P-HNNs

5. リズムパターンの変化方法

圧力センサには Interlink Electronics 社の FSR402 を用いた。Figure 4 のようににロボットの足裏に取り付けた FSR402 を示す。Figure 4 のように足裏の四点に配置した圧力センサで床反力を測り、その X 座標と床反力の積の和を床反力の和で割り Y 軸も同様に計算する事で床反力中心を求めることが出来る。床反力中心が足の端部に来たら不安定と判断しロボットの歩容を変化させ安定した歩行動作を行えるようにする。

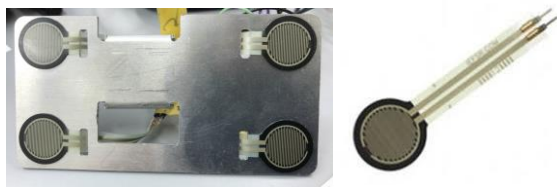


Figure4. FSR402

6. 結果

圧力センサの出力から P-HNNCPG が生成するリズムパターンを変化させる実験を行った。安定した歩行の時は①, ②, ③, ④の順に, 不安定な歩行の時は①, ④, ③, ②の順に P-HNNsCPG がリズムパターンを生

成するよう設定した。結果を Figure 5 に示す。Figure 5(a) では①, ②, ③, ④の順番にリズムパターンを生成しているが Figure 5(b) では①, ④, ③, ②の順にリズムパターンを生成している事が確認出来る。

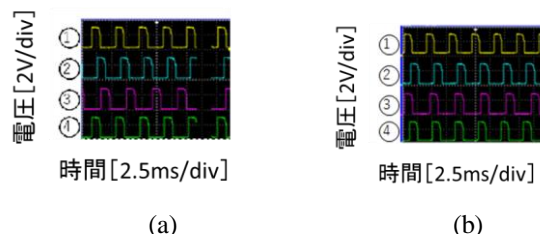


Figure 5. Pulse waveform

7. まとめ

ロボットの足裏に圧力センサを搭載し、足裏の圧力センサの出力により P-HNNsCPG モデル回路の安定時と不安定時で異なるリズムパターンを生成することに成功した。

今後は今回確認した P-HNNsCPG モデル回路の波形の変化に合わせて、ロボットの歩容を変えるためのシステムの構築を行う予定である。

8. 参考文献

- [1] 掃部雅幸 “工業用多軸ロボットハンドの開発” 電子情報通信学会技術研究報告, pp.175-176(2008)
- [2] 生命工学工業技術研究所, “設計のための人体寸法データ集” 人間生活工学研究センター (1996)