

CPG モデルによる動作制御に向けた ヒューマノイドロボットの歩容判別と生成の検討

Towards motion control by CPG Model

Investigation on Discrimination and Generation of Gait of Humanoid Robot

○松井 英樹¹, 武田 健嗣¹, 武井 裕樹¹, 金子 美泉², 齊藤 健², 内木場 文男²
*Hideki Matsui¹, Kenji Takeda¹, Yuki Takei¹, Minami Kaneko², Ken Saito², Fumio Uchikoba²

Abstract: A humanoid robot is one of the robot that can coexist with humans in real environments. Among them, the aim was to develop a humanoid robot that judges and acts on its own situation. The developed the humanoid robot capable of dynamic walking by hardware neural network control. The designed robot mimics the size ratio of the human body. The CPG model consists of four cell bodies. The walking motion is generated by issuing four waveforms. Make sure the robot walks and walks dynamically walking. A pressure sensor was used for discriminating dynamic walking.

1. 緒言

ヒューマノイドロボットは人間のために整備された環境に適応しやすい。それはヒューマノイドロボットが、離散的な着地点をとることができるため段差のような車輪では対処できない複雑な環境下での行動も可能なためである。したがって人間と共存するロボットにはヒューマノイドロボットが適していると考えられる。その中で我々は自ら状況を判断し行動することができるヒューマノイドロボットの開発を目指し、ハードウェアニューラルネットワークを利用した制御回路によるロボットの関節角度の制御について研究してきた^[1]。本研究ではハードウェアニューラルネットワーク制御による動歩行が可能となるよう歩容判別の可能なヒューマノイドロボットの検討を行った。

2. ヒューマノイドロボット

人体寸法を参考にロボットの設計を行った。寸法の比率を合わせるために、まずロボットの全長を設定する。次に人体におけるその長さとの比を求めて、その比と設定したい部位の人体における長さから計算してロボットのフレームの寸法を設定する。この際、人体における各部の寸法は成人男性の平均値^[2]を用いる。

例として膝から下の寸法を求める計算を示す。まず、全長を 600[mm]として設定する。この人体における長さは 1714[mm]、膝から下の長さは 457.8[mm]なので、これらからロボットの膝から下の寸法 $457.8[mm] \times 600[mm]/1714[mm]$ より 160[mm]と求まる。同様に腰から下の寸法は 310[mm]と求まる。なお、設計を簡便にするため求めた値は丸めた。Figure 1 に設計したロボッ

トの主要寸法を示す。Figure 2 に実際に製作したロボットの外観を示す。

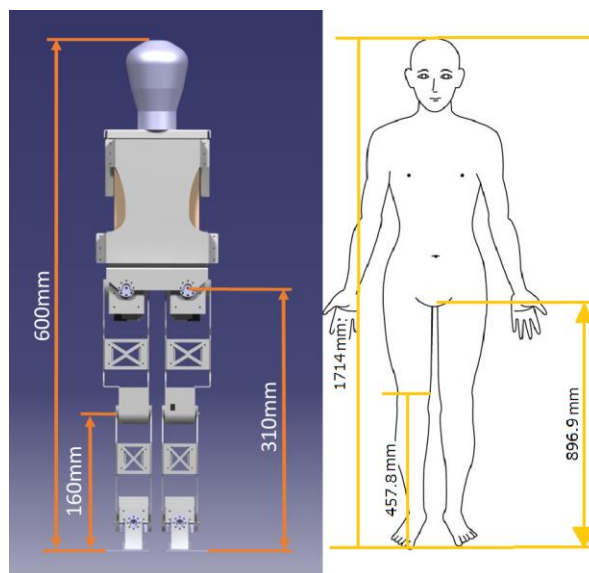


Figure 1. Main dimensions of the humanoid robot

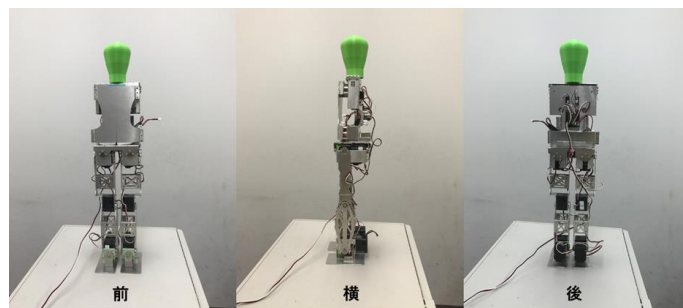


Figure 2. Appearance of robot

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 4 に示す。凹凸等に対応するロボットを目指している。そのため今回のロボットは動歩行を行う。

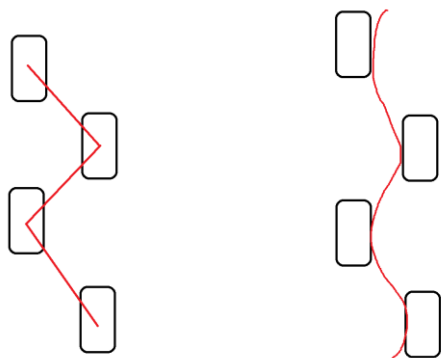


Figure 4. Static gait and dynamic gait

4. センサーを用いた ZMP の判別法

ZMP とはゼロモーメントポイントの事で重力だけでなく慣性力を加えた合力が路面と交わる点の事を言う。ZMP の算出は左右の足の裏に圧力センサをつけることで行うことができる。今回は FSR402 を用いた。ZMP と床反力中心は同じで、ロボットは常に歩行時足を地面に接触させているので床から足に前進させる水平方向の力と落下しないための垂直方向の力が働く。これらが床反力である。センサーで四点での床反力を測り、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。

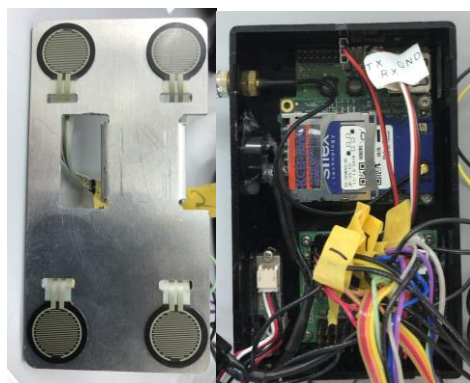


Figure 5. FSR402 and KCB-3WL

5. CPG モデルによる制御

生物は歩行のような周期的な運動を Central Pattern Generator(CPG)と呼ばれる神経回路網によって生成していると考えられてきた^[3]。本論文では歩行に必要な 4 つの姿勢のプログラムを予め用意し、CPG モデルからの信号によってそれらを連続して再生させることで歩行動作を生成する。したがって、4 つの姿勢に対応した 4 つの信号を順に出力する回路を作製する。これは相互抑制による逆相同期現象を利用して、ずれた波形を生成することで実現できる。そこで Figure 6 に示すように 4 つの細胞体モデルを相互に抑制性シナプスモデルで接続した CPG モデルを構築した。

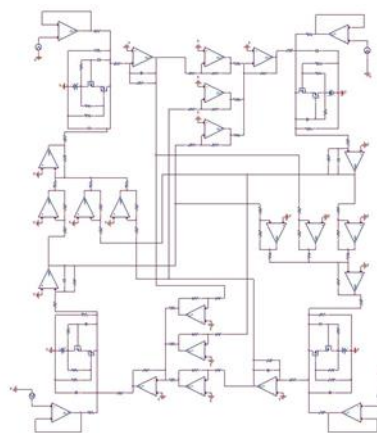


Figure 6. CPG model

6. 結論

本論文では人体寸法を用いたヒューマノイドロボットを設計、製作を行い、また歩行動作のリズム生成に用いる CPG モデルを用いた制御について提案した。そして歩容判別の方法の検討を行った。今後実際に歩容判別を行い動歩行しているかどうかを判別する事を目指す。

7. 参考文献

- [1] 齊藤健,岡崎一人,荻原龍矢,高藤美泉,佐伯勝敏,関根好文,内木場文男, “パルス形ハードウェアニューラルネットワークによる MEMS マイクロロボットの歩行動作制御” 電気学会論文誌 電子情報システム部門 pp.1094-1100 (2012)
- [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)
- [3] S. Grillner, “Neurobiological bases of rhythmic motor acts in vertebrates,” Science, vol. 228, pp. 143-149 (1985)