

|                     |                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Title</b>        | 神経振動子を用いたヒューマノイドロボットの動作生成と制御                                                    |
| <b>Author(s)</b>    | 村井, 真也                                                                          |
| <b>Citation</b>     |                                                                                 |
| <b>Issue Date</b>   | 2007-03                                                                         |
| <b>Type</b>         | Thesis or Dissertation                                                          |
| <b>Text version</b> | author                                                                          |
| <b>URL</b>          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/3601">http://hdl.handle.net/10119/3601</a> |
| <b>Rights</b>       |                                                                                 |
| <b>Description</b>  | Supervisor: 丁 洛榮, 情報科学研究科, 修士                                                   |

# 神経振動子を用いたヒューマノイドロボットの 動作生成と制御

村井 真也 (510101)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2006 年 2 月 8 日

**キーワード:** 神経振動子, ヒューマノイドロボット, パラメータ探索, 位相振動子, 姿勢制御.

近年, 日本において, 高齢化が急速に進み, 労働者人口の減少が大きな問題となっている. 2020 年には, 就業可能人口が予想就業者数を 200 万人強上回り, 労働力不足が顕在化する. 特に, 労働生産性の低い第 3 次産業の就業者数が年々伸び続けており, 労働力の確保を行うためには, 第 3 次産業の労働生産性を向上させることが一つの解決方法となってくる. 将来のロボット市場規模予測では, 現在主力の産業用ロボットの割合が減り, 第 3 次産業向けロボットの割合が大幅に増加しており, 将来的にロボットによる第 3 次産業の労働生産性向上が期待されている. しかし, 現在存在するロボットの多くは, コストが高く, しかも限られた空間でしかタスクを行うことができないため, 現状では第 3 次産業で利用できるロボットは非常に少ない. このため, 実環境に対する適応性と自律性を持ったロボット制御を行うことが, 現在のロボット工学の最大の関心であり, 社会からも第 3 次産業で利用できるロボットが求められている.

様々なロボットが存在する中, ヒューマノイドロボットは, 人間に似た形状をしているため, 人間が生活している環境で利用でき, 今まで人間が行ってきているタスクの代行も容易に行えるといった特徴を持つ. そのため, ヒューマノイドロボットは, 福祉や危険地帯での作業など様々な方面で利用可能であり, ロボットを使用するためのインフラ整備を新規に行う必要がない. しかし, このような目的で使用するためには, 様々な実環境で 2 足歩行を実現できなければならない. そのため, 現在のヒューマノイドロボットの研究では, 様々な実環境下における歩行の実現に向けた技術開発が行われている.

このような技術開発において注目されているのが, 生物の運動生成プロセスを模範した制御システムである. 動物の歩行は, 比較的下位レベルの制御機構が関与していると考えられている. これらの周期的運動は, 基本的にリズム運動と四肢間の協調制御で構成されている. このリズム運動を生成しているのが, 脊髄の中にある中枢パターン生成器 (以下 CPG : Central Pattern Generator) であると考えられている. また, 四肢間の協調制御も,

各肢にある CPG のネットワークにより実現されていると考えられている。CPG は、小脳・脳幹の上位中枢から持続入力を受けることで活動を行うが、同時に末梢からの入力や他の CPG からの入力によっても影響される。これらの刺激により CPG はリズムパターンを生成し、その出力は、介在ニューロンを介して屈筋・伸筋の運動ニューロンに伝達される。また、運動ニューロン・介在ニューロンレベルで、負荷に対する補償や適切な反射回路の選択が主に小脳により行われ、それらの調整を受けた後、最終的に運動パターンが筋に出力される。

このように動物の歩行を生成している CPG をモデル化したものが神経振動子である。神経振動子は未知環境に対しても適応することができ、ロバスト性にも優れているという特徴を持つ。そのため、神経振動子モデルを用いた歩行シミュレーションが多く行われているが、現在のところ、実環境下で歩行を行えるヒューマノイドロボットは数少ない。この理由として、神経振動子のパラメータ問題がある。神経振動子は、設定しなければならないパラメータを多く持ち、それらの多くは、環境が大きく変化した際、再設定が必要となる。しかし、神経振動子のパラメータ設定の明確な方法論が確立されておらず、設計者が経験的にパラメータを決定していることが多い。この問題は、神経振動子を扱う上で解決しなければならない問題である。

本研究では、以上の問題を考慮して、ヒューマノイドロボットの環境に適応した 2 足歩行を実現するために、3 つの研究を進めた。一つ目は、神経振動子のパラメータ設定方法についての研究。本研究では、ヒューリスティックなパラメータ探索方法を採用し、簡単な動的モデルで検証を行った。その結果、構築したパラメータ調整システムの有効性を示すことができた。二つ目は、様々な床面環境下において 2 足歩行を実現するための歩行軌道生成についての研究。神経振動子を基幹とした位相振動子ネットワークを用いて、環境に適応した位相を生成し、この位相を用いて歩行軌道生成を行った。その結果、平面と傾斜面に対応した歩行軌道生成を行うことができ、実機テストでも検証できた。三つ目は、未知の外乱に対してロバスト性を持つ姿勢制御システムの研究。ロボットを単質点モデルとして考え、神経振動子と結合した仮想的なバネ・ダンパシステムを単質点モデルに取り付け、安定的な姿勢制御を行うシステムの提案した。基礎的な研究結果で提案したシステムの有効性を示した。