

Title	神経振動子を用いたヒューマノイドロボットの人間に近い行動制御
Author(s)	村上, 享平
Citation	
Issue Date	2008-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/4362">http://hdl.handle.net/10119/4362</a>
Rights	
Description	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 人間に近い行動制御

村上 享平 (0610085)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2008年2月7日

キーワード: ヒューマノイドロボット, CPG, 神経振動子, 二足歩行, 人間に近い歩行, 安定性.

近年, 日本における高齢化社会への深刻な懸念や, それに伴う労働力不足, 及び介護, 福祉への関心の高まりのもと, 様々なロボットの実用化へ向けての研究が盛んである. こうした背景のもと, ヒューマノイドロボットにも関心が集まっている. ヒューマノイドロボットには, 人間のために作られた環境や道具がそのまま使えるといった利点が存在する. また, 親近感が湧くという観点からも人間の形を模していることそのものにも意味がある. 今後, 親近感をもたせることで介護される側の不安を取り除き, 介護福祉の分野で活躍を期待するロボットとして, また, 我々の生活する空間に違和感なく溶け込み, 生活支援をさせるために, ヒューマノイドロボットの開発には大きな期待が寄せられている.

上述のように, ヒューマノイドロボットには大きな可能性があるが, 実際に我々の生活空間での使用を考えた場合, 未知環境下での適応的な行動生成は必要不可欠である. 既存のコントローラでは, 制御対象や環境を正確にモデリングする必要があり, 適応的な歩行を生成することは困難である. そうした中で, 神経振動子に注目が集まっている. 人間や動物の歩行, 遊泳といった周期的運動は, 脊髄中にあるとされる中枢パターン生成器 (CPG: Central Pattern Generator) によって生成されると考えられており, 神経振動子はこの CPG をモデル化したものである. 神経振動子には周期的な持続入力に対して, 自身の固有周波数を変化させて, 入力の周期に同調していく引き込み特性がある. この特性により, 外乱に対して強固な歩行生成が行えるとして, 近年様々な研究が行われている.

このように, ヒューマノイドロボットの二足歩行の安定化に関しては様々な研究が行われているが, その一方で, 現在の多くのヒューマノイドロボットは, いかにもロボット然としたぎこちない動きをすることが多い. 多くのロボットは遅れ 0 のハイゲインフィードバックによって, 各ステップの関節角度を指定した動作をさせるために, ぎこちなく, 外乱に弱い歩行となってしまう. また, ロボットの実環境での使用のためにはまず安定化が第一で, 人間のように歩くということはエンターテイメント性であるとされて中々研究が進ま

ないのが現状である。しかし、人間の歩行動作を観察すると、重力や慣性力といった不安定な力を見事に利用して歩行を行っていることに気づく。この人間の歩行に着目し、近年では、受動歩行についての研究も行われている。受動歩行とは、重力を利用して、何の動力もなしにカタカタと斜面を歩く昔ながらのおもちゃのような力学的機構を応用した歩行であり、エネルギー効率が良いことが言われている。

そこで、本研究では人間の安定性と不安定性を兼ね備えた歩行に着目し、重力や慣性力といった力を積極的に利用した歩行を提案する。制御手法として、Frontal 平面におけるローリング動作に神経振動子を用い、Sagittal 平面の支持脚動作に環境と仮想的に接続されたバネ・ダンパモデルと PD 制御を、遊脚動作に慣性力と PD 制御を用いて歩行生成を行った。この提案手法の中ではローリング動作は安定性の確保を一手に引き受けてはいない。制御の簡略化のために、Frontal 平面と Sagittal 平面に切り分けて考えたが、ローリング動作はピッチング動作の影響も受けることとした。この手法を実現するために、神経振動子の周期への追従性の良さと振幅への追従性の悪さを利用し、遊脚期の足の振り上げや振り下ろしの自重、慣性力を利用したローリング動作を行い歩行全体としての安定性を得られるように制御を行った。また、支持脚の大きな役目である安定性の確保と推進力の生成を実現するために仮想バネ・ダンパモデルによって、重心位置を安定化させるためのトルクを各関節に割り当てた。さらに、遊脚動作の生成には慣性力を利用するために PD 制御によるトルクの割り当てを行った。この手法により、関節角度制御では特異点を回避するために曲げていた膝関節を最大限利用し、加えて遊脚の慣性力を利用した制御を行うことで、人間に近い滑らかな歩行を生成した。さらに、本研究では、得られた歩行結果を人間の歩行と比較、検証を行った。その結果、歩行形態として、幼児型歩行と成人型歩行の中間程度の特徴を持つ歩行形態を生成できたことが分かった。また、関節トルク、トルクパワーを比較したところ、人間の歩行における波形の特徴といくつかの類似点を得た。さらに、外乱として 2cm 程度の段差を設けて歩行を行ったところ、たたらを踏むようにしながら姿勢回復し、定常歩行へ戻る結果が得られた。

これらの結果から、安定化のみに特化した手法を採用するのではなく、不安定な項目をも用いて、マクロな視点で、安定化させるという方法の有効性を示すことができた。この結果を応用することで、より人間らしく歩行するヒューマノイドが完成できれば、今後、より親近感をもって、実社会での使用が可能となることが期待できる。