



Title	反射の組み合わせから創発される脚式ロボットの行動とその分類による行動レパートリの獲得
Author(s)	宮下, 敬宏
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43388
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	宮 下 敬 宏
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17103 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子制御機械工学専攻
学位論文名	反射の組み合わせから創発される脚式ロボットの行動とその分類による行動レパトリの獲得
論文審査委員	(主査) 教授 浅田 稔 (副査) 教授 白井 良明 教授 古荘 純次

論文内容の要旨

本論文では、環境に適応するための多様な行動をあらかじめプログラムすることなく多自由度脚式ロボットに生成させることと、その行動に基づく目的地までの移動を目的とし、その実現のために反射の組み合わせに基づく多自由度脚式ロボットの行動生成手法と行動レパトリを提案した。また、実際に脚式ロボットを用いた実環境下での実験によりその有効性を示した。

第1章では、概要と本論文の構成について述べた。

第2章においては、本研究に関連のある従来研究を次の3つの観点、(1)脚式ロボットにおける歩行と環境への適応性、(2)生理学、生物学、およびロボットの制御における反射、(3)ロボットの行動とそれによって生じる相対的な見え方の変化の関心の獲得、から紹介し、これらに対する本研究の立場を明確にした。

第3章では、複数の反射の組み合わせと環境との相互作用から多自由度脚式ロボットの行動を生成する手法を提案し、実際の脚式ロボットを用いた実環境での実験によりその有効性を示した。第3章で脚式ロボットに適用した反射は、追従対象が常に同じ見え方になるようにロボットの胴体の位置・姿勢を変化させる反射(視覚目標追従に基づく揺動反射)と脚先力覚センサから観測される姿勢の安定性を脚を踏み替えることによって保つ反射(転倒回避のための踏み替え反射)である。これらの反射の出力を直交化することで非干渉化し、常に並列に動作させる。これによって、追従対象を動かすという環境の変化との相互作用から、多自由度脚式ロボットに静歩行を含む多様な行動を生成させることができた。

第4章では、脚式ロボットの行動の最小単位を「すべての脚が最低1回遊脚期を終える期間」と定義し、その最小単位の行動とそれによって生じる環境の見え方の相対的な変化の関係を表す行動レパトリを獲得手法と共に提案した。行動レパトリは、移動としての最小単位の行動を表す関節角速度の時系列データと、その行動によって生じる相対的な見え方の変化を表す見え方変化ベクトルの組によって構成される。第3章で提案した反射の組み合わせに基づく行動生成手法によって行動する多自由度脚式ロボットにこの行動レパトリを実際に獲得させ、移動ロボットの基本的な合目的行動である目的地までの移動を実現し、提案手法の有効性を示した。

第5章では本研究の結論をまとめ、今後の展望として、(1)様々な反射の適用による環境の変化にさらに適応したロボットの実現、(2)脚式ロボット以外の多自由度ロボットへの応用、(3)第4章の実験を発展させた広域ナビゲーション

の実現、について述べた。

また本論文の付録として、付録Aでは、第4章で行動データを圧縮する際に用いたウェーブレット変換について述べた。付録Bでは、実際に多自由度ロボットに複数の反射を容易に適用することができるように作製したロボット用の基本入出力システム R-BIOS について、そのプログラムリストと共に説明した。

論文審査の結果の要旨

本論文では、環境に適応した多様な行動を生成し、目的地まで移動することのできる多自由度脚式ロボットを実現するために、以下の2つを提案している。

1. 多自由度脚式ロボットの反射の組み合わせに基づく行動生成手法

提案する手法は、複数の反射の組み合わせと環境との相互作用から多自由度脚式ロボットの行動を生成する手法である。具体的な反射としては、視覚目標追従に基づく揺動反射と転倒回避のための踏み換え反射を提案している。これらの反射を多自由度脚式ロボットに適用すると、視覚目標の移動という環境の変化にそれぞれの反射が適応し、結果として歩行が生成されることを実環境での実験により示している。

2. 反射の組み合わせに基づく行動から合目的行動を実現する行動レパートリ

目的地までの移動といった合目的行動をロボットが達成するためには、ロボットと環境との間の関係を表す物理モデルが必要となる。ここでは、1の行動生成手法によって生成される脚式ロボットの時間間隔の長い行動と、観測される環境の見え方の変化を対応付けたマップを行動レパートリと呼び、その行動レパートリと獲得手法をあわせて提案している。また、実際に脚式ロボットを用いた実験を行い手法の有効性を示している。

近年注目されている人間型ロボットに見られるように、ロボットは多自由度を有することが多くなってきた。今後、ロボットに要求される仕事が複雑になればなるほど、またロボットの活動する環境が日常環境に近づけば近づくほど、ロボットに必要な自由度やセンサは多くなっていく。本研究で提案されている複数の反射の組み合わせに基づく行動生成手法と行動レパートリ、および人間を含む環境との相互作用は、そのような多感覚多自由度ロボットの制御を現実的なものとする鍵となる。

また本論文に関連する従来研究は、第2章において(1)脚式ロボットにおける歩行と環境への適応性、(2)生理学、生物学、およびロボットの制御における反射、(3)ロボットの行動とそれによって生じる相対的な見え方の変化の関係の獲得、以上の3つの観点から紹介され、これらに対する本論文の立場も明確にされており、新奇性は十分に示されている。

以上のように、本論文はロボット工学分野、特に多自由度ロボットの発展に大きく貢献するものであり、よって博士論文として価値あるものと認める。