The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | 多自由度システムに対するノンパラメトリック法を用いた動作生成法の開発 |
| Author(s) | 岡留, 有哉 |
| Citation | 大阪大学, 2016, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.18910/55896 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

様式３

# 論　文　内　容　の　要　旨

| 氏　　名　　（岡留　　有哉） | |
|---|---|
| 論文題名 | 多自由度システムに対するノンパラメトリック法を用いた動作生成法の開発 |

論文内容の要旨

実際の環境の中で活動するロボットなどの自律システムを実現するためには，システム自身の動力学モデルだけでなく人や物，他の自律システムとの接触や協調そして不測の動きへの対応など様々な状況で頑健に活動する必要がある．近年，動作/経路計画法を応用した自動運転車の開発など，様々な実環境の中で活動する自律システムの開発が盛んに行われているが，その多くは周囲の環境および動力学モデルが与えられている．しかしながら，実環境に含まれる不確定な状況すべてを考慮することは容易でない．すなわち実環境においては，システムについての十分な先見的知識が与えられるとは仮定せず，自身が試行錯誤的に実行した行動と，その結果得られた観測を利用した動作の生成が必要となる．本研究では，自律システムとして，人などの生物を模倣した多自由度ロボットの制御を扱う．このようなロボットは，人が実際に生活をしている実環境での活動において生じる物理的な接触にも柔軟に対処できると期待される．一方で，その身体構造の複雑さから，事前に正確な動力学モデルを得ることは容易ではない．そこで，対象システムの動力学モデルを事前に設計者が与えずともシステムが自律的に動力学モデルを獲得し，適切な行動を決定する手法の開発を目指す．ロボットの行動を決定するためには，自身の動作を表現するための数理的な動力学モデルが必要となる．事前知識に基づく数理モデルを得ることは容易でないため，ロボットが行動した際に観測(センサデータ)を用いるデータ駆動型手法を用いる．そこで，データ駆動型手法を実際に動力学モデルとして用いるための，高速な近似計算手法について述べる．次に，ロボットが実行することのできる，いくつかの行動の候補に対して多数の予測系列の生成とタスクに応じた評価を行い適切な行動を選択する，サンプリングに基づく制御法について述べる．最後に，ロボットの動作についてのロードマップを構築し，計画する動作についての信頼度を考慮しながら動作計画を行う手法について述べる．

本研究の貢献は，高速な近似計算法を適用したノンパラメトリック法を用いることで，様々なシステムに適用することのできる動作生成法を開発したことにある．これは，日常生活などの多様な環境で柔軟に動くことのできる自律システムの開発にとって重要な一歩である．

様式7

# 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏　名　（岡留　有哉） | | | |
|---|---|---|---|
| 論文審査担当者 | | （職） | 氏　名 |
| | 主 査 | 教 授 | 石黒　浩 |
| | 副 査 | 教 授 | 新井　健生 |
| | 副 査 | 教 授 | 細田　耕 |

## 論文審査の結果の要旨

本論文では，人の日常空間などの複雑な環境で活動するために開発された，柔軟な特性をもつ多自由度ロボットシステムに対する動作生成手法の提案と，その検証結果を報告している．

本論文における提案手法では，多自由度システムの動力学モデルをノンパラメトリック法，すなわち取得したセンサデータの持つ入出力関係のみに注目する手法により構築することで，システムについての事前知識を用いた明なモデリングを行わずとも動作の生成を可能としている．提案手法はデータの入出力関係のみを考慮するという特性上，従来の手法と比べて複雑な特性を持つシステムへの適用が可能となると考えられることから，既存の手法では困難な人の生活空間で人間を支えるロボットシステムの実現に有用な技術を開発したと考えられる．

本論文で得られた成果は以下である．まず，動作の生成を効率的に行うために欠かすことのできないシステムの動力学をノンパラメトリック法により実用的な計算時間で推定するための高速な計算手法の開発を行った．この手法ではデータセットの分割と複数の計算結果を統合する手法に注目し，これらを組み合わせることで精度と計算コストを両立させることができる．次に，収集したセンサデータを組み合わせることでロボットの将来の挙動をオンラインで予測し，状況に適した制御信号を出力する，予測に基づく制御手法の開発を行った．この制御手法は，センサデータから直接的に挙動の予測を行うことで，事前知識に基づく数理モデルを得ることが容易でないシステムに適用することが可能となった．最後に，取得したセンサデータを基にグラフ構造を構築し，タスク達成に必要な動作系列を抽出する動作計画法の開発を行った．この手法では，推定した動力学の不確実性を考慮することにより，システムが実行可能かつタスクを達成することのできる動作系列の抽出を可能とした．

上述の研究を通し，取得したセンサデータから直接的にすべての処理を行う，従来の手法と比べ広範なシステムへ適用可能な新たなデータ駆動型手法の枠組みを提唱した．提案手法では動作の生成に必要な基本的な問題を扱っているため，これらの成果を基にさらなる発展が期待できる．よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める．