



|              |  |
|--------------|--|
| Title        | 人間型ロボットの作業移動に関する研究   |
| Author(s)    | 吉田, 晴行   |
| Citation     | 大阪大学, 2002, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/43524">https://hdl.handle.net/11094/43524</a>  |
| 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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|            |   |
|------------|---|
| 氏名         | 吉田晴行  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)  |
| 学位記番号      | 第17118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<br>基礎工学研究科システム人間系専攻                        |
| 学位論文名      | 人間型ロボットの作業移動に関する研究                                      |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 新井 健生<br>(副査)<br>教授 谷内田正彦 教授 宮崎 文夫 助教授 井上 健司 |

### 論文内容の要旨

近年、人間型ロボットに関してハードウエアの基盤技術が確立されたことで、様々な作業に応用する試みが見受けられる。例えば、発電プラント内の保守・点検作業、対人サービス、屋外共同作業等が挙げられ、これらの作業を人間型ロボットで実現させるための制御技術が期待されている。一方、従来研究では、歩行中心の運動制御に重点をおいたもの、人間らしいスムーズな動きを実現させようとするもの等が挙げられるが、作業を実現させるための制御技術に重点を置いた研究はあまり例がない。

本研究では、マニピュレーションと移動を統合させた運動制御の新しい枠組みを構築することを目的とし、人間型ロボットにおいて、脚を利用してアームの作業能力を増加させる制御手法の提案を試みた。はじめに対象とする作業例を示し、それらの作業を実現させる制御手法設計に適した評価指標を明らかにした。また人間型ロボットを冗長自由度系としてとらえ、アームと脚の機能統合により作業に効果的な運動を実現させる制御手法を検討した。一方、脚の踏み換え動作では、ロボットの運動性能が低下する傾向を解析により確認し、人間型ロボットの機構特有の問題点を明らかにした。この問題を解決する方法として、踏み換え動作におけるパラメータ調整法を検討した。さらに、力作業を対象とし、静力学解析に基づく姿勢決定法を提案した。これにより、ハンドに与えられる作業条件に対し、ロボット本体の自重や安定性を補償すると共に、ハンドでの力変動に対しても適応可能な姿勢について考察した。最後に、実際の人間型ロボットを想定したシミュレータを用い、本手法を適用させた場合の動作検証を行い、その適用可能性を明らかにした。これら一連の取り組みにより、アームと胴体、脚の運動を統合させる方法を提案し、アームに与える任意の作業に対して効果的な運動を実現できることを明らかにした。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、人間型ロボットにおけるマニピュレーションと移動を統合した運動制御の新しい枠組みを構築することを目的とし、その脚を利用してアームの作業能力を増加させる制御手法の提案を行ったものである。はじめに対象とする作業例を示し、それらの作業を実現する制御手法設計に適した評価指標が明らかにされている。また、人間型ロボットを冗長自由度系としてとらえ、アームと脚の機能統合により作業に効果的な運動を実現させる制御手法の検討も行

われている。

一方、脚の踏み換え動作を利用した運動では、ロボットの運動性能が低下する傾向を解析的に示し、人間型ロボットの機構特有の問題点を明らかにしている。この問題を解決する方法として、踏み換え動作におけるパラメータ調整法を提案し、実際の制御系に実装する手順を明らかにしている。

さらに、人間型ロボットを力作業に適用する際のロボットの姿勢・関節トルク配分決定法の提案が行われている。アーム先端のハンドには、作業条件として与えられる目標力・目標位置に加え、作業対象との間に生ずる力変動を想定し、これらの条件に対応可能な姿勢を決定するための静力学解析が行われている。力変動に対する微小トルク変動の関係式より、その両者を関係づけるヤコビ行列の特異値が指標として選定され、動作検証により本指標を含めた評価関数を用いて決定されるロボットの姿勢が、変動に対する適応力が高く、人間型ロボットが作業時に必要な目標力を発生させる手法として極めて有効であることを明らかにしている。

最後に、実際の人間型ロボットをモデルとしたシミュレータを用いて本制御手法の動作評価を行い、その適用可能性を示している。これら一連の取り組みにより、アームと胴体・脚の運動を統合させる方法論が総合的に考察され、その結果、アームに与えられる任意の作業に対して効果的な運動が実現できることを明らかにしている。

以上のように、本論文は人間型ロボットのマニピュレーションと移動を統合した運動制御の新たな方法論を確立しており、学術的に価値ある知見をもたらすとともにロボットの実利用にも大きく貢献しており、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。