

Coupling of Motion Components
and Environmental Adaptation
for Multi-Degree-of-Freedom
Motion Reproduction

August 2017

TSUNASHIMA, Noboru

主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	甲	第	号	氏 名	綱 島 昇
主 論 文 題 名 :					
Coupling of Motion Components and Environmental Adaptation for Multi-Degree-of-Freedom Motion Reproduction (多自由度動作再現のための動作要素の結合と環境適応)					
(内容の要旨)					
<p>人口の減少などにより組立、製造工程などへのロボット制御技術の適用が望まれており、軌道のみならず力加減を含む動作を保存・再現可能な技術として位置/力ハイブリッド制御に基づく手法が提案されている。しかしながら従来研究の多くが単純な動作を対象としており、実用化のためには保存動作を用いてより複雑な動作を再現する能力を有する必要がある。本論文では多自由度動作の再現において適応性を向上させるため、複数の動作の結合再現手法および保存時と再現時の環境の違いを補償するための手法を提案した。</p> <p>第1章では、本論文の背景および目的について関連研究を交えて説明した。</p> <p>第2章では、多自由度システムを用いて動作を扱う際の座標変換について述べた。モータ空間において動作情報を扱うことは、再現できるデバイスが限定されることにつながるため、汎用的に人間の動作を扱うという観点からは望ましいとは言えない。本章ではまず一般的な作業空間で動作を保存、再現することが可能であることを述べた。さらに、人間の動作を扱うため、デバイスの関節座標における情報を人間の構造に基づく情報に変換して保存再現する方法について述べ、人間の動作の種類に基づく情報に変換して保存再現する方法について述べた。デバイスから得られた情報を動作軸に変換することで、それぞれの動作軸に適した再現が可能になることを明らかにした。</p> <p>第3章において、別々に保存された2つの動作を時系列において結合して再現する方法を提案した。相対的な情報で表される動作情報を滑らかに結合することで、2つの動作間の非連続な挙動が回避できることを確認した。本論文では、保存動作を扱う情報として、位置・力を用いた場合、ならびに加速度参照値を用いた場合における結合再現方法をそれぞれ提案した。</p> <p>第4章では環境差分に対する再現方法を提案した。従来の動作再現制御は保存時と異なる環境において保存動作の忠実な再現が困難になることが知られている。本章では動作軸において環境位置が異なる場合および操作対象物が異なる場合の2つの条件において再現方法をそれぞれ提案した。それぞれの動作軸ごとに必要な制御を適用することで、デバイス-動作対象物間の差異および動作対象物-外部環境間の差異に対して適応できることを明らかにした。ペグ・イン・ホール作業に適用し、異なる環境を用いた際にも保存時と同じタスクが再現されることを確認した。</p> <p>第5章では、前章までに述べた手法を組み合わせることにより、複合タスクの再現が行えることを示した。あらかじめ複数の動作を保存し、再現時に環境差異によって動作を切り替えることで、環境に合わせた動作を再現することが可能になる。その際、本論文で提案する動作軸に基づいた動作結合手法が効果的であることを確認した。</p> <p>第6章では、本論文を要約し、展望とともに結論を述べた。</p>					

Thesis Abstract

No. _____

Registration Number	<input checked="" type="checkbox"/> “KOU” <input type="checkbox"/> “OTSU” No. _____ *Office use only	Name	TSUNASHIMA, Noboru
Thesis Title <div style="text-align: center; padding: 10px;"> Coupling of Motion Components and Environmental Adaptation for Multi-Degree-of-Freedom Motion Reproduction </div>			
Thesis Summary <p>Recently, it is required to achieve higher productivity by fewer people because decrease of population is becoming a serious problem in some countries. The technology of automation or replacement of human task is attracted attention. Hybrid position/force control is a method to record and reproduce human motion on the basis of position and force information. The purpose of this research is to expand the adaptability of the motion reproduction. In particular, following three points are focused and researched: i) motion recording and reproduction in multi-degree-of-freedom (DOF) system; ii) integrated reproduction of motion components; iii) adaptation for difference of environment condition.</p> <p>Chapter 1 introduces the background and objective of this dissertation.</p> <p>Chapter 2 describes coordinate transformation in order to apply the motion reproduction control to multi-DOF system. Three types of coordinates are discussed based on the view point of abstraction and specialization. Work space is selected as common coordinate to abstract motion data not to depend on structure of hardware. Human modal space and motion modal space are introduced to specialize motion data for applications. By these transformations, the proper control methods can be implemented in each motion element.</p> <p>In chapter 3, integrated reproduction of motion components are proposed. Two methods to connect two recorded motions in time series and reproduce in a single motion are proposed. One of the methods assumes that human motions are dealt with position and force information. The other method assumes that human motions are dealt with acceleration information.</p> <p>In chapter 4, adaptation methods for different environmental condition are described. It is known that it is difficult to use the motion reproduction control when the environment condition is different between motion recording and motion reproduction. In this chapter, two types of the environmental difference are discussed. One of the proposals is a reproduction method when the size of target environmental is different. In the method, motion reproduction which depends on the environmental coordinate is achieved. The other one is a motion reproduction method when the material of the target environment is different. Here, the applied force to the external environment can be separated to the force on the basis of the difference of a target object and the common force which does not depend on it.</p> <p>Chapter 5 describes motion reproduction with the different target object under the application of “peg-in-hole” is achieved by coupling the motion elements. The proposed methods described in chapters 2-4 are combined. By selecting and changing the motion elements according to the target environment during motion reproduction, the recorded task is achieved.</p> <p>Finally, this dissertation is concluded in Chapter 6.</p>			