OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Study on Multi-DOF Spherical Actuator and Intelligent Control
Author(s)	朱, 程鉉
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/67141
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　（朱　程鉉（Ｃｈｕ　Ｊｕｎｇｈｙｕｎ））	
論文題名	Study on Multi-DOF Spherical Actuator and Intelligent Control (多自由度球面アクチュエータと知能制御の研究)

論文内容の要旨

This paper is a research report on “multi-degree-of-freedom spherical actuator and intelligent control” which is a motor capable of triaxial rotary motion and intelligent control for feedback control.

In Chapter 1, compared the conventional multi-degree-of-freedom mechanism combining a spherical actuator and plurality of motors and clarified the advantage of the spherical actuator and the significance of development. Showed previous research examples of a spherical actuator. In addition, the purpose of this research, “Proposal of 3-degree-of-freedom spherical actuator using voice coil motor principle” and “Feedback control using adaptive neuro-fuzzy inference system control method” is shown and objective of research is described.

In Chapter 2, in order to achieve a large angle of the tilt motion, high tilt torque, easy control and good dynamic performance, the design flow chart is considered. The new structure of proposal spherical actuator is described. The structure of the proposed actuator and its operating principle are explained.

In Chapter 3, explained the proposed intelligent control method (ANIFS) for feedback control of spherical actuator.

In Chapter 4, verification of 2-DOF spherical actuator and proposed spherical actuator using ANFIS feedback control method. Firstly, in order to verify the proposed control method (ANFIS), using the prototype of 2-DOF spherical actuator. By the results of experiment, it can reduce the average error values compared with other control methods. After that, each characteristic of proposed spherical actuator is obtained by FEM simulation. From the simulation results, it became clear that the drive of each axis can be controlled without complicated input to each coil, which was required for the conventional spherical actuator. Finally, I analyzed the proposed spherical actuator with ANFIS control. The analyzed results showed the effectiveness of the feedback control method using ANFIS.

In Chapter 5, the contents of chapters 2 to 4 are summarized and conclusion of thesis.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（朱　程鉉　（CHU JUNGHYUN））	
論文審査担当者	（職）	氏　名
	主 査　教授	平田　勝弘
	副 査　教授	荒井　栄司
	副 査　教授	中谷　彰宏
	副 査　教授	南埜　宜俊
	副 査　教授	浅田　稔
	副 査　教授	菅沼　克昭
	副 査　准教授	宮坂　史和

論文審査の結果の要旨

近年、ロボットやドローンなどに代表される多自由度システムの普及が進んでいる。これらの多自由度システムは１自由度アクチュエータを用いて実現されており、自由度の増加に伴う様々な問題を抱えている。１台で多軸駆動が可能な多自由度アクチュエータは、現在の多自由度システムが有する課題を解決し得るものとして期待されており、世界中の様々な研究機関で開発が進められている。多自由度アクチュエータには、独自の制御手法、制御機器が必要であり、また従来の制御方法では高精度制御が容易ではない、といった問題があり、多自由度アクチュエータの普及を進めるうえで、これらの課題は解決されることが望ましい。

本論文は、多自由度アクチュエータと精度よく駆動するための知能制御に関する研究内容である。

第１章では、研究背景とその研究方針について述べている。

第２章では、ボイスコイル動作原理を用いた３自由度アクチュエータを提案している。本アクチュエータは２つのローター､２つのステーターによって構成されている｡提案アクチュエータに関する基本構造と動作原理について述べ、従来の３自由度アクチュエータより構造が簡単であり、制御が容易であることを特徴としてあげている。

第３章では、多自由度アクチュエータの高精度駆動のための知能制御を提案している。本知能制御は、ファジー制御とニューラルネットワークの長所を統合した制御方法である。この知能制御を利用することによってオートチューニングが可能になり、外乱に対しても適応することができる。

第４章では、多自由度アクチュエータの動作において、従来の制御方法である PID 制御と比較して提案されている知能制御の方が高精度であることを確認するため、実験とシミュレーションを行っている。まず、２自由度アクチュエータを用いた動作実験の結果、X 軸、Y 軸ともに知能制御の平均エラー値が PID 制御の平均エラー値の約 1/2 であることを確認している。続いて、シミュレーションを通して提案アクチュエータの３自由度の動作が可能であることを確認し、３自由度上でも知能制御の平均エラー値が PID 制御の平均エラー値より小さいく、提案手法の有効性を明らかにしている。

以上のように、本論文で提案された多自由度アクチュエータと知能制御は従来の多自由度アクチュエータが抱える課題に対する解決策として有用であり、今後の多自由度アクチュエータの普及に貢献すると期待できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。