

氏名(国籍)	周 生 浩 (中 国)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	博 甲 第 4960 号
学位授与年月日	平成 21 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	<b>A Study on Intelligent Guidance System Based on Fuzzy Instruction in Human-Machine Interaction</b> (人間-機械系におけるファジィ指令に基づく知的支援システムに関する研究)
主 査	筑波大学教授 工学博士 安 信 誠 二
副 査	筑波大学教授 工学博士 鬼 沢 武 久
副 査	筑波大学教授 Ph. D. (工学) 堀 憲 之
副 査	筑波大学准教授 博士 (工学) 真 島 澄 子
副 査	筑波大学准教授 博士 (工学) 長谷川 泰 久

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

人間-機械系においては、機械（計算機）の意図をどのように人間に伝えて系全体をいかにうまく動かすかが重要な課題である。この人間と機械のインタラクションの方法としてインピーダンス制御がよく用いられている。本研究では、自動車操作における人間-機械のインタラクションを具体例として、ファジィ制御指令を用いたファジィ仮想インピーダンス制御方法を提案している。ファジィ制御指令は計算機が意図する制御指令であり、これに基づく方法は、周囲の状況変化に従って人間の操作に対して付加する支援力を適切に変化させて柔軟な支援をすることができる。このファジィ指令に基づくインピーダンス制御による知的支援システムは、自動車などで、初心者が危険な状況を回避運転しながら運転技術修得を助けることのできる支援システムである。このシステムを異なった道幅車線での運転を想定してシミュレータによる実験を行い有効性を検証している。

第 1 章は、序論であり、論文の動機と共に、研究の背景、従来の研究、本研究の目的、本論文の構成を述べている。

第 2 章では、人間と自動車のインタラクションに対して適切なインピーダンス制御方法を提案している。人間と機械のインタラクションには、主に、インピーダンス制御方法とアドミタンス制御方法の二つの制御方法が用いられている。本研究では力誘導による支援を行うため、インピーダンス制御方法に焦点を合わせている。従来の機械的なインピーダンス制御では、物理的な慣性、粘性、剛性項目を含めていろいろなアルゴリズムが提案されている。ここでは、物理的な項目のパラメータのリアルタイム調整性能と外部環境への適応を容易にするため、ファジィ制御指令に基づくファジィ仮想インピーダンス制御方法を提案している。この方法では制御パラメータをリアルタイムに調整できる。

この計算機内部に構成したインピーダンス・パラメータのバーチャル性能によって物理的な制限を克服し、外部の環境の変化に適応できる。ファジィ仮想インピーダンス制御はファジィ指令に基づき構築しており、ファジィ指令の構成とその生成過程を述べている。また、2つの異なった道幅車線を走るとき、ファジィ仮

想インピーダンス制御はどのように変化するかについて議論している。

第3章では、ファジィ制御指令に基づくファジィ仮想インピーダンス制御方法を用いて自動車運転における力誘導システムを構築している。このシステムは、経路計画部、予見ファジィ制御部、インピーダンス制御部からなる。経路計画部と予見ファジィ制御部は外部環境に対して適切なファジィ指令を生成する。また、インピーダンス制御部は人間の操作への適切なサポート力を生成している。剛性項目のゲインにより、熟練者対応レベル、中位レベル、初心者レベル、および自分の意図を持たない自動操作レベルの4つのグレードに分けその機能を論じている。

第4章では、提案した制御方法と開発した自動車運転への力誘導システムの有効性について確かめると共に、2つの異なった道幅車線を走る場合を想定し、異なった補助力が生じる様子について議論している。実験結果は、細い道の補助力が広い道のそれより強いことを示している。開発した誘導システムにより、道路形状などの外部環境に適合して、安全運転を知的に支援できることを示した。

第5章では、研究の主要な結果をまとめ、この論文に示された研究の今後の発展について論じている。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、人間-機械系において機械（計算機）の指令を複数の操作可能性に対して度合いを持たせたファジィ制御指令として扱い、この指令からファジィ仮想インピーダンスを求める事により人間に優しい支援方式を開発し、実用的に知的な支援が行えることを示している。この手法は、自動車、航空宇宙、鉄道、など各種分野への適応が可能である。

以上の成果は、人に優しい知的な支援システムの実現に対して寄与する点が多大であり、本論文は博士論文に値するものと認められる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。