

| | | | |
|---------|--------------------------------|--------|------|
| 氏名(本籍) | やま ざき きみ とし (長野県) 山崎公俊(長野県) | | |
| 学位の種類 | 博 士 (工 学) | | |
| 学位記番号 | 博 甲 第 4286 号 | | |
| 学位授与年月日 | 平成 19 年 3 月 23 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 | 物体操作を行う移動マニピュレータの視覚と動作計画に関する研究 | | |
| 主査 | 筑波大学教授 | 工学博士 | 坪内孝司 |
| 副査 | 筑波大学教授 | 工学博士 | 大田友一 |
| 副査 | 筑波大学教授 | 工学博士 | 油田信一 |
| 副査 | 筑波大学教授(連携大学院) (産業技術総合研究所) | 博士(工学) | 横井一仁 |
| 副査 | 東洋大学助教授 | 博士(工学) | 友納正裕 |

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、移動マニピュレータの自律化・知能化に貢献する研究に関するものである。マニピュレータの先端に取付けられたハンドで把持可能な机上に置かれた小型の物体を対象とし、マニピュレータの先端リンクに取付けたビデオカメラによりその場で物体形状を認識する。この認識に基づいて物体を把持して移動マニピュレータの架台に載せ、運搬する。搬送先の引き出しや引き戸をマニピュレータで開け、ついで運搬した小型物体をそこに置く、という一連の操作の実現を目標タスクとした研究である。この目標の実現のために、特に次の技術課題を抽出し、このそれぞれについての解を与えることで、目標操作の実現に大きく寄与した。本論文で取り上げられた技術課題は、

- (1) 小型物体の三次元形状モデリング
- (2) 物件把持のためのハンド姿勢の候補選出
- (3) 物体把持のためのロボット姿勢の決定
- (4) 収納場所の操作モデルの獲得
- (5) 収納場所の操作姿勢の計画

である。

本論文では、第1章「序論」、第2章「問題設定とアプローチ」において、本研究を始めるにいたった背景や動機、問題の設定やアプローチが説明された。第3章「小型物体の三次元モデリング」、第4章「把持のためのハンド姿勢の候補選出」、第5章「把持のためのロボット姿勢の決定」、第6章「収納場所の操作モデルの獲得」、第7章「収納場所の操作姿勢の計画」のおのおのにおいて、上記(1)から(5)までの技術課題に関する説明と、評価を記している。第8章「運搬・収納動作の実現」では実機による実験例を示し、第9章「本研究に対する評価と考察」で本論文における寄与をまとめている。

本研究は、物体操作のためにあらかじめ与える物体に関する知識を極力少ないものとし、これを現場でビデオカメラにより取得することとしている。この知識の取得には、多数視点から撮像された画像により Structure from Motion (SFM) 手法を応用している。いくつかの既存手法を、本研究での問題にあわせて

適切に組み合わせ、さらに必要に応じて既存手法の改良を行っている。小型物体の形状認識として、ハンドによる把持に必要な、数ミリメートル以内の誤差での物体形状の密な復元に成功している。また物体表面の法線方向の取得もしており、次の物体把持姿勢の計画に資するものとなっている。物体を把持するときの移動マニピュレータの位置・姿勢の計画に関する考察では、移動台車の位置誤差をその考察に陽に入れている。マニピュレータの可操作性に類似するアイデアを提案し、その有効性を実験的に考察している。一方、小型物体を収納する問題においては、あらかじめ収納場所の引き出しや引き戸の動かし方を教示する方法を提案しており、そこで Instructed Motion Model と名づけた動作に関するモデルを自動的に取得するようにしている。このモデルは、単に教示されたマニピュレータや移動台車の位置姿勢の系列なのではなく、教示された位置姿勢の系列をもとに、さらにそれらが機械的に無理のない動きになるように最適化をはかっている。最後に実機による実験が示され、著者が指摘した技術課題に対して十分な貢献があることを示している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

物体の把持姿勢の候補を求める問題において提案された評価関数は、その評価方法の立場に議論の余地が多少残るといふ批評もあるが、全体として、移動マニピュレータによる小型物体の視覚による認識と把持、運搬、引き出しや引き戸の開閉操作などのために必要となる技術要素を高いレベルで実現していると認められる。この種の問題に関する工学技術的な寄与には大きなものがあると認められる。

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。