

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 藤本 純也

本論文は、「キッチンアシストロボットにおける食器片付け操作の計画と制御」と題し、一般家庭のキッチンでの支援作業を行うキッチンアシストロボットにおいて多種類の食器を片付ける作業を実現するために、食器が多様に配置された複雑な作業環境に対応した食器片付け操作の問題に取り組んだものであり、全8章からなる。光沢等で視覚的に認識しづらく、壊れやすく種類も豊富な食器が、倒れたり横に接して並んでいる配置や、重なった状態でひとつずつずらしながら把持する必要がある食器の片付け作業の実現問題に対するロボットの行動の計画と制御を明らかにすることを目的としている。

第1章「序論」では、キッチンアシストロボットによる食器片付け作業の問題を取り上げ、多種の食器の多様な配置により生じる難しさとそれに対する本研究のアプローチを提案し、関連研究との対比を行いながら本論文の位置づけを示している。

第2章「食器の多様な配置に対応する片付け操作の計画と制御」では、食器の片付け操作の定義や前提となる条件、操作対象とする食器の特徴を示し、食器配置が複雑になったときにどのような新しい問題が生じるかについて述べている。またこの問題に対応するために、従来の物体操作研究について述べ、解決のために必要と考えられるロボットの計画と制御について議論している。

第3章「食器片付け操作のためのロボットシステム」では、適応的に食器の操作を実現するためのハードウェアとソフトウェアのシステムについて述べている。まず、開発したキッチンアシストロボットの特徴を示し、段階的に操作機能を高めるために開発を行った3段階の多種センサ搭載型ロボットハンドの設計方針と詳細を述べている。また、センサに基づいて高次の作業行動計画と修正動作を実現するためのソフトウェアシステムの構成法とその行動プログラムの開発環境となるシミュレータシステムについて述べている。

第4章「食器配置の推定に基づくアプローチ計画」では、局所的な手探りにより詳細情報を調べるためのアプローチ行動の計画を食器のおおよその分布の認識に基づき行うことで重なりを含む複雑な食器配置においても適用する方法について述べている。

第5章「局所手探り探索による食器の把持方法の選定」では、なぞり動作により食器の局所的な形状を認識し食器の把持方法を決定する方法について述べている。手先の近接覚センサ情報を用いたなぞり動作の実現方法と実際の食器への適用、曲率情報に着目することで適切な食器の把持方法を決定する方法について述べている。

第6章「把持予備操作と安定確認修正行動に基づく食器の操作」では、ロボットによる食器片付け作業を実現する上で対応可能な状況を増やし、失敗する場面を減らしていくために重要になると考えられる食器操作の実現方法の検討を行っている。皿を環境から分離把持するための操作として「たぐりよせ操作」を導入し、その実現方法についての考察と適応化のための失敗例からの分析を行っている。また、たぐりよせ操作の逆の操作を行うことで皿をハンド上で滑らせて丁寧に置く操作を実現できることを示している。

第7章「キッチンアシストロボットにおける食器片付け作業の実現」では、構築したシステムにより実際にロボットに食器片付け作業を行わせるための手順について述べ、実験により作業環境の多様さに対する適応性が向上することを示している。さらに実験の結果から複雑な環境条件への対応に必要な機能について考察

している。

第8章「結論」において各章の内容から本研究を総括し、本研究の成果をまとめ、今後の展望を述べている。

以上、これを要するに本論文は、適応的な食器の操作を実現するためのベースとなる食器の多様な配置に対応した食器片付け操作を実現するために、システムとして側方に開く親指構造によるグリップ拡張型多種センサ搭載ハンド、センサフィードバックの上位レベル統制に基づく行動システム、実機用のセンサベーストな行動プログラムのシミュレーションシステムを提案し、その上で重なりを含む複雑な食器配置に対するアプローチ行動の計画、手先に搭載した近接覚を用いたなぞり動作により得られる食器の局所情報から把持方法を決定する方法を示し、従来難しい問題であった皿の分離把持を可能にする「たぐりよせ操作」とその逆の操作として丁寧に食器を置く操作の実現法を示し、食器片付け作業への適用可能性を示している。これにより本研究は、社会的に期待の大きい生活支援ロボットにおける物体操作の研究分野において貢献するものであり、情報理工学における創造的実践の観点でも価値が認められる。よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。