

審査の結果の要旨

氏名 田村 雄介

田村雄介提出の本論文は「卓上作業支援のための作業者意図の推定」と題し、全7章よりなる。本論文では、卓上作業における作業者の意図を、その身体動作および過去の履歴を用いて推定する手法を提案するとともに、意図推定に基づいた卓上作業支援システムについて提案している。

第1章においては、本研究の背景となる少子高齢化の現状と、卓上作業の重要性について述べられ、卓上作業を支援することを指向した関連研究について整理されている。さらに本論文の目的および研究のアプローチについて述べられている。

第2章においては、本研究で想定している卓上作業支援システムの概要について述べられている。この研究では、作業者に対して物体搬送を行うロボットとして、Sawyer型の平面モータを用いた自走式トレイを用いている。

また、この章では、卓上作業支援システムに対する指示方法を、attentiveness（物理的負荷および時間的負荷の小ささ）および、information certainty（得られる情報の確実性）という観点から検討している。その結果、一般に用いられているような、システムに対する明示的な指示方法は極力用いず、システム側が作業者の身体動作に内在する意図を推定するという方法を採用している。また、このような方法が不自然な場合においては、直感的でかつ容易な指示方法として、指差しジェスチャを採用している。

第3章においては、作業者の身体動作から、そこに内在する支援要求を推定する方法について述べている。具体的には、作業者が物体を取得するために行うリーチング動作における手先および視線の運動を計測し、これらの情報を確率的に統合することでリーチング動作の検出、およびターゲットとなる物体の予測を行う手法について述べている。

模型自動車の組立実験を通して、提案しているリーチング検出手法およびターゲット予測手法の性能を検証しており、その結果、迅速かつ確実に支援要求を推定することができることを示している。

第4章においては、作業者の指差しジェスチャから、指し示している物体を推定する手法について述べている。一般に、人間が指を差していると思っている方向は、指や腕といった身体部位そのものの方向とは異なり、機械システムを含む他者から見ると、どこを指しているのか判別することは困難である。本論文では、この方向を「主観的指差し方向」と呼び、これを、指の方向のみから推定するモデルを提案している。提案されたモデルを用いることで、非常に高い精度で作業者の主観的指差し方向を推定することができ、指し示している物体を特定することが可能になっている。

人間の意図を推定するには、その瞬間の空間情報だけでは不十分であると考えられる。第5章では、第3章および第4章で述べられている空間情報からの意図推定手法に加え、作業者の物体使用履歴という時系列情報を用いることで、より精度良く作業者意図を推定する手法を提案している。本論文では、空間情報だけでは作業者の意図推定が困難な状況においても、時系列情報と統合することでこれを可能にすることを実験により示している。

第6章では、本論文で提案されている作業者の意図、すなわち支援要求を推定する手法の実システムへの適用可能性を検証している。まず、卓上作業支援システムにおける、自走式トレイの動作特性、および作業者の手先運動の予測に基づいた、トレイ移動の目標位置の決定方法について述べている。さらに、これらに基づいて自走式トレイによる支援を実現し、その支援の有用性について、模型自動車の組立実験を通して検証している。実験の結果、本論文で提案している意図推定手法に基づいた卓上作業支援システムが、ユーザにかかる物理的負荷および時間的負荷を軽減するということが示されている。

第7章では、論文全体について、提案した作業者意図の推定手法を用いることで、**attentiveness** と **information certainty** の双方を考慮したシステムが実現できたと結論づけている。

本論文は、人間の動作認識技術および統計的理論に基づく迅速かつ確実な人間の意図推定手法を提案し、その有用性を示している。これは、ロボット工学を中心とする工学全般の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。