

# 審査の結果の要旨

氏名 ワン ウエイホン

本論文は、Autonomous Human Action Recognition based on a Novel Incremental Approach of Clustering「新しいインクリメンタル分類法を用いた人間行動の自律的認識法の研究」と題し、特殊なセンサの埋め込みなど周囲環境に特別な装置を要さない通常的生活空間におけるロボットにより個人の支援をする技術の基礎として、視覚を持つ機械による人間の動作の自律的認識のための学習、分類法を提示し、実験によりその有効性を示したもので以下の7章からなる。

第1章 Introduction (序論) では、核家族化や高齢化の中で機械による個人の生活支援の必要性が高まりつつあることから説き起こし、その基礎となる機械による人間行動認識の重要性と本論文における人間の活動 activity とその要素となる動作 action の関係を説明している。さらに、本論文における自律的認識 (autonomous recognition) が、視覚情報からの人の動作の取得・特定・学習・分類までをロボット本体の中で完結した形で行うことを意味することを述べ、本論文の目的と構成を説明している。

第2章の Background and relevant works (研究の背景と関連する先行研究) では、先行する関連研究の特長と問題点をまとめている。そして、最近安価となり普及の進んでいる距離を計測できる視覚センサの現状を要素技術の動向としてまとめ、本研究の意義と位置づけを説明している。具体的には、本研究で提案する手法が環境側のセンサとそれらとの通信を必要とせずロボットの視覚センサのみで構成されること、予め認識すべき動作の種類や数を特定することなく動作の認識、分類が可能であること、学習、認識、分類を逐次的に行うことで多岐にわたる人間の動作に柔軟に適応できる可能性を持つこと、という3つの特長を説明している。

第3章 Autonomous human action recognition (人の動作の自動認識) では、距離情報の取得を行う視覚センサを用い、人の動作を関節など複数のノードの位置情報の時系列として解析して、人の動作として認識、分類する方法を提唱している。そして、室内実験と公開されている人の動きのデータベースの解析を通じ、その認識性能を評価している。そして、提案する簡易な方法の性能が予め動作の種類、数を特定しておく方法と比較し遜色ないものであることを示している。

第4章 An incremental clustering approach for human action discovery (人の動作特定のための逐次的分類方法) では、認識空間内の幾何学的距離に基づき、記録された人の動作を逐次的に項目数を調整しながら分類する K-means 分類法を詳述している。前章と同じ実験と公開のデータベースを利用し、人の動作を自動認識するための特徴抽出の実験を行い、本論文で提案する分類法が良い性能を持つことを実証している。

第5章 Human action modeling (人の動作のモデル化) では、人の動作や活動をモデル化するのに数学的裏付けの確固とした統計的手法として隠れマルコフモデル (HMM 法) を採択し、その理論を詳述するとともに、性能を評価している。本研究で試行した例では、正答率および認識率がいずれも各々97%および95%以上になることが示され、同手法の有効性を実証している。

第6章 A prototype implementation on a mobile robot (プロトタイプとしてのモバイルロボットへの実装法) では、人間の動作認識の実証実験を行うための、視覚センサと本論文で提唱してきたアルゴリズムのあるモバイルロボットへの実装作業を説明し、他の章で説明できなかった実現のための工夫と実験上の問題点を記述している。

第7章 Conclusions (結論) では、ここまでの研究成果を総括し、今後の研究課題をまとめている。

以上要するに、本論文は通常的生活空間におけるロボットによる個人支援技術の基礎となる、自律的な人間動作の視覚センサによる認識のための逐次的な学習、分類法を提示し、実験によりその有効性を示したも

ので、電気工学、ロボット工学における貢献が少なくない。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。