

# 論文審査の結果の要旨

氏名 オストルク オウグ (Ozturk Ovgu)

本論文は、「Human Body/Head Orientation Estimation and Crowd Motion Flow Analysis from a Single Camera (単一カメラ映像からの人の体と頭部の向きの推定と群衆の動き場の解析)」と題し、英文で書かれており、7章よりなる。サーベイランスやデジタルサイネージ、さらにはインタラクティブシステムなど公共スペースで利用される映像では、その場に居合わせた人に関して映像からより多くの情報を抽出することが望まれている。本論文では、天井に配置された単一のカメラを介して得られる映像から、人や人物群の動きを解析する課題について論じている。具体的には、以下の3つの課題（1）人物の実時間追跡とインタラクティブエンターテインメントへの応用（2）人物の体と頭部の向きの推定（3）人物群の動きの検出に関する研究を行っている。

第1章は、「Introduction (序論)」と題し、本論文の目的と背景、構成について論じている。本論文で取り組む課題についての概要を紹介している。

第2章は、「State of the Art (技術動向)」と題し、本研究で取り扱う課題に関し、関連研究のまとめを行うとともに、本論文の貢献に関してまとめている。インタラクティブ応用のための複数人の実時間追跡、人の体と頭部の向きの推定、人物群の動き場の解析に関して、それぞれ研究の現状を述べ、さらに本論文で論じる手法の特徴を論じている。

第3章は、「Real-time Multiple Human Tracking and Motion Flow Estimation: Future Footsteps (実時間での複数人物の追跡と動きの推定: 未来の足跡)」と題し、高所に設置された単一の天井カメラから視野内で自由に動く人物を複数人同時に実時間で追跡する手法とそのインタラクティブアートへの応用について論じている。インタラクティブアートとしては、実時間の追跡の結果を利用し、追跡対象人物の前に“未来の足跡”として足跡の形状を投影表示するシステムを構築しており、当該システムは羽田空港にて1ヶ月間の展示を行った。システムの概要を述べ、所与の条件の下、同一視野内の複数人を実時間で追跡する手法として、背景差分で求められる塊の動きの対応付けを行い、移動履歴からの線形近似により、未来の足跡の位置推定を行う仕組みについて述べている。また、空港での展示により得られた人の反応についてもまとめている。近年の映像からの追跡を用いたインタラクティブシステムとの比較を行い、本検討がマーカーなしに多人数を追うものであり、動きの予測を行う点に特徴があることを述べている。

第4章は、「Body/Head Orientation Estimation while Tracking a Person (人物追跡時における体と頭部の向きの推定)」と題し、単一の天井カメラから得られる公共空間の人物の動きを追うとともにその体と頭部の向きを推定する手法について論じている。但し、天井カメラの位置は高く、その映像では、対象の詳細は十分に把握できない。このため、人物の動きを追跡し、人物輪郭形状から体の向き、さら

に動き場から顔の向きの変化を求めている。人物の追跡にあたっては、人物を楕円形状でモデル化し、その動きをパーティクルフィルタで継続的に追跡する。体の向きは7つに離散化して扱い、その輪郭を用いて、あらかじめ得た事例データとのコンテキストマッチングにより求まる上位の多数決にて決定する。さらに、頭部の向きに関しては、SIFT特徴量から求める動きの変化を追跡することで頭部の向きの変化を推定している。このフレームワークにより、羽田空港の公共空間の映像に対しての評価を行い、良好な精度を得ている。

第5章は、「Dominant Motion Flow Analysis In Structured/Unstructured Crowds (群衆の主要な動き場の解析)」と題し、群衆の動きに関して、ある程度の秩序のある動きと秩序のない動きの両者に対して、主要な動き場の解析を論じている。SIFT特徴量を用いることで、個々の人物に重点をおいた追跡を行い、さらに、その動きの階層的なクラスタリングを行う。位置を考慮したクラスタリングを行うことで、局所的に主要な動きをもとめ、最終的に局所的な動きを接続することで広域の主要な動きを求めており、また、その詳細さの度合いを制御できることを示している。

第6章は、「Discussion and Future Work (考察と今後の課題)」と題し、本論文の延長上の課題について論じている。

第7章は、「Conclusion(結論)」と題し、本論文の成果についてまとめている。

以上を要するに、本論文は、単一カメラからの映像に対して、その視野内の人物の追跡、体と頭部の向きの推定、群衆の動きの解析、足跡の予測というインタラクティブアートでの応用について論じ、評価を通じてその有効性を示したものであり、情報学の基盤に貢献するところが少なくない。

従って、博士(科学)の学位を授与できると認める。