

氏名(本籍)	おお かわ やす ひろ 大 川 泰 弘 (東京都)			
学位の種類	博 士 (工 学)			
学位記番号	博 甲 第 6443 号			
学位授与年月日	平成 25 年 3 月 25 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	A Study on Hand Gesture Recognition using Multiple Observation Sets (多視点動画像を用いたハンドジェスチャ認識に関する研究)			
主査	筑波大学教授	博士(工学)	福 井 和 広	
副査	筑波大学教授	博士(工学)	福 井 幸 男	
副査	筑波大学教授(連携大学院) (産業総合技術研究所)	工学博士	坂 上 勝 彦	
副査	筑波大学教授	博士(医学) 博士(工学)	星 野 聖	
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	亀 山 啓 輔	

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、多視点動画像を用いたハンドジェスチャ認識に関する研究成果をまとめたものである。ハンドジェスチャ認識の核である手形状認識の理論側面、およびシステム構築に掛かる応用側面について議論する。本論文は以下の6章から構成される。

第1章では、手形状認識の重要性と課題について整理し、それらを克服するための基本アイデアについて述べる。

第2章では、画像を用いた手形状認識における2つの問題点を述べ、それらを解決するために、多視点動画像セット同士の類似度に基づく手形状認識法を提案する。この方法では比較する2つの手形状クラスが多視点画像セットは、それぞれカーネル主成分分析(KPCA)により生成される非線形部分空間で表される。これにより、多視点画像セット間の類似度は、非線形部分空間の成す正準角により測られることになる。

第3章では、提案法の核となるカーネル直交相互部分空間法(KOMSM)のアルゴリズムについて述べ、識別性能は極めて高い反面、学習データ数に依存した膨大な計算量が必要であることを指摘する。この問題はKPCAを用いることに起因する。そこでKPCAの計算量を削減するために、学習データセットのクラスタリングに基づく高速化を提案する。提案法の有効性を評価するために、7台のカメラを有する手形状認識システムを構築し、40名の被験者から30種類の手形状画像を収集する。収集した画像を用いた評価実験により、提案法が識別精度を保持しつつ、実時間処理を達成できることを検証する。

第4章では、計算量の問題を解決するもう一つの提案法として、入力カメラ組合せの最適選択に基づく識別手法を提案する。この方法では、マルチカメラシステムにおいて、様々な組合せを考え、各組み合わせの入力画像に対してそれぞれ線形相互部分空間法を適用する。そして全組み合わせの中から、Adaboostにより有効な組み合わせを選択・統合することで高性能な識別器を構築する。本手法がKOMSMを用いた手形状

認識手法と同等の性能を有しながら、KOMSM に比べ圧倒的に高速であることを実験により示す。

5 章では、高速な指先検出手法を提案する。指先の位置や方向は、手の大きさや向きの正規化、背景からのセグメンテーションなどにおいて有効な情報となる。提案手法は、複数の矩形分離度フィルタを組み合わせることにより指先を検出する。実験により、提案手法は従来手法である円形分離度フィルタと同等の性能を有しながら約 70 倍も高速であることを示す。

6 章ではまとめと今後の課題について述べる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

従来の 3D モデルを用いた方法とは異なるアプローチにより、複雑な形状を有する手形状の高精度かつ高速な認識を実現した点は評価できる。特に提案法の核となっている直交相互部分空間法は高性能である反面、学習データ数に依存する膨大な計算量が、リアルタイムシステムを構築するうえで、大きな障害になっていた。この問題を 2 つのシンプルかつ巧妙なアイデアで解決した事は、高く評価できる。また手法に関する理論提案に留まらず、実際にマルチカメラシステムを試作することで、提案法の有効性を示している点も、当研究の完成度の高さを裏付けている。以上を総合的に判断して、学位を受けるに値する研究成果であると評価できる。

平成 25 年 1 月 24 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、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。