

氏名（本籍）	飛谷 謙介（東京都）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第 389 号
学位授与日付	平成 22 年 3 月 25 日
専攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	多視点同時計測データの協調による現象解析に関する研究 (Research of phenomena analysis by cooperation of multi-point measuring data)
学位論文審査委員	(主査) 速水 悟 (副査) 山本 和彦 加藤 邦人

### 論文内容の要旨

本論文では、1990年代後半に入り盛んに研究されてきた、CVを人間の代替ではなく人間と協調していくための積極的に利用しようという「メディア技術としてのCV」という観点から、「多視点同時計測データの協調」をもとにした人間の計測、現象解析に関する二つの研究について述べた。

第2章では、人間の動作解析に基づいた技術伝承等を目的とした研究の一環として、中国、日本において伝統的な技能の一つである書道、習字に注目し、その教育支援に関する研究について述べた。この研究において、毛筆と墨汁によって文字を書くという動作のなかから、習字教育において非常に重要とされる筆と紙の接触面である筆あとという情報に注目し、特殊なカメラシステム Horizon View Camera を複数用いた筆あと計測手法を提案し、また、実際の習字教育において文字を書く環境と同じ環境で、提案手法を実装するために鏡を用いて光軸を折り曲げることによって省スペース化を行った。また、その実装したシステムを用いた実験もあわせて行い、3名の有段者と4名の初心者の筆あとの動きを計測、再構築を行い、その筆あとの形状と重心の移動量の比較を行った。その比較結果から有段者と初心者の筆あとの動きの違いが存在することを確認し、その結果から本システムが習字教育支援につながる可能性を示した。また今後の課題として、本装置の応用先を考慮すると多様な環境下においても正常に動作させる工夫が必要だと考えられ、さらに、筆あとの再構築形状の精度の向上のために、カメラ相互間のアレンジメントや量子化誤差の改善も必要と思われる。

第3章では、「多視点同時計測データの協調」による人間の表現解析の一例として、非接触で人間の内部状態を推定可能な「顔面の表情」に着目し、人間の抱く表情の中で、緊急時においてパニック状態の原因になりうる非常に危険な驚き感情に対し、ビデオカメラで取得した自然な驚き表情の詳細な動画像を元に解析を行い、どのような特徴があるのかを検証、解析を行った。まず、驚き表現が表出する理由としてリリース仮説を提案し、実験結果より今回の実験環境において驚き表現が表出する直前には瞬き動作が必ず起こるということがわかった。このことはリリース仮説を示唆した結果となった。また、被験者のタスクに対する集中度が大きい場合、驚き強度も大きくなる関係性を示した。このことから、コンピュータ警報システム等における、より適正な情報の提示に繋がる可能性を示した。今後は、より多くの被験者の驚き表現を用いて解析を行う必要があると同時に、効果的に驚き表現の特性を調べるため、予測学習の補正法を含め、他のタスクを組み合わせた多様な実験が望まれる。また、他の感情との差異を明らかにするため、驚き表現におけるより反射的な動きに関しても調べる必要があると思われる。

### 論文審査結果の要旨

本論文は、多視点同時計測という人間の計測を行うための新しい方式の提案と、それを用いて人間が文字を書くという行動と驚き表現を解析し、その現象解析によって得られた新しい知見に関する研究を述べたものである。

すなわち、1990年代後半に入り盛んに研究されてきた、Computer Vision(CV)を人間の代替ではなく人間と協調していくための積極的に利用しようという「メディア技術としてのCV」という観点から、「多視点同時計測データの協調」をもとにした人間の計測、現象解析に関する二つの研究について述べたものである。

第2章では、人間の動作解析に基づいた技術伝承等を目的とした研究の一環として、中国、日本におい

て伝統的な技能の一つである書道、習字に注目し、その教育支援に関する研究について述べた。この研究において、毛筆と墨汁によって文字を書くという動作のなかから、習字教育において非常に重要とされる筆と紙の接触面である筆あとという情報に注目し、特殊なカメラシステム Horizon View Camera を複数用いた筆あと計測手法を提案し、また、実際の習字教育において文字を書く環境と同じ環境で、提案手法を実装するために鏡を用いて光軸を折り曲げることによって省スペース化を行った。また、その実装したシステムを用いた実験もあわせて行い、3名の有段者と4名の初心者の筆あとの動きを計測、再構築を行い、その筆あとの形状と重心の移動量の比較を行った。その比較結果から有段者と初心者の筆あとの動きの違いが存在することを確認し、その結果から本システムが習字教育支援につながる可能性を示した。また今後の課題として、本装置の応用先を考慮すると多様な環境下においても正常に動作させる工夫が必要だと考えられ、さらに、筆あとの再構築形状の精度の向上のために、カメラ相互間のアレンジメントや量子化誤差の改善も必要と思われる。

第3章では、「多視点同時計測データの協調」による人間の表現解析の一例として、非接触で人間の内部状態を推定可能な「顔面の表情」に着目し、人間の抱く表情の中で、緊急時においてパニック状態の原因になりうる非常に危険な驚き感情に対し、ビデオカメラで取得した自然な驚き表情の詳細な動画像を元に解析を行い、どのような特徴があるのかを検証、解析を行った。まず、驚き表現が表出する理由としてリリース仮説を提案し、実験結果より今回の実験環境において驚き表現が表出する直前には瞬き動作が必ず起こるということがわかった。このことはリリース仮説を示唆した結果となった。また、被験者のタスクに対する集中度が大きい場合、驚き強度も大きくなる関係性を示した。このことから、コンピュータ警報システム等における、より適正な情報の提示に繋がる可能性を示した。

今後の課題として、より多くの被験者の驚き表現を用いて解析を行う必要があると同時に、効果的に驚き表現の特性を調べるため、予測学習の補正法を含め、他のタスクを組み合わせた多様な実験の必要性を示した。また、他の感情との差異を明らかにするため、驚き表現におけるより反射的な動きに関しても調べる必要性も明らかになった。

### 最終試験結果の要旨

本論文は、多視点同時計測という工学的な手法を人間の計測に適用するための新しい方法を示し、またそれによって人間の行動と表情解析を行って、新しい現象解析のわく組みを提示したものとして評価できる。

本研究は、筆あとの形状とその時間的な移動を計測するという技術の新しさとともに、それを教育支援につなげようという意味でも意義があると考えられる。また、顔表情解析においても多視点の同時計測によって自然な驚き表情を詳細な動的変化として計測することができるようになり、また、リリース仮説についてタスク強度との関連について興味深い結果が得られており、後者における新規性も高い。

論文内容に関する質疑応答も適切であり、関連分野における知識も十分であると認められた。また論文内容は、学術誌への論文掲載として適切に発表されている。

以上の点から、論文提出者は学位授与の基準を満たしていると判断し、最終試験の結果を合格とした。