

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	田村 仁優
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学） 青木 義満
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 池原 雅章
		慶應義塾大学教授	工学博士 岡田 英史
		慶應義塾大学教授	工学博士 田中 敏幸
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 満倉 靖恵
(論文審査の要旨) 学士（工学）、修士（工学）田村仁優君提出の学位請求論文は、「広範囲空間における頭部姿勢変動に頑健なキャリブレーションフリー視線推定」と題し、6章から構成されている。 コンピュータの性能向上とイメージセンサの低価格化に伴い、カメラが様々なデバイスに内蔵され、日常生活における応用が広がっている。ノート PC やタブレット、ショッピングモールや駅構内にあるデジタルサイネージでは、利用者の顔を捉えるカメラが機器に内蔵され、テレビ通話やジェスチャ認識、インタラクションやマーケティングに利用されている。これらの機器に搭載されたカメラに、キャリブレーション作業や使用時の頭部位置拘束のない視線推定機能が搭載されれば、様々な商業応用価値を生むと考えられており、その実現が期待されている。既存の視線推定手法は、赤外線 LED や距離センサ等、特別な装置を用いたり、事前のキャリブレーション作業が必要なものが多かった。また、近年では単眼カメラのみでキャリブレーションフリーな視線推定を実現した手法が報告されているが、使用者の頭部位置の制限、目領域の解像度が低い場合における精度低下といった点が、実利用上の大きな課題となっていた。 本論文では、社会での実利用に即した視線推定手法の実現へ向けて、キャリブレーションフリーかつカメラに対して広範囲な頭部位置で利用可能な注視点推定手法を提案している。解像度に依存しない頑健な虹彩追跡手法を基盤とし、顔特徴点検出、虹彩追跡、注視点推定から構成される視線推定手法により、広範囲空間内におけるキャリブレーションフリーな視線推定が実現可能であることを示している。 第1章では、研究背景として、社会における視線推定の重要性や応用例を紹介し、その現状について述べている。また、関連手法を挙げ、本研究の位置付けや研究目的について述べている。 第2章では、顔画像からの顔特徴点検出手法について述べている。顔特徴点検出では、自然環境下で撮影された様々な人種、顔向き画像を含むデータセットで学習した畳み込みニューラルネットワークにより、環境光変化や頭部姿勢変動に頑健な顔特徴点検出を実現可能であることを示している。さらに、視線推定のための前処理として、目領域のみを学習したネットワークによる詳細な目形状の推定手法について述べ、顔特徴点検出のために一般的に用いられるデータセットを用いて精度比較実験を行い、従来手法からの検出精度向上を確認している。 第3章では、虹彩追跡について説明している。従来手法では外乱エッジや低解像度環境が課題であったが、提案手法では、3次元眼球モデルをもとに、虹彩エッジの強度および勾配方向に着目した尤度評価と密なサンプリングにより、低解像度環境においても頑健な虹彩追跡を実現している。 第4章では、注視点推定の手法について述べている。広い空間内で非拘束な視線推定を実現するため、独自の視線データセットを作成している。本データセットにより学習した回帰モデルによって、画面上の注視点を推定する方法について詳細に述べている。 第5章では、提案手法の有効性を検証している。第4章で作成した視線データセットによる検証を通して、従来のデータセットよりも低解像度の条件下における注視点推定実験を行い、提案手法が従来手法を上回る推定性能を有することを確認している。 第6章では、本論文をまとめ、応用例とともに今後の課題と展望について述べている。 以上要するに、本論文は顔特徴点検出、虹彩追跡、注視点推定手法から構成される視線推定手法により、広範囲空間内におけるキャリブレーションフリーな視線推定を実現可能であることを示したもので、画像工学分野において工学上、工業上、寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（電気電子工学専修）科目担当者で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		