T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Novel User Interfaces Using Gaze Tracking, Facial Feature Detection and Rear Touch
著者(和文)	大貫善数
Author(English)	Yoshikazu Onuki
出典(和文)	学位:博士（工学）, 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10232号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:熊澤 逸夫,長橋 宏,佐藤 誠,山口 雅浩,小尾 高史
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10232号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名		大貫 善数	
論文審査 審査員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	熊澤逸夫	教授	審査員	小尾高史	准教授
	審査員	佐藤　誠	教授			
		長橋　宏	教授			
		山口雅浩	教授			

論文審査の要旨（2000字程度）

本論文は「視線トラッキング、顔パーツ認識および背面タッチパネルを用いたユーザーインターフェイスに関する研究」と題し、6章から構成されている。

第1章「序論」では、まずゲーム機器の歴史とそのヒューマンインターフェイスである周辺機器の歴史について触れ、カメラによる動き認識技術をベースにしたさまざまなユーザーインターフェイスの出現について述べている。また、昨今のヘッドマウントディスプレイを用いたバーチャルリアリティ表現の流行から、より直観的な入力システムの必要性が高まっている背景を述べ、視線トラッキングの研究への導線を示している。続いて、視線トラッキングの研究成果についても触れながら、特別な装備を必要としない、手元にある機器で手軽に実現できるカーソル制御手法、すなわち第二の研究である顔パーツ認識を用いたカーソル制御手法への新たな興味について述べている。当該手法をモバイル機器に適用するに当たり片手操作へのこだわり意識が芽生え、第三の研究である背面タッチを用いたカーソル制御手法の研究へと展開し、最終的に顔パーツ認識を用いたカーソル制御手法と背面タッチジェスチャーによるコマンド制御手法の融合に到達し、実用的なモバイル機器の片手操作手法の確立に至ったと述べている。

第2章「視線トラッキング - ゲームアプリケーションを用いた照準性能の分析」では、遠方固定と眼鏡上の2か所に設置したIR LEDの角膜上の反射点の相対位置関係を利用した視線推定手法を提案している。提案手法は、従来手法にあるような眼球の中心位置の計算が不要となり、演算負荷が軽減されると述べている。また、視線トラッキングの安定動作のためにはキャリブレーションが不可欠であるが、提案手法についても画期的なキャリブレーション手段を示している。2種類のゲームアプリケーションを用いた性能評価により、提案手法ではより少ない演算負荷で従来手法と同等の性能が得られたと述べている。

第3章「顔パーツ認識 - カーソル制御とズーム制御への適用」では、モバイル機器のカメラ画像を用いた顔パーツ認識を用いたカーソル制御とズーム制御手法を提案している。具体的には、まず鼻の動きをカーソルの動きに反映する手法について述べ、顔を動かす場合と機器側を動かす場合でのカーソルの可動領域の違いについても触れている。また、ターゲット追従時のカーソル位置の軌跡についても言及し、視線トラッキングにある瞬時のカーソル移動はなく、緩やかな弧を描いてターゲットに収束する様子を示している。次に、カメラ画像上の目の間の距離に応じてズーム比率を変化させる手法について述べ、顔と機器の間の距離を変化させることによってズーム制御を行う手法を提案している。LinearとExponentialの2種類の設計事例に対して実測結果を示し、正確にズーム操作が機能することを示している。

第4章「背面タッチ - 片手操作によるカーソル制御とその有用性」では、背面操作時の人差し指の可動範囲が制限されることに触れ、小範囲のタッチ入力から広範囲のディスプレイ領域をカバーする必要性を述べている。従来からあるタッチ位置に応じたカーソル位置制御に加えて、タッチ位置の移動速度を考慮し、高速移動時はより遠方にカーソルが到達する手法を提案している。機器の持ち方、タッチ移動方向、ターゲット距離、ターゲット幅をパラメーターにしたFittsの実験（1Dポインティング）を行い、従来手法に比べてカーソル移動時間が改善されていることを示している。また、提案手法では1回のドラッグ操作でより遠方へのカーソル移動が可能となっていることも示している。さらに、カーソル移動時間の観点では長手方向のタッチ操作が有利であること、ドラッグ操作回数の観点では機器の縦持ちが有利であることを示し、機器を縦持ちし長手方向の操作を中心とするUIデザインが好ましいと結論付けている。

第5章「顔パーツ認識と背面タッチの融合利用」では、3章で述べた顔パーツ認識によるカーソル制御に加えて、背面タッチジェスチャーによるコマンド操作を組み合わせ、より実用的なモバイル機器

の片手操作手法を提案している。また、ターゲットセレクト機能では、セレクト時にターゲットサイズを拡大する手法を導入し、より安定した操作性能を目指している。実際のモバイル機器上で、ターゲットセレクト、スクロール、ズーム操作を実現し、Fitts の実験（1D ポインティング及び 1D サイズ調整）を用いて評価を行った結果、提案手法ではディスプレイ上の任意の位置へのカーソル移動が可能となり、また、セレクト時のターゲット拡大効果により操作エラー率は劇的に改善されたと述べている。加えて、ズーム操作でも実用的な性能が得られることを示している。

第 6 章「結論」では、本研究で得られた知見を総括し、提案手法の有効性や今後解決が必要とされる課題についてまとめている。

以上を要するに、本論文では、視線トラッキング、顔パーツ認識および背面タッチパネルを組み合わせて従来にない高い操作性と入力精度を達成することを目指して斬新なユーザーインターフェイス方式を提案するとともに、それを具体的に実現して実験的にその有効性を検証しており、工学上貢献するところが大きい。よって，本論文は博士（工学）の学位論文として十分価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。