

視線計測機能を搭載したタブレット型モバイルPCの開発

佐藤 広志†

中川 浩伸†

山本 倫也‡

長松 隆‡‡

† 関西学院大学大学院理工学研究科

‡ 関西学院大学理工学部

‡‡ 神戸大学大学院海事科学研究科

1 はじめに

近年, iPad や各種タブレット端末のような大画面タッチスクリーンを搭載した携帯情報端末が普及しており, 今後は, 多くの情報をより直感的に扱うインタフェースが求められる。

著者らは既に, 高精度な視線計測のために光軸中心回転体モデルを導入した視線計測手法を開発し [1], 携帯端末上でタッチスクリーンと視線計測を併用できる“MobiGaze”のプロトタイプを開発しているが [2], 常にカメラで眼球を撮影することが容易ではなく, 画像処理用のノート PC やカメラ・LED 用バッテリーなどをトートバッグに入れて持ち運ぶ必要があった。本研究では, タブレット型モバイル PC 1 台でこれを実現した“MobiGaze.PC”のプロトタイプを開発している。

2 コンセプト

著者らは既に, タッチスクリーンによる入力と視線計測が併用できるモバイル端末を提案している。視線情報とタッチ入力を組み合わせることで, 片手で操作するモバイルな状況でも, ポインティングなどの入力インタフェースとして使用することができる (図 1)。これは大きな画面を持った端末で, 画面端まで指が届かない場合などに効果が期待できる。

また, 視線を計測し, 意識的な注視だけでなく, 無意識的な視線の動きを解析することで, リアルタイムに視線解析結果を反映した情報の提示や, 視線による

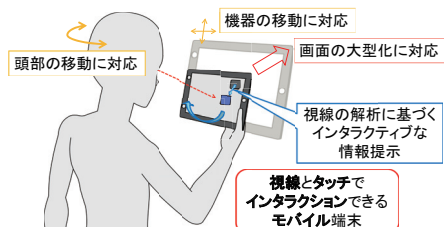


図 1: コンセプト

Development of a Mobile Tablet PC with Gaze-Tracking Function

†Hiroshi SATO †Hironobu NAKAGAWA ‡Michiya YAMAMOTO

‡‡Takashi NAGAMATSU ‡‡Tomio WATANABE

†Graduate School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

‡School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

‡‡Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University

人の行動特性を踏まえたインタフェースの構築などが可能になる。

3 MobiGaze.PC

3.1 システム構成

ハードウェアとして視線計測装置とタブレット PC を組み合わせた MobiGaze.PC のプロトタイプを開発した (図 2)。本システムでは, タブレット PC (HP 社 EliteBook 2740p), 視線計測のために光源一体型カメラ 2 台を用いた。開発した光源一体型カメラは, タブレット PC と一体型とする際に左側面下部に取り付けることで, 右利きの利用者の場合に, 手や腕の動作やまぶたなどで撮影が妨げられないようにした。また, 画像処理には OpenCV1.0 と Intel 社のインテグレートッド・パフォーマンス・プリミティブを用いた。

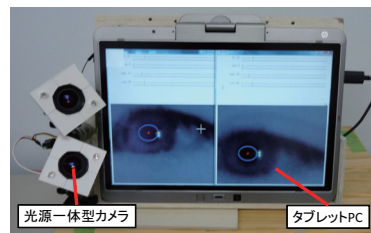


図 2: システム構成

3.2 視線計測のための画像処理手法

一般的に, 据え置き型・リモート型の視線計測装置では, 広角カメラを用いて広範囲の画像を取得した画像から, 顔位置を検出する処理と, その画像から瞳孔位置を推定する処理が行われる。

本研究では, モバイル向けにこれらの処理をより高速化するため, 視線計測時に用いるブルキニエ像位置

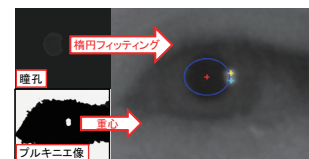


図 3: ブルキニエ位置の検出 図 4: 低解像度画像処理

を利用することで、抽出領域を特定し、さらにプルキニエ像の位置を求める手法を新たに開発した(図3)。

また、低解像度では瞳孔中心とプルキニエ像座標の誤差が大きくなる。そこで、プルキニエ像による欠損を除外するために、凸包を求めることで、瞳孔中心をより正確に求める手法を開発した(図4)。また、本システムでは、光源一体型カメラから照射により上下2点のプルキニエ像ができるため、まず上下に分離した後に、それぞれの重心を算出する手法を開発した。

4 動作確認実験

4.1 据置状態における精度評価実験

開発システムを用いた視線計測精度の評価実験を行った。実験環境は、モバイル端末を実際に使用する距離を想定してディスプレイと顔の距離を約30cm、頭部を固定しないこととした(図5)。

実験では、まず、実験協力者の光軸と視軸の個人差の修正を行うため、画面に表示したマーカーを注視させ、個人キャリブレーションを行わせた。そして、ディスプレイ上に表示される12点の十字マーカーの中心をそれぞれ50フレーム以上注視させ、そのときの注視点位置を計測した。本実験は裸眼の男性3名を対象に行った。

実験結果を図6に示す。据置状態での平均誤差は、視野角 2.26° であった。ディスプレイ右上側で画像処理の失敗などによる精度の低下が見られたが、全体的に高い精度であった。

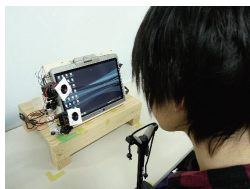


図5: 実験風景(据置)

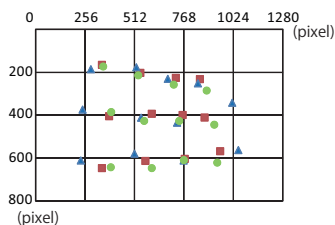


図6: 実験結果(据置)

4.2 ハンドヘルドにおける精度評価実験

実際に使用する状態と近い状態で評価を行うため、ハンドヘルド状態における視線計測精度の評価実験を行った。

実験は据置とほぼ同様で、実験協力者には正面を向いた状態を維持するよう指示し、ディスプレイに表示される9点の十字マーカーを実験協力者の注視点位置に近づけるように開発システムを移動させ測定を行った。また、開発したMobiGaze.PCは2.9kgの重さであるため、負荷軽減のため上部から吊した状態で実験協力者に両手で保持させた(図7)。

実験結果を図8に示す。平均誤差は、視野角 2.40° であった。据置状態からは低下するものの、ハンドヘルド状態であっても高い精度が確認できた。



図7: 実験風景(handheld)

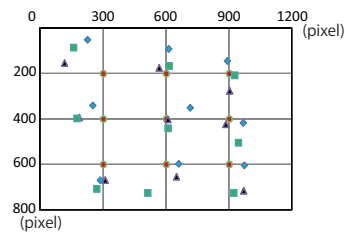


図8: 実験結果(handheld)

5 おわりに

本研究では、視線計測装置を搭載したモバイルPC“MobiGaze.PC”を開発し、据置だけでなく立った状態で視線計測精度の評価実験を行い、平均誤差 2.40° という高い精度を実現できることが確認できた。今後は、本デバイスをより効果的に使用するためのインターフェースの開発を行っていく予定である。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(23300047)「革新的視線インタラクション技術基盤の開発」の支援による。

参考文献

- [1] Nagamatsu, T., Iwamoto, Y., Kamahara, J., Tanaka, N., and Yamamoto, M.: Gaze Estimation Method based on an Aspherical Model of the Cornea: Surface of Revolution about Optical Axis of the Eye; Proceedings of Eye Tracking Research & Applications Symposium 2010, 255-258, (2010).
- [2] Nagamatsu, T., Yamamoto, M., and Sato, H.: MobiGaze: development of a gaze interface for handheld mobile devices; Proceedings of the 28th of the international conference extended abstracts on Human factors in computing, pp. 3349-3354, (2010).