

視線インタフェースのための頭部位置認識機構の検討 A Study on Head Position Recognition Methods for Eye Gaze Interface System

緒方 公一† 坂元 健亮‡ 新納 慎吾†
Kohichi Ogata Kensuke Sakamoto Shingo Niino

1. まえがき

本稿は、可視光カメラを用いた視線入力インタフェースのためのユーザ頭部位置認識機構について検討したものである。視線検出システムにおいて、ユーザの頭部の動きは視線推定位置の誤差の要因となる。

本研究では、頭部の動きを直接検出せず、ユーザ自身が適切な頭部の位置を再現できるようにするための位置参照機構について検討している。今回は、偏光板を活用した頭部位置認識機構とその有効性について検討する。

2. 頭部位置認識機構と偏光板

本研究で取り扱っている視線検出システム[1]では、使用中のユーザの頭部移動を軽減し頭部を支持するために顎置きを使用している。実用性の向上のためには、顎置きを使用しない利用形態も可能な方式が望まれる。他の視線検出システムでは、視線計測用のカメラの他、頭部を撮影するカメラを付加して、頭部の動きを検出して補正に利用しているものもあるが[2]、ユーザが利用時の望ましい頭部位置を認識し、姿勢を調整できる機構が実現できれば、直接的な頭部位置の検出は必要なく、機器の複雑化や計算コストの増加等を避けたシステムの実現に有効である。先に、定規型角度計を用いてディスプレイ正面位置（以後、ホームポジションと呼ぶ）をユーザ自身が認識できる機構について検討したが、ポインティングに要する時間が長い問題があった[3]。ここでは、偏光板を利用してユーザの頭部をホームポジションに導く頭部位置認識機構について検討した。

図 1 に偏光板の性質の模式図を示す。よく知られるように、偏光板の透過軸と平行な振動面をもつ光のみが透過する。また、偏光板を組み合わせることで、光を遮断することも可能である。ここでは偏光板の性質を利用して 2 種類

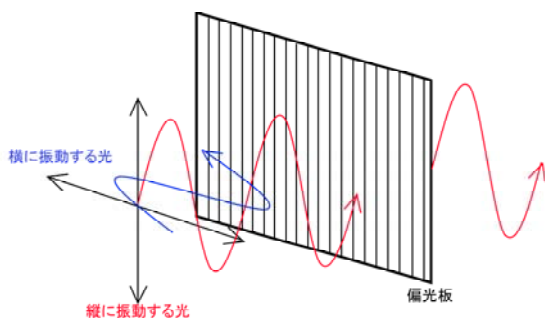


図 1 偏光板と透過光

の頭部位置認識機構の実現方法を検討した。

図 2 において提案手法を視線システムに実装したときの様子として、図 3 および 4 で各手法の詳細をそれぞれ示す。図 3 は、偏光板（シータスク製、透過率 38%，偏光度 95%以上）4 枚を透明フィルムに張り付けたものを 2 枚用意し、これらを距離を置いて配置した方法（ガイド 1）の様子を示している。ホームポジション以外では、偏光板の性質により光が遮断され黒い帯状の部分が生じ、ホームポジションから外れていることが認識できる機構となっている。図

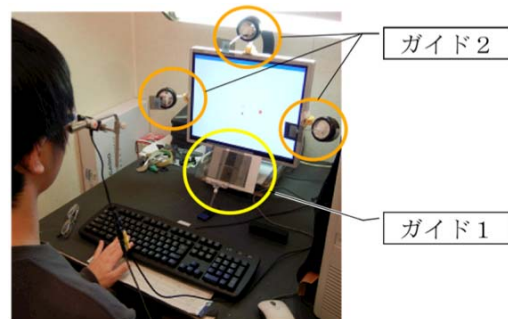
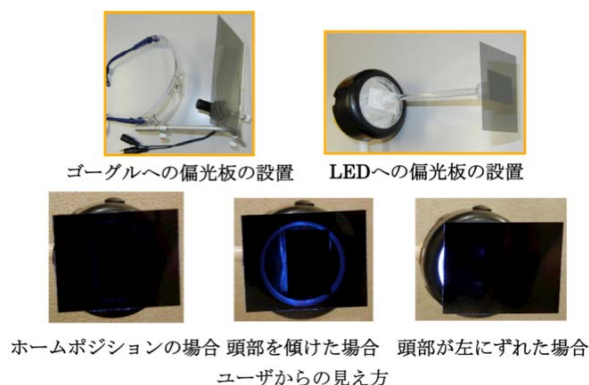


図 2 偏光板の配置



2 枚の偏光板の配置 頭部位置が上にずれた場合の見え方

図 3 ガイド 1 における偏光板の配置と見え方



ホームポジションの場合 頭部を傾けた場合 頭部が左にずれた場合
ユーザからの見え方

図 4 ガイド 2 における偏光板の配置と見え方

† 熊本大学大学院自然科学研究科, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University
‡ 熊本大学工学部, Faculty of Engineering, Kumamoto University

表1 各被験者の視線検出精度

	直線距離 [pixel]		
	機構なし	ホームポジション認識機構あり	
		ガイド1	ガイド2
被験者1	34.6	44.5	44.1
被験者2	57.2	65.3	56.3
被験者3	47.8	36.5	26.1
被験者4	61.3	84.7	80.7
被験者5	75.5	53.6	55.3
平均	55.3	56.9	52.5

4は、ゴーグルの前方部と、ディスプレイ上部および側面に取り付けたLEDの前方部それぞれに偏光板を設置した方法（ガイド2）の様子を示している。ホームポジション以外ではLEDからの光が漏れるように偏光板の設置を行い、ホームポジションを認識できる機構としている。

2.1 局所的補正

目の画像から得られる光彩中心座標とディスプレイ上の座標を対応づけるマッピング関数は、システムの利用に先立ち、キャリブレーションによって決定されるが、時間の経過とともに頭部の動き等により対応関係が変化し視線推定誤差をもたらす。本システムでは、利用時にマウスポインタが思い通りに視線に追従しないと感ずる場合には、ユーザが意図的な瞬きを行うことで、マッピング関数の補正を行うモードに移行できる機能を有している[4]。以下に示す実験においても、必要に応じてこの補正機構を呼び出してシステムを利用している。

3. 実験方法

実験では、顎置きを撤去してマウスポインタ制御を行なう。ディスプレイ（1024 x 768 pixel）上に25点の指標マーカーを格子状に配置しており、ユーザはランダムに一つずつ表示される指標マーカーを目標位置としてマウスポインタを視線により制御する。視線による上記のポインティングを、頭部位置認識機構を用いない場合（機構なし）、頭部位置認識機構1を用いる場合（ガイド1）、および機構2を用いる場合（ガイド2）の3通りで行った。ガイド1および2の利用については、測定の慣れを防ぐために被験者ごとにランダムな順序で実験を行った。顎置きを用いず、被験者ごとに楽な姿勢で調整を行うため、ユーザの目からディスプレイまでの距離は60～80 cmとなる。

4. 実験結果

表1に視線検出精度を示す。表では各被験者について、ホームポジション認識機構を使用しない場合と各機構を使用した場合について示している。各数値は25点のポインティング精度の平均値を示している。指標マーカー各点の精度は、マーカーを眺めた際の1 s間に相当する目の画像30枚から、指標位置とマウスポインタの直線距離の平均値として求めている。被験者により、改善が見られる場合と、精度の低下が見られる場合が確認できるが、平均的にはいずれの方法でも同程度の精度であることがわかる。

表2 各被験者がポインティングに要した時間と補正の起動回数

	機構なし		ホームポジション認識機構あり			
			ガイド1		ガイド2	
	時間[s]	回数	時間[s]	回数	時間[s]	回数
被験者1	374.9	11	248.6	5	189.4	3
被験者2	409.1	5	570.3	7	307.9	6
被験者3	674.0	21	161.1	1	258.3	4
被験者4	312.1	8	266.1	7	252.1	5
被験者5	366.9	6	226.3	3	346.3	3
平均	427.4	10.2	294.5	4.6	270.8	4.2

表2に、各被験者が25点のポインティングに要した時間と、その間に2.1で示した補正機構を利用した回数を示す。機構なしの場合と機構ありの場合とで比較すると、被験者2のガイド1で時間が延びてはいるものの、全体的にポインティングに要する時間の減少が確認できる。5人の被験者の平均では、427 sから295 sおよび271 sの時間長となり、それぞれ、69%および63%に短縮されている。補正機構の呼び出し回数についても被験者2の場合を除き減少傾向が認められる。特に被験者1および3でその減少が著しい。これらの結果は、マウスポインタが思い通りに視線に追従しないと感ずる回数が減っていることを示唆しており、今回の偏光板による頭部位置認識機構が円滑なシステム利用に有効であることを示している。

5. まとめ

本研究では、視線検出システムのための、偏光板を活用した頭部位置認識機構について検討した。偏光板を利用した2種の手法について提案し、ディスプレイ上の25点のポインティング精度やそれに要する時間等の検討を行った。実験の結果、検出精度は、認識機構を使用しない場合と同程度であったが、ポインティングに要する時間を65%程度に短縮する効果が得られた。また、マウスポインタが思い通りに追従しない場合に利用する補正機構の呼び出し回数の低減も確認され、提案手法が、顎置きなしでの視線検出システム利用の際の補助機構として有効であることが確認できた。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金((C)20560398, (C)24560523)の援助によることを記し謝意を表する。

参考文献

- [1] 米沢徹也他, “視線インタフェースシステムのための虹彩中心検出誤差軽減手法の検討,” 電気学会論文誌(C), Vol.130, No.3, pp.442-449, 2010.
- [2] B. Nouredin, P.D. Lawrence and C.F. Man, “A non-contact device for tracking gaze in a human computer interface,” Computer Vision and Image Understanding 98, pp.52-82, 2005.
- [3] 新納慎吾他, “画像処理を用いた視線検出システムと入力インタフェースの開発-頭部の動きに関する検討-, ”FIT2011, pp.571-572, 2011.
- [4] K. Ogata and K. Matsumoto, “Semi-dynamic calibration for eye gaze pointing system based on image processing,” Proc. of SIGMAP2012 (in press).