

視線推定における頭部姿勢の影響

An Investigation on Head Pose Effect for Gaze Estimation Accuracy

○熊本 達也¹, 青木 雄佑², 村上 智貴², 清水 雅夫³*TatsuyaKumaki¹, Yusuke Aoki², Tomoki Murakami², Masao Shimizu³

Abstract: One can follow someone's gaze; he will find what she is looking at. Then how accurate is the estimated gaze direction? This study deals with that the head pose affects the estimation accuracy. The experimental results show an independency on the head pose.

1. はじめに

人間は、他人の視線方向を推定することができる。しかし、人間が他人の視線方向を推定する上で、何を手がかりに視線方向を推定しているのかはわからない。本研究では、その手がかりの1つとして、人間の顔や目などの左右の対称性が関係しているのではないかと仮定した。図1に示すように、顔の向きを変えると正面を注視していても白目の左右の間隔が変化する。この間隔によって視線方向を推定しているのではないかと考えた。つまり、顔全体の向きを変えたときに視線推定精度が変化すれば、白目の左右の間隔が視線推定の大きな手がかりとなっていると考えられる。

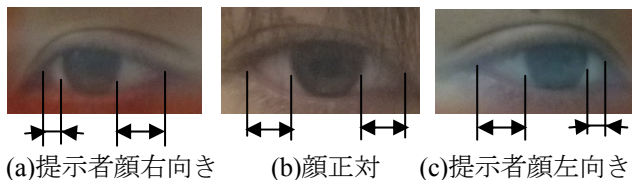


図1 白目の幅の違い

2. 実験方法

図2(a)に実験状況を示す。同図(b)のグリッド上の点を見ている人を「(視線)提示者」、その点を推定する人を「(視線)推定者」と呼ぶ。図3に、両者の位置関係を示す。提示者から推定者までの距離は1[m]で、提示者からシートまでの距離は0.75[m]である。グリッド上の中心線(赤線)の交点を通りグリッドに垂直な直線上に、提示者と推定者の目が位置する。グリッドの間隔は5×5[mm]である。提示者が見つめる点(以後、提示点と略す)は黄色枠内で示された範囲(600×600[mm])で提示を行う。しかし、実際に提示点を使用する範囲は500×500[mm]である。これは、範囲の最大の座標の精度が不自然に高くなってしまふ事を避けるためである。これに対し、推定者は、提示点を推測した点(以後、推定点と略す)をデータシートに記録する。

提示者の顔が正対した場合、顔を右に向けた場合、顔を左に向けた場合で、それぞれ提示者は両目、左目のみ、右目のみの3つの条件で推定を行う。推定者1人に対し、提示者は6人で行い、各提示者は100点ずつ提示する。これを1セットとする。1セットの提示点の回数は600点である。これを各方向、各条件下の組み合わせで、1セットずつ行い、1人の推定者に対し合計9セットを行う。これを合計3人の推定者で行う。推定者3人に公平性を持たせるため、1セットの提示点は全て、3人とも同じ座標で行う。顔を各方向に向けた時は、図1のように提示者は顔を固定して実験を行う。

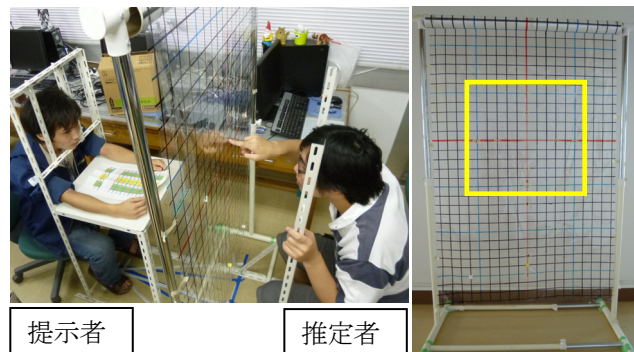


図2 実験状況

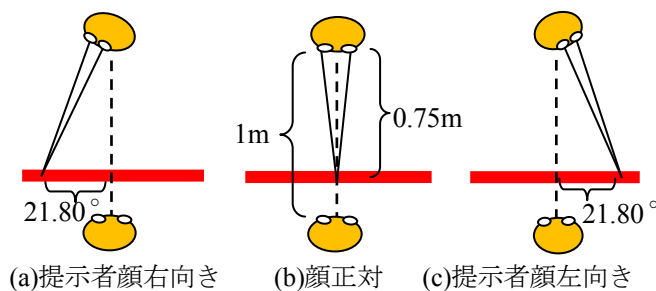


図3 位置関係

3. 実験結果

図4, 図5, 図6に、それぞれ提示者の顔が正対した時、右向き時、左向き時の、推定者Aの両目で推定

した視線水平方向推定誤差分布を示す。各図とも赤縦線の位置は顔の向いている方向（原点位置）を示している。グラフ横軸は水平方向角度を示す。これは顔の向いている方向を原点とした位置から提示点の位置までの角度である。グラフ縦軸は角度推定誤差を示す。これは提示点を原点とした位置から推定点の位置までの角度である。

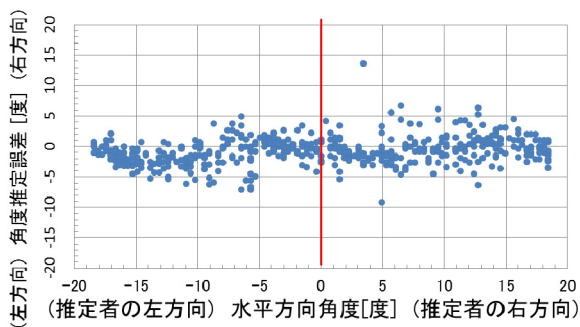


図 4 視線水平方向推定誤差分布（提示者の顔：正対）

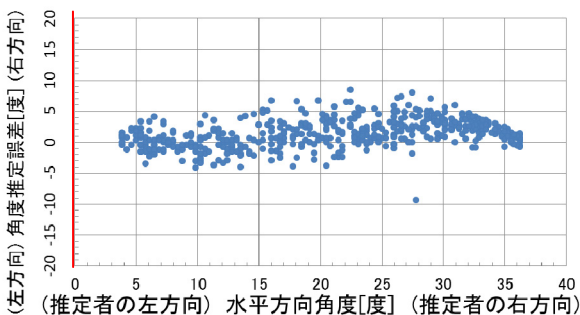


図 5 視線水平方向推定誤差分布（提示者の顔：右向き）

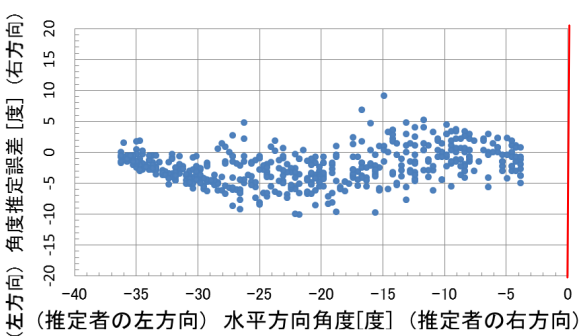


図 6 視線水平方向推定誤差分布（提示者の顔：左向き）

これらの図から、顔が左右を向いている時は、角度が大きくなるにつれて、より遠くに推定する傾向があることがわかった。

表 1 と表 2 は、提示者が顔を各方向に向けた時の、推定者 A と推定者 B の推定誤差を示す。推定者 A の標準偏差（推定誤差のばらつき）が約 2~4[°]であるのに

対し、推定者 B は約 3~5[°]である。この差は、推定者によって推定誤差に大きな変化があるとはいえない。

また、顔が左右を向いている時は、角度が大きくなるにつれて、より遠くに推定する傾向があることは、表 1 と表 2 の誤差の平均値にも表れている。

表 1 推定者 A の平均値と標準偏差[°]

提示者の顔	提示者の目	水平方向		垂直方向	
		標準偏差	平均値	標準偏差	平均値
正対	両目	2.25	-0.71	2.71	0.56
	右目	2.58	-0.53	2.77	0.41
	左目	2.39	-0.07	2.92	-0.16
右向き	両目	2.25	1.40	2.94	0.30
	右目	2.95	0.91	3.17	0.80
	左目	3.31	0.89	3.67	0.54
左向き	両目	3.17	-2.25	2.93	0.59
	右目	4.04	-2.57	3.15	1.17
	左目	3.54	-1.56	3.53	0.78

表 2 推定者 B の平均値と標準偏差[°]

提示者の顔	提示者の目	水平方向		垂直方向	
		標準偏差	平均値	標準偏差	平均値
正対	両目	3.25	-0.94	3.97	-1.06
	右目	4.38	-0.64	4.47	-1.11
	左目	4.61	0.37	4.59	-1.67
右向き	両目	3.14	3.78	3.96	1.23
	右目	4.42	1.67	4.55	0.82
	左目	4.13	2.93	4.54	0.15
左向き	両目	3.71	-3.88	4.60	-0.31
	右目	4.40	-2.33	4.53	-0.58
	左目	5.61	-2.19	4.79	-1.52

4. まとめ

視線提供者の頭部方向を変化させても視線方向推定精度は、あまり変化しなかった。この結果は、視線方向推定のための手がかりとして、白目の大きさよりも黒目の位置や形状を用いていることを示唆している。

視線方向は、頭部運動から推定できる可能性[2]もある。人が対象を注視するときには、無意識のうちに顔も同時に対象の方向に向けることに基づいている。画像から頭部姿勢を計測することは容易（関数が公開されている）なので、今後は頭部姿勢と視線方向との関係も調査する。

5. 参考文献

- [1] 五十嵐裕史, 清水雅夫, 熊木達也, 荒井直也, 町田和彦: “ヒューマンビジョンの精度－視線方向推定精度の測定－”, 第 19 回画像センシングシンポジウム, 2013.
- [2] 濱咲ほか: “頭部運動に基づく視線推定の有効性の検討”, 映情学技報, vol. 36, no. 46, pp.35-36, 2012.