

E-3

人間は他人の視線方向をどれくらいの精度で推定できるのか

An Accuracy Assessment of Human Vision for Other's Gaze Direction

○五十嵐 裕史<sup>1</sup>, 荒井 直也<sup>2</sup>, 熊木 達也<sup>2</sup>, 町田 和彦<sup>2</sup>, 清水 雅夫<sup>3</sup>

Hiroshi Igarashi<sup>1</sup>, Naoya Arai<sup>2</sup>, Tatsuya Kumaki<sup>2</sup>, Kazuhiko Machida<sup>2</sup>, Masao Shimizu<sup>3</sup>

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 is a first step on an empirical accuracy assessment of human vision system. Extensive measurements indicate that the accuracy has a limit and depends upon the individual person.

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。同様に、コンピュータに接続したカメラでユーザを撮影することで視線方向が推定できれば、人間同士の「目配せ」などのに相当する高度なユーザインタフェースを実現できる可能性がある。

画像処理を用いた視線方向推定では各種の方法が提案されている[1]が、最も高精度な方法で推定精度は±0.5°程度である。それでは、そもそも人間は、どの程度の精度で視線方向を推定できるのだろうか。

本報告では、正対した人の視線方向を推定する精度に関する実験を行った。

桁までの位置との差が、視線推定誤差となる。グリッド位置での推定誤差は、視線提示者からの視線方向角度に換算した。



図1 実験状況 (左:視線推定者 右:視線提示者)

2. 実験方法

図1に、実験状況を示す。本検討では、どこかを見ている人を「(視線)提示者」、どこを見ているのかを推定する人を「(視線)推定者」と呼ぶことにする。

図2に、提示者と推定者の位置関係を示す。提示者と推定者の距離は1m、提示者が見つめるグリッド(透明シート)は提示者から0.75mの距離にある。提示者は6人、推定者は4人である。また、提示者が両目で注目するとき、片目を隠してもう一方の目だけで注目するときの、推定者の推定精度の差を調べるために、提示者が提示する視線は、両目、左目のみ、右目のみの3パターンとした。これらの組み合わせで、72回の測定(6×4×3回)を行った。

図3に、提示者が見つめるグリッド(透明シート)を示す。グリッドの間隔は縦横5cmで、黄色の枠で囲まれている部分(12×12の範囲)を提示者が見つめる。提示者が見つめる位置はあらかじめ決められており、100個の小数点以下1桁までの水平座標と垂直座標を記載した表を準備した。推定者が推定した少数以下1

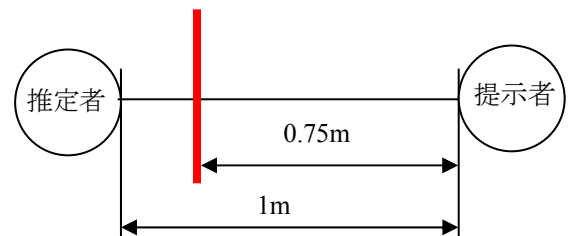


図2 実験状況の説明 (赤線はグリッドの位置)

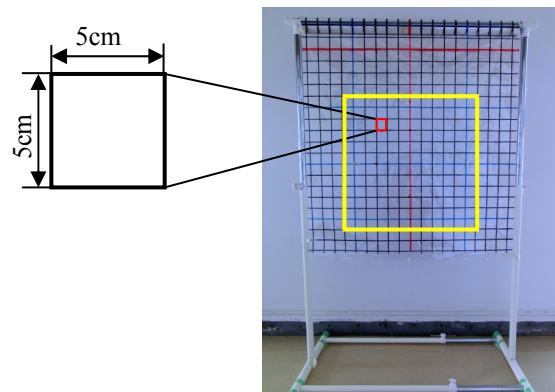


図3 グリッド (赤枠: 1グリッド 黄枠: 使用した範囲)

1 : 日大理工・院 (前)・精機, 2 : 日大理工・精機, 3 : 日大理工・教員・精機

### 3. 実験結果

図 4 と図 5 に、ある推定者（推定者 A）の視線方向推定誤差を示す。それぞれのグラフに、6 人の提示者に対する視線方向推定結果（合計 600 点）が示されている。

図 4 に、水平方向誤差分布を示す。グラフ横軸は提示された視線の水平方向角度、縦軸は角度誤差（推定角度－提示角度）である。左側のグラフは両目で視線を提示したときの推定誤差、右側のグラフは右目だけで視線を提示したときの推定誤差である。

図 5 に、同じ推定者の垂直方向誤差分布を示す。グラフ横軸は提示された視線の垂直方向角度（右が上方）、縦軸は角度誤差である。

図 4 と図 5 から、推定者 A が他人の視線方向を推定するときには、推定が正しい（推定誤差が小さい）ことも、 $10^{\circ}$  程度まで推定を間違える（推定誤差が大きい）こともある、ということがわかる。ここで、 $10^{\circ}$  の推定誤差は、実験で使用した透明シート上で 13cm（2.6 グリッド）に相当する。また、両目提示と片目提示では、推定誤差のばらつき（標準偏差）が水平方向は大きく、垂直方向は小さい。この傾向は、程度は異なるが他の推定者にも現れた。

提示される視線が推定者正面を向いているときと、ある程度（ $20^{\circ}$  程度）外れているときでは、視線方向推定精度が異なるのではないかと、との予想があったが、推定者 A では多少この傾向が見られるものの、全体的には視線角度に依存した傾向は見られなかった。

表 1 と表 2 に、異なる推定者の推定結果を比較して示す。推定者 B は推定者 A と比較して、推定誤差の平均値（平均するとどちら向きにどの程度、推定がずれるか）が全体的に小さい。また、推定誤差の標準偏差（推定結果がどの程度ばらつくか）も、やや小さい。この結果から、人によって視線推定精度は異なるということがわかる。

### 4. まとめ

人間の視線方向推定精度に関する基礎的な実験を行った。実験の結果、人によって異なるが、推定精度は  $\pm 2^{\circ} \sim \pm 4^{\circ}$  であることがわかった。人間（ユーザ）全身を撮影した画像から、画像処理によってこれと同程度の検出精度を持つシステムの実現が目標である。また、言葉や身振りなども同時に利用できれば、より高精度なユーザインタフェースが実現できると考えている。

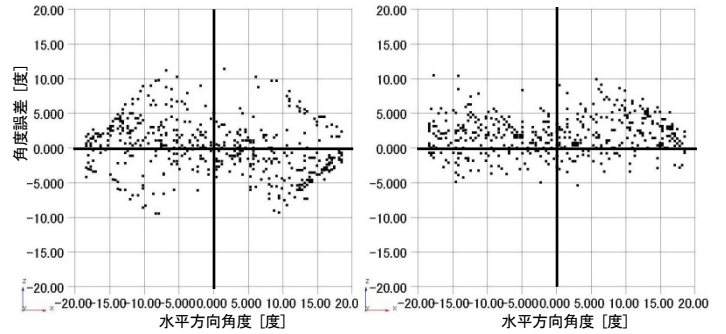


図 4 推定者 A の水平方向推定誤差の分布  
(左が両目提示 右が右目提示)

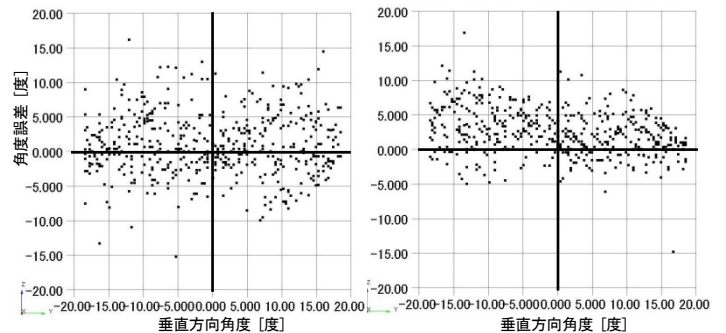


図 5 推定者 A の垂直方向推定誤差の分布  
(左が両目提示 右が右目提示)

表 1 推定者 A の推定結果

推定した目	誤差方向	平均値	標準偏差
両目	水平	0.13	3.90
	垂直	1.00	4.50
左目	水平	-3.76	4.22
	垂直	2.19	4.04
右目	水平	2.00	2.68
	垂直	2.54	3.39

表 2 推定者 B の推定結果

推定した目	誤差方向	平均値	標準偏差
両目	水平	-0.56	2.37
	垂直	-1.18	3.13
左目	水平	0.91	2.27
	垂直	1.01	3.25
右目	水平	-1.27	2.74
	垂直	0.24	3.13

### 5. 参考文献

- [1] D. W. Hansen and Q. Ji, “In the Eye of the Beholder: A Survey of Models for Eyes and Gaze”, IEEE Trans. PAMI, vol. 32, no. 3, pp. 478-500, 2010.