

1C-9

疑似網膜の微小移動を用いた
視線軌跡のシミュレーション

白鳥 嘉勇 小杉 信

NTTヒューマンインタフェース研究所

1. はじめに

マンマシンインタフェースの向上を図る上で、人間の持つ高度な視覚機能を工学的に実現することが重要になると考えられる。最近の脳神経科学の進歩から、視覚機能の構造が徐々に解明されつつある。本研究は、これら人間の視覚機能に習い、この工学モデルを作ることを目的とする。視覚刺激は、網膜から脳に伝達され処理されるが、この際、眼球運動が重要な役割を持っていると考えられる。サッケードは、次の視点にジャンプする運動である。この時、画像の特徴点をトリガーとして移動することが種々検討されている¹⁾⁻³⁾。網膜の機能には中心視と周辺視がある。この周辺視機能に何らかの要因があるとみられる。そこで、常時周期的に運動をしている固視微動(フリックの振幅:約0.3度)に着目した。

本報告は、図形パターンを見る時の視線移動軌跡をアイカメラで測定するとともに、疑似網膜モデルを構成し、これを各方向に微小移動した時、周辺視に大きな影響を与える部位に、視点を移動するアルゴリズムを考え、そのシミュレーションによる軌跡と比較した結果を述べる。

2. アイカメラによる実験

簡単な図形パターンを被験者に提示し、その視線移動軌跡を測定する。

(1) 実験方法: アイカメラ(NAC(株)製EMR-5形)を用いた。被験者の顔面を固定して、前方90cmにCRTディスプレイ(37インチ)を置き、これに図形パターンを投影した。図形提示時間は、5秒である。図形パターンの大きさは、視角縦約25度、横約23度である。被験者は2名(男女:各1名)である。

(2) 実験結果: 図1は、アイカメラにおける視線動作解析結果を提示図形パターンとともに示す。同図に示す円は、被験者の視線が画面上で停留していた時間の大きさを示す。最小停留時間は、33ms秒である。サッケードによる視線の移動距離は、視角にして約5度である。また、停留箇所は、約20箇所である。

3. 疑似網膜移動アルゴリズムとそのシミュレーション

① 図2は、疑似網膜モデル(以下マスクと称す)の形状を示す。中心視と周辺視の機能を考慮し、9個(3×3)のブロック(1ブロック:9×9ドット)で構成した。中央のブロックが中心視領域であり、残り8個のブロックが周辺視領域を示す。各領域の角度は、中心領域:5度、疑似周辺領域幅:5度であり、モデルの全視野は、15度四方となる。

② 疑似網膜移動アルゴリズム

- 提示図形パターンにマスクを重ね、その中心を各1ドットずつ8方向(縦横斜め)に微小移動する。
- マスクの各移動方向について、各ブロック内の画素数の移動前後における変化を求める。
- 画素数の増加が、最も大きなブロックを選択する。
- マスクの中心をこのブロックの中心に移動する。ブロックの中心が既に選択した位置の場合、画素数の増加が2番目に大きいブロックを選択する。
- 2番目に選択した位置も既に選択した位置の場合、マスクの移動アルゴリズムを中止する。

③ シミュレーション結果

アイカメラの実験で提示した同じ図形パターンを2値化(図形領域縦横:各70ドット、パターン領域:縦49、横43ドット)し、上記アルゴリズムを用いて、マスクの中心が各点を通過する頻度、及び軌跡をパターンの全点をスタート点として求めた。

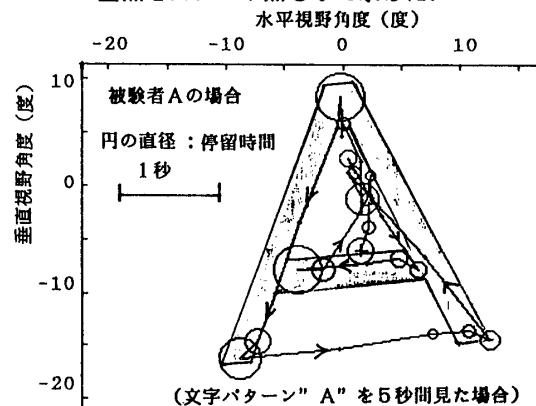


図1 アイカメラによる視線動作解析結果

図3は、通過頻度の高い位置を示す。なお、約77%の位置(3772点)は通過頻度が1の領域である。

表1は、マスクの移動回数が10回以上連続し、かつ後半5回の軌跡が同一となした場合の内、頻度の高い上位7種の軌跡を示す。同表に示す軌跡の和は、2326通りであり、10回以上の軌跡数の総和3289通り(38種)の約70%を占める。

図4は、表1に示す頻度の高い7種の軌跡を示す。

4. 考察

- ① 視線動作実験における視線の停留点： 視線の停留点は、黒と白の境界、図形の角、運動体、図形の出現と消滅、不規則部分、連続性のある所であるが知られている⁴⁾。本実験の結果は、この報告と一致する。
- ② マスクの大きさと移動アルゴリズム：
 - ・ マスクの大きさは、1回のサッケードで移動する視線の角度(約5度)を考慮し、同一になるように設定した。しかし、サッケードの移動量は、提示刺激の種類によって種々変化するものとみられ、マスクの大きさも複数用意しておく必要がある。
 - ・ マスクの微動範囲(各1ドット)は、視角にして約0.5度であり、固視微動の大きさとほぼ対応する。
 - ・ 本マスク形状は矩形であることから、マスクの微動方向(斜め方向と上下左右方向)により、各ブロックの画素数の変化に与える影響が異なっている。
- ③ シミュレーション結果： 疑似網膜モデルの移動軌跡は、図形パターンの黒と白の境界、角等に集中しており、アイカメラによる視線の動作軌跡と類似している。また、マスクの通過頻度が高い位置が存在する。よって、本アルゴリズムによるマスクの通過頻度、および軌跡から、図形の特徴を抽出できると考えられる。
- ④ ノートン等の報告⁵⁾による結果との比較： ノートン等の報告によると、被験者が認識したと判断する時には、視線動作の約65%が以前の軌跡を通過する(残りの35%はランダム)。上記シミュレーションによる移動軌跡が数種の代表的な軌跡を有することは、これとなんらかの関係があるとみられる。

表1 提示図形における主な軌跡例

順位	ブロック番号	シフト番号	最終座標	頻度
①	11555	28148	1832	592
②	38155	84248	1445	342
③	17411	46842	3630	339
④	51364	36626	3038	307
⑤	41825	84862	3629	280
⑥	51538	83884	2247	235
⑦	58713	82266	4224	231
・	・	・	・	・
・	・	・	・	・
合 計				3289

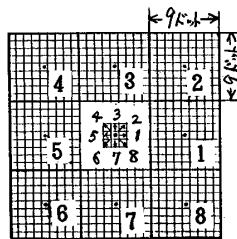


図2 疑似網膜モデル

5. まとめ

アイカメラによる視線動作軌跡と、疑似網膜モデルの微小移動による軌跡を比較した結果、類似した特性が得られ、視線軌跡をシミュレーションできる見通しを得た。また、各種図形の特徴量をマスクの通過頻度、軌跡で表わすことが出来ると考えられる。

今後、各種図形におけるマスクの移動軌跡の特徴、および移動アルゴリズムについて検討する予定である。

参考文献：

- (1)趙, 飯島：図形観測における視点, 視野の決定法に関する理論, 信学論, Vol. J68-D, No.4, pp.508-514(1985).
- (2)胡, 倉田：解像度特性を不均一にした疑似網膜像による図形の特徴抽出, 生体・生理工学シンポジウム, B PES'87 2A-1-6, pp.141-144(1987).
- (3)鷲沢, 早野：サッケード機構を組み込んだ神経回路網モデル—パターン認識過程—, MBE89-63, pp.55-60(1989).
- (4)渡部, 樋渡, 畠中, 田中：画像と注視点の分布, NHK技術研究, Vol.17, No.1, pp.4-20(1965).
- (5)D. ノートン, L. スターク：眼球運動と視覚, サイエンス, 視覚の心理学・イメージの世界特集, pp.98-107(1986).

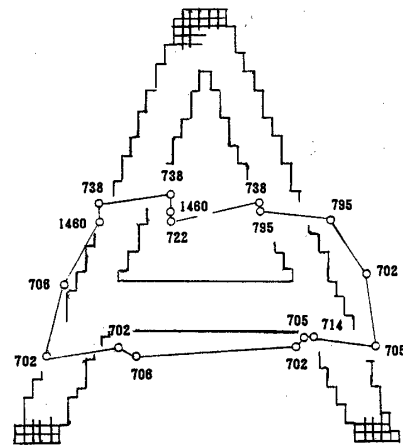


図3 マスク中心の通過頻度の高い位置

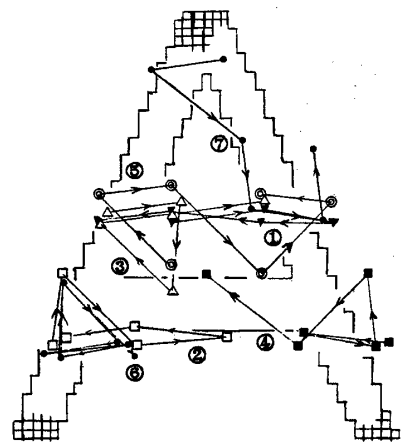


図4 マスク中心の主な軌跡例