

## 視線応答型ディスプレイによる視野狭窄の動的シミュレーション

## Simulating Visual Field Contraction Using Gaze-contingent Display

川嶋 稔夫\*<sup>1</sup> 米谷 俊輝\*<sup>1</sup> 小林 潤平\*<sup>1</sup>\*<sup>2</sup>  
 Toshio Kawashima Toshiki Yoneya Jumpei Kobayashi

\*<sup>1</sup>公立はこだて未来大学 Future University Hakodate  
 \*<sup>2</sup>大日本印刷株式会社 Dai Nippon Printing Co. Ltd.

Contraction of visual field is a very popular symptom for elderly among visual disturbances. Although the symptom decreases the quality of life of the patient, there are few researches of assistant technology for the patient of contraction of visual field. One reason is the difficulty to prepare patients for the experiment of evaluation. In this report we propose a simulation system of contraction of visual field. Our system is a gaze contingent display that exhibits images of limited field of view responding the user's eye gaze direction while reading text.

## 1. はじめに

ヒトの視覚システムは、「視線方向」の中心で解像度が高く、周辺にいくにつれて解像度が急激に低下する、独特な入力系で構成されている。中心窩とよばれる中心部の狭い範囲では文字や詳細な形状を認識することができるが、周辺部ではそれが難しい。そのため、ヒトは視線方向の跳躍 (saccade) と停留 (fixation) を繰り返すことで、広い視野から詳細な情報を得ている。一方、視野の周辺部でおこなう周辺視 (peripheral vision) は、動的な情報に敏感で、視野内の次の停留場所を選択するための情報を得るために利用されている。

視野狭窄という視覚システムの病気では、視野が制限される。網膜など末梢性の原因でおきる求心性視野狭窄では、中心窩の周辺部の情報が欠落してしまうため、中心窩は正常であるにもかかわらず、周辺部の情報を受容できず (図 1\*<sup>1</sup>)、上手いものを見ることができない。中枢性の原因による同名半盲では、視野の右半分 (あるいは左半分) の視覚情報を受容できない。求心性視野狭窄や同名半盲以外にも多様な視野の障害が知られている。

これらの視野狭窄のうち中心窩が正常である場合には、書物の一文字、一文字を読みとることに問題のないケースが多い。しかしながら、段組みされた文章を読む場合においては、行に沿って次々と停留を繰り返す必要があり、周辺視に基づいて適

切な位置に停留ができないと、読みが困難になってしまうことが多い。書物を読む場合、もし、次に停留すべき位置を適切に得られる様な組版を設計すれば、読み障害を回避することが可能となるはずである。

このように視野狭窄は全盲や弱視とは異なった視覚障害で、残存機能を最大限に生かす支援ができれば、不便を大幅に低減できる可能性がある。しかしながら、視野障害をもつ患者の支援に関する研究は、全盲の場合に比べて少ない。これは、視野狭窄の多くが後天的で、残存視覚によって、一定程度の生活が確保できることと関係していると考えられる。しかし実際は、視野狭窄は移動に伴う安全性の確保や、「読み」の困難さの低減などにおいて、支援手法の研究開発の必要性は高い [Sugimori2008]。

そこで、本研究では視野障害支援手法の開発に有効な、リアルタイム視野障害シミュレータの実現を目指す。これは、視線方向に応答して、ディスプレイ上に、視野制限を模した映像を呈示することで、視野狭窄の状況を暗眼者に再現する。

## 2. 視線応答型ディスプレイ

視覚障害をシミュレーションによって疑似的に体験する方法には、シミュレーションレンズ\*<sup>2</sup> (視野障害模擬実験用メガネ) による方法がある。この方法の欠点は、視野狭窄領域が頭部に対して固定位置であるが、眼球座標系に対しては固定されないことにある。このため眼球運動にともなって狭窄位置に視野内のずれが発生する。したがって、視野狭窄状態による読みのシミュレーションを行うと、シミュレーションレンズの場合、みかけの有効視野の2倍が実質的な有効視野になってしまうということが起きる [Kobayashi2013]。

そこで本研究では、暗眼者の視線を検出し、ディスプレイに表示している内容 (たとえば、文書や画像) に対し、リアルタイムで制限視野以外にマスクを施すことで視野狭窄の映像シミュレーションを行う方式を検討する。

関連する研究としては、[Perry2002], [Vinnikov2010] があり、視野内の画像解像度を視線情報に基づいて更新する手法を提案しているが、我々はこれを読み支援評価に特化して研究を進める。

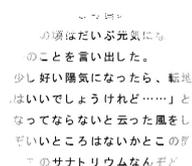


図 1: 求心性視野狭窄のイメージ (提案システムで生成)

連絡先: 川嶋稔夫, 公立はこだて未来大学, 函館市亀田中野町 116-2, kawasima@fun.ac.jp

\*<sup>1</sup> この図は提案システムで生成した視野制限イメージである。視野狭窄においては狭窄視野外が「見えない」のであって、視野外が黒く見えるイメージは誤解を招く。

\*<sup>2</sup> 高田メガネ製シミュレーションレンズトライアル。これは、メガネの前面に視野制限のためのコーンとガラス板を装着するものである。

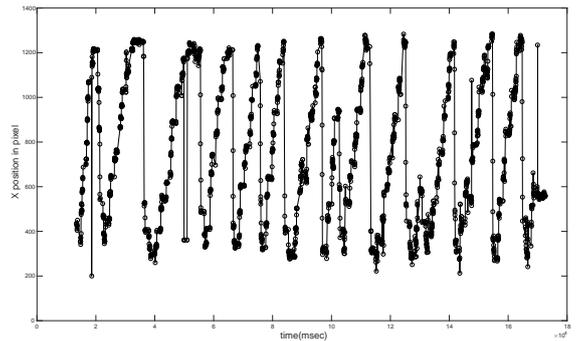
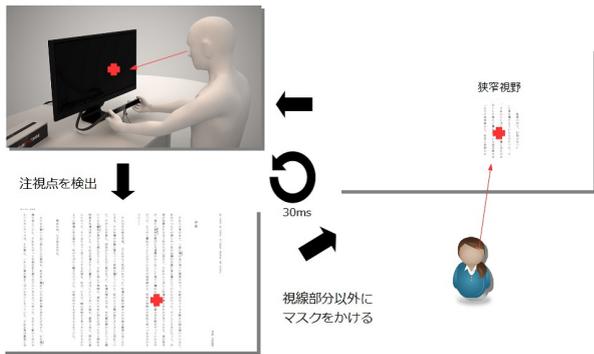


図 3: 横書文書の読み実験における水平方向の眼球運動 (求心性視野狭窄をシミュレートした場合)

### 3. 視野狭窄の動的シミュレーション

#### 3.1 視野シミュレータの構成

我々が提案する視野シミュレータの構成を図 2 に示す。被験者に表示する刺激情報 (この場合左下の文章) を、視線検出装置 (左上) によって検出した注視点に基づいて、注視点付近以外をマスクして表示する (右上) 方法をとる。

視線検出装置には The EyeTribe を用いた。この視線検出装置は 30Hz で動作し、公称検出精度は  $0.5^{\circ} - 1.0^{\circ}$ 、分解能は  $0.1^{\circ}$  である。SDK を介して取得した視線情報に基づいて、液晶ディスプレイ上に表示したテキストに対し、円形のマスクを施し、中心視野以外をマスクして背景色を表示する (さきの図 1)。

#### 3.2 実験

晴眼者の被験者を用いて読みのデータの収集を行った。実験には 600 文字程度の短文 (北海道新聞コラム「卓上四季」) を用いた。被験者は本システムのディスプレイに表示された 1 行 40 文字の横書き文章 (MS ゴシック 17pt) を 60cm の距離から読むことを想定する。読みの質を確保するために、読了後にはあらかじめ用意した簡単な質問に解答してもらい、正解の場合のみ分析用として採用することにした。

提案システムの動作を調べるため、晴眼者を対象に晴眼条件と狭窄条件での読みの実験を行った。狭窄条件では求心性視野狭窄を模して、注視点を中心とする視野角半径  $5^{\circ}$  の円内の内部を視野として、それ以外にマスク処理を施した。

結果の一例を図 3 (マスク処理を行った視野狭窄条件)、図 4 (マスク処理を行わない晴眼条件) に示す。グラフの横軸は読み始めからの時間 (msec) を、縦軸はディスプレイ上のマスクの中心座標を表している。グラフ下方が横書の行頭側に対応する。

これらを比較すると、視野狭窄を模擬する場合、停留点の間隔、すなわちサッカード距離が行の中央においてやや短くなる傾向があること、および、改行にともなう視線移動の後半部で停留の回数が増加している傾向にあるように見受けられる。実験例が少ないためここでは厳密な議論は行わないが、これは小林らの報告 [Kobayashi2013] と類似している。

### 4. まとめ

視線に応答して視野の制限位置を動的に変更する視野狭窄シミュレータを提案した。本研究は、晴眼者が視野狭窄状態における「読み」を再現し、視野狭窄者の読書インタフェースの改良を図ることを目標としている。

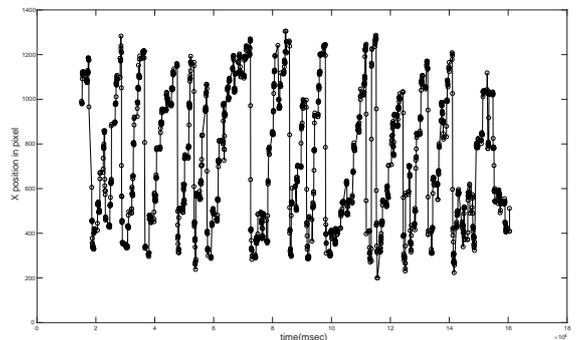


図 4: 横書文書の読み実験における水平方向の眼球運動 (視野制限を行わない場合)

視野狭窄状態は眼球座標に固定された視野制限であるため、従来のメガネ式のシミュレータでは正確な挙動が再現できなかった。提案手法は、視線を検出しリアルタイムで視野制限を制御するため、眼球座標に固定された視野制限が可能となる。

システムの評価については今後の課題である。個々の患者ごとに異なる視野狭窄状態の正確な推定が難しいことに加え、読みのような個人差のある視覚タスクをどのように評価すべきかなど、重要な課題が残されている。

### 参考文献

- [Kobayashi2013] 小林潤平, 関口隆, 新堀英二, 川嶋稔夫, “有効視野に最適化された読書インタフェースの読み効率評価,” 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理, vol. 113, no. 216, pp. 49-54, 2013
- [Sugimori2008] 杉森他, “視野狭窄状態における視線追跡実験”, 信学技報, WIT107, pp. 13-16, 2008
- [Perry2002] J. S. Perry et. al., “Gaze-contingent real-time simulation of arbitrary visual fields.” Electronic Imaging 2002, pp. 1-13, 2002
- [Vinnikov2010] Vinnikov, et. al., “Contingency evaluation of gaze-contingent displays for real-time visual field simulations.”, ETRA 2010, pp. 263-266 2010