

Relevance Feedback を用いた変視症の検査

森竹 活仁[†] 朱 臻陽[‡] 茅 暁陽[‡]

山梨大学大学院医工農学総合教育部[†]

山梨大学大学院総合研究部[‡]

はじめに

変視症とは、網膜の異常によって物が歪んで見えるという、眼科疾患患者の自覚症状の1つである。主に網膜の中心に位置する黄斑部に何らかの疾患（黄斑上幕、黄斑変性、黄斑円孔など）を患うことで生じる。変視症の見え方の例を図1に示す。健常者にとってまっすぐ見えるものが、変視症患者にとっては歪んで見える。

変視症による日常生活への影響として、文章の読み書きや自動車の運転など、細かく注視する必要がある場合に支障を来す。変視症の治療や補償を行うためには、変視症による歪みを定量化しなければならない。しかし、既存の検査方法は、定量化の精度が十分でないものや、検査に時間がかかり患者の負担が大きいものである。本研究では、それらの問題を解決するために relevance feedback を用いた新しい検査システムを提案する。

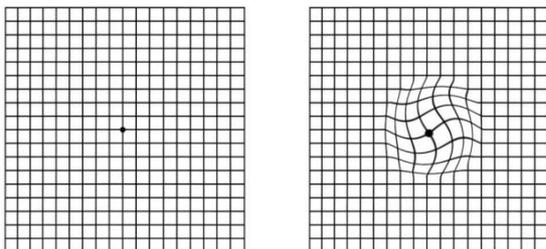


図1 健常者の見え方(左)
と変視症患者の見え方(右)

関連研究

臨床で一般的に用いられている変視症の検査方法として、検査紙を用いて行う Amsler grid や M-CHARTS がある。これらは簡易的にある程度の歪みの位置や大きさを特定することができる。

コンピュータを利用した検査方法には、Radial Shape Discrimination Test[1]や Square Completion Task[2]などがある。これらは、検査紙を使用した検査よりも高精度に歪みを検出できるが、定量化という観点からはやはり精度がまだ不十分である。そこで Zhu ら[1]は、ユーザの線変形操作によって歪みの形を特定する検査システム (LineM) を提案した。LineM は、変視症患者が直線を曲線(歪んだ線)と知覚することを利用する。表示された直線を、患者にまっす

ぐに見えるまで線変形操作を繰り返してもらうことで、歪みを正確に可視化した曲線を得ることができる。LineM の動作画面を図2に示す。患者は、固視点を見ながら、変形ガイドを参考に操作点を動かす。

この方法では、正確に歪みを定量化できるが、高齢者にとっては操作が難しく、検査に時間がかかってしまうことが問題として挙げられている。

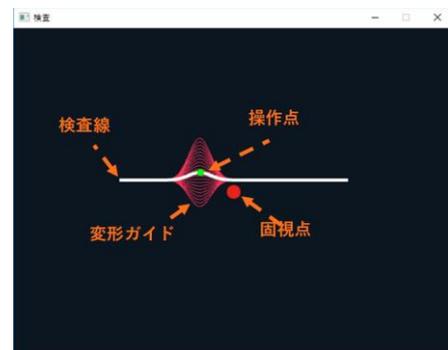


図2 LineM の動作画面

提案手法

本研究では、relevance feedback を用いた検査システムを提案する。relevance feedback とは、主にコンテンツベースの画像検索に用いられる手法である[4]。ユーザは、提示された候補に対して自分の目標と「関連性がある」または「関連性がない」かどうかをフィードバックし、そのフィードバックから識別器の更新を行う。

この手順を繰り返すことで、より理想に近い結果が得られる。relevance feedback を用いることで、患者は直接線を操作する必要がなく、よりまっすぐになっているかどうかのフィードバックを行うだけで、歪みの定量化が可能となる。

デザインなどの分野では、進化的アルゴリズムを用いた、ユーザの評価に基づいてデザインを対話的に改善していくような研究が多く存在する[5]。しかし、結果が収束するためには通常何十回と多くのインタラクションを必要とする。それに比べて、relevance feedback を用いることで、少ないインタラクションでの収束が期待できる。

識別器

提案手法の識別器として、Optimum Path Forest (OPF) [4]を用いる。OPF はプロトタイプと呼ばれるラベル(正か負)付き代表学習サンプルを根とする最適経路木で構成される。各学習サンプルは最短距離を持つプロトタイプの木に割り当てられる。

OPF を用いた relevance feedback 処理では、正例と負例プロトタイプ間の境界上のサンプルをユーザに提示し、そのフィードバックに基づいてプロトタイプを更新することで、分類木を更新していく。

データベース構築

検査システムに用いるデータベースは、1000組の歪みを表すパラメータとそれらから生成される歪んだ直線(曲線)の画像で構成される。曲線とパラメータの関係を図3に示す。パラメータは、直線上に等間隔に配置された5個の制御店のy方向の移動量を表している。1000組のパラメータは、すべてランダムで生成した。

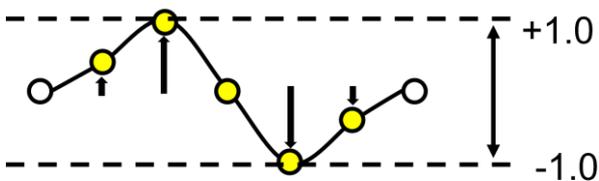


図3 曲線のパラメータ

検査システム

実装した検査システムの動作手順を以下に示す。

1. データベースからランダムに選ばれた 10 枚の画像の中から、最も理想に近いものを選択する
2. 識別境界付近から選ばれた 10 枚の画像それぞれに対して、理想に近いかそうでないかを選択する
3. データベース上の負例プロトタイプから遠い、正例プロトタイプ側のデータの上位 3 個の平均を提示する
4. 提示された画像が、理想と比べてユーザが満足ならば検査を終了する(満足でなければ 2 に戻り作業を繰り返す)

動作結果

実装した検査システムの動作結果を図4に示す。図4(b)は4回、図4(d)は7回のインタラクションで得ることができた。

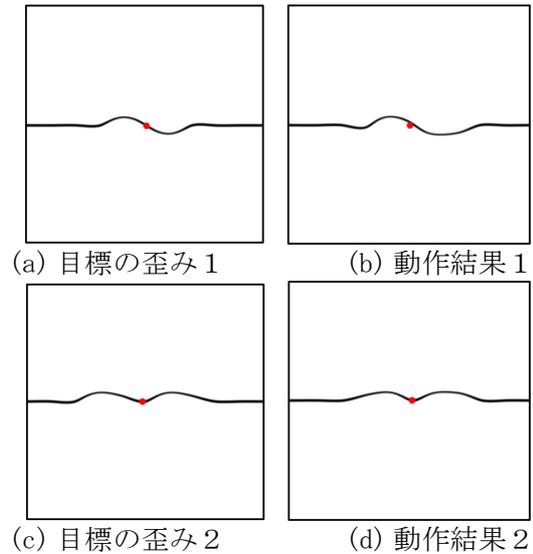


図4 検査システムの動作結果

まとめ

本研究では、変視症の検査における精度の向上や患者の負担の軽減のために、relevance feedback を用いた検査システムを提案した。予備実験の結果から、提案システムは目標の歪みに近い結果を少ないインタラクションで得られることが示された。

今後は、片目ごとの検査に対応させるために、VR デバイスを用いた表示を行う。そして、実際の変視症患者を被験者とした提案システムの評価実験を行う予定である。

参考文献

[1] Y. Z. Wang, E. Wilson, K. G. Locke, A. O. Edwards, "Shape discrimination in age-related macular degeneration" Invest Ophthalmol Vis Sci, Vol.43, pp.2055-2062, 2002.
 [2] E. Wiecek, K. Lashkari, S.C. Dakin, P. Bex, "Novel quantitative assessment of metamorphopsia in maculopathy", Invest Ophthalmol Vis Sci, Vol.56, pp.494-504, 2014.
 [3] Z. Zhu, M. Toyoura, I. Fujishiro, K. Go, K. Kashiwagi, and X. Mao, "LineM: assessing metamorphopsia symptom using line manipulation task" The Visual Computer, 2021.
 [4] A. T. Da Silva, A. X. Falcão, and L. P. Magalhães, "Active learning paradigms for cbir systems based on optimum-path forest classification" Pattern Recognition, vol. 44, no. 12, pp. 2971–2978, 2011.
 [5] K. Höschel and V. Lakshminarayanan, "Genetic algorithms for lens design: a review" Journal of Optics 48, pp. 133-144, 2019.

The Diagnosis for Metamorphopsia with Relevance Feedback
 Katsuhito Moritake[†], Zhenyang Zhu[‡], Xiaoyang Mao[‡]
[†]Department of Engineering, Graduate School, University of Yamanashi
[‡]Integrated Graduate School of Medicine, Engineering, and Agricultural Science, University of Yamanashi