



ヘッドマウントディスプレイを用いた不等像視の測定

井村誠孝¹⁾, 大北陽一²⁾, 福山尚²⁾, 五味文²⁾

1) 関西学院大学 理工学部 人間システム工学科 (〒 669-1337 兵庫県三田市学園 2-1, m.imura@kwansei.ac.jp)

2) 兵庫医科大学病院 眼科学教室 (〒 663-8131 兵庫県西宮市武庫川町 1-1)

概要: 不等像視とは、左右の眼で感じる像の大きさが異なる状態のことであり、眼疲労の原因となる。現在の眼科領域の診療では、左右眼への提示像の分離に赤緑眼鏡を利用し、直径比が様々な異なる半円の組を観察することにより不等像視検査を行っているが、斜視や回旋といった症例を有する患者への適用は困難である。本研究ではヘッドマウントディスプレイと提示指標の調整が可能なインターフェースにより不等像視を測定する手法を提案する。

キーワード: 眼科, 医用工学, 不等像視

1. はじめに

視機能を評価する一般的な手法として視力や視野検査があるが、これらの手法で捉えることができない変視や不等像視、複視、羞明などの複雑な視機能異常を訴える患者が少なくない。また患者は視機能異常を回避するために、片眼閉瞼や瞬目過多、頭位偏位など様々な手段を無意識的に行うことも多い。本研究の大きな目的は、様々な病態からくる種々の視機能異常を把握するために、各種生体計測と VR 技術を応用して、患者の訴えをより正確にシミュレートし、適切な治療法および視覚補助具の開発に役立てることである。

本研究で対象とする不等像視とは、同じ物を見ても左右の目で大きさが異なって見える状態のことである。現在の眼科領域の診療では、左右眼への提示像の分離に赤緑眼鏡を利用し、直径比が様々な異なる半円の組を観察することにより不等像視検査を行う New Aniseikonia Test[1] が広く使用されている。New Aniseikonia Test は簡便に不等像視の度合いを測定できるが、測定結果は直径比 1% 単位である。また、斜視や回旋といった症例を有する患者の場合、左右の半月状の形状の大きさを比較することは困難である。

本研究ではヘッドマウントディスプレイと提示指標の調整が可能なインターフェースを用いて、より精度高くかつ幅広い症例の患者に対応可能な不等像視測定手法を提案する。

2. 不等像視検査

本研究では両眼視機能の分離に HMD を用いる。各眼には半円形の視標を提示する。受診者は二つの半円形を同時に知覚する。知覚された半円形の直径が等しくなるように、片方の半円形の提示サイズを調整する。知覚的に直径が等しくなった状態での、物理的な半円形の直径の比が不等像視の定量的な指標となる。概要を図 1 に示す。

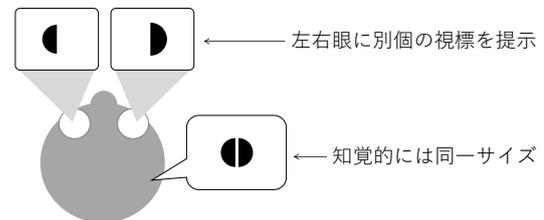


図 1: 不等像視検査の概要

表 1: HMD の諸元

視野 (FOV)	95°
ディスプレイサイズ	2.89 インチ × 2
解像度	2880×1440 (単眼: 1440×1440)
瞳孔間距離 (IPD)	63 mm

左右像の融像を容易にするために、両眼の視野中央に赤色の円形マーカを提示する。また直径の比較を容易にするために、片方の半円形の 2 次元位置と回転角度を調整可能にする。これらの補助により、斜視や回旋偏位を有する受診者であっても、不等像視の検査が可能になる。

また不等像視は垂直および水平方向で症状の度合いが異なる場合があるため、視標全体を回転させることで任意方向の不等像視の検査に対応する。

視標の各種パラメータの変更は、HMD を装着した状態であっても、訓練を必要とせず短時間の説明のみで誰でも行うことができる必要がある。この条件を満たすインターフェースとして、触覚のみで操作でき一般性が高いダイヤル型の調整用インターフェースを採用する。

3. 試作システム

視標を提示する HMD には、Windows Mixed Reality ヘッドセット AH101(Acer 社製)を使用した。HMD の諸元を表 1 に示す。

Masataka IMURA, Yoichi OKITA, Hisashi FUKUYAMA, and Fumi GOMI



図 2: 調整用インタフェース

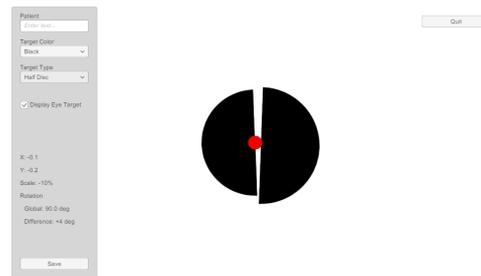


図 4: 実行時の GUI 画面



図 3: 左右眼に提示される画像例

調整用インタフェースの外観を図 2 に示す。中央のダイヤルで視標のスケールを調整する。また左右のダイヤルで縦横位置および回転角度を調整することができる。HMD 装着時にはダイヤルを直接視認することができないため、中央のダイヤルのみ径と材質を変更することで、触覚によるダイヤルの識別を容易にした。各ダイヤルのポテンショメータの値をマイクロコントローラ (Arduino Uno) を用いて取得し、USB 経由で PC に送信する。

検査プログラムは統合型ゲーム開発環境 Unity を用いて構築した。検査中の操作を容易にするために、HMD へ送信する左眼像と右眼像に加えて、各種パラメータおよび推定される知覚像を表示する画面を設けた。左眼および右眼に提示される視標の例を図 3 に、GUI の画面を図 4 に示す。視標の形状としては半円弧と半円を検討したが、半円の方が調整が容易であるという意見が多かったため、半円を主に使用するものとした。

4. 定量性の評価

試作システムを用いた不等像視検査の定量性を評価する実験を行った。

実験協力者は 21 歳から 24 歳の 10 名で、全員矯正後視力は 0.7 以上であった。実験の手順は以下の通りである。

1. HMD を装着する前に、インタフェースの操作を確認する。
2. 視標のパラメータをランダムに変更した後、HMD を装着する。
3. 左右眼に提示されている半円の大きさを一致させるように、インタフェースで半円の大きさを変更する。
4. 実施後、HMD を外す。

手順 2 から 4 を 10 回繰り返す。手順 4 で毎回 HMD を外すのは、装着位置による偏りを防止するためである。実験

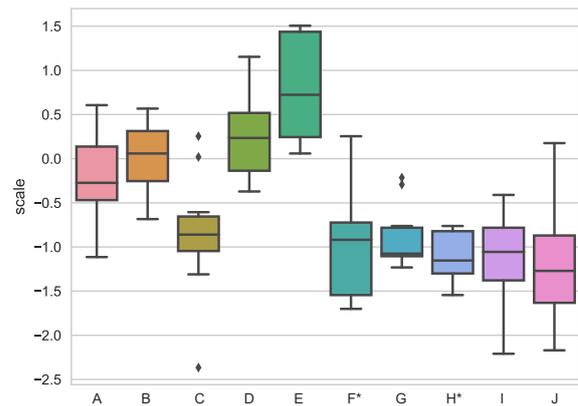


図 5: 測定結果

協力者には時間的制限は無いこと、左右の半円の大きさが一致すれば位置や回転のずれは無視してよいことを口頭で伝達した。

10 名の測定結果を図 5 に示す。縦軸は左眼像と右眼像のサイズの相違 (単位:%) である。実験協力者のうち 2 名は、融像を容易とするために両眼に提示した赤色の円形マークが融像しなかったため、マークを提示せずに実験を行った。当該実験協力者には記号*を付与した。

実験協力者ごとの 95%信頼区間を算出したところ、個人によって異なるが最小が 0.43、最大が 1.02 となり、従来手法である New Aniseikonia Test と同等以上の定量的評価が可能であると考えられる。また融像用マークが融像しなかった実験協力者の結果について、他の結果との顕著な差は見られなかった。

5. おわりに

本稿では、ヘッドマウントディスプレイとダイヤル型の提示指標調整用インタフェースにより不等像視を測定する手法を提案し、試作システムの定量的な評価結果を述べた。今後、精度に与える要因の検証に基づいて精度の向上を図るとともに、病院での実運用を通じて知見を収集し、診療現場での実用性の高い検査システムを構築する。

参考文献

- [1] 栗屋忍, 菅原美幸, 堀部福江, 鳥井文恵: 新しい不等像視検査表 “New Aniseikonia Tests” の開発とその臨床的応用について日本眼科学会雑誌, Vol. 86, No. 2, pp. 217-222, 1982.