

視線追跡装置を用いたビジョントレーニングシステムの構築

Development of a Vision Training System using an Eye Tracker

濱岡 優穂, 曾我 真人

Yuho HAMAOKA, Masato SOGA

和歌山大学システム工学部, インタラクシオンデザイン研究室

Interaction Design Lab., Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Email: s236225@center.wakayama-u.ac.jp

あらまし: ビジョントレーニングとは、眼球運動能力を向上させる訓練である。本研究の目的は、アイトラッカーを用いて常に視線に対するフィードバックのあるビジョントレーニングシステムを構築し、眼球運動能力を向上させることである。評価実験では、意識的な視線移動を解析対象とする。本システムを用いた訓練の前後での眼球運動能力の向上値と、紙を用いて訓練した群の向上値とを比較し、本システムの有用性を評価する。

キーワード: アイトラッカー, ビジョントレーニング, 眼球運動, 意識的な視線移動, 視線

1. はじめに

20歳から30歳をピークに眼球運動能力は低下していくといわれている⁽¹⁾。眼球運動能力の低下は読み間違いなどのケアレスミスや集中力の低下、車の運転への苦手意識、眼精疲労などにつながる⁽²⁾。そこで、眼球運動能力を鍛えるビジョントレーニングを行うことでこれらの問題を解決することができる。

ビジョントレーニングは、紙や自身の身体、専用の機器を用いて行うことが多いが、これらにはトレーニング中において視線に対するフィードバックはない。また、ビジョントレーニングは継続的に行うことによって効果が表れるものであるため、継続しやすいトレーニングであることが重要である。

本研究ではビジョントレーニングのうち、動いているものや線を眼で追いかける力を向上させる追従性眼球運動トレーニングと素早く眼を動かしてある1点から1点へ視線をジャンプさせる力を向上させる跳躍性眼球運動トレーニングの2つに焦点を当て、視線に対するフィードバックがあり、継続的に楽しく行うことができ、継続的に使用することでこれらの眼球運動能力を向上させるシステムの構築を目標とする。

2. 関連研究

関連研究として、福田ら⁽³⁾の研究では、脳性麻痺や筋運動の障がいを持つ子供への言語学習支援を視線追跡装置(Eyetracker 4C)を用いて行った。ディスプレイ上にある文字の書かれたカードを視線を使って選択すると、そのカードに書かれている文字が音声で読み上げられるといった、視線に対して音声でフィードバックが行われるものである。それに対して本研究では、視覚的にフィードバックを行う。

3. システム概要

本システムは、PC本体1台、ディスプレイ1台、視線追跡装置(Tobii Pro ナノ)1台から構成される。

本システムは視線追跡装置を使用して、2種類のビジョントレーニングを行うことができる。追従性

眼球運動に則した「MUSIC BOX」と跳躍性眼球運動に則した「WHO SAVES THE EARTH」である。これらは、紙で行うものと同じような眼球の動かし方をするトレーニングである。

「MUSIC BOX」は制限時間内に画面内をランダムに移動する茶色の正方形を注視しながら追いかける(図1)。視線が茶色の正方形から外れると、一定の距離に応じて画面の背景色が変化する。

「WHO SAVES THE EARTH」は制限時間内に画面の中央にある地球が隕石と衝突しないように、隕石に視線を向けて破壊する(図2)。画面には、常にシステムの利用者が実際に見ている場所に球状の視点マーカーが現れる。

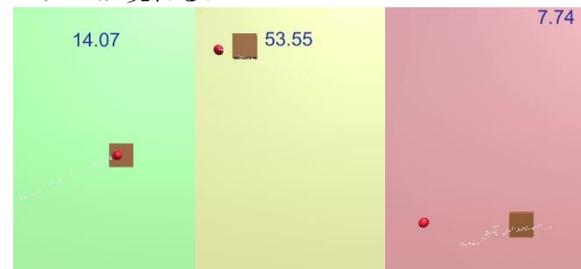


図1 MUSIC BOX のトレーニング画面

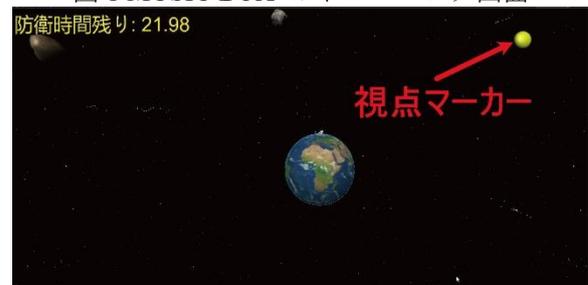


図2 WHO SAVES THE EARTH のトレーニング画面

4. 評価実験

評価実験では、被験者12名を、本システムを使用してビジョントレーニングを行う実験群6名と、紙を使用してビジョントレーニングを行う統制群6名

に分けて実験を行った。

4.1 実験手順

被験者には、意識的な視線移動の速さを視線追跡装置で計測する事前テストを行った。その後、被験者はビジョントレーニングを行い、3週間後に事後テストを行った。事後テスト終了後、統制群の被験者には2種類のシステムを使用してもらい、最後に被験者全員にアンケートを実施した。

4.2 テスト内容

テストは、視線追跡装置とディスプレイに映った2種類の画像を用いて行った。被験者は、固定された顎台に顎を乗せ、ディスプレイに映った画像の中心にある黒点から各色の円の白点、各色の円の白点から中心にある黒点へ視線を動かすことを1往復として、被験者は時計回りに6往復視線を動かす。この動きを1種類の画像につき5回ずつ合計10回行った。テストを行う際に、被験者には被験者自身のペースで視線を移動させ、黒点と白点をしっかり見ることを意識するようにと伝えた。

4.3 実験内容

トレーニングは実験群と統制群ともに週に2日、1日1回2種類のトレーニングを合計5分を目安に3週間行った。実験群では、本システムの2種類のトレーニングをそれぞれ1回75秒で2回ずつ行った。統制群では、ディスプレイにA3用紙に印刷した自作の「線迷路」と「数字探し」を貼り、それぞれ150秒ずつトレーニングを行った。

5. 実験結果と考察

実験結果の分析はキャリブレーションの失敗により測定不可になった1名、テスト中の瞬きでデータの多くが失われた被験者2名を除いた9名で行った。

まず、事前・事後テストで得られた各被験者のトレーニング前後における「意識的な視線移動の最高速度の平均値 (\bar{V})」の中央値の差の検定をウィルコクソンの順位和検定を用いて検証した。帰無仮説を「トレーニング前後で \bar{V} の中央値の差が0である」とし、有意水準5%と設定した片側検定の結果を表1に示す。被験者A~Fは実験群、被験者G~Iは統制群である。

表1 各被験者のトレーニング前後の検定の結果

被験者	P値	結果
A	0.0079	減少
B	0.8192	保留
C	0.0072	増加
D	0.5485	保留
E	0.0912	保留
F	0.00002	減少
G	0.024	増加
H	0.4751	保留
I	0.00002	減少

表1から、実験群と統制群のうちそれぞれ1名はトレーニングの結果 \bar{V} の値が増加していると判断され、トレーニングの効果があったといえる。しかし、4名は判断が保留、3名がトレーニングの結果 \bar{V} の値が減少したという結果となった。そのため、今回の実験では、ビジョントレーニングの効果があったとは明言できない結果となった。

次に、実験群のトレーニング前後における向上値と統制群のトレーニング前後における向上値の中央値の差の検定をマン・ホイットニーのU検定を用いて検証した。帰無仮説を「実験群と統制群の向上値の差は0である」とした検定の結果、 $P=0.796$ となったため、帰無仮説は棄却されず、判断は保留される。つまり、実験群と統制群の向上値の差が0であるといえないこともないという結果になった。これらの結果から、トレーニング期間の短さや頻度、1回にかけられる時間が短かったことが原因である可能性があると思われる。

さらに、アンケートを行った結果、本システムに関して多くの被験者から「ゲーム感覚でトレーニングができて楽しく利用できた」「飽きずにトレーニングを続けられそう」という好評を得られた。一方で、「実際に見ているところと画面上に表示されている視点マーカーの位置がずれている」といった回答があった。これは、システムを利用する前に行う視線追跡装置のキャリブレーションで発生するズレや視点マーカー自体にわずかなズレがあり正確に視点を反映できていないことがあるといった本システムの不十分な点が原因だと思われる。

6. おわりに

本研究では、視線追跡装置を用いて常に視覚的にフィードバックのあるビジョントレーニングシステムを構築した。アンケートの結果から、本システムの楽しさと継続性には一定の評価を得られたことが分かった。しかし、本システムを評価するために、実験群と統制群のトレーニング前後における向上値を比較したが、実験群と統制群の向上値が同じといえないこともないと判断された。システムに関しては、利用者の正確な視点を反映できていなかった。

このことから、本システムを評価するためには、トレーニングの期間や頻度などを再検討する必要がある。システムにおいては視点マーカーのズレを改善することが必要である。

参考文献

- (1) 石垣尚男: “概説: 高齢者の視機能とトレーニング効果”, 愛知工業大学研究報告, 第51号, pp.121-124 (2016)
- (2) 北出勝也: “米国ビジョントレーナーが教える眼を動かすだけで1分間超集中法”, 光文社 (2020)
- (3) 福田龍見, 佐藤優聖, 畑山莉菜, 山路真琴, 吉田弘司: “重度障害児の文字・言葉学習における視線を用いた発達支援”, 日本心理学会大会発表論文集, 日本心理学会第83回大会, p312 (2019)