

視線誘導による視線パターン訓練の提案

岩竹 駿* 山口 駿斗* 宮藤 詩緒*

概要. 効率的な視線パターンの習得は、専門的な技術の上達において必要不可欠であるが、その習得には多くの時間と訓練が必要であり、訓練の効率化には熟練者の支援を必要とする。そこで、訓練中に視線誘導を表示することによって効率的な視線パターンの習得を促し、これによる訓練者の視線パターンへの影響を調査する。視線誘導が表示される訓練中には y 軸方向のみ視線の分散が小さくなり、見るべき範囲からの外れた距離も小さくなったが、視線誘導が表示されないテスト時には効果がなかった。また、視線が移動しやすい状況では、訓練中にも視線誘導の効果はなかった。

1 はじめに

専門的な技術の上達において、効率的な視線パターンの習得は必要不可欠である [2, 5, 7]。重要なタイミングで顕著な情報に注意を向けることで、パフォーマンスや正確さが向上し、失敗率が低下する。例えば外科研修医による片手スクエアノット結びでは、適切な視線パターンを習得することにより、高不安状況下においてもパフォーマンスの低下を抑えられることが示されている [2, 6]。

しかし、効率的な視線パターンの習得は動作の習得よりも難しい。どこに注意を向けるかを経験から学び、それを実践するためにはより多くの時間が必要になる。初心者には器具や操作対象に視線を奪われ、熟練者が行う先読みの視線移動がおろそかになりやすく、改善には意識的な視線や注意の改善が必要になる [4]。熟練者の指導により正しい視線パターンの習得を促進することは可能であるものの、これには熟練者の介入が必要不可欠である [1, 3, 8]。

そこで本研究では、訓練者に視線パターンを習得させることを目的とし、タスク中の訓練者の視線を誘導・制限する手法を提案する。具体的には、HMD 上でのタスク実行中に視線を作業中心に留め周辺視野での周辺認識パターンを習得させるため、訓練者の視線が中心から外れた際に周辺視野を隠す「壁表示」[9]や、訓練者の視線が中心に戻ってくるようにフリッカ表示で視線を誘導する「フリッカ表示」の 2 種類の視線誘導を実装した。

2 実装

2.1 提案手法実装

訓練中に訓練者の視線が熟練者が注視している位置から外れたときに、視線位置を元に戻すような視

線誘導を表示することにより訓練者の視線パターンを修正する。また、器具操作中も視点を中心にとどめさせ、器具の操作の制御は周辺視野で行うことで、作業位置への観察を促すことにより、Quiet Eye のトレーニングを行う。

視線誘導は具体的にはフリッカと壁を提案する。訓練者の視線が注視すべき位置から外れた際に視線誘導が表示される。フリッカでは注視すべき位置に白と黒の間で 30Hz で明滅する点が表示される。壁では注視すべき位置以外を覆い隠す壁が表示される。

2.2 機器

本実験は、XR ヘッドセット Varjo XR-4 を用いて実施した。視線位置の計測は、ヘッドセットに組み込まれているアイトラッキングセンサにより行った。アイトラッキングセンサは中心を 0 としてスクリーン座標を -1 から 1 の範囲で出力するものである。

3 実験

3.1 実験設計

本システムによる、視線が見るべき場所から外れた際に視線誘導を表示し、訓練者の視線パターンが改善する効果を検証するため、ユーザ実験を行った。

本実験には、男性 11 名、女性 1 名の計 12 名が参加した。平均年齢は 23.6 歳であった。

本実験では、タスクとして以下で説明する VR ゲームを用いた (図 1a)。参加者の視野中心には、各面に異なる色と形の穴が開いた立方体が配置され、その周囲には各穴に対応する色・形のピースが表示される。参加者は左右のコントローラを用いて 6 つのピースを立方体の対応する穴に当てはめる必要がある。

3.2 手順

本実験では、Flicker, None, Wall の 3 条件で実験を行う。視線が中心から離れると Flicker 条件で

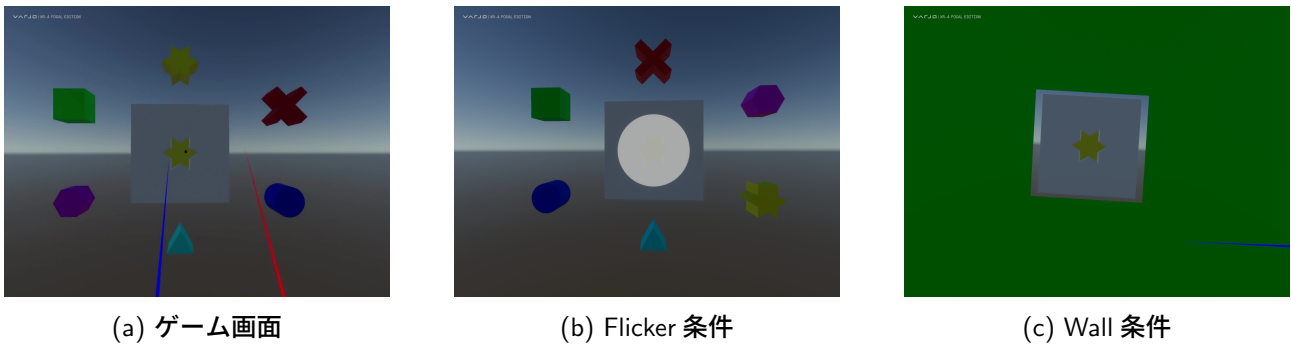


図 1. ゲーム画面と視線誘導表示

はフリッカ (1b) が, Wall 条件では壁 (1c) が表示される。

実験の前に参加者は操作方法の説明が行われ, その後立方体とピースの操作の練習を 5 分程度行った。この時, タスク中は立方体を注視し, ピースは周辺視野で確認するように指示された。練習終了後, 各条件において前テスト, 5 回の訓練, 後テスト, アンケートの順に実施した。タスク遂行中は, 頭部の向きと高さを一定に保つために顎台を用いて固定した。

3.3 結果

3.3.1 タスク完了時間

タスク完了時間は, 参加者がゲームをスタートして立方体の周囲にピースが表示されてから, 最後のピースを立方体にはめ終わるまでの時間のことである。各条件における前テストから後テストのタスク完了時間の減少量の平均値は, Flicker は 6.933 秒, None は 7.677 秒, Wall は 8.364 秒であった (図 2)。フリードマン検定を用いたところ, $p = 0.92(> 0.05)$ であり, 有意差は認められなかった。

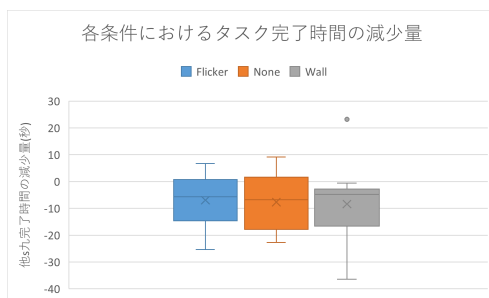


図 2. タスク完了時間の減少量

3.3.2 視線位置の標準偏差

各条件における, 前テストから後テストの x 軸方向の視線位置の標準偏差の減少量の平均値は, Flicker で 0.0019, None で -0.0098, Wall で 0.012 であった (図 3)。フリードマン検定を用いたところ, $p = 0.263(> 0.05)$ であり, 有意差は認められなかった。

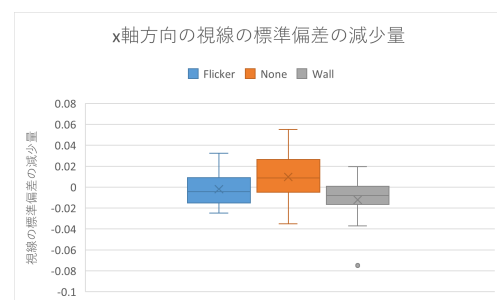


図 3. 視線の x 軸方向の標準偏差の減少量

また, 視線が大きく動きやすい右コントローラ (ピースの操作) の動きが大きい 10% を抽出しフリードマン検定を用いたところ, $p = 0.368(> 0.05)$ であり有意差は認められなかった。各条件における, 訓練中の x 軸方向の視線位置の標準偏差の平均値は, Flicker で 0.048, None で 0.055, Wall で 0.048 であった。フリードマン検定を用いたところ $p = 0.54(> 0.05)$ となり有意差は認められなかった。また, 訓練中での右コントローラの動きが大きい 10% を抽出し, フリードマン検定を用いたところ, $p = 0.861(> 0.05)$ となり, 有意差は認められなかった。

4 結論

本研究では, 訓練中の視界に視線誘導を導入することによる正しい視線パターンの習得の促進の効果の検証を行った。ユーザ実験により, フリッカや壁による視線誘導では訓練者の視線パターンに影響を与えることができないことが示された。視線が外れたときのみ視線誘導を表示する手法では, 誘導効果が薄いことが原因と考えられる。加えて, 本実験で使用したタスクは比較的簡単であり, 慣れることで注視の必要がなくなることも原因と考えられる。

5 謝辞

本論文は JST さきがけ JPMJPR23I9 の助成を受けた。

参考文献

- [1] A. Acar, J. Atoum, A. Reed, Y. Li, N. Kavoussi, and J. Y. Wu. Intraoperative gaze guidance with mixed reality. *Healthcare Technology Letters*, 11(2-3):85–92, 2024.
- [2] J. Causer, A. Harvey, R. Snelgrove, G. Arsenault, and J. N. Vickers. Quiet eye training improves surgical knot tying more than traditional technical training: a randomized controlled study. *The American Journal of Surgery*, 208(2):171–177, 2014.
- [3] Y. Feng, H. McGowan, A. Semsar, H. R. Zahiri, I. M. George, A. Park, A. Kleinsmith, and H. Mentis. Virtual pointer for gaze guidance in laparoscopic surgery. *Surgical endoscopy*, 34(8):3533–3539, 2020.
- [4] S. Liu, R. Donaldson, A. Subramaniam, H. Palmer, C. D. Champion, M. L. Cox, and L. G. Appelbaum. Developing expert gaze pattern in laparoscopic surgery requires more than behavioral training. *Journal of eye movement research*, 14(2):10–16, 2021.
- [5] S. I. Parker, S. M. Simmons, A. Rutherford, J. K. Caird, and K. M. Benzie. Novice and expert nurses’ eye movements and success with simulated peripheral intravenous catheterization. *Clinical Simulation in Nursing*, 53:42–48, 2021.
- [6] J. S. M. E. B. M. R. W. Samuel J. Vine, Rich S. W. Masters. Cheating experience: Guiding novices to adopt the gaze strategies of experts expedites the learning of technical laparoscopic skills. *Surgery*, 152(1):32–40, 2012.
- [7] Y. Tanaka. Golf putting under psychological pressure: Review of experimental studies of symptoms and prevention. *Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci*, pp. 1–15, 2014.
- [8] M. R. Wilson, S. J. Vine, E. Bright, R. S. Masters, D. Defriend, and J. S. McGrath. Gaze training enhances laparoscopic technical skill acquisition and multi-tasking performance: a randomized, controlled study. *Surgical endoscopy*, 25(12):3731–3739, 2011.
- [9] H. Yamaguchi and S. Miyafuji. Enhancing Skill Acquisition in High Sensitivity Situations: A VR-Based Gaze Guidance Approach. In *Proceedings of the 2025 Symposium on Eye Tracking Research and Applications*, pp. 1–3, 2025.