

視点移動情報に基づく外部カメラでの視野拡張を用いた HMD 装着時の作業効率向上システムの提案

堀部青夏, 寺田 努, 塚本昌彦 (神戸大)

1 研究の背景と目的

近年、Apple Vision Pro が発売されるなど HMD の注目度が高まっており普及が進んでいる。今後は、**仮想的なディスプレイの表示などの HMD の利点を活用して**、HMD を装着した状態で作業をすることが増加する可能性がある。しかし HMD にも**便利な機能がある一方で**、首の疲労感や視野の狭さによって**作業効率が低下することが課題として挙げられる**。千原ら [1] の研究で、HMD 装着時に**中立姿勢を保つこと**で首の負担を最小限に抑えられると示唆された。ここで中立姿勢とは、**背筋を伸ばして座った状態で目の高さにあるものを注視する姿勢をいう**。よって HMD 装着時に首を動かさないことで首の疲労感を軽減できると考えた。

ここでは首を動かさない手法として、**視点の動きで視野を拡張するシステムを提案する**。この機能は、**首を動かす必要がなく視野を拡張するとともに首の疲労感も軽減できると考えた**。本研究では、**視点の動きに合わせて視野を拡張するシステムを提案し、HMD 装着時の作業効率が向上するか調査する**。

2 提案システム

提案システムを図 1 に示す。提案システムには、**アイトラッキングでユーザの視点情報を取得でき、カラーパススルーで実空間での実装が可能な Pico4 Enterprise を使い、視野外の映像を取得するために外部カメラ Logitech C505e を HMD の下側に設置した**。ユーザの視点が下に移動すると HMD の下側に取り付けた外部カメラの視野外映像をポップアップ表示する。実際の画面の様子を図 2 に示す。ポップアップ表示手法であるスクロールを用いた手法に比べ、より画面が安定する点で優れている。

3 評価実験

3.1 実験内容

提案システムにより HMD 装着時の作業効率が向上するか検証するために評価実験を行った。本実験では英語のタイピングサイト「**ratatype**」を使用し、HMD を装着した状態で**タイピングを行った**。評価方法として**タイピングの速度と正確さ、タスク中の首の動きを提案システムの有無で比較した**。また被験者は**20 代男性 4 名である**。首の動きに関しては、**頭部の動きを首の動きとみなして頭部の角速度を測定した**。また被験者ごとに測定位置が変わらないようにするために、**被験者は頭頂部に角速度センサが設置されたニット帽を被り、センサを水平にした状態で実験を開始した**。

3.2 結果と考察

タイピング速度と正確さの実験結果を表 1 に示す。提案システムにより 4 名のうち、被験者 A、B はタイピングの速度が低下した、または変わらなかった。タイピングの正確さが向上した。逆に被験者 C、D はタイピングの速度は向上したが、タイピングの正確さが低下した。また首の動きに関しては、システムを用いることで角速度の振れ幅が小さくなり、首の動きが軽減された。また被験者 A、B と C、D の結果が類似していることに着目し調査をした結果、被験者 A、B は**タッチタイピングをしないのに対し、C、D はタッチタイピングをする違いがあった**。被験者 A、B に関しては、被験者 C、D に比べてカメラ映像を表示させる回数が多かった

表 1: タイピング速度と正確さの実験結果

被験者	A	B	C	D
速度 (wpm)	-5.7 %		+ 4.9 %	+ 3.8 %
正確さ (%)	+ 4.6 %	+ 1.8 %	- 3.9 %	- 0.6 %



図 1: 提案システム

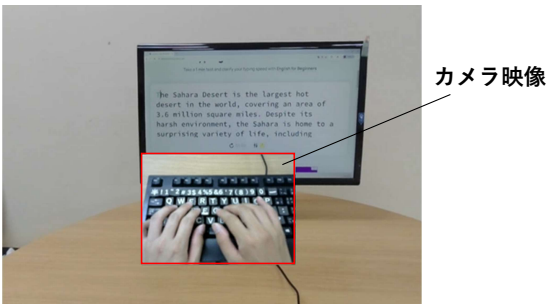


図 2: 提案システムのディスプレイ

ため、その分カメラの画質の悪さの影響を受けて確認に時間がかかりタイピングの速度が下がった、または上がらなかったと考えた。また、カメラで手元を見ることで**視点移動が少なくなり、タイピングの正確さが上がったと考えた**。続いて被験者 C、D に関しては、**カメラ映像を表示させる回数が少なく、視点移動が少なくなった結果、被験者 A、B ほど画質の悪さの影響を受けずにタイピングの速度が上がったと考えた**。しかし、正確さが下がった原因は分からなかった。そのため今後はサンプル数を増やし、タスク内容や実験環境の改善をしていく必要がある。

4 まとめと展望

本稿では、視点の動きに合わせて視野を拡張するシステムを提案し、HMD 装着時の作業効率が向上するか調査した。今後は、**カメラ映像の転送時に画質が落ちる問題を改善し、システムの有無で差が生じやすいタスクを課して十分なデータを集めていく**。

参考文献

[1] Takanori Chihara, and Akihiko Seo: Evaluation of Physical Workload Affected by Mass and Center of Mass of Head-Mounted Display, *Applied Ergonomics*, Vol. 68, No. 22, pp. 204–212 (Apr. 2018).