

# 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, HMD の注目度が高まっており, 普及が進んでいる。今後は, HMD の利点である仮想空間上のディスプレイ表示を活用して, HMD を装着した状態での作業機会が増加する可能性がある。しかし, HMD の装着時に首の疲労感や視野の狭さによる作業効率の低下が課題として挙げられる。千原は, 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した[1]。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である。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し, 作業効率を向上できると考えた。

本研究では, 首の疲労感と視野の狭さを解決する手法として, 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, アイトラッキングによってユーザの視点情報を取得でき, カラーパススルーによって実空間での実装が可能な PICO 4 Enterprise を用いた。さらに, 視野外の映像を取得するために Logicool 社のウェブカメラ C505e を HMD の下側に取り付けた。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。このシステムは, 村上らの研究で提案されたスクロール手法[2]に比べて, 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評価実験を行った。被験者は 20 代男性 4 名である。本実験では英語のタイピングサイト「Ratatype」を使用し, 被験者には HMD を装着した状態でのタイピングタスクを課した。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。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に関して, システム無に対するシステム有の増減率を表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, または変わらなかつたが, タイピングの正確さが向上した。一方, 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, 全ての被験者において, 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 の結果がそれぞれ類似していることに着目し調査をしたところ, 被験者 A, B は普段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という違いがあった。被験者 A, B は被験者 C, D に比べてカメラ映像の表示回数が多く, その分カメラ画質の悪さの影響で確認に時間がかかったため, タイピングの速度が

表 1: タイピング速度と正確さの増減率

被験者	A	B	C	D
速度 (wpm)	- 25.7 %	± 0 %	+ 4.9 %	+ 3.8 %
正確さ (%)	+ 4.6 %	+ 1.8 %	- 3.9 %	- 0.6 %

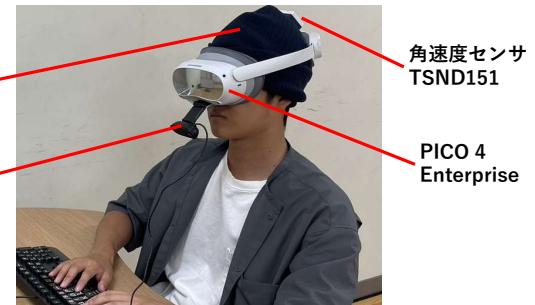


図 1: 提案システム

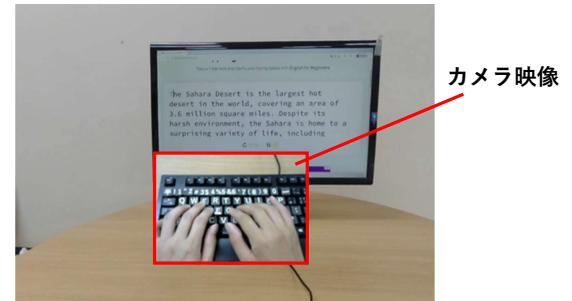


図 2: 提案システムの表示画面

低下, または向上しなかったと考えられる。また, カメラで手元を見ることにより, タイピングの正確さが向上したと考えられる。続いて被験者 C, D に関しては, カメラ映像の表示回数が少なくなったことで, 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向上したと考えられる。しかし, 正確さが低下し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を改善する。

## 4 まとめと今後の展望

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低下する問題を改善し, 作業効率の変動を的確に明らかにするタスクを課して十分なデータを収集する。

## 参考文献

- [1] T. Chihara and A. Seo: Evaluation of Physical Workload Affected by Mass and Center of Mass of Head-Mounted Display, *Journal of Applied Ergonomics*, Vol. 68, pp. 204–212 (Apr. 2018).
- [2] 村上 幸乃, 橋本 直: Neckless: アイトラッキングに基づく疑似的な眼球の可動範囲拡張, 情報処理学会 エンターテインメントコンピューティングシンポジウム 2022, Vol. 2022 論文集, pp. 84–85 (Aug. 2022).