

注視領域検出に基づくスマートグラスに表示された 作業指示の切り換え手法の評価

上畠 康輔[†] 井上 剛[‡]

大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学研究科[†] 大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部[‡]

1. はじめに

近年、少子高齢化に伴い生産現場での労働人口の減少が進むことが予測される。この人手不足問題を解消するために作業員一人あたりの作業効率高めることが求められている。そこで、作業を行いながら作業支援情報を見ることが出来る AR 技術が注目されており、従来研究により紙媒体の指示に比べ AR ディスプレイを用いた作業支援の有効性が示されている[1]。

遠隔作業員の支援として、作業員が装着したカメラの撮影画像に離れた支援者が指示を書き込み、作業員の AR ディスプレイに表示するシステムも提案されている[2]。これに対し、本研究では、熟練者でない作業員のみでも AR ディスプレイに表示された作業指示に従い円滑に作業を行えるシステムの実現を目指している。組み立て作業のように、多くの作業では複数の工程がある。この場合、作業完了まで AR ディスプレイに表示された指示に従い作業を行うということを繰り返す。ここで、表示画面の切り換え方法として、ボタン操作などの一時的に作業を止めてしまう方法では作業効率の低下につながってしまう。

そこで本稿では、作業員の注視領域に基づき AR ディスプレイ上の表示を切り換えることで作業を止めることなく行える手法を提案し、複数の作業が必要なタスクを用いた評価実験の結果について述べる。

2. 評価用システムの開発

作業員の注視領域に基づき AR ディスプレイの作業指示内容を切り換えることが可能なシステムの開発を行った。本システムで用いた AR グラスを図 1 に示す。注視領域を計測には Gazo 社の眼球運動計測装置[3]を用い、この装置のフレームに AR 表示デバイスとして山本光学社の Versatile[4]を装着した。Versatile は単眼シースルー型の AR 表示デバイスであるため、作業対象を

遮ることなく作業指示を見ることが出来る。また、軽量であるため作業員の負担も少ない。

システムは、まず眼球計測用カメラの撮影結果から瞳孔を抽出して中心座標を算出する。次に、この瞳孔中心座標が AR ディスプレイを見ている領域（以後ディスプレイ注視領域と記述）に 0.3 秒以上連続して停滞した場合、AR ディスプレイの表示を次の作業指示内容に切り換える。ここで、ディスプレイ注視領域は作業員と同じ作業員でもグラスの装着状態により異なるため、利用前に専用の画像を見ることでその領域を計測する。なお、瞳孔抽出及び注視領域判定はグラスとケーブルで接続された PC のソフトウェアで行い、その結果を Bluetooth で Versatile 制御用 Android 端末に送ることでディスプレイの表示画面を変更する。



図 1 実験に使用した AR グラス

3. 評価実験

3.1 実験仕様

実験は 20 代 3 名を対象に行なった。実験タスクは 6 カ所の異なる位置に設置されたナットに対して、3 種類の指定されたボルトを指定された位置のナットに締めることである。なお、本実験のデータ収集は大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の承認を経て実施した（承認番号 2021-40）。

実験協力者はまず、ディスプレイに表示されたボルトの種類情報を基にケースからボルトを取り出す。実験協力者が再びディスプレイを見るとディスプレイの表示が位置情報に切り替わるため、適切な工具をケースから選びそれを使って指定された位置にボルトを締める。3 本のボルトを締めるタスクを 3 回行った。なお、タスクでの画面の切り換えは 5 回ある。また、各タスク

Evaluation of Switching Method for Displayed Task Instructions on Smart Glasses Using Gazing Area Detection

[†]Kosuke Uehata · Graduate School of Robotics & Design Osaka Institute of Technology

[‡]Tsuyoshi Inoue · Faculty of Robotics & Design Osaka Institute of Technology

を行う前にディスプレイ注視領域を計測し設定し直した。

図2に実験時の写真を示す。ナットは縦横方向におよそ15cm間隔で設置されており、ボルトケースと工具ケースは手前に置かれている。実験協力者は椅子に座りこの作業を行う。図3にARディスプレイに表示したボルト情報と位置情報の一例を示す。図3(a)がボルト情報であり、図3(b)が位置情報の一例である。

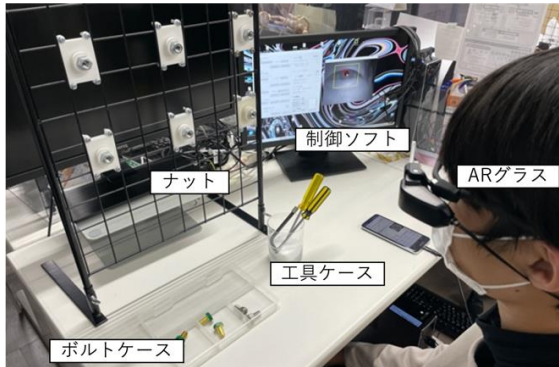
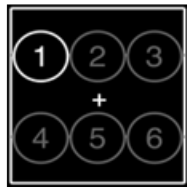


図2 実験時の様子



(a)ボルト情報



(b)位置情報

図3 ARグラスに表示させた画面の一例

4. 実験結果及び考察

本実験の結果、ディスプレイを見たが次の指示画面が表示されないことや、作業中にディスプレイ注視領域に瞳孔中心座標が入ることで誤って次の指示画面が表示されることは無かった。

図5に各実験協力者が次の作業指示を見るために瞳孔中心が移動を始めてから次の指示画面が表示されるまでの時間のタスク毎の平均時間と標準偏差をグラフに示す。図5に示すように、PIN3の1回目以外では全ての実験協力者において、平均0.6秒以内で次の指示画面が表示されている。一方、PIN3の1回目のタスクでは5回中2回の画面の切り換えに1秒以上かかっており、平均値が他に比べて大きくなった。このように切り換えに時間がかかったのは、実験協力者はディスプレイを見ているが、その瞳孔中心座標がディスプレイ注視領域にすぐに入らなかったためである。事前に調べた注視領域と作業時のディスプレイ注視領域が異なる理由や対応方法について今後より多くの実験協力者のデータを分

析することで明らかにしていく予定である。

今回の実験では、作業中の注視点がディスプレイ注視領域に入り誤動作を起こすことは無かったが、締めるボルトの位置によっては作業中の注視点がディスプレイ注視領域の近くに位置した場合もあった。本件についても、誤動作をより起こさないような技術の開発と、もし起こってしまった時に容易に修正が可能なUIの開発の両面から今後の開発を行う予定である。

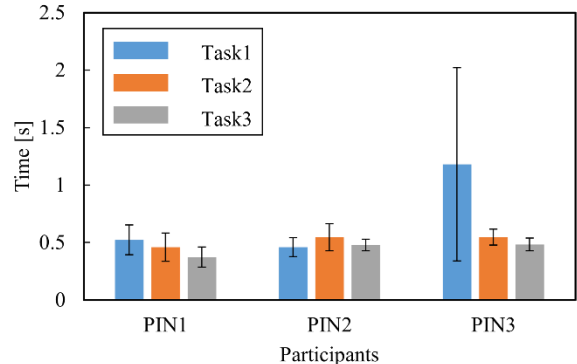


図5 次の表示に切り換えるまでに要した時間

5. おわりに

本稿では、ARグラスを用いた作業支援システムの実現に向けて、作業者の注視領域に基づく表示切り換えシステムを提案した。評価実験の結果、作業者はすべての場合で表示の切り換えを達成できた。しかし、表示の切り換えに必要な以上に時間を要したケースがあり、その改善が今後の課題である。また、実験協力者を増やし既存の表示切り換え手法と比較実験を行い、本手法の有効性を定量的に評価していく予定である。

謝辞

本研究で評価対象としたARディスプレイ「Versatile」を提供頂いた、山本光学株式会社に感謝の意を表する。また、本研究成果は、科学技術振興機構研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム ASTEP トライアウト JPMJTM20Q4 の支援を受けた。

参考文献

- [1] 遠山貴大, 他, “シースルー型ウェアラブルメガネを用いたARによる作業効率向上への効果”, 情報処理学会研究報告, Vol.2016-CVIM-200 No.46, 2016.
- [2] 加藤晴久, 小林達也, 辻敏弘, 菅野勝, 柳原宏晶, “スマートグラスのAR表示による遠隔フィールド作業支援システムの開発”, 映像メディア学会誌, Vol. 71, No. 1, pp/ J35-J43, 2017.
- [3] “株式会社ガゾウ HP”
https://www.gazo.co.jp/gaze_point_estimation.html
(2022年1月7日閲覧)
- [4] “進化したスマートグラス Versatile-山本光学”
<https://www.yamamoto-kogaku.co.jp/versatile/#>
(2022年1月7日閲覧)