

組立作業における視線移動を用いたタブレットの操作方法の提案

富田智晶^{†1} 赤津裕子^{†1} 鈴木雄介^{†1}

概要：製造分野で組立作業中に作業指示書をタブレットに表示し、その表示状況で作業進捗を管理するシステムの導入が進んでいる。筆者らはタブレットの操作負担軽減を目的にハンズフリーでの操作方法として視線を用いた入力を適用してきたが、操作主体感や、身長差による影響の観点から満足な効果を得られなかった。そこで今回、操作主体感が高く、身長差による影響が小さくなることを期待した視線を用いた入力方法として、視線移動入力の提案を行う。

1. はじめに

近年工場では、紙媒体の削減や管理コストのカットを目的とした、作業進捗のデジタル管理化などの理由によって、組立作業での作業指示書をタブレットに表示する「タブレット指示書」の導入が進んでいる。

タブレットの操作は、現状タッチ入力によるものが一般的であるが、連続操作が可能であるために、内容を把握しない状態での読み飛ばしが発生し、それによる作業ミスが問題となっている。作業管理者は、指示書には作業ミス防止のための注意事項・確認項目などの記載もあるため、読み飛ばさずに内容を確認してほしいと思っている。しかし作業者は、道具を持っていることで手がふさがっている、作業に使用する油で手が汚れているなどの理由で、作業工程ごとにタブレットを操作するには負担が大きいと感じている。作業者に作業工程ごとに適切に内容を確認してもらうためには、タブレット操作時の負担、すなわち作業負担の軽減が課題となっている。

このように、タブレット操作時の作業負担を軽減するためにハンズフリーでの操作可能な方法への要望が高まっている。ただし、ハンズフリーでの操作の際には「システムを操作しているのは自分である」という主体感が高いこと、さらに、組立作業に従事する作業員へのヒアリングから、「操作にひと手間あることで指示書に意識を向けることができる」というコメントがあったことから、操作に意識を向けることが可能な操作方法などが求められる。また工場では、作業の妨げにならないように、かつタッチした時に画面が振動しないように、タブレットが作業台の高い位置に固定されていることが多いが、作業員の身長は一定ではないため、タブレットを見上げたり、見下ろしたりすることになる。そのため、タブレットに視線を向けるための首の縦方向の変化量が作業員によって異なるので、タブレットの操作方法によっては、操作負担への影響が作業員の身長によって異なる可能性が考えられる。

これらを踏まえたハンズフリーでの操作方法として、著者らは視線を用いた入力方法である、注視入力と頭部動作入力を、組立作業中のタブレットの操作方法に適用することを提案した[1]。視線情報を入力に用いることで視線をタブレットに向けられるようになり、指示書の見逃しを防止する効果も見込まれる。しかし、注視入力による操作では主体感の低さ、頭部動作入力による操作では身長差への影響が確認され、上記の課題を満足に解決することはできなかった[2]。そこで、今回新たに視線の移動を用いた入力によるタブレットの操作方法を提案する。

2. 先行研究

2.1 操作主体感について

Gallagher[3]によると、最小限の自己感(Minimal Self)は、主体感(Sense of Agency)と身体所有感(Sense of Ownership)から構成されている。主体感は、対象を制御している感覚・物事を引き起こした感覚、身体所有感は、身体・感情・思考が自分のものである感覚としてそれぞれ定義している。このうち、主体感はユーザの満足度の向上に寄与すると考えられ、近年注目されている[4]。先行研究[2]でも操作に動作が伴うことで、自分で操作している感覚が得られ、システムに対する信頼感が向上していた。また、Shneiderman[5]が提唱するUI設計に必要なルールの中に「keep users in control(ユーザに制御している感を保たせる)」があることから主体感も重要である。さらに、組立作業に従事する作業員にヒアリングしたところ、「操作にひと手間あることで指示書に意識を向けることができる」というコメントがあった。そのため本論では、操作によって対象に意識を向けることができている感覚を含めて操作主体感と表現し、重要な評価指標として扱う。

2.2 ミダスタッチ問題

視線を入力手段として用いる場合、ユーザが注視によって入力を行いたいのか、単に眺めているだけなのかを判断できないためにミダスタッチ問題[6]という意図しない入

力が生じてしまう恐れがある。この問題は、注視型入力を採用する際には避けては通れない問題であり、対策を講じる必要がある。

2.3 身長差による影響について

工場のようなタブレットが作業台の高い位置に固定されている状況では、著者らの研究[2]では、タブレットを見上げるような、タブレットの位置に対して目線の低い作業者は、頭部動作入力を行う時にタブレットを見上げる縦の動作に加えて、入力操作を行うための横の動作が加わるために、酔いのような不快感があることなどで、システムへの評価が低い場合があった。しかし、動作を伴う頭部動作入力による操作は操作主体感が高かった。すなわち、動作を伴う操作自体は主体感が高く、タブレットの操作方法として有効である可能性があったが、首を横に振るような動作は身長差によって不快感が生じるなどの影響が確認されたために不適であった。

2.4 視線の移動を用いた入力

視線の移動を用いた入力として、礪本ら[7]の研究がある。礪本らの手法では、短い注視の後に2段階の視線の移動を行うことで複数パターンを入力を行うものである。この操作は画面上のどこでも行うことが可能であり、ミダスタッチ問題を生じることから、その対策として、短い注視と2段階の視線移動を用いている。また、視線の移動を2回行うことで左右と上下の組み合わせで複数パターンを入力を実現している。しかし、この手法の課題として、視線移動のパターンの入力を覚えることが難しく、慣れが必要であることなどが挙げられる。

3. 提案方法

新たな提案方法である視線移動入力の実装において、先行研究[2]で得られた考察から以下の点を考慮した。

- (1) 身長差の影響を受けない動作の入力操作の適用
- (2) 操作主体感が高い動作を伴う入力操作の適用
- (3) 誤動作、ミダスタッチ問題への対策
- (4) UIデザインの改良

(1)(2)について、注視点を変化させる視線移動の動作を入力に取り入れることとした。今回のような指示書のページ操作の場合、入力は基本的には「進む」と「戻る」の2種類あれば良い。そのため、礪本ら[7]が提案するような2段階の視線移動ではなく、左右いずれかへの1段階の視線移動とした。入力開始時の注視UIを注視後、左右に表示される「進む」または「戻る」のターゲットまで視線を移動させることで入力が実行される。

(3)について、視線の移動は指示書を閲覧している時にも発生するため、常に入力のための視線移動を検出しているとミダスタッチ問題で誤動作の原因になる恐れがある。また、著者らの[1]の操作方法である注視入力では注視を行う入力UIが指示書を表示するエリア(指示書表示エリア)

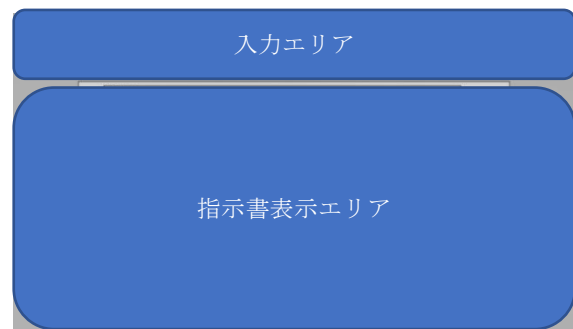


図1 画面内のエリア構成

の左右にあることで、指示書閲覧中に誤って注視してしまい誤動作を起こす可能性があった。そこで本提案方法では、指示書表示エリアと入力のための視線の移動を行うエリア(入力エリア)を別個にし、各エリアを左右に設置するのではなく上下に設置した(図1)。

(4)について、タッチ入力による操作も含めて著者ら[1]の操作方法では、ページの切り替わりが分かりにくいという問題があった。そこで、指示書のページが切り替わる際のアニメーションを導入した。例えばページが「進む」入力が実行された時に指示書表示エリアを右から左にスライド移動させてページを次のページに切り替える。

4. 今後の展望

組立作業中のタブレットの操作方法への適用に向けて、先行研究で課題だった操作主体感と身長差影響に対して、本論では視線の移動を用いて入力を行う視線移動入力の適用を提案した。今後は、操作主体感と身長差影響について評価検証を行い、タブレットの操作への適用を進めていく。

参考文献

- [1] 富田智晶, 赤津裕子, 鈴木雄介. 組立作業中の視線を用いた非接触入力によるタブレット操作方法の提案. インタラクシオン 2023, 2B-28, 2023.
- [2] 富田智晶, 赤津裕子, 鈴木雄介. 組立作業中の視線を用いたタブレット操作方法の身長による影響. 情報処理, Vol.2023-HCI-204 No.16, 2023
- [3] Shaun Gallagher. Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. 2006
- [4] 養原凜, 温文, 濱崎峻資, 前田貴記, 加藤元一郎, 山川博司, 山下淳, 浅間一. スイッチ操作力の差異が運動主体感に与える影響の評価. 第20回ロボティクスシンポジウム講演予稿集, pp. 139-144, 2015.
- [5] Shneiderman, B., and Plaisant, C.. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. 2013
- [6] Jacob, R. J. K., & K., R. J.. The use of eye movements in human-computer interaction techniques: what you look at is what you get. 1991,
- [7] 礪本俊弥 山中祥太 志築文太郎. 凝視後にジェスチャを行うという一連の操作を用いた意図しない操作に堅牢な視線に基づく操作方法. ヒューマンインタフェース学会, 2021, vol.23, No.1, pp.5-18.