

Mixed Reality技術を活用した工業製品の使いやすさ評価手法の研究

繊維生活部 ○太田翔平 村井菜月

1. 背景と目的

産業分野では、人手不足や高騰する様々なコストの抑制に対応するため、デジタル技術を活用した製造工程の効率化による迅速な製品開発が求められている。そこで本研究ではMixed Reality（以下、MR）技術を活用し、記録したユーザの視線等のデータを用いて製品の使いやすさを定量評価することで、設計者が製品の仕様上の課題を開発の初期段階で把握し、設計仕様に反映できるフロントローディング手法の構築に取り組んだ。

これにより、ユーザ中心設計の実現と手戻りの少ない製品開発が可能となり、開発現場の作業負担やコストの低減に繋がることが期待される。

2. 内容

2.1 ユーザの機器操作時の手順を記録

設計者の想定する操作手順と実際のユーザの操作手順の齟齬を確認するため、MRグラス（Microsoft HoloLens2）を用いてユーザの操作手順を記録した（図1）。MRグラスは、搭載された各種センサでユーザの視線や手指等の動きの検出および記録が可能である（図2）。本研究では、評価対象をユーザと製品との接点、所謂ユーザインタフェース（以下、UI）に絞り、UIが直感的に操作可能か、操作に迷いが生じにくいかなど、設計の妥当性を定量的に評価・検証するため、ユーザによるタスク毎の視線移動・滞留時間・視線と手指との距離・発話音声などを記録した。

また、MRグラスの適用可能性を評価するため、機器のスペック検証も併せて実施した。測定可能範囲を検証した結果、有効視野角は水平41.5°、垂直21.4°、有効距離は4250mm程度であることが確認できた。27インチのモニタに映したUIを用いた評価では、目からモニタまで620mm程度の適正視聴距離を空けた状態で、MRグラスで測定可能な視野角内に27インチモニタが全て収まることを確認した。



図1 操作手順の記録



図2 MRグラスの動作検出・記録機能

2.2 ユーザと設計者間の体験共有

設計者がMRグラスを装着し記録した操作手順データを再生することで、ユーザの手や視線の動きを追体験可能となった（図3、4）。

また、発話音声の解析による設計仕様上の潜在的な課題の深堀を試みた。発話音声を文字に起こし、文章解析ツール（KH Coder）で抽出語リストと言語の相関図を作成した。課題分析への活用を検証したが、相関図から特徴的な傾向を読み取ることが困難であったため、発話音声の有効性



図3 記録した手指の動きの再生

は本研究内では確認できなかった。情報量の不足が要因として考えられ、試料数を相当量用意することで有効な結果が得られる可能性がある。

2.3 操作パネルの改良・評価と手法の有効性検証

工作機械の操作パネルを例に、UI 設計の段階的な改良を通じて、本手法の有効性を検証した。使いやすさの定量評価には、人間工学における普遍的な法則である Fitts の法則[※]と Hick の法則^{※※}を用い、MR グラスによる記録から各段階における操作性をスコア化した。3 段階の改良を実施し、それぞれのスコアを比較した結果、改良前後で操作性の改善が見られ、改良後の設計では有意に操作性が向上していることが確認された(図 5, 6)。

併せて、主観的な使いやすさの評価として SD 法による感性評価を実施した。仮想空間上に改良前後の操作パネルをはめ込んだ工作機械の 3D モデルを設置し、VR ゴーグルを着用したユーザによる評価を行った。操作性に関する 7 段階尺度によるアンケートを実施した結果、改良前後を比較して使いやすさが 164%と有意に向上していることが確認された。以上の定量評価と感性評価の両面から、本手法の有効性が示された。



図 4 記録した視線の動き(注視線)の再生



図 5 UI設計の改良

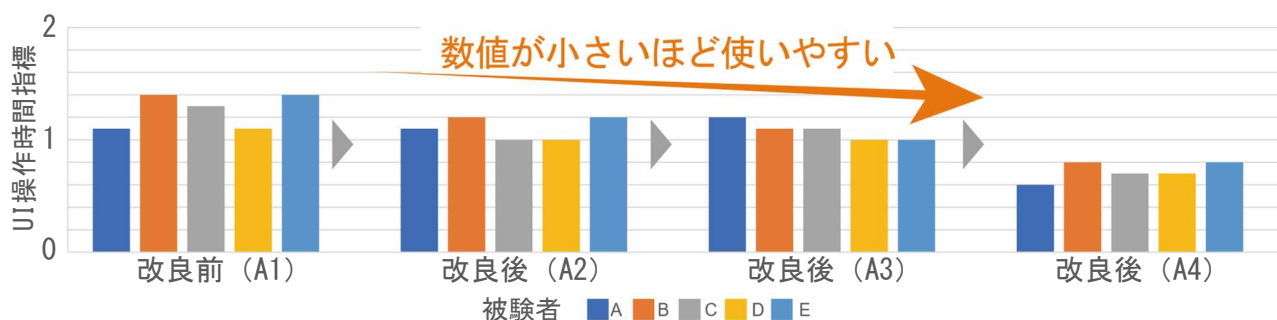


図 6 UI設計の段階的改良に伴う評価スコアの遷移

※ 対象物までの距離と大きさに基づく動作時間の関数

※※ 選択肢の数と意思決定時間の関係を示す関数

3. 結果と今後の展望

本研究では、MR 技術を活用した工業製品、特に機器操作部の使いやすさの評価手法構築に取り組み、以下の成果を得た。

- (1) MR グラスによる操作記録で、UI 設計の妥当性を客観的に検証できることが確認された。
- (2) MR グラスの有効視野角や操作範囲が明らかとなり、本手法の適用可能性が示された。
- (3) UI 設計の改良を通じて、定量評価と感性評価の両面から本手法の有効性が示された。

今後は、低コストで実施できて高い効果を得られるデザイン・設計の定量的評価の試みについて継続するとともに、技術交流会等を通じて本研究で得られた成果の県内企業への技術移転に取り組んでいきたい。