

重点研究

製造業におけるMR（複合現実）の有効性検証アプリケーションの開発

松本 健司* 島田 智*

Development of MixedReality Effectiveness Verification Application in Manufacturing
Matsumoto Kenji and SHIMADA Satoshi

5軸マシニングセンタによる切削加工作業を対象に、作業工程指示や作業記録等の機能を持ったMRアプリケーションを開発した。作業工程指示では、着用者の手による直感的な操作や空間情報、設計時の3Dモデル活用などMRの特徴を活かした機能を開発し、経験の浅い作業員でも一連の作業が完了できることを確認した。作業記録では、作業員視点の記録や進捗管理の機能を開発し、作業改善に有用と考えられるデータを取得することが出来た。

Key words: XR, DX, 作業支援, スマートグラス, ウェアラブルデバイス

1 はじめに

DX（デジタルトランスフォーメーション）推進に活用できるデバイスとしてスマートグラスが注目されており、それに関連してMR（複合現実）機能を有するMRグラス端末が多くの分野で導入を検討されている。MRとは現実とデジタルデータが混ざり合った領域を指す概念である¹⁾。MR活用により、DX推進の選択肢が増え、製造業の抱える各種課題の解決が期待されている。しかし、MRは新しい技術分野であるため対応デバイスの流通が少なく、人材も不足しているため、特に中小企業では有益性の判断が難しい。

当センターでは令和3年度にスマートグラスを活用した作業支援に関する研究²⁾を実施しているが、現場利用においては操作性に課題を感じており、より直感的な操作が可能な技術の必要性を感じている。

そこで本研究では、製造業の機械加工業務を想定したMRグラスのアプリケーションの開発に取り組む。アプリケーション開発に取り組むことで、MR対応デバイスに標準で準備されているアプリケーション等の紹介のみならず、各企業課題解決に向け、活用シーンに合わせた支援も可能になると考える。

2 研究の方法

2.1 使用機器（MRデバイス）

本研究では、Microsoft製HoloLens2³⁾（図1、図2）を使用した。当機種はヘッドマウントディスプレイ型であり、ディスプレイ越しに視界が確保されるシースルータイプである。音声コマンド認識、ハンドトラッキング

機能、アイトラッキング機能、空間マッピング機能を有し、広い視野角が確認されている。デジタルコンテンツ（以下、ホログラム）を空間上に配置し、直感的なユーザインタフェースを構成できる。配置されたホログラムはハンドトラッキング機能により、自然な感覚で触る、掴む、動かすことが可能である（図3）。



図1 HoloLens2

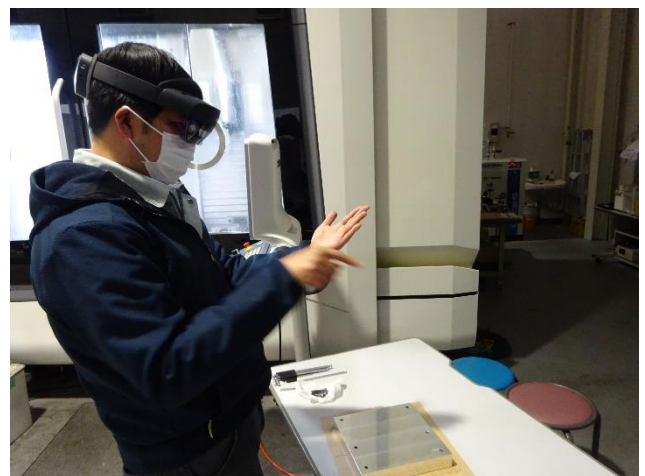


図2 HoloLens2 着用時

* 栃木県産業技術センター 機械電子技術部



図3 着用者視点イメージ

2.2 開発内容

2.2.1 想定対象

本研究では、5軸マシニングセンタ(図4)による部品加工での利用を想定した。また、アプリケーション開発に専念するため、既に手順及び加工関連のデータが確立している部品の加工(図5)をテストに用いて開発を進めた。

本研究の開発アプリケーションは、従来、紙で出力していた作業指示をホログラムに置き換えることを主目的とし、併せて作業記録の機能も有する(図6)。

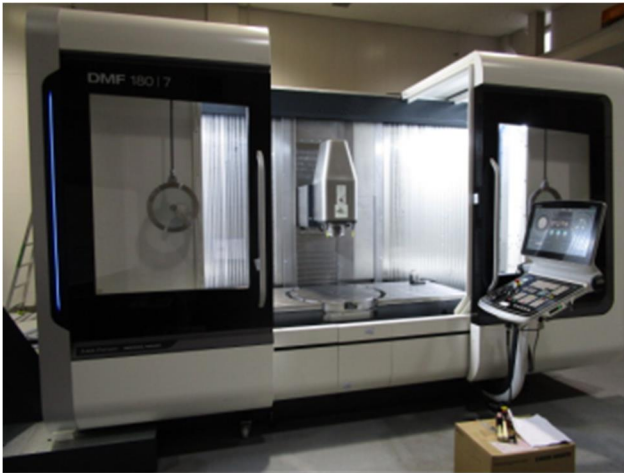


図4 DMG 森精機 DMF180

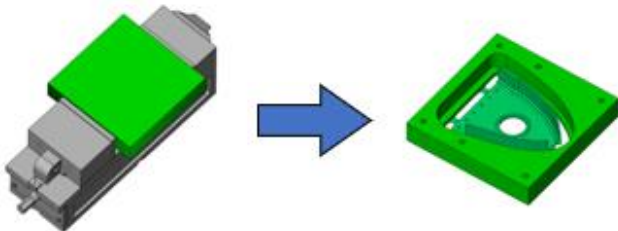


図5 加工概要

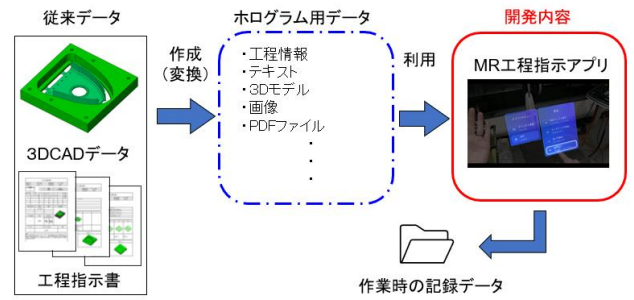


図6 想定作業向けアプリ開発概要

2.2.2 設計

ホログラムによる作業指示及び作業時のデータ記録の機能を有するアプリケーションを設計した(図7)。

開発ツールには、Microsoft社が主導するオープンソースプロジェクトであるMRTK3⁴⁾(図8)を用いた。MRTK3では空間操作機能やユーザインタフェース構成部品が提供されており、適切に利用することでMRアプリケーションを構築することができる。なお、本開発ツールは本研究の実施年度においてパブリックプレビュー版のみ提供されている。

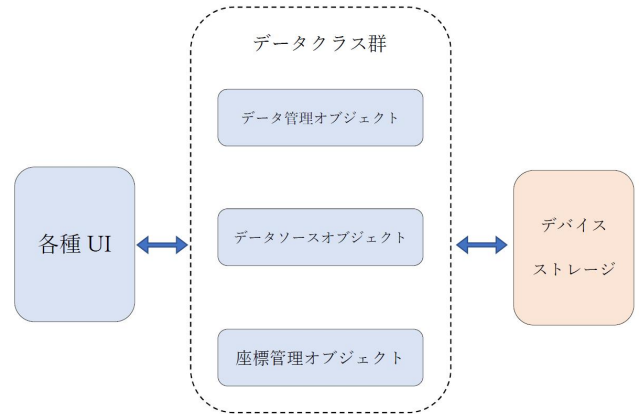


図7 アプリケーション設計概要

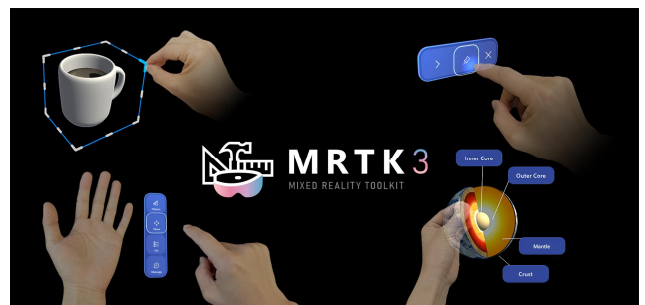


図8 MRTK3

3 結果及び考察

3.1 ホログラムによる作業指示

3.1.1 事前準備が必要なデータ

本アプリケーションでは、作業指示に関して、最低でも2種類のデータを必要と定めた。ひとつは作業者に

割り振られた作業(オーダー)情報が記載されている CSV ファイル, もうひとつは作業指示内容 (マニュアル) を構造化した JSON ファイルである。

CSV ファイルには, グラス着用者が現在取り組むべき作業を列挙する(表 1)。JSON ファイルには, 作業毎に事前に定めた作業指示事項を記載する(表 2)。

本アプリケーションは, これらのファイルより取得した情報を基に, 作業指示プログラムを構築する。

表 1 オーダーCSV ファイル詳細

ヘッダ	ID	NAME	Manual
詳細	管理番号	作業名	参照先フォルダパス

表 2 マニュアル JSON ファイル詳細

大項目	中項目	小項目	詳細
Name			マニュアル名
Pdf			PDFファイル情報
Complete			加工完了
Data[]	Title		作業概要
	Landmark		表示空間情報
	Text		作業説明
	Image		説明用画像情報
	Video		説明用動画情報
	Obj		3Dモデル情報
	Request	Photo	
Confirm	CheckList[]		チェックリスト

3.1.2 ユーザインタフェース

プログラムは, ウィンドウなどのインタフェース構成部品を用いて表現され, 現実空間上に重ねて表示される。HoloLens2 は着用者の手などの認識が可能のため, 空間上のボタンを指で押すなど, 直感的な操作が可能である。本アプリケーションは, 表示内容に応じてレイアウトを自動調整し, 空間上に表示する(図 9)。



図 9 作業指示プログラム表示

3.1.3 設計時の 3D モデル活用

HoloLens2 では, 設計ソフトから出力した 3D モデルをプログラムとして表示することも出来る(図 10)。なお,

3D モデルは中間ファイルから GLB 形式ファイルに変換している。本研究では, オープンソースソフトウェアの Blender⁵⁾を用いて, 3D モデルを変換した。

治具, 加工対象ワーク, 加工エリア, 工具突入位置などを 3D モデルで視覚化することにより, 効率よく干渉チェックや工具軌跡確認を実施できることが確認できた。

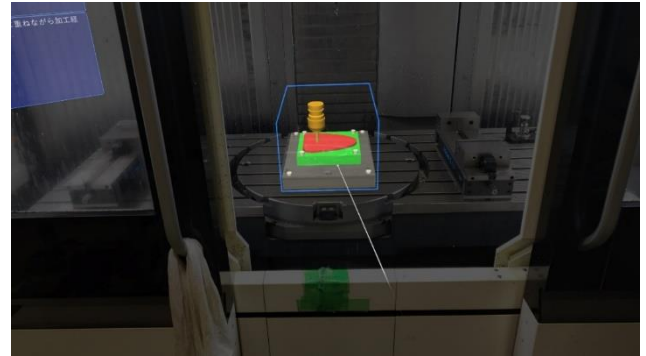


図 10 3D モデルの活用

3.1.4 移動を伴う作業のナビゲーション

各作業に作業エリアを設定することができ, 事前に登録した座標情報を基にナビゲーションが表示される(図 11)。ナビゲーションには, 矢印アニメーションを作成し, 使用した。座標情報は実空間上で作成する。本アプリケーションでは座標登録機能も実装した(図 12)。

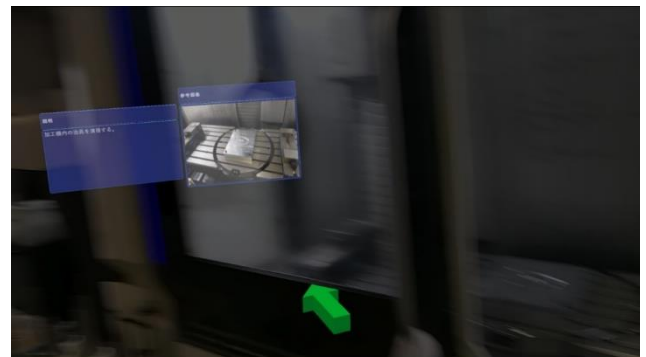


図 11 作業エリアへのナビゲーション



図 12 座標登録機能

3.2 アプリケーションによる作業記録

3.2.1 記録されるデータ

本アプリケーションでは、大きく分けて2種類のデータを保存する。ひとつは作業毎に作成される作業記録データ、もうひとつは作業日毎に作成されるアプリケーション動作状況のログデータである。

作業記録データには、マニュアル JSON ファイル詳細(表2)に完了フラグを追加したJSONファイル及び作業時に撮影した画像データが含まれる。

3.2.2 作業員視点写真による記録

マニュアル JSON ファイルは作成時に、作業毎に撮影を求めよう設定することができる。撮影を求めるとした作業については、撮影を行わないと次の作業に進めないようになっている(図13)。撮影では、着用者視点画像が保存され、保存された画像データは即時手元で確認できる。本研究においては、加工品の取付け状況や、加工終了後の加工品確認などで撮影を要する設定とし、記録画像を基に作業が適切に実施されたか確認することができた。

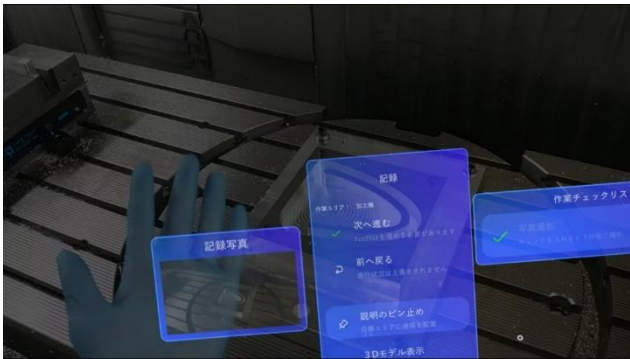


図13 撮影を要する作業時の着用者視点

3.2.3 時系列ログデータ

作業日毎に作成されるログには、作業毎の開始・終了時刻、作業工程進捗、システムメッセージなどが記録される(表3)。本ログデータを解析することで、着用者の作業状況を知ることができる。

本アプリケーションを使用し、加工経験がある職員と経験がない職員のそれぞれが同じ段取り作業を実施した。ログデータはCSV形式であるため、容易にグラフにすることが出来る(図14)。

表3 日別ログデータ詳細

項目名	time	type	order	manual	step	info
詳細	時刻情報	ログの種類	作業名	使用マニュアル	進捗	ログ詳細

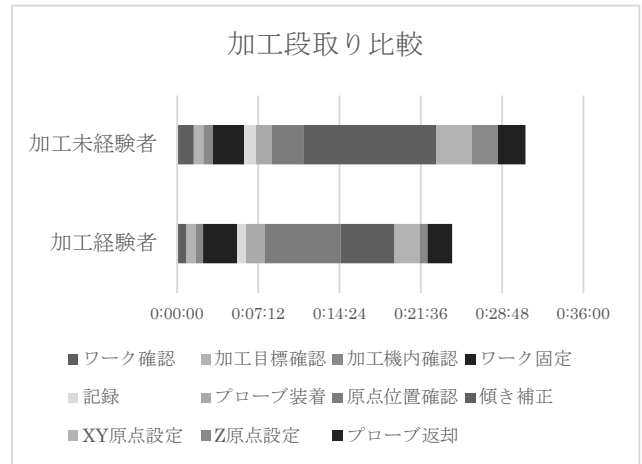


図14 ログデータを基にした作業時間比較

4 おわりに

開発したアプリケーションを利用し、作業未経験者でも問題なく加工を実施することができた。また、作業ログを残すことで、報告書作成の自動化の他、作業指示が適切であったか、作業者のスキルは十分であったか等の指標になり得るデータを得ることができ、作業改善につながることが確認できた。

今後は、開発したアプリケーションの改良を行いながら、県内企業へ利用事例として情報発信していき、利活用に関する相談に活用していく。

参考文献

- 1) Milgram, P. and Fumio, K., "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displayes", IEICE Trans. Inf. & Sys., D 77 (12), 1321-1329, 1994
- 2) 松本 健司: "スマートグラスを用いた作業支援検証に関する研究", 栃木県産業技術センター研究報告, pp. 57-61, (2022)
- 3) "HoloLens2", <https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>
- 4) "MRTK3", <https://learn.microsoft.com/ja-jp/windows/mixed-reality/mrtk-unity/mrtk3-overview/>
- 5) "Blender", <https://www.blender.org/>