

### 1. 背景と目的

最近では、VR (Virtual Reality) 用のデバイスは、ハンドトラッキング機能を搭載したものが増えている。これによって、ゲームなどのVRコンテンツも、コントローラーを持たずに手と指の動きのみで操作可能なものが増えている。しかし、ハンドトラッキングによって可能な操作はまだそれほど多くないのが現状である。

そこで、本研究ではハンドトラッキングによる新たな操作として、カードの様々な操作に着目した。カードは、トランプ、かるた、トレーディングカードゲームなど、古来から様々なゲームで使用されており、カード操作は汎用性が高いと考えられるからである。

本研究では、VR空間におけるハンドトラッキング操作の種類を増やすため、カード操作に関する手の動きを認識するシステムを開発することを目的とする。

### 2. 関連技術

本研究では、ゴーグル型のVRデバイスであるMeta Quest 2 (旧称Oculus Quest 2)を使用する。Meta Quest 2には、本体の正面四隅にカメラが設置されており、ハンドトラッキング機能は、このカメラに映った手の映像から骨格情報を読み取ることで実現されている。この骨格情報とは、具体的には手を形成する22個の関節の3次元座標(図1)である。

Smedtら[1]は、手の骨格情報からハンドモーションを認識する研究を行った。この研究では、ハンドジェスチャを完全に表現するために骨格の関節の動きに注目し、手の動きや回転の計算方法を提案した。評価には、彼らが過去に作成したDHG-14/28というデータセットが用いられた。このデータセットには、14種類の代表的なハンドジェスチャの深度画像と骨格情報がまとめられている。評価の結果、83%の分類精度を達成したと報告されている。



図1 手を形成する22個の関節の位置

他にDHG-14/28データセットを活用した研究として、Devineauら[2]によるものがある。彼らは、ハンドジェスチャの認識の性能をさらに向上させるために研究を行い、Smedtらとは異なり、DHG-14/28の中にある骨格情報を並列畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いて処理することで、84.4%の分類精度を達成したと報告している。

### 3. 本研究の提案

本研究は、Meta Quest 2のハンドトラッキング機能を用いて、カード操作のハンドジェスチャを認識するシステムの開発を目標とする。認識するカード操作は「カードを持つ」、「カードを持っている状態」、「手に持ったカードをめくる」の3つの操作である(図2)。

これら3つのハンドジェスチャを分類、認識するために、教師ありの機械学習を利用して学習モデルを作成する。各ジェスチャの教師データとなる動的な骨格情報を取得するためには、Meta Quest 2のハンドトラッキング機能を利用したデータ収集用のVRアプリケーションを開発して利用する。

機械学習には、機械学習分野に適したプログラミング言語であるPythonを使用する。学習は、関連技術でも使用されていたディープニューラルネットワークによって行い、作成した学習モデルはVRアプリケーションの作成に使

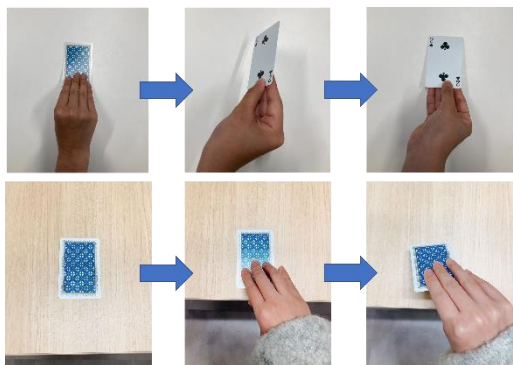


図 2 各ハンドジェスチャの動き

用できるゲームエンジンである Unity で利用する。Unity では、Barracuda と呼ばれるパッケージによって ONNX 形式の学習モデルを利用できる。

#### 4. データ収集 VR アプリケーション

本研究では、VR デバイスは Meta Quest 2 を使用した。骨格情報を収集するための VR アプリケーションの開発は Unity で行った。Meta Quest 2 で動く VR 空間を作成するため、Unity へ Oculus Integration というアセットを追加するなどの設定を行った。

手の骨格情報を取得するためには、Meta Quest 2 の開発キットが提供するハンドトラッキング API [3] を使用した。この API は、両手の指の関節や指先などの 3 次元座標をリアルタイムに追跡できる。

データ収集 VR アプリケーションの起動中の画面を図 3 に示す。VR 空間の左側にあるボタンに左手で触れると 5 秒のカウントダウンが始まる。カウントが終わるとデータ収集が始まり、右手の 22 個のポイントの 3 次元座標が約 0.03 秒間隔で記録される。収集中に指定のハンドジェスチャーを行い、動作が終わったら

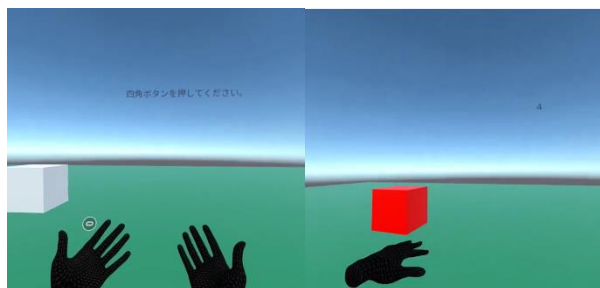


図 3 システム起動中の画面

再度左手でボタンに触れると収集が終了する。

収集した座標を配列に保存し、収集終了時に CSV データとして保存する。この CSV データは Oculus 本体に保存され、Side Quest [4] というソフトウェアで外部にエクスポートすることができる。

#### 5. データの収集

開発したデータ収集 VR アプリケーションを用いて、カード操作のジェスチャのデータの収集を行った。20代の男女7名に、Meta Quest 2 を装着してもらい、データ収集 VR アプリケーションを起動してから、指定のハンドジェスチャを 1 回ずつ、自由な動きを 2 回ずつ行ってもらった。収集したデータは、教師データとなる 3 つのハンドジェスチャのデータを 7 個ずつ、その他の動きのデータを 15 個、計 36 個の CSV データである。

各 CSV データは、右手の 22 個のポイントの 3 次元座標とその移動量の計 44 個の座標が約 0.03 秒間隔で記録されている。1 つのハンドジェスチャは 1.5 秒前後で行われ、1 つの CSV データには平均 47.7 回座標が記録された。

#### 6. まとめ

本研究では、ハンドジェスチャの認識を Meta Quest 2 で行うためのデータ収集システムの開発を行った。実際に認識を行う機械学習が学習モデル制作まで至らなかった。

#### 参考文献

- [1] Quentin De Smedt et al., Skeleton based dynamic hand gesture recognition, Proc. 2016 IEEE/CVF CVPR Workshops, pp. 1206-1214, 2016.
- [2] Guillaume Devineau et al., Deep learning for hand gesture recognition on skeletal data, Proc. IEEE FG 2018, pp. 106-113, 2018.
- [3] Meta, インタラクション SDK の概要, <https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-isdk-interaction-sdkoverview/> (2023 年 1 月確認)
- [4] SIDEQUEST, <https://sidequestvr.com/> (2023 年 1 月確認)