

自身の身体をコントローラとして使う MR システムの開発 —意図したとおりに身体を動かす—

1. 背景

身体を動かすことは、健康・娯楽・芸術などの多様な観点において有効に働く。しかし、人間がその意図したとおりに身体を動かすことは意外と難しい。身近な例では、両手の人差し指を合わせることは、目をつぶると途端に難しくなる。これは人間が目の位置と身体感覚から得られる情報を使っているためである。この難しさはプロスポーツ選手などにおいても同様で、例えばイップスは意図したとおりに身体を動かさなくなる症例である。従来、こうした身体を意図したとおりに動かす能力は、鏡やビデオによる録画・再生機能を用いたトレーニングで養われていた。しかし、鏡の方向を向くことによる身体の動きへの制約や、物理的な場所の制約、さらに自身の姿を視覚的に確認する際の視点が限定的であるといった問題があった。学術的にも、こうした問題はバレエのトレーニング等において問題視されている。

本プロジェクトでは、これらの身体を動かすことに関連する問題の原因を、人間が視野の外側から自身の姿を視認できないことであると考えた。そこで、コンピュータによる支援で人間が自身の外部からの視点を持つようにする手法での問題の解決を図ることとした。この解決方法により、人間はトレーニング者としての能力に依存すること無く、意図したとおりに身体を動かせたかどうかを確認できるようになる。

2. 目的

本プロジェクトでは、ユーザが意図したとおりに身体を動かせたかどうかを確認し、修正するプロセスを支援するシステムの構築を目的とし、Mixed-Reality(MR)環境においてユーザが身体を意図したとおりに動かすためのソフトウェアフレームワークを開発した。

3. 開発の内容

3.1. システム構成

本システムはゲームエンジンである Unity 上で動作する。ハードウェアとしてはモーションキャプチャシステムと MR 用の Viewer を必要とする。モーションキャプチャシステムには光学式・慣性式の 2 種類を利用して検証した。MR 用の Viewer は光学透過型の Head-Mounted-Display(HMD)と自作した光学透過型スクリーンを用いて検証した。

本プロジェクトで提案するシステムのソフトウェア部分は、モーションキャプチャシステムから受け取った運動情報を幾何計算・座標計算するサーバアプリケーションと、その計算結果を受け取り、実空間に重畳表示するクライアントアプリケーションからなる。これらのソフトウェアを用いることで、ハードウェアの実装に依存せずに、目的の機能を提供できるソフトウェアフレームワークを開発した。

3.2. 提供される機能

本システムはユーザに以下の機能を提供する。

1. 自分の姿勢をリアルタイムに視認できる機能
2. 過去の自分の動きを視認できる機能
3. 他者の身体の動きを視認できる機能

本システムの基本となる機能である 1. の機能について説明する。本機能を実現するためには、人間の身体の外部にある視点と、その外部の視点から見えるはずの身体の視覚情報を作る必要がある。具体的には、以下のような手順でそれらを作成する。

- ① まず人間から骨格情報を抽出し、アバターを作成する(図 1 上半分)。
- ② このアバターに骨格情報を抽出した人間の運動情報を反映する。
- ③ アバターを MR 空間上に表示し、座標変換を行うことでユーザに視認できる状態にする。

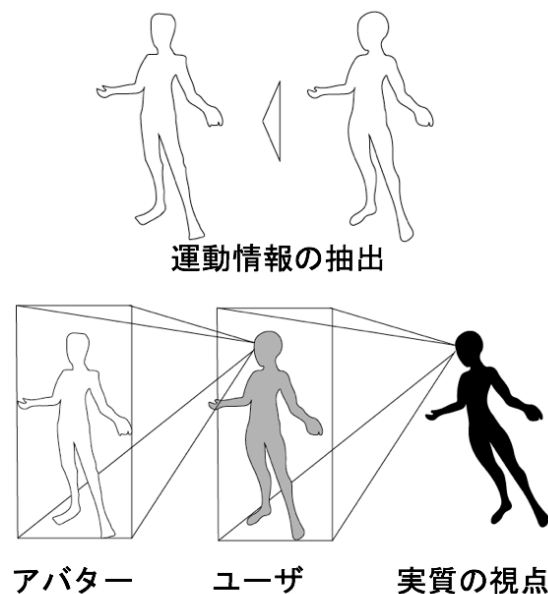
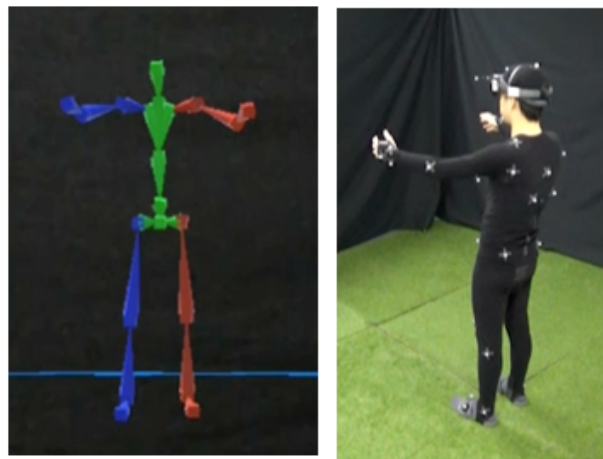


図 1 身体の外側の視点の作り方

この手順を行うことで実質的に身体の外側からの視点を作ることができる(図 1 下半分)。この視点を通して、ユーザは自身の姿勢をリアルタイムに視認し、身体を動かせる状態となる。こうした一連の処理を計算機により実行することで、ユーザは自身の身体の外側からの視点と、その外部の視点から見える身体の視覚情報を得ることができる。実際にこの機能を利用している様子を図 2 に示す。図 2 では、ユーザはリアルタイムに身体の前側の視点から自身の姿を見ている。

2. の機能はユーザが自身の身体の動きが結果としてどうなったのかを、身体の感覚が頭のなかに残っている間に確認できるようにする機能である。利用シーンを考えると、この機能はユーザが任意のタイミングで利用できるようになっている必要がある。そこで本プロジェクトでは図 3 に示すように、MR 用の Viewer 上にボタン UI を用意した。図 3 では白い部分がボタン、青色の部分が選択中のボタンを意味している。このボタンを選択することで特定の秒数前の動きからボタンを選択するまでの動きをリプレイ再生するようにした。

また、これを実現するために必要な、モーションデータを記録・再生しサーバアプリケーションとクライアントアプリケーションで共有する仕組みを開発した。さらに、アバターの動きを確認するだけでは運動情報を見落としてしまう場合や、時系列的な動きを把握するのが難しいという場合へ対応するために、動きの軌跡を可視化できる機能を開発した。軌跡は関節の位置毎に可視化でき、どの関節の動きを可視化するかはユーザが選択することができる。一度に複数の関節の位置を確認することもできる。図 4 は左手首の位置の軌跡を可視化した場合の様子で、青い線が軌跡を意味し、左手首を右から左に回転させながら動かしたことを示している。



ユーザの視点

ユーザの姿勢

図 2 システム利用時の様子

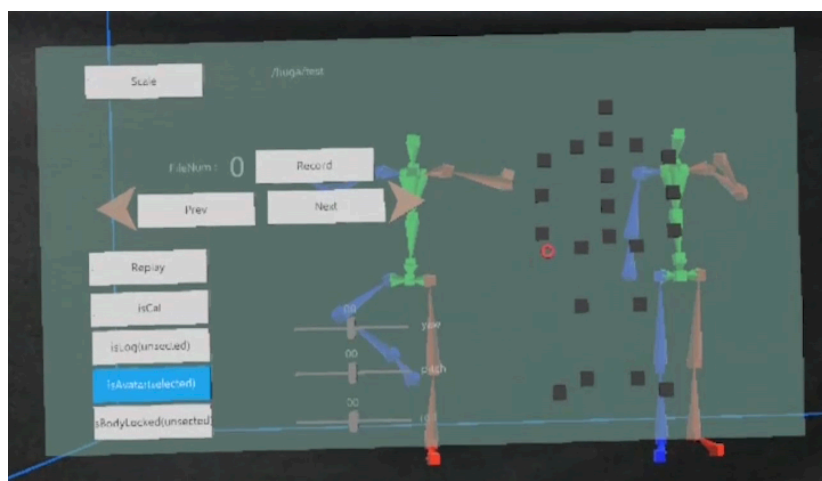
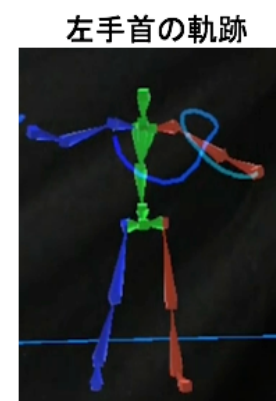


図 3 MR 用 Viewer の UI



動きの軌跡を可視化

図 4 左手首の関節の動きの軌跡を可視化している様子

3. の機能は自分以外の動きを 1. の機能と 2. の機能を用いて視認する機能である。体格を正規化することで、自身の運動情報と他人の運動情報との比較が容易に行えるようにした。さらに動きの軌跡の色を変化させることで動きの類似度を提示する機能を開発した。

4. 従来の技術(または機能)との相違

本システムは機能的に以下の点を実現したという点において、身体の状態を把握することを支援する従来のシステムと比較して特徴的である。

- リアルタイムに三次元的な姿勢を2種類の座標系を用いて実空間に重畳表示する。
- ユーザの外側の視点からみたユーザ自身の姿を作り出すことで、ユーザに視野の外側の情報を理解可能な形式で提示する。
- ユーザの運動情報とユーザ以外の運動情報との差分を数値化することなく、リアルタイムに視覚情報として提示する。
- モーションキャプチャシステムとMR用Viewerのハードウェア実装に依存せずに目的の機能を提供する。
- 身体動作を使った三次元空間用の視点切り替えUIを実現している。またこのUIはMR用Viewerの実装に依存しない。
- ユーザは意図した動きが結果としてどのような動きとなったかを高精度、かつリアルタイムに知ることができる。

5. 期待される効果

本プロジェクトでは、身体の動かし方という人間にとって普遍的な内容であるが、一般には問題視されていない課題を扱った。本システムでは、この課題をMR技術というエンターテインメント要素が強いように捉えられる技術を用いて解決を目指した点で、これまで身体の動かし方を問題視していなかったような層の人々に対して、この課題の存在を伝えやすくしている。今後、人間の身体をどう動かすかといった、ある種のUI的な取り組みが学術的に広がり、日常生活にも広がっていくことを期待している。

また、MR技術やモーションキャプチャシステムといった技術は、2018年2月現在において各分野の学術会議等で盛んに取り上げられている技術である。本システムは、それらの技術を日常生活に役立てる具体的な応用となりうるポテンシャルがあり、学術分野と産業分野の両方への波及効果が狙える。

6. 普及(または活用)の見通し

自身の姿勢を確認したいというニーズは多数派ではないかもしれないが、確実に一定数存在する。特に高校や大学で競技としてスポーツに取り組んでいる人々などで、自身の姿勢を確認するだけで運動技能が向上する場合があるが、設備等が十分でないがために支援を受けられない場面が想定される。本システムは特定のトレーニング施設や競技場、ゲームセンターなどへ常設的に設置することにより、そうした一定数のコアな利用者を獲得できると考えられる。また今後、モーションキャプチャシステムやMR用のViewerはAR/VR市場の価格競争の波に乗り、より安価に入手可能になる見込みがある点からも、本システムが、上述のターゲットユーザにまで十分に普及すると考えられる。

7. クリエータ名(所属)

濱西 夏生(東京大学大学院学際情報学府)