

VRと電動トレーニング機器を用いた筋力トレーニングシステム — 視・聴・力覚体験の拡張による新しい筋トレの開拓 —

1. 背景

近年、筋力トレーニング(以降、筋トレ)を行う人は大きく増加しつつある。一方、筋トレ体験には、単調さや辛さなど様々な課題が山積している。筋トレは主に視覚・聴覚・力覚を通して体験されるものであるため、VRと筋トレデバイスを組み合わせれば、情報技術をもってこれらの感覚に介入し、筋トレ体験を刷新できる。このようなシステムは有酸素運動や体幹トレーニングの分野では大きな盛り上がりを見せつつある。しかし、VRと連携して力を生み出すデバイスは出力が微弱なものが多いため、VRと連携して高負荷の筋トレを行えるようなシステムは少ない。

2. 目的

このプロジェクトの目的は、VRと連携して高負荷の筋トレを行えるシステムを開発し、かつ、それにより可能になる新しい筋トレ体験を示すデモアプリケーション(以降、デモアプリ)を開発することである。本システムでは、VR空間で楽しく高負荷の筋トレをできるだけではない。従来の筋トレの課題に対して、筋トレの視覚・聴覚・力覚に介入することで、これまでにない方法でアプローチした筋トレ体験を可能にする。こうした体験を構想してデモアプリに落とし込むことで、本システムの大きなポテンシャルを示す。さらに、本システムの開発ツールを整備して公開することで、多くの開発者がこの領域を開拓できるような状態を目指す。

3. 開発の内容

3.1. システム

本システムの全体像を図1に示す。本システムは、自作したデバイス、それを有名なゲームエンジンであるUnityから操作するためのAPI、これらを用いたVRアプリから構成される。



図 1: システムの全体像のイメージ図

本デバイスの内部を図2に示す。

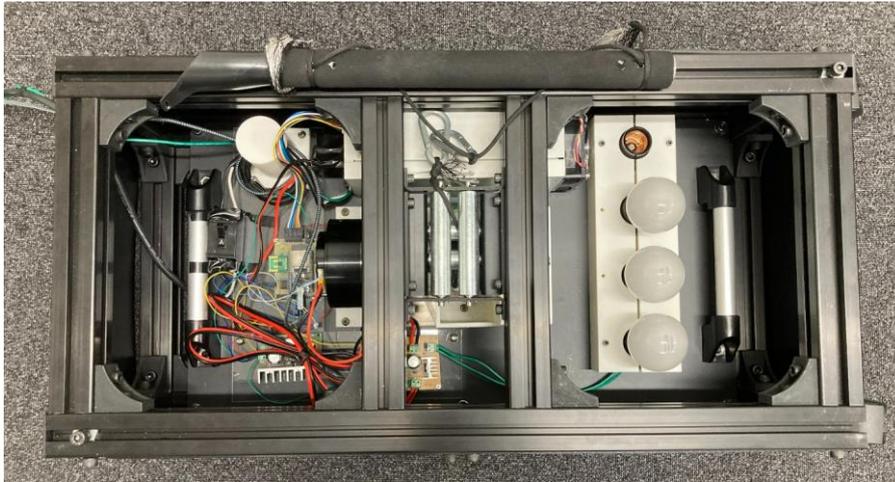


図 2: デバイスの内部の外観

モーターにはプーリーが接続され、そのプーリーに巻き付けられたケーブルが、中央にある 4 本のローラー機構から外に伸びている。そして、このケーブルが筋トレ用のハンドルに接続されている。モーターがケーブルを引っ張るのに抗ってハンドルを引き上げることで、筋トレができる仕組みである。様々な向き・体勢で使用することで、色々な筋トレ種目が実施可能である。また、図 3 に示すように、Meta Quest2 の延長グリップに穴をあけてケーブルを通したものをハンドルとして使い、またそのホルダーを取り付けることで、本デバイスおよびハンドルの位置情報を VR アプリから取得できるようにしている。



図 3: ハンドルおよびマシンをトラッキングするための機構

本デバイスの回路構成を図 4 に示す。本デバイスでは、パワードスーツ等で使われるような高出力のモーターを採用している。本プロジェクトでは安全のため出力負荷を制限しているが、最大で 70kg 以上の負荷を出力可能である。また、ハンドルを挙上する際は回生電力が発生するため、それを電球によって消費している。そして、制御用のマイコンを用いて、CAN 通信を通して、VR アプリからモーターへの指令を素早く安全に反映している。

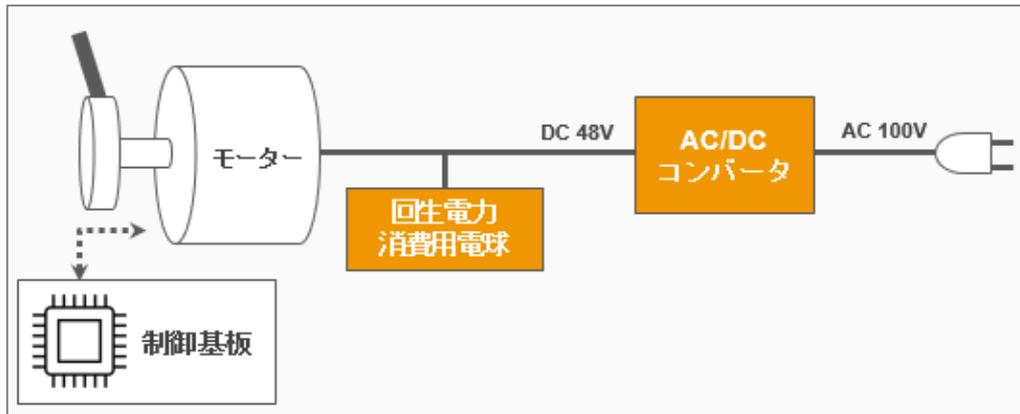


図 4: 本デバイスの回路構成

本プロジェクトでは、本デバイスを用いた VR 開発をサポートするための UnityAsset を開発してリリースした。これにより Unity 上から、GUI または簡便なスクリプトインターフェースを通して、デバイスを制御することが可能である。

3.2. デモアプリ

本プロジェクトでは、本システムを活用して筋トレの視覚・聴覚・力覚体験を拡張し、筋トレの課題を解決するようなデモアプリを、3 つ公開した。

1 つ目は、釣りをモチーフにしたデモアプリである(図 5)。VR 空間での大きな力覚演出を筋トレに取り入れることで、負荷そのものを楽しみを加えて、単調さの解決に寄与する。本アプリでは、現実空間ではハンドルを挙上して腕の筋トレをしているが、VR 空間では、釣竿を使って魚を釣り上げているような体験をする。本アプリには、魚が針を突く感触、魚が暴れる感触、大物が竿を強力に引っ張る演出など、複数の力覚演出を実装している。加えて、ユーザーの筋力を自動測定して適切な負荷を設定する、挙上中に自動で動的に負荷を調整するなど、電動トレーニング機器特有の性質を活かした筋トレ支援機能を実装している。さらに、美しい景観、自然な魚の動き、直感的にわかりやすい操作も実現している。



図 5: 釣りをモチーフにしたデモアプリのプレイ画面

2 つ目は、VR 空間で生じられる錯覚効果を利用して筋トレ効果を向上させるデモアプリである(図 6)。本アプリでは、挙上動作をガイドする移動壁が右方向から左方向に向かって流れていくため、その移動壁に当たらないように所持していくスティックを操作する。本アプリには 2 つの錯覚効果を用いている。1 つ目は、プロテウス効果というものである。リアルタ

イムで姿勢推定をして、筋肉質なアバターを生成して自身の体と感じてもらうことで、挙上回数の向上を狙うことができる。2 つ目は、Pseudo-Haptics 効果である。VR 空間での腕の動きを実際よりも大きくすることで、疑似力覚が生じて重量を軽く感じることができる。

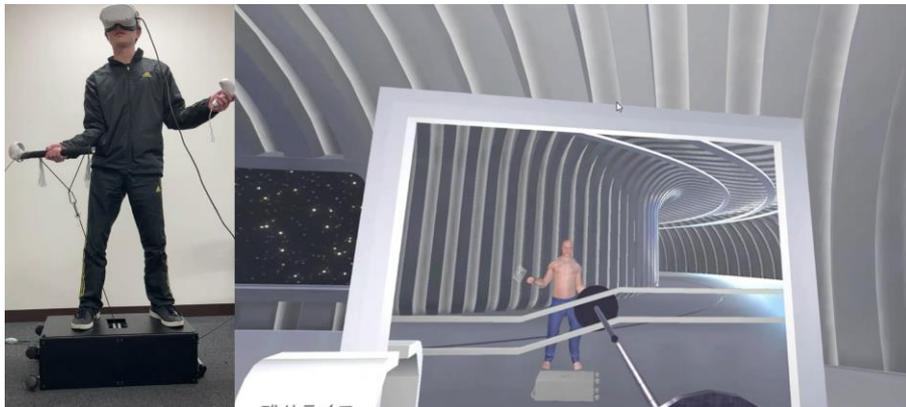


図 6: VR 空間での錯覚効果を用いたデモアプリのプレイ画面

3 つ目は、異なる種目・筋力・場所同士での合同トレーニングを実現するデモアプリである(図 7)。本デモアプリでは、通信機能付きの握力計を制作した。握力計側のユーザーは、現実空間では握力計を握っていて、VR 空間では魔法の杖を握りビームを出しているように見える。そして、デバイス側に握力値を送信し、デバイスはそれに応じた負荷を出力する。一方で、筋トレデバイス側のユーザーは、大きなカブを引っ張っているように見える。そして、筋トレマシン側からは握力計側にハンドルの位置情報を送信し、握力計側はそれに応じてビームの衝突位置を変動させる。このようにして、異なる種目間の協調を実現している。また、デバイスの出力の大きさを、ユーザー間の筋力差に応じて調整することで、異なる筋力間の協調を実現している。そして、遠隔通信を行い異なる場所間での協調を実現している。このように、現実では異なる種目やデバイス・筋力・場所で筋トレをしているが、本システムを通して、相手が同じ種目・同等の筋力・同じ場所で共に筋トレしているような体験が実現する。



図 7: 異なる種目・筋力・場所同士での合同トレーニングを実現するデモアプリのプレイ画面

4. 従来の技術(または機能)との相違

本システムおよびデモアプリが従来の VR とトレーニングの連携システムと異なる点は 3 つある。

1 点目は、本システムが高負荷の筋トレを対象にする点である。これまで VR と連携してトレーニングを支援したり楽しくしたりするシステムは、有酸素運動や体幹トレーニングが中

心であった。しかし、本システムによって高負荷の筋トレにおいても、技術とエンターテインメントを持ち込むことが可能になった。2 点目は、筋トレの楽しさや成果向上に対する、新しいアプローチを可能にして提案している点である。これまでのトレーニング支援システムは、ゲーム化やトレーニングメニューのパーソナライズ等が主流であった。これに対し、本システムとデモアプリは、従来の筋トレの視覚・聴覚・力覚体験を拡張するようなアプローチを通して、筋トレの課題を解決できることを示している。3 点目は、設計図の公開や API の整備・配布によって、自分たち以外の開発者も簡単に、VR と連携した高負荷の筋トレアプリを開発できるようにしている点である。

5. 期待される効果

家で筋トレをする人と、ジムで筋トレをする人の双方が、本システムによって、筋トレの楽しさ、成果、モチベーション等を向上できる。デモアプリで示したような、筋トレの力覚的楽しさ、VR の錯覚効果による支援、異なる種目・筋力・場所間での合同トレーニングに加え、視覚・聴覚・力覚に連携して介入できることを活かした様々な効用をトレーニーに提供できる。加えて、第三者向けの開発環境の整備により、VR と連携した高負荷の筋トレにおける研究・開発を促進していくことができる。さらに、筋トレに限らず、VR と高出力の力覚の連携システムのプラットフォームとして、VR 領域そのものに対しても、その研究・開発に大きく貢献する。

6. 普及(または活用)の見通し

本システムの活用を推進していくために、2 つの方向性を考えている。

1 つ目は、本システムの一部または全体を公開して、筋トレを始めとした VR と高出力の力覚体験の開発プラットフォームとして成長させていくことである。2 つ目は、ビジネスにおける展開である。本システムとデモアプリを、フィットネス関係者、VR 関係者、エンタメ関係者に売り込みながら、製品またはその一部として、社会に使われていくことを考えている。

7. クリエータ名(所属)

- 栗本 知輝(東京大学 大学院学際情報学府)
- 黒木 琢央(東京大学 大学院新領域創成科学研究科)
- 松田 響生(東京大学 大学院新領域創成科学研究科)

(参考)関連 URL

リリースサイト <https://home.trave-project.com/>