

1. 担当 PM

稲見 昌彦（東京大学 先端科学技術研究センター 教授）

2. クリエータ氏名

鈴木 湧登（北海道大学 工学部）

3. 委託金支払額

2,736,000 円

4. テーマ名

合気道の体の使い方の習得を支援するソフトウェア群の開発

5. 関連 Web サイト

https://no-maps.jp/ar_aikido/

6. テーマ概要

体格や体力に関係なく相手を制することが出来る武道である合気道は、女性や子供でも大男を投げ飛ばせるところが魅力的で、近年では護身術として人気が高い。合気道の団体では「小よく大を制す」ことが出来るその独特な体の使い方を頻繁に練習する。しかし、その習得には以下のような問題が存在する。

- 習得すること自体が難しい
- 指導者に 1 対 1 で指導してもらえない時間が少ない
- 初心者には体の使い方ができているかを自分で判断するのが難しい

本プロジェクトでは、これらの問題を解決する 2 つのソフトウェアを開発した。

一つはユーザの体の周りに視覚映像を追加することで、合気道的な体の使い方のコツをユーザに素早く掴ませることが出来る MR（複合現実）向けのソフトウェアである。これにより、合気道の体の使い方の習得の難しさを下げること、合気道の指導者がいなくても合気道の習得ができるようにすることを目指す。もう一つのソフトウェアは、筋電センサとスマートウォッチを利用することで、

ユーザの体の使い方を評価するソフトウェアで、これによりユーザ自身の動きがどの程度合気道の体の使い方になっているのかを数値的に分かるようにする。

本システムを使用した合気道の体験会を開催することで、合気道に興味を持ってくれる人を増やすだけでなく、合気道の体の使い方を習得することにより、日常生活や介護の負担軽減など、合気道によって恩恵を得る人を増やすことを目指した。

7. 採択理由

空手家を志す少年が、なぜか空手の練習でなく車のワックスがけやペンキ塗りをさんざんやらされ、師匠の真意を測りかねているところ、それらの動作が空手の上達につながったという描写が、かつてのフィクション映画『ベスト・キッド』の中にあった。本提案はARで表示されたリンゴを持ち上げることで合気道の所作を身に着けるといふ、映画で描かれた世界を現実にしたような、ユニークなプロジェクトである。そしてさらには合気道で身に着けた動作を、重いものを持ち上げるなど日常生活に活用することを目指した「人間版転移学習」であり、合気道にとどまらない応用を期待し、採択とした。

8. 開発目標

合気道とは、合理的に体を使うことで、体格や体力に関係なく相手を制することを目的とした武道である。女性や子供でも大男を投げ飛ばせるところが魅力的で、近年では護身術として人気が高い。合気道には基本の練習と応用の練習の2つの練習がある。基本の練習とは型の練習のことであり、他の多くの武道でも行われている練習方法である。一方応用の練習とは、体格差に関係なく相手を制するための合気道の体の使い方の練習のことである。腕の筋肉を使うのではなく体全体を使って技をかけることで、“小よく大を制する”ことが出来るのだ。しかしながら、この合気道の体の使い方は習得するのが難しい。合気道の指導では、「近くのボールを軽く捕るような気持ちで技をかける」、「食べものを口に運ぶ時と同じ力の使い方をして技をかける」などといった曖昧な指導が多い。実際にこれらの教えの通りに技をかけると“小よく大を制す”合気道的な体の使い方はできるのだが、初心者は簡単にその感覚を掴むことが出来ない。また、合気道の体の使い方は指導者の実演を見て真似すればできるようになるわけではないので、1対1の指導が必要である。しかし、合気道は受講者の数に対して指導者の数が少ないので指導者が受講者一人当たりには割ける指導時間も限られてしまい、受講者が指導者に1対1で指導してもらえる時間は非常に短くなってしまっている。そして、これら応用の練習に対する支援プロダクトはいまだ考案されていない。本プロジェクトでは、これらの問題を解決することを目的とした。

9. 進捗概要

ユーザの体の周りに視覚映像を追加することで、合気道の体の使い方のコツをユーザに素早く掴ませることが出来る Mixed Reality 向けのソフトウェア「Gino .Aiki」を 11 個作成した。また、それに加え、作ったソフトウェアを用いてワークショップを行ったり、身体的負荷の高い仕事現場などでの実証実験を行ったりもした。以下に詳細を示す。

MR ソフトウェア

合気道の技を習得する MR 向けソフトウェアは全部で 11 個作成した。その中でも特に学習精度の高かった 4 つを以下に紹介する。

① Gino .Aiki 001 球体捕縛（きゅうたいほばく）

合気道の「押す」動作を習得できるソフトウェアである。ユーザが MR グラスを被ると図 1 のような映像が見える。両手の前に仮想のボールが出てきて、ユーザはそれを捕ろうとする。しかし、ボールもユーザの動きに合わせてさらに遠くに行く。それに呼応してユーザは遠ざかったボールを捕ろうとする。しかし、またボールは遠ざかる。このような、少し前にあるボールを捕ろうとする動きを何度も行うことは、合気道の「押す」動きに酷似している。そのため、ユーザはこのボールを捕ろうとするだけで勝手に合気道の動きが出来てしまう。これにより、合気道の体の使い方の感覚を掴むことが出来る。

② Gino .Aiki 006 重力正転（じゅうりょくせいてん）

合気道の「倒す」動作を習得できるソフトウェアである。ユーザが MR グラスを被ると図 2 のような映像が見える。球体捕縛と同様、“ボールを捕ろうとし、それに呼応してボールが遠ざかり、またその遠ざかったボールを捕ろうとする”という原理が「倒す」動作の習得を可能にしている。球体捕縛と異なるのは、ボールの進む方向である。ボールはユーザの左斜め前に出てきて、奥の方に遠ざかっていく。そのボールを捕ろうとするだけで相手を倒すことが出来る。

③ Gino .Aiki 007 重力反転（じゅうりょくはんてん）

合気道の「上げる」動作を習得できるソフトウェアである。ユーザが MR グラスを被ると図 3 のような映像が見える。動作原理は先の 2 つと同じである。ユーザの両膝の前にボールが出てきて、そのボールを捕ろうとするだけで、相手を上方に上げることが出来る。

④ Gino .Aiki 011 五指拡張（ごしかくちょう）

合気道の「下げる」動作を習得できるソフトウェアである。ユーザが MR グラスを被ると図 4 のような映像が見える。動作原理は先の 3 つとは異なる。ユーザの身体の一部を拡張し、その拡張された身体を自分の一部とみな

すことで、ユーザが普段無意識に行っている体内最適化の計算が拡張された体に適用される。その体の使い方は合気道の体の使い方の感覚に近いので、結果的に合気道を習得できることになる。本ソフトウェアでは、ユーザの指が2倍ほどに延長される。その延長された指を以って両手で耐えている相手を片手で下げると、簡単に下げることが出来る。

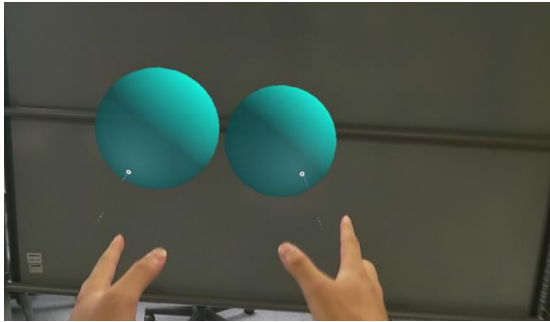


図 1：球体捕縛



図 2：重力正転

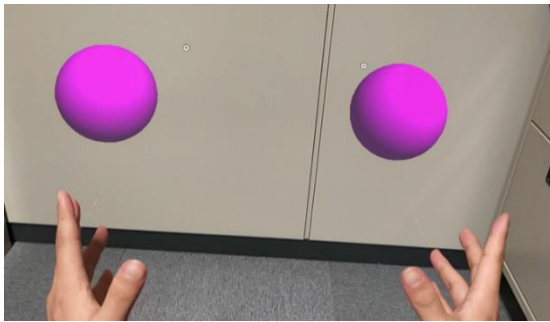


図 3：重力反転

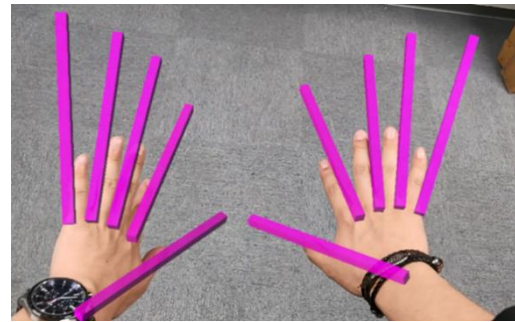


図 4：五指拡張

ワークショップ・実証実験

本プロジェクトではワークショップや実証実験を多く行った。ここでは、その中でも、NoMaps2021 というイベント内で行われたワークショップについて記述する。

札幌市が 2016 年から毎年開催している NoMaps というイベント内で、Gino .Aiki のワークショップを行った（図 5）。参加者は既存の方法で合気道を学んだり、それと比較するために本ソフトウェア（球体捕縛と重力反転）で合気道を学んだりした。加えて、合気道を日常動作に応用する体験を項目として設定したことで、参加者は重たい荷物を上げる、重たいものを押すといった動作がどの程度楽になるのかを体験した。ワークショップ終了後のアンケートでは、「ARの方が分かりやすかった」「日常動作が楽になった」という意見が得られた。インタビューにおいても同様の意見が得られ、多くの参加者が本システムの効果を実感したことが分かった。



図 5 : 開催したワークショップの告知サムネイル
https://no-maps.jp/ar_aikido/ から引用)

評価・検証

本プロジェクトでは、合気道の習得やその応用の支援を実現するだけに限らず、合気道がどうして“小よく大を制す”ことが出来るのかを科学的に解析した。ここでは、北海道大学医学部保健学科で行った実験について記述する。

実験では、筋電位センサを用いた測定を行った。通常の力の使い方と合気道の体の使い方での前腕の筋電位が変わるのかどうかを調査した。測定した動作は「押す」「上げる」「倒す」「引く」「下げる」の5つであるが、ここでは、「倒す」動作についてのデータを紹介する。

「倒す」は横に倒されないように押さえつけられた状態から、横に倒す動作である。まず初めに力づくで倒し、その後合気道の体の使い方での倒した。結果は図6のようになった。



図 6 : 「倒す」の筋電位の変化

横軸は経過時間で、縦軸は筋電位の値を示している。1384ms から 5533ms あたりが力づくでの記録で、7377ms から 10143ms あたりが合気道の体の使い方での記録である。力での場合は初動が緩やかであるのに対し、合気道での場

合は初動が急であった。筋電位の最大値は、合気道での場合の筋電位の値が力づくでの筋電位の値の 2.25 倍となった。

10. プロジェクト評価

基本の練習である型の練習の問題は、型が複雑な動きであるがゆえに初心者が一連の動きを習得するのに時間がかかる。なお、この問題に対しては既に様々な解決策が提案されている。Corbi らは合気道の膝行（しっこう）という動きの上手さを数値的に解析する MyShikko を開発した。これは、ステレオカメラでユーザの膝行の様子をキャプチャしつつ、ユーザの腰につけたスマートフォンの慣性センサから膝行の加速度データを取得することで、ユーザの膝行の動きを波形として表現したものである。この波形を上手な人の波形と比べて自分の動きを修正することで、合気道の動きの学習が捗る。また、Han らが開発した My Tai-Chi は太極拳の型の自習を補助してくれるシステムで、ユーザが VR 環境上で、四方八方にいる正しい型を実演しているバーチャルコーチを見ながら太極拳の型を自習していく。これは太極拳の型に関する研究であるが、型を練習するという意味では合気道の型の練習にも応用できるだろう。このように型の学習支援は良く研究されている。しかし一方で、応用の練習は学習支援が行われていない。本プロジェクトは、この応用の練習の支援ソフトウェアを作成し実証実験することで、合気道の体の使い方の習得支援という世界で未だ誰も挑戦したことがなく、かつ、踏破したことのない分野の IT 化を進めた点に新規性がある。

なお、本プロジェクトでは、ユーザテストの他、ワークショップや実証実験を多く行っており、それらを通して、本ソフトウェアがユーザの身体的負荷を軽減させることが示された。これにより、本ソフトウェアは合気道という枠にとどまらず、介護や育児といった身体的負荷の高い仕事の軽労化に応用できると考えている。加えて、本ソフトウェアでの合気道の習得の速度は年齢によって変化したりしないことも確認されたので、老若男女問わず多くの人々が利用でき、日常動作を楽にさせることが出来ると期待できる。また、合気道だけでなく、様々なコツを視覚的に学習できるプラットフォーム Gino を立ち上げる予定である。ユーザはこの Gino 上でコツを視覚化して売ったり、他人のコツを買ったりすることが出来る。これが実現されるとスマートフォンでアプリケーションをインストールするのと同じように、手軽にコツを自分の身体にインストールすることが出来る世界になると期待できる。

クリエイターの鈴木氏は自らも合気道を嗜み、その経験から身をもって指導の難しさを知っている。コロナ禍で当初予定していたユーザスタディ等がままならないなか、とにかく前向きにプロジェクトを進めていたのが印象的であった。

11. 今後の課題

本プロジェクトでは、Microsoft HoloLens 2 での実装だけでなく Meta Quest 2 での実装も進めている。これにより、より幅広い VR ユーザに本ソフトウェアを提供することが可能になる。加えて、本プロジェクト期間終了後にはスマートフォンでも利用できるようにすることを検討しているようである。スマートフォンで気軽に合気道を学べるようになれば、普及の見通しがかなり立つのではないかと考えている。さらに、身体的負荷の高い職場の方々に積極的に使用してもらうことによって普及を目指せるのではないかと考える。