

身体動作に対する遠隔教育支援システム —動作教育の提示・簡易評価手法の研究— Distant Learning Support System to Bodily Movement —A Study of Presentation Method and Evaluation Method—

†高内 一平 †飯田 尚紀 †武田 昌一
†Ippei TAKAUCHI †Naoki IIDA †Shoichi TAKEDA

1. まえがき

現在、注目されている e-Learning などをはじめとする新しい教育方法は、マルチメディア技術とブロードバンド通信環境の整備に連動し、単なるテキストデータの転送だけに留まらず、画像や音声を利用する形態に移行している。このような教育環境を背景とする教育支援システムでのコンテンツは、授業中の授業資料の提示や、授業時間外での学習者の自習などに用いられ、授業・講義に関する予復習に利用する機会が多い。

このシステムの利用する場所と時間について考えてみると、「学校外の環境」から「いつでもできる」システム運用が望ましい。本報では、これら遠隔地による教育方法に対して、遠隔学習という表現を用いている。

この遠隔学習というものは、図1に示すような「違う時間」に行く時間的遠隔学習と、「違う場所」で行う距離的遠隔学習の2つのモデルがある。そのような環境の中で、現在、遠隔学習は、講義を中心とした知識伝達型の形式により展開され、その効果を上げている。

しかし、学習対象を“動作”や“動き”という点に当てはめると、講義中心である知識伝達型の授業形式であるため遠隔学習が効果的に運用されている例が散見できない。

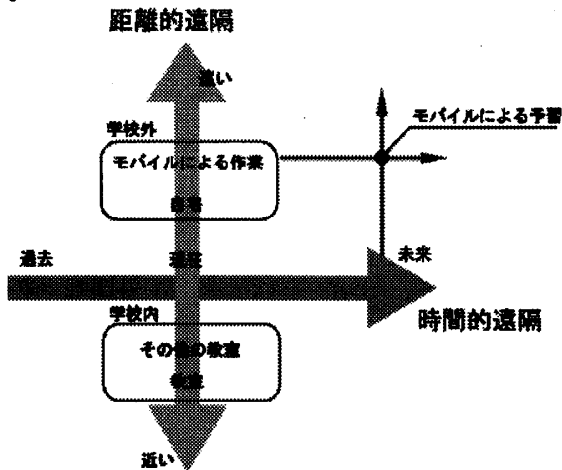


図1: 2つの遠隔学習モデル

通常、指導者がいない場所での動作の習得方法に、連続写真などを用いる方法がある。この方法はある程度慣れた人に対しての効果は望めるが、それ以外の人には効果的とは言えない。これは、その動作に対し明確な視覚的情報を持っていない学習者は、画像間の動作を自身の想像により補完する必要があるためである。

また、この方法では、一方的な学習方法であるため、自分の動作と見本となる動作の差異を認識するが困難である。効果的な動作の学習には学習者が習得したい部分の動作を、いろいろな角度から見ることの可能な自由度の高い映像とその動きに対応する補助情報で明確な視覚情報を得ることが、人体動作の学習に対して強力な支援になると考え、これを可能とするシステムの開発を目指している。

2. 目的

身体動作の教育・学習について考えた場合、正しいフォームの学習がスキル向上に繋がると言える。

フォーム練習支援の研究として、熟練者が実際に指導するなどの教示方法を、VR技術を用いて行う見本動作がアバターとしてVR空間上に表示され、学習者はアバターと自分の動作を目視しながら、動作を間接的に模倣するUngyeonら[1]による“Just Follow Me”などがある。

また、フォームという外見的な要素だけでなく、筋電図等を用いた筋群収縮のタイミングを分析した結果、スキルの異なる熟練者と初心者の筋電図に違いがあるという渡辺ら[2]のような報告もある。また、内面的情報をフォームと同時にVR空間上に提示する浦脳ら[3]の力みの度合やタイミングなどの情報をフォームと同時に提示できるスポーツフォーム練習支援システムなどがある。

しかし、これらのシステムは筋電図装置やモーションキャプチャ装置といった、大規模装置が必須条件であり、学習環境の整備が容易では無いなどの問題がある[4]ことから、普及を視野に入れた遠隔学習の方法として、あまり適していないと推測する。

そこで、本研究では、可能な限り小さなシステムで、遠隔学習に対応する身体動作習得支援システムの構築を目的としている。

3. システム概要

本研究の構成として大きく4つのPartに分けた。それぞれについて以下に示す。

Part1 動作の取り込み

身体動作を習得するためには、習得対象となる動きデータを取り込む必要がある。これは、計測系が確立された空間内で動画データとして取り込む。

また、学習者が自分の動作を取り込み、手本と自分の動作の比較対照を行うために、学習者が自身の動作をデータとして取り込む。

Part2 動作の再現

習得対象となる動作から、各時間に対応する身体の

位置情報を解析し、3次元コンピュータグラフィックス(以下3DCGと記す)を用いて表現したモデルによって再現する。再現には、DirectXを使用しXファイル形式で出力した。これにより、システム利用による学習の際に、自由な視点操作をすることが可能である。

Part3 動作の提示

再現された動作は、コンピュータ画面上で提示されるが、自分の動作も同時に画面上に提示でき、両者を比較することによって、習得対象動作と自身の動作の差異を視覚的に認識することが可能である。

Part4 動作の評価

動作評価を行う関数を設定し、自分の動作の習熟度を定量的に評価するシステムを組み込むことにより、動作が評価される。

本報では、この中でPart3の提示と、Part4の動作評価について試行を行った。

Part4に対しては、2台のデジタルビデオカメラ(以下DVカメラと記す)を用意し、計測系を揃えた高精度の動作評価と、1台のカメラでも、それを可能にする簡易の動作判定に機能を分けている。本報では簡易の動作判定について述べている。

4. 計測方法^{[5][6]}

現在のモーションキャプチャ装置には多数の計測装置を必要とする。このため、これと同様の環境を構築することは容易でない。そこで、本報での身体動作の取込は、簡易的な方法で高精度の計測を行った。これは、2台のDVカメラを使用する簡易の擬似的な光学式モーションキャプチャにより、身体動作の位置情報を取り込み、3DCGモデルの構築を行った。図2に示す様に90度の角度に配置した2台のDVカメラを使用し、正面と側面からの2方向から同時に撮影する。

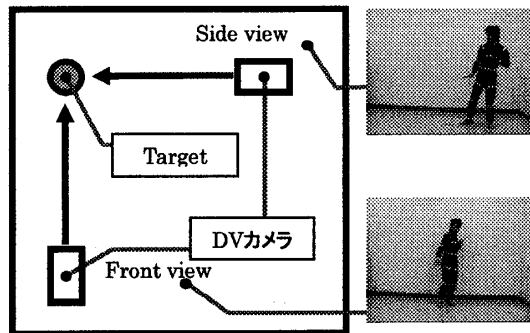


図2: カメラ位置と取り込み画像

5. 対象動作

計測対象となる身体動作は広義的に見た場合、柔道や剣道などのスポーツや能・狂言といった伝統芸能、さらに介護や福祉の分野では、要介護者に対する介護動作など多様な分野を対象にすることができる。しかし今回、対象とする動作は著者が長く学んだことを理由とし、少林寺拳法の動作に着目した。少林寺拳法とは守りからの反撃を主体とする護身術である^[7]。

6. 重ね合わせを用いた提示手法

学習画面での操作を、実際の流れに従いに示す。学習画面では、使用する取り込み装置が、身体動作計測で利用したDVカメラから、簡易の取り込み装置であるwebカメラに変更している。学習者側の環境整備が容易であることから、実験を兼ねているためである。

- (1) まず、背景差分処理用の背景画像をDVカメラや、webカメラなどの取り込み装置を用いて取得する。webカメラのfpsと解像度の設定は30[frame/sec] 640×480[pixel]である。
- (2) 学習者は実際に動作を(1)と同様の取り込み装置を用いて取得する。
- (3) 次にファイル読み込みにてモーションを組み込んだ習得対象動作に対応するXファイルを読み込み、図3に示す表示領域に習得対象動作を表示する。ここでは、(2)で取り込んだ動画を本システムの背景画像として表示する。背景に表示される動画の設定は、ビルボード機能を使用しており、視点に対し垂直を保ち、常に背景に表示される。図4では3DCGモデルと背景の位置をわかりやすいよう、ずらして表示している。

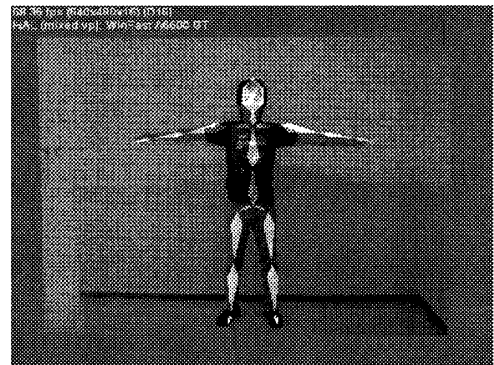


図3: 重ね合せインタフェース

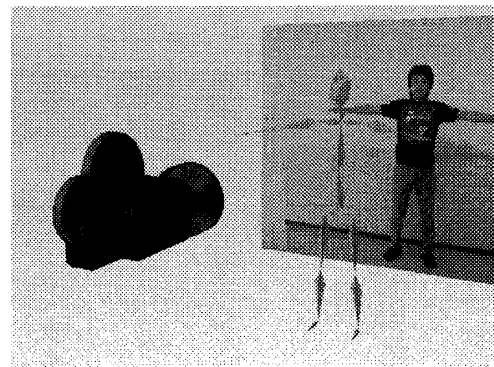


図4: 3DCGモデルと背景

- (4) 表示領域に習得対象動作のアニメーションが表示され、3DCGモデルをマウスの操作で、視点変更を行い学習者との位置を重ね合わせる。
- (5) 習得対象動作を行う3DCGモデルを半透明で表示し、3DCGモデルの動作と背景に表示される学習者の動作を確認しながら学習する。

7. 簡易の動作判定

1台のwebカメラを利用する、簡易の動作判定に対して解説する。

- (1) 初めに、ビルボードに映る前章の(1)で取り込んだ背景画像と、学習者の画像から差分処理を行い、学習者の存在する領域を各時間に対し抽出する。
- (2) 3DCGモデルの骨格に、図6のような簡易判定に利用する不可視のマスク領域を設定する。これは、3DCGモデルの階層構造それぞれのノードに対して、子となる別のノードをリンクしている。このため、服を着せ替えるような感覚で、判定範囲の大きいマスクから、小さいマスクに容易に設定することが可能である。

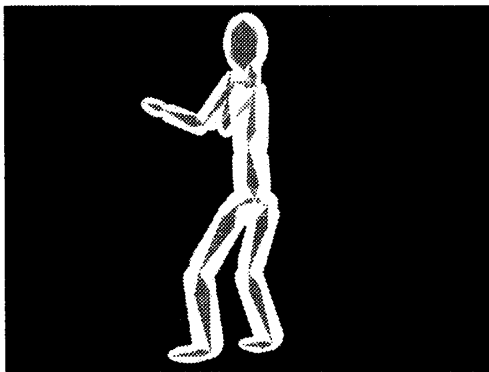


図6：3DCGモデルのマスク領域

- (3) 学習者の存在領域と、3DCGのマスク領域の範囲を比較する。そのマスク領域の範囲を超える動作をした場合、3DCGモデルが警告色に変化し、学習者に注意を呼びかける。
- (4) 注意点の視覚化に対しては、(3)のリアルタイムの警告とは別に、学習者が客観的に閲覧する機能も考えている。これは、学習者が習得対象動作を複数回繰り返し練習する。そのとき学習者の動作が3DCGモデルのマスク範囲を超えた時間を記録し、その動作に対して警告が出やすい部分の時間を提示する。図7は学習者が、10回繰り返し練習したときの、時間に対する不適合回数を、加算していく積み上げ形式で記録したグラフである。

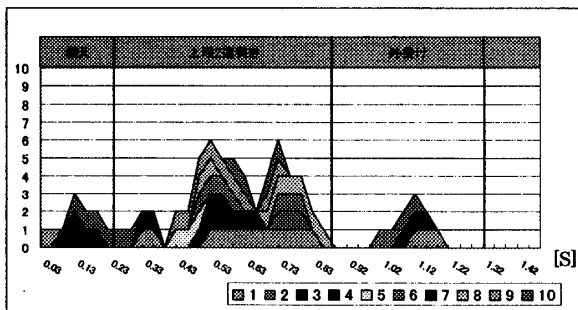


図7：時間に対する不適合回数

これにより、自分の動作と見本となる動作の差異が直接、目視により認識することが可能である。これは従来のビデオ映像による練習方法と比較した場合、死角の除去や

任意の位置拡大によるビデオの映像と同一の動作の流れを持つ、任意に変更可能な映像情報として提示することが可能であり学習者の理解の向上に繋がると考える。

8. 評価

3DCGモデルの重ねあわせについて考察する。本報において使用した3DCGは、筆者の身体情報を基に作成している。そのため筆者が本システムを使用する際に問題は無い。しかし、モデルを学習者の身長や体型に合わせた骨格モデルの正規化や、マスク領域範囲を変更しなければならない問題がある。

また、マスク領域の範囲に対して、服装に影響され誤判定を起こすことも推測されるため、初心者は大きなマスクを使用し、熟練する過程でマスク領域を小さくしていくなどの領域の範囲に段階を分ける手法から、判定に最適な範囲検証していく必要がある。

そして、本システムの有効性に対して考察する。熟練者と初心者の違いに、動作に対するフォームの理解度の違いが挙げられる。熟練者は動作に対するフォームを理解して動作しているが、初心者はフォームを模倣することで精一杯であるためである。本システムを使用しフォームの予習を行うことにより、ビデオなどの映像には対応しきれない視点変更や簡易評価から、直接指導を受けられる際に余裕を持って学習することが可能である。

9. まとめ

まとめとして、様々な検討課題はあるが、差異の情報を初心者が閲覧した際に、初心者は熟練者との差異について気が付かないことも考えられる。しかし、その情報を教育者が閲覧することにより、的確な指導に繋がるなど、学習者にたいする有効性だけでなく、教育者に対しても有効であるということから、動作教育のための支援に対し、目視ではあるが熟練者と初心者の差異が閲覧できるという機能は、動作習得において有効であると考えている。

今後さらに学習効果を高めるために、学習者の理解に繋がる補助情報を提示するインタフェースの開発に取り組みたいと考える。本システムの操作には、現在マウスによって操作する仕様であるため、webカメラの前からPCの前に移動する必要がある。

このため、操作を行うたびに学習者と3DCGモデルの位置調整に時間を取られてしまうなどの問題がある。

そこで、音声入力、またはハンドジェスチャによる操作を可能にしたいと考えている。

そして、今後は評価の部分に対してであるが、現在の目視による動作の確認ではなく、学習者の動作と、3DCGモデルの動作の比較評価の自動化を可能とするために、人体動作における動作の関数化を目指し研究し、本システムの有効性について検討していくことが必要であると考えている。

文 献

- [1] Ungyeon Yang, & Gerard Jounghyun Kim :
Implementation and Evaluation of "Just Follow Me", an Immersive VR-based Motion Training System, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT, 11(3), 2002.
- [2] 渡辺 一志, 筋電図によるアーチェリー分析, 第 11 回全国高等学校指導者研修会[技術セミナー], 2002.
- [3] 浦脇浩二, 増田泰, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, 生体情報可視化を利用したスポーツフォーム練習支援システムの構築, 第 47 回システム制御情報学会研究発表講演会, 5041, pp.487-488 2004, 5
- [4] 松尾 彰文, トップレベルの選手を対象としたスキルチェックをトレーニングへ活用する試み, 体育の科学, 53(8), pp.600-607, 2003,8
- [5] 高内一平, 飯田尚紀, 長江貞彦, 人体動作に対する遠隔教育システムのインタフェースによる提示方法の研究, FIT2004 第 3 回情報科学技術フォーラム, p239-242
- [6] 高内一平, 飯田尚紀, 長江貞彦, マルチメディア環境における 3 次元動体モデルの構築に関する一考察 図学研究, 第 39 巻 4 号, p19-p24, 2005,12
- [7] 少林寺拳法オフィシャルホームページ
<http://www.shorinjikempo.or.jp/>
- 高内 一平
平成 17 年 近畿大学生物理工学研究科電子システム情報工学専攻博士後期課程入学, 現在博士後期課程 2 年在学中, 身体動作の遠隔地学習に関する研究に従事.
- 飯田 尚紀
平成 3 年大阪府立大学大学院総合科学研究科情報科学専攻修士課程修了, 平成 6 年より産業技術短期大学助手, 平成 10 年より講師, 平成 17 より助教授, 学術修士, 画像情報処理の手法を用いた人体計測システムの開発に関する研究に従事.
- 武田 昌一
昭和 49 年 東大大学院修士課程了, 昭和 49-50 年 ロータリー財団奨学金により, 米国スタンフォード大学人工知能研究所に留学. 昭和 50 年-平成 3 年 日立中研にて音声規則合成, 画像処理等の研究に従事. 平成 3-18 年 帝京平成大情報学部を経て, 健康メディカル学部臨床心理学科教授. 平成 18 年-現在 近畿大学生物理工学部電子システム情報工学科教授. 音声情報処理, 感性情報, 脳波解析等の研究に従事.