

超高齢社会における技能継承のためのユビキタス手習所の研究開発 (092302003)

Development of a Skill Learning System “Ubiquitous Tenalai-docolo” for Passing Down Traditional Skills in a Super Aging Society

研究代表者

玉本英夫 秋田大学

Hideo Tamamoto Akita University

研究分担者

吉村 昇[†] 桂 博章[†] 水戸部一孝[†] 石橋和幸[†] 三浦 武[†] 松本奈緒[†] 齋藤正親[†]
湯川 崇^{††} 海賀孝明^{†††} 藪内祥高^{††††} 上村知弘^{†††††}

Noboru Yoshimura[†] Hiroaki Katsura[†] Kazutaka Mitobe[†] Kazuyuki Ishibashi[†]

Takeshi Miura[†] Naho Matsumoto[†] Masachika Saito[†] Takashi Yukawa^{††}

Takaaki Kaiga^{†††} ***** Yoshitaka Yabuuchi^{††††} Tomohiro Uemura^{†††††}

[†]秋田大学 ^{††}ノースアジア大学 ^{†††}(株)わらび座

^{††††}(株)マザーズシステム・ジャパン ^{†††††}横浜電子工業(株)

[†]Akita University ^{††}North Asia University ^{†††}Warabi-za

^{††††}Mothers System Japan Inc ^{†††††}Yokohama Electronics Co.,Ltd

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

概要

秋田県では高齢化・過疎化により多くの伝統技能が消失の危機に瀕している。本研究では、技能者の巧緻動作、力の入れ方などを記録し、技のデータベースとして保存すると共に、技の仕組みを研究する。さらに、HMD(ヘッドマウントディスプレイ)を介して自身の手指と技能者の手指の3D-CGを重ねて視聴可能な、学習者が時間と空間に制約されることなく稽古できる「ユビキタス手習所」を研究開発し、技能の伝承および国内外への情報発信による地域振興をめざす。

Abstract

In Akita, many traditional skills are now on the verge of vanishing due to its rapid aging and depopulation. In order to cope with this issue, we have developed a skill learning system “Ubiquitous Tenalai-docolo” where a learner can practice a skill at any time and at any place. In this system, a learner can watch his/her real finger while overlapping it on teacher’s virtual 3D-CG finger in a see-through type of a HMD. Using this system, we can pass down the traditional skills of the regional society and then dispatch the regional information inside and outside Japan. Hence we can aim at promoting the development of the regional society.

1. まえがき

本研究では、技能の中でも特に繊細な作業を可能にする手指による手技の伝承に重点を置き、手指の「巧緻動作」と「力の入れ方」等の体性感覚情報の計測技術を確認し、技の仕組みを開発する。さらに、消失しつつある伝統技能を保存するための「技能のモーションキャプチャ(MoCap)データベース」を構築すると共に、MoCapデータを三次元CGのデジタルコンテンツに加工し、HMDを装着した学習者の手指に重なるようにCGの師匠の手が目の前に現れ作業を手ほどきするなどICTを利用した技能伝承支援の場、手技を学習する「ユビキタス手習所」を技術開発する。本技術は、時間と場所に制約されることなく利用でき、CGの師匠の手指の動作を模倣することで、学習者の技能の稽古および作業支援を可能にする。

2. 研究内容及び成果

2.1 体性感覚情報の計測技術

手指で道具を扱う動作を解析する上で、指先に加える力は重要な要素の1つである。この研究では、既開発の「手指用MoCap」に最新の薄膜センサによる圧力計測技術を融合することで、手指の3次元動作と指先に作用する圧力を同時に計測し、手指の巧緻動作をデジタル化するための基盤技術の構築を目指した。そのために必要な電子回

路と自動計測ソフトウェアを開発し、指先に加えた圧力を計測しながら、位置分解能0.005mm以下、角度分解能0.01deg以下の空間分解能を有する「圧力、位置、姿勢」を同時計測する体性感覚情報計測技術を実現した。

2.2 高精度な巧緻動作計測技術による技能の保存と技の解明

この研究では、手指用MoCapを用いて、医療行為における巧緻動作の記録・再現技術の開発を行った。心臓血管外科医の縫合作業の手指の巧緻動作を記録してCGアニメーションで再現した。図1に示すように、ビデオカメラで撮影した場合と異なり、視点を自由に変えて動作を観察することができ、また、ビデオカメラでは撮影が難しい方向からの動作を観察することができる。これより、医学教育に効果的であることが分かった。



図1 外科医による縫合作業 (CGでの再現)

2.3 各種技能のMoCapデータベースの実現

これまでに蓄積して来た民俗芸能のMoCapデータと新たに収録する熟練技能者の体性感覚情報を記録するとき、

身体動作データの他にデジタルカメラを用いた静止画、ビデオカメラを用いた動画、楽曲の記録などの様々なマルチメディアデータが使用される。この研究では、データベースでこれらマルチメディアデータを扱うことができるようにするために、メタデータの表記に関する国際標準規格 MPEG-7 を用いて身体動作のメタデータを記述するモデルを開発し、舞踊符を用いた検索・再利用が容易なデータベースシステムを構築した。

2.4 HMD を用いたユビキタス手習所の研究開発

この研究では、手指用 MoCap、光学シースルー型 HMD に位置・姿勢計測用センサを組み合わせた計測システム、AR 技術を用いて現実空間に 3D-CG を重ねて描画する技術を開発し、図 2 に示すような「箏の学習ユビキタス手習所」を実現した。生徒は、HMD に再現されている教師の手指の動きの CG と現実の自分の手指を重ねて見ることができ、教師の手指の動きを参照しながら効果的に演奏の学習ができる。



図 2 箏の学習ユビキタス手習所

また、民俗芸能の舞踊や運動の身体動作の学習支援システムに「ユビキタス手習所」の考え方を取り入れ、効果的な学習のできるシステムを開発した。

「民俗芸能の舞踊の学習ユビキタス手習所」では、図 3 に示すように、モーションキャプチャ技術と VR 技術を用いて、生徒に教師の演技との違いを効果的に自覚させる技術を開発した。教師から生徒に直接演技の指導をするとき、教師は生徒に演技の違いを指摘し生徒に間違いを自覚させることを行う。このユビキタス手習所では、データベースにある熟練演技者のデータを用いることにより、教師がいなくても同様の学習ができる。

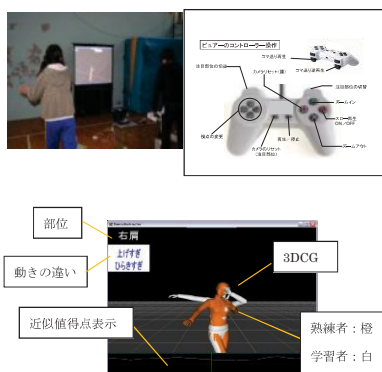


図 3 民俗芸能の舞踊の学習ユビキタス手習所

2.5 ユビキタス手習所を用いた技能の学習効果の評価

この研究では、「箏の学習ユビキタス手習所」と「民俗芸能の舞踊の学習ユビキタス手習所」を利用した学習効果の評価を行った。

「箏の学習ユビキタス手習所」では、ビデオ映像・CG アニメーションを使った場合とユビキタス手習所を用いた場合との学習効果を比較した。演奏時の手の傾き、親指末節骨（指先）の位置に関して教師と学習者の相関係数を調べたところ、ユビキタス手習所で学習した方が相関係数の高いことが確認できた。また、「教師に対する学習者の動きの時間遅れ」「箏を弾くときの手の姿勢」を定量評価した結果、ユビキタス手習所で学習した方が優れていることが確認できた。

「民俗芸能の舞踊の学習ユビキタス手習所」では、体育の授業の中で、秋田の盆踊りの学習に使用し、学習効果を評価した。形成的授業評価、事後アンケートを用いた学習者からの評価、ふきだし法を用いた学習者の認知、事後イ

ンタビューを用いて評価した結果、「ユビキタス手習所」は、従来使っていた DVD 教材と比べて学習に効果的であることがわかった。また、生徒の MoCap データを多次元尺度校正法で解析し、学習の前後で、より教師の演技に近づいていることを確認できた。

2.6 動作データの解析等関する研究開発

この研究では、「達成度評価のための動作データの分割・分類・解釈手法の開発」と「高機能ワークステーションを用いた技能評価」を行った。

前者では、音楽理論“A Generative Theory of Tonal Music”を用いて、舞踊動作の単位動作への分割と構造の自動抽出を可能にした。また、身体動作の移動性と安定性を定量化して、舞踊の MoCap データの類似度を定義し、各国の舞踊を自動分類する方法を考案した。

後者では、学習者と熟練技能者の動作を比較して、学習者の達成度をリアルタイムで評価するための方法を開発した。学習者と熟練技能者の動作を比較には、各関節の角度の比較が有用であった。

3. むすび

本研究では、楽器演奏、身体動作、民俗芸能の舞踊などの熟練技能者の技能を対象として、ICT を使っていつでもどこでも技能の学習ができる「ユビキタス手習所」の開発を行った。シースルー型の HMD を使って、CG で再現した熟練技能者の動きと学習者の実際の動きを重ねて見せる方法、熟練技能者と学習者の CG を重ねて見せながら違いを呈示する方法により、学習者に熟練技能者との動作の違いを自覚させながら学習効果を向上させる技術の開発ができた。「ユビキタス手習所」が、これまでにない優れた技能学習支援システムとなることを明らかにした。

今後の展開として、「ユビキタス手習所」の普及、他の技能の継承への応用、高齢社会への対応を目指す。本研究成果の波及効果としては、地域伝統工芸の技の継承等による地域社会の活性化が考えられる。

【誌上发表リスト】

- [1] T. Miura, K. Mitobe, T. Yukawa, T. Kaiga, T. Taniguchi, H. Tamamoto, “Extraction of Motion Characteristics in Dances by Statistical Analysis of Joint Motions”, *Journal of Information Processing*, Vol.18, pp.49-62 (2010年2月)
- [2] 児玉純一、齊藤正親、水戸部一孝、鈴木雅史、“磁気式 MoCap と光学シースルー型 HMD を組み合わせた動作学習ツールの開発”、*日本バーチャルリアリティ学会第15回大会論文集*, pp.356-359 (2010年9月)
- [3] K. Mitobe, J. Kodama, T. Miura, H. Tamamoto, M. Suzuki and N. Yoshimura, “Developments of the learning assist system for dextrous finger movements”, *ACM SIGGRAPH ASIA 2010, DVD-ROM, Posters*, Article No.30 (2010年12月15-18日)

【登録特許リスト】

- [1] 吉村 昇・水戸部一孝・玉本英夫、磁気式位置姿勢センサを用いた手指用モーションキャプチャ計測方法、日本、2006年3月8日、2010年3月5日、特許第4465476号

【報道発表リスト】

- [1] “「楽しい科学」体験して”、*読売新聞*、2009年11月18日
- [2] “熟練者の CG と盆踊り踊り比べ—伝承向けソフト秋大が開発”、*読売新聞秋田版*、2010年11月24日
- [3] “秋田発！3D技術活用法”、*NHK ニュースこまち*、2011年1月18日、*NHK おはよう東北*、2011年2月1日