

平成 21 年 6 月 10 日現在

研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2006 - 2008
 課題番号：18700660
 研究課題名（和文） 呼吸取得による伝統舞踊学習システムの研究
 研究課題名（英文） A study of system that analyze breathing patterns with traditional dancing
 研究代表者 小坂 崇之 (KOSAKA TAKAYUIKI)
 金沢工業高等専門学校・国際コミュニケーション情報工学科・講師
 研究者番号：10367451

研究成果の概要：

我々は、無形文化財の継承、学習を目的とした「呼吸取得による伝統舞踊学習システム」を提案する。我々は椅子から立ち上がる時には息を吸いながら立ち上がり、椅子に座るときには息を吐いている。空を見上げるときには息を吸い、下を見下ろすときには息を吐いている。このように我々が意識していないが、無意識のうちに呼吸と動作は一体となって行われている。本研究では、この呼吸を用いることで、基本動作の分割と、呼吸を用いた舞踊学習システムについて研究を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	600,000	0	600,000
2007年度	1,200,000	0	1,200,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
総計	2,300,000	150,000	2,450,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：教育工学

キーワード：マルチメディアと教育

1. 研究開始当初の背景

わが国では、様々な伝統文化、芸術、芸能などの知的財産を有している。しかし、近年の生活様式及び価値観の変化、過疎化や高齢化の進行から、その継承が困難になっている。一方、デジタル技術やネットワーク技術を活用して、文化財を電子的に保存・継承するデジタルアーカイブの研究が国内外で注目されている。絵巻や絵画などの文化財は、スキャナやカメラなどを用いて容易にデジタル化することが可能である。しかし日本舞踊といった無形文化財と呼ばれるものは、人から人への技の伝承によって成り立っており、音楽や演劇など楽譜や

台本のあるものに比べるとデジタル化が難しく保存や継承が困難なのが現状である。

また、現在のデジタルアーカイブコンテンツのほとんどが、保存・記録のみに特化しており、それらを活用・継承するためのデジタルアーカイブコンテンツが少ないのも現状である。

2. 研究の目的

本研究では、無形文化財にターゲットを絞り、無形文化財の継承、学習を目的とした「呼吸取得による伝統舞踊学習システム」を提案する。ユーザはカメラ付きの HMD(Head

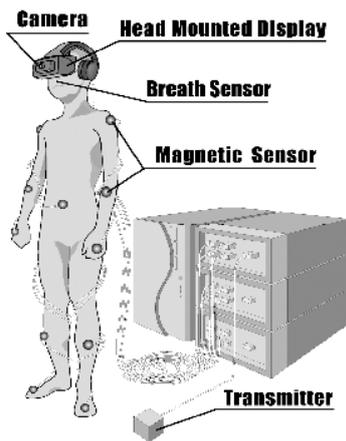


図 1 システム構成図

は 3DCG 師匠が現れ、その映像と重なるようにユーザは演舞学習を行なう。また、呼吸センサを用いることにより舞踊における呼吸法を学習することが可能である。さらに、モーションキャプチャシステムを用いて取得された動作を基本動作に分割してデータベースに格納し合成し符号に割り当てることで、他の演舞も容易に生成できるシステムである。本研究の成果により、舞踊に興味のない被験者が本システムに触れることによって、無形文化財に興味を持ってもらえるということが、本当の意味での保存継承のデジタルアーカイブコンテンツに繋がるのではないかと考える。また、エンターテインメントとしての MR ではなく教育指導という MR の可能性を示す。

3. 研究の方法

(1) 呼吸センサを用いた基本動作分割法

近年、モーションキャプチャシステムを用いた身体動作の記録手法としてモーションデータを基本動作に分割して符号を割り当てた舞踊符や基本動作をデータベースに格納して合成して生成する方式も開発されている。しかし、基本動作の生成は知識を有するものが、目視によって分割しているため分割には時間と労力を要する。この問題を解決するためにモーションデータを自動的に基本動作に分割することが求められている。自動的に人間の動作を基本動作に分割する試みとして「速度、加速度の変化をもとに分割点を求める方法」などが研究されている。しかし、これらの研究手法では絶えず動き続けている動作について考慮していない。また、従来の研究手法はモーションキャプチャシステムで取得されたデータでしか処理していないため、基本動作

Mounted Display) と磁気センサ、呼吸センサを装着(図 1) し、カメラからの実画像と仮想空間をリアルタイムに合成する

MR(Mixed Reality) 技術を用い HMD に表示する。仮想空間上に

の分割が複雑になるという問題もあげられる。

(2) 呼吸法

我々が、椅子から立ち上がる時には、息を吸いながら立ち上がり、椅子に座るときには息を吐きながら座る。空を見上げる時には息を吸い、下を見下ろすときには息を吐く。このように我々は意識していないが意識のうちに呼吸と動作は一体となっておこなわれている。舞踊において呼吸は重要である。正しい呼吸をしなければ舞踊動作が続かない。特に太極拳のような演武において動作と呼吸は密接な関係がある。舞踊の動きだけを学習しても呼吸法が正しくないと正しく踊ることができない。呼吸と動作は密接に関連しており、呼吸と身体の動作を切り離して考えることはできない。

そこで、本研究では、基本動作の分割を行うのにモーションキャプチャシステムのデータに加え、呼吸センサから得られた情報を加えることにより、モーションデータを基本動作として分割する手法を提案する。また、舞踊における呼吸法についても学習するシステムを提案する。

(3) スケルトンマーカ

ユーザの HMD(Head Mounted Display) にはカメラから得られた実画像レイヤ上に CG 画像レイヤが合成される。例えばユーザ視点と、物体 A、B、ユーザ視点と図 2 の位置関係である場合、図 3 のように実画像レイヤの上に CG 画像レイヤが合成される。

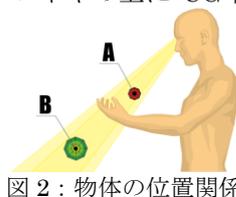


図 2: 物体の位置関係



図 3: レイヤ図

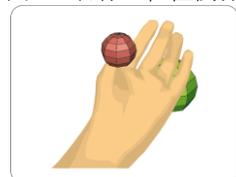


図 4: 正しい合成



図 5: 誤った合成

そのため、本来であれば図 4 のように物体 B が手に隠れるように表示されなければならないが、CG 画像レイヤのほうが上位階層に存在するため図 5 のような表示になってしまう。実画像の奥に物体 B があったとして合成段階で CG 画像レイヤが手前にあるため、常に実画像の上に表示されてしまい、ユーザは HMD からでは、実画像と CG

画像の奥行きを理解することが困難になる。

この問題を解決する手法として HMD に 2 眼のステレオカメラを用いて撮影し実画像との奥行きを判別する手法も考えられるが、処理の煩雑になってしまうという問題点がある。そこで、我々は、スケルトンマーカを提案する。スケルトンマーカは CG 画像

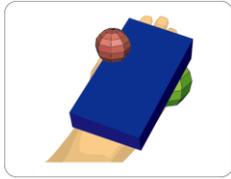


図 6 : User Maker
イメージ図

レイヤに表示されるマーカであり。User Marker と Goal Marker に分類される。User Marker は被験者の装着した磁気センサ上にリアルタイムに表示されユーザの動作に追従するマーカである。このように CG 画像レイヤ上にユーザの身体に追従するマーカを表示させることにより実画像と CG 画像での奥行き理解が可能になる (図 6)。

Goal Marker は、3DCG 師匠上に表示されるマーカである。ユーザは自分の身体を動かして User Marker を Goal Marker まで移動させることにより学習を行う (図 7,8,9,10)。

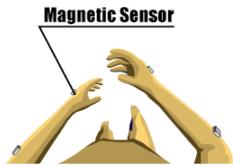


図 7 : 実画像



図 8 : CG 画像



図 9 : 実画像と
CG 画像の合成

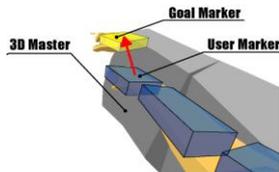


図 10 : 学習イメージ

4. 研究成果

4.1 呼吸動作実験

人の動作と呼吸との関連について調査すべく実験をおこなった。

被験者が「立ち上がる」、「座る」や「指先を動かす」動作などを行ったときの動作と呼吸の関係について実験をおこなった。被験者は動作検出用の加速度センサ、呼吸センサを装着する。験者の呼吸が落ち着くのを待たために 5 分程度、装置を装着のまま待たせる。そして任意のタイミングで指定動作を行った。被験者は 15~30 歳までの

男女 13 人について行った。

4.1.1 立ち上がる、座る動作

被験者を椅子に座らせた状態から「立ち上がる」、「座る」動作時の呼吸と動作の関係を調査した。図 11 は実験結果の一例である。図をみると被験者の呼吸が「吐く」時に「立ち上がり動作」が行われていることが確認できた。また、「吸う」時に「座る」動作が行われていることが確認できた。他の被験者にも共通した呼吸が見られた。

4.1.2 指先動作

被験者を椅子に座らせた状態から「指先を動かす動作」動作時の呼吸と動作の関係を調査した。

図 12 は実験結果の一例である。被験者の呼吸が「吸う」「吐く」関係なしに、指先動作が行われていた。他の被験者についても同じ結果であった。このことから、胴体に直接関係のないような小さな指先には呼吸はあまり影響しないということが分かった。

4.1.3 まとめ

直接身体を動かすような大きな動作時には呼吸と動作は密接に関係することが分かった。指先などの小さな動作に関しては影響はみられなかった。このことから、呼吸を計測することにより動きの大きい動作、または、胴体を動かすような動作を行う場合、呼吸データから基本動作を分割することができることが分かった。また、舞踊学習において、舞踊の動きや流れを学習するだけでなく、その動作に通用な呼吸法を学ぶことでより効果的な学習が可能であるといえる。

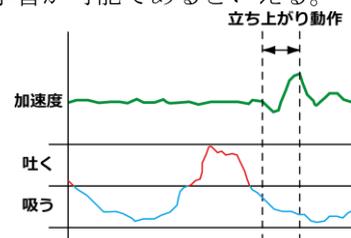


図 11 : 「立ち上がり」動作時の
加速度と呼吸の関係

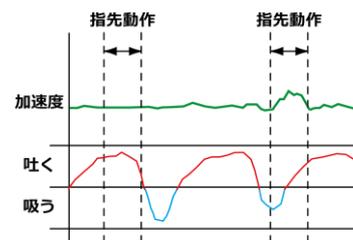


図 12 : 「指先を動かす」動作時の
加速度と呼吸の関係

4.2 舞踊学習システム

舞踊を簡単に学習するための舞踊学習システムの開発を行った。

4.2.1 AR 技術を用いた 3DCG 講師表示

通常のダンスや舞踊などの練習では学習用のビデオや DVD をテレビなどの二次元平面状に投影された映像を見ながら学習を行うのが一般的である。しかし、2 次元映像では奥行きがわからず、ユーザは実際にどれくらい身体を動かせばいいのか判断しづらいという問題があげられる。

そこで本システムでは、3DCG 講師とカメラからの実画像をリアルタイムに合成し表示することにより、講師を 2 次元映像としてではなく 3 次元映像として捉えることができる。

4.2.2 システム構成

ユーザはカメラ付き HMD と磁気センサを装着する(図 13)。HMD にはカメラからの実画像と CG 画像をリアルタイムに合成する。仮想現実感上にはユーザの身体部位とリアルタイムに連動したスケルトンマークが表示される。また、3DCG 師匠が現れ、ユーザ自身の身体を 3DCG 師匠に重ね合わせ動くことで舞踊の学習を行う(図 14)。

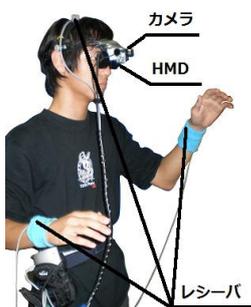


図 13:システム装着図



図 14: ユーザ学習画面

4.2.3 展示

本システムを第 19 回全国高等専門学校プログラミングコンテストにて展示をおこなった(図 15)。デモを体験したユーザ



図 15:プレイ風景

は、3DCG 師匠に器用に体を合わせ舞踊の学習を行っていた。およそ 10 分ほどの学習で舞踊の全体像を把握していた。ユーザからはカメラと HMD の視野角が狭く手足を確認し難い、装置が重い、ケーブルが煩雑など指摘

を受けた。

4.2.3 まとめ

今回、実画像の上に CG 画像を重ね合わせる情報を付加することにより、舞踊を学習するシステムを開発した。

しかしながらカメラや HMD の視野角が狭く、ユーザは自分の手足や、3DCG 師匠を見つけられないといった問題も生じた。視野角の広いカメラと HMD を用いる必要がある。また、今回のような 1 人称視点ではユーザ自身の全体像を表示するようなことはしておらず、ユーザ自身の演舞の全体像を把握するのは困難である。カメラを 3 人称視点に設置するなど、ユーザ自身と師匠の全体像を映す必要がある。

本システムを用いることにより従来、保存・記録のみであった舞踊のデジタルアーカイブデータを活用することを可能とした。舞踊だけでなくエクササイズやスポーツなどへの応用も可能である。

4.2.4 応用システム

本研究課題で、作成した呼吸センサを応用したシステムの作成を行った。

4.2.4.1 口臭を用いたシステムの開発

口臭とは飲食する我々にとって避けては通れない問題であり、指摘し難いなどタブーの領域である。我々はタブーの領域である口臭を入力として用いるインタラクティブシステムを提案した。提案システムは口臭を用いたゲームである。ゲーム中に様々な食べ物を飲食し、飲食した飲食物によって倒せるモンスターが決定する。ユーザは様々な飲食物を飲食し臭い口臭を身に付け開発した吹き矢型デバイスに息を吹き込むことでモンスターを倒すことができる。ユーザは「飲食」、「狙う」、「吹く」の作業を繰り返しながらプレイを行う。本システムを用いることにより、指摘し難い負のイメージであった口臭を有効活用する手法の一つを提案できるのではないかと考える。



図:16 プレイ風景

提案システムを平成 20 年 9 月に日本科学未来館にて展示を行った(図 16)。体験した子供たちの中には、

口臭を臭くするために、普段好き嫌いで食べられなかった豆やトマトジュースなどを食べる姿が見られた。このように口臭を用いることで好き嫌いを矯正できるようなシステムの可能性を示すことができた。



図 17 : Wind Camera
外観

4.2.4.2 WindCamera の開発

作成した呼吸センサを用い環境風を三次元計測できる風カメラの制作を行った(図 17)。通常

の風向風速計は風見鶏と同じように風向に関して一方向の解しか出力しない。例えば南から風速 100m/s の風、北から風速 99m/s の風が衝突する地点で計測した場合、通常の風向風速計はベクトル計算を行い、南風 1m/s という結果を出力してしまう。よりリアリティな風を計測するのであれば多方向からの風を計測する必要がある。我々の提案する WindCamera を用いることにより多方向(41 方向)から混じり合った風を同時に計測し風のアーカイブ化することを可能とした。

また WindCamera を用いて風の視覚化を行うことができる。パソコンに取り込まれた風データをジオデシックドーム状の

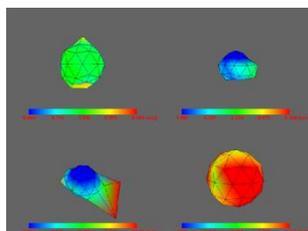


図 18 : 風の視覚化

メッシュ頂点に対応させ色とベクトルでリアルタイムに風情報を視覚化することができる。

図 18 は風速が強いほど、頂

点がドーム中心からの距離が離れ色が赤く表示さる。また、風速が弱いほどドーム中心に近く青く表示されることを表している。

開発したシステムをインタラクティブ東京 2008 にて展示をおこなった。見えない風の流れを視覚化する体験に驚く体験者もいた。



図 19 : 体験風景

4.3 まとめ

本研究では、無形文化財にターゲットを絞り、無形文化財の継承、学習を目的とした「呼吸取得による伝統舞踊学習システム」を提案した。

呼吸動作実験では、身体動作、特に胴体動作に関して、動作と呼吸は密接な関係があることを示した。このことから従来、手作業、または加速度などを用いてモーションデータを基本動作に分割していた作業を呼吸動作によっても行えることを示した。また、舞踊学習においても呼吸のタイミングは重要であり、正しい呼吸法を学習していなければ、息が続かないなど、身体の伸びや、動きなどにも影響がでてくる。舞踊の動作、振付に加え、動作にあった呼吸のタイミングを呈示することで効果的な舞踊の学習が可能になることを示した。

また、舞踊学習システムでは、従来のビデオ学習などテレビやディスプレイなどの 2次元平面だけでは分かりにくかった奥行の問題を解決すべく、MR を用いた学習システムを提案した。我々が実際に見ているユーザ視点に 3DCG 師匠を表示させ、師匠のゴールマーカにユーザの手足を合わせていくことで学習するシステムを提案した。

従来のデジタルアーカイブのほとんどが、文化財の保存と記録に特化しており、それら記録したものを活用・継承するためのデジタルアーカイブコンテンツが少ないのが現状である。

本提案では、デジタルアーカイブの記録のみではなく、継承するためのコンテンツを提案した。また、既にモーションキャプチャシステムでアーカイブした舞踊を学習する提案を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 小坂崇之、WindStage(WindDisplay & WindCaemra)、芸術科学会論文誌、採録決定 (エンターテインメントコンピューティング 2008 投稿論文特集 6 月号)、査読有
- ② 小坂崇之、宮下芳明、服部進実、頭部-上半身部位に対する風覚実験についての評価、情報処理学会論文誌、Vol、48、No、12、pp、3827-3836、2007、査読有
- ③ 宮下芳明、小坂崇之、服部進実、没入型三次元風覚ディスプレイのためのコンテンツ開発、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、Vol、12、No、3、pp、315-321、2007、査読有

[学会発表] (計 12 件)

- ① Takuya Iwamoto、Shinji Ogura、Yusuke Sasayama、Keita Mura、Yoshitaka Toda、Takayuki Kosaka、-Blowgun system activated by mouth odor- "La flèche de l'odeur"、Laval Virtual International Conference、pp371-374、2009、査読有
- ② 笹山裕輔、小坂崇之、MR およびモーションキャプチャを用いた演舞学習システム、インタラクシオン 2009 論文集、2009、査読有
- ③ 岩本拓也、小倉慎司、笹山裕輔、村啓太、任田吉孝、田中聖也、小坂崇之、口臭を入力とした吹き矢型デバイスの開発、インタラクシオン 2009 論文集、2009、査読有
- ④ 笹山裕輔、小坂崇之、MR およびモーションキャプチャを用いた演舞学習システム、北陸地区 学生による研究発表会 講演論文集、pp78、2009、査読無
- ⑤ 岩本拓也、笹山裕輔、小坂崇之、口臭を用いたシューティングシステムの提案、北陸地区 学生による研究発表会 講演論文集、pp70、2009、査読無
- ⑥ 笹山裕輔、小坂崇之、MR およびモーションキャプチャを用いた演舞学習システム、エンターテインメントコンピューティング研究会 2008 論文集、pp33-34、2008、査読無
- ⑦ 小坂崇之、Wind Stage(Wind Display & Wind Camera)の開発、エンターテインメントコンピューティング研究会 2008 論文集、pp35-36、2008、査読無
- ⑧ 岩本拓也、小倉慎司、笹山裕輔、村啓太、任田吉孝、田中聖也、小坂崇之、口臭を入力とした吹き矢型デバイスの開発、エンターテインメントコンピューティング研究会 2008 論文集、pp37-38、2008、査読無

- ⑨ 小坂崇之、平山亮、服部進実、全方位型 Wind Surround System、エンターテインメントコンピューティング研究会 2006 論文集、pp83-84、2006、査読無
- ⑩ 小坂崇之、宮下芳明、服部進実、没入型三次元風覚ディスプレイの開発と評価、インタラクシオン 2007 論文集、pp、105-112、2007、査読有
- ⑪ 小坂崇之、服部進実、Wind-Surround System を用いた VR コンテンツの試作、信学会、ヒューマンインフォメーション、メディア工学、映像表現&コンピュータグラフィックス研究会 論文集 ITS2005-59、IE2005-266(2006-02)、pp71-76、2006、査読無
- ⑫ 小坂崇之、服部進実、Wind-Surround System、インタラクシオン 2006 論文集、pp、187-188、2006、査読有

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 2 件)

名称：風測定装置

発明者：小坂崇之

権利者：金沢工業大学

種類：特許

番号：特願 2009-49566

出願年月日：2009 年 3 月 3 日

国内外の別：国内

名称：環境風提示装置

発明者：小坂崇之、宮下芳明

権利者：金沢工業大学、明治大学

種類：特許

番号：特願 2009-49567

出願年月日：2009 年 3 月 3 日

国内外の別：国内

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

http://www.kosaka-lab.com/kosaka_laboratory/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小坂崇之 (KOSAKA TAKAYUKI)

金沢工業高等専門学校・

グローバル情報工学科・講師

研究者番号：10367451

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし