

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：24301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K13185

研究課題名（和文）人型3次元モデルによるダンス表現の質感・躍動感を向上するための細部表情付けの検討

研究課題名（英文）Perceptual Influences by the Revision of the Motion Captured Data of Dancing

研究代表者

津崎 実 (TsuZaki, Minoru)

京都市立芸術大学・音楽学部・教授

研究者番号：60155356

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：次元コンピュータ・グラフィックスでの人体モデルに人間らしい動作をつける際に、モーションキャプチャーシステムを使う場合には測定上の誤差に対する後処理的な修正が必要となることが多い。本報告ではダンス動作をキャプチャーした際の誤差修正の手段として、足先の接地状態を補助的な視覚映像に基づいて施すことの効果について、バイオロジカル・モーション刺激を用いた対比較による強制選択法による知覚評価実験と、fMRIによる脳活動計測を実施した。その結果として、修正による変化は確実に存在し、修正版を良いと判断した評価者がいる一方で、修正版は躍動感という点においては無修正版よりも低下することを示唆する結果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、コンピュータ・ゲームや映画の映像制作では人間の動作を取り込んでコンピュータ・グラフィックス上の人物モデルの動作データに活用することが増えてきている。しかし現状では誰もが簡単に使える状態ではなく、手作業の言わば職人芸が自然で現実感のある動作の作成には必要である。この研究成果は、そのような手作業の自動化につながる要素技術へのヒントとなる。その一方で視聴者の知覚的評価には多様性が存在し、動作の滑らかさと躍動感の間には相殺関係があることも見いだした。

研究成果の概要（英文）：When adding a human-like motion to a human body model in three-dimensional computer graphics by using a motion capture system, it is often necessary to make post-processing corrections for measurement errors. In this research, as a means of error correction of captured dance motions, the ground contact state of the toes based on an auxiliary visual image was used. The effect of this correction was investigated by a forced-choice method in a paired comparison task using biological motion stimuli. We also measured brain activity using fMRI. As a result, while there are certain changes due to the correction, and some evaluators judged the corrected version to be better than the original, we obtained results that suggest that the corrected version is less dynamic than the original version.

研究分野：知覚心理学

キーワード：コンピュータ・グラフィックス バイオロジカルモーション fMRI 知覚評価 ダンス 脳活動

1. 研究開始当初の背景

「初音ミク」に代表される歌声合成（VOCALOID）を使用した楽曲の流通は、その楽曲に合わせて創作の踊りをする人々、その踊りに基づいたヴァーチャル・アイドルのダンス画像（MMD画像）とともに、現在の日本のサブカルチャーの代表格となってきた。これらの動画は「ニコニコ動画」や「YouTube」のような消費者生成メディアサイトに多数アップロードされてきていた。これらは、単なる趣味の世界を越えて「ユーチューバー」に代表される経済的利益を得る手段（職業）としても成立しつつあった。

このようなダンス画像をコンピュータ・グラフィックスで作成する手段のひとつとしてモーションキャプチャがある。これらのシステムが導入できるのは以前として一部の「プロ」でしかないが、そのようなシステムを使った場合でも、細部を手作業で作らざるを得ない労力が費やされ、その細部の違いが出来映えの違いをもたらすことが頻繁に起こる。そもそもMMD画像が要求される原点には安価かつ専門的な知識がなくても使いこなせる歌声合成技術が広く広まった背景がある。動画の作成についても、同様の簡易かつ安価なシステムの提供が依然として求められており、今でもその状況は変わっていない。しかしながら、モーションデータの元となった踊り手と、アニメーションで使用するキャラクターの3Dモデルのプロポーションの違いなどに対する最適方略は不明のままである。

動作知覚については心理学の分野では古くからバイオロジカル・モーションとしての研究がなされてきた。これは関節などのごく少数の光点の動きを見るだけで生物の複雑な動作を知覚できるというものであるが、踊りを代表とする身体運動の美的側面の評価に関わる知覚過程は未解明の領域である。

2. 研究の目的

研究の主目的は研究協力者によって考案されていた動作の座標点の修正法の効果を主観評価実験とfMRIによる脳機能計測によって確認することであった。

モーションキャプチャシステムは人体の主要関節点の3次元空間内の座標値をフレーム単位で取得するものであるが、計測上の誤差蓄積が回避できない側面を持つ。各点の時間軸上でのローパスフィルタ処理などではこの誤差の解消は不十分である。今回テストした修正法は、つま先が着地する時点をキーフレームとして、モーションキャプチャーと並行して撮影していた動画と正面画像の2次元座標上でつま先のポイントを照合して、実際には着地していたにもかかわらず取得した座標値では床から浮いていた場合はそれを強制的に着地へ修正するという方法である。

この手法は座標値に従って人間型の3次元CG的なモデル（アバター）を動作させた場合には明瞭に有効性が確認できる。例えば、未修正の場合には足首などが不自然な方向へねじれてしまう場合が多発するが、それを解消したり、不自然さの程度の低減につながることは事前に確認できていた。しかし、このレベルでの不自然さの解消は表層的な効果であり、より本質的な動作の美しさ、滑らかさ、躍動感などについても効果があるかを確かめることを目的とした。

そのため人間型のモデルに座標値を当てはめた動画の使用は敢えて避けることとし、表層的なねじれなどが観察できない座標点だけの動画像を実験刺激として用いることとした。

より具体的には、修正前と修正後の画像を比較してそのいずれが好みであるかを選択する知覚評価実験と、修正前修正後のそれぞれの刺激を視聴している事態の間でのfMRI画像による脳の活性部位の違いを観察することを目的とした。

3. 研究の方法

モーションキャプチャーは、慣性式モーションキャプチャ (MVN Link) と制御ソフトウェア: MVN Studio pro 4.4を用いた。アクターとしてはニコニコ動画やYouTubeで閲覧数の多い踊り手のひとりである足太ぺんた (Fig. 1)の協力を得て、瀬戸デジタル・リサーチ・パーク・センター内のスタジオにて実施した。使用楽曲は”Tell Your World” (livetune 作)とした。



Figure 1. A snap photo of the original dance provided by Penta Asibuto.

バイオロジカル・モーションとしては取得した座標の中から頭頂, 両肩, 両肘, 両手首, 腰, 両膝, 両かかとの合計12点を光点として表示した動画像を用いた。

Fig. 2に示すように原データ版と修正版の動画が無作為に左右に配置した。その際に単なる2次元平面上での光点の位置を判断手掛かりとすることを避けるために画像の上下の位置はそれぞれ (高, 中, 低) の3種類を用意した。原データ版と修正版の左右配置の2水準と, それぞれの上下位置の組み合わせ9水準の合計18通りの動画刺激を用意した。各動画像の長さは55 sであった。

* 知覚評価実験

手続き

各実験参加者に前述した18通りの動画像をランダムな順番で呈示し, 「より良い」と思う方を「左」「右」の選択肢から強制選択させた。これを6回繰り返し, 1名あたり108の判断結果をデータとして得た。

実験参加者

京都市立芸術大学の学生ならびに大学院生20名が実験に参加した。全員視力, 聴力に特別な問題は持たない者であった。

結果

原データ版刺激と修正版刺激の選択率を全実験参加者をプールすると51.3, 48.7%となり, その間に有意差は観察されなかった。但し, 各実験参加者毎に選択率を調べると, その間に5%水準で有意差があった者は20名中14名となった。但し, どちらかの刺激を好んだ内容は15名中の9名が原データ版, 5名が修正データ版を選択しており, これが全体をプールした結果上では選択率がほぼ同等となる結果につながっている。

実験後に行った選択の際の視点についての内観報告を総監すると, 原データ版を選択した実験参加者の選択基準としては, 動きのキレ, 躍動感を評価点としたという趣旨の報告が特徴的であった。これに対して, 修正



Figure 2. An example of the motion pictures for the perceptual evaluation experiment. In this example, the original data version is shown on the left side, and the revised version on the right.

データ版刺激を選択した者は、動きの滑らかさ、落ち着き感、ブレの少なさを評価点としたという特徴があった。

知覚実験の結果は修正処理により何らかの知覚上での差違が生じたことを示唆したものの、その結果として躍動感が増えたとは言えないこと示した。この点について、さらに追求するためにfMRIによって大脳の活性部位の違いがもたらされるかを調べることにした。

* fMRI実験

刺激

知覚判断実験に使用した2種類の楽曲付き動画に加えて統制刺激を用意した。統制刺激では各光点の2次元平面上での移動量としてほぼ等価性を保ちつつ、人体としてのゲシュタルトを持たないように、各点の基本座標を投影面上でランダムに変動させ、さらにランダムに選択した半数の点については運動方向の符号を反転して動画としたものであり、また、楽曲とのタイミングについてもランダムに組み合わせた。

手続き

fMRIの撮像はブロック形デザインとした。原データ版、修正版、統制版の3種類の刺激を呈示するブロックと安静状態のブロックを順番をカウンターバランスして呈示した。

実験装置

MRIの撮像はATR脳活動センターのMAGNETOM Prisma fit 3T (Siemens)を用いた。静磁場強度は3.0 Tであった。視覚刺激呈示はVictor製 DLA-HD10KHK、聴覚刺激呈示は日立アドバンスシステムズ製 ヘッドセット（セラミックタイプ）を用い、実験刺激呈示制御はNeurobehavioral Systems製Presentationを用いた。

実験参加者

健康な大学生、大学院生11名が実験に参加した。

結果

まず統制刺激に対して、原データ版刺激を視聴した場合に活性が高いと判定された領域は左半球下後頭回であった(Fig. 3)。同じ部位は修正版刺激についても活性が高いと判定され、さらに修正版刺激については左半球後帯状回の活性も高いとの判定結果が出た(Fig. 4)。

原データ版刺激と修正版刺激の間では左半球下後頭回について差が存在するとの判定結果が出た (Fig. 5)。

さらに身体運動に関連した過去の脳活動研究を参考に、関心領域(ROI, Region Of Interest)解析考察を実施した。ROI解析の際には原データ版と修正データ版での活性を統制版刺激への活性との差分として検定をした。今回は先行研究として他者の動作の観察と模倣をした場合

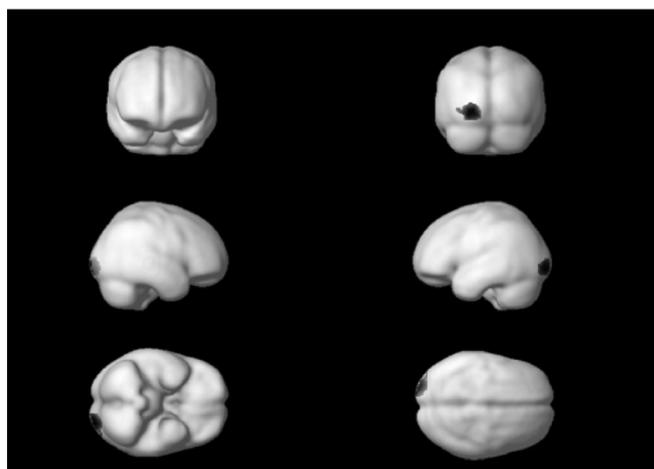


Figure 3. An fMRI image showing the contrast between the original version and the control.

に活性が観察された領域(a), およびバランスを維持する動作を観察およびイメージした場合に活性したと報告されている領域(b)に対してROI解析を試みた。

(a)については、左右の下後頭部に2実験刺激間の有意差が見られ、活性量は原データ版刺激に対するものの方が高い傾向が観察された。この領域は全脳解析においても差が観察されていた領域である。

(b)については左右の中前頭回, 中心前回, 小脳扁桃, 小脳山頂にやはり原データ版刺激の方が修正版刺激よりも高い活性を示すという方向での有意差が観察された。

4. 研究成果

知覚評価実験では20名中14名の実験参加者が両者の見分けがなかった。つまりモーションキャプチャーしたデータの誤差を足先について着地時点を手掛かりとして修正することにより、確実に知覚的な差違をもたらしたと言って良い。今回用いた刺激は身体上の主要関節点を光点軌跡として描画したバイオロジカル・モーションであり、実際に直接の修正を施した足先に対応した点は表示しなかったにも関わらず差違が生じることは興味深い発見である。

一方で、知覚評価実験では選択方向については評価者の間で共通性があるとは言えない結果となった。実験後に実施したアンケートにより各実験参加者の判定基準を確認したところ、評価基準の違いが存在することがうかがわれた。原データ版刺激選択群には動きのキレや躍動感を評価点としたという報告が多く、修正版刺激選択群には動きの滑らかさや落ち着き感を評価点としたという報告が目立った。

改めて考えれば、動作の落ち着きと躍動感とは相反する側面があると論理的にも仮定できる。そのいずれの方を良いものとして評価するかは人それぞれ違っていることは不思議ではない。

fMRIの結果は上記の印象の違いと整合性をもつものとなった。これは本研究の成果として重要性の高い発見である。まず、統制刺激に対して原データ版, 修正版刺激ともに左半球下後頭回の活性が高くなることが示されていた。この領域は一般的には顔の認識と関連性が高く、さらにその近傍の中後頭回は形の認識との関連性が高いと考えられている。統制刺激は人体としての身体形状のゲシュタルトを崩したものであり、形としてのまとまりが欠如し、またヒトとは思えないためヒトならば必ずあるべき顔の認識に関わる領域での活性に違いがあることは頷ける。

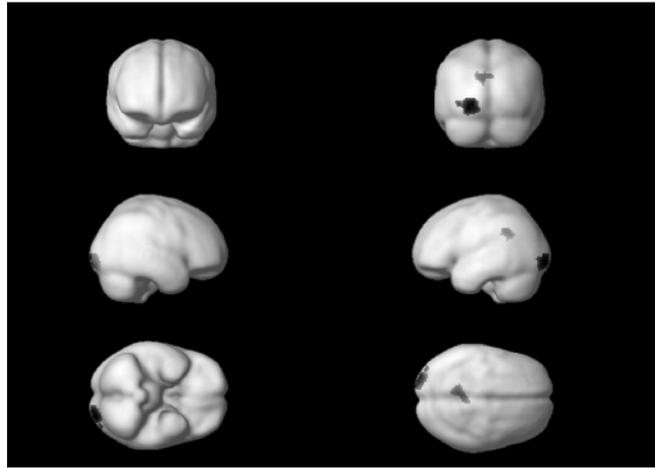


Figure 4. An fMRI image showing the contrast between the revised version and the control.

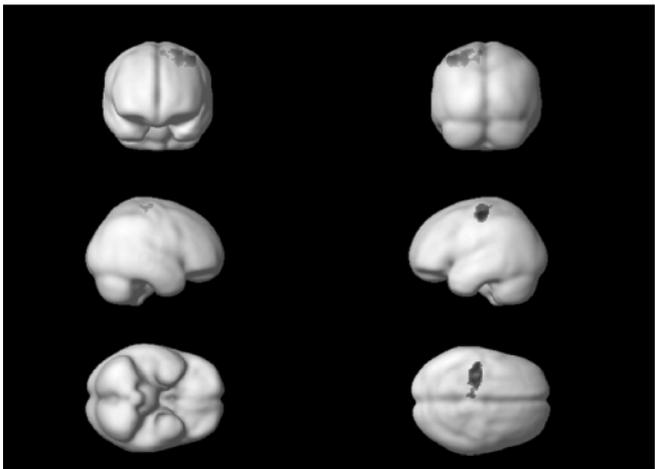


Figure 5. An fMRI image showing the contrast between the original and revised versions.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 TIAN CONG, YUKI MITO, YUKITAKA SHINODA, MASANOBU MIURA, HIROSHI KAWAKAMI
2. 発表標題 Comparison of Expressed on Chinese Pipa Performance Motion
3. 学会等名 15th International Conference on Music Perception and Cognition (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三戸勇氣, 川上央, 三浦雅展, 幸田優志, 篠田 之孝
2. 発表標題 チェンバロの演奏動作の基礎的分析
3. 学会等名 日本音響学会2018秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 余宮魁登, 三戸勇氣, 川上央
2. 発表標題 映像作品における音の要素の違いによる視線追従の変化について
3. 学会等名 日本音響学会2018秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 桶本まどか, 三浦雅展, 三戸勇氣, 川上央
2. 発表標題 リタルダンドにおける時間遅延量の形状とその印象の関係
3. 学会等名 日本音響学会2019春季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 津崎実 佐藤直哉 川上央 青木敬士
2. 発表標題 モーションキャプチャーシステムで取得したダンス動作に対する補正の知覚的影響 - バイオロジカルモーションによる検討 -
3. 学会等名 日本音響学会聴覚研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	川上 央 (Kawakami Hiroshi) (20307888)	日本大学・芸術学部・教授 (32665)	
研究 協力者	佐藤 直哉 (Sato Naoya)		
研究 協力者	足太 ぺんた (Asibuto Penta)		
連携 研究者	青木 敬士 (Aoki Keisei) (40318465)	日本大学・芸術学部・准教授 (32665)	