

motion captureを使用した身体技能の記録・保存方法について

*乙竹孝文

Takafumi OTOTAKE

要旨:現代の産業をささえる原理だけでなく、技術保存という視点から、身体技術をどのような方法で保存するかという方法としてmotion captureを取り上げ、磁気式、光学式の具体的な事例、特徴、データなどを紹介する。

キーワード:motion capture モーションキャプチャ 身体技法 磁気式 光学式

1. はじめに

現在、ヨーロッパなどでは「身体」が一つのジャンルとして認知され、多方面から分析対象として研究が進められている。日本ではここ10数年研究テーマとして取り上げられ始めた。そのような中で、コンピューターを使用したモーションキャプチャを測定・記録や分析のツールとして利用する動きが、体育学、芸術学、文化人類学、認知心理学、教育学などの分野で進んできている。⁽¹⁾しかし、民俗芸能、職人等の製作技術などの分野の測定・記録や分析に利用し研究を行っている個人、グループ、研究施設はまだ日本では数少ないのが現状である。

人間の身体運動を表現としてであれ、機能としてであれ、行為を行う方から規則性を分析し始めたものとして、前者は立命館大学を中心とするグループの日本舞踊、能などの分析がある。日本舞踊、能、バレエなどは動きが記号として体系化されており、分析対象としては結論が出やすい可能性があり、現在、研究が進められている。今回、対象とした「たざわこ芸術村」は「わらび座」という劇団を主宰しており、日本各地の民俗芸能を中心とした公演活動を行っている。ここでは、民俗芸能の記録とともに「舞踏符」という身体動作記述システムを提唱し、さらに精力的に民俗芸能の身体動作データの収集、分析を行っている。近年では、国立劇場での歌舞伎とモーションキャプチャを利用したキャラクターとの競演に参加したり、中国の依頼により京劇のモーションキャプチャ記録に協力したりしている。又、民俗芸能だけでなく、武術、バレエなどの身体動作分析も行っており、多方面に研究の手を広げている。その成果は論文、

DVDなどにまとめられている。(「舞踏符による動作の記述法の提案」『NICOGRAPH/MALTIMEDIA 論文コンテスト論文集 1999年度』財団法人マルチメディアコンテンツ振興協会 CD版など)

又、福島県などでは、宮大工の鉋がけの技術をモーションキャプチャで記録している。動きだけでなく圧カセンサーを使用して足の体重移動のベクトルも記録しており、技術保存の新たな方向性を示している。この撮影は、今回報告する会津大学で行われた。しかし、研究の多くは関西、東北地域で行われており、地域的に偏りがあるのが現状である。

今後、当館のような現代産業の技術を研究・保存するというコンセプトを持ちうる博物館としては、科学的原理、製品、原料などの保存だけでなく、生産を行う技術の保存、分析に必ず必要となってくるツールであろうと考える。

2. 身体分析の手法

(1) モーションキャプチャの種類

モーションキャプチャのシステムとは、空間上にあるセンサーやマーカーの位置、角度を1/30~1/250秒ごとに記録していくシステムである。方式には、磁場を発生させた中で磁気センサーを動かす磁気式と、赤外線を照射しマーカーに反射させ、その反射光を複数のカメラで撮影し位置を測定する光学式がある。又、手にセンサーのついたグローブをはめ、より細かな指先の動きのデータだけを取るグローブ式もある。三次元の位置、角度のデータを取り、再生するわけであるから、画面上

*千葉県立現代産業科学館上席研究員

どの角度からの動きも見る事ができるマルチアングルが可能である。キャラクターをかぶせて再生することも可能であるし、他人の動きとの視覚的な比較、データの比較とも可能である。

(2) センサー、マーカーの取り付け位置

基本的に人体の曲がる部分(関節)に付け、その点の動きをスケルトンで結べば人体の動きは再生可能である。どのような動きを撮影するかによってセンサー、マーカーの取り付け位置は異なってくるが、磁気式の場合、11個か15個のセンサーを付けることが多いようである。例えば、手の甲(2個)、上腕部(2個)、踵(2個)、膝上(2個)、腰(中央骨盤上)(1個)、胸(表)(1個)、頭(後頭部)(1個)であり、さらに手足のひねり等を見るときは前腕(2個)、脹ら脛・脛(2個)に付ける場合もある。

(3) セグメントの階層化

データを取った人物と同じ長さのセグメントの比率とした人体モデルを作成する。セグメント構造は階層構造に設定する。

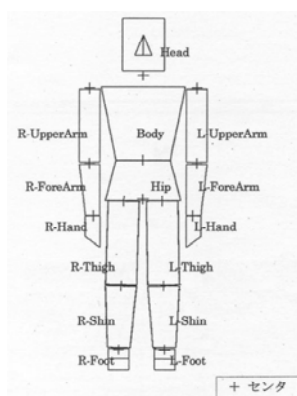


図1 セグメント化した人体モデル

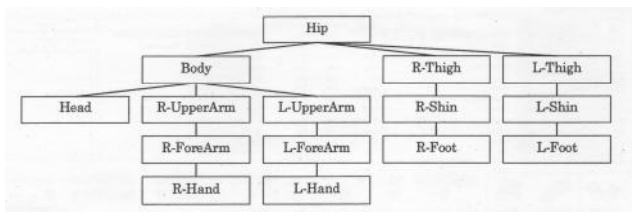


図2 標準人体モデルの階層図

3. モーションキャプチャの具体的事例

(1) 磁気式モーションキャプチャ(たざわこ芸術村デジタルアートファクトリー)の事例



写真1 スタジオ内部

磁気式はトランスミッターから三次元方向に磁場を発生させ、条件がよければ、位置データの誤差は1~2mm、角度データの誤差は1度以下である。たざわこ芸術村の場合、トランスミッターをデュアルで使用し、3m幅のフォースプレートを設定しているのので、この誤差は少ない方であるというてよいと思う。実際に動きを撮影し、点だけの動きでも人を特定することは可能である。トランスミッターと床面等の距離は以下の図の通りである。

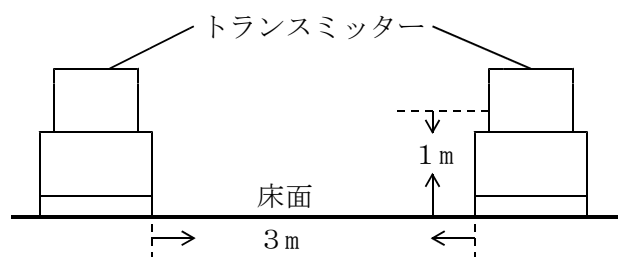


図3



写真2 トランスミッター



写真3 センサー・バッテリー

具体的なヴァイナリーデータは以下のような形になっている。

このデータは、セグメントの腰(Hip)データの一部であり、1フレームは1/30秒を1コマに設定されている。左からX, Y, Z座標の位置データがインチで示され、中央にはX, Y, Z座標の角度

Segment: Hip											
Frames: 118	XTRAN	YTRAN	ZTRAN	XROT	YROT	ZROT	XSCALE	YSCALE	ZSCALE		
Frame Time: 0.033333	INCHES	INCHES	INCHES	DEGREES	DEGREES	DEGREES	PERCENT	PERCENT	PERCENT		
	-0.3718	20.4638	-2.1450	6.1857	2.6590	1.1791	100.0000	100.0000	100.0000		
	-0.5037	20.6603	-2.2486	7.3970	2.5909	0.7183	100.0000	100.0000	100.0000		
	-0.5301	20.8994	-2.2957	8.4050	2.3911	0.3320	100.0000	100.0000	100.0000		
	-0.5159	21.1892	-2.3004	9.0998	2.1499	0.0449	100.0000	100.0000	100.0000		
	-0.3960	21.4442	-2.2827	9.5807	1.7744	-0.1614	100.0000	100.0000	100.0000		
...											

図4 BVA形式のファイル例

データ、右には位置データの修正が行われた場合のデータが示される(100%なので修正は行われていない)。このように1/30秒ごとを1フレームとして位置と角度データを三次元データとして記録していくのである。このようなデータが、センサーごとに作成される。

このデータを「FilmBox」(カナダのKaydara社作成による処理ソフトであり、国内外で使用されている)により修正・加工する。もちろん生データは身体運動のデジタル記録として、保存可能であり、そのほかにも次のような分析、使用法が可能である。

その上で各センサーのデータを、人物像に反映して画面上に表現したり、上段にセンサーの1つのフレームデータを三次元で表現しつつ、下のグ

ラフに、そのセンサーのX, Y, Z座標の位置、角度データを表現することも可能である。このグラフは時間軸を伸ばしたり、拡大が可能であり、ミリ単位の位置データの計測が可能である。又、複数のデータを同時にグラフ、スクリーン上に表現することも可能であり、身体動作を視覚的にも、データの的にも比較することが可能である。又、動画とともに、スケルトンを設定した動きなどを並べることも可能である。

このシステムの問題点は、磁気を使用するため金属類が近くにあると、測定に誤差を生じる点である。そのためスタジオは木造建築である。壁、基礎の鉄筋なども誤差の原因となるため、体育館などで撮影を行うときは、床面から2.5m程度持ち上げることが必要となる。又、金属類を手を持つことなどは出来ない。

(2) 光学式モーションキャプチャ(県立会津大学産学イノベーションセンター)の事例

角度を計測できるセンサーを装着した人が動き、無線でサーバーに送り、Ethernetによりデータをコンピュータに送り込む。この電磁誘導を応用したシステムは最初アメリカの戦闘機の軍事技術として開発され、それを応用したもので、現在は映画撮影などで多く使用されている。

トランスミッター

この機器(使用機器Ascension社(アメリカバーモント州)MotionStar Wireless)の長所は各センサー部分の三次元の位置データと角度が同時に取れることである(会津大学に導入されている機器はイギリスVicon社の製品であり、現在、導入されている光学式モーションキャプチャはこの会社の製品が多い)

光学式モーションキャプチャはカメラレンズの周囲から赤外線を照射し、マーカールの反射光を複数のカメラで拾い、三次元座標の位置を割り出す方式である。カメラは、5~6メートル上の天井の金枠に8台が固定されている。以前は、カメラは三脚に固定していたが、動いたりすることがあり、現在の形式になった。カメラの調整(キャリブ



写真4 カメラ位置と照明・フォースプレート

レーション)は厳密に行われ、毎朝L字型のマーカースーツで原点位置情報などのチェックを行い、さらに長い棒状のマーカースーツを振り、カメラ毎の調整を行う。カメラとフォースプレートとの関係は以下の通りである。

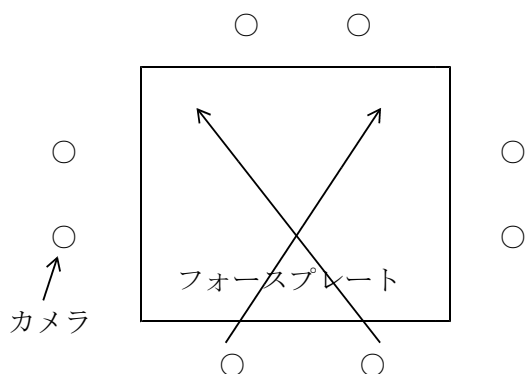


図5 カメラ、フォースプレートの位置と、撮影方向

カメラは対角線にフォースプレートをねらい、常に3台以上のカメラがマーカースーツを捕らえないと、正確な位置情報を得ることはできない。当然、何かでマーカースーツが隠れたりすれば情報を取得することはできない。

カメラのサンプリング周波数は250Hzまで上げることができるが、周波数を上げると画素が少なくなるため、カメラ視野は狭くなるという問題が生じる。具体的には、サンプリング周波数は、60Hz、120Hz、250Hzと変えられるが、画素数は59.94Hz時に1024×987、250Hz時で663×547である。又、感度を上げた場合、金属、ガラスなどの反射光を拾ってしまうことがあり、注意が必要である。

120Hzで時計とマーカースーツを置き実験してみたが、マーカースーツと同じように時計を認識した

フォースプレートは、3.6メートル四方の大きさであり、内側は18枚の長方形に分割されている。四隅の4枚を除いた14枚については、1枚につき4箇所の圧カセンサーがついており、圧力の大きさ、方向を計測することができる。

光学式モーションキャプチャに、マーカースーツを認識させるには、マーカースーツを着用する。マーカースーツとは薄い布地にマーカースーツを貼り付けたもので、体の上下、腕、膝用などがある。スーツは上に着る物であるからどうしても体とずれができてしまうときがある。そのような場合は、体に直接装着する場合もある。

マーカースーツの大きさは25mm、22mm、14mmの三種類があり、装着する場所により使い分ける。使用するマーカースーツの大きさは最初にソフト上で指定する。マーカースーツは原則的にはいくつでも装着することが出来るが、数cmの距離になると、同じマーカースーツとして認識してしまうことがある。



写真5 マーカースーツ



写真6 マーカースーツ

モーションキャプチャで得られたデータは、データステーションを介して、Ethernetでコンピューターに送られる。磁気式と異なるのは、フレーム毎のデータが三次元の位置データしかとれないことである。この位置データから計算で角度を割り出すことはできるが、位置、角度データの誤差などは実験することができなかった。又、マーカーが隠れた場合は、ソフトで修正を加える。

分析はやはりFilmBoxを使用して行うが、磁気式と同じような分析が出来る。ただ会津大学の特徴は足の所に黄色い圧カセンサーをしめす線が出て、圧力の多きさと方向を画面上に同時に表示することが可能である。又、マーカー毎の位置データをグラフとして表示することも可能である。処理ソフトが同じであるため、磁気式と同じ分析が可能である。

このシステムの問題点は、精度が磁気式に比べて低いことである。又、マーカーが隠れると十分な精度での計測が出来ないという点にある。逆に、多くのマーカーがつけられ、金属と関わりなく測定できるという利点もある。

二つのシステムは利点と欠点を持つが、撮影、測定対象によって使い分けることが必要である。

3. モーションキャプチャの利用

モーションキャプチャは現在、映像、映画などに広く使われている技術であるが、身体技術の測定、保存、分析などについても非常に役に立つツールである。さらに、身体運動の比較、キャラクターをかぶせての広範な利用、教育など広範囲な利用法が考えられる。特に、マルチアングル、検索が可能等の点は自分から技術を習得する者に向いていると言っていいだろう。様々な生産に関わる身体技能を受け継ぎ、活用していく場が減少していく現状において、これらの身体技術を保存していくことは急務と言っていいだろう。当館のように現代産業をテーマとする博物館は、それらをささえる技術の保存を目的の一つとして目にとめておいてよい技術であろう。

多くの身体運動のデータが集積され、分析が進

んでくれば、記号としての身体運動が析出されることも可能であろうし、文化としての身体運動が析出され、分類されることも可能になるのではないかと考える。

(註)

(1)技術という視点から「身体」の研究史を述べたものとしては、野村雅一「技術としての身体-二〇世紀の研究史から」(『叢書身体と文化1 技術としての身体』所収)が詳しい。

(図1~3)

海賀孝明, 湯浅崇, 長瀬一男, 佐々木信也, 玉本英夫「舞踏符による動作の記述法の提案」(NICOGRAPH/MULTIMEDIA論文コンテスト 論文集)

今回の報告を作成するにあたり以下の施設の方々に協力していただいた。伏して感謝を申し上げる次第である。

(株)たざわこ芸術村デジタルアートファクトリー

チーフディレクター 長瀬 一男氏

チーフエンジニア 海賀 孝明氏

県立会津大学イノベーションセンター

事務局企画課連携支援グループ産学連携チーム主事

尾形 勉氏

(株)NTT-ME 福島 ソリューション営業部

第二ソリューション担当 チーフ 関川 祐司氏