



文楽人形の演技動作における情緒性の解析に関する研究

服部, 元史

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

2000-04-28

(Date of Publication)

2012-07-27

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙2405

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.11501/3173161>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2002405>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・（本籍）	はっ どり もと ふみ 服 部 元 史	（熊本県）
博士の専攻分野の名称	博 士（工 学）	
学位記番号	博ろ第202号	
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当	
学位授与の日付	平成12年4月28日	
学位論文題目	文楽人形の演技動作における情緒性の解析に関する研究	

審 査 委 員	主査 教授 高 森 年	
	教授 賀 谷 信 幸	教授 上 原 邦 昭

論 文 内 容 の 要 旨

人間の形をした人工物に生き生きとした情緒豊かな動作をさせたいという願いは、自動人形のような物を考案し続けてきた昔から、人間にとって根強いものであった。アミューズメントやエンターテインメントにも価値をおく年代が到来したことから、人間型ロボットの研究においても、アミューズメント・ロボットのような物を作る必要性が提唱され、ハードウェア進歩に従って、多くの研究者や民間企業によって実際に製作されている。このような研究におけるロボット達が、生き生きとした動きの情緒豊かな表情をみせるためには、その動作を設計するにあたって様々な工夫がなされたはずであるが、そのような動作設計法は体系的には論じられていない。

そこで筆者らは、下記の理由によりヒューマノイド（人間型ロボットや文楽などの人形そしてCG内の人物など、人間の形をした人工物を、ここではヒューマノイドと呼ぶことにする）の情緒豊かな動作の設計方法の指針を得るために、日本の伝統芸能である文楽の人形の動作を解析した。

文楽人形の動きでは、長年に渡って修行を積んだ人形遣いによって、日本の伝統的な情緒表現が典型的に表現されている。本来無生物である人形が、人形遣いによって操られた動きだけで、あたかも生きているかのように見える。このような特別な芸の力で操られた文楽人形の動きを解析すれば、無生物であるヒューマノイドに情緒豊かな生き生きとした動作を生成させる方法が得られるものと期待できる。

文楽人形の動作を記録して解析する研究において、吉永孝雄や大西重孝といった演劇の研究者達による先駆的な仕事があり、具体的な演目で実演されている人形の動作の様々な型が考察されている。筆者らは工学者として立場から、文楽人形の動作をモーション・キャプチャを用いて、客観的に正確な信号として記録して、時系列解析や力学解析などの工学的な手法に基づいて科学的な解析を試みた。つまり、上記のような文楽の具体的な演目において上演される文楽人形の複雑な演技動作を解析するための準備として、より基本的で単純な演技動作を解析し、ヒューマノイドの動作に特有なデータ処理方法・主要な情報の抽出方法などを考案する。また、それらに基づいて、ヒューマノイドの動作設計に利用可能な動作時系列の加工方法を幾つか提案した。

国立文楽劇場で活躍中の人形遣い、吉田玉女氏に、文楽人形の様々な動きを生成してもらい、時々刻々の人形の各部分の位置と姿勢をモーション・キャプチャで測定し、動作時系列を採集した。動作には、「挨拶する」「お茶を差し出す」などの特定の目的を達成するための機能の側面と、「好きである」「嫌いである」などの気持ちを表す情緒の側面があると考え、それぞれの機能の動作を幾つかの情緒で使い分けて、人形の動きを生成してもらった。このとき同一の機能と情緒の動作について、全く同一の動作（であると人形遣いが考える所のもの）を複数回生成してもらって測定した。動作時系列の測定については、第2章で詳しく述べた。

これらの測定された文楽人形の演技動作を、以下のように解析し、ヒューマノイドの動作の設計方法を提案した。

第3章では、文楽人形の動作時系列の確率的な揺らぎを補正して標準化を行うために、同じ条件のもとで複数回観測された時系列たちから、同一の事象に対応する時刻たちを求めて対応付ける方法を提案した。鍵となる考え方は、時系列たちのグラフが局所的に似ている時刻を対応させるという点であり、グラフの局所的な形を数量的に表す物として、時系列の各時刻における種々のスケールのウェーブレット係数に着目した。つまりウェーブレット係数が近い時刻どうしを対応する時刻と考えて、時系列の標準化を行う手法を提案した。比較するウェーブレット係数のスケールを適切に選ぶことによって、高周波雑音の影響を受けない時系列の標準化が可能である。

これら時系列の標準化手法を、文楽人形の動作時系列に対して適用し、標準化された動作時系列のグラフを検討し、それらに基づいてコンピュータ・グラフィック上に生成された動作を観察することにより、上記の手法の問題点について考察し、標準化手法を時間区間・時間発展・人形の部位どうしの関連を考慮するように改良した。

また上記の標準化手法を用いて、時刻と状態の双方が確率的に揺らいでいる複数の時系列から平均の時系列を求める方法を提案した。そのようにして平均化された時系列を参照信号として標準化を行い、良好な結果を得た。

提案された時系列標準化や平均時系列の計算手法は、文楽人形の演技動作の解析の今後の研究に有効であるだけでなく、異なる種類の複数の信号から対応する時刻を求める必要のあるセンサフュージョンや音声信号・ロボットへの教示信号などの応用分野の信号処理においても有用である。

第4章では、機能・情緒・確率的揺らぎの線形構造に基づいて、文楽人形の演技動作を解析し、ヒューマノイドの動作生成に使用する動作時系列の情緒を、強調させたり減衰させたりして加工するシステムティックな手法を提案した。様々な機能と様々な情緒の文楽人形の動作動作時系列から、機能の要素と情緒の要素を推定・抽出し、情緒の要素を協調させたり減衰させたりして、新しい動作を計算することができる。

第5章では、ヒューマノイドの動作を設計するにあたって、身体の各部位の動きをばらばらに設計するのではなく、それらの総体としての整合性のある動作を設計する技法を求めて、文楽人形の動作時系列を解析した。

測定された文楽人形の動作時系列を、(1)人形の慣性主軸の動きという主要な部分と(2)慣性主軸に対する相対動作という副次的な部分の2つに分解する事を考えた。そして、動作の主要な部分を表している慣性主軸の動きが、動作の情緒の違いによって変化する様子を、時間伸縮と振幅値の増幅・減衰によって説明できる事を示した。さらに時間伸縮と振幅値の増幅・減衰を適切に設計する事で、情緒のない動作の軸の動きを加工して、情緒のある動作の軸の動きを生成する事を提案した。動作の主要部分を設計する一つの技法を示した事になる。時間伸縮を示す簡単なグラフの作成と振幅を

増幅・減衰する数個のゲインの設定だけで、動作軸の動きの設計を行える事が、本手法の特色である。

上記に研究された動作解析および設計の手法の有効性を検証するために、文楽人形や動作軸などの動きをCGで視覚的に表示しながら、同時に動作時系列や動作軸のグラフなども確認できるマルチモーダル動作表示システムを開発したので、その概要を第6章にて紹介した。

以上のようにヒューマノイドの動作の設計方法を求めて、文楽人形の演技動作の解析方法を工夫して来た。人形の動作時系列（各時刻の各部分の位置と姿勢の値）という数値データを出発点とし、最初は数値に依存した動作の解析・設計方法を模索していたが、やがて第5章で提案された動作軸のように、細かい具体的な数値から余分なものをそぎ落として、動作の本質的な表現を求めて行く方法で進んで来たし、今後もこの方針に従って研究を進めるべきであると考えている。

ヒューマノイドの動作を通じて、機能を実現したり情緒的な精神的な意図を伝達するにあたって、身体各部位の各時刻の位置と姿勢という膨大な量の数値が本質的なのではなくそれらからもっと簡略化された動作の本質だけを保存できる表現方法を、さらに深く究明すべきであると考えている。その表現方法は、ヒューマノイドの身体の動きを表現するにあたって汎用的なものであり、人形や人間型ロボットだけでなく人形やアニメーションの人物など人間型の身体を有する物に共通なものであり、身体の形や大きさなどの個性に依存しないものが望ましいと考える。

このようなヒューマノイドの動作の記述・解析方法の研究は、人間型ロボットの動作設計にとって必要であるだけでなく、ビデオに記録された舞踊や文楽の身体の動きを3次元データに変換して、それらの動きの設計技法の解析や文化的な考察による分類などを客観的に行う比較舞踊学などの分野においても有用であると考えている。このような動きの科学を客観的な考察に基づいて進めるにあたって、本論文で報告された内容は、基礎的な方向付けを提案するものである。

論文審査の結果の要旨

人間の形をした人工物に生き生きとした情緒豊かな動作をさせたいという願いは、からくり人形のようなものを考案し続けてきた昔から、人間にとって根強いものであった。アミューズメントやエンターテイメントにも価値をおく年代が到来したことから、人間型ロボットの研究においても、アミューズメント・ロボットのようなものを作る必要性が提唱され、ハードウェア進歩に従って、多くの研究者や民間企業によって実際に製作されている。このような研究におけるロボットが、生き生きとした動きの情緒豊かな表情をみせるためには、その動作を設計するにあたって様々な工夫がなされたはずであるが、そのような動作設計法は体系的には論じられていない。そこで筆者らは、下記の理由によりヒューマノイド（人間型ロボットや文楽などの人形そしてCG内の人物など、人間の形をした人工物を、ここではヒューマノイドと呼ぶことにする）の情緒豊かな動作の設計方法の指針を得るために、日本の伝統芸能である文楽人形の動作を解析した。文楽人形の動きでは、長年に渡って修行を積んだ人形遣いによって、日本の伝統的な情緒表現が典型的に表現されている。本来無生物である人形が、人形遣いによって操られた動きだけで、あたかも生きていたかのように見える。このような特別な芸の力で操られた文楽人形の動きを解析すれば、無生物であるヒューマノイドに情緒豊かな生き生きとした動作を生成させる方法が得られるものと期待できる。文楽人形の動作を記録して解析する研究においては、吉永孝雄や大西重孝といった演劇の研究者による先駆的な仕事があり、具体的な演目で実演されている人形の動作の様々な型が考察されている。筆者らは工学者として立場から、文楽人形の動作をモーション・キャプチャを用いて、客観的に正確な信号として記録して、時系列解析や力

学解析などの工学的な手法に基づいて科学的な解析を試みた。つまり、上記のような文楽の具体的な演目において上演される文楽人形の複雑な演技動作を解析するための準備として、より基本的で単純な演技動作を解析し、ヒューmanoイドの動作に特有なデータ処理方法・主要な情報の抽出方法などを考案する。また、それらに基づいて、ヒューmanoイドの動作設計に利用可能な動作時系列の加工方法を幾つか提案する。

国立文楽劇場で活躍中の人形遣い、吉田玉女氏に、文楽人形の様々な動きを生成してもらい、時々刻々の人形の各部分の位置と姿勢をモーション・キャプチャで測定し、動作時系列を採集した。動作には、「挨拶する」「お茶を差し出す」などの特定の目的を達成するための機能の側面と、「好きである」「嫌いである」などの気持ちを表す情緒の側面があると考え、それぞれの機能の動作を幾つかの情緒で使い分けて、人形の動きを生成してもらった。このとき同一の機能と情緒の動作について、全く同一の動作（であると人形遣いが考える所のもの）を複数回生成してもらって測定した。動作時系列の測定については、第2章で詳しく述べられている。

第3章では、文楽人形の動作時系列の確率的な揺らぎを補正して標準化を行うために、同じ条件のもとで複数回観測された時系列から、同一の事象に対応する時刻を求めて対応付ける方法を提案した。鍵となる考え方は、時系列たちのグラフが局所的に似ている時刻を対応させるという点であり、グラフの局所的な形を数量的に表すものとして、時系列の各時刻における種々のスケールのウェーブレット係数に着目した。つまりウェーブレット係数が近い時刻を対応する時刻と考えて、時系列の標準化を行う手法を提案した。比較するウェーブレット係数のスケールを適切に選ぶことによって、高周波雑音の影響を受けない時系列の標準化が可能である。これら時系列の標準化手法を、文楽人形の動作時系列に対し適用し、標準化された動作時系列のグラフを検討し、それらに基づいてCG上に生成された動作を観察することにより、上記の手法の問題点について考察し、標準化手法を時間区間・時間発展・人形の部位どうしの関連を考慮するように改良した。また上記の標準化手法を用いて、時刻と状態の双方が確率的に揺らいでいる複数の時系列から平均の時系列を求める方法を提案した。そのようにして平均標準化を行い、良好な結果を得た。提案された時系列標準化や平均時系列の計算手法は、文楽人形の演技動作の解析の今後の研究に有効であるだけでなく、異なる種類の複数の信号から対応する時刻を求める必要のあるセンサフュージョンや音声信号・ロボットへの教示信号などの応用分野の信号処理においても有用である。

第4章では、機能・情緒・確率的揺らぎの線形構造に基づいて、文楽人形の演技動作を解析し、ヒューmanoイドの動作生成に使用する動作時系列の情緒を強調させたり減衰させたりして加工するシステムティックな手法を提案した。様々な機能と様々な情緒の文楽人形の動作時系列から、機能の要素と情緒の要素を推定・抽出し、情緒の要素を協調させたり減衰させたりして、新しい動作を計算することができる。

第5章では、ヒューmanoイドの動作を設計するにあたって、身体の各部位の動きをばらばらに設計するのではなく、それらの総体としての整合性のある動作を設計する技法を求めて、文楽人形の動作時系列を解析した。測定された文楽人形の動作時系列を、(1)人形の慣性主軸の動きという主要な部分と(2)慣性主軸に対する相対動作という副次的な部分の2つに分解する事を考えた。そして、動作の主要な部分を表している慣性主軸の動きが、動作の情緒の違いによって変化する様子を、時間伸縮と振幅値の増幅・減衰によって説明できる事を示した。さらに時間伸縮と振幅値の増幅・減衰を適切に設計する事で、情緒のない動作の軸の動きを加工して、情緒のある動作の軸の動きを生成する事を提案した。動作の主要部分を設計する一つの技法を示した事になる。時間伸縮を示す簡単なグラ

フの作成と振幅を増幅・減衰する数個のゲインの設定だけで、動作軸の動きの設計を行える事が、本手法の特色である。上記に研究された動作解析および設計の手法の有効性を検証するために、文楽人形や動作軸などの動きをCGで視覚的に表示しながら、同時に動作時系列や動作軸のグラフなども確認できるマルチモーダル動作表示システムを開発し、第6章で述べられている。

本研究は、人間的動作の設計方法を求めて、文楽人形の演技動作の解析方法を提案している。人形の動作時系列（各時刻の各部分の位置と姿勢の値）という数値データを出発点とし、最初は数値に依存した動作の解析・設計方法を模索しているが、やがて第5章で提案された動作軸のように、細かい具体的な数値から余分なものをそぎ落として、動作の本質的な表現を求めて行く方法で進められている。人間的動作を通じて、機能を実現したり情緒的かつ精神的な意図を伝達するにあたって、身体各部位の各時刻の位置と姿勢という膨大な量の数値が本質的なのではなく、それらからもっと簡略化された動作の本質だけを保存できる表現方法が基本である。その表現方法は、人間的な身体の動きを表現するにあたって汎用的なものであり、人形や人間型ロボットだけでなく人形やアニメーションの人物など人間型なものに共通なものであり、身体の形や大きさなどの個性に依存しないものが望ましいと考える。このような人間的動作の記述・解析方法の研究は、人間型ロボットの動作設計にとって必要であるだけでなく、ビデオに記録された舞踊や文楽の身体の動きを3次元データに変換して、それらの動きの設計技法の解析や文化的な考察による分類などを客観的に行う比較舞踊学などの分野においても有用であると考えられる。このような動きの科学を客観的な考察に基づいて進めるにあたって、本論文で報告された内容は、基礎的な方向付けを提案するものであり、その有効性について重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。よって、学位申請者服部元史は、博士（工学）の学位を得る資格があると認める。