

研究報告書

「人と操り人形のインタラクション：文楽操り人形を用いた感情表現動作デザイン」

研究期間：平成 29 年 10 月～平成 31 年 3 月

研究者番号：50147

研究者：董 然

1. 研究のねらい

本研究の狙いは、今後 10 年間に情報家電のインテリジェントハブとして AI と人工感情をもったホームロボットが普及するために大きく貢献できるロボットと人間のインタラクションデザインを行うことである。

2. 研究成果

(1) 概要

アップルの「Siri」等人工知能アシスタントが実用化されているが、この機能を常用する人はまだ少ない。これは、実際の人間との対人会話感が無いのが原因の一つと推測されている。ユネスコ無形文化遺産「人形浄瑠璃文楽」は、3 人の人形遣いが一体の人形を操作する世界でも例を見ない操作方法を用い、その人形による感情動作表現は「世界で最も美しい動作」「世界の傑作」(UNESCO)と評価され、見る観客の多くに人形への感情移入が起こると言われている。本研究では伝統芸能文楽に着目し、舞台上で演じる文楽人形の多様な音や動きを分析する。文楽の音と動きのメカニズムの一端を明らかにし、ロボットのモーションデザインへの適用の可能性を探る。いままで困難であった「人間的な」感情動作表現を解析し、人工的に感情動作表現を行えるコミュニケーションロボットを開発する。

(2) 詳細

研究テーマ A 文楽人形の構造と動きの解析による感情動作の抽出

人形カラクリとその感情表現メカニズムを解明するため、モーションと音楽データ（三味線）を桐竹勘十郎一座の協力のもと文楽劇場で同時に採集する。特に、人間の感情表現と関係する視線誘導、動き（所作）の関係を固有モード分解し、新たにその表現メカニズムを抽出・部品化する。本研究で、特に、文楽人形の「悲嘆」、「怒り」、「嫌悪」、「期待」、「恐怖」などの基本感情表現データを取集できている。さらに、文楽人形遣い桐竹勘十郎氏（紫綬褒章受章）一座の協力を得て、大阪の文楽劇場で文楽の代表演目「妹背山婦女庭訓」の「道行恋苧環」、「杉酒屋の段」のお三輪のモーションデータを取得している。

さらに、NHK でも取材された徳島文理大学の人形浄瑠璃部の部員に、「二人三番

叟」、「傾城阿波の鳴門」など合わせて約 1 時間のデータをキャプチャすることに成功し、ロボットのトレーニングデータ作成のために準備をした。

研究テーマ B 「Animation principle」を用いたロボットモーションデザイン

文楽あやつり人形の構造及び動作メカニズムの解明について研究を行った。すでに採集済みの感情表現のある文楽人形データ「悲嘆」、「怒り」、「嫌悪」、「期待」、「恐怖」に対して、ヒルベルト変換において最も精度の高い多変数経験的モード分解 (MEMD) で解析を進めた。結果として、文楽に「Slow in」、「slow out」や「secondary action」などの「Animation principle」の技が使われていることを、ヒルベルト変換を用いて確認することができた。今まで採集できた文楽のデータ、及び人間が作ったキーフレームアニメーションデータとの比較検証を研究し、三者の異なる「Animation principle」の特徴を抽出することができた。また、応用面について、文楽動作に「Animation principle」等が使われているなどの解析結果を踏まえ、動作編集において応用面での研究を試みた。また、文楽人形のからくり構造を解明し、動作確認するため、ロボットで解析および編集後のモーションデータを確認した。

研究テーマ C 文楽の序破急を用いたロボットモーションデザイン

日本において物語の展開から、謡のテンポのスピードの変化まで序破急は非常に広範囲な概念を示す。本研究では、主に、後述する、リズムの緩急の一般化された様態を序破急と呼ぶ。必ずしも、「序」、「破」、「急」と 3 区分の必要なわけではなく、一番良く研究されている、能ですら、流派によって異なり、文楽と能においても異なる。それ故、確たる定義がなく、曖昧である。そのため本研究では、単に、能や文楽の謡のリズムの緩急を序破急と定義し、研究を進めた。しかし、そのあり方は多岐にわたり、リズムにおいても、必ずしも、明確に「序」、「破」、「急」と分かれる訳ではないが、本論文では、簡便に、物語にあわせたりズムの緩急の一般化された様態とし、往々にして物語に合わせた感情の変化の表現に用いられるとする。

文楽の演出では、人形が大夫の語り（ストーリー）の謡、三味線等に合わせて感情表現を演じる。この、大夫の謡、三味線等のリズムのテンポに速度の緩急が物語に合わせて織り込まれる。文楽人形は日本最古の単純だが、高度な機械的カラクリ構造を持ち、大夫の謡に合わせたやはり、独特の、動きのテンポがあり、優れた感情表現動作ができる事が知られている。本研究では、文楽人形の優れた感情動作表現を用いたコミュニケーションロボットの開発を目的とし、モーションデザインのフレームワークを提案した。

3. 今後の展開

客観的な評価も取り入れながら、文楽人形のエッセンスを利用するロボットモーションデザインフレームワークの改善を行う。

4. 自己評価

・研究目的の達成状況

文楽に基づいたロボットモーションデザインテーマは、達成できたが、客観的に評価するところまで至っていない。

・研究の進め方（研究実施体制及び研究費執行状況）

約 1 時間の文楽ロボットモーションのトレーニングデータを作成するため、学生を中心に研究体制を作った。研究費について、トレーニングデータの作成人件費、使用するロボットおよびモーションデータの設備に使った。

・研究成果の科学技術及び学術・産業・社会・文化への波及効果

伝統芸能からのロボット創造は、現在世界に注目されている日本文化や日本の感性のテクノロジーを世界へ発信できる学術研究として期待できる。文楽の動き及び感情表現のメカニズム解明により、本研究成果は感情のあるロボット動作生成に寄与できる。また、コミュニケーションロボット・アバターに基づいた AI アシスタントの普及に大きく貢献できる。

・研究課題の独創性・挑戦性

人間共存型ロボット（人型サービスロボット）へのニーズが本格化しており、技術志向で開発された人間共存型ロボットが多い中、人とのコミュニケーションを主目的としたアクトロイドや顔表情ロボなど人型サービスロボットの研究開発は今後急拡大すると予想されているが、情動知能と連動したロボットの感情動作表現法は確立していない。本研究では、その長い歴史を持つ文楽人形の動作に科学的な手法で迫り、その美しい感情表現動作を、コミュニケーションロボットや、アバターの動作に生かす全く新しいモーションデザイン研究である。

5. 主な研究成果リスト

（3）その他の成果（主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等）

・国内会議

陳暘，董然，中川志信，檜垣智也，ヒルベルト - ファン変換を用いた文楽の「ず」の抽出，2019 年電子情報通信学会総合大会，2019-03-20

董然，蔡東生，中川志信，檜垣智也，文楽における序破急のメカニズム解析，2019 年電子情報通信学会総合大会，2019-03-20

中川志信、檜垣智也、蔡東生、董然、劉飛、文楽の音と動きの技術を適応する ロボットの感情表現メカニズム、人間工学システム大会 2019、2019 . 3 . 8

中川志信、檜垣智也、蔡東生、董然、劉飛、文楽の音と動きの技術を適応する ロボットの感情表現メカニズム、人間デザイン学会関西支部大会、2019 . 2 . 2

董然，蔡東生，中川志信，檜垣智也，“ヒルベルト－ファン変換を用いた文楽人形動作解析とロボットモーションデザイン”，CG 技術の実装と数理 2018，2018-09-30

中川志信，檜垣智也，蔡東生，董然，“ロボットに適応する文楽における音と動きの制御メカニズム”，日本ロボット学会学術講演会，2018-09-07

- ・ 国際会議

Yang Chen , Ran Dong , Dongsheng Cai , Shinobu Nakagawa , Tomonari Higaki , Nobuyoshi Asai , The beauty of Breaking Rhythms: Affective Robot Motion Design Using JoHa-Kyu of Bunraku Puppet, Siggraph2019 talks (accepted)

- ・ ジャーナル

Ran Dong , Dongsheng Cai , Shinobu Nakagawa , Tomonari Higaki , Robot Motion Design Using Bunraku Emotional Expressions - Focusing on Jo-ha-ky in Sounds and Movements, Advanced Robotics (投稿中)

中川志信、檜垣智也、蔡東生、董然、劉飛、文楽の音と動きの技術を適応するロボットの感情表現メカニズム、日本デザイン学会誌、2019 . 3 . 31 (投稿中)