

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 28 日現在

機関番号：34405

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25282007

研究課題名(和文)人間共存型ロボットに最適な演技演出デザイン基本法則の抽出

研究課題名(英文)Verification Experiments of Robot System for Emotions expressed by Physical Motions. Analysis of Bunraku Puppet Motion

研究代表者

中川 志信(NAKAGAWA, Shinobu)

大阪芸術大学・芸術学部・教授

研究者番号：00368557

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,000,000円

研究成果の概要(和文)：文楽人形遣いと共同研究を通して、文楽人形の魅力的な動きの要素の一つは、骨格伸縮構造にあることを発見しました。その骨格が伸縮する新構造を有する人間共存型ロボットを研究開発し、その印象度評価を多くの被験者に行いました。その結果、胴体が伸縮するロボットは、胴体が伸縮しないロボットよりも、人は親和性や魅力を感じる事を主観評価及び客観評価(脳波測定)から明らかにすることができました。しかしながら、音声や効果音についての印象度評価については、明確な結論に至りませんでした。

当初の目標は達成できませんでしたが、今後の人間共存型ロボットにおける社会性と芸術性を革新する成果を達成できたと考えています。

研究成果の概要(英文)：“Communication Robots” are expected to become a best partner for human. However the motion designs of the robots are mechanical, and the motion of the emotion is not friendly for human. To solve the problem of the motion design, we had extracted the emotions from the motion of the Japanese “Bunraku” puppeteer. Experiment methods are 2 ways for the same subjects. According to the result of subjective evaluation, an ex-pandable robot was better and higher affinity than the un-expandable robot for subjects. The expandable robot was highly praised in those evaluation points, emotional, lively, not mechanical, warm, and so on. Especially, the expandable body with tilt neck robot was higher evaluation than the only expandable robot. And according to the result of measuring brain wave of subjects, the expandable robot was the highest evaluation. From these results, we confirmed that most human prefers the exaggerated emotional motion of robot like Bunraku puppet.

研究分野：デザイン学

キーワード：Robotics Design Motion Emotion Communication Robot Bunraku Art

1. 研究開始当初の背景

ロボティクスデザインにおける感情創造研究において、文楽人形遣いと共同研究から、強い感情表現時に首、腕、胴の骨格を伸縮させる文楽人形遣いの感情創造メカニズム(匠の技)の発見において、文楽人形の動作をモーションキャプチャーで解析することで、文楽人形による強い感情表現時の骨格伸縮動作を科学的に明らかにすることができた。首、腕、胴体が伸縮することで人に感情を効果的に伝える匠の技である。これらの新たな発見は、ロボットの顔で感情表現するアクトロイドなどの先行研究とは全く異なる。これらの知見をロボットの感情創造に活用するため、骨格伸縮ロボットの全身協調運動により身体動作の誇張表現で、遠目からでも理解できる感情表現のステージングシルエットを表現できると考えた。このメカニズムを有するCGロボを作成し、感情ごとの表現を身体動作で再現したデザイン画を制作した。そのデザイン画を、米国心理学者ポール・エクマンの顔表情による感情ごとの表情パターンにて適合させ、まとめてみると感情ごとに違和感のない対照図となった。これにより、感情ごとに異なる人の顔の表情パターンを、感情ごとに異なるロボットの身体動作パターンに置き換えることができると考えた。そこで、これらの仮説を証明するため、骨格が伸縮する構造のロボット実機を製作して検証実験へ移行することにした。

2. 研究の目的

伝統芸能「文楽」との共同研究から、文楽人形遣いの匠の技として首、腕、胴体が伸縮する骨格伸縮構造の動きが、観客を魅了する芸の動きであることを明らかにしてきた。本研究で発見した文楽人形の感情表現メカニズム(首、腕、胴体が伸縮する骨格伸縮構造の動き)をロボットに適用して、豊かな感情を美しい動きで伝えるシステムを、EXRシステムと名付けた。これは、人がロボットに

抱く最も理想的な感情表現のイメージを再現するシステムでもあり、筆者が考えるロボティクスデザインにおける「芸術性」の表現とした。この名称は、文楽人形の中で最も特徴的であった骨格伸縮(Expandable skeleton Robot system)から採用した。このEXRシステムのロボット動作に対して人が芸術性を感じるのか、機械的でなく人間的で情緒性(感情)や親和性を強く感じるのかなどを実験機(ロボット)による被験者評価で明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本実験機では、外装部と制御部を二つに分離した新構造とした。制御機能のあるロボット後方部品から3本のアームが出て、ロボットの外装部を遠隔制御する構成である。この方式は、人形遣いが文楽人形を操る構成と同じであり、ハードウェアや機能を分け合うことで各々が軽量になり、外装を様々な形状に変化させ易い利点がある。ロボット自体が文楽人形のように冗長性ある動きと誇張表現が行え、観る人のイメージに近い印象を与える陰的制御になると考えた。

従来のロボットにない骨格(胴体)が伸縮する動きと首の傾げの動きが被験者にどう受容されるかを中心に、主観評価と脳波測定による客観評価から被験者の印象度を検証分析する。実験機(ロボット)には、喜びと驚きの2つの感情表現動作ごとに3パターンのロボット動作を用意した。胴が伸縮しないロボット動作、胴が伸縮するロボット動作、胴が伸縮と首の傾斜するロボット動作。これら身体動作の差が、被験者の印象度にどう影響するかを明らかにするのが目的である。実験環境は、以下となる。実験機(ロボット)を静かな部屋(三重大学田口研究室)に設置し、実験機(ロボット)から約1.5メートル前方に椅子を用意し、被験者に着座した状態で実験機(ロボット)を動作させ、被験者

がロボットを体感する実験を行った。最初に喜びの感情でロボット動作3パターンを被験者に実験し、次に驚きの感情で実施した。この脳波測定実験は、三重大学田口寛研究室に依頼した。

4. 研究成果

主観評価と脳波測定による客観評価を被験者11名に行った実験結果から、胴伸縮しない制御パターンより、胴伸縮ありと胴伸縮+首傾斜ありの制御パターンの方が、被験者には印象度がよいことが明らかになった。この実験結果から、胴体が伸縮するロボットに対して、被験者の印象度がよく、その有意性を明らかにすることができた。特に主観評価では、人間らしいや感情をもつなどの形容詞に対して評価が高いことから、胴伸縮ありの制御パターンの実験機(ロボット)の方に芸術性があることが理解できた。その後も同様の実験を2回繰り返したが、実験結果は同じ内容となっている。これらの結果は、ロボットを技術性や社会性から進歩させ、芸術性の領域まで高める新規性のある成果である。

先行研究のアクトロイドやKOBIANは、人間研究からロボットへ展開してロボットの人間らしさを追求している。本研究では、文楽やアニメなど既に異分野で確立されている人間らしさを創出する芸術手法や知見を、初めてロボットに取り入れた。実験結果から、その芸術手法や知見をロボットに展開応用しても、文楽やアニメと同様に人に受容され有効性を明らかにできたことは重要である。

しかしながら、ロボットの動作のみを人間らしくさせることで、人の受容度が増すのに比例して、不気味さも増すことを発見した。これは、ロボットの外観を人に近づけるほど親和性が増すが、人と瓜二つになる前の過程で人の死体に近づき不気味さが増すという森の不気味の谷現象に通じる内容であり、今後追求すべき課題と考える。

今後の展望としては、実験機(ロボット)の精度を高め、より文楽人形の動作に近づけて実験を行いたい。胴体だけでなく、首や腕の伸縮に加え、他にも発見できている文楽人形の人を魅了する虚実皮膜論的な動作をロボットで再現する研究を進めていく。既に新構造設計は完了し、特許申請を予定している。

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5件)

(1)三重大学 大学院 地域イノベーション学
研究科 博士後期課程修了 学位論文
ロボティクスデザインにおける感情創造の
研究 認知症高齢者に対する顔自動情動生
成映像によるロボット療法の効果 中川志
信 2016.3.21

(2)人間共存型ロボットにおける最適なモー
ションデザイン基本法則の抽出～文楽人形
遣いと共同研究から発見した人に感情を
伝えやすい新構造ロボットを通して～
中川志信 大阪芸術大学紀要(報告) 藝術
36 P.139～P.146 2013 査読あり

(3) Verification Experiments of Robot
System for Emotions expressed by Physical
Motions. - Analysis of "Bunraku" Puppet
Motion -
Shinobu Nakagawa, Shinji Tsuruoka,
Hiroshi Taguchi, Koichi Osuka
ADVANCED ROBOTICS, Journal of the Robotics
Society of Japan, 査読中

(4) Verification Experiments of Robot
System for Emotions expressed by Physical
Motions. - Analysis of "Bunraku" Puppet
Motion -
Shinobu Nakagawa, Shinji Tsuruoka,
Hiroshi Taguchi, Koichi Osuka
IWRIS2015, Mie University, P.47-50 査読あ
り(優秀論文賞受賞)

(5) Motion Design of Emotional Expressions for Robot to Communicate with Human-Analysis of "Bunraku" Puppet Motion - Shinobu Nakagawa, Shinji Tsuruoka
IWRIS2013, Mie University 2013, pp.8-11.
査読あり

〔学会発表〕(計3件)

(1) 感情をモーションで伝えるロボットシステムの実機検証

中川志信、大須賀公一、玉井博文、伊豆田千加、江上いずみ、田口寛

第33回日本ロボット学会学術講演会 2015 講演概要集 P.234 2015.9.5 査読なし 東京電機大学東京千住キャンパス

(2) 感情をモーションで伝えるロボットシステムの実機検証

中川志信、大須賀公一、玉井博文、伊豆田千加、江上いずみ、田口寛

計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 2015 講演概要集 P.17 2015.11.21 査読なし 函館アリーナ

(3) 人間共存型ロボットに最適な演技演出デザイン基本法則の抽出

～一流の文楽人形遣い、舞台俳優、音響デザイナーとの共同研究を通して～

中川志信 松原正幸 伊豆田千加 田口祥平 第31回日本ロボット学会学術講演会 2013 予稿集 3H2-1 P.225

2013. 9. 7 査読無 首都大学東京 南大沢キャンパス

〔産業財産権〕

出願状況(計2件)

(1) 名称：生活支援伸縮自在ロボット

発明者：中川志信 他2名

権利者：大阪芸術大学

種類：特願

番号：2015-022762

出願年月日：2015.2.28

国内外の別：国内

(2) 名称：生活支援伸縮自在ロボット

発明者：中川志信 他2名

権利者：大阪芸術大学

種類：国際出願

番号：PCT/JP2015/071732

出願年月日：2015.7.24

国内外の別：国際

取得状況(計0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中川志信 (NAKAGAWA Shinobu)

大阪芸術大学芸術学部デザイン学科 教授

研究者番号：00368557

(2) 研究分担者

大須賀公一 (OSUKA Kouichi)

大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻

知能機械学部門 動的システム制御学領域

研究者番号：50191937