

平成 31 年 5 月 2 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00379

研究課題名(和文) 従事するタスクに応じた人型ロボットの顔のアピアランス設計論の提案

研究課題名(英文) Proposing a design methodology of robot faces suited to specific tasks that these robots are good at

研究代表者

小松 孝徳 (Komatsu, Takanori)

明治大学・総合数理学部・専任教授

研究者番号：30363716

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題の目的は、従事するタスクに応じた人型ロボットの顔のアピアランス設計論の構築である。このため、「どのような顔のアピアランスの人型ロボットが、どのようなタスクに従事すると、人はどのような印象をこのロボットに抱くのか」ということを把握するため、網羅的なアンケート調査を実施し、その調査結果を統計的手法を用いて解析することで、人型ロボットの顔のアピアランス、ロボットの従事するタスク、人が感じる印象との三者の関係性を明らかにし、具体的なアピアランス設計論の提案を目指した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、人型ロボットの顔のアピアランスはデザインの感覚と経験によって決定されることがほとんどであり、そこには汎用性の高い具体的なアピアランス設計論は存在していなかった。よって本研究課題のように、アンケート調査の結果をもとに人型ロボットの具体的な顔のアピアランス設計論の構築を目指すという研究は、これまで前例がなく、学術的な独創性が高いといえる。よって本研究課題の成果は、ロボットを我々の日常生活に導入していくインタラクションの設計段階にて参照すべき重要な知見となり得るため、その設計論の確立は喫緊の課題であるといえる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to propose a design methodology for robot faces suited to the specific tasks that these robots are good at. We then conducted questionnaire based investigations to clarify the relationship among the design elements of robot faces, the different tasks that robots engages in and the users' impressions toward this robot. As a results of these investigations, we could comprehend the concrete design methodology like "which kinds of robot faces cause users to judge robot as being good at education task" and so on.

研究分野：認知科学

キーワード：ヒューマンエージェントインタラクション 認知科学 適応ギャップ アピアランス

## 1. 研究開始当初の背景

ロボット技術の急速な発展により、私たちの日常生活空間に様々な人型ロボットが導入されつつある。それらの人型ロボットは様々な顔のアピアランス(外見)を有しているが、そのアピアランスはデザイナーの感覚と経験によって設計されることがほとんどであり、具体的なアピアランスの設計指針は存在していない。現状は、その顔・頭部に「カッコよさ」「可愛さ」「美しさ」といった審美性を重視したデザインが多く施されている。

その一方で、ロボットのアピアランスは、ユーザとロボットとの関係に多大な影響を及ぼしていることが、応募者が提案した「適応ギャップ仮説」によって実験的に明らかにされている。適応ギャップ仮説とは、人がロボットに対して期待する機能( $F_{before}$ )と、人がそのロボットから実際に感じた機能( $F_{after}$ )との差分( $AG$ )から、そのインタラクション状態を判別できるという仮説である。例えば、人のようなアピアランスをしたロボットに対峙したユーザは、そのロボットに対して人と同じような機能を期待するが、そのロボットと実際にインタラクションを行い、当初予想した「人と同じような機能」よりもその機能が劣っていると感じると、期待した機能( $F_{before}$ )の方が実際に感じた機能( $F_{after}$ )よりも大きくなる「負の適応ギャップ状態( $F_{after} - F_{before} (AG) < 0$ )」となり、「期待外れだ...」と感じてこのロボットに失望を感じてしまい、その後のインタラクションを継続しなくなることが示されている。つまり、ロボットに対して審美性のみを追求し「分不相応」なアピアランスを与えてしまうと、ユーザは「見掛け倒しだ」とロボットに感じてしまい、このユーザとロボットの間には円滑なインタラクションが構築不可能となる。そのため、ユーザとロボットとの間に円滑なインタラクションを構築したい場合、「正の適応ギャップ状態( $AG > 0$ )」となるような  $F_{before}$  を設定するというアピアランス設計が重要となる。

特に、人型ロボットの顔のアピアランスは、人間の顔と同様に相手に与える影響が大きいと考えられるため、慎重に設計されるべきパーツであることは言うまでもない。顔のアピアランス設計に関する研究としては、人間の顔の目や口などのパーツの配置が顔印象全体に及ぼす影響について調査した研究などがあるが、人型ロボットの顔は実際の人間の顔をデフォルメしてデザインされることが多いため、それらの知見は人型ロボットの顔のアピアランス設計に対して直接的に使用することができない。それに加えて、前述のように人型ロボットの顔のアピアランスはデザイナーの感覚と経験で設計されてきたため、人が人型ロボットの顔のアピアランスに対してどのような  $F_{before}$  の値を想起するのかについての基礎的な知見は存在していない。よって、このような知見を得ることができれば、人型ロボットの具体的な顔のアピアランス設計論を構築したり、既存のロボットなどそのアピアランスが変更できない場合には、そこに付与する機能自体を再設計するなどして、適応ギャップの知見をユーザとロボットとの円滑なインタラクション構築に向けた様々な側面での活用できると期待される。

## 2. 研究の目的

本研究課題では、「どのような顔のアピアランスの人型ロボットが、どのようなタスクに従事すると、人はどのような印象をこの人型ロボットに抱くのか」という、ロボットのアピアランス、ロボットの従事するタスク、人が感じる印象との三者の関係性をアンケート調査によって把握し、タスクに応じた人型ロボットの顔のアピアランス設計論を提案することを目指す。

## 3. 研究の方法

【平成 28 年度】アンケートの調査項目に決定。具体的には、ロボットの従事するタスクの選定、ロボットの画像の作成、調査参加者への質問項目を設定。

### ・人型ロボットの従事するタスクの選定

人型ロボットを我々の日常生活に導入しようとする研究活動の多くは、ロボットは特定のタスクにのみ従事することを想定している。そこでまず、ロボットが従事するタスクを抽出するために、Human-Robot/Agent Interaction 分野の学術論文にて、どのようなタスクに従事する人型ロボットが想定または開発されているのかを調査し、その代表的なタスク 5 種類「医療」「教育」「エンタテインメント」「ユーザ補助」「案内」を抽出した。

### ・ロボットの顔画像の作成

人型ロボットのアピアランスを構成する要素としては様々なものが想定されるが、本研究課題においては、人がロボットに対峙した際にまず目にする「顔」に注目し、顔の中でもロボットの持つ機能を具現化したパーツである目(=視覚)、耳(=聴覚)、口(=音声出力)に注目する。そして目、耳、口の大きさと位置をそれぞれ 5 段階ずつずらすことができる、Robot Face Generator を開発した。なおこれらのロボット要素の作画はロボットデザイナー・工業デザイナーの園山隆輔氏に依頼した。

【平成 29 年度】アンケートの実施。Robot Face Generator を用いて目、耳、口の大きさおよび位置を 5 種類ずつ変化させると計 15,625 種類の顔画像が作成できるが、この画像数はアンケ

ート調査によって参加者に提示することを考えた場合現実的な刺激量ではないため、コンジョイント分析法に基づいて刺激となる顔画像を8種類選択した。そしてそれぞれのロボットの顔画像に対して、5種類のタスクのうちどのタスクが得意だと思うかというユーザの印象を7件法によって取得した。

#### 【平成30年度】Robot Face Generatorによる簡易デザイン実験

前年度に行われたアンケート結果の解析および精査と並行して、Robot Face Generatorを使ってロボットの従事する5種類のタスクが得意そうと思われるロボットの顔画像を調査参加者に自由に作成してもらった。調査には、情報系の大学生およびデザインを専攻する大学生に参加してもらった。

#### 4. 研究成果

アンケート調査の結果および簡易デザイン実験の結果を総合的にまとめたものが、下記のデザイン指針となった。

##### ・ユーザ補助

- 「目のサイズ」やや大きい
- 「目の位置」やや高い
- 「耳のサイズ」やや小さい
- 「耳の位置」やや高い
- 「口のサイズ」大きい
- 「口の位置」高い

##### ・教育

- 「目のサイズ」やや小さい
- 「目の位置」やや高い
- 「耳のサイズ」やや小さい
- 「耳の位置」やや高い
- 「口のサイズ」大きい
- 「口の位置」やや高い

##### ・エンタテインメント

- 「目のサイズ」大きい
- 「目の位置」やや高い
- 「耳のサイズ」大きい
- 「耳の位置」やや高い
- 「口のサイズ」大きい
- 「口の位置」高い

##### ・医療

- 「目のサイズ」やや大きい
- 「目の位置」やや高い
- 「耳のサイズ」小さい
- 「耳の位置」やや高い
- 「口のサイズ」標準または大きい
- 「口の位置」やや高い

##### ・案内

- 「目のサイズ」大きい
- 「目の位置」やや高い
- 「耳のサイズ」やや小さいまたはやや大きい
- 「耳の位置」やや高い
- 「口のサイズ」大きい
- 「口の位置」やや高い

結果として、5つのタスクを得意とした顔画像間において、似たような特徴が選択されていたことが明らかとなった(例:大きく高い位置にある目,大きく高い位置にある口)。本研究で抽出した「ロボットが従事する5種類のタスク」はいずれも人間とのインタラクションが必要であるために、インタラクションにおける重要なデザイン要素が共通して選択された結果となったと考えられる。しかしその中でも、教育に従事するロボットは目が小さく、エンタテインメントに従事するロボットは耳が大きいなど、タスクごとの特徴もまた抽出することができたといえる。

## 5 . 主な発表論文等

〔学会発表〕(計4件)

上出真裕,小松孝徳:ロボットが従事するタスクに適したロボットの顔のデザインの検討:  
コンジョイント分析の結果を精査する, HAI シンポジウム 2017, 2017 年

Komatsu, T., and Kamide, M: Designing robot faces suited to specific tasks that these  
robots are good at, The 26<sup>th</sup> IEEE International Symposium on Robot and Human  
Interactive Communication, 2017 年

Matsu, K., Komatsu, T., and Kobayashi, M: Study on the use of reference objects to  
convey an impressions of dimensions, The 6<sup>th</sup> International Conference on Human-Agent  
Interaction, 2018 年

上出真裕,小松孝徳:ロボットが従事するタスクに適したロボットの顔のデザインの検討:  
具体的に設計指針の提案, HAI シンポジウム 2018, 2019 年

〔その他〕

ホームページ等

<https://sites.google.com/view/takanorikomatsu>

## 6 . 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。