

令和元年6月13日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K19993

研究課題名(和文) 親が幼児に与えている安心感の工学的再構成に関する研究

研究課題名(英文) Research on reproduction of the sense of security that parents give to their children

研究代表者

田中 文英(Tanaka, Fumihide)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：50512787

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：ソーシャルロボットの研究開発が世界中で加速している中、ユーザの心理的安心感に着目した技術研究は、物理的安全性などのトピックと比べて依然少数である。本研究では、まず、ロボット技術を活用した安心感に関する探索実験を行った。続いて、そこで抽出された要求事項を検討し、体表温度の変動に着目した技術開発を行った。その他、フェーディング技術や芳香提示に関する、当初研究計画には無かった新たな開発にも着手した。これらの成果は当該分野の主要国際会議にて複数の査読あり論文として発表されている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ロボットが社会に普及していくに際して、ロボットの物理的安全性に加えて、人間に与える心理的安心感は重要な研究テーマである。これまで後者は主に心理学研究がなされてきているが、技術的な成果を与える研究は限られていた。本研究は、人間に安心感を与えるロボット技術を、親子の関わり合いから着想を得て提示している。これらは研究分野においても未だ萌芽期にあるため、今後研究分野が発展していくための技術的方向性を複数報告した。

研究成果の概要(英文)：Research and development for social robots are becoming active. However, still not many attempts, particularly in their technologies, have been made with respect to the psychological safety of users. In this study, we first conducted an exploratory study using a telepresence robot. Then, among requirements obtained, we focused on the thermal sensation of the users and developed a social robot which was able to change its body temperature. In addition, we started new researches as to a fading technology and olfactory displays. These results were published at major international conferences as full papers with review.

研究分野：ソーシャルロボティクス

キーワード：ソーシャルロボティクス

## 1. 研究開始当初の背景

近年、育児や教育の支援を目的としたロボットの研究開発が世界中で急速に活発化している。米国 NSF や欧州 FP7, Horizon 2020 下においても大型プロジェクトが次々に始まっており、韓国では各地の教育施設にロボットの導入が進められている。

しかしながら、同時に、こうした動向に対する人々の懸念や不安も大きくなってきている。Science 誌など主要雑誌には警鐘を鳴らす寄稿が度々掲載され、欧州では公開シンポジウムも開催されている。

こうした背景をふまえるに、人間のロボットに対する安心感という観点は極めて重要である。しかるに、これまでの当該分野の工学的研究は、ロボットの物理的安全性を扱うまでに留まることが多く、心理的安心感を扱う試みで工学的な内容にまで至るものは限られていた。

## 2. 研究の目的

そこで本研究では、まず、親が幼児に与えている「安心感」について、ロボット技術を活用した探索型の調査実験 (exploratory study) を行い、より具体的に親の「何が」幼児に対して安心感を与えているかを探る。続いて、そこで得られた知見を元に、人間が安心して用いることのできるロボット要素技術を開発することを目指す。

発達心理学における多くの先行研究が主張するように、幼児はケアギバーの帯同下では安心して積極的に行動できることが知られている。親が幼児に対して安心感を与えていることは確実であるように思われるが、より具体的に親の何が安心感を与えているかは不明瞭である。

その一方で、ロボットは人間の親のような安心感を与えることができるであろうか。直感的にはこれは困難であるように思われる。しかしながら近年、テレプレゼンスロボットと呼ばれるユーザ操作型のアバターなどが実用化され始めており、完全な遠隔操作と映像音声提示下では、対面条件と変わらない安心感を与えられる可能性が示唆されている。本研究では、親が遠隔操作するテレプレゼンスロボットと自律ロボットとを融合した中間的な存在感を有するロボットを活用した探索型の調査実験から開始し、最終的には要素技術開発も行う。

## 3. 研究の方法

当初研究計画通り、調査実験から開始した。ここでは、親が有する特徴を、遠隔ロボットインタフェースを用いてひとつずつ制限をかけていき、それが子どもの安心感に与える影響を調査した。まず、実験で用いる遠隔ロボットインタフェースを開発した。別室から親が表情および音声を伝送可能なディスプレイが頭部に設置されており、加えてロボットの両手両腕も遠隔操作できるようにした。外観が与える影響を極力小さくするため、機体を覆う中立的な外装を準備した。このロボットを用いて、親を特徴付ける各種パラメータを変化させていきながら、幼児とのインタラクション調査実験を行った。実験は、発達心理学分野においてよく知られた社会的参照の実験パラダイムに着想を得た課題を用いた。なお、実験計画は筑波大学システム情報系の研究倫理委員会にて承認を得ている。

この調査実験から、当初研究計画には無かった技術的課題も発見され、1年目後半から課題に着手した。とくに、ロボット外装テクスチャの重要性が大きいと感ぜられたため、テクスチャの検討を深めた。心理学分野ではテクスチャは3要素で定義されるとの知見をふまえ、その中から外装の温度に着目したロボットの開発を開始した。2年目からは、さらに対象を広げた要素技術開発を行った。次項、研究成果に記すように、安心感を付与するためのプレゼンス制御、芳香提示などがその内容にあたる。

## 4. 研究成果

初年度に行った調査実験から、安心感付与に重要な要件として、人とロボットの接触を伴う相互作用に着目した。既存の心理学知見をふまえた検討の結果、外装テクスチャを構成する3要素 (柔らかさ・荒さ・温度) からアプローチすることが妥当と判断した。本研究ではこの中から特に、既存先行事例の少ない温度要素に着目する技術開発を行うことにした。

具体的には、体表温度を可変とするロボットを開発し、安心感付与のための基盤技術を提示することを行った。図1のロボットは、電圧によって温度制御の可能なペルチェ素子とヒートシンクを内蔵したものである。予備実験を元に接触行動を調査しやすい形状を決定し、本開発を行った。

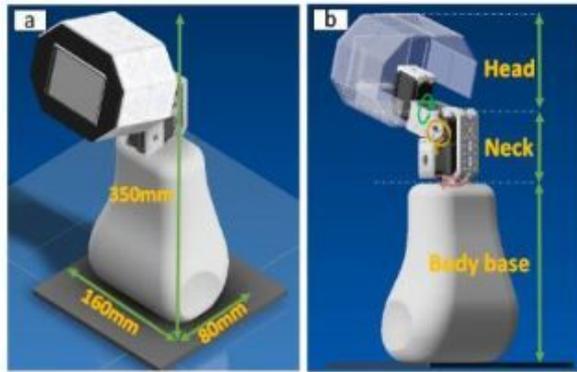


図 1：体表温度可変のロボット

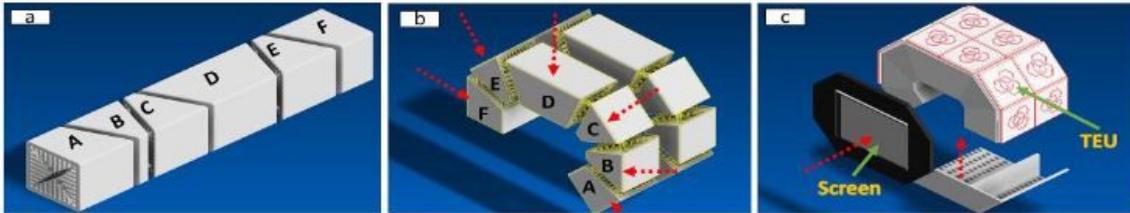


図 2：ペルチェ素子とヒートシンク構成

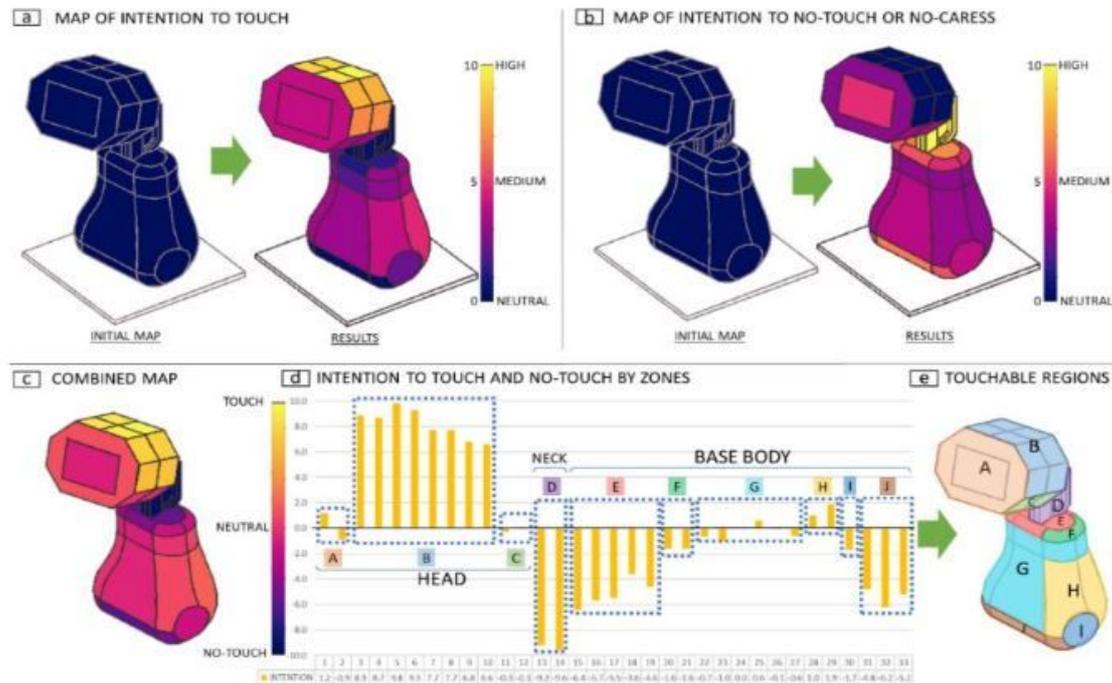


図 3：参加者実験による性能検証

性能検証として、温度変化とユーザの接触行動を調べる参加者実験も行い、行動分析と併せて、安心感など主観的な印象を尋ねる調査も行った（図 3）

この研究成果は、ソーシャルロボティクス分野の主要国際会議である ICSR（International Conference on Social Robotics）にて査読ありフルペーパー採択され、さらに同会議で開催されたデザインコンペティションにて ICSR 2018 Best Robot Design Finalist に選出された。

その他、2年目に行った発展的な研究として、テレプレゼンスロボットの顔画像表示におけるモーフィングを活用したフェーディング技術、インタラクション対象のユーザに対する芳香提示の検討がある。これらは共に当初研究計画には無かったものであるが、安心感付与に対する要素技術開発として、並行実施した。

前者については、既存のテレプレゼンスロボットの通話終了時に着目し、そこでモーフィングを活用したフェーディングを行うことによって、通話終了時のユーザの寂しさ軽減を図ったものである。フェーディングの複数方法を実装し、ユーザ実験で印象を確認するところまでを

行った。この成果は IEEE 国際会議 RO-MAN 2018 にて査読ありフルペーパー採択されている。

後者については、安心感付与のための新たな視点として、芳香提示に着目した予備的研究である。図4にあるように、既存ディフューザーにファンを取り付けた装置を自作し、これを人型ロボット Pepper の腕部を始めとするボディに取り付け、同ロボットの身体動作に同期して芳香提示を可能にした。本研究も予備的なユーザ実験を行うところまで行い、その結果を国内学会にて報告した。



図4：人型ロボット腕部に設置した芳香提示装置

以上、本研究計画は2年間の短期であったが、当初研究計画にあった調査実験を行うのみならず、当初研究計画には無かった複数の要素技術開発と予備的検証までを行うことができた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計6件)

Denis Peña, Fumihide Tanaka.:

Validation of the Design of a Robot to Study the Thermo-Emotional Expression.  
10th International Conference on Social Robotics, 2018.

Hirokazu Yoshida, Fumihide Tanaka.:

Maintaining the Presence of Remote Speakers on Telepresence Robots by Visual Morphing to Reduce Loneliness.  
27th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication, 2018.

Denis Peña, Fumihide Tanaka.:

Touch to Feel Me: Designing a Robot for Thermo-Emotional Communication.  
13th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 2018.

千本松 輝, 田中 文英.:

コミュニケーションロボットを対象とした装着型芳香提示装置の検討.  
第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2018.

柏井 雄登, 田中 文英.:

外装温度を可変としたロボットハンドがユーザの安心感に与える影響.  
第32回人工知能学会全国大会, 2018.

吉田 寛和, 田中 文英.:

テレプレゼンスロボットにおけるモーフィングを用いた存在感の余韻強化の試み.  
第32回人工知能学会全国大会, 2018.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

なし

## 6．研究組織

### (1)研究協力者

研究協力者氏名：開 一夫

ローマ字氏名：(HIRAKI, kazuo)