

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K21800

研究課題名（和文）ソーシャルタッチにより人間の痛みを軽減する物理エージェントの研究

研究課題名（英文）A Study of Physical Agents to Relieve Human Pain by Social Touch

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）：注射を受ける際などの痛み知覚を和らげる効力を有する物理エージェントデバイスを開発した。ソーシャルタッチと物理エージェントの特性を活かした本デバイスは、ユーザが「握る」感覚と「握られる」感覚を提示することによってユーザの知覚する痛みの軽減を図る。物理エージェントの複数試作を経て最終的なデバイスを開発した。加えて、Pain Research分野における先行知見を参考にして物理エージェントデバイスの有効性を検証する実験プロトコルを開発し、実験を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「握る」感覚と「握られる」感覚を同時あるいは任意タイミングで提示可能な物理エージェントデバイスの開発、さらにはそれを人の痛み軽減に活かそうとする試みは学術的新規性を有する。さらにはそのデバイス利用の有効性検証に向けて、熱刺激装置を用いた痛み実験プロトコルを確立した点にも学術的な意義があるものと考えられる。ワクチン接種などの機会が全世界的に増えている近年では、将来の応用可能性に向けて社会的なニーズや意義も大きいものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：A physical agent device that reduces pain when receiving an injection was developed. This device, which utilizes the characteristics of social touch and physical agents, reduces the user's perceived pain by presenting the user with the sensation of "holding" and "being held". The final device was developed through multiple prototypes of physical agents. In addition, an experimental protocol was developed and tested to verify the effectiveness of the physical agent device with reference to previous findings in the Pain Research field.

研究分野：知能ロボティクス

キーワード：物理エージェント

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

注射など多少の痛みを伴う医療処置中において、もしもその痛みを軽減することができれば、広く人類への貢献になりえる。これまでに、細い注射針の開発や簡便に使える麻酔パッドの開発などが行われてきた。

人とロボットの相互作用 (Human-Robot Interaction: HRI) に関する研究分野において、注射を受ける際の子ども達に対して、人型ロボットが話し相手をすることによって子ども達の気を紛らわそうとする試み (distraction) が報告されている。しかしながら、単なる対話のみでは効果は非常に限定的であり、コストパフォーマンスも疑問である。

その一方で、ロボットなど物理的なエージェント技術の特徴を活かす手法として、ソーシャルタッチの研究も近年注目を集めている。親が子をケアする場面や、看護師が患者をケアする場面など様々な場面において、なでたりさすったりするソーシャルタッチは有効性を発揮している。

### 2. 研究の目的

将来的に注射など多少の痛みを伴う医療処置時の利活用を想定した上で、同処置中に人が感じる痛みを軽減するための物理エージェントデバイスの開発を試みる。ソーシャルタッチと物理エージェントの特性を活かした本デバイスは、ユーザが「握る」感覚と「握られる」感覚を提示可能で、加えてユーザのエージェンシー認知を喚起させる外観を有するものとする。さらには、痛みに関連する研究分野の知見を参考にして実験プロトコルも確立し、開発された物理エージェントデバイスの有効性を確認する参加者実験に着手する。

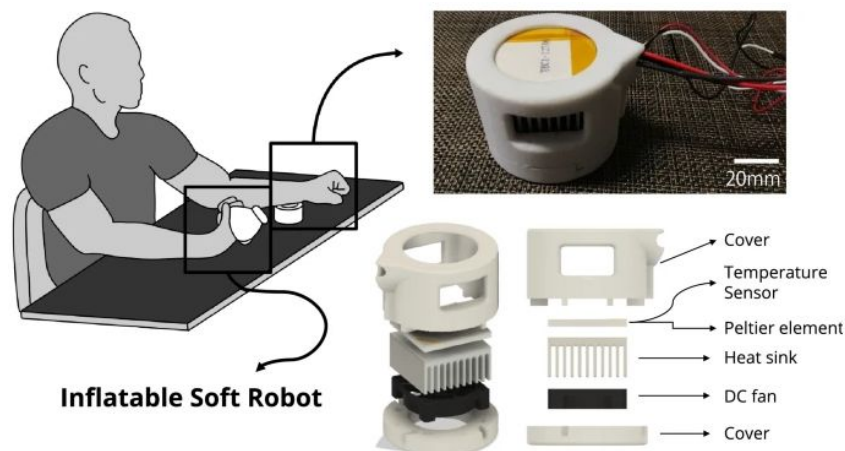
### 3. 研究の方法

物理エージェントデバイスの開発については、研究代表者の研究室が有する 3D プリンターなどプロトタイピングの設備を利用して試作機の開発とテストを繰り返しながら要求仕様を満たす設計を得ていく。

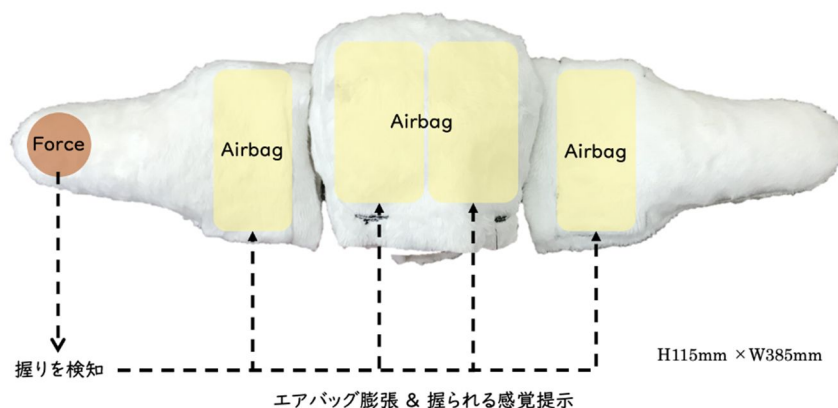
痛み実験プロトコルの確立については、Pain Research 分野の先行知見とくに Pain60 に関する既存研究を調査しながら本研究用の実験プロトコルを確立していく。電気刺激と熱刺激の双方の可能性を検討していく。

### 4. 研究成果

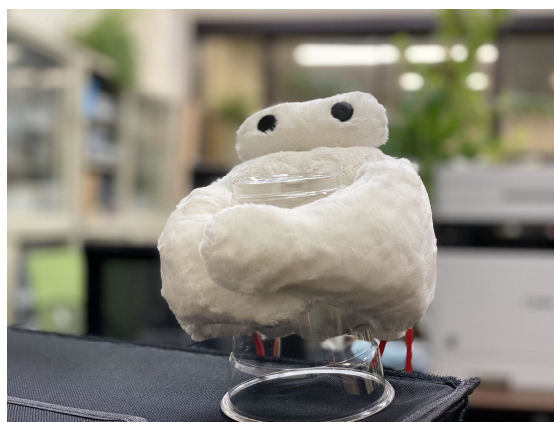
前述のように Pain Research 分野の先行知見を詳細に検討しながら、安全性の担保された熱刺激装置 (下図) を開発し、併せて Pain60 値を同定する予備実験を重ねながら、本研究で開発する物理エージェントデバイスの有効性を検証する痛み実験プロトコルを確立した。同プロトコルは筑波大学システム情報系研究倫理審査承認 (2020R376) を得ている。



物理エージェントデバイスについて、第1プロトタイプは硬質な素材を3D printingして作成し、ユーザが握ることとユーザを握ることの2種基本仕様の満たす制御上の設計を検討した。しかしながらこの過程で素材自体の変更の必要性を強く実感するに到り、第2プロトタイプは人工毛皮素材とエアバッグアクチュエータで開発することにした。



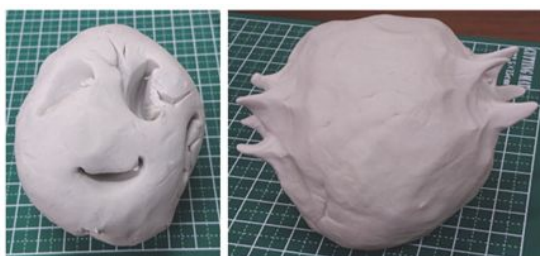
予備実験を繰り返しながらエアバッグの数や配置など基本構成を検討していき、上図のような構成に行き着いた。続いて、物理エージェントデバイスが有すべきもう一つの要求である、ユーザのエージェント認知を喚起させる外観の検討を行い、最終的に下図のような外観を有する物理エージェントデバイスを開発するに到った。



この物理エージェントデバイスの開発過程を国際会議で論文発表し、2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2021)ではBest Student Robot Designを受賞した。

そして前述の痛み実験プロトコルを用いた検証実験も実施し、予備実験を含めて80名近い実験参加者による実験を終了した。実験では痛み知覚スケールを用いた主観評価と、唾液を用いた客観評価が行われ、物理エージェントデバイスがユーザの痛み知覚に与える影響を調べる豊富な結果データを得るに到った。このデータの詳細な分析と論文報告 (Scientific Reports 誌 2022年) は本研究期間の最終年度から終了後にまたがり行われているが、同論文の貢献には上述の実験プロトコルや物理エージェントデバイス自体の開発も含まれている。

以上に報告した当初研究計画の内容に加えて、当初予定していなかった新たな研究内容にも着手し、成果をあげることができた。以下その内容を報告する。



前述テーマの予備実験を行っている間に、時として人が痛みを口頭で表現することの難しさを知るにあたり、痛みの説明を補助するための形状変化機能を有する装置の研究開発に着手した。左図にあるように、当初は粘土を用いて人の知覚や思考過程を形にしてみて、そこから必要な要件を抽出し、形状変化装置の試作に繋げた。



左図が試作したプロトタイプである。この試作機では形状変化機構は一つしか実装されていないが、ラック・アンド・ピニオン機構を内蔵し、シリコン膜が複数の痛みを表す形状に変化する。さらには変化の周波数を制御することも可能で、これらの組み合わせによって予備実験で抽出された要件を満たすことを確認した。萌芽的な研究事例であるが、着想自体の新規性が評価されて、2020年度の人工知能学会全国大会にて優秀賞を受賞した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Youchan Yim, Yohei Noguchi, Fumihide Tanaka	4. 巻 12
2. 論文標題 A wearable soft robot that can alleviate the pain and fear of the wearer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-21183-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Youchan Yim, Fumihide Tanaka
2. 発表標題 Development of an Inflatable Haptic Device for Pain Reduction by Social Touch
3. 学会等名 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 窪田 悠貴, 田中 文英
2. 発表標題 人が感じる痛みの説明を補助するための形状変化装置の開発
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------