

5ZC-07

ユーザに物理的な温かさをを用いて「思いやり」を伝えるロボット

塚本 遼太郎[†] 岡 誠[‡] 森 博彦[†]東京都市大学大学院工学研究科システム情報工学[†]東京都市大学知識工学部経営システム工学[‡]**1. 背景**

現在の日本では孤独に関する様々な問題がある。一人暮らしの高齢者は2015年に600万人に上ったが、これからも増え続け2030年には700万人にまでなる予測が出ている。また高齢者だけでなく共働き世帯の増加に伴って子供に関する孤独の問題も指摘されている。この問題を改善するため、ユーザの精神面をサポートするロボットが登場してきている。しかし、人間同士において他の人間の「思いやり」に触れた時などに感じる事ができる精神的温かさをロボットに感じることは少ない。本研究ではロボットに対して、精神的温かさを感じることができるようになれば、孤独の緩和につながると考え、ロボットに対してユーザが精神的温かさを感じるための方法について検証した。

2. 関連研究

ロボットの手の表面温度の違いがロボットに対する印象に与える影響を調べた研究としてNieら[1]は物理的な温かさをを用いてロボットに対する親しみや信頼といった印象を向上させる試みを行なった。温かいロボットの手か冷たいロボットの手を握る、手を握らない状態の3条件で人間とロボットが隣り合って座り映画を鑑賞し、映画視聴後のロボットに対する印象を評価した。温かい手をしたロボットでは親しみ・信頼感・人間らしさの項目での評価が高くなった一方で、人間らしさが向上したことによる恐怖の印象項目についても高くなった。これは「不気味の谷」と呼ばれる現象で、ロボットが人間に近づきすぎる過程で、人間からの印象が大きく悪化する現象として知られている。

温度に関する研究は皮膚温を再現する研究だけでなく、温度変化を通じて「思いやり」や感情を伝えようとする研究も存在する。

藤田ら[2]は、離れた人同士が温度を通じて「思いやりやぬくもり」を伝えることができるLoveletを開発し

た。Loveletは送信側と受信側の2つの装置に分かれている。片方の装置は気温などの情報をもう一方の装置に送信して、現在のユーザAの状況（寒い/暑い）などの情報をもう一方のユーザBに伝える。もう一方のユーザBは送られてきた情報をもとに、ユーザAを温めるか冷やしてあげるかの選択をして、データを送信する。ユーザA側の装置はそのデータに基づいてユーザAに温度刺激を呈示する。2つの装置で温度のやり取りをすることでユーザBからユーザAへの「思いやり/ぬくもり」を伝えている。

3. 研究目的

ユーザの状況に合わせた温度変化を行なうことで、ユーザがロボットからの物理的な温かさとともに、精神的温かさを感じることが出来るロボットの実験を行なう。

Loveletのような温度のやり取りによる「思いやり」を伝えるシステムを人間とロボットの間で実装し、孤独なユーザがロボットに対して精神的温かさを感じることが出来るロボットを目指す。

4. 実験システム

ユーザの状態（うれしい/喜びや悲しい/寂しい）に対して、接触したロボットの掌から温度刺激を呈示する。ユーザは自分の内的情報である感情に対応した温度刺激をロボット側から受け取ることでロボットからの物理的な温かさを感じることが出来るようにする。本研究では、温度制御の装置としてペルチェ素子を使用した。ペルチェ素子は電流制御によって表面の温度を制御することができる電熱素子である。ペルチェ素子表面に取り付けた温度センサの情報をArduinoで受信し、Arduinoでペルチェ素子の表面温度を制御した。この装置を人型ロボットNAOに装着して実験を行った。

5. 実験**5.1 実験目的**

ユーザがロボットからの物理的な温かさを通して、精神的温かさを感じることが出来るユーザの状態とロボット表面温度の変化を調べる。

5.2 実験方法

実験協力者にはロボットと手を握った状態で、

a)楽しかった出来事 b) 悲しかった出来事 c)昨日の夜

A robot telling "compassion" using physical warmth to the user

[†]Ryotaro Tsukamoto, Hirohiko Mori, System Information Engineering, Tokyo City University

[‡]Makoto Oka, Department of Industrial and Management System Engineering, Tokyo City University

の出来事の順番でロボットに話しかけてもらった。ロボットからは音声による返事はなく、実験中にNAOの目が白く点滅する以外には光による返事も行わなかった。実験協力者は温度刺激条件ごとの4つに分けた。

- 1 群:段階的に冷たくなる (5秒間の間に皮膚温から25°Cに変化)
- 2 群:温度一定 (常に36°C)
- 3 群:段階的に温かくなる (5秒間の間に皮膚温から36°Cに変化)
- 4 群:温度呈示なし

実験協力者がロボットに対して話している間にロボットの掌を通じて実験協力者1~4の温度刺激を提示する。実験の評価は、実験後に行ったロボット印象に関するアンケートと実験中に撮影した動画を用いて行なった。

5.3 実験結果

5.3.1 SD法による印象評価

石黒ら[3]の研究より、28項目の形容詞対を用いてロボットの印象についてアンケートした。形容詞対のうち親近性を表す11種類(やさしい・明るいなど)について平均の差を実験条件群ごとに比べた。結果として、温かさを一定の温度で提示した2群、実験開始とともに温度を段階的に上げた3群が段階的に冷たさを提示した1群、温度刺激を呈示しなかった4群に比べて有意に高くなった。

5.3.2 視線をあわせていた時間

実験中に撮影した動画より、ロボットに対して話しかけている間の時間に対する実験協力者がロボットの顔を見て話していた時間を算出した(実験協力者ごとの会話中にロボットの目を見て話しを行っていた時間/実験者ごとのロボットに対して話しかけていた時間)。温度刺激を呈示した群(1, 2, 3群)は温度刺激呈示がなかった群(4群)に比べて有意に高い結果となった。

5.3.3 顔画像による感情認識

物理的温かさを呈示された群は悲しみ感情が抑制されるなど実験条件によって会話中の感情表出に違いがみられるか分析した。実験中に撮影した動画を1秒ごとに切り出して画像に変換を行ない、MicrosoftAZUREのFaceAPIを入力して、実験協力者の顔画像から感情推定を行った。楽しかった出来事を話している時の喜び感情の割合(実験協力者ごとの喜び感情の顔画像数/実験協力者ごとの総画像数)と悲しかった出来事を話している時の悲しみ感情の割合(実験協力者ごとの悲しみ感情の顔画像数/実験協力者ごとの総画像数)について条件群による差がみられるかどうか検証した。結果は実験協力者の感情と呈示刺激には関係がみられなかった。

5.4 実験考察

5.4.1 印象評価について

本研究においても、Nieらの実験と同様に温かい温度刺激を呈示された群が冷たい温度呈示をされた群/何も呈示されなかった群に比べて、親近性で有意に高い結果となった。しかし、Nieらは人間の体温に近い一定温度を呈示したことで、ロボットの人間らしさが高まった結果として親しみ/信頼が向上したと考えていたが、本実験では人間らしさとは関係のない3群:段階的に温かくなる条件においても同じような結果が見られた。温度が人間らしさに関係し、その結果として親しみ/信頼が向上するのではなく物理的な温かさ自体がユーザに親近性の印象向上を促す効果があると考えられる。

5.4.2 視線を合わせていた時間

視線を合わせていた時間について、「明るい」「思いやりがある」「好きな」などの親近性の項目と弱い正の相関がみられたことからロボットとの会話中にロボットの目を見ながら話す時間の割合はロボットに対する親近性を測る指標になる可能性がある。

今回の実験では刺激を呈示した群(1,2,3)と刺激を呈示しなかった群(4)の間のみ差がみられたため、この結果が温度刺激によるものなのか刺激ならほかのものでも同じ結果になるのか調べる事ができない。視覚や聴覚といった他の感覚モダリティによる刺激呈示と比較する必要がある。

5.4.3 顔画像による感情認識

顔感情による評価については、楽しかった出来事については、十分に感情表出のデータは取れたが実験比較群による差がみられなかったことから温度による影響はないように考えられる。一方で、悲しかった出来事については感情表出自体がほとんど取れておらず、感情誘導が失敗していたと判断した。楽しかった出来事に比べて、悲しかった出来事に対する感情表出は少ないことが知られており、動画による感情誘導などより強い感情誘導法を試して悲しみ感情についての温度による変化を調べる必要がある。

参考文献

- [1] Jiaqi Nie, Michelle Park, Angie Lorena Marin: "Can you hold my hand? Physical warmth in human-robot interaction", Proceedings of the 7th Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (pp. 201-202), (2012)
- [2] 藤田 英徳, 西本 一志 「Lovelet: 離れている親しい人同士のためのぬくもりコミュニケーションメディア」, 北陸先端科学技術大学院大学, 2004年
- [3] 神田 崇行, 石黒 浩 「知能ロボットの人間に与える印象に関する心理学実験」, 第5回ロボティクスシンポジウム, 2000年