

高齢者をつなぐ巡学ロボットにおける ユーザの感情表出量に基づく対話選択のアルゴリズム

Dialogue Selection Algorithm Based on the Amount of User's Emotional Expression in a Circulate-Learning Robot Connecting Elderly People

笠井 翼*1 田中 文英*2
Tsubasa Kasai Fuminide Tanaka

*1筑波大学 大学院 システム情報工学研究科
Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

*2筑波大学 システム情報系
Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

We proposed a Circulate-Learning Robot for solving isolation of elderly people. Circulate-Learning Robot is a teachable robot which is designed to go to various places and be taught by people. It was found from the previous research that it is important to equalize the amount of teaching from the user. In addition, we focused on the importance of empathy in new relationship building. We propose a dialog selection algorithm to equalize the amount of user's emotional expression for a user of Circulate-Learning Robot. The number of morphemes in the sentence in which the emotion expression word appears was defined as the amount of emotional expression. In the proposed method, users are clustered using this amount of emotional expression. The topic is decided from the co-occurrence probability of an independent word and an emotion expression word. The proposed system switches dialogue strategy between empathy expression and promote to expressing impressions. This paper proposes the algorithm that selects a dialog strategy according to the amount of user's emotional expression.

1. はじめに

我々は、独居高齢者の孤立の解消に向けて、1台のロボットが多地点を巡り学習することで、複数のユーザが1つのロボットを共有して育成する経験を通して新たなコミュニティを構築することを目的とした巡学ロボットを提案した [笠井 17]。巡学ロボットの概念図を図1に示す。先行研究では、高齢者への聞き取り調査から、人間的な反応をするロボットに教えたいとの意見から人間的な学習機能と学習結果表出機能を合わせた4つの機能をロボットに実装し、実際の高齢者に対して巡学ロボットを使用してもらう予備調査を行った。機能に関しては、実装目的通り、学び方が人間のようだったとの意見がインタビューから得られた。また、ユーザ間で巡学ロボットの学習結果の表出から会話が生まれたことから、巡学ロボットのコンセプトの有効性が示唆された。しかし、人間関係構築の上で必要な他者との共通点や相違点の把握を支援する機能については十分な結果を得たとは言えなかった。

他者との共通点や相違点を認識する部分には、その人の仕事や言語、話す内容など多く挙げられる。その中でも、関係初期においては話す内容からその人となりを判断することが多いと考えられる。この時に重要視されるものの1つに共感できるかどうか、という指標がある。そこで、巡学ロボットではユーザがどのような内容でどのような感情を抱くのかを学習する、それをどのようにユーザから引き出すかが重要となってくる。ユーザに合わせて共感を示すことで対話に対する印象の向上や自然な対話の実現を目的とした対話システム開発は様々行われているが、ロボットとの対話を通してユーザ同士の相互理解を促進させることを目的として、ロボットの共感に着目したものはない。

そこで、本稿では巡学ロボットにおいて、ユーザ間の共感の

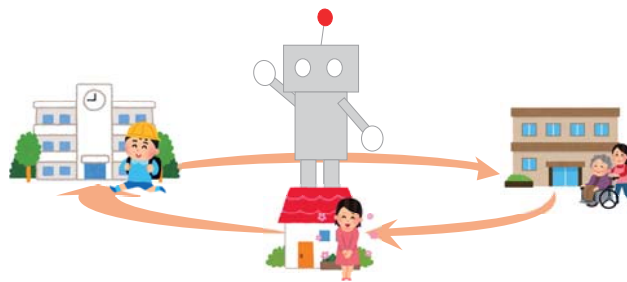


図1: 巡学ロボットの概念図

促進が関係構築において重要であると考え、ユーザから感情表現を引き出すためのユーザの感情表出量に基づく対話選択アルゴリズム手法を論じる。2章で予備調査と関連研究から巡学ロボットの課題とそれに対する解法へのアプローチを述べ、3章にて具体的なアルゴリズムについて述べる。

2. 巡学ロボットの課題と関連研究

本章では、予備調査から得られた結果と関連研究から、巡学ロボットの課題を述べ、要求仕様について論ずる。

2.1 学習結果表出の偏り

予備調査に協力いただいたユーザで、「お寿司」に関連する語句の教示に対して、「ばななどみかん」と特徴的な教示を行ったユーザがいた。そのユーザに対して、何故、お寿司からばななどみかんを教えたのか、という会話が発生した。このように、互いの共通点や相違点で明確化されたところから会話が生成することがロボットを通して行われることが確認され、巡学ロボットのコンセプトの有効性が示唆された。しかし、会話のほとんどの時間が、その特定の人物に対してのみ行われ、話題内容に偏りが生まれた。小川は、2者間の会話において、開示

連絡先: 笠井 翼, 筑波大学システム情報工学研究科, 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1, kasai@ftl.iit.tsukuba.ac.jp

量の偏りが会話への好ましさと負の相関があり、好ましさは会話相手との将来の関係性に対する印象と正の相関があると報告している [小川 03]。つまり、巡学ロボットの学習結果の表出に偏りがあると、ユーザ間で発生する会話の話題の偏りに繋がり、関係構築において悪影響を及ぼすことが懸念される。しかし、これに対処する巡学ロボットの機能はまだ考案されていない。加えて、ユーザ間の関係構築を促進させる機能についても、予備調査にてユーザ間で共通してロボットに教えた内容を優先的に学習結果として表出するアルゴリズムを実装したが、関係構築の促進という目的に対して十分な結果は得られていない。これらから、ユーザ独自の特徴的な情報である感情を表出した量に着目し、ユーザ間でロボットへの感情表出量を均等に調整する機能が必要であると考えられる。

2.2 ユーザへの共感表出

人間の共感には重要な要素が含まれているとされている。人は文化や性別に問わず否定的な事象やトラウマティックな事柄に遭遇した時、そのときの情動を他者に話す傾向があり、この情動の共有行動の理由の1つは、他者に自分を理解し、受け入れてもらうためであるとされている [Rimé 92]。共感的感情反応と向社会的行動には正の相関があると報告し、ポジティブな感情への好感・共有が高い人は向社会的な行動を選択しやすいのではないかとされている [櫻井 11]。これらから、孤立する独居高齢者にとって共感できる相手を持つことで向社会的に繋がることが推察され、孤立の解消への一助となることが考えられる。

ロボットがユーザに共感を示す様々な研究があり、共感することはロボットの印象を向上させることが報告されている。チェスの趨勢に合わせて共感する内容の発話を行うことで、ユーザがロボットに感じる friendly が向上した [Leite 13]。ユーザの表情から感情を推定し、ロボットが徐々にユーザと同じ感情の表情を表出することで、positive, active, happy の評価が向上した [山野 08]。高齢者向けの対話システムの中に共感を示す手法を取り入れ、高齢者のユーザにシステムとの対話に対して好印象を与えた [大竹 12]。しかし、これらの研究は全てロボットやシステムに対する印象を向上させるためであり、共感を用いて人と人を繋げる研究はされていない。また、感情の強さを検出し、それに合わせてシステムの表出を選択する手法には着目はされているが、ユーザの感情表出量によってシステムの表出を選択する手法に着目したものはない。

2.3 ユーザからの要求によるタスクの決定

予備調査から、高齢者がロボット技術に対して求めるものとして、話をもっと聞いて欲しい、自らの認知機能改善に貢献して欲しいと2つの意見が得られた。このことから本研究では、決められたテーマについて話す内容を予め準備し、制限時間内に話すことで、認知機能に直結するとされている体験記憶、注意分割、計画力を訓練する手法である共想法 [大武 12] を基にしたタスクをロボットで行うことにした。巡学ロボットでは、グループ内を4周することで1セット分の共想法が行えるように適応する。

1 周目 ユーザがロボットに対して写真を見せつつ、制限時間内に決められたテーマについて話し、巡学ロボットはその話と写真を覚える。

2 周目 巡学ロボットが1周目に覚えた話を記録した写真とともに他のユーザに行き、ユーザはそれに対して質問する。この時、ロボットは質問内容を覚える。

3 周目 2周目で集めてきた質問をユーザに行い、解答を得る。

4 周目 質問に返ってきた解答を伝える。

以上の1連の流れを共想法の巡学アレンジとする。巡学ロボットでは、これを複数セット行うことを想定する。巡学ロボットは各周において、感情表出量を見ながら独自に対話を行う。これを実現するために、巡学ロボットでは話を聴いて質問する傾聴対話システムの構築と話を再現する手法が必要となる。本稿では、話を聴いて質問する傾聴対話システムの構築に焦点を当てる。

様々な傾聴対話システムの研究が行われてきた [大竹 12]。下岡らは高齢者を対象とし、回想法を行うことを目的とした傾聴対話システムの開発を行っている [下岡 17]。高齢者の心のケア、認知機能のケアという点に焦点を当てたシステム開発という点では本研究の目的の1つと合致する。しかし、これらの研究はユーザとシステムとの1対1の対話にのみ焦点をあて、ロボットの成長がユーザに与える影響やロボットの表出内容から他者との間接コミュニケーションを促すものではない。そこで本研究では、これらの研究を参考に対話システムを構築し、ユーザがどのような時に感情を表出するのかを発話内容から学習し、ロボットが徐々に共感するようになることを目的とする。

3. 感情表出量による質問選択アルゴリズム

本章では、まず巡学ロボットとのインタラクションタスクについて簡単に述べた後、感情表出量の算出及びそれによるユーザのクラス分類について提案し、巡学ロボットの学習結果とクラス分類の結果から対話内容を選択する手法を提案する。感情表出量の算出とユーザのクラス分類の流れを図2に、対話選択アルゴリズムの概略図を図3に示す。

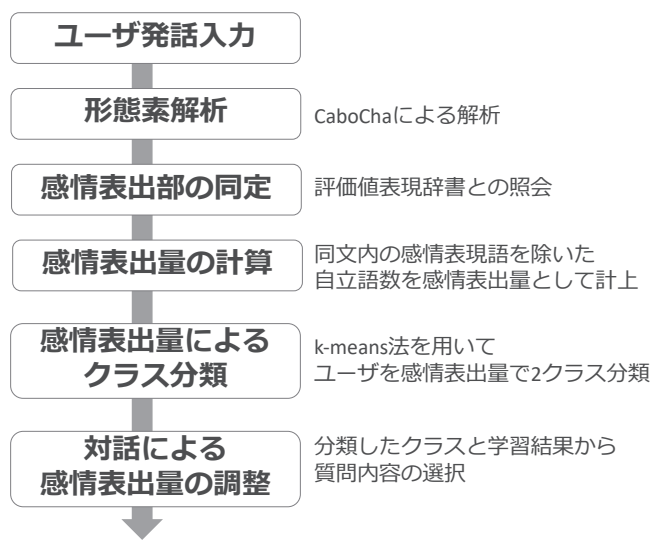


図 2: 感情表出量の算出とユーザのクラス分類の流れ

3.1 感情表出量

発話内容から感情を推定する研究の中で、感情表現と共に生起されやすい確率から感情の強弱を決定する手法やポジティブとネガティブの極性を評価する手法 [乾 06] はあるが、量に着目したものはない。文章から感情が想起された要因を抽出するには、動詞と名詞の間の意味的關係を表現した深層格を同定する必要がある。しかし、日本語において深層格の設定方法について、統一した見解はない。そこで、本研究では、ユーザが発

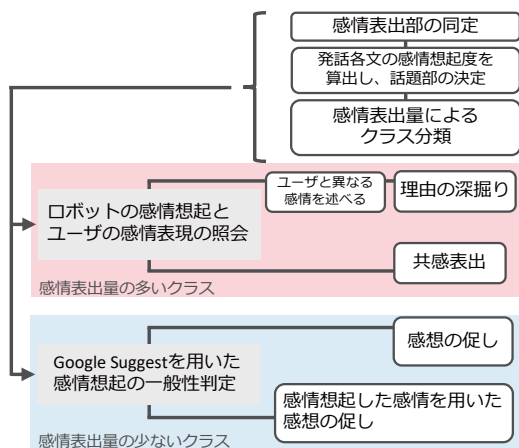


図 3: 対話選択アルゴリズムの概略図

話する全てが感情の想起に大小問わず影響を与えるものとし、感情表出量を評価値表現辞書 [小林 05][小林 06] 内に存在する語と同一文内にある自立語の総数と定義した。

3.2 感情表出量によるクラス分類

k-means 法を用いて、感情表出量によりユーザを 2 クラスに分類する。このクラス分類の結果から、質問戦略を決定する。

3.3 質問による感情表出量の調整

既存研究ではユーザに共感を表す研究は話者の感情を推定し、同調することを目的としたものである [下岡 17]。しかし、本研究では必ずしも同調することを目的とせず、巡学ロボットの他ユーザはどう思うのかを巡学ロボットを通して理解することも重要な目的としている。そこで、本研究では巡学ロボットユーザ達から感情表出表現を学習することで、ユーザグループ化されたロボットの感情想起部を実装する。

3.3.1 ユーザグループ化されたロボットの感情想起部

ロボットの感情想起という点、システム独自の感情を決定し行動選択する研究が多いが、本研究では各ユーザが表出した感情表現を基に、ある文からユーザグループが最も想起されやすい感情を算出するという点で異なるものである。

ユーザ発話から、内容を形態素解析にかけ、自立語を対象とした感情表現語句との共起確率を学習する。そして、学習結果を用いてユーザの発話内容から感情が想起されやすさを算出する。ユーザ発話 1 文における感情の想起されやすさを感情想起値とすると、感情想起値 C は、1 文中の形態素数を n 、ある形態素を a 、 a に共起する感情表現の数を m 、ある感情表現を b 、形態素 a と感情表現 b が共起する条件付き確率を $P(b_j|a_i)$ とすると、

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P(b_j|a_i)$$

で表すことにする。ただし、どの感情表現も共起しない確率については負の値として扱うことにする。この文中の形態素全ての感情表現との共起確率の総和を感情が想起されやすさ、感情想起値とする。

3.3.2 話題内容の決定

話題内容の決定では、まずユーザの発話各文をロボットの感情想起値 C が大きい順にランク付けする。次に、検索エンジ

ン Google での検索結果数と、2 つの集合の類似度を計算する Simpson 係数を用いて、各文内の自立語と最も共起されやすい感情表現語句との Simpson 係数を算出する。ネット検索を用いたのは、ユーザの発話内容のみから話題選択基準を設けると、データ数の少ない領域の話題に対応することが難しいと考えたためである。ある文中の自立語 a の検索結果数を N_a 、感情表現語句 b の検索結果数を N_b 、 a と b をキーワードとして検索した際の検索結果数を N_{ab} とすると感情後検索結果 Simpson 係数 S は以下の式で表される。

$$S = \frac{N_{ab}}{\min(N_a, N_b)}$$

Simpson 係数で発話文毎に比較した際、上位 3 割に入る文の中で感情想起値 C が大きい順に話題内容として決定する。決定プロセスの簡単な流れは以下の通りである。

1. 感情想起値 C の値が高い順に発話各文をランク付け
2. Google Suggest による各文の感情想起された感情と同文内の形態素毎の Simpson 係数の総和でランク付け
3. Simpson 係数の総和が上位 3 割に入った文の中で、感情想起値 C の値が最も高いものから話題にする。

3.3.3 質問選択アルゴリズム

先に分類した感情表出量のクラスによって、ロボットが行う質問を選択することでユーザ間の感情表出量を調整する。なお発話する内容については動的に生成せず、テンプレート文に当てはめることとした。

感情表出量の多いクラス

感情表出量の多いクラスでは、話題部でユーザが表出した感情とロボットの感情想起が一致するかによって共感を表すかを決定する。共感の発話内容に関しては、感情表現語句を当てはめるテンプレート文から選択する。一致しない場合には、ロボットの感情想起値で最も高い値の感情を表出し、なぜその感情を抱いたのかを質問する。

感情表出量の少ないクラス

話題内容に決定した文を繰り返し発話し、その時に抱いた感情について尋ねることで感情表出を促す。この時に、検索エンジン Google の API である、Google Suggest を用いて話題文中の自立語毎に上位 10 位と評価値表現辞書を照会する。一致した場合には、その自立語と感情表現語句を当てはめたテンプレート文を表出し、感想を促す。これは、まだ感情表現を行っていない、つまりロボットに対してあまり親密でないユーザに、なるべくニュートラルな印象を与えることで対話への偏見を与えないようにすることを目的とした。また、一致しない場合には、話題文を繰り返した後にどう思ったかを単に問うこととした。

3.3.4 話題数の決定

3.2 節で述べた、クラス分類結果を基に感情表現の少ないクラスのユーザに対する、ロボットが取り上げる話題数を決定する。ユーザの感情表現量と感情表現の多いクラス重心距離を、ユーザの 1 質問に対する平均解答感情表現量で割る。小数点以下については切り上げることとし、話題数を決定する。

4. まとめ

本稿では、予備調査で明確になった巡学ロボットの課題に対して関連研究を交えて解決手法を論じ、ユーザ間の感情表出量の均等化に向けた対話選択手法を論じた。今後は、実際に高齢者の方に使用してもらい、感情表出量の均等化の有効性を検討する。検討結果次第では、この対話選択アルゴリズムによる効果を検証するために本稿では取り組まなかった、発話内容の動的生成などにも焦点を当てる予定である。

謝辞

本研究は、科研費・基盤研究(A)「子どもと高齢者の教育的コミュニケーションを支援するロボットインタフェース(課題番号15H01708)」の支援を受けて行われた。また、予備調査にご協力いただいた参加者の皆様に心より感謝する。

参考文献

- [小川 03] 小川一美：二者間発話量の均衡が観察者が抱く会話者と会話に対する印象に及ぼす効果, 実験社会心理学研究, Vol. 43, No. 1, pp. 63-74 (2003)
- [乾 06] 乾孝司, 奥村学：テキストを対象とした評価情報の分析に関する研究動向, 自然言語処理, Vol. 13, No. 3, pp. 201-241 (2006)
- [大竹 12] 大竹裕也, 萩原将文：高齢者のための発話意図を考慮した対話システム, 日本感性工学会論文誌, Vol. 11, No. 2, pp. 207-214 (2012)
- [大武 12] 大武美保子：介護に役立つ共想法: 認知症の予防と回復のための新しいコミュニケーション, 中央法規出版 (2012)
- [笠井 17] 笠井翼, 田中文英：巡学ロボットの開発とその学習アルゴリズムの一検討, 第31回人工知能学会全国大会 OS-3 世代をつなぐ知的インタフェース (2017)
- [小林 05] 小林のぞみ, 乾健太郎, 松本裕治, 立石健二, 福島俊一：意見抽出のための評価表現の収集, 自然言語処理, Vol. 12, No. 3, pp. 203-222 (2005)
- [小林 06] 小林のぞみ, 乾健太郎, 松本裕治：意見情報の抽出/構造化のタスク仕様に関する考察, 情報処理学会研究報告自然言語処理 (NL), Vol. 2006, No. 1 (2006-NL-171), pp. 111-118 (2006)
- [櫻井 11] 櫻井茂男, 葉山大地, 鈴木高志, 倉住友恵, 萩原俊彦, 鈴木みゆき, 大内晶子, 及川千都子：他者のポジティブ感情への共感的感情反応と向社会的行動, 攻撃行動との関係, 心理学研究, Vol. 82, No. 2, pp. 123-131 (2011)
- [下岡 17] 下岡 和也, 徳久 良子, 吉村 貴克, 星野 博之, 渡部 生聖：音声対話ロボットのための傾聴システムの開発, 自然言語処理, Vol. 24, No. 1, pp. 3-47 (2017)
- [山野 08] 山野美咲, 薄井達也, 橋本稔：情動同調に基づく人間とロボットのインタラクション手法の提案, HAI シンポジウム (2008)
- [MeCab] 日本電信電話株式会社コミュニケーション科学基礎研究所共同研究ユニットプロジェクト京都大学情報学研究所, “Mecab: Yet another part-of-speech and morphological analyzer,” <http://taku910.github.io/mecab/> (2018年2月参照)
- [Leite 13] Leite, I., Pereira, A., Mascarenhas, S., Martinho, C., Prada, R., and Paiva, A.: The influence of empathy in human-robot relations, International journal of human-computer studies, Vol. 71, No. 3, pp. 250-260 (2013)
- [Rimé 92] Rimé, B., Philippot, P., Boca, S., and Mesquita, B.: Long-lasting cognitive and social consequences of emotion: Social sharing and rumination, European review of social psychology, Vol. 3, No. 1, pp. 225-258 (1992)