

ロボットの人間らしさを上げる概念融合を促進する対話の提案 Discourse to Promote Blending to Improve Robot's Human-Likeliness

周 豪特[†], 李 冠宏[†], 橋本 敬[†]

Haote Zhou, Guan hong Li, Takashi Hashimoto

[†]北陸先端科学技術大学院大学 知識科学系

[†]School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
kumaindex@jaist.ac.jp

概要

人間がロボットの心や社会性を理解できれば、ロボットと人間は長期的な関係を持てるようになるだろう。本論文は、長期的な関係を維持するために、新しい概念を生み出す思考の一つである概念融合を促すロボットと人間の対話を提案する。この対話は2つの概念についての説明と概念を結合したものについての説明が含まれている。本稿ではこの対話の効果を検討する実験の計画を示す。

キーワード：概念融合, ヒューマンロボットインタラクション, 人間らしさ, 対話構造

1. はじめに

Human-Robot Interaction (以下, HRI) 領域では, 人間と長期的な関係を持てるようにロボットの性質や相互作用の仕方を改善するため, 人間がロボットを人間らしく捉えられる要件に関する研究が行われている[1]. ロボットの人間らしさとは, 人間が思うロボットが持つ内面についての性質である(心[1], 社会性[2]など). 研究者の中には, 経験や知識を述べることができるロボットのほうが人間らしさを感じやすいと主張する人もいる[3]. その主張を踏まえると, 経験や知識を表すことはある程度ロボットの人間らしさを改善できると考えられる。

ロボットが既述の経験をを超えてそれまでに述べられていないことを会話の中で提示できれば, 長期的な関係を維持するに役立つと考える。例えば, 対話の現場にいない第三者の経験を提示することでロボットの人間らしさがあがる[3]. しかし, 会話の現場にいない第三者の経験や知識を述べる際, そのデータをくわえないといけない。新たにデータを加えるのではなく, 既存のデータを使って, 何か新しいものを生じる方法があれば, より豊かな対話が可能になるだろう。

既述の知識や言葉から新しい概念を生成するメカニズムの一つに概念融合という思考がある。人間は, 簡単に既存の2つの概念を結合し, 新しい概念を生成・理解ができる。ロボットがそれを促進すれば, ボットの人間らしさが改善する可能性がある。本研究は, そ

の1つの方法はロボットが人間に概念融合を促すことであると提案する。概念融合を促すには様々な方法が考えられる。Stamenkovic(2015)は, 視覚の刺激が概念融合という思考を誘発するのに役立つことを示した[4]. 本研究は, ロボットと人間のインタラクション, とくに, 経験や知識をロボットが表すことを対象としているので, 対話を通じて概念融合を起こすと考える。

しかし, 概念融合を起こすには, 話題提出や対話能力が必要である。即ち, ロボットは知識を持ち, 概念融合ができ, 対話構造を入れる必要があると考える。

本研究は, ロボットが対話の中で概念融合ができると思われるように, ロボットに知識と融合した概念を持たせ, 対話構造に入れることを実現する。そして, 人間とロボットのインタラクション実験をし, ロボットの人間らしさをはかる。

本論文の残りの部分は, 以下のように構成されている。2節で, 基盤となる研究を紹介する。3節で概念を表出する対話構造を提案する。4節で実験デザインを紹介する。

2. 基盤となる知識

2.1 概念融合

概念融合という思考は, 認知上の操作であり, 2つの概念スペースから情報を取り出し融合したスペースを作ることである[5]. 2つの概念はそれぞれが持つ概念のスペース(図1の入力I1, 入力I2)を想定し, 両者に共通する属性が作るスペース(総称スペース)と, 新たに概念を融合するスペース(融合スペース)を作り, それぞれから融合スペースに属性をマップすることで結合した概念を作り出す[6]. 2語を典型例として概念融合を説明する。例えば, 「屠殺業者のような外科医」を言う時, 入力1は屠殺業者であり, 屠殺業者のスペース(入力I1)には「肉を切る」, 「商売をする」, 「屠殺場で働く」, 「包丁を使う」という属性がある。入力2は外科医であり, 外科医のスペース(入力I2)には「患者を対象とする」, 「治療する」, 「手術室で働く」,

「メスという刃物を使う」という属性がある。総称スペースには両者に共通する属性として「役割」「手段」「目的」「職場」「道具」がある。一つの可能性は、「手段」と「目的」を融合スペースにマッピングすることで、外科医は患者を救おうとしても肉を切る結果になるという概念を作ることである。そこで、「外科医は下手だ」という意味が生じた。

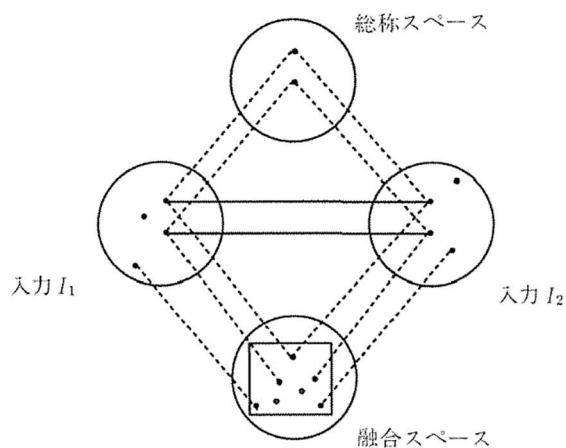


図1 概念融合の概略 ([5]より)

2.2 ロボットが持つ知識の表現

本研究でロボットが扱う知識は記述論理 (description logic, 以下 DL) に基づく。記述論理とは、知識表現と知識を対象とする推論手法のための論理言語であり、主に概念の分類とその関係を記述するためのものである。COCOS の DL 文法は OWL (Web Ontology Language) である。OWL は DL の文法形式の一種である。OWL は現在のセマンティック・ウェブの発展におけるオントロジーの基盤技術となっており、概念 (concept)、属性 (role)、個体 (individual) から構成されている。例えば、「田中さんは結婚した男の子である」という知識で、「人」「男の子」は概念であり、「男の子」は「人」の概念に属する。そして、「結婚した」は属性、「田中さん」は個体である。

2.3 概念融合の計算モデル

本研究では概念融合の一部を実現できる計算モデルとして Lieto and Pozzato (2019)による COCOS (concept combination system) というシステム [7] を用いる。このモデルは入力する語の概念についてのナレッジベースを持ち、2つの語の一方を主要部 (head)、他方を修飾語句 (modifier) として、結合された新しい概念を生成する。COCOS は DL に基づく計算モデルであり、概念融

合の問題を非単調記述論理問題として扱っており、概念を結合する際、属性を選択する困難問題を解決できる。以下に「pet-fish」という語を例として COCOS の解決する問題を説明する。「pet-fish」という概念は「pet」という概念と「fish」という概念を結合したものである。そして、典型的な pet はもふもふで触ると温かく感じるもの、典型的 fish は灰色だと考える。しかし、結合した「pet-fish」の典型例は赤または金色で、温かくなく、ふわふわではなく、灰色でもないものである。

このモデルを使って概念の結合の部分が計算できると考える。しかし、ここで実現できるのは概念結合であり、概念融合の一部だと考えている。概念融合という思考は入力スペースの検索とマッピング、総称スペースの検索、融合スペースにマッピングするなど様々な操作がある。COCOS は融合スペースにマッピングするという操作の一部を実現できるが、概念融合の特徴である創発性、すなわち、入力される概念のどちらにも無かった概念が結合された語に生じるという点 (「屠殺業者のような外科医」の例では「下手だ」という意味) は実現できていない。一方、ロボットに人間のような概念融合という思考を完全に実装することができないが、ロボットは人間に誘導して思考させることができると考える。

3. 対話構造

3.1 概念の構造

概念を表出する際に、OWL で記述されるような知識の構造が必要である。本研究で概念の構造は COCOS [6] の入力の構造に従って構成する。具体的には、概念名、リジッド属性、典型的な属性から構成される。概念名は概念の記号、リジッド属性は概念の個体が必ず持つ属性、典型的な属性は概念の個体に普遍的な属性である。外科医を例として説明すると、外科医の概念名は「外科医」、リジッド属性は「職業」、典型的な属性は「患者に向ける」「治療する」「手術室で働く」「メスという刃物を使う」である。

3.2 3種類の対話 概念対話、総称対話、融合対話

概念融合を誘発する対話の優位性を証明するために、本研究は、概念融合という思考を、入力スペースの検索とマッピング、総称スペースの検索、融合スペースへのマッピングという3つの思考パターンに分解する。

それぞれの思考パターンを対話で表出できるように 3 つの対話構造として、概念対話、総称対話、融合対話を作る。融合スペースへのマッピングは新しい概念を生成でき、話題提供になる可能性がある。本研究は融合対話がロボットの人間らしさを上げるために優位であることを示したい。

それぞれの対話は、ロボットによる 3 つの概念の説明とそれぞれに対する確認の質問、および、1 つの自由回答質問から構成される。「概念の説明」は、ロボットが概念について説明する。ここでは、3.1 節の典型的な属性を説明することとする。その後、ロボットは「この説明で合っていますか」という「確認の質問」をする。「自由回答質問」は対話によって変わり、以下のようになる。

概念対話において、3 つの概念について説明し、自由回答質問はそれぞれ概念の説明が正しいかどうかを聞く。例えば、2.1 節で挙げた屠殺業者の例では、「包丁を使う」という属性について、現代は包丁使わず機械で肉を切ると考え、自分の考えと合わないと思うかもしれない。そのような場合は、「機械を使う」と回答することが期待される。

総称対話においても同様に 3 つの概念の説明があり、自由回答質問では概念間の共通点について聞く。例えば、外科医は「患者に向ける」、屠殺業者は「肉を切る」という属性を持ちその共通点として、どちらも働く「対象」を持つという回答が期待される。

融合対話では、2 つ概念の説明をした後、3 つ目の概念はこの 2 つから COCOS を用いて結合した概念を説明する。自由回答質問は結合した概念がどういう意味を持つと考えるか聞く。例えば、外科医を主要部、屠殺業者を修飾語句とした場合は 2.1 節に述べた「外科医は下手だ」といった創発的な意味を持つ回答が期待される。

4. 対話の効果を確認する実験の計画

本研究の仮説は、ロボットが概念融合を促せばロボットの人間らしさが上がる、というものである。これを検証するために、ロボットが人間と対話する参加者間デザインの実験を行う。具体的には、一人の実験参加者が概念対話と融合対話、あるいは、総称対話と融合対話を経験し、そこで感じるロボットに対する印象を比較する。ロボットについての印象は各対話後にアンケートにより調査する。

図 2 は各条件での対話の流れを表す。実験はロボットの簡単な自己紹介から始まる。ロボットがそれぞれの説明と確認と質問をし、参加者が答えるという会話を、概念を変えて n 回繰り返す (3.2 節を参照)。

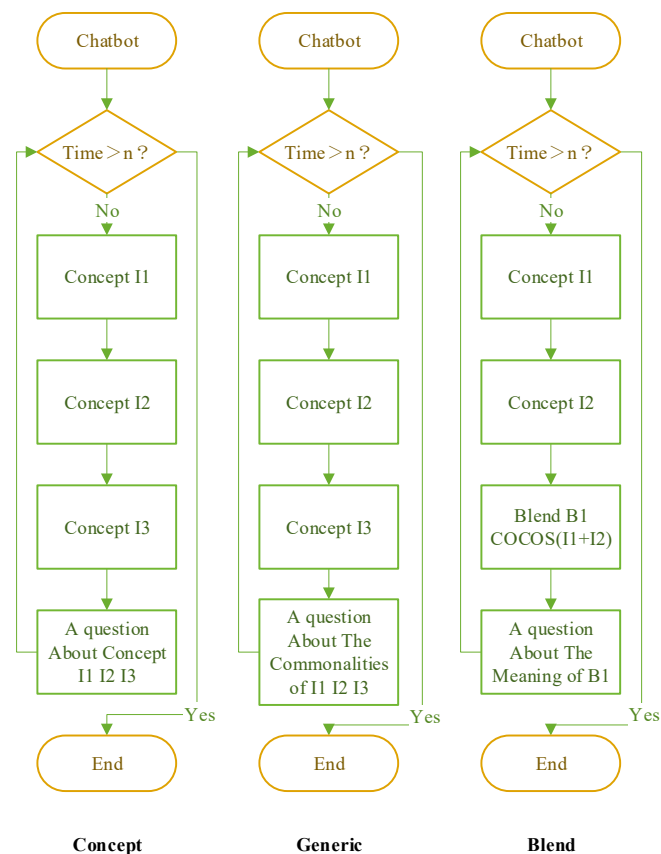


図 2 3 種類の対話の流れ

アンケートで調査する尺度は Fu ら(2009) [3]を基準に踏襲する。人間が思うロボットの人間らしさ、心に関する尺度として、Gray ら(2007) [1]の「心の知覚スケール」を使用してによりどんなものに心があると感じるかを測定する。人間が思うロボットの人間らしさ、擬人化 (anthropomorphism), アニマシー (animacy), 好感度 (likeability), 知覚された知性 (perceived intelligence), 知覚された安全性 (perceived safety) について、Bartneck ら(2009) [8]の尺度を使用する。人間が思うロボットの人間らしさ、社会性に関する尺度は Naito(2013) [9]より編集した質問を作る。人間がロボットの受容度に関する尺度は、Fu ら(2009)[3]より、「このロボットをどの程度受け入れられますか」を質問する。

文献

- [1] Gray, H., M., Gray, K., & Wegner, D.M. (2007). Dimensions of mind perception. *Science*, Vol. 315, No. 5812, pp. 619.
- [2] Gockley, R., Bruce, A., Forlizzi, J., Michalowski, M., Mundell, A., Rosenthal, S. ...Wang, J., (2005). Designing robots for long-term social interaction. In 2005 IEEE/RSJ International conference on intelligent robots and systems. pp. 2199-2204. Edmonton, Alta.:IEEE.
- [3] Fu, C., Yoshikawa, Y., Iio, T., & Ishiguro, H., (2020). Sharing experiences to help a robot present its mind and sociability. *International Journal of Social Robotics*. doi: doi.org/10.1007/s12369-020-00643
- [4] Stamenkovic, D. (2015). The effects of animated visual stimuli on the process of conceptual blending in riddle solving. *Linguistics and Literature* Vol. 13, no 1, 2015, pp. 11–19, Facta Universitatis, doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2496010>
- [5] Fauconnier, G. (1997). *Mappings in thought and language*. Cambridge: Cambridge University Press
- [6] Turner, M.B. (2015). Blending in language and communication. In E., Dabrowska, & D., Divjak (Eds.). *Handbook of cognitive linguistics* (pp.211-232). Berlin: De Gruyter Mouton.
- [7] Lieto, A., & Pozzato, G. L., (2019). Applying a description logic of typicality as a generative tool for concept combination in computational creativity. *Intelligenza Artificiale*. vol. 13, no. 1, pp. 93-106. doi: doi.org/10.3233/IA-180016
- [8] Bartneck, C., Kulić, D., Croft, E. et al. (2009). Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *International Journal of Social Robotics*. Vol. 1, pp.71–81. doi: doi.org/10.1007/s12369-008-0001-3
- [9] Naito, Y. (2013). Congruence between self-evaluation and other-evaluation based on social skills. *Rissho Univ Annu Rep Psychol* .No.4 , pp.39–43