

記号コミュニケーションにおいて起こる意味の 重複問題の解決方法とその効果の検証

Study on effect of solution for elimination of duplicate meanings in symbolic communication

大田 琉生, 中野 稜介, 金野 武司

Ryusei Ota, Ryosuke Nakano, Takeshi Konno

金沢工業大学 工学部 電気電子工学科

Kanazawa Institute of Technology, College of Engineering,
Electrical and Electronic Engineering

{b1800630,b1806326}@planet.kanazawa-it.ac.jp, konno-tks@neptune.kanazawa-it.ac.jp

概要

人間が発する言葉には字義通りの意味と言外の意味の二重の意味が込められており、コミュニケーションはそれらの意味を理解することで成立する。しかし、そのメカニズムは未だ解明されていない部分が多い。本論では、このメカニズムを解明するために取り組まれた先行研究に基づき、そこで発生したと考えられた言葉の意味の重複問題に取り組んだ。先行研究において、この二重の意味を学習する計算モデルは、人とのコミュニケーション課題に失敗した。その原因は、1つの記号に異なる意味が割り当てられた状態をその計算モデルが解決できなかったことにあると考えられている。ことばの意味が二者間で重複した時、先行研究で構築された計算モデルはその意味を必ず一つに決めていたが、我々は両方の可能性を曖昧なままに残す方法を考案した。人-計算機間での実験の結果、我々の計算モデルは、人どうしでコミュニケーションする場合と同程度の成功を実現することができた。

キーワード: Coordination game, Denotation and connotation, Symbolic communication, Overlapping meaning

1. 背景

近年、対話型の人工知能が携帯端末やヒューマノイドロボットなどに搭載され、日常的に触れる機会が多くなってきている。そんな人工知能との対話でうまく意図が伝わらなかった経験はないだろうか。例えば、音楽を聴いている時にそのアーティスト名が気になり、端末に向かって「誰？」と聞いたのにもかかわらず、端末が自分の名前を答えるような場合である。人間どうしであれば、状況や文脈からアーティストの名前が知りたいのだという意図を容易に理解できるだろう。しかし、人工知能は人間が「誰？」という表現が

示す字義通りの意味と同時に、それを発した意図が言外の意味として含まれていることを理解することが困難である。このように、人間が発することばには字義通りの意味と言外の意味の二重の意味が込められており、言葉を受け取る側はその両者を理解することによってコミュニケーションは成り立つ。この字義通りの意味と言外の意味は解釈学的循環 [1] あるいは Grice の循環 [2] と呼ばれる相互依存関係を構成するが、そのメカニズムは未だ人工知能へ搭載されるには至っていない。

柳田ら [3] は、このメカニズムを解明するために、字義通りの意味と言外の意味を明示的に扱い、解釈学的循環を構成する計算モデルを構築し、記号を介した二者間での調整課題（メッセージ付きコーディネーションゲーム）を用いて人-計算機での認知実験を行なった。ところが、構築された計算モデルは、人間どうしでそのゲームに取り組んだ場合の成功度合いを再現することができなかった。柳田らの先行研究では、計算機シミュレーションの分析によって、その原因は1つの記号に二者が異なる意味づけをしたとき、その意味の重複をうまく解消できていないことにあることが提示されている。しかし、その意味の重複を解消する方法は未だ明らかにされていない。そこで本研究では、ことばの意味の重複が起こった際の解決方法を考案し、その方法の効果を計算機シミュレーションおよび人と計算モデルによる実験により検証することを目的とする。

2. 研究方法

先行研究 [3] で用いられたメッセージ付きコーディネーションゲームは、別々の部屋に配置された2人のプレイヤーの駒を同じ部屋に移動させることを目指すゲームである（図1）。1回のラウンドでプレイヤーは自

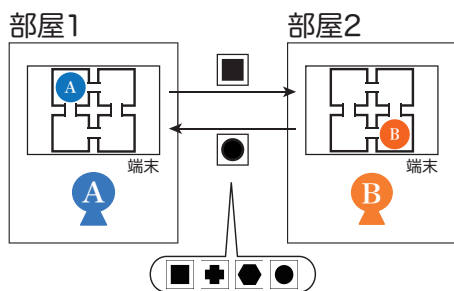


図1 メッセージ付きコーディネーションゲーム

分の駒を元いた部屋に留まらせるか隣接する部屋にしか移動させることができなかった。つまり、対角の部屋には移動させることができない。ここで参加者には、予め意味の決められていない4つの図形が用意され、互いにそのうちの1つを交換できた。この図形で先手が今いる部屋の位置を、後手が二人が落ち合える部屋の位置を伝えることができれば、このゲームはどの配置であっても、安定して駒を同じ部屋に移動させることができるようになっていた。

このゲームでは、部屋と記号の対応関係が字義通りの意味に対応し、その記号が今いる部屋の意味なのか、それとも行き先の部屋の意味なのかが言外の意味に対応する。先行研究で構築された計算モデルは、相手との記号のやり取りおよび部屋の移動結果から、字義通りの意味を学習しながら、相手の言外の意味を推定する。相手の言外の意味を推定し、それに基づく字義通りの意味の学習メカニズムを持っていたにもかかわらず、その計算モデルは人間とのゲームに成功できなかった。その理由は前節でも触れたように、1つの記号に対して割り当てた意味が二人で異なったときに、相手の記号の使い方を採用するのか、あるいは自分の記号の使い方を採用するのかを調整できないことにあることが指摘されている（お互いが自分の使い方を維持したり、相手の使い方を採用すると、再びその記号を使ったコミュニケーションに失敗する）。

この意味の重複を解消する1つの方法は、相手との間で意味を変えない役／変える役を暗黙的に取り決めることである。これは例えばリーダー／フォロワーのような役割分担をすることに相当するだろう。直感的に人間はこの方法を使っているように思われるが、この方法は認知的なコストが高く、計算アルゴリズムも複雑になることが容易に想像できたため、より簡易な方法を検討した。我々は、重複してしまった記号の意味をどちらかに特定するのではなく、曖昧なままに残す方法を試すことにした。より具体的には、例えば図2のように●の記号を自分と相手がそれぞれ右上と左

	■	+	●	●	
左上	0	0	1	0	0
右上	0	1	0	1	$\frac{1}{2}$
左下	1	0	0	0	0
右下	0	0	0	1	$\frac{1}{2}$

図2 字義通りの意味に曖昧性を残す方法

下の意味で使った場合に、●の意味を無理にどちらか1つに決めるのではなく、1/2の選択確率に変更する。

2.1 実験手続きと参加者

実験は計算機どうしのコンピュータシミュレーションと、人を研究室に呼んでの実験室実験を実施した。シミュレーションでは2体のエージェントによる100回のゲームを実施した。実験室実験には金沢工業大学の学生20名が参加した（男性18名、女性2名、平均21.5歳、 $SD=0.69$ ）。参加者は別室にいる人間がゲームの相手であることが伝えられ¹、タブレット端末を用いて簡単な練習を行なった後で、そのまま60ラウンド（部屋を移動して結果が開示されるまでを1ラウンド）のゲームに取り組んだ。

3. 実験結果

計算機シミュレーションを実施した場合の、移動する部屋の一致率の推移を図3に示す。このグラフには、柳田ら[3]の研究において、意味の重複が起こった際にそれを常に解消できる／できないようにした場合の結果を併せて示した。結果的に字義通りの意味に曖昧性を残す方法は、両者の中間に位置するパフォーマンスを示すことが確認された。

続けて、計算機と人間の間で実施した実験の結果を図4に示す。このグラフには金野ら[4]が実施した、人どうし20ペア40人での実験の結果を併せて示した。それぞれの結果は、最終12ラウンドの一致率が0.664より高ければ成功群、低ければ失敗群とした²。

グラフを見ると、成功群、失敗群ともに概ね人間どうしでの実験の結果と同様の傾向を示している。ただし、成功群においては全体的に一致率が低くなっており、さらに先行研究における成功群が20ペア中13ベ

¹参加者には、実験終了後に相手が実は計算機であったことが伝えられた。

²メッセージ付きコーディネーションゲームは、記号の交換がなければ移動する部屋が一致する期待値は1/2である。そして0.664という閾値は、その1/2を5%の有意水準で上回る数値である。従って、この閾値を超えるペアは、ゲームにおいて記号に有意な意味づけを行なっていることを意味する。

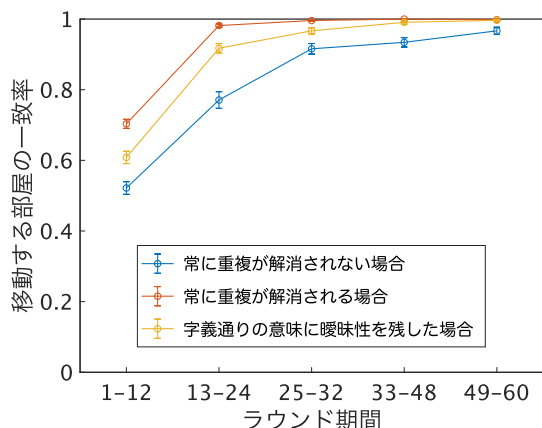


図3 計算機シミュレーションでの成功率の推移

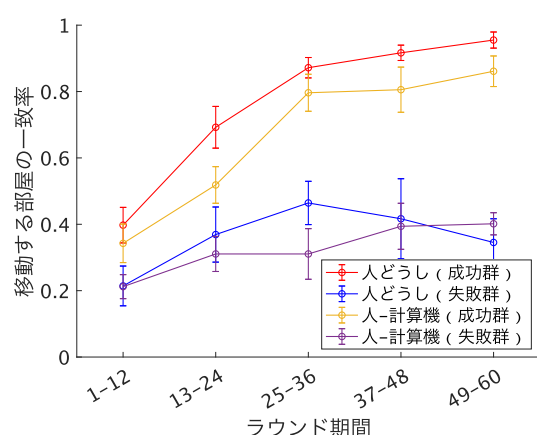


図4 人間と計算機による実験での成功率の推移

ア (65.0%) だったのに対して、今回の我々の実験での成功群は 20 ペア中 9 ペア (45.0%) だった。これらの結果は、我々が提案した計算モデルのメカニズムが、人間どうしの成功ケースのパフォーマンスを再現するには不十分であった可能性を示唆する。

4. 議論

記号の意味が重複した場合、無理に記号の意味を 1 つに定めず、選択確率を 1/2 にして曖昧化させれば、人どうしの実験結果と同様のパフォーマンスを実現できることが確認された。柳田ら [3] の実験で、成功群のパフォーマンスが全く再現できなかったことと比較すれば、我々が提案したメカニズムは十分に機能していたことがうかがえる。我々が提案した字義通りの意味を曖昧化させる方法がうまく機能するのは、おそらくは重複が生じたラウンドにおいて意味が曖昧化されても、それ以降のラウンドで別の記号の意味が確定することで、連鎖的に意味が確定されるからではないかと我々は考えている (図 2 の例において、右上の部屋の意味が十字の記号で確定すれば、それに伴って

●の意味は左下に確定させることができる)。

ただし、意味の曖昧化は一次的な失敗の可能性を含むことになる。これが成功群における全体的な一致率の低下につながっているのではないだろうか。他方、記号の意味をどちらに合わせるかを暗黙的に取り決める方法は、その役割の調整が済んでいれば、重複が起こった後のラウンドで失敗する可能性は生じない。この方法の違いがパフォーマンスに与える影響の調査は今後の課題である。

5. 結論

本研究では字義通りの意味と言外の意味を共有するメカニズムを解明するために取り組まれた先行研究に基づき、そこで生じていると考えられたことばの意味の重複の問題に取り組んだ。我々は意味の重複を無理に解消せずに曖昧化させる方法を考案し、そのメカニズムを導入した計算モデルと人間との間での実験を実施した。結果、我々が提案した計算モデルは、人どうしで行なった場合とほぼ同等のパフォーマンスを発揮できることが確認された。

謝辞

本研究は、MEXT/JSPS 科研費「共創言語進化」#4903, JP17H06383, 及び JSPS 科研費基盤研究 (C)「ことばへの意味づけ過程に見られる解釈的循環メカニズムの脳科学・計算論的解明」/課題番号 22K12756 の助成を受けた。ここに記し謝意を表します。

文献

- [1] Tsuda, I. (1984). A Hermeneutic Process of the Brain. Progress of Theoretical Physics Supplement, 79, pp.241-259.
- [2] Carston, R. (2002). Thoughts and utterances: The pragmatics of explicit communication, John Wiley & Sons.
- [3] 柳田 知良, 齊藤 優弥, 金野 武司 (2021). 単一記号への意味づけにおける解釈学的循環過程の計算モデルと実験室実験による検証. HAI シンポジウム 2021 予稿集, 4 pages.
- [4] 金野 武司, 橋本 敬, 李 冠宏, 奥田 次郎 (2015). 記号コミュニケーションにおける言外の意味の推論に基づく先行的行動価値修正メカニズムの役割. In 日本認知科学会第 32 回大会予稿集, pp.477-486.