

Title	共同注意が不完全なマルチモーダル環境における主観的整合性に基づく対応学習とカテゴリ化
Author(s)	笹本, 勇輝
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/53992">https://doi.org/10.18910/53992</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏名 ( 笹本 勇輝 )

論文題名 共同注意が不完全なマルチモーダル環境における主観的整合性に基づく対応学習とカテゴリ化

## 論文内容の要旨

近年のロボット技術の発展に伴い、人とロボットが共存する社会の実現に期待がよせられている。これに対し、ロボットがユーザとの相互作用を通じて得たマルチモーダルな情報をカテゴリ化あるいは対応付けることでユーザの振舞や環境中の物体を自律学習する仕組みがいくつか提案されている。しかし、それらの手法では、ユーザとロボットが注意を共有し、ロボットが観測するマルチモーダルな情報が特定の事物を表すことが想定されており、その想定が崩れる際にロボットがどのように学習を進めるべきかには焦点は当てられていなかった。人の生活環境などの実環境においては、ユーザが常にロボットに注意を向けるとは限らない、すなわち共同注意が不完全な場合が起こりうる。そのような場合、ロボットが観測したマルチモーダルな情報すべてが必ずしも特定の事物を表すとは限らない。そこで本論文では、ユーザとロボットの共同注意が不完全なマルチモーダル環境におけるロボットの学習課題を扱い、そのような環境でもロボットが自律的にカテゴリ化や対応学習が可能な手法の構築に取り組んだ。

共同注意が不完全なマルチモーダル環境における問題は、ロボットの観測に、特定の事物とは対応しないデータが含まれることである。例えば、人がロボットが見ている物体の特定に失敗する場合、ロボットが見ている物体と聴取した人の発話音声は、それぞれ別の事物を表す。このような場合、それら観測を単純に学習に利用する手法では、誤ったカテゴリや対応関係を学習してしまう可能性がある。一方、人の乳児は、必ずしも注意を共有しているとは限らない親とのやり取りを通じて、すなわち、共同注意が不完全なマルチモーダル環境において音韻や物体などのカテゴリ化や模倣などの対応学習を達成していると考えられ、乳児の発達を参考にした学習メカニズムをロボットに実装できれば、上記の問題を解決できると考えられる。そこで本論文では、乳児がその発達過程で示す整合性に基づく学習戦略に着想を得た主観的整合性の概念を導入し、これを用いたカテゴリ化および対応学習手法を提案した。

本論文では、まず第 1 章で、上記の背景および従来研究とその問題、研究の目的の詳細について述べた。第 2 章では、人の発達の知見とそれから着想を得た主観的整合性の基本アイデアについて述べた。第 3、4 章では、ロボットのカテゴリ化と対応学習の典型的な課題に対して主観的整合性のアイデアを適用し、その有効性を確認した。具体的には、まず第 3 章で、教示者が必ずしも学習者を模倣するとは限らない状況における音声模倣学習に対し、主観的整合性に基づく語彙学習との相補的対応学習の手法を提案した。実ロボットを用いた実験および計算機シミュレーションにより、提案手法を用いることで、教示者がロボットを模倣しない場合であっても、音声模倣に必要な対応学習が可能であることを示した。次に第 4 章では、ロボットとユーザが必ずしも共同注意しているとは限らない状況における語意カテゴリ学習に対し、主観的整合性を導入したマルチモーダルカテゴリゼーションの手法を提案した。実ロボットおよび人工データを用いた実験により、提案手法を用いることで、ユーザがロボットの意図の汲み取りに失敗し、注意を共有できなかった場合でも、ロボットが語意カテゴリを学習可能であることを示した。最後に、第 5 章において、本論文のまとめと今後の展望について述べた。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 笹 本 勇 輝 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	浅田 稔
	副 査	教授	中谷 彰宏
	副 査	教授	平田 勝弘
	副 査	教授	南 楚 宣俊

## 論文審査の結果の要旨

近年のロボット技術の発展に伴い、人とロボットが共存する社会の実現に期待がよせられている。これに対し、ロボットがユーザとの相互作用を通じて得たマルチモーダルな情報に基づいてユーザの振舞や環境中の事物のカテゴリや対応関係を自律学習する仕組みがいくつか提案されている。しかし、それらでは、ユーザとロボットが注意を共有し、ロボットが観測するマルチモーダルな情報が特定の事物を表すことが想定されており、その想定が崩れる際にロボットがどのように学習を進めるべきかには焦点は当てられていなかった。人の生活環境などの実環境においては、ユーザとロボットが共同注意しない場合もあり、ロボットが観測したマルチモーダルな情報すべてが必ずしも特定の事物を表すとは限らない。これに対し本論文では、共同注意が不完全なマルチモーダル環境におけるロボットの学習課題を扱い、そのような環境でもロボットが自律的にカテゴリ化や対応学習が可能な手法の構築に取り組んでいる。

共同注意が不完全なマルチモーダル環境における問題は、ロボットの観測に、特定の事物とは対応しないデータが含まれることであり、このような場合、観測を単純に学習に利用する手法では、誤ったカテゴリや対応関係を学習してしまう可能性がある。一方、人の乳児は、必ずしも注意を共有しているとは限らない親とのやり取りを通じて、すなわち、共同注意が不完全なマルチモーダル環境において音韻や物体などのカテゴリ化や模倣などの対応学習を達成しており、乳児の発達を参考にした学習メカニズムをロボットに実装できれば、上記の問題を解決できると考えられる。そこで本論文では、乳児がその発達過程で示す整合性に基づく学習戦略に着想を得た主観的整合性の概念を導入し、これを用いたカテゴリ化および対応学習手法を提案した。

ロボットのカテゴリ化と対応学習の典型的な課題に対して主観的整合性のアイデアを適用し、その有効性を確認した。具体的には、まず、共同注意が不完全な対応学習の課題として、教示者が必ずしも学習者を模倣するとは限らない状況における音声模倣学習に対し、主観的整合性に基づく語彙学習との相補的対応学習の手法を提案した。実ロボットを用いた実験および計算機シミュレーションにより、提案手法を用いることで、教示者がロボットを模倣しない場合であっても、音声模倣に必要な対応学習が可能であることを示した。次に、カテゴリ化については、ロボットとユーザが必ずしも共同注意しているとは限らない状況における語意カテゴリ学習の課題に対し、主観的整合性を導入したマルチモーダルカテゴリゼーションの手法を提案した。実ロボットおよび人工データを用いた実験により、提案手法を用いることで、ユーザがロボットの意図の汲み取りに失敗し、注意を共有できていなかった場合でも、ロボットが語意カテゴリを学習可能であることを示した。

以上のように、本論文は従来注目されてこなかった共同注意が不完全なマルチモーダル環境におけるロボットの学習問題を扱い、この解法として、主観的整合性に基づいた対応学習とカテゴリ化の手法を提案している。そして、実験的にその有効性を確認している。ロボットが、今後より多くの生活場面で活躍していくには、人からの様々な要求に応えられる必要があり、それに応じてロボットの学習対象は多様化し、共同注意が不完全なマルチモーダル環境の想定を無視できなくなっていくと考えられる。提案手法は、そのような場合でも整合性を指標にしてより関係のあるデータのみに基づいた効率的な学習を可能にすると考えられ、今後手法を精練していくことで、実世界で活躍するロボットの実現に近づくことと期待される。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。