

Title	Object Category Acquisition based on Physical Agent-Object Interaction
Author(s)	高椋, 慎也
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/2013">http://hdl.handle.net/11094/2013</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	高 椋 慎 也
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22478 号
学位授与年月日	平成20年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科知能・機能創成工学専攻
学位論文名	Object Category Acquisition based on Physical Agent-Object Interaction (身体的相互作用に基づく対象物カテゴリの獲得)
論文審査委員	(主査) 教授 浅田 稔 (副査) 教授 石黒 浩 教授 菅沼 克昭 教授 中谷 彰宏 教授 平田 勝弘 准教授 細田 耕 教授 南埜 宜俊 教授 安田 秀幸

### 論文内容の要旨

人間社会で共有されている対象物のカテゴリの獲得は認知科学の基本問題であり、ヒューマノイドへの実装などの要望からその解決が強く望まれている。カテゴリ認識の問題に対してはこれまでコンピュータビジョンの研究としていくつかの手法が開発されてきたが、多様な対象物のカテゴリを自律的に獲得するという問題に対しては未だに有効な手法は提案されていない。そこで本論文では、コンピュータビジョンに基づくカテゴリ獲得は不良設定問題であるとして、身体的相互作用に基づくカテゴリ獲得の手法を提案し、ロボットへの実装を通してその有効性を示した。論文の構成は以下のとおりである。

1章では、カテゴリ獲得の問題の重要性と難しさ、および、ロボットを用いて身体的相互作用からカテゴリを獲得する手法を検証することの意義について述べた。2章は既存手法の紹介であり、コンピュータビジョンの手法の概観と限界、身体的相互作用に基づくカテゴリ獲得に関連する既存研究、および、本研究の位置付けを示した。

3章では発達初期の幼児の触覚運動とカテゴリ獲得の関連について示した。この研究では人間型のロボットを用いて幼児の触覚運動を再現し、身体がどのようにして原始的カテゴリの獲得に重要な対象の情報を抽出するかを示した。1つめの実験では人工皮膚を備えたロボットハンドで発達初期の把持運動を再現した。その結果、握り込む運動と叩く運動の中で対象の表面状態に関する情報が皮膚の静的・動的変形として知覚されるメカニズムが明らかにされた。2つめの実験では空気圧駆動のロボットアームで振り運動を再現した。その結果、振り運動と人間の聴覚系の蝸牛に見られる聴覚情報処理によって剛体・液体・紙材といった原始的カテゴリが獲得できることが示された。

4章では運動学習とカテゴリ獲得の関連について示した。対象物のカテゴリと機能には多くの場合、強い相関がある。そこで対象物に固有の運動を学習し、その運動を同定することで対象物のカテゴリを獲得し、語彙獲得に

利用する手法を、ロボットを用いた実証実験とともに示した。実験では転がし方の異なる4つの対象物カテゴリを車輪型ロボットに獲得させた。既存研究ではカテゴリ認識の行動は設計者によって与えられていたが、本研究ではその運動がマルチモジュール型強化学習機構によって自己組織化しうることが示された。

最後に5章で、全体の結論と今後の課題について示した。

## 論文審査の結果の要旨

対象物カテゴリの獲得は理論化できないきわめて難解な認知の基本問題である。従来、この問題はコンピュータビジョンの問題として取り組まれてきたが、近年、脳科学や心理学などの知見から、身体を介した対象との相互作用を考慮しなければこの問題が解けないのではないかという考えが示唆されてきている。本論文はこの身体的相互作用からの対象物カテゴリの獲得のメカニズムを、人間型ロボットなどを利用した実験を通して検証し、以下の2つのことを明らかにした。

1. 幼児において観察される身体的相互作用において身体が対象固有の特性を抽出するメカニズム
2. 行動学習から機能的カテゴリに関連する語彙獲得を行うメカニズム

前者の仕事については、カテゴリは行為に依存するため幼児の行為を真似れば人間が持つカテゴリを獲得できるのではないかという考えに基づき、2つの実験を行っている。1つめの実験では把持運動を、人工皮膚を備えたロボットはハンドを用いて再現し、皮膚の静的・動的変形から対象表面の剛性が知覚されるメカニズムについて示している。また、2つめの実験では空気圧駆動のロボットアームを用いて振り運動を再現し、蝸牛にみられる聴覚情報処理を導入することで剛体・液体の入った容器・紙材という原始的なカテゴリが識別できることを示している。後者の仕事については、機能と対象物カテゴリには強い相関があるという知見に基づき、対象固有の運動を学習することでカテゴリを形成し、語彙獲得に利用するシステムを提案・実証している。これまでの行為に基づくカテゴリ獲得の手法ではカテゴリ獲得のための運動は設計者によって与えられていたが、この研究ではマルチモジュール型の強化学習機構を利用して対象物カテゴリに対応する運動が自己組織化しうることが示している。

以上のように、本論文では身体的相互作用からの対象物カテゴリの獲得について本質的な2つのメカニズムが説明されており、カテゴリ獲得という認知の難題を理解する上で十分な貢献をしたと考えられる。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。