

Title	Subjective Robot Imitation by Finding Invariance
Author(s)	吉川, 雄一郎
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/2776">https://hdl.handle.net/11094/2776</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	吉川雄一郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第19475号
学位授与年月日	平成17年3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	Subjective Robot Imitation by Finding Invariance (不変性の発見によるロボットの主観的模倣)
論文審査委員	(主査) 教授 浅田 稔
	(副査) 教授 白井 良明    教授 石黒 浩    助教授 細田 耕 教授 南埜 宜俊    教授 安田 秀幸    教授 黄地 尚義 教授 中谷 彰宏    教授 菅沼 克昭

#### 論文内容の要旨

Recent studies point out the virtues of a relatively new field of research with regard to robotics : imitation. The idea is that a robot can acquire new behaviors by just observing human demonstrations. In addition, building a robot with such a competence might help us understand human intelligence underlying the capability of imitation based on a constructivist approach. In my work I concentrate on "subjective robot imitation", that means that the robot imitates the demonstrator autonomously. The designer analyzes neither the demonstration, the demonstrator, nor the robot itself. Subjective robot imitation faces two main problems : How can demonstrations be identified even if they are seen from different viewpoints, and how can a demonstration be imitated if the embodiment of the demonstrator differs from the robot's own embodiment ? In order to tackle these two problems, this dissertation addresses three issues by focusing on what types of invariance can be used by the robot.

In chapter 2, the robot should learn to imitate the demonstration of another identical robot by observing it. The opt-geometric constraint between views that originates from the correspondence of body parts was utilized to map the observed demonstration to its corresponding motion only through mappings between its sensorimotor space. In chapter 3, how a robot can find its body from its uninterpreted sensory data was addressed. This is a fundamental step for acquiring body representation to construct the mapping between bodies. The invariance in self-body-observation was modeled as a statistical distribution of the variance of its sensory data and was utilized to discriminate its body from non-body. In chapter 4, we coped with the issue how a vocalizing robot can acquire human vowels that it cannot duplicate as they are. The invariance in the interaction with a human caregiver who imitatively responded to the robot's behavior and the robot's subjective criteria that considered the toil involved in the articulation were utilized to find how to articulate sounds so that the caregiver interprets them as vowels. Finally, in chapter 5, conclusion and future work were given.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、自らの知覚に基づいた模倣（主観的模倣）を実現するロボットの研究に取り組んでいる。ロボットが模倣の能力を備えていることは、例示による行動の実装の実現に向けて興味深い。また主観的模倣を達成するロボットを構成することは、ヒトの模倣メカニズムの発達過程を理解する一つのアプローチとしても興味深い。

本論文ではロボットのセンサデータに潜在する不変性に注目し、主観的模倣を実現するための3つの部分問題に取り組んでいる。

### (a) 幾何学的拘束を利用した呈示者視野復元に基づく見まねの実現

学習者と呈示者の身体構造が同じであることを仮定し、身体部位同士の対応に起因する視野間の幾何学的拘束を利用した見まね実現の手法を提案している。幾何学的拘束を利用して、呈示運動が呈示者の視点からどのように見えるかを復元し、これを再現するように運動することにより、見まねを実現する。本論文では提案手法をロボットに実装し、見まねが可能であることを確認している。

### (b) センサデータの不変性に基づく身体の見

身体部位の対応を利用するためには、ロボットは自身の身体表現を備えている必要がある。これに対し、自身を観測する時のセンサデータの不変性を利用して、観測対象が身体であるか否かを判定する手法を提案している。観測姿勢に対するセンサデータの分散を混合正規分布でモデル化することで、身体か否かの判定ができる。本論文では複数のロボットを用いた実験により、身体が発見できることを確認している。

### (c) 人間の養育者との相互作用を通じた母音の獲得

身体構造が異なる他者の模倣の問題として、ロボットが養育者との相互作用における不変性と主観的規範に基づいて人間の母音を獲得する方法を提案している。ロボットの発話を模倣する養育者との相互作用を通じ、構音の容易さを規範として連合学習することで、養育者の発話した音に対応する自身の発話パラメータが対応付けられる。実ロボットを用いて、母音とみなせる発話が獲得できることを確認している。

以上のように、本論文は主観的模倣の実現について3つの部分問題を解決する手法の提案と、実ロボットを用いた有効性の確認を行っている。ここで扱われている部分問題は主観的模倣の実現において、重要な基本問題であり、これら成果を基に今後さらなる発展が期待できる。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。