



Title	Autonomous Evaluation and Representation of Social Experiences for Long-term Human-Robot Interaction
Author(s)	Mahzoon, Hamed
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/72280">https://doi.org/10.18910/72280</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏名 (Hamed Mahzoon)	
論文題名	Autonomous Evaluation and Representation of Social Experiences for Long-term Human-Robot Interaction (長期的な人とロボットのインタラクションのための社会的経験の自律的評価と表現)
論文内容の要旨	
<p>Recently, social robots have received great attention due to their potential in contributing to various aspects of human society. With the reduction of the production cost and consequently facilitation of implementing robots by different companies, organizations, and universities, the robots have been applied not only in the factories and industries but also have been studied to be adopted in the daily life of human and human society; such as guiding people in shopping malls, playing with children, talking with elderly people, caring at hospitals and clinics, or even teaching English in a classroom. For such robots, establishing a long-term interaction with the human is one of the most important factors to successfully accomplish its duty. However, previous studies have shown that having a long-term interaction requires great interaction patterns programmed in the robot which also required to be able to adapt to different situations. Providing a huge variety of preprogrammed scenarios for such adaptive purpose would not be feasible by a programmer, while on the other hand there are several reports discussing that the most of the participants in a long-term robotic field experiment have got bored after a while. In this study, the open-ended development of the robot was focused to enable the long-term interaction of the robot with the human, and the way to increase the long-term motivation of the human to continue interacting with the robot was investigated. To realize the open-ended development of the robot, learning the causality of the events by evaluating the contingency among the observations and the actions of the robot, or in other words, the experience of the robot was proposed. While there are several studies focusing on such contingencies to enable the open-ended learning and development of the robot in a computer simulation, they are too much time-consuming and not feasible to adapt to a real-world interaction of a real-world robot with a human; and/or the accuracy of the estimation in the contingency evaluation was low so that the simulated robot could learn only a limited number of the causalities. To deal with this issue, we proposed the local evaluation of the contingencies and showed how the performance of the learning could be increased in terms of speed and accuracy, in the computer simulation. Also, the techniques required for implementing the mentioned mechanism to the real-world robot were proposed: weighted learning of the experiences including an ostensive cue from the interacting human (namely OsL algorithm), such as mutual eye contact with the robot, and distinguishing the evaluation of the experiences concerning the complex causalities from the simple causalities (namely XEP algorithm). The former was expected to increase the learning speed while the latter was expected to improve the accuracy of the learning. On the other hand, the motivation of the human to continue the interaction with the robot is an important factor for the learning of the robot. To increase such a long-term motivation, we focused on the previous reports regarding the effect of robot's mind and interactability as perceived by the human on the long-term motivation, i.e. increasing the perception of mind and interactability increasing the motivation of human to interact again with the robot. However, the ways to increase such perceptions were not investigated in the previous studies. To increase them, in this study we proposed that the sociability of the robot as perceived by the human influences the perceived mind and intractability of the robot. A human-robot interaction experiment supported our hypothesis and showed that sociability of the robot increases the perception of agency and positive experience of the robot as the factors of mind, as well as the perception of likeability and enjoyment as the factors of intractability.</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( Hamed Mahzoon )		
論文審査担当者	(職)	氏 名
	主査 教授	石黒 浩
	副査 教授	細田 耕
	副査 教授	長井 隆行

## 論文審査の結果の要旨

本論文では人とロボットの長期的なインタラクションを実現するための手法が提案されており、その評価結果が報告されている。

具体的には、一人の人とロボットの対面インタラクションを想定し、そのインタラクションを通じて、人と関わるための行動を学習していくこと、そしてそのインタラクションを維持することの両面を考慮したメカニズムを提案するとともに、これらを計算機シミュレーションおよび、人間の心理的評価を含めた実ロボットを用いた実世界の実験による評価、妥当性の議論をまとめ、成果を報告している。

本論文で示されている成果は以下の通りである。まず、ロボットが自動で人間とのインタラクション経験に存在する随伴性を評価し、それに基づいて有用な社会的スキルを獲得できるメカニズムが提案した。この手法では局所的な情報量の流れに着目し、従来手法に比べてより正確で高速な随伴性の評価ができる事を示されている。次に、そのメカニズムを実ロボットに適用するため、学習速度と精度をさらに改善する手法を提案した。この手法では未熟な学習者に対して人間が示すとされる振る舞いの傾向に着目し、ロボットとの相互作用において、人が教示的に振る舞うと予測されるタイミングの経験を重点的に学習する方法と、学習された社会的スキルを使用した際の経験の随伴性を、同時に起こるその他の事象に対して独立に評価し、より正確に随伴性を評価する方法を組み合わせ、実世界での社会的スキルの獲得を実現している。最後に、人間がロボットとインタラクションする意欲の基盤として、人間がロボットに対して感じる自律性、共感性、社会性の間に存在する因果関係に注目し、社会性の評価を向上させる事で人間の意欲を喚起する手法が提案されている。これによって直接的な人間の意欲の向上は確認できなかったものの、長期的なインタラクションの実現に資する、より高度な行為の主体性と感覚の経験性をロボットが持つと人に感じさせたり、ロボットに対する好感を人に抱かせたりする効果を認めた。

以上のように、本論文では人間とロボットのインタラクションにおいて経験される事象をロボットに再現させる事に基づき、長期的なインタラクションを実現するためのメカニズムが提案されている。人間とロボットのインタラクションを情報量の観点からモデル化し、高速で正確な因果関係の評価方法を確立することで、実環境で機能を発達させていくロボットを実現できた事は高く評価できる。また未熟な学習者に対する振る舞いやインタラクション意欲についての人間の性質を考察し、ロボットの学習機構や表現機能を設計することで、パフォーマンスを向上させる発想は新しくその成果も報告されている通り高く評価できる。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。