



Title	Modeling Robot Hand Touch Behaviors to Express Emotions
Author(s)	Zheng, Xiqian
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/89652
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (Xiqian Zheng)	
Title	Modeling Robot Hand Touch Behaviors to Express Emotions (ロボットの手による接触を通じた感情表現に関する研究)
Abstract of Thesis	
<p>This thesis presents a series of works of design methodologies for a robot to use hand touch proactively to naturally convey various emotions. For the robot to express emotions in human-robot interactions, current social robots generally rely on four expression modalities: facial expression, speech, gesture, and tactile stimulation. Among these four modalities, the tactile approach is the least explored. Especially, past tactile research mainly focused on touch interactions from human to robot, and almost none explored hand touch from robot to human. As social robots are expected to provide human-like social utilities, and human social touch not only can intensify the conveyed emotions, but also play a critical role in human's psychological development, it is important to make social robots capable of performing social touch proactively. Therefore, the goal of this thesis is to explore how to design a robot's hand touch behaviors to physically touch people and express various emotions more strongly and naturally than using its facial expression, speech, and gesture. This thesis contains three studies.</p> <p>The first study explored how to emulate the fine movements of the human hand and replicate the social touch in a robot. This help to set the design approach for creating social touch for robots. I decomposed human hand touch behaviors and select the three most impactful hand touch characteristics, <i>length</i>, <i>type</i>, and <i>part</i>. Then I selected commonly used emotions in social HRI, i.e., happiness, and its counterpart emotion, i.e., sadness borrowing Ekman's definitions, as the goal for the robot to express through touch. I designed two behavior variants for each characteristic and map them to the two emotions from the arousal/valence perspective. The results showed that the touch <i>length</i> and its <i>type</i> are useful to change the perceived strengths and the naturalness of the expressed emotions based on the arousal/valence perspective</p> <p>The second study extended the idea that social touch is to intensify emotional communication by exploring how to convey intimacy through touch. It introduced a new touch characteristic <i>place</i>, i.e. where the robot should touch. Combining with the most impactful touch characteristics <i>type</i> from the first study, I verified their effects on the perceived intimacy by expressing the common emotion, happiness. The results showed that the <i>type</i> is useful to change the perceived intimacy while <i>place</i> did not show significant effects. I then investigated the other two touch characteristics, <i>length</i>, and <i>part</i>. The results showed that the <i>part</i> is useful to change the perceived intimacy while the <i>length</i> did not show significant effects</p> <p>The third study tackled the hand touch design from a different angle, i.e., selecting appropriate touching timing in context with interaction scenarios. I took a novel approach by using probability modeling. Firstly, I chose heartwarming and horror video clips as emotional stimuli and designed a video-watching scenario to make the robot touch participants at the appropriate time. I conducted a data collection experiment with participants identifying appropriate touch timing and duration relative to a video's climax. From the collected data, I modeled touch timing and duration by fitting them to probabilistic models. Results indicated that participants preferred a touch timing before and after a climax for horror and heartwarming videos respectively. Then, I implemented the best-fitted models to decide on touch timings and conducted a verification experiment. The results showed that touch timing before the climax received better evaluation than touch timing after it for both horror and heartwarming videos. This study demonstrated that appropriate touch timing could help emotional expression and provide new approaches to designing robot hand touch behaviors.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Xiqian Zheng)		
論文審査担当者	(職)	氏 名
	主査 教授	石黒 浩
	副査 教授	佐藤 宏介
	副査 教授	原田 研介

論文審査の結果の要旨

本論文は、タッチインターフェースにおいて、様々な感情や親密さを適切なタイミングで表現するためのロボットハンドのタッチ動作の設計に関するものである。ロボットが人間とのインターフェースにおいて感情を表現するためには、表情、言葉、ジェスチャー、触覚の4つの表現様式に依存するのが一般的である。この4つの表現方法のうち、触覚へのアプローチは最も研究が進んでいない。社会的タッチは伝達される感情を強めるだけでなく、人間の心理的発達に重要な役割を果たすため、ソーシャルロボットが積極的に社会的タッチを行えるように、本論文では3つの研究を行った。

最初の研究では、人間の手の微細な動きをエミュレートし、4つのタッチ特性を抽出した。そこで、本論文では、これまで研究されなかった様々な感情を表現するためのロボットハンドタッチを設計するための設計方法論を提案した。また、設計されたタッチ動作が、人間とロボットのタッチインターフェースにおいて、喜びや悲しみなどの様々な感情を効果的に表現できることを証明した。

2つ目の研究では、タッチ特性の適切な組み合わせを選択することで、ロボットが親密感を伝えることができることも確認した。これらの結果は、ロボットの感情的なタッチの設計に役立ち、ロボットが時間をかけてユーザと関係を構築する必要がある長期的なインターフェースに利用できる可能性がある。

3つ目の研究では、人間とロボットのリアルタイムなタッチインターフェースのデータ収集を通じて、確率モデルを用いたタッチタイミングモデルを提案した。これらのモデルにより、ロボットはインターフェーションシナリオに応じた適切なタッチタイミングを選択し、感動や恐怖などの複雑な感情を表現することが可能となる。

本研究は、適切なタッチタイミングが感情表現に役立つことを示し、ロボットハンドのタッチ動作設計に新たなアプローチを提供するものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。