

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	柔らかいぬいぐるみロボットのための抱擁を中心とした社会的接触インタラクションの認識手法
Title(English)	Embrace-based Social Touch Recognition System for Soft-Stuffed Robots
著者(和文)	KLEAWSIRIKUL N
Author(English)	Nutnaree Kleawsirikul
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11116号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:長谷川 晶一,中本 高道,三宅 美博,小野 功,宮下 英三
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11116号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Nutnaree KLEAWSIRIKUL		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	長谷川晶一	准教授		小野功	准教授
	審査員	中本高道	教授	審査員		
		三宅美博	教授			
		宮下英三	准教授			

### 論文審査の要旨（2000字程度）

本論文は柔軟なぬいぐるみロボットを対象に抱擁を含む社会的身体接触の認識手法を提案するものであり、“Embrace-based Social Touch Recognition System for Soft-Stuffed Robots”と題し英文7章からなる。

第1章“Introduction”では、ヒューマンロボットインタラクションにおける社会的接触の重要性と、抱擁の認識に関する研究の必要性を指摘した後、本論文が柔らかいぬいぐるみロボットのための社会的接触の認識システムの提案を目的とすると述べている。

第2章“Related Works”では関連研究を、ソーシャルロボットの効果と接触に反応するロボットの研究、接触計測の役割とその技術、機械学習の歴史とパターン認識での役割と社会的接触の認識手法、教師なし学習におけるモデル選択の手法に分けて総説し、本研究のシステム設計を位置づけている。

第3章“System Overview”では、提案システムの概要を、親と乳児のインタラクションに基づくソーシャルタッチの定義、柔らかいぬいぐるみロボットに適合する柔軟な接触計測システムの設計と実装、前処理と機械学習によるソーシャルタッチ認識に分けて説明している。認識の説明は抱擁姿勢とタッチジェスチャを同時に認識する試み(4章)と、その問題点に対応した別々の手法による認識(5, 6章)からなる。また提案の評価手法についても触れている。

第4章“HMM-based Social Touch Recognition”では、教師なし2層隠れマルコフモデルに基づく認識手法とその結果を説明している。この手法は抱擁姿勢とタッチジェスチャを同時に学習・認識するが、同一の抱擁姿勢においてタッチジェスチャの混同が見られたと報告している。また、抱擁姿勢は接触位置、タッチジェスチャは動的な手の動きにより識別できることから別々の認識手法を用いることを提案している。

第5章“Embrace Pose Recognition”では、抱擁姿勢認識について詳述している。概要に続き、抱擁姿勢認識のための接触位置特徴を入力とした k-means クラスタリングによる教師なしの予備的な手法について説明し、抱擁のパターンが認識可能なことと自由なインタラクションからの学習の可能性が示されている。続いて、特徴スケールリングと次元削減を前処理に加えた抱擁姿勢認識手法と、認識したクラスを抱擁姿勢クラスに割り当てる手法を提案し、全体の性能評価、個別クラスの検出性能の評価、予備的方法との比較を示している。さらに、適切なクラスタ数が選択できれば未知データを良い性能で認識できることから、適切なクラスタ数を選択するためのガイドラインを提案し、選択されたクラスタ数で優れた性能が得られたことを報告している。最後にセンサとその配列の様々な組合せで性能を調査し、センサの配置と

解像度が性能に影響すること、重力加速度の計測による傾き情報が性能を改善することを報告している。

第6章“Handed-based Touch Gesture Recognition”ではタッチジェスチャの認識手法について説明しており、概要に続いて、データ取得手法、加速度信号の前処理の設計のための実験により各ジェスチャが周波数帯域毎に異なるパターンを持つことを述べている。続いて、周波数帯域フィルタを通した加速度信号と接触センサの情報を入力とするランダムフォレスト分類器を用いることを提案し、加速度計と接触センサにより平均精度 91.43%の認識率が得られたことを報告し、誤認識についても考察している。

第7章“Conclusion”では、全体を通じた考察、結論、今後の課題について述べている。まず、一定周期毎に周期内のデータだけを入力として認識することの影響と、センサと計測手法の可能性について考察している。次に、提案する、柔軟な繊維素材による接触計測システムと加速度センサを入力とした抱擁姿勢とタッチジェスチャの認識手法が、十分な性能、脱着可能性と汎用性、手間のかかる正解データの作成が不要といった特徴を持ち、インタラクティブなぬいぐるみロボットのための抱擁姿勢とタッチジェスチャの認識手法として有効であると結論づけている。最後に今後の課題としてセンサ・ソフトウェアの改良とロボットの反応動作の実装を挙げている。

以上要するに、本研究は、抱擁姿勢とタッチジェスチャの計測・認識手法を提案するものであり、様々なぬいぐるみロボットについて計測・認識システムを実現するものである。本論文による抱擁姿勢とタッチジェスチャの計測認識システムは、柔軟なぬいぐるみロボットの社会的身体接触を含むインタラクションへの応用につながるものであり、工学上の貢献が大きい。よって博士(工学)の学位論文として十分な価値を持つと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。