

Lab name (Supervisor)	Mathematical Informatics Laboratory (Ikeda Kazushi)		
Name (surname) (given name)	Koganti Nishanth	Date	(2017/08/07)
Title	Data-efficient Learning of Robotic Clothing Assistance using Bayesian Nonparametric Latent Variable Models		
<p>Abstract</p> <p>Assistance with dressing is an essential care-giving task that could be performed by robots and improve the independence of the elderly. However, robotic clothing assistance is considered a highly challenging problem involving close interaction of the robot with non-rigid clothing articles and with the assisted person whose posture can vary. Design of an efficient clothing assistance framework involves reliable state estimation and efficient motor skills learning.</p> <p>In this thesis, Bayesian nonparametric latent variable models are applied to tackle two problems of robotic clothing assistance. Firstly, the problem of reliable cloth state estimation is addressed. Manifold Relevance Determination (MRD) is used to learn a shared latent space for observations from a noisy depth sensor and accurate motion capture system. This latent space is used to infer the accurate cloth state given only the noisy depth sensor readings in a real-world setting. In the second part, the problem of data-efficient motor skills learning for clothing assistance is addressed. Bayesian Gaussian Process Latent Variable Model (BGPLVM) is used to learn a low dimensional latent space that can encode the task specific motor skills for clothing assistance. It is demonstrated that performing policy search reinforcement learning in this latent space outperforms learning in the high-dimensional joint configuration space of the robot. Furthermore, this framework is demonstrated as a user-friendly tool that can impart novel motor skills to bulky humanoid robots.</p>			

(論文審査結果の要旨)

高齢者は腕を上げることが困難になるため、着衣にも介護・支援が必要になる。ロボットは介護者の不足を補う手段の一つと考えられるが、衣服は非剛性であること、被介護者の姿勢は一定ではないことなどのため、ロボットによる着衣支援は容易ではない。本研究は着衣支援問題のうち、衣服状態推定問題と効率的な運動学習問題に着目し、ノンパラメトリックベイズ法によりこれらを解決する方法を提案するものである。

衣服状態推定問題においては、Manifold Relevance Determination (MRD) という手法を用い、ノイズの多い深度計と高精度の光学モーションキャプチャで得られるデータが共通して持つ特徴を隠れ変数モデルを用いてモデル化した。これにより、コストの安い深度計のみでも高精度で衣服状態の推定が可能になることを示した。

効率的な運動学習問題においては、従来の Gaussian Process Latent Variable Model (GPLVM) をベイズ推論に拡張した Bayesian GPLVM (BGPLVM) を用いることで、隠れ変数空間を低次元モデルで表現し、効率的な運動学習を可能にした。

以上をまとめると、本論文はノンパラメトリックベイズ法を用いることにより、ロボットによる着衣支援における重要な 2 問題に対して実用的な方法を提案した研究であり、着衣支援技術の開発に大いに資すると考えられる。よって、博士 (工学) の学位に値するものと認められる。