


## 平成29年度 独創的研究助成費 実績報告書

平成 30年3月28日

報告者	学科名	情報通信工学科	職名	教授	氏名	岩橋 直人
研究課題	強化学習に基づくロボットによる共同行為の模倣学習					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	岩橋直人	情報通信工学科・教授	人工知能	共同行為の模倣学習手法の開発・全体統括	
	分担者					
研究実績の概要	<p>■ 研究の学術的背景</p> <p>模倣学習とは「人間が見せた動作をロボットが模倣する」問題を指す。模倣学習研究は、ロボティクスおよび人工知能分野における中心課題のひとつであり、機械学習、ヒューマンロボットインタラクション、画像処理、動作計画などにおける基盤技術と関係が深い。模倣学習のメリットとしては、プログラミングスキルが必要とされないユーザフレンドリな動作教示方法を実現できることが挙げられる。例えば、「食器棚からコップを取り出す」動作をユーザの教示から学習し、他の状況において「グラスを取り出す」等の動作をロボットに実行させるような状況が想定される。</p> <p>■ 達成したこと</p> <p>従来の模倣学習は、一人の人間の動作を模倣するものであった。ロボットは人間からの指示に従って学習した動作を実行するだけである。しかし、人間の活動を支援するロボットには、自発的に人間と共同作業を行い、人間の目的達成の補助となる動作を実行することが望まれる。</p> <p>本研究では、<u>「複数の人間が行っている共同行為をロボットに見せて、一人の人間の代わりにロボットが共同行為を行う」問題にチャレンジした。</u>この問題における課題は、(1)連続している複数の人間の動作をモデルとしていかに機械学習するか、(2)機械学習したモデルに基づき、人間の動作に協調してロボットがいかに動作を生成するか、の二つである。本研究では、この二つの課題に対して、それぞれ新手法を提案した。</p> <p>共同行為として、二人が身体を使って行う単純なゲームである簡易版「あっち向いてホイ」を題材にした(図1)。</p>					
						
					<p>図1. 簡易版「あっち向いてホイ」の共同行為</p>	

※ 次ページに続く

① 共同行為の学習

二者の共同行為を、それぞれ複数の関節に関する多次元データ時系列で表す。これを学習データとして用いて Coupled HMM を学習する。少ない学習データで高い汎化性能を得ることを目指し、Coupled HMM のパラメータ構造とパラメータ値を MDL 規準で学習する手法を提案した。下図に示すように、所望のパラメータ構造が正しく推定できることが示された。

② 共同行為の生成

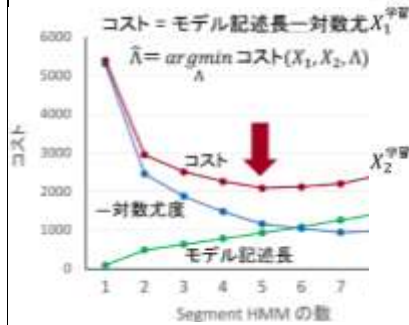


図 2 モデル構造と MDL コストの関係

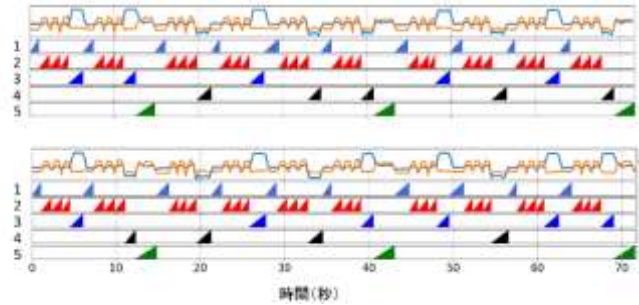


図 3 推定モデルに基づく分節化

研究実績  
の概要

人間の身体動作時系列  $X_1$  を与え、その動作に協調する人間またはロボットの身体動作時系列  $\hat{X}_2$  を、Coupled HMM (パラメータセット  $\theta$ ) の次式で示す尤度最大化規準で生成する手法を提案した。

$$\hat{X}_2 = \underset{X}{\operatorname{argmax}} L(X_1, X|\Lambda)$$

下図に示すように、上記 MDL Coupled HMM 学習法により学習したモデルを用いて、テストデータの予測誤差を最小にする時系列を生成することに成功した。

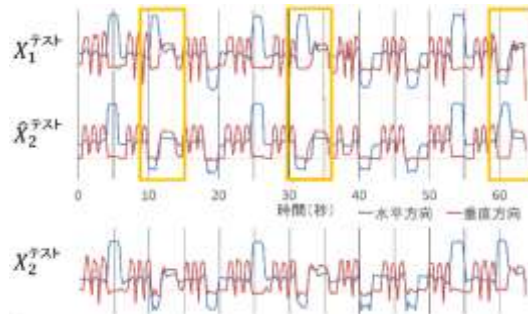


図 4 人間の身体時系列を与えた時に生成された時系列と実際の共同行為相手の時系列

■ 本研究の意義

人間と協力し合いながら、目的を達成するように自発的に動作する、生活支援ロボットの実現の可能性を示せた。

成果資料目録

1. 守屋, 高淵, 岩橋: "Neural Network Model for Human-Robot Multimodal Linguistic Interaction," ヒューマン・エージェント・インタラクション・シンポジウム 2017.
2. 佐々木, 岩橋, 船越, 中野, 押川, 中村, 長井: "MDL Coupled HMMs による協調行為の学習と生成," 情報処理学会第 80 回全国大会, Vol.2, pp. 359-360, 2018.