

様 式 F - 7 - 1

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成 25 年度）

1. 機関番号 

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名 若手研究(B) 4. 補助事業期間 平成 23 年度～平成 26 年度

5. 課題番号 

2	3	7	0	0	1	7	5
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 カーネル法を用いた学習アルゴリズムの情報論的解釈と発展

## 7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
1 0 5 0 6 7 4 4	ワタナベ カズホ 渡辺 一帆	情報科学研究科	助教

## 8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

## 9. 研究実績の概要

混合モデルはクラスタリングや確率密度推定に用いられる学習モデルである。前年度に提案された凸クラスタリング法やカーネルベクトル量子化を含む統一的な学習法について、引き続きその有効性の数値実験による検証を行った。前年度において、この学習法はレート歪み関数を求める最適化問題と捉えられることが示された。この解釈に基づき混合正規分布を情報源としたときのレート歪み関数を求め、情報源から生成されたデータを用いて求めたレート歪み関数との比較を行った。前年度に得られたガンマ情報源と対数絶対損失による歪み尺度に対するレート歪み関数の評価を、広い情報源のクラスに一般化した。ガンマ分布やワイブル分布は神経科学におけるスパイク間隔や音声信号処理におけるパワースペクトルなどの分布として広く用いられている。ガンマ情報源に対するレート歪み関数の導出を一般化することにより、多くの情報源について、対数絶対損失による歪み有りデータ圧縮では、最適な再構成分布が離散成分と連続成分からなることが示された。さらに、絶対損失の一般化であるイブシロン不感応損失についてレート歪み関数の下界および上界評価を与え、近似計算法を導出した。

また、ユニバーサル符号化において符号長の損失分の最悪値を最小化する正規化最尤符号号に関して、それを近似する漸近的ミニマックス性の達成条件を考察した。前年度に引き続き、ヘルシンキ大学計算機科学部の研究グループと情報交換を行い、強い意味での漸近的ミニマックス性を達成するためには、データ数の知識が必要であることを示し、数値実験による検証を行った。

## 10. キーワード

- |                |             |            |           |
|----------------|-------------|------------|-----------|
| (1) 混合モデル      | (2) レート歪み関数 | (3) 再構成分布  | (4) ガンマ分布 |
| (5) 漸近的ミニマックス性 | (6) 国際情報交換  | (7) フィンランド | (8)       |

## 11. 現在までの達成度

(区分)(1) 当初の計画以上に進展している。

(理由)

混合モデルのノンパラメトリック学習法に対するレート歪み理論による解釈の検証を進め、さらにレート歪み関数の厳密評価の一般化を与えた。また、絶対損失に関するレート歪み関数の評価をイプシロン不感応損失に一般化し、シャノンの下界の達成条件を示すことができた。漸近的ミニマックス性は正規化最尤符号を簡単な計算法で近似するための基礎となる。その達成条件の精緻化に部分的に成功している。

## 12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

今後はより多様な歪み尺度のなかで、特にイプシロン不感応損失に関連する歪み尺度についてレート歪み関数の評価を検討し、数値的な計算法の構成を図る。正規化最尤法の近似概念としての漸近的ミニマックス性の達成条件の精緻化を考察し計算機実験による検証を行う。特に正規化最尤法による学習アルゴリズムやモデル選択法について情報集収するため、引き続き国際ワークショップへの参加を行う。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

情報収集のために参加を予定していた国際ワークショップが国内で開催されたため当初予定よりも少ない研究費で遂行でき、未使用額が生じた。

(使用計画)

次年度に請求する研究費と合わせ、今後も継続的に国際ワークショップへの参加を行うことを計画している。

## 13.研究発表(平成25年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(0)件 うち査読付論文 計(0)件

著者名		論文標題			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					

(学会発表) 計(6)件 うち招待講演 計(1)件

発表者名		発表標題	
K. Watanabe, S. Ikeda		Rate-Distortion Function for Gamma Sources under Absolute-Log Distortion Measure	
学会等名	発表年月日	発表場所	
2013 IEEE International Symposium on Information Theory	2013年07月07日 ~ 2013年07月12日	Istanbul Convention & Exhibition Center (ICEC), Istanbul, Turkey	

発表者名		発表標題	
K. Watanabe, T. Roos, P. Myllymaki		Achievability of Asymptotic Minimax Optimality in Online and Batch Coding	
学会等名	発表年月日	発表場所	
2013 Workshop on Information Theoretic Methods in Science and Engineering(招待講演)	2013年08月26日 ~ 2013年08月29日	東京大学山上会館, 文京区, 東京都	

発表者名		発表標題	
K. Watanabe		Rate-Distortion Bounds for an Epsilon-Insensitive Distortion Measure	
学会等名	発表年月日	発表場所	
IEEE Information Theory Workshop	2013年09月09日 ~ 2013年09月13日	School of Engineering, University of Seville, Seville, Spain	

発表者名	発表標題	
K. Watanabe	Vector Quantization Using Mixture of Epsilon-Insensitive Components	
学会等名	発表年月日	発表場所
2013International Conference on Neural Information Processing	2013年11月03日 ~ 2013年11月07日	EXCO (Daegu Exhibition & Convention Center), Daegu, Korea

発表者名	発表標題	
K. Watanabe, T. Roos, P. Myllymaki	Achievability of Asymptotic Minimax Regret in Online and Batch Prediction	
学会等名	発表年月日	発表場所
Asian Conference on Machine Learning	2013年11月13日 ~ 2013年11月15日	Australian National University, Canberra, Australia

発表者名	発表標題【発表確定】	
A. R. Barron, T. Roos, K. Watanabe	Bayesian Properties of Normalized Maximum Likelihood and its Fast Computation	
学会等名	発表年月日	発表場所
2014 IEEE International Symposium on Information Theory	2014年06月29日 ~ 2014年07月04日	Hawaii Convention Center, Honolulu, Hawaii, USA

〔図書〕計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	

## 14.研究成果による産業財産権の出願・取得状況

(出願) 計( 0 )件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

(取得) 計( 0 )件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

## 15.備考

--