

研究種目：特定領域研究

研究期間：2006～2009

課題番号：18079013

研究課題名（和文） 確率推論における近似解法の理論的解析および情報工学への応用

研究課題名（英文） Theoretical analysis and information engineering application of approximate inference methods

研究代表者

池田 思朗（IKEDA SHIRO）

統計数理研究所・数理・推論研究系・准教授

研究者番号：30336101

研究分野： 総合領域

科研費の分科・細目：情報学・統計科学

キーワード： 数理工学 情報幾何学 信号処理

### 1. 研究計画の概要

大規模な確率モデルを用いる場合、確率推論を正確におこなうことは計算量の観点から現実的に不可能である。そのため様々な近似的手法が提案されており、統計力学と密接に関係しているものも多い。しかし必ずしも工学的な応用に結びついていない。

一方、誤り訂正などの情報工学では、確率伝搬法のような近似手法が用いられているが、その理論的解析は十分ではない。本研究ではこのような確率推論の近似解法について、近似精度や計算量などの理論的解析を行なう。さらに、近似的解法を用いた応用として、情報工学分野における通信や放送受信のための改善手法の提案を目指す。

### 2. 研究の進捗状況

(1) 確率伝搬法に関して得られた理論的結果を用い、これまで情報工学への応用をおこなってきた。具体的には自動車などの移動体におけるデジタル衛星放送受信の改善法を研究した。結果として得られた改善手法は、統計的手法によってパラメータを時々刻々と推定し、確率推論に基づき送信符号を復元する方法である。提案手法はNHKに所属している浜田正稔氏が実測、提供したデータを用いて数値実験をおこない、実際に効果的であることが確かめられた。提案手法はハードウェアの作成によって実時間で運用可能である。したがって、製品化も可能である。さらに背後の理論はデジタル衛星放送に限らず、一般的な手法である。

(2) 理論的な結果については、確率伝搬法を拡張した Survey Propagation と呼ばれる手法に関する理論的な解釈を考え、本特定領域

の関連する研究会で口頭の発表をおこなった。

(3) 当初の計画には含まれていないが、本特定領域研究の他の研究班との交流を通じて新たな問題意識が生じ、現在ふたつの研究をおこなっている。ひとつは脳において体の制御信号をいかに作成しているかという運動計画の問題である。運動計画はその軌道やノイズの観点から議論され研究がおこなわれてきたが、脳内における運動命令の表現の問題ととらえなおし、ベイズ統計や最適化の観点から議論をした。もうひとつは神経細胞の通信路としての性質を議論するものである。これは生命情報班の成果のひとつ、神経細胞発火パターンの情報量の解析に関連している。これまで、神経細胞を通信路とみなした場合の容量の計算といった基礎的な解析結果が得られた。この結果については査読付き論文誌への掲載が決定しており、国際学会における発表も予定している。

### 3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由)

当初の研究計画であった確率推論の情報工学の応用に関しては、デジタル衛星放送受信の改善手法を提案し、実測データを用いた実験によってその有効性を示すことができた。それらの結果については学会での口頭発表をおこない、査読付き学術雑誌に掲載された。

一方、本特定領域研究の他の班との交流を通じて新たな研究が進み、すでに査読付き論文誌への発表をおこなっている。したがってこれまでのところ、当初の計画以上に進展し

ていると考える。

#### 4. 今後の研究の推進方策

確率推論の情報工学への応用に関しては概ね計画通りである。今後は以下の二点について重点的に行う予定である。

- (1) 確率伝搬法を拡張した手法に関する理論的考察については学会や雑誌への発表をめざして研究を進める方針である。
- (2) 本特定領域を通じて生じたあらたな研究に関しては、問題提起のための学会発表、またこれまでの結果について紙面を通じて公表していく。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計10件)

- ① 阪口豊、池田思朗、Motor planning and sparse motor command representation、Neurocomputing、70、1748-1752、2007、査読有
- ② 浜田正稔、池田思朗、Channel estimation and code word inference for mobile digital satellite broadcasting reception、IEICE Transaction on Communications、E91-B、3886-3898、2008、査読有
- ③ 池田思朗、Jonathan H. Manton、Capacity

of a single spiking neuron、Neural Computation、21、印刷中、2009、査読有

〔学会発表〕(計5件)

- ① 浜田正稔、池田思朗、Improving mobile reception of digital satellite broadcasting、18<sup>th</sup> IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC2007)、2007年9月6日、アテネ(ギリシャ)
- ② 池田思朗、Jonathan H. Manton、Spiking neuron channel、2009 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT2009)、2009年6月(印刷中)、ソウル(韓国)

〔図書〕(計2件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

研究成果に関する情報は以下のホームページに載せている。

<http://www.ism.ac.jp/~shiro/>