

研究種目：特定領域研究
研究期間：2006～2009
課題番号：18079002
研究課題名（和文） 大規模確率場により高度化された確率推論システムの設計
研究課題名（英文） Design of sophisticated Bayesian network systems based on large-scale random fields

研究代表者

田中 和之 (TANAKA KAZUYUKI)
東北大学・大学院情報科学研究科・教授
研究者番号：80217017

研究分野： 数理工学

科研費の分科・細目：

キーワード：(1) アルゴリズム、 (2) 情報統計力学、 (3) モデル化、 (4) 確率的情報処理、 (5) 統計科学

1. 研究計画の概要

本研究課題の目的は、高次元の画像データから目的に応じた情報を抽出し、高度の推論を行う確率推論システムをベイジアンネットワークとして構築する理論体系を情報統計力学的知見にもとづいて確立することにある。具体的には

- (1) 大規模確率場による高次元データ解析システム設計と近似アルゴリズムの構成と性能評価
- (2) 確率推論モデルの混合による高度化された推論システムの設計理論の構築とその実現
- (3) 情報通信方式と大規模確率場の構造的類似性にもとづく次世代通信システムへの実装

の3点を段階的に推進してゆく。

2. 研究の進捗状況

- (1) 2006年度は特に大規模確率場モデルに対する一般化された確率伝搬法とEMアルゴリズムによる「データからのハイパラメータ推定システム」の推定プロセスの典型性能評価法の提案と確立を中心に研究を実施した。これにより上記概要の1における理論的基盤が整備された。さらに連携研究者の本村陽一氏とは実データを用いた上記概要の2の更なる展開の可能性についての研究打合せを重ねた。
- (2) 2007年度は特に大規模確率場モデルに対する一般化された確率伝搬法の統計的性能の解析的評価法の確立と量子推論における統計力学的アプローチを中心に研究

を実施した。これにより上記概要の2における理論的基盤の整備がすすみつつある。特にガウシアングラフィカルモデル、プレファカ展開に基づく確率推論システムの解析的性能評価法の提案と量子力学的に拡張された混合ガウスモデルを用いた統計的学習法の提案は特出した成果である。同時に連携研究者である本村陽一氏との連携関係の中で産業技術総合研究所の設備を利用し、確率的因果構造を考慮した日常生活行動の画像認識システムという形で、実世界・日常生活のなかでの確率推論システムの有効性の検証も行っている。

- (3) 2008年度は確率伝搬法の新しい拡張の着想を得ることで確率伝搬法において可解確率モデルを自由に取込みながら取扱いの困難な確率モデルの高性能の近似アルゴリズムを構成する理論への拡張を行った。この拡張は確率伝搬法の守備範囲を従来のものに比べて飛躍的に広げるものである。現在データマイニングへの応用が期待されている適応TAP法と呼ばれる方法のある拡張に対応するものとしても位置づけられる。また、一般のグラフ構造をもつ確率推論システムの性能評価法の提案を行っている。

3. 現在までの達成度

- ②おおむね順調に進展している。
(理由)

2008年度までに(1)の「大規模確率場による高次元データ解析システム設計と近似アル

ゴリズムの構成と性能評価」については、D. M. Titterington 教授(英国グラスゴー大学)との連携により、当初の目標をほぼ達成している。(2)の「確率推論モデルの混合による高度化された推論システムの設計理論の構築とその実現」については量子情報班との協力および海外連携研究者のひとりである津田宏治研究員(独国 Max Plank 研究所)との連携により大規模量子確率場を導入した量子ラベリングというデータマイニングに対する新しい着想を得るにいたり、その理論的骨子はほぼできあがりつつある。また混合モデルにおける確率伝搬法の構成についても D. M. Titterington 教授(英国グラスゴー大学)との連携のなかでその基盤となる理論ができあがりつつある。以上の理由により「おおむね順調に進展している」と判断した。

4. 今後の研究の推進方策

2009 年度、すなわち最終年度は計画概要(2)の「確率推論モデルの混合による高度化された推論システムの実現」の最終段階を進めてゆく。また 2008 年度までに得られた成果をもとに、計画概要(3)の「情報通信方式と大規模確率場の構造的類似性にもとづく次世代通信システムへの実装」もすすめる。その計画遂行において、項目応答理論における新しい方法について KDDI 研究所の菅谷史昭氏との共同で出願した特許を大規模確率場による Web を介したデータマイニング技術としての拡張を推進する。また、本計画研究を推進するなかで情報統計力学班の榊島祥介氏との連携による確率伝搬法とスピングラス理論を組み合わせたデータマイニング技術の新しい着想が生まれた。この着想を具体化することで、当初の計画に段階では想定していなかった新しい展開も期待することができる。最終年度はこれらの研究計画を遂行しながら、本計画研究のとりまとめをすすめてゆく

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 14 件)

- ① Kazuyuki Tanaka and D. M. Titterington: Statistical Trajectory of Approximate EM Algorithm for Probabilistic Image Processing, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, Vol. 40, No. 37, pp. 11285-11300, September 2007, 査読有り.
- ② Muneki Yasuda and Kazuyuki Tanaka: The Mathematical Structure of the Approximate Linear Response Relation, Journal of Physics A: Mathematical and

Theoretical, Vol. 40, No. 33, pp. 9993-10007, August 2007, 査読有り.

- ③ Muneki Yasuda and Kazuyuki Tanaka: Relationship between Plesch's Expansion and Cluster Variation Method, Journal of the Physical Society of Japan, Vol. 75, No. 8 (August 2006), Article No. 084006, pp. 1-8, 査読有り.

[学会発表] (計 13 件)

- ① 本村陽一, 河田諭志, 西田佳史, 田中和之: 日常生活行動理解のための確率的因果知識の学習, 第 25 回日本ロボット学会学術講演会 (2007 年 9 月 14 日, 千葉工業大学津田沼キャンパス, 千葉).
- ② 河田諭志, 本村陽一, 西田佳史, 田中和之: 確率的因果構造を考慮した日常生活行動の画像認識, 第 21 回人工知能学会全国大会 (2007 年 6 月 21 日, ワールドコンベンションセンターサミット, 宮崎).

[図書] (計 2 件)

- ① 田中和之 著: 確率モデルによる画像処理技術入門, 森北出版, September 2006, 総ページ数 180 ページ.

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 能力推定システムおよび方法ならびにプログラムおよび記憶媒体

発明者: 菅谷史昭, 田中和之

権利者: KDDI 研究所, 東北大学

種類: 特願

番号: 2007-79860

出願年月日: 2008 年 3 月 26 日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計 0 件)

該当するものはない。

[その他]

ホームページ

<http://www.smapip.is.tohoku.ac.jp/~kazu/>