

機関番号：15301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21700254

研究課題名(和文) 部分問題を構成しつつ探索する協調分散型進化計算による知識導出

研究課題名(英文) Knowledge Acquisition by Cooperative Distributed Evolutionary Algorithms with divide and conquer approach

研究代表者

半田 久志 (HANDA HISASHI)

岡山大学・大学院自然科学研究科・助教

研究者番号：60304333

研究成果の概要(和文)：本研究では、部分問題に分割し、部分問題毎に並行して協調的にルール生成を行う新たな進化計算を提案し、提案手法を知識導出に適用する。部分問題に分割することにより多様性を維持しつつ効率的にルールを探索する。この知識導出に確率モデルを用いた進化計算である分布推定アルゴリズムを適用・拡張した。

研究成果の概要(英文)：This study proposes a knowledge acquisition method by cooperative distributed evolutionary algorithms with divide and conquer approach. By decomposing problems spaces in advance, we can expect that the proposed method enables evolutionary algorithms to maintain the diversity in genetic information. We employ Estimation of Distribution Algorithms as Evolutionary Algorithms. We have concentrated to extend the EDAs to acquire knowledge during the research period.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			0
年度			
年度			
総計	1,600,000	480,000	2,080,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：協調分散型進化計算, 分布推定アルゴリズム, 知識抽出, クラスタリング, 測地距離

1. 研究開始当初の背景

進化計算による知識獲得のアプローチは、

結果が良好とは言えない： 広範に渡って正事例・負事例が分布する領域で「当たり前ルール」を獲得することが多い。これは、進化計算は個体群を用いて探索しているのにも関わらず、もともと最適化を目的としたアルゴリズムであるので、最終的には特定のルールに収束してしまうことによる。本研究ではこの問題解決のために、問題分割によるアプローチを提案し、知識抽出アルゴリズムとして確率モデルを用いた進化計算手法である分布推定アルゴリズムの高度化を図る。

## 2. 研究の目的

近年、確率モデルを用いた進化計算手法である分布推定アルゴリズムが注目されている。研究代表者の先行研究では、一般的な最適化問題において、分布推定アルゴリズムに種分化（領域分割）して探索させることにより多様な解が見出せることを発表した。本研究での提案手法はこのアルゴリズムを発展させ、知識導出に活用する。また1. に述べたように問題分割による効率的な知識導出を実現する。

## 3. 研究の方法

### (1) 問題分割の有用性検討

問題事例集合分割に、多様体学習を併用することにより、高次の問題空間において、効果的に問題空間が分割できることを示す。さらに、問題事例集合毎に進化集団を構成することにより効率的に知識導出ができることを示した。

### (2) 知識導出のための分布推定アルゴリズムの高度化

従来の分類子システムとは異なり、ルールによる行動知識（政策）抽出ではなく、マルコフネットワークで表現される確率モデルを用いた分布推定アルゴリズムの開発を行った。強化学習問題のための条件付き確率場を用い

た新たな分布推定アルゴリズムをEDA-RL と名付け、その特性を調べた。

### (3) 多様体学習の入力空間への適用

(1)でも用いた多様体学習について、行動知識導出に特化して、その有用性を検証した。具体的には、多様体学習により位相構造を保存しつつ次元縮約を行った入力空間で進化学習させることにより、探索性能が大幅に向上することを示した。

## 4. 研究成果

本研究課題の成果として、進化計算の主要かつ最も権威ある国際会議であるACM GECCOにおいてBest Paper Award を、国内では人工知能学会において2009年度研究会優秀賞の受賞を挙げることができる。これらは、本研究課題で提案したEDA-RLの革新性が評価されたものである。実際、これまでに、分布推定アルゴリズムは最適化問題にしか適用されることはなかったが、本研究課題で提案したEDA-RLは分布推定アルゴリズムの他問題への拡張、新たな確率モデルの活用方法を呈示しており、広範にわたって影響を与えるものと考えられる。また、問題分割による知識獲得の有用性は幅広く応用できる方法論であり、実用性に優れており様々な分野での適用が期待される。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計8件）

- ① 半田久志: 関数最適化のための分布推定アルゴリズム, 知能と情報, 査読無, Vol. 23, No. 1, pp.45-50, 2011.
- ② H. Handa: Constitution of Ms. Pac Man Player with Critical-Situation Learning Mechanism, *International J. of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms*, Vol.2, No.3, 査読有, pp.237-250, 2010

- ③ 半田久志: 強化学習問題のための分布推定アルゴリズム, 電気学会論文誌, Vol.130-C, No.5, 査読有, pp.758-765, 2010
- ④ T. Nishimura and H. Handa: Rule acquisition for cognitive agents by using estimation of distribution algorithms, *International J. of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms*, Vol.2, No.3, 査読有, pp.224-236, 2010
- ⑤ 石淵久生, 半田久志: 進化計算の内外の研究動向, 進化計算学会論文誌, Vol.1, No.1, 査読無, pp.15-22, 2010
- ⑥ 玄光男, 川上浩司, 辻村泰寛, 半田久志, 林林, 岡本東: 進化技術の基礎と情報通信・生産物流システムへの応用, 電学論 C, 査読無, Vol. 130, No. 5, pp.731-737, 2010.

[学会発表] (計 2 3 件)

- ① H. Handa, H. Kawakami, and H. Suto: Constitution of Chu Maps by Using EDA-RL, *Proceedings of World Automation Congress 2010*, 査読有, pp.1-6, September 24<sup>th</sup>, 2010.
- ② H. Handa: Experimental Analysis of the Effect of Dimensionality Reduction on Instance-Based Policy Optimization, *Proc. the Eleventh Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI)*, 査読有, pp.433-444, September 1<sup>st</sup>, 2010.
- ③ H. Handa and H. Kawakami: Evolutionary algorithms for gesture segmentation, *Proceedings of SICE Annual Conference 2010*, 査読有, pp.1722-1723, August 20<sup>th</sup>, 2010.
- ④ H. Handa and H. Kawakami: Dimension reduction by Manifold Learning for Evolutionary Learning with redundant sensory inputs, *Proceedings of 2010 IEEE Congress on Evolutionary Computation*, 査読有, pp.1-6, July 21<sup>st</sup>, 2010.
- ⑤ H. Handa: Solving Multi-Objective Reinforcement Learning Problems by EDA-RL - Acquisition of Various Strategies, *Proceedings of 9th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, 査読有, pp.3-7, December 1<sup>st</sup>, 2009
- ⑥ H. Tsubota, H. Handa: Evolving FPS Game Players by Using Continuous EDA-RL, *Proceedings of 2009 Fifth International Workshop on Computational Intelligence & Applications*, 査読有, pp.143-146, November 12<sup>th</sup>, 2009
- ⑦ H. Handa: Rule Induction by EDA with Instance-Subpopulations, *Proceedings of 2009 Fifth International Workshop on Computational Intelligence & Applications*, 査読有, pp.3-7, November 10<sup>th</sup>, 2009
- ⑧ H. Handa: EDA-RL: Estimation of Distribution Algorithms for Reinforcement Learning Algorithms, *Proceedings of 2009 ACM/SIGEVO Genetic and Evolutionary Computation Conference*, 査読有, pp.405-412, July 11<sup>th</sup>, 2009

〔図書〕（計1件）

- ①「半田久志, 11章: 確率モデルを用いた  
遺伝的アルゴリズム, 進化技術ハンド  
ブック, 近代科学社, 査読有,  
pp.133-147, 2010

〔産業財産権〕

○出願状況（計 件）

○取得状況（計 件）

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

半田 久志 (HANDA HISASHI)

岡山大学・大学院自然科学研究科・助教

研究者番号：60304333

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者