

研究種目:基盤研究(B)
研究期間:2006年度~2009年度
課題番号:18300004
研究課題名(和文)
テラ時代の分散アルゴリズム工学
研究課題名(英文)
Distributed Algorithm Engineering for the Era of Tera
研究代表者
山下 雅史 (YAMASHITA MASAFUMI)
九州大学・大学院システム情報科学研究所・教授
研究者番号: 00135419

研究分野:総合領域

科研費の分科・細目: 情報学・情報学基礎

キーワード:巨大分散システム、安定性、分子計算、複雑ネットワーク、センサ・ネットワーク

1. 研究計画の概要

巨大分散システムを対象とする分散アルゴリズム設計論を構築することが本研究の目的である。ここで、WWWのような通常の分散システムばかりでなく、群ロボットや分子計算も含めて検討している所が本研究の特徴である。本研究では、特に、巨大システムの安定性の保証という立場から研究を進めており、確率的分散アルゴリズムと自己安定アルゴリズムの研究を中心的な課題として研究を進めてきた。

2. 研究の進捗状況

(1) 確率的アルゴリズムについて: 巨大システムにおいては、確率的手法が重要な役割を果たす。代表的な確率的な手法は有限グラフ上の乱歩を用いている。乱歩の性質は遷移確率行列によって決まるが、巨大分散環境では局所情報しか利用可能でないことから、遷移確率が局所情報から計算されるような遷移確率行列によって作られる乱歩を解析し、局所情報に基づく乱

歩の可能性と限界を論じた。具体的には、平均到達時間の意味で最適な乱歩の構成には隣接頂点の情報だけで十分であるが、全訪時間の意味で最適な乱歩の構成には、より広範な情報が必要になると予想されること。あるいは、マルコフ連鎖モンテカルロ法で最もよく用いられるメトロポリス乱歩の平均到達時間と全訪問時の解析などを行った。さらに、統計的グラフ問題を解析し、特に、近似アルゴリズムについて検討を加えた。

(2) 自己安定システムについて: 自己安定性と無記憶性について検討をし、特に、自律分散ロボットシステムを対象として、自己安定アルゴリズムの存在性とその設計パラダイムを無記憶性との関係から論じた。具体的には、自律分散ロボットのパターン形成問題を題材にして、まず、無記憶ロボットと有記憶ロボットのパターン形成能力を比較し、2台のロボットの点形成問題を除いては、その差がないことを証明するとともに、無記憶ロボットの自己安

定アルゴリズムの設計が、有記憶の場合に比べて非常に単純であることを発見し、その事実を用いて、自己安定パターン形成アルゴリズムを設計した。無記憶かつ匿名のロボットに対する自己安定アルゴリズム設計パラダイムを通常分散システムに対する自己安定アルゴリズム設計パラダイムに応用することを現在検討している。

3. 現在までの達成度
おおむね順調に進展している

4. 今後の研究の推進方策
上述のように、現在、研究は「匿名、無記憶、自己安定、確率的手法」をキーワードとして進行している。匿名性、自己安定性、確率的手法については、計画の当初から巨大分散システムの設計に必須の研究要素として上がっていたが、無記憶性の重要性は研究の重要な成果であり、無記憶システムにおける記憶方式の研究が今後の重要な研究方向になる。無記憶かつ匿名なシステムが単純なものではないことは、分子が無記憶かつ匿名であることを観察すれば容易に分かる。

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5件)

1. E. Ando, H. Ono, K. Sadakane, and M. Yamashita: ``The Space Complexity of Leader Election in Anonymous Networks," Int'l Journal of Foundations of Computer Science (to appear).
2. E. Ando, T. Nakata, and M. Yamashita: ``Approximating the

Longest Path Length of a Stochastic DAG by a Normal Distribution in Linear Time," Journal of Discrete Algorithms (to appear).

3. S. Souissi, X. Defago, and M. Yamashita: ``Using Eventually Consistent Compasses to Gather Memory-less Mobile Robots with Limited Visibility," ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems (to appear).
4. S. Ikeda, I. Kubo, and M. Yamashita: ``The Hitting and the Cover Times of Random Walks on Finite Graphs using Local Degree Information," Theoretical Computer Science, 410, 94-100 (2009).
5. 片山喜章 , 山下雅史 : ``ハウ・ツー・ランデブー (招待解説論文) " 計測と制御 , 46, 11, 853-859 (2007) .