

自己評価報告書

平成23年3月4日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008 ~ 2011

課題番号：20300012

研究課題名 (和文) 動的ネットワークにおける Self-*分散アルゴリズム設計手法の研究

研究課題名 (英文) Research on self-* distributed algorithms in dynamic networks

研究代表者

角川 裕次 (KAKUGAWA HIROTSUGU)

大阪大学・大学院情報科学研究科・准教授

研究者番号：80253110

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・ソフトウェア

キーワード：アルゴリズム工学

1. 研究計画の概要

本研究計画は大別して以下の3つで構成される。

- (1) センサーネットワーク向け Self-*分散アルゴリズムの設計
このテーマでは、理論的側面から分散アルゴリズムを設計・解析することが目的である。このテーマにより、分散アルゴリズム設計手法の検討を行うものである。
- (2) Self-*分散アルゴリズムのシミュレーションによる評価・検討
このテーマでは、上記(1)で設計した分散アルゴリズムをコンピュータシミュレーションにより評価することで、実際のネットワークでのパフォーマンスを調べる。また、理論的解析との差異を明らかにして、理論的解析手法にフィードバックすることも目的とする。
- (3) センサーネットワーク実機への実装実験
このテーマでは、上記(1)で設計した分散アルゴリズムをセンサーネットワーク実機に実装してその性能を評価するものである。また、シミュレーションだけではわからない実装上のテクニックや、細かな振る舞いを考慮したプログラム開発を検討することを目的とする。

2. 研究の進捗状況

現在の進捗状況を、上記「研究計画の概要」で挙げた(1)~(3)それぞれに対して、以下に述べる。

- (1) センサーネットワーク向け Self-*分散アルゴリズムの設計
計画に従って、各種分散アルゴリズムの設計をおこなってきた。特に、センサーネットワークでのデータ収集で重要な役

割を果たす、連結支配集合(Connected Dominating Set)アルゴリズムを中心に研究を進めてきた。ノードの参加や離脱が発生しても、すぐさま支配集合を求め、支配集合であることを保ちつつ連結支配集合に到達するという、トポロジ変化へ適応している最中での安全性を保障したアルゴリズムを提案した。また、センサーネットワークでのアルゴリズム設計を容易にする分散共有メモリを無線パケット通信で実装した場合の動作時間(収束時間)に対して確率的な解析を行った。

- (2) Self-*分散アルゴリズムのシミュレーションによる評価・検討
上記(1)で述べた安全性を有する連結支配集合アルゴリズムに対して、コンピュータシミュレーションを行って、その性能を評価した。また、これまでに提案されている自己安定分散アルゴリズムを、無線通信を行うセンサーネットワークの通信モデルでシミュレーションを行い、理論的解析結果との比較を行った。
- (3) センサーネットワーク実機への実装実験
自己安定分散アルゴリズムを、Freescale Semiconductor 社の MC13193-EVK および SunMicrosystems 社 SunSPOT に実装し、評価実験を行った。前者については、自己安定性を有する小規模なオペレーティングシステムの開発も行った。評価を行った対象は、独立点アルゴリズム、連結支配集合アルゴリズムなどである。おおむねシミュレーション結果と一致する結果を得たが、一部のアルゴリズムは想定している計算モデルの関係からシミュレーション結果と若干異なる興味深い結果を得た。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している
当該研究課題応募時の研究計画調書に記した計画に沿って研究が進行している。研究成果は雑誌論文・国際会議で発表しており、十分な数の業績をあげている。

4. 今後の研究の推進方策

動的にノードの参加・離脱、およびトポロジ変化が発生するもとの分散アルゴリズムの設計を継続してゆく。また、センサーネットワークでの実装実験を継続し、理論を実際の場面で応用する際の分散ソフトウェア設計手法の研究を進めてゆく。

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. Hirotsugu Kakugawa, Yukiko Yamauchi, Sayaka Kamei, Toshimitsu Masuzawa, "Observations on non-silent self-stabilizing algorithms in sensor networks with probabilistically intermittent link failures," *Theoretical Computer Science*, to appear. (査読あり)
2. Sayaka Kamei and Hirotsugu Kakugawa, "A Self-stabilizing Distributed Approximation Algorithm for the Minimum Connected Dominating Set," *International Journal of Foundation of Computer Science*, Volume No.21, Issue No. 3, pp. 459-476, June 2010. (査読あり)
3. Wu Yu, Fukuhito Ooshita, Hirotsugu Kakugawa, and Toshimitsu Masuzawa, "Distributed construction protocols of probabilistic degree-weighted peer-to-peer overlays", *IEICE Transaction on Information and Systems*, Vol. E92-D, No. 4, pp. 563 - 574, Apr. 2009. (査読あり)
4. Wu Yu, Taisuke Izumi, Fukuhito Ooshita, Hirotsugu Kakugawa, and Toshimitsu Masuzawa, "A Message-efficient Peer-to-peer Search Protocol Based on Adaptive Index Dissemination," *IEICE Transactions on Information and Systems*, Volume E92-D No. 2, pp. 258-268, Feb. 2009. (査読あり)
5. Hirotsugu Kakugawa, Sayaka Kamei and Toshimitsu Masuzawa, "A Token-Based Distributed Group Mutual Exclusion Algorithm with Quorums", *IEEE Transactions on Parallel &*

Distributed Systems, Vol. 19, No. 9, pp. 1153 - 1166, September, 2008. (査読あり)

[学会発表] (計 20 件)

1. Hirotsugu Kakugawa and Sayaka Kamei, "A Token-based Distributed Algorithm for the Generalized Resource Allocation Problem," *Proceedings of the 14th International Conference on Principles of Distributed Systems (OPODIS)*, pp. 411-426, Tozeur, Tunisia, December 14-17, 2010.
2. Sayaka Kamei, Hirotsugu Kakugawa, Stephane Devismes and Sebastien Tixeuil, "A Self-Stabilizing 3-Approximation for the Maximum Leaf Spanning Tree Problem in Arbitrary Networks", *Proceedings of the 16th Annual International Computing and Combinatorics Conference (COCOON 2010)*, pp. 80-89, July 19-21, 2010.
3. Y. Sudo, J. Nakamura, Y. Yamauchi, F. Ooshita, H. Kakugawa, and T. Masuzawa, "Loosely-stabilizing Leader Election in Population Protocol Model," the 16th Int'l Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO), May 25-27, 2009.
4. Sayaka Kamei and Hirotsugu Kakugawa, "A Self-Stabilizing Approximation for the Minimum Connected Dominating Set with Safe Convergence", *12th International Conference on Principles of Distributed Systems (OPODIS)*, pp. 496-511, Luxor, Egypt, December 15-18, 2008.
5. Hirotsugu Kakugawa and Toshimitsu Masuzawa, "Convergence Time Analysis of Self-Stabilizing Algorithms in Wireless Sensor Networks with Unreliable Links", *10th International Symposium on Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems (SSS)*, pp. 173-187, Detroit, USA, Nov 21-23, 2008.