

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 14 日現在

機関番号：37112

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500077

研究課題名（和文） ヘテロジニアス環境での JXTA-Overlay P2P システムの実装と評価

研究課題名（英文） Implementation and Evaluation of JXTA-Overlay P2P System in Heterogeneous Environments

研究代表者

パロリ レオナルド (BAROLLI LEONARD)

福岡工業大学・情報工学部・教授

研究者番号：40312722

研究成果の概要（和文）：通信技術には、2つの大きな流れがある。一つはインターネットに代表されるクライアント・サーバ・システムともう一つは P2P システムである。最近の P2P システムはその技術的な特徴からシステム設計や実装において新しい分野を生み出している。JXTA を用いた P2P の研究が数多く開始されてきている。JXTA は各種サービスに必要とされる共通のアプリケーション要件を提供することによって、あらゆる P2P サービスを実行できるプラットフォームである。JXTA-Overlay は、JXTA ベースのアプリケーションに必要とされる基本的な機能を提供するものである。本研究では、ピアグループ機能、ピアの監視、ピアグループとタスクの監視、IC タグカード機能、ユーザの Presence 機能とセキュリティ機能を設計し実装を行った。また、知的アルゴリズムに基づいて P2P システムのリソース割り当てとピアの信頼性のための新しいアルゴリズムの提案と実装を行った。そして、遠隔 P2P システム、ロボット協調システム、アドホック・ネットワークおよび車車間ネットワークの応用について研究を行った。

研究成果の概要（英文）：As communication technologies, there are two approaches: one is Client-Server system and the other one P2P systems. Recently, there are many applications related with P2P systems and they have opened a new field of research. In P2P research, there are many works which are based on JXTA framework. The JXTA platform support many P2P services and applications and the users can use them in a transparent way. Our platform JXTA-Overlay is an effort to use JXTA technology for building an overlay on top of JXTA offering a set of basic functionalities that are most commonly needed in JXTA-based applications. In this research, we proposed and implemented many new functions for JXTA-Overlay such as: Peer-Group function, Peer control function, Peer-Group and Task functions, IC-Tag function, user presence function and security functions. Also, based on Intelligent Algorithms, we proposed and implemented new functions for resource allocation and Peer Reliability. As applications, we considered E-Learning P2P system, Robots interaction system, Vehicular Networks and Mobile Ad-Hoc Networks.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、計算機システム・ネットワーク

キーワード：P2P システム、JXTA-Overlay、車車間ネットワーク、V2V、MANET、ファジィ理論、セキュリティ

1. 研究開始当初の背景

申請者等は、これまでに高速ネットワーク、無線ネットワーク、アドホック・ネットワーク、センサ・ネットワーク、センサ・アクタ・ネットワーク、P2P システム、グリッド・コンピューティング、ネットワーク・プロトコルおよびネットワーク・セキュリティに関する研究を行ってきた。これまで主として、ファジィ理論、遺伝的アルゴリズム、ニューラル・ネットワークを適用したポリシング機構、ルーチング機構、輻輳制御、接続制御 (CAC) の研究とインターネット応用の研究を行った。高速ネットワークのためのトラフィック制御のアルゴリズムは、短時間でネットワークのトラフィックを制御しなければならない。特に、アドホック・ネットワークのトポロジーは短時間で変化するため、この変化に有効に適応できることが重要となる。P2P システムとグリッド・コンピューティングでは、リソース割り当てを最適に行うことが困難である。従来からのアルゴリズムとプロトコルを、高速ネットワーク、アドホック・ネットワーク、センサ・ネットワーク、P2P システム、グリッド・コンピューティングに適用することは難しいとされてきた。そのため、申請者は、知的アルゴリズムを利用して、このような情報ネットワークに対してトラフィック制御が実現できることを示した。また、P2P プラットフォーム、グリッド・コンピューティングのシミュレーション・ツール、センサ・ネットワークのシミュレーション・システムとアドホック・ネットワークのテストベッドを実装している。これらの研究の成果は多くの国際論文誌、IEEE 等の国際会議、国内学会に発表している。これらの研究は、知的トラフィック制御の手法としてインターネットのようなスケラビリティと速度を両立させなければならないネットワーク分野の研究者から着目され、国際的に高い評価を得てきている。

2. 研究の目的

近年、P2P システムに関する多くの研究がなされ、重要な成果も報告されてきている。P2P システムはその技術的な特徴から設計や実装において新しい分野を生み出している。現在、申請者は、JXTA に基づいた JXTA-Overlay P2P システムを開発している。しかし、JXTA-Overlay P2P のシステムはプログラムのサイズが大きく、小型無線端

末に実装することが困難である。そこで、ロボットや携帯端末等の小型システムに実装を行い、実験を行うことが本研究の目的である。このために、新しく小型 JXTA-Overlay P2P システムを開発し、ヘテロジニアス環境（無線と有線）に実装し、アドホック・ネットワーク上のネットワーク・ゲームやロボット通信に適用する。

3. 研究の方法

本研究は、理論的な計算、環境開発、シミュレーション、および実験の4段階によって行った。研究目的を達成するために3年間で次の事項を実施した。まず初年度の平成22年度では、JXTA-Overlay の新しい機能の実装と実装されている遠隔教育 P2P システムでの新しい機能の実験と考察を行った。平成23年度では、無線環境での小規模端末のために JXTA-Overlay を実装し、その実装の検討と評価を行った。また、申請者が実装を行っているアドホック・テストベッドでの実験を行い、その評価について検討した。最終年の平成24年度では、ヘテロジニアス環境での JXTA-Overlay の評価を行った。応用としては遠隔 P2P システム、ロボット協調システム、車車間ネットワークとアドホック・ネットワークの実装と評価を行った。

4. 研究成果

本研究の成果はこの3年間に査読付きジャーナル論文 (39 件)、査読付き国際会議論文 (163 件)、著書 (22 件) の発表を行っている。また、申請者の論文は IEEE Transactions on Industrial Electronics (Impact Factor: IF=5.16)、IEEE Transactions on Industrial Informatics (IF=2.99)、IEEE Systems Journal (IF=0.92)、Mobile Information Systems (IF=2.43) などに採録されている。本研究の成果は、WAC-2010 国際 (Kobe, Japan)、IEEE DEST-2010 国際会議 (Dubai, UAE)、3PGCIC-2010 国際会議 (Fukuoka, Japan)、NBIS-2011 国際会議 (Tirana, Albania)、BWCCA-2011 国際会議 (Barcelona, Spain)、NBIS-2012 国際会議 (Melbourne, Australia) では “Best Paper Award”, IEEE AINA-2012 国際会議 (Fukuoka, Japan) では “Highly Commended Paper Award” を受賞した。

(1) JXTA-Overlay の実装

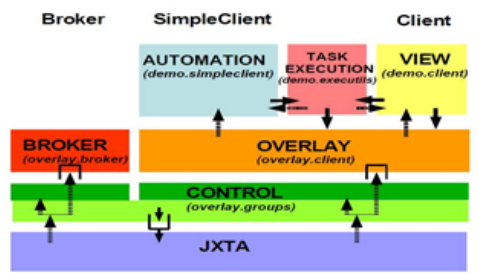


図1. JXTA-Overlayの構成

JXTA-Overlay は図1に示すようにブローカ・ピア (Broker Peer)、クライアント・ピア (Client Peer) とプリミティブ (Primitives)から構成されている。このP2Pシステムを実装し、P2P遠隔教育システム、アドホック・ネットワーク上の応用としてネットワーク・ゲームやロボット通信に関する研究を行った。

(2) P2P e-Learning システム

P2P e-Learning システムのために SmartBox を実装した。SmartBox は Smell 機能 (学習者の好む香りを発する); Light 機能 (高輝度 LED により学習者の机上の明かりを変化させる)、Sound 機能 (電子メロディを流す) と Vibration 機能を持つ。



図2. SmartBox

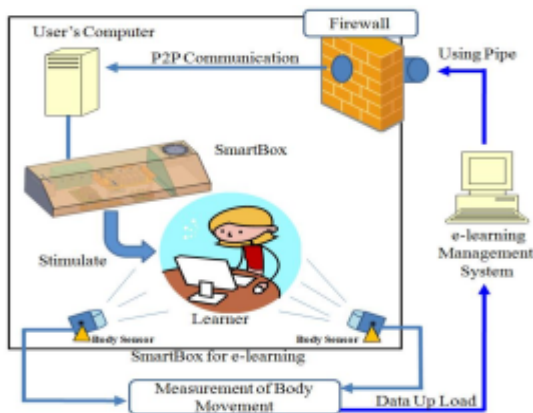


図3. P2P e-Learning システム

図3にSmartBoxによるe-learningシステムのイメージを示す。学習者は、ボディセンサによって見守られておりセンサの情報は一定間隔でe-learning management systemにアップロードされる。ここではボディセンサにより学習者の体 (上半身や手の動き)の動きを検出している。この情報をもとにe-learning management systemは、学習者の集中度を判断する。その後、学習へ集中力の度合いに応じた刺激を与えるためP2PネットワークでSmartBoxを制御する。また、本システムは、刺激装置の制御にP2Pを使うことにより、各市町村の地域イントラネットや企業イントラネット内に存在するユーザーに、組織のネットワークに関するセキュリティポリシー (組織毎に規定されているファイヤウォールなどの設定基準) を変更することなくサービスを提供できるものである。

(3) JXTA-Overlayのためのセキュリティ機能

図4に示すようにJXTA-Overlayのために公開鍵暗号方式を利用し、セキュリティ機能を実装した。受信者は送信者に対して公開鍵 (Public Key) を事前に公開する。このキーは送りたいデータに鍵をかけるものであり、受信者を特定するものである。公開鍵で暗号化されたデータは受信者が密かに持っている秘密鍵 (Private Key) でしか復号化することはできない。この秘密鍵は、文字通り誰にも渡さないため、公開鍵で暗号化されたデータが他に漏れることはない。また、秘密鍵を公開鍵から割り出すことは極めて難しい。

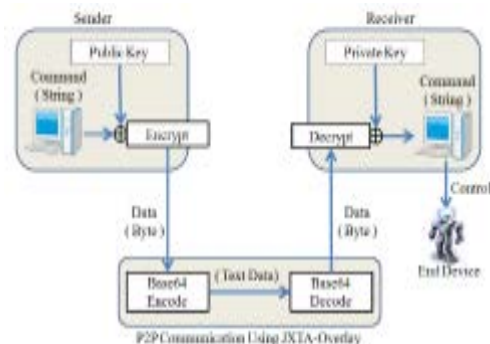


図4. JXTA-Overlayのセキュリティ機能

(4) JXTA-Overlayによりロボット制御
ロボットを制御するためにJXTA-OverlayとセキュアJXTA-Overlayを用いて実験を行った。その結果を図5に示している。セキュアJXTA-OverlayはJXTA-Overlayより少しいオーバーヘッドがあるが実時間でロボット制御することができることが分かった。

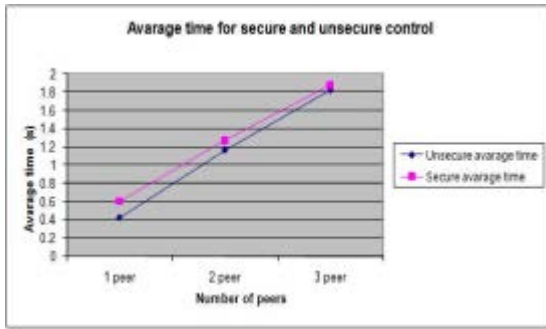


図 5. JXTA-Overlay とセキュア JXTA-Overlay の比較評価

(5) V2V シミュレーション・システムの実装：CAVENET
 P2P システムの応用として車車間ネットワーク (Vehicular Ad-hoc Networks: VANETs) である。図 6 に示すように VANET のために CAVENET シミュレーション・システムを実装した。

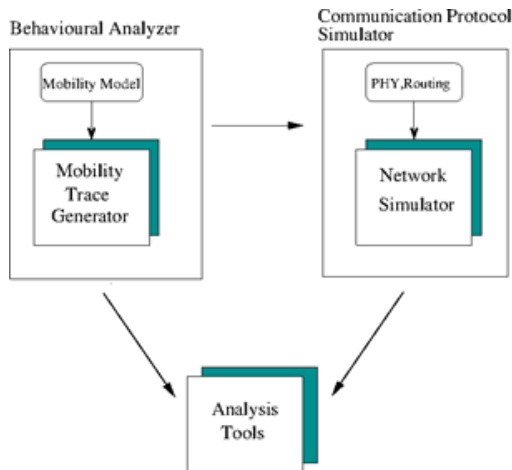


図 6. V2V システム

CAVENET (Cellular Automaton based Vehicular NETWORK simulator) は、VANET のシミュレーション・シナリオの移動パターン生成を MATLAB で実装し、ネットワーク・シミュレーションを ns-2 と ns-3 で実行する。CAVENET は、図 6 のように、移動生成部 (Mobility Generator) とネットワーク・シミュレータ部 (Network Simulator) で構成される。移動生成部でノードの許容最大速度、ノード数、単路長、車線数、減速の発生率、及びシミュレーション実行時間を設定する。そして、入力パラメータに基づいた移動パターンが生成される。この移動パターンにしたがって、ノードを移動させ、ネットワーク・シミュレーションを実行する。シミュレーション実行結果を解析部 (Analysis Tools) で処理する。

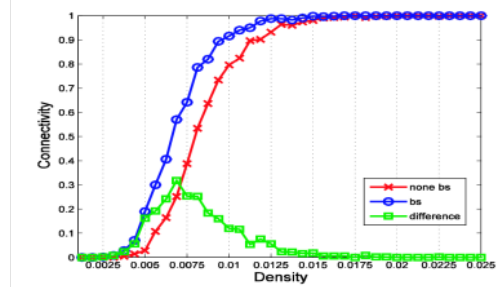


図 7. V2V シミュレーション結果

図 7 は、基地局のようなインフラを用いた無線ネットワークとインフラレスの VANET の連結確率を比較したものである。基地局の配置によって連結性の改善が見られる。基地局の有無に関係なくノード数が等しい無線アドホック・ネットワークでは、ノードの一部を基地局として運用した方が、連結確率は上がることを示している。車間の通信を実現するには、沿路にインフラを用いることで接続性が高まる。

(6) MANET テストベッド

P2P の応用として MANET のテストベッドを実装した。MANET のノードを図 8 に示す。図 9 では MANET 環境下における OLSR プロトコルの Hello パケットの送信間隔による違いを実験し、調査した。近距離では、送信間隔による違いは見られなかった。しかし、中継端末が移動する実験モデルでは、送信間隔の短い程良い結果を示した。



図 8. MANET のノード

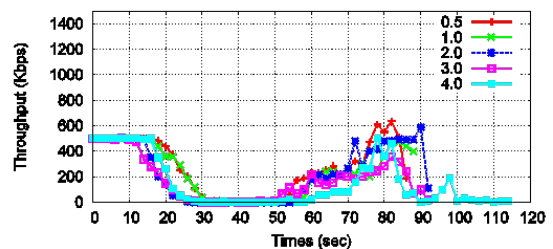


図 9. MANET の実験結果

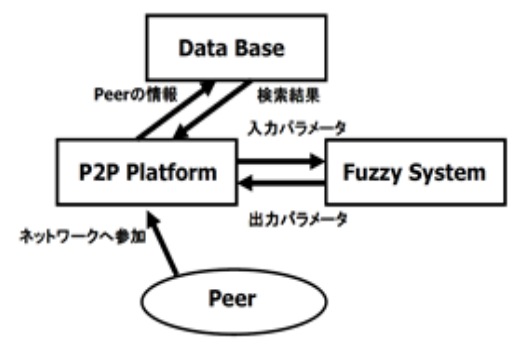


図 10. P2P 信頼性システム

(7) P2P 信頼性システム

図 10 に示すように Peer の信頼性を考慮した JXTA-Overlay P2P システムを実装した。この提案システムは、ハイブリッド型にあたるものである。従来のハイブリッド型との違いは、各 Peer が所持しているファイルの情報を収集するだけでなく、Data Base (DB) に登録された Peer の 3 つの入力パラメータ情報と信頼性を逐次記録・更新する点である。これにより、ダウンロードを行う際に、ファイルを複数の Peer が持っていた場合に、信頼性の高い通信相手の Peer を伝えることが可能になり、信頼性の高い P2P ネットワークが実現出来る。また、信頼性は入力パラメータが更新されるたび、ファジィ・システムにより逐次更新される。このように、常に信頼性を更新することで、信頼性の高い通信相手の選出を可能にした。

5. 主な発表論文等

(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 12 件) その他 27 件

1. L. Barolli, E. Spaho, F. Xhafa, M. Younas, "Application of SmartBox End-device for Medical Care using JXTA-Overlay P2P System", Journal of Computing, Springer, DOI 10.1007/s00607-012-0233-9, 2012.
2. E. Spaho, K. Umezaki, L. Barolli, F. Xhafa, M. Younas, "A Fuzzy-based Reliability System for Knowledge Sharing between Robots in P2P JXTA-Overlay Platform", Journal of Cluster Computing, Springer, DOI 10.1007/s10586-012-0230-y, pp. 1-13, 2012.
3. E. Kulla, M. Hiyama, M. Ikeda, L. Barolli, "Performance Comparison of OLSR and BATMAN Routing Protocols by a MANET Testbed in Stairs Environment", Computers & Mathematics with Applications, Elsevier, Vol. 63, No. 2, pp. 339-349, January 2012.
4. E. Spaho, L. Barolli, G. Mino, F. Xhafa, "Goodput and PDR analysis of AODV, OLSR and DYMO protocols for Vehicular Networks using CAVENET", Journal of Grid, Utility and Computing, Vol. 2, No. 2, pp. 130-138, 2011.
5. F. Xhafa, S. Pillana, L. Barolli, E. Spaho, "Grid and P2P Middleware for Wide-Area Parallel Processing", Journal of Concurrency Computation: Practice and Experience, Vol. 23, No. 5, pp. 458-476, 2011.
6. L. Barolli, F. Xhafa, "JXTA-OVERLAY: A P2P Platform for Distributed, Collaborative and Ubiquitous Computing", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 58, No. 6, pp. 2163-2172, June 2011.
7. J. A. Moreno, K. Matsuo, L. Barolli, F. Xhafa, "Secure Communication Setup for a P2P based JXTA-Overlay Platform", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 58, No. 6, pp. 2086-2096, June 2011.
8. V. Kolicic, K. Matsuo, L. Barolli, F. Xhafa, A. Durrezi, R. Miho, "Application of a JXTA-Overlay P2P System for End-Device Control and e-Learning", accepted, to appear in Multimedia Tools and Applications, Springer, Vol. 53, No. 2, pp. 371-389, June 2011.
9. E. Kulla, M. Hiyama, M. Ikeda, L. Barolli, V. Kolicic, R. Miho, "MANET Performance for Source and Destination Moving Scenarios Considering OLSR and AODV Protocols", Mobile Information Systems (MIS), IOS Press, Vol. 6, No. 4, pp. 325-339, December 2010.
10. L. Barolli, M. Ikeda, F. Xhafa, A. Durrezi, "A Testbed for MANET: Implementation, Experiences and Learned Lessons", IEEE Systems Journal, Vol. 4, No.2, pp. 243-252, June 2010.
11. F. Xhafa, L. Barolli, S. Caballe, R. Fernandez, "Efficient PeerGroup Management in JXTA-Overlay P2P System for Developing Groupware Tools", The Journal of Supercomputing, Springer, Vol. 53, No. 1, pp. 45-65, July 2010.
12. E. Spaho, K. Matsuo, L. Barolli, F. Xhafa, J. Arnedo-Moreno, "Application of JXTA-Overlay Platform for Secure Robot Control", Journal of Mobile Multimedia, Vol. 6, No. 3, pp. 227-242, September 2010.

〔学会発表〕(計 10 件) その他 153 件

1. K. Umezaki, E. Spaho, L. Barolli, M. Ikeda, F. Xhafa, M. Takizawa, "A Fuzzy-based Trustworthiness System for P2P Communication in JXTA-Overlay Considering Positive and Negative Effects", Proc. of WAINA-2013, pp. 267-272, Barcelona, Spain, 25-28 March 2013.
2. L. Barolli, E. Kulla, E. Spaho, F. Xhafa, M. Ikeda, M. Younas, "A Fuzzy-based Data Replication System for QoS Improvement in MANETs", Proc. of MoMM-2012, pp. 293-300, Bali, Indonesia, December 3-5, 2012.
3. L. Barolli, Qi Wang, E. Kulla, B. Kamo, F. Xhafa and M. Younas, "A Fuzzy-based Simulation System for Cluster-Head Selection and Sensor Speed Control in Wireless Sensor Networks", Proc. of EIDWT-2012, Bucharest, Romania, pp. 16-22, 4-6 September 2012.
4. L. Barolli, Qi Wang, E. Kulla, F. Xhafa, B. Kamo and M. Takizawa, "A Fuzzy-based Cluster-Head Selection System for WSNs: A Comparison Study for Static and Mobile Sensors", Proc. of IMIS-2012, Palermo, Italy, pp. 459-464, 4-6 July 2012.
5. Y. Ogata, K. Umezaki, E. Spaho, K. Matsuo, L. Barolli, and J. Iwashige, "Performance Evaluation of SmartBox End-Device for Medical Applications Using JXTA-Overlay P2P System", Proc. of IEEE INCoS-2011, Fukuoka, Japan, pp. 384-389, 30 November-2 December 2011.
6. E. Spaho, L. Barolli, F. Xhafa, J. Iwashige, and A. Koyama, "A Fuzzy-Based System for Data Replication in P2P Networks", Proc. of IEEE INCoS-2011, Fukuoka, Japan, pp. 373-377, 30 November-2 December 2011.
7. L. Barolli, H. Ando, F. Xhafa, A. Durresi, R. Miho, A. Koyama, "Evaluation of an Intelligent Fuzzy-based Cluster Head Selection System for WSNs Using Different Parameters", Proc. of WAINA-2011, Singapore, pp. 388-395, 22-25 March 2011.
8. E. Spaho, K. Matsuo, L. Barolli, J. Arnedo-Moreno, F. Xhafa and V. Kolici, "A Secure JXTA-Overlay Platform for

Robot Control", Proc. of 3PGCIC-2010, Fukuoka, Japan, pp. 71-76, 4-6 November 2010.

9. L. Barolli, Gj. Mino, F. Xhafa, A. Durresi, A. Koyama, "Improvement and Performance Evaluation of CAVENET: A Network Simulation Tool for Vehicular Network", Proc. of MNSA-2010, Genoa, Italy, pp. 118-125, 21-25 June 2010.
10. L. Barolli, "A P2P Platform as a Digital Eco-System Approach for Collaborative and Ubiquitous Computing", Proc. of IEEE DEST-2010, Dubai, UAE, (Keynote Talk), pp.80-87, 12-15 April 2010.

〔図書〕(計 4 件) その他 18 件

1. L. Barolli, F. Xhafa, M. Takizawa, T. Enokido, H. H. Hsu, (Editors), Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (IEEE AINA-2013), 1169 pages, March 2013.
2. L. Barolli, F. Xhafa, K. F. Li, (Editors), Proceedings of International Conference on Broadband, Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA-2012), 699 pages, November 2012.
3. L. Barolli, F. Xhafa, I. You, N. Bessis, (Editors), Proceedings of International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS-2011), 706 pages, July 2011.
4. F. Xhafa, L. Barolli, P. J. Papajorgji, Complex Intelligent Systems and Their Applications, Springer, 271 pages, August 2010.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.fit.ac.jp/~barolli/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

バロリ レオナルド (BAROLLI LEONARD)

福岡工業大学・情報工学部・教授

研究者番号：40312722

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし