

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 29 日現在

機関番号：25403

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560471

研究課題名(和文) 想定外への対処を目指すアシュアランスネットワーク技術の研究

研究課題名(英文) A Study on Assurance Network Technologies Coping with Unexpected Network Events

研究代表者

石田 賢治 (Ishida, Kenji)

広島市立大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：70221025

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、異種でかつ変化する想定外の事象への対応能力を持つ、重要通信サービスを提供可能な通信制御技術を開発するため、(1)想定外の事象にタイムリーに対応可能なネットワーク階層の複数のサービスを併用するクロスレイヤ的アプローチに基づく技術、(2)ネットワーク仮想化技術に基づく強度輻輳にも耐える緊急重要通信技術、について検討した。また、評価実験の結果、提案技術は従来技術よりも有効なことを確認した。

研究成果の概要(英文)：In this project, we have studied new communication control techniques for providing important communication services when the heterogeneous and unstably unexpected events occur in the network. We have mainly proposed following two techniques; one is a cross-layer control method for unexpected events based on multiple layer controls, and the other is an urgent and important communication control method for heavy congestion based on the network virtualization techniques. From the performance experiments, we found that our proposed methods can obtain higher performance than the existing methods.

研究分野：情報ネットワーク

キーワード：プロトコル アシュアランス性 重要通信サービス

1. 研究開始当初の背景

アシュアランスシステムの起源は、リスポンスシステムの提案に遡る。多数のコンピュータをネットワーク経由で有機的に結合した並列/分散システム環境では、個々のコンピュータで起こる異常がネットワーク全体に拡散して多大の損害を及ぼす状況になっていた。このような状況下では、正常処理だけでなく異常処理を含めたすべての処理に対する性能向上が強く要求され、リスポンスシステム概念を生むに至った。リスポンスシステムは、1990年テキサス大学オースティン校(現在、スイス・ルガーノ大学)の Miroslaw Malek 教授により提唱された概念であり、並列/分散システム環境でフォールトトレラントシステムとリアルタイムシステムの機能を統合したものと定義される。つまり、フォールトが存在しても期待される情報通信サービスをタイムリーに実行するシステムである。また、ディペンダブルシステムの研究対象も時代とともに、1970年以降の大きな流れとして、故障に耐えるシステムから攻撃に耐えるシステムへ、更に最近では想定外にも耐えるシステムへと変化している。加えて、大阪大学の研究者らの「生物に着想を得た新世代ネットワーク制御」なども静的な最適化を求めるのではなく、変化への適応性を重視した制御の一つであると整理できる。このように、様々な領域において、異種でかつ変化する想定外の事象への対応可能なネットワーク制御技術の開発は重要視されている。

情報通信研究機構(NICT)が中心となって推進している新世代ネットワーク技術開発において、異種でかつ変化する想定外の事象への対応可能なネットワーク制御技術の開発が、トラスタブルネットワーク技術開発の中の1テーマとして位置づけられている。研究代表者は、2008年以來、NICT関係の新世代ネットワーク推進フォーラムや研究開発戦略ワーキング委員として活動している。

以上のように、新世代ネットワーク技術開発という点においても、想定外事象にタイムリーに対応可能なアシュアランスネットワーク技術開発は重要な課題である。

2. 研究の目的

異種でかつ変化する要求に対するディペンダビリティ、セキュリティ、適時性、適応性を満たす性質はアシュアランス性と定義される。現在各国で開発が進められている新世代ネットワークは、アシュアランス性を満たすネットワークであることが望ましい。本研究では、このようなアシュアランス性をもつネットワーク制御技術の開発を行なう。このアシュアランス性を考慮することにより、異種でかつ変化する想定外の事象への対応能力を持つ、重要通信サービスを提供可能な通信制御技術開発が可能となる。

3. 研究の方法

本研究では、平成24年度～26年度の3年間において、想定外の事象にタイムリーに対応可能なアシュアランスネットワーク技術の要素技術として、(1)ネットワーク階層の複数のサービスを併用するクロスレイヤ的アプローチによる緊急重要通信などの優先トラフィックサービスを可能とする技術開発、(2)ネットワークの仮想化技術に基づき、強度輻輳にも耐える緊急重要通信を可能とする技術開発を目指した。このような、想定外の厳しい通信環境においても、重要通信サービスを提供可能な技術は、社会の安心・安全に対して大きく貢献可能である。

4. 研究成果

本研究では、3.で示した(1)(2)に関して次の様な成果を得た。

(1)クロスレイヤ的アプローチによる緊急重要通信などの優先トラフィックサービスを可能とする技術

被災地における通信環境として想定される衛星回線と無線LANを組み合わせた環境において、衛星回線に適したTCP輻輳制御であるTCP-STARを実験的に評価した。TCP-STARはクロスレイヤ制御において利用可能な技術である。超高速インターネット衛星WINDSを用いた実験の結果、衛星回線における大きな遅延時間よりも無線LANアクセスポイントのMAC制御による遅延変動の方がスループットへの影響が大きいことが分かった。

無線LAN環境において想定外の動作をする可能性のあるネットワークパラメータを改造した端末に対するQoS制御について検討した。無線LANのアクセス制御であるCSMA/CAでは、各端末が制御パラメータを持つため、自己のスループット向上を目的として改造端末が利用される可能性がある。そこで、アクセスポイントにおいて改造端末の送信機会を制御する方式を提案した。シミュレーション評価の結果、提案方式は改造端末のスループットを制御可能なことが分かった。

異なるプロトコル階層を協調動作させるクロスレイヤ制御の一検討として、MAC制御を利用したQoS制御とトランスポート層のQoS制御を組み合わせたフローQoS保証制御の通信特性を評価した。評価では、通信方向と制御強度の関係について詳細に考察した。その結果、通信方向の組合せにより、QoSを保証するために必要な制御強度の傾向が大きく異なることが分かった。

次に、フローQoS保証を目指したクロスレイヤ制御に利用可能な新たなQoS保証MAC制御として、バックオフ時間制御を検討した。提案方式では、スループットの保証と合計スループットの向上を目指し、CSMA/CAにおけ

るバックオフ時間設定を従来技術よりも細かく制御する。シミュレーション評価の結果、提案方式は従来のクロスレイヤ制御と同様に特定端末のスループットを保証しつつ、合計スループットを向上可能なことが分かった。

(2) ネットワークの仮想化技術を考慮した強度輻輳にも耐える緊急重要通信を可能とする技術

1つ1つの仮想化ネットワークはスライスと呼ばれる。輻輳を局所化して、他のスライスへの波及を防止するため、あるスライス内に強度輻輳が発生する可能性がある。そのような強度輻輳にも耐える緊急重要通信技術の一つである低優先 TCP に関して検討した。低優先 TCP は、最低限のスループットを獲得する制御を行う。そのため、この技術は、災害時における緊急情報のように小さいデータ量ではあるが常時提供すべき情報を継続して送信する際に利用可能である。シミュレーション評価の結果、提案方式は、従来技術よりも継続した通信が可能なが分かった。

また、強度輻輳状態となった無線 LAN 環境において、TCP 通信のスループットを保証する制御として、アクセスポイントにおいて各端末のスループットを制御する方式を検討した。本技術は、TCP の受信ウィンドウサイズのみ調整するため、パケットを廃棄する従来技術と比べて QoS を要求しない通常端末に対する影響が少ないという特徴を持つ。シミュレーション評価の結果、提案方式は、非優先フローのスループットを不必要に低下させることなく必要なスループットを保証可能なことが分かった。

さらに、強度輻輳状態の無線 LAN 環境に対応可能な TCP 制御として、FEC 技術を利用した TCP 制御の検討を行った。本研究では、最低限の QoS を保証する TCP の検討で得られた知見も利用し、より効率的な制御を検討した。シミュレーション評価の結果、提案方式は、パケットロス率が非常に高い環境において、従来技術よりも高いスループットを確保できることを確認した。

災害時の避難所のように複数の無線 LAN システムが密集する強度輻輳が発生する可能性のある環境において、無線 LAN システム全体のスループット向上を目指す制御技術を検討した。本研究では、システムスループット向上のためにデータフレームの送信が衝突したとしても問題なく受信可能となる現象を示すキャプチャエフェクトを利用する制御を検討した。シミュレーション評価の結果、提案方式は、従来よりもシステムスループットを向上可能なことが分かった。

また、複数の無線 LAN 端末が存在するマルチレート無線 LAN 環境において、システム全

体のスループットを向上するためには、アクセスポイントと端末の配置が重要となる。そこで、端末の分布を考慮したアクセスポイントのスループット予測法を検討した。シミュレーション評価の結果、提案方式を利用することで、災害時において無線 LAN により通信可能な端末数の最大化を目指すことが可能なことが分かった。

強度輻輳によるパケットロスの発生するネットワークにおいてもスループット性能を維持する技術について検討した。

まず、ランダムなパケットロスが発生するネットワークにおいて、パケットに信頼性を選択的に付与する PR-SCTP を用いてパケットロスの影響を緩和する技術を提案した。また、SCTP マルチストリーム機能を用いたデータ送信における通信性能を、パケットが連続して損失するネットワークにおいて検討し、その効果を確認した。さらに、高ロス率環境において、提案する PR-SCTP を用いたファイル転送方式を評価した。

次に、輻輳のない場合にはパケットロス率の高いネットワークでも高い性能を維持し、強度輻輳の発生した場合には他の TCP と同程度に性能を抑える技術を提案した。また、緊急時における重要情報を高速に流通させるため、複数のネットワークインタフェースと複数の経路を同時に利用するダウンロード再生技術を提案した。さらに、災害時などの通信経路が不安定な状況で発生するランダムロスを考慮し、複数の TCP 接続を複数経路のそれぞれにおいて用いる分割ダウンロード再生方式の検討を行った。評価実験の結果、各提案方式の有効性を確認した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 14 件)

[1] 濱本 亮, 高野 知佐, 小畑 博靖, 石田 賢治, “ 端末の分布を考慮したマルチレート無線 LAN 環境のアクセスポイントにおけるスループット予測法の高速化 ” 電子情報通信学会論文誌 (A), Vol. J98-A, No.2, pp.209-220, February 2015. (査読有)

[2] 松本 博樹, 小畑 博靖, 石田 賢治, “ 無線 LAN 環境における TCP 制御と MAC 制御を共に用いたフロー QoS 保証方式の特性評価, ” 電子情報通信学会論文誌 (B), Vol. J97-B, No.4, pp.371-374, April 2014. (査読有)

[3] Hiroyasu Obata, Kenji Ishida, Chisa Takano, Junichi Funasaka, and Masaaki Bessho, “ Evaluation of TCP Performance by using High-Speed Communication Satellite WINDS and Large Earth Terminal, ” IEICE Transactions on Communications, Vol. E95-B, No.10, pp.3370-3373, October 2012. (査読有)

[4] Kenji Takahashi, Hiroyasu Obata,

Tutomu Murase, and Kenji Ishida, "Throughput Improvement Method Exploiting Capture Effect in Densely Placed WLANs," Proc. ACM the 9th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM2015), 36, January 2015. (査読有)
DOI:10.1145/2701126.2701146

[5] Kohei Izui, Hiroyasu Obata, Chisa Takano, and Kenji Ishida, "UDP Throughput Evaluation Considering the Communication Distance Between AP and Wireless Terminals over Multi-rate WLAN Environment," Proc. 7th International Workshop on Autonomous Self-Organizing Networks (ASON'14), pp.249-253, December 2014. (査読有)
DOI:10.1109/CANDAR.2014.98

[6] Hikaru Tsushima, Ryo Hamamoto, Hiroyasu Obata, and Kenji Ishida, "Performance Evaluation of Flow QoS Guarantee Method based on TCP Congestion Control and MAC Frame Priority Control over Multi-rate WLAN Environment," Proc. 7th International Workshop on Autonomous Self-Organizing Networks (ASON'14), pp.266-271, December 2014. (査読有)
DOI:10.1109/CANDAR.2014.97

[7] Ryo Hamamoto, Chisa Takano, Hiroyasu Obata, Kenji Ishida, and Tutomu Murase, "Characteristics Analysis of an AP Selection Method Based on Coordination Moving Both Users and APs," Proc. 7th International Workshop on Autonomous Self-Organizing Networks (ASON'14), pp.243-248, December 2014. (査読有)
DOI:10.1109/CANDAR.2014.96

[8] Junichi Funasaka and Tatsuya Oki, "On Control Parameters for Segmented File Download Using PR-SCTP Unordered Delivery," Proc. International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC 2014), pp.548-553, Oct. 2014. (Poster) (査読有)
DOI:10.1109/ATC.2014.7043449

[9] Hiroyasu Obata, Ayaka Momota, Junichi Funasaka, and Kenji Ishida, "A Control Method of Guaranteeing Throughput for TCP Communication Considering Handover over WLAN," IEEE The Thirteenth International Workshop on Assurance in Distributed Systems and Networks (ADSN2014), pp.113-118, June 2014. (査読有)
DOI: 10.1109/ICDCSW.2014.22

[10] Junichi Funasaka, "Dynamic Piece Uploading for Initial Seeding Method on BitTorrent-like P2P Systems," Proc. CANDAR'13 (ASON'13), pp.472-475, December 2013. (査読有)
DOI: 10.1109/CANDAR.2013.83

[11] Junichi Funasaka, Jun Katsube, and

Kenji Ishida, "Timeout Reduction Method for Multistream Segmented Download Using PR-SCTP," Proc. 33rd ICDCS Workshops (ADSN2013), pp.380-385, July 2013. (査読有)
DOI: 10.1109/ICDCSW.2013.42

[12] Junji Manabe, Junichi Funasaka, and Kenji Ishida "A Chunked File Transfer Method Dynamically Selecting One from TCP and UDP According to Network Conditions," Proc. 3rd International Conference on Networking and Computing (ICNC'12), pp.162-168, December 2012. (査読有)
DOI: 10.1109/ICNC.2012.32

[13] Ryo Hamamoto, Chisa Takano, Kenji Ishida, and Masaki Aida, "Power consumption Characteristics by Autonomous Decentralized Structure Formation Technology," Proc. The 9th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT 2012), November 2012. (査読有)

[14] Ryo Hamamoto, Chisa Takano, Kenji Ishida, and Masaki Aida, "Guaranteeing Asymptotic Stability of Clustering by Autonomous Decentralized Structure Formation," Proc. The 9th IEEE International Conference on Autonomic and Trusted Computing (ATC 2012), September 2012. (査読有)
DOI: 10.1109/UIC-ATC.2012.106

〔学会発表〕(計 40 件)

[1] 舟阪 淳一, 矢田 堅志郎, 井上 博之, "ピースの選択とトポロジが P2P ストリーミングに与える影響に関する一検討," 信学技報, NS2015-5, 岐阜, 2015/4/16.

[2] 小畑 博靖, 濱本 亮, 高野 知佐, 石田 賢治, "無線 LAN メディアアクセス制御方式 SP-MAC の通信端末数に対するスループット性能評価," 2015 年信学総大, BS-8-10, 滋賀, 2015/3/11.

[3] 平岡 篤昌, 舟阪 淳一, "複数経路において複数の TCP 接続を用いる分割ダウンロード再生方式 - ランダムエラーへの対応 - ," 2015 年信学総大, B-6-85), 滋賀, 2015/3/12.

[4] 手嶋 郁也, 小畑 博靖, 石田 賢治, "無線 LAN 環境におけるスループット向上を目指した FEC に基づく TCP 輻輳制御に対する冗長度決定方式," 信学技報, IN2014-141, 沖縄, 2015/3/3.

[5] 松本 博樹, 小畑 博靖, 石田 賢治, "CSMA/CA におけるバックオフ時間制御と TCP 制御によるフローQoS保証方式," 信学技報, IN2014-143, 沖縄, 2015/3/3.

[6] 濱本 亮, 山本 西貴, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治, "マルチレート無線 LAN 環境における結合振動子の同期現象に基づ

いたメディアアクセス制御方式の性能評価,” 信学技報, IN2014-153, 沖縄, 2015/3/3.

[7] 安藤 竜馬, 濱本 亮, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治, “無線 LAN 環境におけるアクセスポイントを考慮したメディアアクセス制御方式 SP-MAC,” 信学技報, NS2014-249, 沖縄, 2015/3/3.

[8] 山本 西貴, 濱本 亮, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治, “無線 LAN のメディアアクセス制御方式 SP-MAC を用いたスループット保証制御,” 信学技報, NS2014-248, 沖縄, 2015/3/3.

[9] 高橋 健次, 小畑 博靖, 村瀬 勉, 石田 賢治, “複数 WLAN 密集環境におけるキャプチャ効果によるフレーム同時送信を考慮した適応的 CTS 制御” 第 16 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム 論文集, No.A-29, 広島, 2014/11/15-16 (査読有).

[10] 泉井 康平, 小畑 博靖, 石田 賢治, “無線 LAN マルチレート環境における AP と無線端末間の距離を考慮した UDP スループットの特性評価,” 第 16 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム 論文集, No.A-30, 広島, 2014/11/15-16 (査読有).

[11] 津島 光, 小畑 博靖, 石田 賢治, “無線 LAN マルチレート環境における TCP 制御と MAC 制御を共に用いたフローQoS 保証方式のスループット評価,” 第 16 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム 論文集, No.B-28, 広島, 2014/11/15-16 (査読有).

[12] 手嶋 郁也, 小畑 博靖, 石田 賢治, “無線 LAN 環境における FEC を適応的に用いた TCP-AFEC のスループット特性評価,” 第 16 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム 論文集, No.B-33, 広島, 2014/11/15-16 (査読有).

[13] 武田 和也, 舟阪 淳一, “PR-SCTP を用いた分割ダウンロード方式の性能とサーバにおける制御パラメータの関係,” 第 16 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム 論文集, No.A-33, 広島, 2014/11/15-16 (査読有).

[14] 小畑 博靖, 濱本 亮, 高野 知佐, 石田 賢治, “結合振動子の同期現象に基づく無線 LAN メディアアクセス制御の適用領域,” 信学技報, NS2014-105, 島根, 2014/10/16.

[15] 小畑 博靖, 濱本 亮, 高野 知佐, 石田 賢治, “DCF 端末が混在する無線 LAN 環境下における結合振動子の同期現象に基づくメディアアクセス制御の特性評価,” 2014 年信学ソ大, B-7-40, 徳島, 2014/9/26.

[16] 津島 光, 小畑 博靖, 石田 賢治, “無線 LAN マルチレート環境における TCP 制御と MAC 制御を共用したフローQoS 保証方式の特性評価,” 信学技報, IN2014-68, 宮城, 2014/9/12.

[17] 高橋 健次, 小畑 博靖, 村瀬 勉, 石田 賢治, “複数無線 LAN が密集した環境におけるキャプチャエフェクトを考慮したスループット向上に関する検討” 信学技報,

IN2014-67, 宮城, 2014/9/12.

[18] 濱本 亮, 高野 知佐, 小畑 博靖, 石田 賢治, “マルチレート無線 LAN 環境におけるアクセスポイントの高速スループット予測法に対する適応的な予測式選択法,” 信学技報, IN2014-18, 香川, 2014/6/26.

[19] 舟阪 淳一, 沖 達也, “PR-SCTP を用いた分割ダウンロード方式の制御パラメータに関する検討,” 電子情報通信学会 ネットワークソフトウェア研究会, pp.3-9, 北海道, 2014/6/5.

[20] 小畑 博靖, 濱本 亮, 高野 知佐, 石田 賢治, 山田 幸太郎, “結合振動子の同期現象に基づく無線 LAN のメディアアクセス制御,” 2014 年信学総大, BS-6-2, 新潟, 2014/3/18.

[21] 濱本 亮, 高野 知佐, 小畑 博靖, 石田 賢治, “マルチレート無線 LAN 環境における端末の分布を考慮したアクセスポイントの高速スループット予測法,” 2014 年信学総大, B-7-35, 新潟, 2014/3/19.

[22] 村上 友隆, 舟阪 淳一, “複数の TCP 接続を用いた分割ダウンロード再生の複数経路への対応方式,” 2014 年信学総大, BS-3-7, 新潟, 2014/3/19.

[23] 濱本 亮, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治, 山田 幸太郎, “無線 LAN 環境における結合振動子の同期現象に基づいたメディアアクセス制御方式,” 信学技報, IN2013-157, 宮崎, 2014/3/6.

[24] 舟阪 淳一, 石田 賢治, “SCTP マルチストリームを利用した分割ダウンロードに対するパケット損失の影響に関する評価,” 信学技報, NS2013-196, 宮崎, 2014/3/6.

[25] 百田 彩香, 小畑 博靖, 舟阪 淳一, 石田 賢治, “無線 LAN 環境におけるハンドオーバを考慮した TCP 通信のスループット保証方式,” 信学技報, IN2013-111, 広島, 2013/12/20.

[26] 濱本 亮, 村瀬 勉, 高野 知佐, 小畑 博靖, 石田 賢治, “ユーザとアクセスポイントが協調移動するアクセスポイント選択方式の特性評価,” 信学技報, IN2013-72, 宮城, 2013/9/13.

[27] 松本 博樹, 小畑 博靖, 石田 賢治, “無線 LAN 環境における TCP 制御と MAC 制御を共用したフローQoS 保証方式の特性評価,” 信学技報, IN2013-53, 北海道, 2013/7/19.

[28] 高橋 健次, 小畑 博靖, 村瀬 勉, 石田 賢治, “複数のアクセスポイントが近接する環境における UDP および TCP のスループット評価,” 信学技報, IN2013-52, 北海道, 2013/7/19.

[29] 濱本 亮, 高野 知佐, 会田 雅樹, 石田 賢治, “標的問題に基づくマルチレート無線 LAN 環境のアクセスポイントにおける高速スループット予測法の検討,” 信学技報, IN2013-51, 北海道, 2013/7/19.

[30] 下岡 聖也, 舟阪 淳一, 石田 賢治, “ネットワーク状況を考慮して負荷軽減と配布

時間短縮を目指す BitTorrent 型 P2P ファイル配布方式,” 2013 年度第 1 回電子情報通信学会アシュアランスシステム研究会, pp.7-13, 東京, 2013/5/17.

[31] 濱本 亮, 高野 知佐, 会田 雅樹, 石田 賢治, “アドホックネットワークにおける標的問題を利用したジオキャスト通信の省電力化方式に関する検討,” 信学技報, IN2013-12, 東京, 2013/5/16.

[32] 世良 勇樹, 小畑 博靖, 村瀬 勉, 石田 賢治, “WLAN 環境におけるアクセスポイントを用いた MAC 改造端末に対する制御方式,” 信学技報, IN2013-2, 京都, 2013/4/18.

[33] 下岡聖也, 舟阪淳一, 石田賢治, “速度分布に応じて転送方式を切替える配信元ピアのための P2P ファイル配布戦略,” 2013 年信学総大, B-7-32, 岐阜, 2013/3/19.

[34] 濱本 亮, 高野 知佐, 会田 雅樹, 石田 賢治, “消費電力とデータ転送効率に基づく自律分散的に構成したクラスタの評価,” 信学技報 IN2012-179, 沖縄, 2013/3/8.

[35] 勝部 潤, 舟阪 淳一, 石田 賢治, “パケットロス環境におけるマルチストリーム機能と PR-SCTP を用いた分割ダウンロードのタイムアウト削減法,” 信学技報, NS2012-150, 熊本, 2013/1/24.

[36] 石田 賢治, 小畑 博靖, 高野 知佐, 舟阪 淳一, “高速衛星回線を用いたコンピュータ間通信,” 電子情報通信学会 第 4 回情報ネットワーク科学研究会, 52page, 大阪, 2012/12/14.

[37] 濱本 亮, 村瀬 勉, 高野 知佐, 小畑 博靖, 石田 賢治, “ユーザおよびアクセスポイントの移動を考慮した移動協力型アクセスポイント選択方式,” 信学技報, IN2012-130, 広島, 2012/12/14.

[38] 濱本 亮, 村瀬 勉, 高野 知佐, 小畑 博靖, 石田 賢治, “モバイル AP 協力型 AP 選択法の特性解析,” 無線 LAN の QoS に関する第 3 回技術交流会(WLAN-QoS ワークショップ) (ポスター発表), 東京, 2012/10/30.

[39] 濱本 亮, 高野 知佐, 会田 雅樹, 石田 賢治, “自律分散的なクラスタ構成法における漸近安定性保証技術の MANET 環境への適用,” 信学技報, IN2012-45, 北海道, 2012/7/20.

[40] 澤村 真子, 小畑 博靖, 石田 賢治, “無線 LAN 環境を考慮した低優先 TCP の輻輳制御,” 信学技報, IN2012-47, 北海道, 2012/7/20.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称: 通信システム及び通信方法

発明者: 小畑 博靖, 濱本 亮, 高野 知佐, 石田 賢治

権利者: 公立大学法人広島市立大学

種類: 特許

番号: 特願 2014-29848 号

出願年月日: 平成 26 年 2 月 19 日

国内外の別: 国内

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石田 賢治 (ISHIDA, Kenji)

広島市立大学・大学院情報科学研究科・教授

研究者番号: 70221025

(2) 研究分担者

高野 知佐 (TAKANO, Chisa)

広島市立大学・大学院情報科学研究科・准教授

研究者番号: 60509058

舟阪 淳一 (FUNASAKA, Junichi)

広島市立大学・大学院情報科学研究科・准教授

研究者番号: 60322377

小畑 博靖 (OBATA, Hiroyasu)

広島市立大学・大学院情報科学研究科・講師

研究者番号: 30364110