

令和 5 年 6 月 17 日現在

機関番号：25403

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11944

研究課題名（和文）現象数理学に基づく無線LAN通信品質のモデル化技術

研究課題名（英文）QoS Modeling Technology for Wireless LAN based on Mathematical Sciences

研究代表者

小畑 博靖（OBATA, HIROYASU）

広島市立大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：30364110

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、現象数理学の観点を用いて効率的かつ汎用性の高い無線LAN通信品質のモデル化技術の実現を目指し、(1)実機を用いた基礎データの取得、(2)実験データに基づくモデル検討を行った。その結果、移流拡散現象モデルに基づく伝送レート変化モデルおよびスループット推定モデルを提案した。提案モデルは、通信品質に影響する通信距離、地表属性、送信電力を考慮しており、従来方式よりも汎用性が高いことを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた伝送レート変化モデルおよびスループット推定モデルは、パラメータ調整だけで従来モデルよりも広い範囲の通信環境を容易に再現可能である。この成果を利用することで、アクセス回線として重要なインフラとなっている無線LANネットワークの効率的な構築や無線LANによる通信サービス提供を容易にする可能性がある。さらに、本技術を応用することで技術進歩が非常に早い無線LAN通信サービスのさらなる発展に貢献できる可能性もある。

研究成果の概要（英文）：In this project, we have studied a QoS modeling technique which has high efficiency and versatility for wireless LAN environment based on mathematical sciences. To achieve the objective, we have (1) obtained experimental data by using actual devices, and (2) proposed new QoS models based on experimental data. As a result, we have obtained the transmission rate model and throughput estimation one based on advective diffusion equation. The proposed models consider multiple parameters, the distance, the ground surface attributes, and the transmission power. Thus, we confirmed that the proposed models can obtain high versatility than the previous works.

研究分野：情報ネットワーク

キーワード：無線LAN 通信品質 現象数理学 モデル化

1. 研究開始当初の背景

IEEE802.11 規格に基づく無線 LAN (WLAN) は企業内や家庭だけでなく駅や空港など様々な所でアクセス回線として広く利用されている。また、2020 年東京五輪開催に向け「おもてなし」環境として WLAN スポットの整備が進められるなど、WLAN は益々重要な通信インフラになると予想される。

ここで、新たな WLAN の通信プロトコルを検討する場合、プロトタイプ機を用いた実機評価の前に、ネットワークシミュレータを利用して、実環境に近い状況での通信特性評価が必須となる。しかし多くの従来研究では、伝送レート、端末位置、チャネル等を固定した場合の単純な通信環境を想定しているだけで、実環境を十分考慮していない。これは一般的なネットワークシミュレータは実環境を容易に再現することが困難な状況にあることが原因である。具体的に、スループットに影響するロス率は電波伝搬損失モデルに依存するが、多くのモデルが存在する。例えば、代表的なネットワークシミュレータの ns-3[1]では、仲上-ライスフェージングモデル他、12 種類の伝搬損失モデルが存在し、想定環境により利用するモデルやその組合せを適切に選ぶ必要がある。また、これらのパラメータの設定は実機での測定経験に依存するため、容易には設定できない。さらに、想定される実環境は伝搬路や電波干渉等に依存する複雑な環境であり、現状実装されている通信モデルだけでは十分再現できない場合がある。従って、「実環境を効率的に再現できる汎用性な通信品質モデルを確立」することは、今後の WLAN 通信技術の発展のために必要不可欠である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、WLAN 環境の通信品質を効率的に再現可能となる汎用的な通信品質モデルを導出する技術の確立である。

まず、研究背景で説明した様に、複雑な電波伝搬に関する理論に基づく従来の通信モデルは多様化・複雑化しているものの対応できる環境には限りがある。そこで本研究では、従来の電波伝搬の理論だけに捕らわれず、全く別の観点として、自然・社会現象を数理モデルで解釈する現象数理学の観点から WLAN 通信特性のモデル化に挑戦することに学術的独自性がある。絶妙なバランスで成り立つ複雑な自然現象を簡潔に表現する数理モデルは、様々な環境における電波伝搬特性を再現するに十分足りるものであると考えられる。

また、本研究の創造性は、WLAN の電波は空間を伝わるモノであると解釈し、同様に伝わる性質を持つ自然現象を用いて電波伝搬特性をモデル化することにある。さらに、ミクロスケールの変化が大域的なマクロスケールの現象を引き起こすモデルを用いて電波干渉について考慮する点にも特徴がある。加えて、簡潔に表現される数理モデルのパラメータを調整するだけで、従来モデルでは対応できない範囲の環境を再現することにも特徴がある。

3. 研究の方法

本研究では、現象数理学の観点を用いて効率的かつ汎用性の高い WLAN 通信品質のモデル化技術を実現するため、以下の3つのステップを設定し研究を進めた。

【Step1】 WLAN 通信特性の実験的評価

WLAN 通信品質モデル化のための基礎データ取得のため、様々な通信環境を考慮した WLAN 通信特性を実験的に評価する。

【Step2】 実機実験結果と数理モデルを用いた WLAN 通信品質のモデル開発

Step1 で得られた実機実験結果と現象数理学の数理モデルを用いて、WLAN 通信品質モデルを検討する。

【Step3】 提案モデルの妥当性・汎用性の検証

Step2 で得た提案モデルの妥当性と汎用性をシミュレーション実験により検証する。ここでは

ネットワークシミュレータを用いて、上位層プロトコルや動的な環境の変化を含めた評価を行う。

4. 研究成果

本研究では、WLAN 通信品質のモデル化に関して以下のような成果が得られた。ここでは、(a) モデル検討のために取得した WLAN 通信実験により得られた知見、(b) 検討した WLAN 通信品質モデルとその評価結果に分けてそれぞれ概要を示す。

(a) 実機実験により得られた WLAN 通信特性

実機を用いた実験により WLAN の通信環境の違いによる伝送レートとスループットの変化特性を評価[2][3]した。

まず、一般的なスマートフォン (Nexus5) を利用し、IEEE802.11g 環境において、通信距離 (アクセスポイント (AP) と端末間) と伝送レートおよびスループットの変化を測定した。その結果、最も頻繁に利用される伝送レートは AP 端末間距離が長くなるほど低い伝送レートに推移し、かつその伝送レートは特定の値を利用する傾向にあることを確認した。また、スループットは最も多く利用する伝送レートの値に依存するが、特に低い伝送レートを利用する距離では、その影響を受けやすいことも確認した。

次に、利用する送信端末の機種を変更することによる影響を調査した。ここでは 4 種類の異なるメーカーのスマートフォンを利用した。その結果、伝送レートの変化傾向はほぼ同様であることを確認した。これにより、調査した各メーカーは同様な伝送レートの調整制御を利用している可能性が高いことが分かった。さらに、ある特定の端末のみ高伝送レートを長く利用する傾向があり、これは端末の送信電力の違いが影響していると考えられる。

ここで、一般的に WLAN 通信を行う場所は、様々な状況が想定される。例えば、体育館のような屋内であれば木材やコンクリートの床、屋外であればアスファルトや芝生などがある。そこで、本研究では、異なる地表属性において伝送レートの変化特性を調査した。本研究において調査した地表属性は、芝、土、木、アスファルト、ゴムである。その結果、地表属性ごとに伝送レートの変化傾向に特徴があることが分かった。具体的には、大きくわけて、芝・木・アスファルトと土・ゴムの 2 つの変化傾向となることが明らかとなった。土・ゴムは芝・木・アスファルトと比較して、より短い距離から低い伝送レートを多く利用する傾向を確認した。このことから、地表属性に応じて、適切な伝送レートを調整することが非常に重要であることが分かった。

上述の異なるメーカーのスマートフォンによる評価では、伝送レート変化は送信電力による影響を受けやすい可能性が判明したため、本研究では、送信端末の送信電力を変化することによる影響も評価した。ここでは、送信電力の値を調整可能な端末として、Raspberry Pi 3 Model b+ を利用した。その結果、送信電力が上昇するにつれて、同じ通信距離であってもより高い伝送レートを使う傾向となることを確認した。さらに、同じ伝送レートを利用する距離も長くなることも分かった。加えて、送信電力を変更しつつ異なる地表属性でも評価した結果、上述した通り地表属性により 2 つの傾向に分かれるものの、基本的には同様な傾向であることも確認できた。

(b) 検討した WLAN 通信品質モデルとその評価結果

実機実験で得られた伝送レート変化とスループットの特性を元に、WLAN 通信品質モデルの検討を実施[2][4][5]した。本研究において、WLAN の通信品質としては、スループットが特に重要であると考えられる。また、スループットは、WLAN 通信で利用される伝送レート変化に大きく依存することが実験で分かっている。そこで、本研究では、伝送レート変化モデルを導出した。さらに、伝送レート変化モデルに基づきスループット推定モデルを導出した。具体的には以下の通りである。

まず、実機実験結果により、伝送レートが遷移する様子は移流拡散 (分布量が 1 方向に移動しながら拡散する) の特徴で表現できる可能性があることを確認した。そこで、本研究では伝送レ

ートモデル化のアプローチとして、定常移流拡散方程式を利用して、伝送レート利用率のモデル化を検討した。ここで、移流拡散とは物理現象の一つであり、図1の様な例がある。図1は川の上流に落とした絵の具が、時間経過とともに徐々に広がり、濃度が薄まりつつ下流へと流れる様子を表す。この物理量が水平に移動（移流）しつつ、広がる（拡散）現象が移流拡散である。移流と拡散が同時に表現した移流拡散方程式は、式(1)で表される。

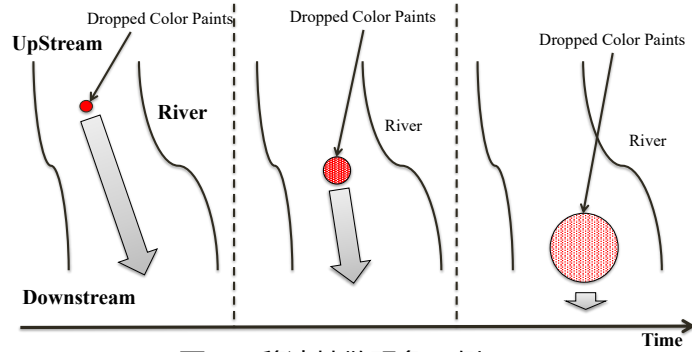


図1 移流拡散現象の例

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} = \nu \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} - u \frac{\partial \phi}{\partial r} \quad (1)$$

式(1)において、 x , ϕ , r , ν , u はそれぞれ時間、物理量、位置、拡散係数、移流係数を表す。移流拡散方程式では移流と拡散による物質量的変化が、状態全体において左辺（非定常項）の変化により表されている。また、式(1)の右辺第1項は拡散項、第2項は移流項を示す。ここで、式(1)は非定常状態を表すことができる非定常項を含む。しかし、本研究においては定常状態における移流拡散を想定するため、式(2)で表される非定常項を省いた定常移流拡散方程式を利用する。定常移流拡散方程式では、非定常項が0であるため、物質量を状態全体で見たとき、時間的に総和は変化しないことを表す。従って、伝送レート利用率の総和は各距離で1であることから、本研究における移流拡散方程式として、式(2)を利用する。

$$\nu \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} - u \frac{\partial \phi}{\partial r} = 0 \quad (2)$$

次に、伝送レート利用率を式(2)を用いて再現するために、本研究では、式(2)の ϕ , r , x をそれぞれ各距離における伝送レート利用率、利用伝送レートのID、AP末端間距離とした。また、具体的なAP末端間距離毎の伝送レート利用率の導出手順は次の通りである。まず、初期値として、実機実験により得られている最も距離が短い伝送レート利用率を利用する。次に、最短距離における伝送レート利用率と最短距離の次の通信距離における伝送レート利用率の変化量を用いて、移流拡散方程式のパラメータ（拡散係数 ν と移流係数 u ）を調整する。この時、実機における変化と最も近い変化を再現可能な移流拡散方程式のパラメータを用いて、それ以降の距離における伝送レート利用率を再現する。ただし、中間距離以降の伝送レート利用率は、近距離から中間距離までの変化を反転した値とする。従って、提案モデルは、実機実験により得られた伝送レート利用率の一部から、移流拡散方程式のパラメータを導出することで、他の距離における伝送レート利用率を再現することが可能である。ここで、この伝送レート変化モデルは、特定の環境における変化を再現するものであるため、「伝送レート変化基本モデル」と呼ぶ。次に、得られた伝送レート変化基本モデルを評価するため、モデルにより得られた理論値と実機実験結果を比較した結果、その誤差は十分小さく、本モデルの精度が良いことを確認した。

ここで、上記の伝送レート変化基本モデルは、特定の環境に対応したものであり、汎用性が低い。そこで、地表属性を変化させた実機実験結果と送信電力の値を変化した時の実機実験結果を利用して、伝送レート変化基本モデルの拡張を実施した。具体的には、上記の実験結果より、地表属性および送信電力の値の違いは、伝送レート変化における最も多く利用する伝送レートの距離とその利用頻度に現れることが分かっている。この特徴は、移流拡散モデルにおいて、移流と拡散の度合いに置き換えることができる。つまり、地表属性と送信電力により移流係数と拡散係数を導出することができれば、再現可能であることを示す。そこで、本研究では、地表属性と送信電力を入力することで、これらのパラメータに適する移流係数と拡散係数を導出するモデルを検討した。式(3)式(4)は導出したモデルを示す。

$$\mu_i = -\alpha_i P + \beta_i, \quad (3)$$

$$\nu_i = -\gamma_i P + \delta_i \quad (4)$$

式(3)式(4)において, P, i, u, v はそれぞれ送信電力, 地表属性, 移流係数, 拡散係数を示す. 右辺における $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ は調整パラメータであり, それぞれ実験結果により得られた測定値を適用する. ここで, このモデルは「伝送レート変化応用モデル」と呼ぶ. 次に, 導出した伝送レート変化応用モデルで得られる理論値と実機実験結果を比較した結果, すべての条件ではないものの, 誤差は小さいことを確認し, 提案モデルの精度が良いことを確認できた. しかし, 特定条件において, 変化特性の再現に課題があることもわかった.

最後に, 提案した伝送レート変化応用モデルを利用し, スループットの推定モデルの検討を実施した. スループット推定モデルは, WLAN のアクセス制御である CSMA/CA を想定したデータフレーム送信と ACK フレーム送信にかかる時間を計算する過程において, 本提案モデルで得られる伝送レートを適用するものである. その結果, スループット推定モデルは, ある特定の条件において有効であることが確認できた. 次に, 提案モデルの課題を解決するための検証を行った結果, 端末の角度や高さ等さらなるパラメータを追加することで解消できる可能性があることが分かった.

<引用文献>

- [1] ns3, available at <https://www.nsnam.org/>, 2023.
- [2] H. Obata, C. Takano, and K. Ishida, "Modeling of Transmission Rate Based on Experimental Evaluation on Multi-Rate Wireless LAN for Safe and Secure Life," Proc. IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS2019), pp.1-5, 2019.
- [3] 遠藤 丈瑠, 三浦 圭輝, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治, " マルチレート伝送を考慮したアドホックネットワーク環境における伝送レート利用率とスループットの特性評価," 信学技報, IN2019-79, 2020.
- [4] S. Sawamura, H. Obata, C. Takano, and K. Ishida, "A Transmission Rate Variation Model Considering Transmission Power Based on Advection-Diffusion Equation for Multi-Rate Wireless LANs," Proc. 2022 IEEE 11th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2022), pp.828-829, 2022.
- [5] 澤村 駿介, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治, "マルチレート無線 LAN 環境における移流拡散方程式に基づく伝送レート変化モデルを用いたスループット推定法の検討," 信学技報, IN2022-56, 2023.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 三浦 圭輝, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治	4. 巻 Vol. J106-B, No.5
2. 論文標題 キャプチャ効果によるスループット向上と無線LANシステム間のスループット公平性改善の両立を目指したメディアアクセス制御	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌 (B)	6. 最初と最後の頁 303-316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transcomj.2022NSP0008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 中村 一貴, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治	4. 巻 Vol. J106-B, No.3
2. 論文標題 V-SP-MAC: 無線マルチホップ環境における同期範囲を考慮した結合振動子の同期現象に基づくメディアアクセス制御	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌 (B)	6. 最初と最後の頁 134-145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transcomj.2022GWP0010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shunsuke Sawamura, Hiroyasu Obata, Chisa Takano, and Kenji Ishida	4. 巻 -
2. 論文標題 A Transmission Rate Variation Model Considering Transmission Power Based on Advection-Diffusion Equation for Multi-Rate Wireless LANs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. 2022 IEEE 11th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2022)	6. 最初と最後の頁 828-829
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/GCCE56475.2022.10014403	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Naoyuki Ito, Jiquan Xie, Hiroyasu Obata, and Tutomu Murase	4. 巻 -
2. 論文標題 User Cooperative Mobility to Improve TCP-BBR Throughput in Ad-Hoc Networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. 2022 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan	6. 最初と最後の頁 333-334
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICCE-Taiwan55306.2022.9868988	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Obata Hiroyasu, Takano Chisa	4. 巻 -
2. 論文標題 Switching Method of Media Access Control for Improving Fairness of Throughput between WLAN systems under Adjacent Channel Interference	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 14th International Workshop on Autonomous Self-Organizing Networks	6. 最初と最後の頁 42-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/CANDARW53999.2021.00014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ikeda Yuko, Obata Hiroyasu, Ishida Kenji	4. 巻 -
2. 論文標題 Performance Evaluation of Information Floating with Limited Expiration Time in Terms of Information Reception Time and Error Diffusion Rate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 14th International Workshop on Autonomous Self-Organizing Networks	6. 最初と最後の頁 28-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/CANDARW53999.2021.00012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuki Nakamura, Hiroyasu Obata, Chisa Takano, and Kenji Ishida	4. 巻 -
2. 論文標題 Throughput Characteristics Evaluation of Media Access Control SP-MAC in Multi-hop WLAN Environment Considering Capture Effect	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. 13th International Workshop on Autonomous Self-Organizing Networks (ASON ' 20)	6. 最初と最後の頁 46-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/CANDARW51189.2020.00022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nobuo Aoki, Kohei Okazaki, Hiroyasu Obata, and Junichi Funasaka	4. 巻 -
2. 論文標題 Performance Evaluation on Concurrent Connecting QUIC and TCP Nodes over Wireless LAN	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 3rd International Conference on Computer Communication and the Internet (ICCCI)	6. 最初と最後の頁 109-116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICCCI51764.2021.9486827	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiroyasu Obata, Chisa Takano, and Kenji Ishida	4. 巻 -
2. 論文標題 Modeling of Transmission Rate Based on Experimental Evaluation on Multi-Rate Wireless LAN for Safe and Secure Life	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS2019)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISCAS.2019.8702221	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Junichi Funasaka, Hiroyasu Obata, and Kenji Ishida	4. 巻 -
2. 論文標題 Number of TCP Connections to Saturate Bandwidth of Wireless Networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. The 12th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2019)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/ICMU48249.2019.9006665	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshiki Miura, Hiroyasu Obata, Chisa Takano, and Kenji Ishida	4. 巻 B2
2. 論文標題 A Media Access Control Method based on Capture Effect considering Throughput Fairness among WLAN Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. The 8th Korea-Japan Joint Workshop on Complex Communication Sciences (KJCCS2020)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 藤本 悠弥, 小畑 博晴, 村瀬 勉, 長谷川 洋平, 石田 賢治
2. 発表標題 オーバーヒアリングと伝送レート変更を併用した移動APIによる分割ファイル配信制御
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 澤村 駿介, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 マルチレート無線LAN環境における移流拡散方程式に基づく伝送レート変化モデルを用いたスループット推定法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 結合振動子の同期現象モデルを利用した無線LANメディアアクセス制御に関する研究
3. 学会等名 電子情報通信学会 無線通信システム研究会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 六箱 圭一郎, 小畑 博靖, 石田 賢治
2. 発表標題 機械学習を適用した TCP 輻輳制御方式の高速無線環境における通信特性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 2022年ソサイエティ大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小畑 博靖, 高野 知佐
2. 発表標題 無線LANシステム間のスループット公平性の向上を目指したMAC切り替え制御方式の特性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 池田 優子, 小畑 博靖, 謝 済全, 村瀬 勉, 石田 賢治
2. 発表標題 情報鮮度を考慮した情報フローティングに基づく情報配信制御方式
3. 学会等名 電子情報通信学会 コミュニケーションクオリティ研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村 一貴, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 無線マルチホップ環境における同期範囲を考慮したSP-MACに基づくメディアアクセス制御
3. 学会等名 電子情報通信学会 コミュニケーションクオリティ研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 尚幸, 謝 済全, 小畑 博靖, 村瀬 勉
2. 発表標題 アドホックネットワークにおけるTCP-BBRスループット向上のためのユーザ移動制御手法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会 コミュニケーションクオリティ研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 舟阪 淳一, 小畑 博靖, 石田 賢治
2. 発表標題 IEEE802.11g無線LANにおける複数ノードによる分割ダウンロードの合計スループットについての評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会 (依頼講演) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青木 信雄, 小畑 博靖, 舟阪 淳一
2. 発表標題 無線LANにおけるQUICとTCPを用いた並列接続の性能比較評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小畑 博靖, 足立 悠輔, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 隣接チャネル干渉下における無線LAN間のスループット公平性の向上を目指したMAC切り替え制御方式の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池田 優子, 小畑 博靖, 石田 賢治
2. 発表標題 情報滞留時間を制限した情報フローティングにおける情報保持時間と誤拡散率に着目した通信特性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 舟阪 淳一, 小畑 博靖, 石田 賢治
2. 発表標題 IEEE802.11g無線LANにおける合計スループットを最大化するTCP接続数についての評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三浦 圭輝, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 WLAN間のスループット公平性を改善するキャプチャ効果を用いたメディアアクセス制御
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森田 万裕, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 無線LAN環境下におけるAP移動を考慮した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
3. 学会等名 電子情報通信学会 2019年ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 舟阪 淳一, 小畑 博靖, 石田 賢治
2. 発表標題 IEEE802.11g無線LANにおけるファイル送信の合計スループットを最大化する並列数についての評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森田 万裕, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 AP移動を考慮した無線LAN環境におけるメディアアクセス制御SP-MACのスループット向上に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小田木 良介, 三浦 圭輝, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 無線LAN環境における配信範囲を限定した移動アクセスポイントによる情報配信制御
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 遠藤 文瑠, 三浦 圭輝, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 マルチレート伝送を考慮したアドホックネットワーク環境における伝送レート利用率とスループットの特性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 一貴, 三浦 圭輝, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 キャプチャ効果を考慮した無線LANマルチホップ環境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SP-MACのスループット特性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三浦 圭輝, 小畑 博靖, 高野 知佐, 石田 賢治
2. 発表標題 WLAN密集環境におけるスループット公平性を改善する数理モデルに基づくキャプチャ効果を用いたメディアアクセス制御
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	高野 知佐 (Takano Chisa) (60509058)	広島市立大学・情報科学研究科・教授 (25403)	
研究 分担者	石田 賢治 (Ishida Kenji) (70221025)	広島市立大学・情報科学研究科・教授 (25403)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------