

現実世界の行動モデルに基づく大規模ネットワークシミュレーションに関する研究 (041107002)

Research on Large-scale Wireless Network Simulation with Realistic Mobility Model

研究代表者

東野 輝夫 大阪大学大学院情報科学研究科

Teruo Higashino Graduate School of Information Science and Technology Osaka University

研究分担者

山口 弘純[†] 安本 慶一^{††} 船曳 信生^{†††} 寺本 英二 北岡 広宣 森 博子^{††††}

堀内 浩規 茂木 信二^{†††††}

Hirozumi Yamaguchi[†] Keiichi Yasumoto^{††} Nobuo Funabiki^{†††}

Eiji Teramoto Hironobu Kitaoka Hiroko Mori^{††††} Hiroki Horiuchi Shinji Motegi^{†††††}

[†]大阪大学 大学院情報科学研究科 ^{††}奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

^{†††}岡山大学 工学部通信ネットワーク工学科 ^{††††}(株)豊田中央研究所 ITS 第一研究室

^{†††††}(株)KDDI 研究所 ユビキタスネットワークグループ

[†] Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

^{††} Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

^{†††} Department of Communication Network Engineering, Okayama University

^{††††} ITS LAB.I, Toyota Central R&D Labs., Inc.

^{†††††} Ubiquitous Network Group, KDDI R&D Laboratories Inc.

研究期間 平成 16 年度～平成 18 年度

本研究開発の概要

数千から一万台規模の移動端末が無線 LAN などを通じて有線ネットワークと相互通信しながら動作するようなユビキタスネットワークアプリケーションを設計・開発する場合、移動端末の移動パターンや、無線到達範囲・無線基地局の設置状況などの動作環境に応じて、設計したアプリケーションやプロトコルの性能が大きく異なる可能性が高い。したがって、アプリケーションの精細な評価のためには、既存のネットワークシミュレーション技術のような抽象化を行うことなく、大規模ネットワークシミュレーションを現実世界に忠実に実行できることが望ましい。本研究では、現実世界に即したアプリケーションの環境モデル及び移動端末の行動モデルに基づいて有線・無線混在型大規模ネットワークに対するネットワークシミュレーションを行うための一方式を提案すると共に、提案手法に基づくシミュレーションツールを設計・開発する。

Abstract

In order to design and develop ubiquitous network applications that consist of several thousands of wireless devices, it is necessary to carefully consider those terminals' mobility, wireless range, deployment of base stations and others factors that affect the performance of the applications. This research aims at investigating a methodology of large-scale mobile wireless network simulation under realistic modeling of environment and mobility. In addition, a wireless network simulator is developed according to this methodology.

1. まえがき

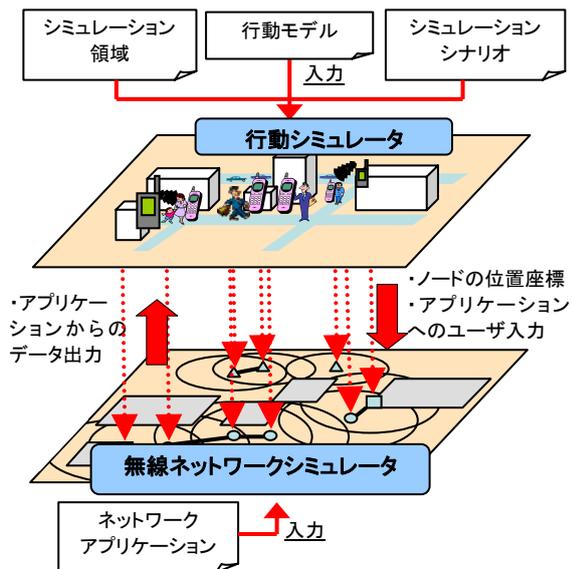
近年のユビキタスネットワークの発展や無線 LAN 技術の普及に伴い、数万台規模の移動端末が無線 LAN などを通じて有線ネットワークと相互通信しながら動作するようなネットワークアプリケーションやプロトコルが数多く開発されるようになってきている。このようなネットワークシステムを設計・開発する場合、利用するプロトコルや移動端末の無線到達範囲、無線基地局の設置状況・有線ネットワークのネットワーク構成・利用可能帯域などに応じて、設計したネットワークアプリケーションやプロトコルの性能が大きく変化する可能性が高い。そのため、大規模なユビキタスネットワークを構築するためには、移動端末の動きをランダム移動などに抽象化することなく、現実世界の行動モデルに即した大規模ネットワークシミュレーションを行えることが望ましい。また、対象とするネットワーク環境における設計プロトコルの詳細な性能評価や、配信情報の伝搬状況の時間的な変化を視覚的にモニターできることが望ましい。

2. 研究内容及び成果

2.1 移動無線端末群の現実的な移動シナリオに基づくネットワークシミュレーションの実現

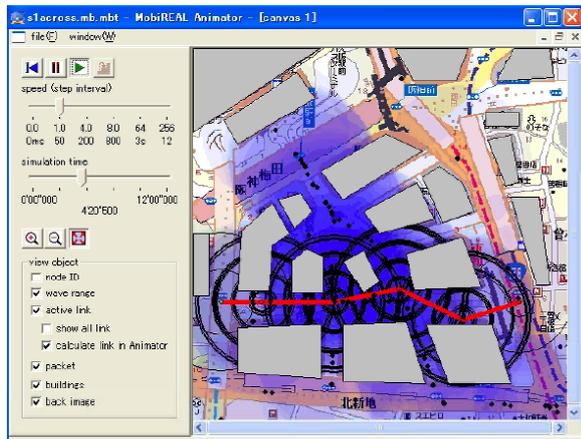
従来より無線（移動）端末をサポートするネットワークシミュレータが開発されてきているが、それらの多くは無線端末の移動をランダムな移動に限定している場合が多く、現実世界に即した行動モデルに基づいて無線端末の移動を再現する機能を備えたシミュレータはあまり開発されていない。そのため本研究では、現実世界に即した行動モデルに基づく無線ネットワークシミュレーションを実施できるシミュレータを開発し公開した。

まず、人間や自動車の行動モデルを簡潔に記述するための条件・確率型イベント実行モデル（CPE モデル）を新たに提案し、それを記述言語とした。CPE モデルに基づくノードの移動シミュレータを開発し、同じく開発した無線ネットワークシミュレータと連携させることで現実的な移動ノードの挙動の下での無線ネットワークシミュレーションが可能な環境を構築した。



2.2 リアルなグラフィカルインタフェースの実現

ネットワークトポロジとその上を通過するパケットのアニメーション表示の他に、移動端末の移動、移動ノード間の無線通信の様子が可視化できるようにした。また、パケットロス率などの統計的な情報も表示する機能を持たせたことで、無線アプリケーションの動作を容易に検証可能なシステムとなるようにしている。



2.3 シミュレーション実行の効率化および並列化

シミュレーションを効率的に行うため、無線ネットワークシミュレータを複数計算機で高速に分散実行する方式を考案した。オープンソースのネットワークシミュレータGTNetSを基に開発を進め、シミュレーションすべきノード群を固定的ないくつかのグループに分割し複数の計算機に割り当てるGTNetSの並列シミュレーション機能を、無線ネットワークのシミュレーションにも利用できるような拡張を行った。具体的にはノード間の接続関係が流動的に変化したり、移動ノードが動的に出現・消滅したりする状況に対応する機能は用意されていなかったため、これらを追加した。さらに、シミュレーションの先読み量を動的に増大させ、並列実行効率を向上させる技法を実装し、一定の効果が見込めることを確認した。

3. むすび

以上のように、現実世界の行動モデルに基づく移動ノードのシミュレーションが可能な無線ネットワークシミュレータの設計・開発を行い、本研究課題の成果として後述のURLにおいて公開している。教育用途限定で試用版を配布し、2007年5月現在、16カ国の52研究機関から試用の申し込みがあった。

【誌上发表リスト】

- [1] Kazuki Konishi, Kumiko Maeda, Kazuki Sato, Akiko Yamasaki, Hirozumi Yamaguchi, Keiichi Yasumoto, Teruo Higashino, "MobiREAL Simulator - Evaluating MANET Applications in Real Environments -", Proceedings of the 13th IEEE International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS2005) pp499-502 (2005年9月)
- [2] 前田久美子、小西一樹、佐藤和基、山口弘純、安本慶一、東野輝夫、"現実的なシミュレーションシナリオが記述可能な無線ネットワークシミュレータMobiREAL"、情報処理学会論文誌 Vol.47 No.2 pp405-414 (2006年2月)
- [3] 前田久美子、梅津高朗、山口弘純、安本慶一、東野輝夫、"ネットワークシミュレータMobiREALを用いたモバイルアドホックネットワークシステムの開発環境"、情報処理学会論文誌 (印刷中)

【申請特許リスト】

- [1] 東野輝夫、山口弘純、安本慶一、移動ノードシミュレータおよびこれを実装するプログラム (特願2004-253457)、日本、2004年8月31日
- [2] 同上 (PCT/JP2005/015774)、PCT国際出願、2005年8月31日

【受賞リスト】

- [1] Masashi Saito, Jun Tsukamoto, Takaaki Umedu, Teruo Higashino, The High Honor Paper Award of the 19th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA2005)、"Evaluation of Inter-Vehicle Ad-hoc Communication Protocol"、2005年3月28日
- [2] 佐藤和基、前田久美子、山崎亜希子、内山彰、山口弘純、安本慶一、東野輝夫、情報処理学会マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2005) シンポジウム最優秀デモンストレーション賞 (野口賞)、"現実的な環境下でMANETシステムを性能評価するための無線ネットワークシミュレータMobiREAL"、2005年8月29日
- [3] 前田久美子、梅津高朗、山口弘純、安本慶一、東野輝夫、情報処理学会マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2006) シンポジウム優秀論文賞、"ネットワークシミュレータMobiREALを用いたモバイルアドホックネットワークシステムの開発環境"、2006年8月21日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.mobireal.net>