OUKA
Osaka University Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | A Study on Mobility Models in Mobile Wireless Network Simulation |
| Author(s) | Maeda, Kumiko |
| Citation | 大阪大学, 2009, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/23484 |
| rights | |
| Note | |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【20】

| | |
|---|---|
| 氏名 | 前田 久美子（まえだ くみこ） |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士（情報科学） |
| 学位記番号 | 第 ２３０６３ 号 |
| 学位授与年月日 | 平成21年３月24日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第４条第１項該当<br>情報科学研究科情報ネットワーク学専攻 |
| 学位論文名 | A Study on Mobility Models in Mobile Wireless Network Simulation<br>（無線ネットワークシミュレーションにおけるモビリティモデルに関する研究） |
| 論文審査委員 | （主査）<br>教授 東野 輝夫<br>（副査）<br>教授 村田 正幸　教授 村上 孝三　教授 今瀬 真<br>教授 中野 博隆 |

## 論文内容の要旨

本論文では，無線ネットワークシミュレーションにおけるモビリティモデルに関する研究を行った．

まず，市街地やショッピングモールなどにおける通路上を移動する歩行者を対象としたモビリティモデル，Urban Pedestrian Flows（UPF）を提案した．UPFでは，通路上の歩行者の平均密度から現実の歩行者モビリティを導出することができる．このUPFを利用し，大阪駅前の歩行者を対象にモデル化を行った結果，観測された歩行者密度とそれを基に導出されたモビリティの歩行者密度との差は数%程度に留まっており，UPFにより現実的なモビリティを再現できることを示した．

また，モビリティ記述手法 Condition Probability Event（CPE）を提案し，我々が開発したネットワークシミュレータ MobiREAL上に実装した．CPEモデルでは，周辺環境に応じた歩行者行動を記述可能で，歩行者の追い越しや衝突回避において生じる，移動速度や移動方向の変化，一時停止などの歩行者の動的な振る舞いをシミュレータ上で再現できる．さらに，ネットワークアプリケーションの実行結果に応じた行動変化も記述することができる．MANETにおける情報配布プロトコルを対象に，CPEモデルを利用し，個々の歩行者がそれぞれ取得した情報に基づき動的に移動経路を変化させる状況を再現し，そのモビリティ変化がプロトコル性能評価に大きく影響を及ぼすことを示した．

次に，実時間シミュレーションにおいて，より高精度な時間的正確性を求められるイベントを優先して処理することで，シミュレーション内の仮想時間と実時間の同期をなるべく長く維持する手法を提案し，MobiREAL上に実装した．評価実験の結果，時間的正確性があまり要求されない歩行者の座標誤差を0.4m以下に抑えつつ，時間的正確性を求められるパケット転送イベントの時間的正確さを最大で25%程度向上できるようになった．

さらに，シミュレーション実行中に，歩行者の移動などモビリティを手動で変更する機能を提案し，シミュレータに実装した．この機能により，パケット伝播状況などのネットワークの状況を確認しながら，シミュレーション環境を動的に構成することが可能となった．DSRルーティングプロトコルによるマルチホップ通信を対象とした評価事例などに対し，提案する実行時操作機能を利用することで，評価作業効率が上がることを示した．

## 論文審査の結果の要旨

現代社会の重要な基盤となった無線ネットワークシステムは、端末のさらなる小型化、通信の高速化、適用分野の拡大などを目指して日々発展を続けており、新しい技術の開発や研究が多方面で行われている。そのような無線ネットワークの性能を予測・解析する上で重要な役割を果たしているのが無線ネットワークシミュレーションである。モバイル無線ネットワークでは、モビリティモデルがプロトコルやアプリケーションの性能に大きな影響を与えることが知られている。本論文では、都市の歩行流を再現するためのモビリティモデルの生成技術を提案する共に、実時間ネットワークシミュレーションのための新しい手法を提案している。

一般に、モビリティモデルの現実性を高めようとすると、多数の地点での歩行者の観測などモデル化のためのコストが大きくなり、多くの既存のモビリティモデルの生成手法では、多数の出発地と目的地の組を移動する歩行者の数を必要としている。一方本論文では、Urban Pedestrian Flowモビリティ（UPFモデル）と呼ばれるモビリティモデルを考案し、複数地点での歩行者の平均密度と移動経路の候補を入力として、線形計画法を用いて各経路の歩行流を算出し、都市の歩行流を再現している。いくつかの実証実験において、提案手法により導出される歩行流の精度が実測値の数%以内に収まることを示している。

さらに提案手法では、無線ネットワークを介して得た情報に基づき、各ノードの移動経路を動的に変化させるための仕組みを考案すると共に，そのような動的な経路変更を含む歩行者のモビリティを複雑なコーディングを行わずに指定するための言語やその処理系を開発している。提案手法を用いることにより、車車間通信を介して受信した交通渋滞情報に基づき渋滞箇所を迂回するといったネットワークアプリケーションの実行結果に応じた動的な行動変化を容易に記述できる。

映像データなどの実時間ネットワークアプリケーションの性能を評価する場合、パケットのロス率などの統計データのみならず、どの程度の品質で映像が転送されるかと言った人間の感性による評価も重要であり、そのためには、開発したプロトコルやネットワークアプリケーションの性能をシミュレーションで評価する際に、一部の端末の動きを実機上でリアルタイムに表示できることが望ましい。本論文では、ノードの移動位置の計算などのモビリティ処理イベントとパケット転送などのネットワーク処理イベントの時間的な粒度の差に着目し、ネットワーク処理イベントをモビリティ処理イベントより優先して処理するなどの最適化を行うことで、実時間シミュレーションを効率よく行うための手法を提案・実装している。評価実験から、提案手法により250ノード規模の無線ネットワークに対して、実時間シミュレーションが適用可能であることを示している。さらに提案手法では、シミュレーションの実行に際し、可視化ツールを介して一部のノードの送受信をマニュアルで制御できるようにすることで、マルチホップ通信の中継ノードが一度に消滅するような状況を比較的容易かつ直観的に再現できるようになり、様々な無線環境でのシステムの性能解析を効率よく行える仕組みを考案している。

以上のように、本論文は無線ネットワークの性能解析におけるモビリティの影響と実時間シミュレーションに関して学術的に新規で有用な方式を考案しており、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。