学位論文題目 A Study on Mobility Models in Mobile Wireless Network Simulation（邦訳：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）

取得年月 2009年3月　**学位種別** 博士（情報科学）　**大学** 大阪大学

氏　名 前田久美子（日本アイ・ビー・エム（株）東京基礎研究所 研究員）

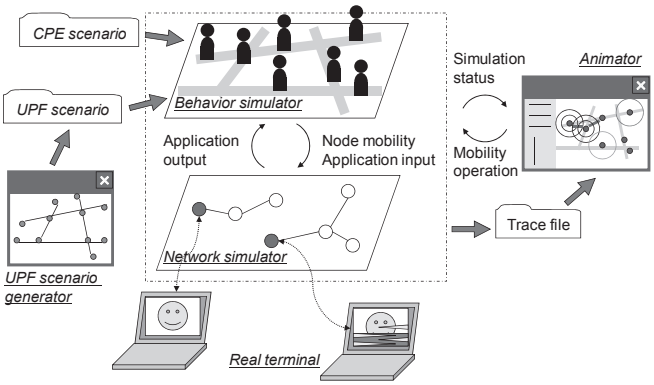
推薦研究会 マルチメディア通信と分散処理

推薦文 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を定式化し，その手法に基づくシミュレータ MobiREAL（40カ国200以上の研究機関に公開）を開発している．研究の一部は本会推薦論文や欧文論文誌に採択されている．

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さらなる端末の小型化，通信の高速化，適用分野の拡大などを求め日々発展を続けており，さまざまな新しい技術の開発や研究が行われている．そのような研究開発に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のシミュレーションでは，携帯端末の移動モデル（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影響を与えることが知られており，近年，現実的なモビリティモデルに関する研究が盛んに行われている．

本研究では，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）を提案する．モデルの現実性が高いほど，データの観測などモデル化のために必要なコストは大きくなってしまう．既存の現実性を考慮したモビリティモデルのほとんどが入力としてODデータ（任意の出発地と目的地の組を移動する歩行者の数）の観測値を必要としているが，UPFでは定点観測により入手可能ないくつかの道路における歩行者の平均密度から現実の市街地のモデル化が可能である．提案手法ではその平均密度と歩行者の移動経路の候補を入力として，与えられた密度にできるだけ近くなるような各経路における歩行者の通行量を線形計画法により見積もっている．本研究では，実際に大阪駅前500m×500mの領域における歩行者のモデル化を行った．学生ボランティアによる30分間の観測により得られた密度の観測値と，それを元に導出されたモビリティにおける密度との差は8.68%であった．さらに，本研究では2つのケーススタディを通して，UPFが既存のモデルでは再現できない影響を無線ネットワークの性能評価に及ぼすことを示した．

さらに本研究ではモバイル無線ネットワークシミュレーションに有用ないくつかの手法を提案し，我々が開発したネットワークシミュレータMobiREALに実装した．それら提案手法の1つがCondition Probability Event（CPE）と呼ばれるモビリティ記述モデルである．CPEモデルでは歩行者視点での周辺環境などに応じた行動が記述可能であり，たとえば接近してくる



歩行者や障害物との衝突回避のための移動の速度や向きの変更や，信号での一時停止などがシミュレータ上で再現可能となる．さらに，CPEモデルではネットワークアプリケーションの入出力を用いた行動記述が可能であり，これによりモバイルノードがネットワークを通して受信した交通渋滞情報に基づき渋滞個所を迂回するといったような，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を記述することも可能である．このCPEモデルの役割は，UPFやRandom Way-pointのような基本的なモビリティモデルの補助であるといえる．任意の基本となるモビリティモデルと比較してよりミクロな視点における行動の現実性を高めたり，状況に依存してモビリティの一部を変更したりといったような挙動を，CPEモデルを用いることにより複雑なコーディングを行わずに組み込むことができる．本論文では，CPEモデルを利用したMANETにおける情報配布プロトコルの評価事例を示す．CPEモデルによる記述に従い，アプリケーションから得られた情報に依存してノードの移動経路が動的に変更される状況下での性能評価事例により，CPEモデルの有用性を示す．

（平成22年3月30日受付）