

Title	Range Free Trajectory Estimation on Mobile Ad Hoc Networks
Author(s)	藤井, 彩恵
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/58480">https://hdl.handle.net/11094/58480</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	藤井彩恵
博士の専攻分野の名称	博士(情報科学)
学位記番号	第24661号
学位授与年月日	平成23年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 情報科学研究科情報ネットワーク学専攻
学位論文名	Range Free Trajectory Estimation on Mobile Ad Hoc Networks (モバイルアドホックネットワークを用いたレンジフリー軌跡推定手法)
論文審査委員	(主査) 教授 東野 輝夫 (副査) 教授 村田 正幸 教授 村上 孝三 教授 今瀬 真 教授 中野 博隆

## 論文内容の要旨

携帯電話などGPSを装備した携帯端末の普及に伴い、ナビゲーションや行動認識など位置情報や軌跡情報を用いたサービスが展開されている。しかし、高層ビルが立ち並ぶ都市環境や地下街、屋内ではGPS衛星からの電波が届かないため、GPSによる測位が実行できない可能性がある。一方で、近年、スマートフォンなどの携帯端末の多くが、Bluetoothや無線LANなどのアドホック通信機能を装備している。また、特に都市環境においてWiFiホットスポットなどの無線通信環境が整備されている。そこで、本研究では、アドホック通信と少数の無線基地局を位置基準として用いた移動端末(ノード)の位置および軌跡推定手法を提案する。

アドホック通信を用いた測位技術として、センサネットワーク分野では、アドホック通信を用いてセンサノードが自律的に位置を推定する手法が提案されている。これらの手法の多くは、位置基準ノード数を減らすために、ノード間のマルチホップ通信を仮定している。しかし、都市環境では、ノード密度が一様ではない、障害物やノードの移動によりネットワークが頻繁に分断、生成および消失するなどの理由により、安定したアドホックネットワークが期待できない。本研究では、不安定なアドホックネットワークに基づくノードの位置および軌跡推定を実現するために、各ノードが定期的にメッセージをブロードキャスト送信する環境を想定し、2ノード間の遭遇情報(無線通信の履歴)から、それらの距離は最大通信距離以下であるという制約を生成し、それらの制約を用いた推定手法を提案する。

本論文では、遭遇情報を用いた位置および軌跡推定に関する3つのテーマに取り組む。一つ目のテーマでは、遭遇情報を用いた集中型軌跡推定手法TRACKIEを提案する。TRACKIEでは、2つの位置基準ノード間を最も短時

間で移動したノードの軌跡が位置基準ノード間の最短距離である可能性が高いというアイデアに基づき、それらのノードから順に軌跡を推定し、その推定軌跡を新たな位置基準として扱う。いくつかのモビリティシナリオを用いた性能評価により、TRACKIEの平均推定誤差は最大通信距離の40%であることが確認された。また、実環境で収集した遭遇情報を用いた性能評価から、最大通信距離が約3mの環境において誤差が平均約2mであることが確認された。

二つ目のテーマでは、ノードの移動速度が一律ではない場合や、障害物が多数存在する都市環境など位置基準ノード間を最短距離で移動するノードが存在しない場合を考慮し、加速度情報から推定した各ノードの移動状態や地理情報を利用したTRACKIEの拡張手法を提案する。性能評価により、提案手法が従来手法よりも誤差を改善し、推定時間を短縮することを確認した。

三つ目のテーマでは、リアルタイムに各ノードが自身の位置を利用するサービスを対象とした、遭遇情報を用いた自律分散型位置推定手法TRADEを提案する。提案手法では、各ノードは、直近の推定軌跡情報を隣接ノードに対し定期的にブロードキャスト送信し、受信した軌跡情報に基づき、自身の推定軌跡を更新する。そして、更新した推定軌跡に基づき現在位置を推定する。シミュレーションによる性能解析から、推定軌跡の交換および更新によりTRADEが既存の自律分散型位置推定手法よりも高精度な位置精度を実現できることを確認した。

## 論文審査の結果の要旨

携帯電話などGPSを装備した携帯端末の普及に伴い、ナビゲーションや行動認識など位置情報や軌跡情報を用いたサービスが展開されている。しかし、高層ビルが立ち並ぶ都市環境や地下街、屋内ではGPS衛星からの電波が届かないため、GPSによる測位が実行できない可能性がある。一方で、近年、スマートフォンなどの携帯端末の多くが、Bluetoothや無線LANなどの無線通信機能を装備している。また、都市環境においてはWiFiホットスポットなどの無線通信環境が整備されている。少数の無線基地局を位置基準として用いた測位技術として、センサネットワーク分野では、アドホック通信を用いてセンサノードが自律的に位置を推定する手法が提案されている。これらの手法の多くは、位置基準ノード数を減らすために、ノード間のマルチホップ通信を仮定している。しかし、都市環境では、ノード密度が一律ではない、障害物やノードの移動によりネットワークが頻繁に分断、生成および消失するなどの理由により、安定したアドホックネットワークが期待できない。

本論文では、不安定なアドホックネットワークに基づくノードの位置および軌跡推定を実現するために、各ノードが定期的にメッセージをブロードキャスト送信する環境を想定し、2ノード間の遭遇情報（無線通信の履歴）から、それらの距離が最大通信距離以下であるという制約を生成し、それらの制約を用いた推定手法を研究しており、遭遇情報を用いた位置および軌跡推定に関する3つのテーマに取り組んでいる。一つ目のテーマでは、遭遇情報を用いた集中型軌跡推定手法TRACKIEを提案している。TRACKIEでは、2つの位置基準ノード間を最も短時間で移動したノードの軌跡が位置基準ノード間の最短距離である可能性が高いというアイデアに基づき、それらのノードから順に軌跡を推定し、その推定軌跡を新たな位置基準として扱う。いくつかのモビリティシナリオを用いた性能評価により、TRACKIEの平均推定誤差は最大通信距離の40%程度であることが確認されている。また、実環境で収集した遭遇情報を用いた性能評価でも、最大通信距離が約3mの環境において推定誤差が2m程度に抑えられることを示すことで提案する軌跡推定の有用性を確認している。

二つ目のテーマでは、ノードの移動速度が一律でない場合や障害物が多数存在する都市環境など、位置基準ノード間を最短距離で移動するノードが存在しない場合を考慮し、加速度情報から推定した各ノードの移動状態や

地理情報を利用したTRACKIEの拡張手法を提案している。性能評価により、提案手法が従来手法よりも誤差を改善し推定時間を短縮できることを示すことで、加速度情報や地理情報の有用性を確認している。

三つ目のテーマでは、リアルタイムに各ノードが自身の位置を利用するサービスを対象とした自律分散型位置推定手法TRADEを提案している。提案手法では、各ノードは、直近の推定軌跡情報を隣接ノードに対し定期的にブロードキャスト送信し、受信した軌跡情報に基づき自身の推定軌跡を更新する。そして、更新した推定軌跡に基づきさらに高精度に現在位置を推定できるようにしている。シミュレーションによる性能解析から、推定軌跡の交換および更新によりTRADEが既存の自律分散型位置推定手法よりも高精度な位置精度を実現できることが確認されており、リアルタイム位置情報サービスへの有効性が認められる。

以上のような理由から、本論文は無線通信環境において位置や軌跡を高精度に推定するための有用な手法を提案している。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。