

Title	Mobile Node Localization Focusing on Human Behavior in Pedestrian Crowds
Author(s)	樋口, 雄大
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/34572">https://doi.org/10.18910/34572</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏名 ( 樋口 雄大 )	
論文題名	Mobile Node Localization Focusing on Human Behavior in Pedestrian Crowds  (歩行者群の行動特性に着目したモバイル端末向け位置推定手法)
論文内容の要旨	
<p>モバイル端末の位置情報を活用したアプリケーションの普及に伴い、GPSによる現在位置の取得が難しい屋内環境向けの測位技術への要求が高まっている。これまで、正確な位置情報を設定した設置型の基準デバイス（アンカ）を用いた測位システムが数多く開発されてきたが、測位インフラの敷設コストが高く、普及には至っていない。また、モバイル端末に内蔵されたモーションセンサのみを用いて端末保持者の歩行軌跡を推定するデッドレコニング技術なども活発に研究されているが、センサノイズ等に起因して、大きな位置推定誤差が発生することが課題となっている。</p> <p>測位インフラへの依存を抑えつつ、推定位置の精度を高めることを目的として、無線通信を介して近隣のモバイル端末間で連携する協調型のアプローチが検討されている。従来の協調型位置推定手法の多くは、各端末が独立かつ連続的に移動する環境を想定しているが、現実の屋内環境においては、一般に、多くの歩行者が移動と静止を断続的に繰り返している。また、展示会場や地下街のように多くの人々が往来する場所では、互いに類似した移動の振る舞いをする歩行者の集団（グループ）が頻繁に形成される。本論文では、こうした屋内環境における歩行者群の一般的な移動特性に着目することで、協調型位置推定の精度を効果的に高める手法を提案する。本研究では、この目的の達成に向けて、3つの研究テーマに取り組んでいる。</p> <p>一つ目の研究テーマでは、モバイル端末群の移動の断続性に着目することで、インフラベースの測位システムにおけるアンカの設置コストを軽減する手法を提案している。近隣ノードとの測距結果に基づきモバイル端末の移動状態を検出し、位置誤差が比較的小さいと想定される静止状態のノードを仮想的なアンカとして利用することで、少数のアンカを補完するとともに、移動状態の推定結果に応じて測位の実行頻度を動的に調整することで、端末の消費電力の軽減を実現している。</p> <p>二つ目の研究テーマでは、歩行者の移動の断続性に着目した協調型位置推定手法の性能を分析するための理論的な枠組みを設計するとともに、計算機シミュレーションやAndroid端末を用いた実機実験を通じて、前述の提案手法の有効性を最大限に引き出すためのアンカの配置戦略や、さらなる精度改善の可能性を検討している。</p> <p>三つ目の研究テーマでは、グループで行動する人々の位置や振る舞いの類似性を活用して、デッドレコニングによる軌跡推定精度を高める手法を提案している。モバイル端末から収集したセンサ情報の履歴をもとに歩行者群のグループを動的に検出し、各歩行者の推定軌跡を、想定誤差の範囲内でグループの平均的な軌跡に近づけるように補正することで、センサノイズ等の影響の軽減を図る。</p> <p>このように、本論文では、歩行者群の振る舞いの一般的な特性を考慮した上で近隣のモバイル端末との連携を行うことで、従来の屋内向け測位技術の課題であった位置推定精度とインフラコストとのトレードオフを効果的に改善する手法を提案している。要求される位置推定精度やインフラ敷設の制約等に応じて、上記の提案手法を適切に組み合わせることで、幅広い位置情報サービスに対応することが可能である。</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 樋口 雄大 )		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 東野 輝夫
	副 査	教授 村田 正幸
	副 査	教授 渡辺 尚
	副 査	教授 長谷川 亨
	副 査	教授 松岡 茂登

## 論文審査の結果の要旨

モバイル端末の位置情報を活用したアプリケーションの普及に伴い、GPS による現在位置の取得が難しい屋内環境向けの測位技術への要求が高まっている。これまで、正確な位置情報を設定した設置型の基準デバイス（アンカ）を用いた測位システムが数多く開発されてきたが、測位インフラの敷設コストが高く、普及には至っていない。また、モバイル端末に内蔵されたモーションセンサのみを用いて端末保持者の歩行軌跡を推定するデッドレコニング技術なども活発に研究されているが、センサノイズ等に起因して、大きな位置推定誤差が発生することが課題となっている。

本論文では、こうした測位インフラの敷設コストと測位精度とのトレードオフを改善することを目的として、三つの研究課題に取り組んでいる。

一つ目のテーマでは、インフラベースの測位システムにおけるアンカの設置コストを軽減する手法を提案している。従来のモバイル端末向け測位システムは、一般に、各端末が連続的に移動する環境を想定しているが、商業施設やイベント会場といった実際の屋内環境においては、多くの場合、歩行者の移動は断続的であると考えられる。そこで、近隣ノードとの測距結果に基づきモバイル端末の移動状態を検出し、位置誤差が比較的小さいと想定される静止状態のノードを仮想的なアンカとして利用することで、高い測位精度を維持しつつ、アンカの設置数を大幅に軽減することを可能にしている。さらに、移動状態の推定結果に応じて測位の実行頻度を動的に調整することで、端末の消費電力の軽減も同時に実現している。

二つ目のテーマでは、歩行者群の移動の断続性に着目した協調型位置推定手法の性能を分析するための理論的な枠組みを設計するとともに、計算機シミュレーションや、スマートフォン端末を用いた実機実験を通じて、前述の位置推定手法の有効性を最大限に引き出すためのアンカの配置戦略や、さらなる精度改善の可能性を検討している。

三つ目のテーマでは、近隣の歩行者間の移動の振る舞いの類似性を活用して、デッドレコニングによる軌跡推定精度を高める手法を提案している。展示会場や地下街のように多くの人々が往来する場所では、友人や家族といった知人同士の集団や、同じ目的地へ向かう人の流れなど、互いに類似した移動の振る舞いをする歩行者の“グループ”が頻繁に形成される。モバイル端末から収集したセンサ情報の履歴をもとに、こうした歩行者群のグループを動的に検出し、各歩行者の推定軌跡を想定誤差の範囲内でグループの平均的な軌跡に近づけるように補正することで、センサノイズ等に起因する位置推定誤差を効果的に軽減できることが示されている。

このように、本論文では、歩行者群の一般的な移動特性を活用することで、インフラへの依存を避けつつ、高精度な位置推定を可能にするという新たなアプローチを提案するとともに、性能解析のための理論的な枠組みが設計されており、モバイル端末向け測位技術の発展への貢献が認められる。以上の理由から、博士(情報科学)の学位論文として価値のあるものであるといえる。