

位置推定システムにおける データ提供ユーザへのインセンティブに関する一考察 A Study on Incentive Mechanism for Fingerprint-based Location Estimation

梅澤 猛[†] 大澤 範高[†]
Takeshi Umezawa Noritaka Osawa

1. はじめに

位置指紋法を用いた位置推定において、システムの運用開始時に初期データとして用意する以外に、システムを利用するユーザが測定したデータを正確な測定位置と共に収集することができれば、より正確な位置推定や環境の変化への対応など様々なメリットがある。しかし、ユーザが必ずしも正確な測定位置を報告するとは限らず、応答欲しさに不正確な位置を報告することが考えられる。そこで、ユーザから報告される測定位置の正確性を推定し、実際の測定位置と大きく異なると推定される情報を報告しているユーザについては、システムとして応答する推定位置も誤差の大きいものを返すという方式を検討する。ユーザに対して、報告された測定位置の正確さに応じた位置推定結果を返すことで、より正確な位置情報を報告するインセンティブとする。

2. 位置指紋法による位置推定

位置指紋 (location fingerprint) による位置推定においては、あらかじめ既知の地点において観測される受信信号の特徴量を記録することでデータベースを作成し、推定時の観測結果とのパターンマッチングによって位置を推定する。利用される特徴量としては、RSSI (Received Signal Strength Indicator)、マルチパスフェージングによる局所的な RSSI の増減状況、TOA (Time of Arrival)、TDOA (Time Difference of Arrival)、AOA (Angle of Arrival) など多岐にわたる。無線機器の普及に伴い、オフィスや商業施設に限らず、一般家庭も含めた街中の至る場所で数多くの無線信号が観測できる昨今では、位置指紋により既設の設備を活用することで推定のための専用インフラを設置せずに位置を推定することが期待できる。また、無線 LAN の信号を対象とするもの[1][2]の他、Bluetooth のように到達距離が比較的短い電波も利用する[3]ことで、より精度の高い位置推定も可能となる。

位置指紋法による位置推定においては、未知の地点における観測結果を、位置指紋データベースと照合することによって位置を推定するため、より多くの地点で信号を観測して詳細なデータベースを作成することが位置推定精度の向上に欠かすことができない。

3. 位置指紋データベースの作成

位置指紋データベースは、既知の地点における位置情報と、そこで観測された受信信号の特徴量との組み合わせによって

構成される。位置指紋による位置推定システム運用のためには、あらかじめシステム管理者の手によってデータベースを構築する必要がある。さらに、システム運用中においてもデータベースを拡充することにより、位置推定精度の向上や、アクセスポイントの改廃などによる環境内の信号受信状況の変化への追従が可能となると考えられる。

3.1 管理者によるデータ登録

システム運用前に作成する初期データとしてのデータベースは、一般に管理者によって作成されるため、観測地点の正確性については担保されると考えて差し支えない。また、運用後のデータベース拡充においても、管理者が行うものについては同様の信頼性を想定することができる。一方で、データベースの全てを管理者が登録するデータのみで構成する場合には作成コストは非常に高くなるという問題がある。

3.2 ユーザによるデータ提供

位置推定の結果を活用するアプリケーションを利用するエンドユーザに対して、位置指紋データベースへのデータ提供を促すことができれば、システム管理者側のコストを上げずにデータベースを拡充できると期待できる。エンドユーザにとっては、位置指紋法による位置推定を利用する時点で、その地点における受信信号を観測しているため、特徴量データの提供については技術的にもユーザの負担的にも容易であると考えられる。しかし、データベースに登録するためには、観測した地点の位置情報についても一緒に提供を受ける必要がある。この時、正確な位置情報の提供が期待できるかどうかによって、ユーザの種類を分類することができる。

3.2.1 協力的なユーザ

システム運用上、最も好ましいのは観測した受信信号を正確な位置情報と共に提供してくれるユーザである。システムが応答した推定結果の精度が高かった場合には、その旨のフィードバックとして用いることができ、反対にシステムの応答精度が低かった場合には、より正確なデータを登録することで、その後の同位置に対する応答精度を高めることができると期待できる。

3.2.2 無関心なユーザ

多くのユーザは、位置推定システムおよびその応用アプリケーションのサービスを利用したいだけで、システムの性能向上には関心がないと考えられる。データの提供を任意であると仮定した場合には、大多数のユーザがいわゆる「ただ乗り」の利用を行うと予想される。このようなユーザは、データベースの拡充には貢献しないが、特にシステ

[†] 千葉大学大学院融合研究科 Chiba University Graduate School of Advanced Integration Science

ムに悪影響を与えることもない。データの提供の任意性については、システムのユーザビリティに大きな影響を与えるため慎重な検討が必要である。

3.2.3 非協力的なユーザ

一定数のユーザは、観測データの提供が必須の場合であっても、面倒さから規定値をそのまま返したり、出鱈目な位置情報を報告したりする可能性がある。このようなユーザは、応答欲しさにいい加減な内容を報告する場合のほかに、実際の位置情報を提供することに抵抗を感じている場合が考えられる。どちらの場合においても、誤った位置情報を伴ったデータとなってしまったため、位置指紋データベースにそのまま登録してしまうと、位置推定精度に悪影響を与えてしまうため、当該データを排除するような方式が求められる。

4. データ提供ユーザへのインセンティブ

位置指紋データベースへのデータ登録に関し、協力的なユーザから提供されたデータを有効に活用しつつ、非協力的なユーザから提供されたデータによる位置推定精度への悪影響を排除するために、正確な位置情報を報告することへのインセンティブとなるような方式について検討した。

4.1 データ提供の任意性

気象情報を提供するスマートフォンアプリケーションにおいて、局地的な予報の表示に現在地の気象状況の報告を必須としている例がみられるが、位置推定システムの場合、現在位置が不明であることが前提なので、全ての問い合わせに対して正確な位置情報の報告を必須とすることは矛盾を生じる。従ってデータの提供は任意性を持つことになる。

4.2 協力的なユーザからのデータ提供促進

協力的なユーザに対し、有効な位置指紋データの提供を促すため、提供されたデータの正確性が高い場合には、既に登録されているデータの中でも確度の高いデータを使用した推定精度の高い応答を返すこととする。これにより、位置推定を応用したアプリケーションを使用している際に、特定のランドマークなどユーザにとって正確な位置が把握しやすい場合には位置指紋データを正確な位置情報と共に提供されることが期待できる。

データの提供がない場合には、データベース内の平均的な登録データを使い位置推定を行うことで、無関心なユーザまたは正確な位置情報がわからない場合の問い合わせにも問題なく応答が可能となる。

4.3 非協力的なユーザからの提供データの排除

不正確な位置情報を報告するユーザに対しては、データベース内の確度が低い登録データを使って位置推定を行うことで、非協力的なユーザへのペナルティとする。

報告された位置指紋データをデータベースと照合し、推定された位置情報が、ユーザから報告された位置情報と大きく異なる場合に推定された結果をそのまま返さず、その差異に相当する誤差を含むデータ群を使って応答をする。

このとき報告されたデータについても、推測される誤差情報と共にデータベースに保持しておくことで、同様のユーザに対しては低精度の位置推定結果を提供する。

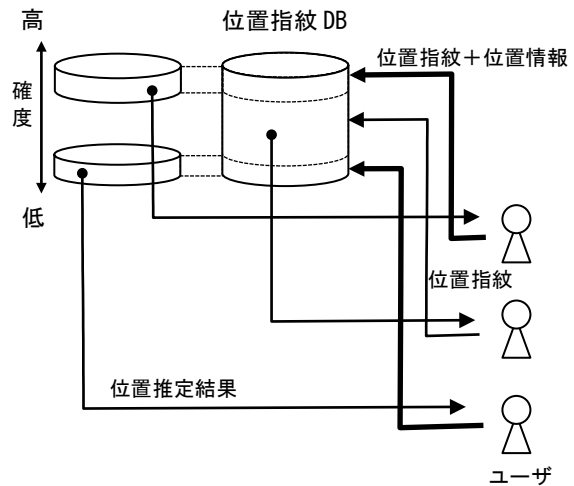


図1 提供データに応じた結果応答

5. まとめと今後の課題

位置指紋を用いた位置推定手法において、ユーザからの提供データを活用して位置指紋データベースを拡充する際に、効率的なデータ収集を行うためのユーザに対するインセンティブ手法について検討を行った。データ提供自体は任意とすることで、位置推定システムとしての矛盾や無関心ユーザを排除することのない運用としつつ、提供されたデータの位置情報の正確性に応じて応答に用いる推定精度を変化させることで、非協力的なユーザからの出鱈目な位置情報は非協力的なユーザへの応答のみ流用し、協力的なユーザに対しては高精度の推定結果を返答することで正確な位置情報を伴った位置指紋データを収集できる方式とした。

検討した方式を有効に適用するためには、ユーザから報告された位置情報および登録されている位置指紋に対応づけられた位置情報の正確性を正しく評価することが重要である。位置指紋データベースの構成および内部におけるデータ管理手法や、位置情報の正確性の評価指標について検討を進める予定である。

参考文献

- [1] 横田 山都, 廣安 知之, 三木 光範, 横内 久猛, 吉見 真聡, “WLANのRSS分布を用いた室内位置推定手法の提案と利用”, 第24回人工知能学会全国大会, 3C2-2, pp.1-4, (2010).
- [2] 久保田 真一郎, 石丸 正人, 杉谷賢一, “相関ルールにより生成されたFingerPrintを利用した無線LAN位置推定手法の検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.112, no.489, pp.219-222, (2013).
- [3] 吾妻 悠太, 梅澤 猛, 大澤 範高, “複数地点で観測した電波強度による位置指紋の相対位置を利用した屋内位置推定”, 電子情報通信学会技術研究報告, pp.1-6, Vol.115, No.436 (2016).