

電波強度を利用したセンサ情報の AR 可視化について

山崎 蓮馬^{†1} 阿部 亨^{†2†3} 菅沼 拓夫^{†2†3}

東北大学工学部情報知能システム総合学科^{†1} 東北大学サイバーサイエンスセンター^{†2} 東北大学大学院情報科学研究科^{†3}

1. はじめに

近年、コンピュータを始めとする情報機器の普及に伴い、気温や湿度から電力使用量まで、様々なセンサ情報を把握し、管理するためのシステムが必要となってきた。

我々は、専門的知識を持たないユーザでも、センサ情報を直感的に理解できるようにするために、AR (Augmented Reality: 拡張現実) 技術を用いてセンサ情報を可視化するシステムの実現を目指し研究を進めている。本稿では、その基盤技術として、特殊な仕組みなしで、センサノードの信号強度によりセンサノードの方位を推定し、その結果に基づき、AR 技術を用いてセンサ情報を現実空間に重ね合わせ可視化する手法を提案する。

2. 関連研究と課題

AR 技術を用いたセンサ情報の可視化の研究例として、uMegane[1]では、あらかじめオブジェクトにセンサノードとマーカを設置し、画像認識によりマーカを検出することでオブジェクト(センサノード)の位置を推定している。また、マーカを使わず、画像認識技術と加速度センサを組み合わせることで、センサの位置を推定する手法も提案されている[2]。これらの画像認識技術を用いた手法は、オブジェクト全てにマーカを設置するなどの手間が必要である。また、マーカを用いない場合でも、暗闇や障害物などにより、オブジェクトを認識できない状況においては、センサノードの位置を推定することができないため、センサ情報の可視化が困難であるという問題がある。

また、例えば[3]では、センサノードの位置は既知であるものとし、センサに対するユーザの相対位置・向きを推定した結果に基づき、ユーザが携帯するタブレットにセンサ情報を表示している。ユーザの相対位置を推定するためには、センサノードからの信号強度(RSSI)や、タブレットの加速度センサ、地磁気センサからの情報

AR-based Visualization of Sensor Information using Signal Strength of Sensors

Renma Yamazaki^{†1}, Toru Abe^{†2†3}, Takuo Suganuma^{†2†3},

^{†1}Department of Information and Intelligent Systems, School of Engineering, Tohoku University

^{†2}Cyberscience Center, Tohoku University

^{†3}Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

を用いている。この手法は、画像認識技術を用いないものの、センサノードの座標を事前に求めデータベース化しておく必要がある。

3. センサ情報可視化のための提案手

3.1 システム構成

本稿で提案する手法では、画像認識技術に頼ることなくセンサノードの位置推定を行い、これと同時に取得されたセンサ情報と組み合わせて、ユーザが携帯する端末(タブレット PC、スマートフォン等)上で AR 技術を用いた可視化を実現する。具体的には、センサノードが位置する大まかな方向にユーザが携帯端末を向ければ、現実空間(携帯端末搭載のカメラで撮影した現実空間の画像)と重ね合わせられたセンサ情報が携帯端末の画面に表示される。

提案手法に基づくシステムの構成を図 1 に示す。システムは、携帯端末、シンクノード、リフレクタで構成される。シンクノードは、センサノードからの信号を受信し、信号強度の計測とセンサ情報の取得を行う。リフレクタは、シンクノードの通信用アンテナの背面に取り付けられ、信号強度測定の際にアンテナへ指向性を与える役割を果たす。また、携帯端末はシンクノードと連動して動作させるものとし、携帯端末に搭載された地磁気センサと加速度センサの情報から、携帯端末(すなわち、シンクノードの通信用アンテナ)の位置・向きの推定を行う。



図 1: システム構成 (右図は持った状態)

3.2 センサノード方向の初期推定

センサノードの方向を推定するために、まず、ユーザは端末を携帯し、その場で 360 度回転し

ながらセンサノードの ID 毎に信号強度を測定し、同時に、地磁気センサの情報に基づき信号強度測定時の通信用アンテナの方位を測定する。リフレクタを取り付けた通信用アンテナの指向性がカージオイド特性になると仮定すれば、アンテナ方位 θ が ϕ の場合に信号強度 $E(\theta)$ が最大となるカージオイドの一般式は次で表される。

$$E(\theta) = a(1 - \cos(\theta + \phi))$$

ここで、 a は、最大信号強度の $1/2$ の値である。センサノード ID 毎に測定された信号強度 E とアンテナ方位 θ をこの式に当てはめれば、当該センサノードが位置する方向 ϕ を推定することができる。図 2 に、信号強度の計測結果と、カージオイドへの当てはめにより ϕ を推定した例を示す。この例では、センサノードからの信号送信出力が -17dBm であり、図中の*は信号強度の計測結果を、太い矢印は推定された ϕ を表している。

3.3 ユーザが移動した場合の方向推定

センサノードの方向を前節の手法により初期位置で推定した後ユーザが移動した場合、センサノードの相対的方向が変化するため、現実空間の正しい箇所にセンサ情報を重ね合わせ表示することができない。

そこで、提案手法では、通信用アンテナを任意の方位に向け移動先で信号強度の計測を行う。距離の変化による信号強度の変化が小さいならば、初期位置での信号強度の計測結果と新たに計測された信号強度を比較することで、移動先でのセンサノードの方向を絞り込むことができる。センサノードの方向一回の計測では一意に決定できない場合でも、通信用アンテナの方位を変えて複数回計測を行えば、初期位置の場合よりも少ない計測回数で、センサノードの方向を一意に決定することができる。

併せて、ユーザが移動する際、携帯端末に搭載された地磁気センサと加速度センサの情報を記録しておくことで、移動方向と移動距離を推定することができ、その結果もセンサノードの方向・位置の推定に利用できる。また、移動先での計測結果を蓄積することで、センサノードの方向・位置の推定精度の向上が期待できる。

4. 評価実験

4.1 想定環境

提案手法評価のための実験は、障害物のない室内で行うとし、室内に複数のセンサノードを配置する。また、携帯端末としてはタブレット

PC を用い、これと、リフレクタを取り付けたシンクノードによりシステムを構成する。ユーザによるタブレット PC の保持姿勢、位置移動に際しての体勢には一定の条件を与える。

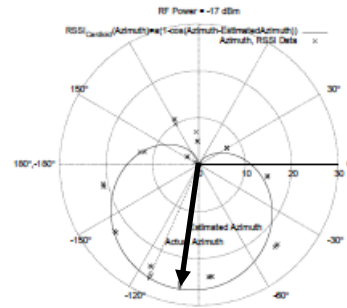


図 2: 信号強度の計測結果と ϕ の推定結果

4.2 評価方法

次の観点から実験を行い、提案手法の有効性を評価する。

- ・センサノード方向の初期推定における、信号強度の計測回数（何度毎に計測するか？）と方向推定精度の関係。
- ・ユーザが移動した際の、移動距離・移動方向の推定精度。
- ・ユーザが移動した先でのセンサノード方向の推定精度、及び、信号強度の計測回数と推定精度の関係。

5. おわりに

本稿では、センサノードの信号強度によりセンサノードの方位を推定し、その結果に基づき、携帯端末上で、AR 技術を用いセンサ情報を現実空間に重ね合わせ可視化する手法を提案した。提案手法は、特殊な仕組みを用いる必要がなく、ユーザが移動した場合でも、現実空間の正しい箇所にセンサ情報を重ね合わせ表示することができるという特徴を持つ。今後は、提案手法に基づくシステムの実装を進め、有効性の検証を行う予定である。

文 献

- [1] 今枝卓也他, “uMegane: AR 技術を用いたセンサ情報可視化システム”, 電子情報通信学会技術研究報告. USN, ユビキタス・センサネットワーク 108(138), 39-44, July 2008.
- [2] 唐津豊他, “ORGA: 加速度センサを利用したマーカレス AR によるセンサ情報可視化システム”, 電子情報通信学会技術研究報告, USN2010-13, pp. 79-84, 2010.
- [3] 金丸幸弘他, “位置推定技術を用いた無線センサネットワーク可視化システムの提案”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-UBI-36, No. 12, pp. 1-7, 2012.