

デモ：ARを用いたセンサ位置設定手法の検討

沈志舒^{1,a)} 田上敦士¹

概要：本稿では、AR (Augmented Reality) 技術を用いて各所に配置されたセンサノードの位置を容易に設定するシステムについて提案し、その実現可能性について試験実装により示す。AR 技術は、カメラ映像による特徴点のトラッキングと慣性計測装置により、高い精度でカメラの位置、角度を推定することができる。この推定された位置、カメラの位置におけるセンサが発する電波強度によりセンサノードを識別することで、センサの位置を容易に推定するシステムを提案する。試験実装においては、実際に ARKit 2 を用いて、センサの位置とセンサ ID を紐づけることが可能である事を示すことができた。

1. はじめに

近年、IoT や機械学習の普及に伴い、大量のセンサを配置し、得られた情報を元に解析や制御を行う研究開発が盛んに行われている [1]。例えば、BEMS (Building Energy Management System) [2] は、建物内に大量のセンサを設置し、そのデータを元に冷暖房、空調および照明システムを制御し、消費電力を削減する。また、壁面にセンサアレイを設置し、測定したセンサデータを元に転倒検知などのイベント推定を行うシステムも提案されている [3]。これらのセンサデータは位置情報と密に関係しているため、センサの位置を設定する必要がある。しかしながら大量に配置するセンサと位置の紐付けは手間が大きい。また、故障などによる交換作業時にも正しくセンサと位置を紐づける必要がある。このため、容易にセンサ位置を設定する手法が求められる。

位置推定手法としては様々なアプローチが存在する。Agrawal ら [4] は、自律走行型ロボットの位置をステレオカメラの映像と GPS (Global Positioning System) を用いて推定する手法を提案している。高橋ら [5] は、AR (Augmented Reality) マーカ、BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコン、カメラ映像を併用して電動車椅子の自動運転システムを提案している。これらは、移動物の位置を推定する手法であり、様々な場所に配置したセンサの位置を推定するのは困難である。大量の静止したセンサの位置を推定する手法として、久保ら [6] は、隣接ノード情報を相互に交換することにより、グリッドを作成し各ノードの位置を推定する手法を提案している。また、北之馬ら [7] は、隣

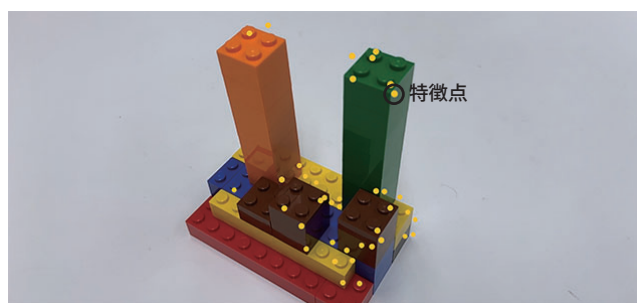


図 1 ARKit 2 により抽出された特徴点 (黄色で表示された点)。

接ノードの隣接情報をサーバに集約し、その情報を元に位置を推定する手法を提案している。これらの手法は、BLE などの無線伝播特性に依存するため、壁や障害物の影響を受け、精度が低下する。

我々は、カメラを持つスマートフォンを用いたセンサ位置設定手法を提案する。基本的なアイデアは、AR 技術を用いる事により、カメラに写る映像からセンサノード間の相対的な三次元位置を計測することである。あらかじめ位置が分かっているアンカーノードにより、実空間上のセンサの位置を特定することが可能となる。また、スマートフォンを十分近づけ、電波強度を計測する事で近接センサを特定することが可能となる。

本稿では、このアイデアを検証するために、実際のスマートフォン上に電波強度の計測と AR による相対位置計測を組み込んだアプリを実装した結果を示す。

2. 関連技術

本稿では、Apple 社の ARKit 2 [8] を用いて試験実装する。ARKit は、カメラ画像から特徴点 (図 1) を抽出し、VIO (Visual Inertial Odometry) を用いてカメラの位置、角度を計算する。VIO は、カメラ画像の特徴点の前後

¹ KDDI 総合研究所
KDDI Research, Inc., Fujimino, Saitama 356-8502, Japan
^{a)} shen@kddi-research.jp

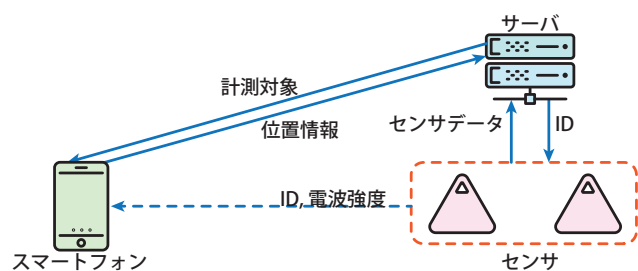


図 2 センサ位置設定システムのブロック図。

フレームの差分を用いた計算値と、慣性計測装置 (IMU, Inertial Measurement Unit) の計測結果を用いて位置を推定する手法である。さらに、カメラ画像の特徴点の位置については、前後フレームの結果を用いて、ステレオカメラの三角計測の要領で推定する。これより、スマートフォンがある程度動いていれば、高精度で特徴点の位置を計測することが可能である。

本技術の特徴は、深度センサやステレオカメラといった特別な装置を必要とせず、1つのカメラと慣性計測装置のみで、特徴点の位置が推定可能であるという点である。このため、Apple社のスマートフォンに限定されるが、幅広い端末で利用可能である。また、Google社もARCore [9]にてVIOによる位置推定機能を提供しており、今後、より多くの端末で利用可能となる。

3. センサ位置設定システム

3.1 システム構成

図2に提案するセンサ位置推定システムのブロック図を示す。本システムは、センサとサーバ、スマートフォンからなる。サーバはセンサに対してIDを設定する。サーバはセンサに計測対象としてIDの集合をスマートフォンに渡す。ユーザが位置設定センサをカメラで捉えタップすると、(1) タップした位置に最も近い特徴点の三次元座標を取得し、(2) 広報されているIDと電波強度を計測し、もっとも電波強度の高いIDを近々のセンサとする。この処理によって得られた、センサのIDと位置の組をサーバに送信する。この時の位置はスマートフォンが設定した座標系での位置である。サーバは、位置が既に分かっているセンサをアンカーノードとし、センサの位置を実世界もしくは管理者の分かりやすい座標系に変換する。

3.2 電波強度の計測

今回、センサが広報する電波としてBluetoothとし、Core Bluetooth フレームワーク [10] を用いて計測することとする。本フレームワークでは、プライバシー保護のため、デバイスのMACアドレスの取得ができず、UUID (Universally Unique Identifier) は匿名化処理がされている。このため、センサはサーバに設定されたIDをデバイスの「名前」として広報することで、センサの識別子として利用すること



図 3 試験実装による表示例。座標とセンサのIDを表示。

とした。

電波強度としてはRSSI (Received Signal Strength Indicator) の値を用いる。ただし、瞬間値を用いる場合精度に問題があるため、一定期間 (例えば10秒間) 計測し、その平均値を電波強度として使用する。

4. デモンストレーション

今回、三次元座標とセンサIDの紐付けが正しくできるか確認するため、スマートフォンのアプリを試験実装した。いくつかのセンサ (FSC-BP103) を室内に配置し、順番にスマートフォンで位置と端末IDを推定した結果、期待した通りの結果が得られる事を確認した (図3)。

5. おわりに

本稿では、AR技術を用いたセンサの位置設定手法を提案し、試作によりその実現可能性を確認した。今後、センサの識別精度や位置の推定精度、センサの種類による差について評価し、本システムの有効性を確認するとともに、サーバ側における相対座標系から実座標系への変換についても実装・評価する予定である。

謝辞

本研究成果の一部は、独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) の委託研究「未来を創る新たなネットワーク基盤技術に関する研究開発」(19103)により得られたものである。

参考文献

- [1] Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. and Ayyash, M.: Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications, *IEEE Communications Surveys Tutorials*, Vol. 17, No. 4, pp. 2347–2376 (2015).
- [2] Manic, M., Wijayasekara, D., Amarasinghe, K. and Rodriguez-Andina, J. J.: Building Energy Management Systems: The Age of Intelligent and Adaptive Buildings, *IEEE Industrial Electronics Magazine*, Vol. 10, No. 1, pp. 25–39 (2016).
- [3] 三浦太樹, 福島悠太, 濱谷尚志, 山口弘純, 東野輝夫: 網内学習型ネットワークによる転倒検知システムの実現, *信学技報*, Vol. 117, No. 308, pp. 25–30 (2017). MoNA2017-19.

- [4] Agrawal, M. and Konolige, K.: Real-time Localization in Outdoor Environments using Stereo Vision and Inexpensive GPS (2006).
- [5] 高橋宗資, 佐藤文明: 複数の屋内測位方式を用いた電動車椅子自動運転システムの提案, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 222-227 (2018).
- [6] 長谷川亨, Walrand, J., 久保 健, 田上敦士, 長谷川輝之: グリッドグラフの幾何学的性質を利用した位置推定手法, 情報処理学会研究報告, Vol. 2013-MBL-67, No. 4 (2013).
- [7] 北之馬貴正, 新居英志, 安達直世, 滝沢泰久: SmartFinder: 大規模屋内施設における集約型自己組織化スマートデバイス位置推定方式とその評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 2, pp. 462-472 (2018).
- [8] Apple Inc.: Understanding ARKit Tracking and Detection. <https://developer.apple.com/videos/play/wwdc2018/610/>.
- [9] Google Inc.: ARCore – Google Developers. <https://developers.google.com/ar/>.
- [10] Apple Inc.: Core Bluetooth – Communicate with Bluetooth 4.0 low-energy devices.