

医療機器の効率的な管理を目的とした 機器位置推定と稼働率管理手法の提案と実装

角谷 和飛[†] 大塚 孝信[‡]

名古屋工業大学[†] 名古屋工業大学大学院 情報工学科専攻[‡]

1 はじめに

医療機関では患者の症状や治療方法に合わせて使用する医療機器を選択するため、多数の医療機器を保有している。また、医療機器の高度化により、医療機器の保有台数は年々増加しメンテナンスが複雑になっている。さらに、2007 年の医療法改正によって医療機器安全管理者の配置が義務となり、医療機器管理の必要性が増加している。そのため、医療従事者の機器管理に関わる負担が大きいという課題がある。

また、日本にある病院の 4 割が赤字経営であり、各病院は様々な費用を削減することが求められている。具体的には、人件費、医薬品、医療材料費、検査委託関連項目の費用などの削減が行われている。これらの費用の中で約 9.9%が医療機器、医療情報システム保守契約にかかる費用となっており、機器管理に関わる費用を削減することは重要である。医療機器管理に関わる費用を削減する方法として、医療機器の稼働率を算出し機器の保有台数を適正化することや、保守管理は外部委託ではなく臨床工学技士が行うことが挙げられる。しかし、このような業務は医療従事者のさらなる負担となっている。

これらの課題を解決するために、医療機器の管理は部署や病棟での個別管理から中央管理が主流となっている。医療機器の中央管理では医療機器の運用管理の効率化が図れ、購入コストの削減、保有台数の削減などの利点がある。一方で、中央管理では全ての医療機器が医療機器台帳で管理されているため、機器台帳の管理や機器の日常点検などの機器の保守管理業務が増大しており、膨大な労力が必要となる。中央管理では、個別管理と比べて医療機器をより安全に使用することを可能にする一方で医療従事者にかかる医療機器管理の負担が増加する。

近年、医療機関では中央管理に加えて医療機器管理ソフトウェアやデータベースで管理するシステムを利用している。また、機器の位置検出システムを用いて効率的な管理を行っている。

2 関連研究

医療機器の位置推定を行う研究として、無線 LAN を搭載した医療機器を用いて位置推定を行う研究[1]がある。医療機器を病院内の無線 LAN に接続し、医療機器から発せられた電波の到達時間差から三点法により位置を推定する TDOA 方式を用いて位置推定を行う。しかし、無線 LAN を搭載した機器の位置推定しかできないため、既存の医療機器に導入することが不可能である。また、UHF 帯パッシブ RFID タグを用いて医療機器の位置検出を行う研究[2]では、医療機器に小型のパッシブ RFID タグを取り付ける。タグが発信する電波を院内に設置した RFID アンテナが受信し、医療機器の位置検出を行う。しかし、この研究では UHF 帯の電波は人体や金属物の影響により位置検出精度が低下する課題がある。

本研究では、医療機器の位置情報および稼働情報を収集し、WEB ページを用いて機器情報を可視化する医療機器管理システムを構築することで、機器管理に関わる人的コストおよび管理コストを削減することを目的とする。

3 医療機器管理システム

本システム全体の概要を図 1 に示す。医療機器に取り付けたモジュールが病院内に設置された Wi-Fi アクセスポイントおよび BLE ビーコンの受信信号強度と医療機器の電流値を取得する。取得したデータは LPWA 通信によりデータベースサーバへ送信する。データベースに蓄積されたデータを WEB サーバで定期的に分析し、医療機器の位置情報および稼働情報を推定する。これらのデータを WEB サイトにて可視化を行う。医療機器情報のデータ取得および分析手法、可視化システムについて、それぞれ具体的に述べる。

Proposal and Implementation of Localization and Operation Rate Monitoring Method for Efficient Management Medical Device

[†]Kazuto Kakutani, Nagoya Institute of Technology

[‡]Takanobu Otsuka, Department of Computer Science, Nagoya Institute of Technology

データの取得

Wi-Fi アクセスポイントおよび BLE ビーコン (以下ノード) の受信信号強度はマイコンの機能により取得する。医療機器のケーブルにクランプ式 AC センサを挟むことにより電流値を取得する。取得したデータは LPWA 通信により LoRaWAN 事業者サーバを経由し、データベースサーバに POST することでデータベースに格納する。

データの分析

収集したデータは定期的に WEB サーバにて分析を行う。取得したノードの識別子および受信信号強度と事前に登録したノードの位置情報を用いた加重重心アルゴリズムより、医療機器の位置推定を行う。また、医療機器の電流値の分散により稼働状況を推定する。さらに、医療機器が一定期間で動作していた割合を表す機器稼働率および、ある時刻に動作していた医療機器のカテゴリごとの稼働率の算出を行う。

医療機器情報の可視化

医療従事者は医療機器の位置情報や稼働情報、稼働率などを WEB ページ上で確認し機器管理を行う。本研究では、分析により取得した医療機器情報を表示する可視化サイトを構築した。医療機器の位置情報および稼働率を表示するページを図 2 に示す。機器の位置特定や点検が必要な機器の特定などに利用する。次に、医療機器のカテゴリごとの稼働率推移を折れ線グラフおよび円グラフを用いて表示するページを図 3 に示す。医療機器の保有台数の適正化や頻繁に使用する機器、未使用機器の特定などに利用する。



図 2 医療機器マップ

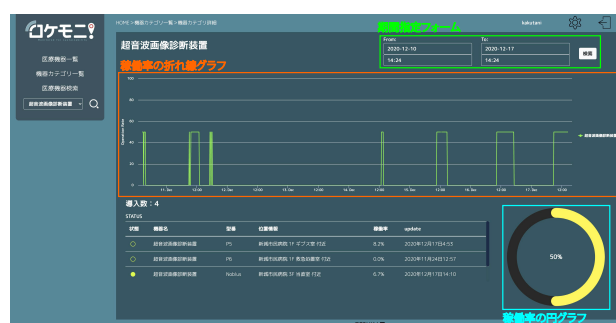


図 3 カテゴリ稼働率グラフ

4 評価実験と結果

モジュールを医療機器に取り付け病院にて運用を行った。その後、医療従事者にアンケートを行った。実験および調査結果より位置推定精度、稼働率および本システムの有用性を評価した。

位置推定精度の結果では、平面方向での医療機器の推定位置は正しいが、階層が異なる位置に推定されているという意見が寄せられた。また、WEB サイトの UI およびデザインは実運用の利用上では問題ないという意見が多く寄せられた。

5 おわりに

本研究では、効率的な医療機器管理を目的として、医療機器の位置情報および稼働情報を管理し可視化するシステムを構築した。

今後は、医療機器が実際とは異なる階層に推定されないようにし位置推定精度を向上させるために、推定アルゴリズムの改良を行う。

参考文献

- [1] 倉島直樹, 大久保淳ら. 無線 LAN を搭載した輸液ポンプ・シリンジポンプを用いた位置検出システムと従来のアクティブタグを用いた場合との精度比較の試み (第一報). 医療機器学, Vol. 88, No. 1, pp. 2- 8, 2018.
- [2] 赤羽智幸, 保坂良資ら. UHF 帯パッシブ RFID タグを用いた ME 機器包括管理システムの基礎的検討. 医療情報学, Vol. 33, No. 1, pp. 15- 25, 2013.

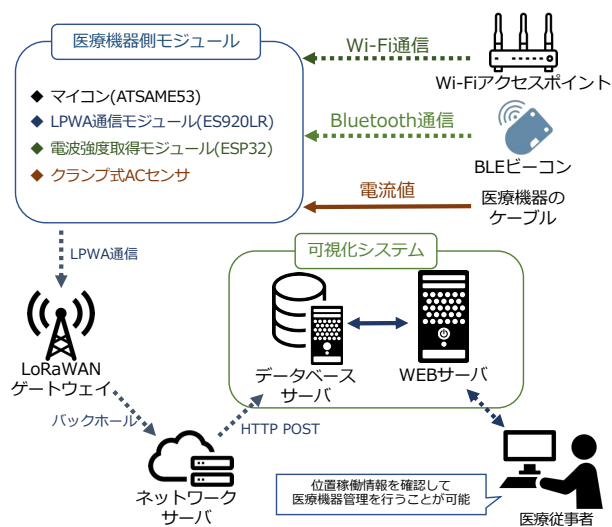


図 1 システム概要図