

LPWA 通信を用いた可搬型医療機器管理システムの提案と実装

坂元 律矛[†] 大塚 孝信[‡] 大山 慎太郎[§]

名古屋工業大学 情報工学科[†] 名古屋工業大学大学院 情報工学専攻[‡]

名古屋大学医学部附属病院メディカル IT センター[§]

1. はじめに

現在、医療機関で取り扱う医療機器は様々であり、800床程度ある中規模な病院の医療機器集中管理センターでは40種類700台^[1]を超え、1150床程度ある大規模な病院で管理する医療機器の数は3000台^[2]にまで及ぶなど、多くの医療機器を取り扱っている。複数の診療科を有するような大規模な病院での医療機器の保守管理には多くのコストが必要のため、安価かつ効率的な医療機器管理システムが求められている。

2. 現状と課題

効率的な医療機器管理を行うには、医療機器安全管理責任者が使用済み医療機器を捜索し集中管理センターに移動する時間や、膨大な数の医療機器の状況確認の時間を削減する必要がある。これらに対し、医療機器に位置情報と動作情報を一括して管理することで解決できると考えられる。しかし、救急外来への対応や別部署への又貸し、及びバッテリー切れによる放置など様々な問題が発生するため、台帳への記入といったシステムでは正確な位置稼働状況を記録しておくことは難しい。

3. Wireless Sensor Networks による可搬型医療機器管理システムの提案

本研究では医療機器管理の負担を削減し、医療機器の最適な配置や保守点検時期を決定する一助とするために Wireless Sensor Networks によって可搬型医療機器の位置稼働状況を管理する。本システムの位置稼働状況データを用いて保守点検対象の機器や使用済み機器のある病棟を特定することが可能となるため、使用済み医療機器の捜索や医療機器の状況確認にかかる時間を削減し、効率的な医療機器の保守点検や回収が実施できる。

また、本システムにより、位置稼働状況を病棟内のどこからでも把握可能となるため、医師や看護師は必要となる場所の最も近くにある保守点検済み医療機器を入手可能となる。加えて、貸し出しの際の持ち出し先などの記入手続きが不要となり、医療機器貸し出しにかかる時間が削減される。これにより、医療従事者全体の医療機器管理コストの削減が可能である。

4. LPWA 通信を用いた可搬型医療機器管理システムの実装

4.1. システムの概要

本システムは医療機器に取り付ける医療機器側モジュールと LoRa 通信の受信基地局、データを蓄積して表示するサーバで構成されている。本システムの概要を図1に示す。

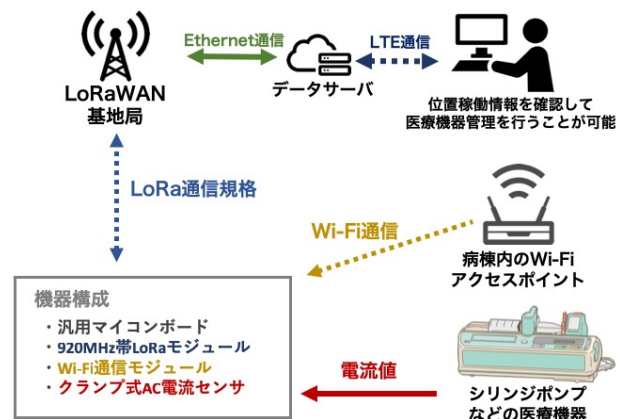


図1 本システムの概要

システムを容易に運用するには、医療機器側モジュールには別で電源を必要としないバッテリーでの駆動が求められる。バッテリー駆動を行うために、低消費電力なシステム設計が必要となる。また、認証された医療機器に手を加えることは再認可などの手続きに多くのコストを要するため、医療機器側の加工を必要としないシステムとする。

実装した医療機器側モジュールは、医療機器の動作情報を取得し、位置推定に必要な情報を

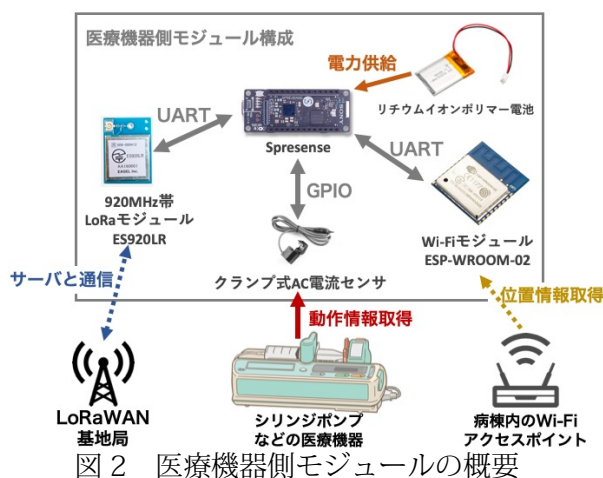
Implementation of Medical Device Monitoring System Using LPWA Standard

[†] Nagoya Institute of Technology

[‡] Nagoya Institute of Technology

[§] Nagoya University Hospital

LPWA 通信の LoRa 通信規格を用いてサーバへ送信するものである。送信頻度は動作情報に応じて動的に変更される。位置情報の推定には Wi-Fi 通信を利用し、Espressif Systems 社の ESP-WROOM-02 を用いる。動作情報の取得にはクランプ式 AC 電流センサを利用し、LoRa 通信には EASEL 社 ES920LR を用いる。医療機器側モジュールのホストマイコンには、SONY 社の省電力マイコンボード Spresense を使用する。ESP-WROOM-02 と ES920LR の電源を管理できるリセットピンを Spresense に接続することで、Spresense 側から ES920LR と ESP-WROOM-02 の起動と停止の管理を行えるように実装する。本モジュールの概要を図 2 に示す。



4.2. LPWA 通信によるデータの送受信

サーバへの通信手段は、Wi-Fi 通信も可能だが、より少ない電力で広い範囲をカバー可能である LPWA 通信の LoRa 通信規格を採用する。本研究で用いる ES920LR は Wi-Fi モジュールと比較してデータ送受信消費電力は半分以下である。特に、Deep-sleep 状態時の消費電力は 10 分の 1 程度であり、長期間の自律稼働が期待できる。Wi-Fi 通信を用いる場合、病棟内にすでに設置されているアクセスポイントが利用可能なため、新たに設備を増やす必要がない。一方 LoRa 通信を利用する場合、新規基地局を設置する必要があり、この点だけを考えると Wi-Fi 通信を採用する方が新規設備投資コストがかからない。しかし、Wi-Fi 通信は医療機器側モジュールの消費電力が LoRa 通信と比較して倍であり、バッテリー交換回数が大幅に増える。そのため、LoRa 通信を採用した。さらに、2.4GHz 帯の Wi-Fi 通信と比較して 920MHz 帯の LoRa 通信は通信距離が長く、病棟に新規基地局を数台設置するだけで通信可能範囲を広くカバーできる。

4.3. 位置情報推定手法

位置推定手法は新たに設備を増やす必要がなく、比較的電力消費が少ない Wi-Fi 通信を用いた位置推定手法を採用する。本モジュール近傍の既に設置されている Wi-Fi アクセスポイントから取得した受信信号強度と機器 ID(MAC アドレス)を、LoRa 通信を用いてサーバに送信し、サーバ側で位置推定を行う。ホストマイコンである Spresense が常に稼働しており、ESP-WROOM-02 は位置推定を行う際のみ起動させることによって省電力を図る。

4.4. 動作情報推定手法

動作情報の取得には、クランプ式 AC 電流センサを用いる。可搬型医療機器の電源コード部分に本電流センサを設置し電流値を読み込むことで、電源コードがコンセントに接続されているかどうかを判別することが可能である。

5. 評価実験

事前調査 1 として、使用頻度の高い代表的な可搬型医療機器である輸液ポンプとシリンジポンプの電源接続時と電源未接続時の電流値を取得した際、コンセント接続されているか判別可能であった。事前調査 2 として、名古屋大学医学部附属病院において LoRaWAN 電波の到達性実験を行なった結果、名古屋大学医学部附属病院を中心におよそ 2.3km の地点まで電波が到達することを確認した。評価実験では名古屋大学医学部附属病院にてシリンジポンプと輸液ポンプを用いて本システムの運用実験を行った。

6. まとめ

本論文で実装した LPWA を用いた医療機器の位置稼働情報管理システムにより、新たに多くの設備を設置することなく、長時間駆動可能な可搬型医療機器の管理を行うことができる。

謝辞

実験にご協力いただきました名古屋大学医学部附属病院メディカル IT センター、シスコシステムズ合同会社の皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1]松田 淳子, 進藤 亜紀子, 谷 昇子, 丸上 輝剛 ほか, “IC タグの応用による医療機器安全管理システムの開発”, 医療情報学 Vol.26, No.4, pp247-256, 2006.
- [2]新 秀直, 田中 勝弥, 玉井 久義, 大江 和彦, “医療機器の保守管理のための Wi-Fi 位置情報検出システムの開発と評価”, 医機学 Vol.79, No.6, pp373-381, 2009.