

移動するモノを対象とした Internet of Things の提案

堀川 三好[†] 工藤 大希[†] 岡本 東[†] 村田 嘉利[†]

岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科[†]

1 はじめに

本研究は、生産・物流現場を移動するモノや人を対象に、位置と状態をセンシングすることを意味する IoMT (Internet of Moving Things) を実現することを目的としている。生産・物流分野における IoT (Internet of Things) は、機械設備やロボット等の固定されたモノを対象としたセンシング技術の開発が中心に進められている。また、移動するモノを識別する技術としてバーコードや RFID が普及しているが、対象の状態を含めたセンサネットワークの構築には適していない。そのため、新たなスマートタグを開発し、移動するモノを含めたセンサネットワークの構築を目指す。本稿では、IoMT を実現するために必要なスマートタグの要件定義を行い、生産・物流向けセンサネットワークの構築方法および既存の業務システムとの連携方法を提案する。また、屋内測位技術を組み込んだスマートタグのプロトタイプを開発し、測位やセンシング性能について評価実験した結果を報告する。これにより、新しいトレーサビリティシステムの構築やスマートファクトリの実現に向けた知見を得ることを目的としている。

2 Internet of Moving Things

生産・物流現場を対象とした IoMT の実現によるセンサネットワークの概要を図 1 に示す。

2.1 スマートタグの要件定義

タグとして通常の BLE ビーコンであるロケーションタグと「センシング機能」「通信機能」「測位機能」を持ち小型、省電力および低価格なスマートタグの 2 種類を用いる。また、既存技術である RFID やバーコードとの併用方法について考慮する。スマートタグの通信方法とし、

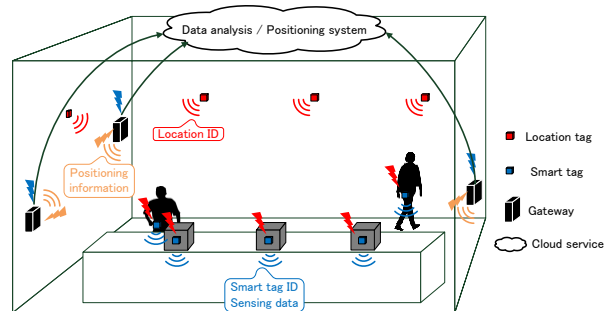


図 1 提案センサネットワークの概念図

IoT 向けの通信規格である BLE や LPWA (Low Power Wide Area) を利用する。屋外においては GPS と LPWA を用いて測位し、屋内では BLE の電波強度や加速度・ジャイロを併用した測位手法を開発する。また、生産・物流現場向けの屋内測位手法を新たに提案し、測位誤差 2m 以内を目指す。

2.2 センサネットワークの構築方法

スマートタグ、ゲートウェイ、クラウドの 3 階層からなるセンサネットワークを構築し、生産情報システムとの連携方法を検討する。スマートタグは、ロケーションタグの電波強度から近接判定を行うことで自位置を算出し、機械設備など工程制御層の情報システムと連携する。また、センシング情報・電波強度・自位置情報を BLE にてゲートウェイに送信する。各ゲートウェイは、相互にスマートタグの自位置情報を共有し、MES 等の工場システム層の情報システムと連携する。併せて、センシング情報を処理した状態情報や自位置情報を LAN や LPWA にてクラウドに送信する。クラウドサービスでは、リアルタイムに収集される情報を活用し、ERP 等のビジネスシステム層の情報システムと連携する。

3 スマートタグのプロトタイプ

スマートタグのプロトタイプを図 2 に示す。プロトタイプでは、ロケーションタグの電波強度から近接判定手法を用いて自位置の算出を行い、

Proposal of Internet of Moving Things

[†]Mitsuyoshi Horikawa, Daiki Kudou, Azuma Okamoto, Yoshitoshi Murata
Iwate Prefectural University

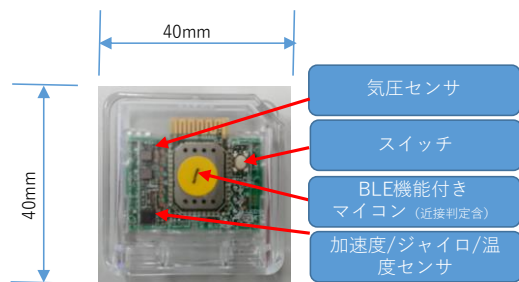


図2 スマートタグのプロトタイプ

併せて加速度・ジャイロ・気圧センサ・加速度の積算値・ロケーションタグの電波強度および近接判定結果を BLE 通信によりゲートウェイに送信する機能を持つ。近接判定手法として、著者らが考案した連続して観測される複数のロケーションタグの電波強度を用いて統計的手法（有意差検定）により近接しているロケーションタグを判定する手法を用いる [1]。これらをファームウェアに実装し、自位置判定を行う機能を持つ。

4 スマートタグの評価実験

開発したプロトタイプを用いて近接判定の精度について評価実験を行う。

4.1 実験方法

図3のようにビーコン（ロケーションタグ）を直線状に3つ配置し、静止状態および移動状態について近接判定精度について検証をする。ビーコンの間隔は5mまたは10mの2水準とし、計測は自由空間（体育館）で行う。静止状態については、各計測地点で1分間近接判定を行う。移動状態については、10回の歩行を行い各計測地点で近接判定を行う。また、ゲートウェイの代わりにスマートフォンを用い、BLEを用いてスマートタグから発信される各種センサ値や近接判定結果を受信する。

4.2 実験結果

静止状態における平均 RSSI の計測結果を図4に示す。ビーコン設置地点の直下では RSSI が強くなるが、屋内であるためマルチパスフェージングの影響も見られ RSSI がばらついていいるのがわかる。図5に移動状態の場合の近接判定結果を示す。リアルタイム性が若干低いものの、ビーコン直下を通過時に有意差が見られる。また、有意差検定によりある程度のゆらぎが抑えられ、自位置判定が可能になることがわかる。今後、閾値設定と組み合わせについて検討を進める。

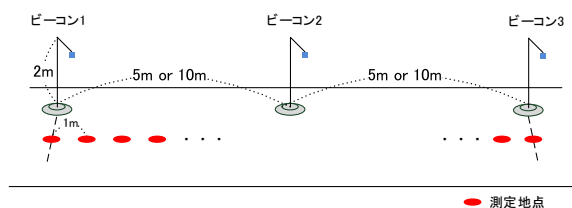


図3 実験環境

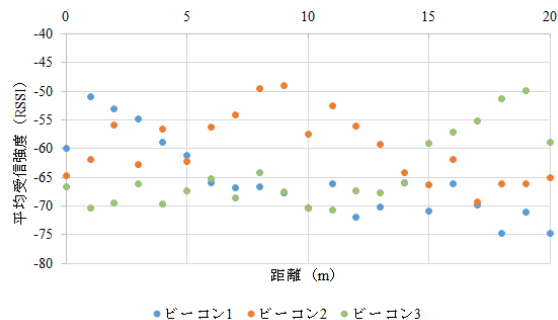


図4 各計測地点における平均 RSSI (静止状態・10m 間隔)

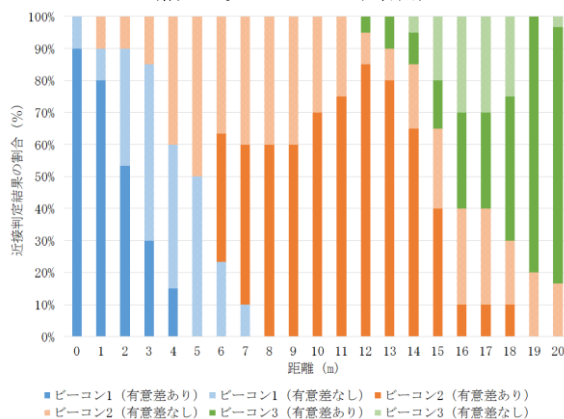


図5 近接判定結果 (移動状態・10m 間隔)

5 おわりに

本稿は、移動するモノを対象とした IoT を実現するために必要なスマートタグの要件定義を行い、生産・物流向けセンサネットワーク構築方法および既存の業務システムとの連携方法を提案した。また、屋内測位技術を組み込んだスマートタグのプロトタイプを開発し、屋内測位精度について評価実験した結果を報告した。今後は、スマートタグの省電力化や測位精度の向上を図りながら実証実験を進める予定である。

参考文献

[1] D. Kudou, M. Horikawa, T. Furudate and A. Okamoto: Indoor Positioning Method Using Proximity Bluetooth Low-Energy Beacon, Proceedings of APIEMS2016, (2016)