

工場内における物品の位置情報管理システムの開発

電子情報部 ○米沢裕司 吉村慶之

1. 目的

工場では、原材料や仕掛品、機材等の管理が必要であり、これらの物品の所在を的確に把握することが求められている。しかし、広い工場内で物品が不規則、不定期に移動する場合や、多数の物品がある場合などは、物品の所在をリアルタイムかつ正確に把握することは容易ではない。そこで、物品の位置管理の効率化を目的に、工場内の物品の位置を高精度で自動的に検出することができるシステムを開発した。

2. 内容

2.1 開発システムの構成

図1に開発システムの構成を示す。本システムでは、図2に示すような無線通信モジュール(固定機)を工場の各所に設置するとともに、位置を検出したい物品にも同様の無線通信モジュール(移動機)を取り付ける。物品に取り付けた移動機は、工場内の各所の固定機からの電波を受信し、その電波強度情報(各固定機からの電波の強度)をPCに無線送信する。PCでは、次節に述べる方法によって電波強度情報から物品の位置を求め、物品の位置情報(移動機のXY座標値)を表示する。無線通信モジュールには、無線通信規格であるIEEE 802.15.4に準拠した汎用品を用いており、特殊な機器を用いることなく比較的安価にシステムを構築することができる。

なお、固定機にはコンセントから電源を供給することができるが、移動機は電池で動作させる必要がある。そのため、消費電力が極めて小さい振動センサを移動機に内蔵し、移動機の移動もしくは静止を振動センサで検知するようにした。そして、静止中は位置情報を更新する必要がないことから、移動中の場合のみ、電波強度情報を移動機からPCに無線送信して位置検出するようにした。これによって、不必要な無線通信を抑制して移動機の電池の消耗を防ぎ、長期間にわたって電池交換することなく運用することができる。また、移動機から、電波強度情報と共に電池電圧もPCに無線送信するようにし、電池交換の時期がわかるようにした。

2.2 位置検出の方法

物品位置を検出する際には、固定機-移動機間の距離が短いと電波強度の値が大きく、距離が長いと小さくなるという電波の特性を利用している。ただし、工場環境下では、工場内に設置されている金属製のラックや機械装置などにより電波の反射、干渉が生じ、電波強度と距離との関係は複雑かつ不規則なものとなる。そのため、電波強度に基づいた単

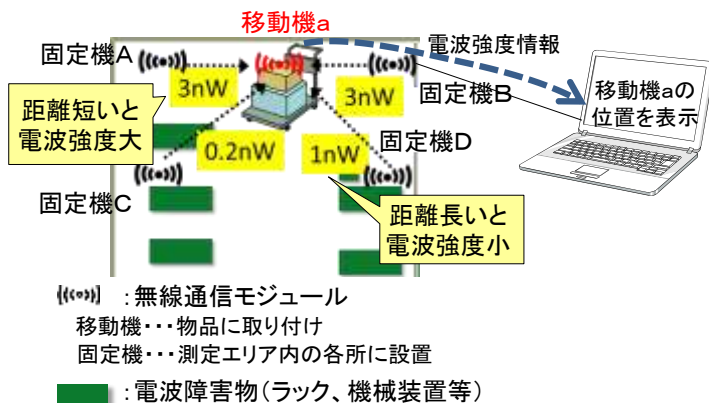


図1 開発システムの構成



図2 無線通信モジュールの外観

純な方法では、精度良く位置を検出することが困難であった。そこで、この複雑・不規則な関係に柔軟に対応し、高精度に物品の位置を検出することができる新たな方法を開発した。

開発した方法は、機械学習の一種である Random Forests¹⁾を適用したものである。具体的には、あらかじめ工場内の各所において、位置と電波強度情報に関するデータを実測し、そのデータをPCで解析(機械学習)することによって、自動的に位置と電波強度情報との関係式を導出する。そして、位置を検出する際には、この導出した関係式に電波強度情報を入力することにより、位置が得られるようにした。

なお、機械学習には様々な方法があるが、その中でもRandom Forestsには、入力(電波強度情報)と出力(位置)との間の複雑な関係を学習することができ、かつ、入力の変動や欠落に頑健であるという特徴がある。本システムでは、このような特徴を備えたRandom Forestsを適用することによって、電波強度の複雑な変化に対応し、かつ、電波障害物の影響によって電波強度情報にノイズ的な変動があった場合や、電波強度情報の一部が欠落した場合でも、物品の位置を適切に出力できるようにした。

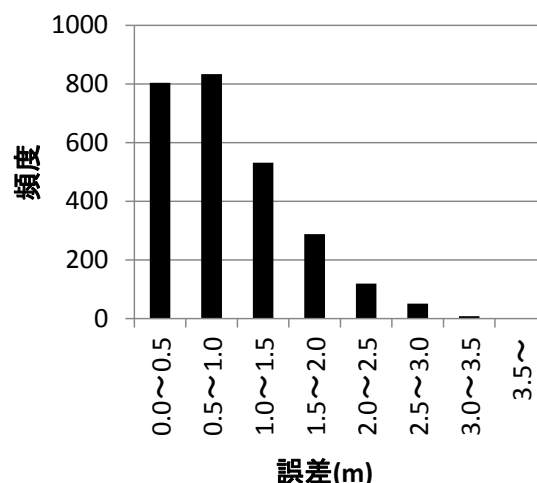


図3 位置検出実験の結果

2.3 位置検出実験

本システムの有効性を確認するため、工業試験場2階の50m×7mの範囲を検出エリアとして、位置検証実験を行った。この検出エリア内には金属製のロッカーやラックなどが多数設置されており、本システムがターゲットとする工場と同様に、電波の反射や干渉などが発生する環境である。

実験では、検出エリア内の14箇所に無線通信モジュール(固定機)を設置した。次に、検出エリア内の様々な箇所において電波強度情報を計測し、そのデータをPCで機械学習することにより、電波強度情報から位置を求める関係式を導出した。そして、無線通信モジュール(移動機)を各所に移動させながら、この関係式を用いて移動機の位置を検出した。

本システムによって検出された位置と、実際の位置を比較した結果を図3に示す。位置検出の誤差の平均値は0.9m、標準偏差は0.6mであり、本システムによって精度良く位置を検出することがわかった。また、一般的なPCを用いた場合、位置検出に要する計算処理時間は約0.1秒であり、リアルタイムに物品の位置を検出できることを確認した。

さらに、実際の工場環境下における性能を検証するため、県内の企業の協力を得て、工場内の金型や仕掛かり品の位置を検出する実験を行った。その結果、実際の工場環境下においても、物品の位置を精度良く検出できることを確認した。

3. 結果

工場内の物品の位置を自動的に検出することができるシステムを開発した。本システムでは、無線通信モジュールを物品に取り付け、機械学習の一種である Random Forests を用いて無線通信モジュールが受信する電波強度を解析することにより、物品の位置を精度良く検出することができる。

1) Leo Breiman: "Random Forests", Machine Learning, Vol. 45, pp. 5-32 (2001)