

RFID を用いた屋内小型自律飛行船ロボットの 位置測定システムの開発

Development of positioning system using RFID for autonomous indoor blimp robot

平松 初珠† Hatsumi Hiramatsu 石島 悌† Dai Ishijima 得竹 浩†† Hiroshi Tokutake 砂田 茂†† Shigeru Sunada 石田 良平†† Ryouhei Ishida
内橋 義人††† Yoshito Uchihashi 井田 康人††† Yasuhito Ida

1. まえがき

近年、RFID の技術が注目されている。RFID は、電波で情報を伝達する個体自動認識技術の一つであり、タグの汚れに強く、複数同時読み取りが可能という特徴を有している。この技術を用いたシステムに、在庫管理や履歴管理などがある。その他にも、入退出管理や、タグの軌跡を追うなど、応用範囲は多岐にわたる。

今回我々は、在庫管理の展開を目指し、RFID を用いた移動型ロボットの位置測定システムを開発した。このようなシステムでは、RFID のリーダを固定して実現することが多い¹⁾が、本システムは、ロボットに搭載されたリーダが移動し、受信した各タグの電波強度からリーダの位置を推測する。これにより、同時に商品在庫も確認することが可能となる。

飛行船を用いた空中移動型という点が、本システムの特徴である。移動型にすることにより、リーダ 1 台で広さにかかわらず読み取りエリアをくまなくカバーすることができる。また、飛行型であることから、3次元空間を移動するため、地面の段差を気にすることなく、しかも障害物の衝突による影響も軽減できるという長所を持ったシステムである。さらに、屋内のレイアウトは人の移動を基準としているため、人間の活動空間に調和した縦長の形状を選択している。

本稿では、飛行船ロボットを製作し、RFID の電波強度から現在位置を推測して自律飛行を試みたことを述べる。

2. RFID の性能評価

RFID のタグは、電池を搭載した 300MHz 帯のアクティブ型を使用し、同じ種類のタグをロボットの位置把握用に使用するタグ（以降、位置タグ）と商品の在庫を確認するタグ（以降、在庫タグ）の 2 種類の用途で利用した。より正確に位置を推測するため、タグの有無だけでなく電波強度も把握できるイーアンドエム社の LAS300 を選定した。

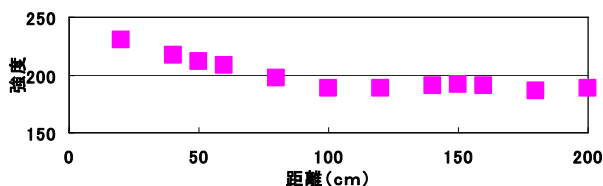


図 1 実環境での電波強度と距離の関係

リーダとタグの距離に近いほど電波強度が高く、その値は 256 段階で識別される。

距離と電波強度の関係を評価するため、まず、電波を吸収するための電磁波吸収体を床以外の 5 面に設置している電波半無響室²⁾で測定を行った。

その結果、電波強度と相関がとれる距離は、2m 程度であった。距離が伸びると電波強度があまり変化しなくなったのは、床からの電波の反射が原因であると考えられる。また、タグによる電波強度の差異は見られなかった。

次に、実際に使用される環境に近いと想定される廊下で同様の測定を行った。結果を図 1 に示す。実環境では、電波半無響室とは異なり、電波強度の相関がとれる距離は、80cm 程度にとどまった。これは、外来ノイズや電波の反射などの影響によるものと推測される。

さらに、タグを横 2 個×縦 4 個の 2 次元に位置タグとして配置し、各タグの電波強度からリーダの位置を推測した。位置タグの各電波強度から距離への換算には、現在及び一つ前の測定で受信した電波強度を用いて求めた。測定した値から電波強度を受信した位置を推測し、位置タグの間隔を 1m に配置した場合、誤差はおおよそ 20~30cm であった。

以上から、自律飛行実験時は、位置タグを 1m 間隔で配置し、電波強度に閾値を設けることにした。

3. 飛行船に関して

飛行船は、幅約 1m、高さ約 2m の縦型で、ヘリウムガスを充填したバルーンを 2 つあわせている。バルーンの間には、前後左右に移動するためのプロペラを 4 つ備えている。飛行船の下部には、高さ調整用のプロペラを 2 つと、リーダ、各制御基板、高度計、方位計、バッテリーなどを搭載している。また、与えられた目標地点に向かって進む制御コントローラ³⁾を備えている。

飛行船は浮揚するため、当然ながら重量に制約がある。そのため、飛行船に搭載する機器類は軽量であるほうが望ましい。軽量化を図るため、リーダの筐体を外して搭載するなどの工夫を行った。

飛行船は、秒速 30cm 程度で飛行することにした。これは、リーダが受信したタグデータの送信設定間隔が最短で 1.5 秒であること、前述の結果より位置タグは 1m 間隔で配置すること、精度よく現在位置を推測するにはメッシュ上に区切ったエリア内で最低 2 回はデータを受信することが望ましいこと、という条件より決定した。

4. 自律飛行実験

位置測定と在庫タグ認識の実験をホールで行った。飛行船をスタートする位置を中心に、左右 0.5m、スタート時点

† 大阪府立産業技術総合研究所

†† 大阪府立大学

††† 株式会社ワイズ・ラブ

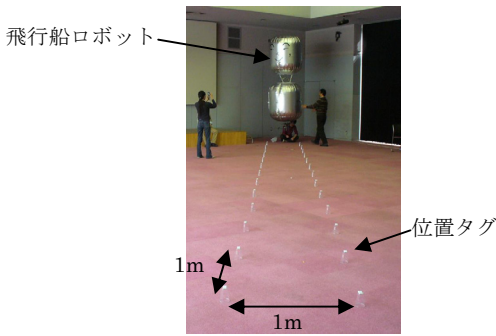


図2 実験風景

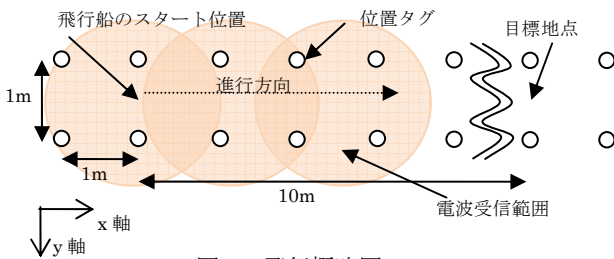


図3 飛行概略図

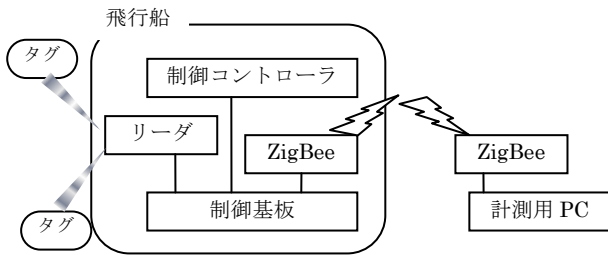


図4 システム構成

から進行方向 1m 間隔に 11m 先までと進行方向逆側 1m の計 26 個の位置タグを配置した。実験風景を図 2 に、飛行の概略図を図 3 に示す。

システム構成を図 4 に、制御フローを図 5 に示す。フローに従い、飛行船の自律飛行を実現している。なお、位置タグの位置情報は、事前に計測用パソコンに入力されている。また今回は、2次元情報は計測用パソコンより求めた情報を使用し、高度は飛行船に搭載している高度計を使用した。目標地点は、あらかじめ制御コントローラに与えている。

まず、位置タグの電波強度から推測された現在位置を元に、目標地点までの飛行実験を行った。進行方向を x 軸のプラス、進行方向に向かって右側を y 軸のプラス、下方向を z 軸のプラスとした。目標地点を 10m 先、つまり $(x,y)=(10,0)$ に設定した。なお上下方向は、50cm 固定とした。結果を図 6 に示す。横軸が進行距離、縦軸が 0 を中心とした左右のずれで、単位はメートルである。縦軸のプラスマイナス 0.5m に表示されている「○」は、位置タグの場所を示している。「●」が飛行船の軌跡である。大きく進路を外れることなく進んでいることがわかる。

また、飛行船の進路上に在庫タグを配置し、飛行中に在庫タグを認識し、その位置を特定できることも確認した。

1. リーダが各タグの電波強度を受信
2. 各電波強度を、制御基板、ZigBee を経由して計測用パソコンに送信
3. 計測用パソコンで各電波強度からリーダーの現在位置を推測
4. 推測した現在位置を ZigBee、制御基板を経由して制御コントローラへ送信
5. 現在位置を元に目標地点へ方向を再制御

図5 制御フロー

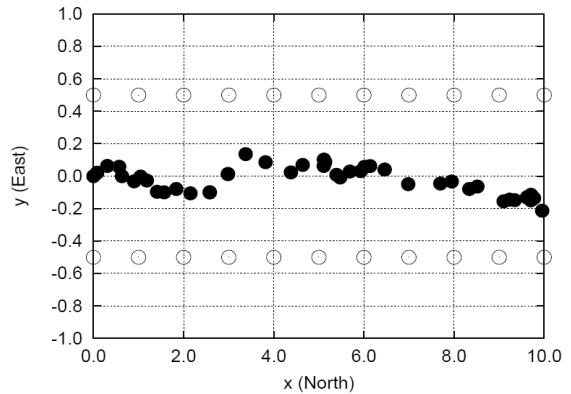


図6 飛行結果

5. おわりに

地上に配置した位置タグを利用して、製作した縦型飛行船ロボットの自律飛行を成功させた。また、位置測定の精度、位置タグの配置条件などを明らかにし、飛行船ロボットの位置制御が可能になることを示した。さらに、在庫タグを発見し、その場所を特定することができた。

今後は、在庫管理システムへの実用化を目指し、飛行船ロボットを小型化し、人体に近いサイズにしたい。また、位置測定精度の向上のため、位置制御アルゴリズムが改良を行う必要がある。さらに、タグの個数を増やし、長距離での飛行実験、3次元への展開を行いたい。

謝辞

本研究は、科学技術振興機構地域イノベーション創出総合支援事業平成 20 年度「地域ニーズ即応型」の補助を受けて実施した。

参考文献

- 1) 中谷 幸太郎：“RFID による高精度位置検出手法”，Technical Sheet, No.06005, 大阪府立産業技術総合研究所,2006
- 2) <http://tri-osaka.jp/group/infoeole/life/emmat/emclist.html>
- 3) 砂田 茂, 得竹 浩：“ラジコンヘリの自律安定を求めて、フライト・コントロール・モジュールの開発”，「ラジコン技術」11月号, pp.180-182, 電波実験社,2006