

浮遊ノートシステムにおける道案内機能の実装

小野澤 清人 入江 英嗣 吉永 努*

概要. ロボットが活躍する場は、産業のような専門的な環境が多く、操作するためには特別な知識や技術が必要であった。しかし、近年になり自動お掃除ロボットのような誰でも簡単に操作することができるロボットが登場し、人間の生活をサポートし始めている。我々は、ロボットがユーザの様々な手助けを行う「浮遊ノート」システムの提案・実装を進めており、このシステムにお遣い・道案内機能を持たせるためのナビゲーションシステムを構築した。このシステムでは、スマートフォンと連動して地図タップという簡単な操作でロボットの目的地を設定し、自動設計された経路をロボットが自律飛行する。しかし、実装したアルゴリズムでは、狭い道など GPS が取得しづらい地点での到達失敗が多い。また風の影響により進む方向が変化し、目的地に到達しないことがある。そこで本稿では、飛行ロボットの移動推定や加速度センサを用いたフィードバックシステムを実装し、提案ナビゲーションシステムのロバスト性を高める。加速度センサ及び過去の GPS の値から現在地を推定し、実際の値と大きな差がある場合には、GPS の測定ミスと判断し、推定値よりナビゲーションを行う。また、操縦指示と異なる機体の動きを加速度センサにより検知し、移動に補正をかける。これらのシステムを構築・導入することで、ナビゲーションシステムの精度向上を行い、道案内機能を実現する。

1 はじめに

ロボットは原子力施設の保守や宇宙開発、産業など専門的な環境での利用が主流であり、これらを操作する人間にも特別な知識や技術が必要とされてきた。しかし近年になり、自動掃除ロボットのように誰でもできる簡単な操作で、人間の生活をサポートするロボットが登場している。我々は、ロボットが人間のパートナーとして存在し、ユーザを様々な場面で手助けする将来を目指し、「浮遊ノート」システムを提案している [1]。このシステムは、携帯情報端末を飛行ロボットが把持してユーザの望む位置に滞空することにより、両手が使えない場面や目が離せない場面でも容易に情報端末を利用できることを目指したお供ロボットである。現在我々は「浮遊ノート」システムの更なる機能拡充を目指して、お遣い・道案内機能を開発している。既に行った実装では、手持ちのスマートフォンと連動し、ユーザが目的地を地図上でタップすることにより、経路を自動生成し、GPS 及びコンパスセンサを利用してロボットを目的地へ到達させる [2]。

スマートフォンでの目的地設定は、どのユーザに対しても簡単な操作を実現したが、ロボットの目的地到達率は 50% であった。主な原因は建物沿いの狭い通路など GPS の精度が悪い地点での不正確な位置データであった。また、風により機体が流されそうになった場合は GPS による制御が追いつかず

に想定外の場所へ飛行してしまった。

自動ナビゲーション可能な浮遊ノートによるお遣い機能実現とそのアプリケーションを検討するためには、これらの課題を解決しなければならない。そこで本稿では風に流されたときの補正及び不正確な GPS データ取得の対策を実装する。機体が風に流され本来の指示とは異なった方向に進むことを加速度センサにより検知し、補正を加えナビゲーション能力の向上を図る。また、GPS データの誤取得を防ぐために GPS の値の移動推定を行う。取得した GPS の値と推定値に差が見られる場合は、GPS の精度が悪いと判断し、推定値を用いてナビゲーションを行う。これらの提案より、ナビゲーションシステムの目的地到達率の向上を行い、道案内機能の実現を目指す。目指している道案内機能は、携帯情報端末で現在地や目的地を確認しなくても、ロボットの後を追えば目的地に到着することのできるシステムである。

2 提案手法

2.1 加速度による移動方向フィードバック

提案する動作を図 1 に示す。加速度センサを利用することで、飛行ロボットの速度を算出できる。ナビゲーションにより前進や旋回の指示を出すときの加速度の値と、飛行ロボットが指示を受けた後の加速度の値を比較し、受けた指示とは異なる方向に進んだことが検知できた場合、風に流されたと判断し、誤って進んだ方向とは逆向きの移動指示を出すことで補正する。

Copyright is held by the author(s).

* Kiyoto Onozawa, Hidetsugu Irie, Tsutomu Yoshinaga, 電気通信大学 大学院情報システム学研究科 情報ネットワークシステム学専攻

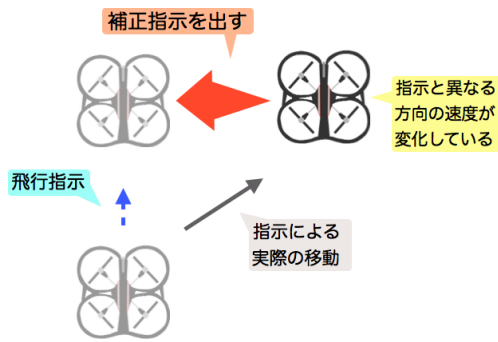


図 1. 加速度センサによる補正

2.2 GPS による移動推定

ナビゲーションアルゴリズムの基本動作では、その時の GPS 及びコンパスデータより目的地までの距離及び角度を計算し、前進または旋回の指示を出して目的地到達を目指す。このナビゲーションの実行中に GPS の測定に外乱があることを想定し、それまで取得した飛行ロボットの速度データ及び過去の GPS データより現在値を推定する。図 2.2 に推定を行いながら、移動する例を示す。

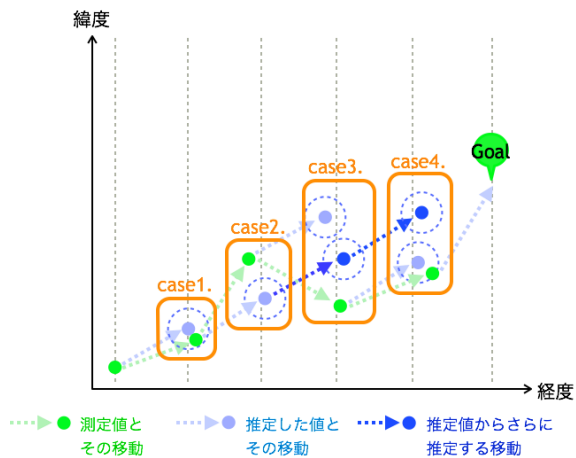


図 2. GPS の実測値と推定値の推移

case1 のように、測定値と推定値が近似する状態の時、測定値を利用してナビゲーションを継続する。

case2 のように測定値と推定値の差が大きい状態の時、GPS の測定ミスと判断し、推定値をロボットの現在地と想定したナビゲーションを行う。次の地点の推定は今回の推定値を元としたものと、測定値を元としたものの二通りを用意する。

case3 は、全ての推定値と測定値が異なる状態を示す。この場合は、GPS の測定ミスと判断し、2つの推定値のうち測定値に最も近い推定値を現在として想定し、ナビゲーションを行う。次の地点の推定は測定値及び採択された推定値を元に計算する。

case4 では、いずれかの推定値と測定値が近似す

る状態を示す。この時、近似した推定が正しいと判断し、測定値を利用してナビゲーションを行う。次の地点の推定には測定値を利用する。

3 実装と評価方法

ナビゲーションシステムでの飛行ロボットへの指示は、旋回と前進のみ行われる。加速度センサにより指示以外の移動を検知した場合、その方向とは逆向きの方向へ移動する指示を出す。

飛行ロボットに命令を出す際、どの程度の速度で移動するかを決定することができる。そのため、移動方向フィードバックを行う際、移動前後の速度比較により、どの程度異なる方向に進んだかを計算し、進んだ距離に応じた速さで移動する命令を出す。

GPS データの現在地推定において、GPS の値が更新される時間の間隔及びこの時間内の移動速度から緯度、経度の推定値を算出する。この結果を利用して、提案手法で示した移動推定を行う。

これらの制御アルゴリズムを浮遊ノートに追加し、ナビゲーションシステムを利用した実験を行う。直線経路、曲がる地点を含む経路、GPS を取得しづらい地点を目指す経路それぞれの経路をナビゲーションさせ、目的地到達率がどのように改善されるか評価する。さらに、道案内アプリケーションの実験を行い、ユーザが飛行ロボットの跡を追うことで指定した目的地にたどり着けるかどうかを検証・評価する。

4 未来ビジョン

移動方向フィードバックシステムにより、安定して自律飛行する浮遊ノートシステムが実現すれば、お供ロボットによる様々な生活支援アプリケーションを安定して実装することができる。このことによりユーザの荷物を任意の場所に届けることや、ユーザが車内の渋滞などで身動きが取れない時に、代わりに任意の地点の様子を見に行かせるなど、人々を様々な形でサポートすることができるようになる。我々は、このようなナビゲーションを行うアプリケーションを開発し、「浮遊ノート」システムを発展させ、ロボットが人間のパートナーとして存在する未来を目指す。

参考文献

- [1] 芝星帆: “飛行型ロボットと携帯情報端末を利用した「浮遊ノート」システムの提案”, 情報システム学研究科 情報ネットワークシステム学専攻 修士論文 (2012).
- [2] 小野澤清人: “タッチ指示によるお供ロボットナビゲーション”, DICOM2013 シンポジウム (2013).
- [3] Tianmiao Wang: “Autonomous Control And Trajectory Tracking Of Quadrotor Helicopter”, IEEE International Conference (2012).