

超音波センサを用いた二重反転回転翼飛翔ロボットの高度自動維持

東京電機大学 ○桑原広樹、長倉朋子、篠田大地、関博、堀内敏行

人間の入ることのできない狭い空間や危険な場所での状況把握に役立てるため屋内空間用飛翔ロボットを開発中であり、超音波センサを用いたロボットの高さ維持制御について検討した。始めに様々な材質に対するセンサ出力の違いを確認した。次にセンサの出力に基づいて二重反転回転翼の回転数を変え、高さ制御を行った。その結果、約1mの高さに5min自動維持することができた。

1. 研究の背景・目的

人間の入ることのできない狭い空間や危険な場所での状況把握に役立てるため、屋内用の小型飛翔ロボットを開発中である。過去の研究では、水平加速度の検出と重心位置制御を用いた水平位置の維持が検討された¹⁾。また、補助翼と磁気センサを用いた方位維持も検討された²⁾。しかし、これらの過去の研究では、高度制御を手動で行っていた。そのため、目視で飛翔ロボットを操縦したとしても、意図する通りの高さ維持には熟練が必要であり、ロボットに搭載したカメラの映像などを基に遠隔操縦することはさらに困難であった。ロボットを操縦しやすくするためには、水平位置と方位の自動維持に加えて高度も自動維持できるようにする必要がある。ここでは、他機関からの発表³⁾⁴⁾とは異なる新しい方法として、超音波距離センサを用いたロボットの高度自動維持制御を検討した。

定する仕組みであり、時間をマイコンによりカウント数(1[カウント]=0.000064[s])で出力する。実際の距離に換算するには $340[m/s(\text{音速})] * 0.000064[s] * X[\text{カウント数}] / 2[\text{往復}] = \text{測定距離}[m]$ という計算をする。センサの最大測距範囲は3mである。

ロボットの下方に存在する物質の種類によってセンサの反応が変化することが懸念されたため、様々な材料に対しての距離出力を調べた。結果を図3に示す。木材などの硬い素材についてはほぼ同じ出力となることがわかった。しかし、ウールでは測定距離が若干大きくなり、ウレタンでは測定が困難であることが分かった。また、対象物(アルミ板)との距離を50cmに保ち、角度を付けた実験を行った。結果を図4に示す。距離が正しく測れる対象物表面の傾斜は±20°以内であることが分かった。

2. 超音波センサを用いた高さ制御

2.1 超音波センサの特性確認

図1、2に研究で使用した超音波センサ(浅草ギ研, PING)の外観と測定原理を示す。

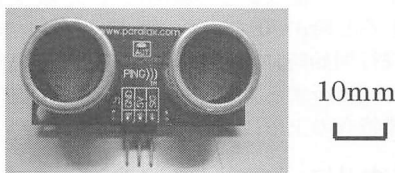


図1 超音波センサの外観

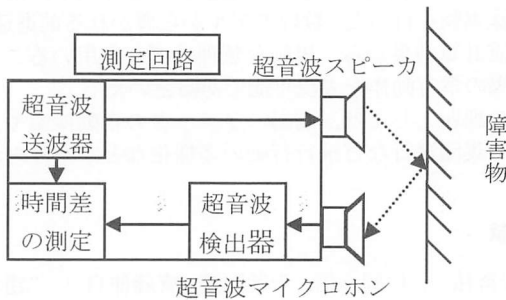


図2 超音波センサの距離測定原理

測定対象物までの距離を超音波が跳ね返ってくる時間で測

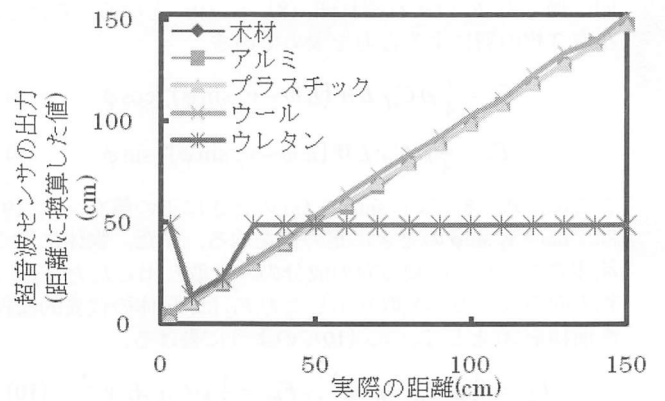


図3 材質による超音波センサ出力の変化

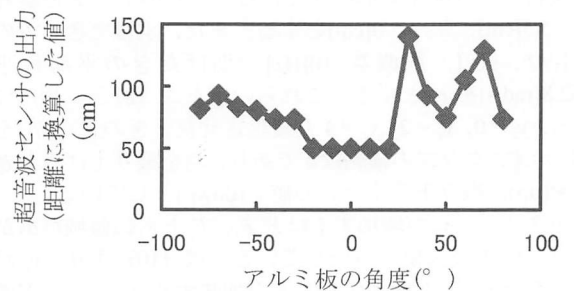


図4 角度による超音波センサ出力の変化

以上の実験より素材や角度により出力に誤差が出ることを念頭に置けば、検討した超音波センサは距離測定に有用であることが分かった。

2.2 高度制御実験

高度制御用に製作した飛行ロボットを図4に示す。揚力を得るための二重反転メインロータと方位制御のための補助翼を有する。寸法は350×350×225、重量は2.3Nである。

超音波センサの出力に応じてマイコン (Atmel, ATmega32) でアンプ (GWS, ICS600Li) に信号を送ってメインロータの出力を制御した。

プロポから送信されたPWM方式のパルス信号を、ロボット搭載の受信機 (BLUE BIRD, BL-9) で受信してパルス幅を計測した結果、プロポのジョイスティックの傾きに応じて1.12~1.92msに変化した。そこで、マイコンから同じパルスを出し、メインロータの出力を変化させて飛行ロボットの高さを維持した。

図6に示すフローチャートで制御した高さ制御実験中の飛行ロボットを図7に示す。また、ロボットの床面からの高さおよびメインロータ出力の経時変化を図8に示す。実験は平らな床上で行った。地上から100cmの位置に維持するという目標に対し、100cm±50cm範囲に5min制御できた。

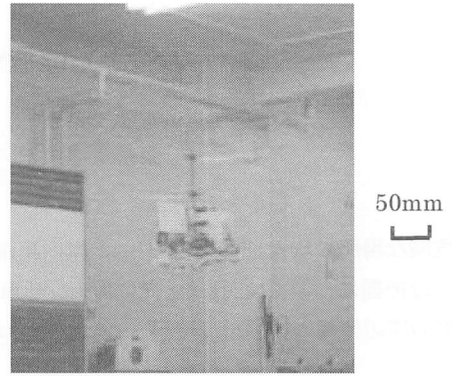


図7 高さ制御実験中の飛行ロボット

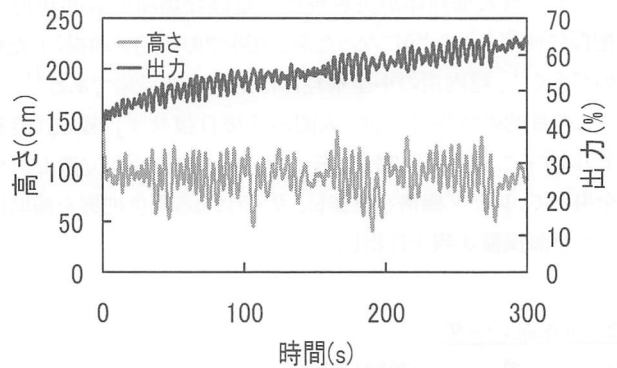


図8 高さ制御の実験結果

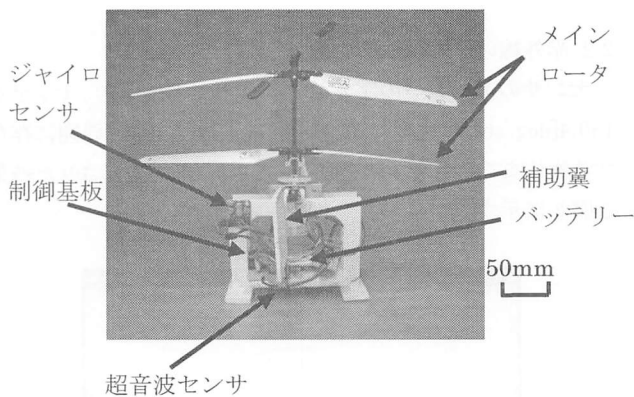


図5 高さ制御実験用の飛行ロボット

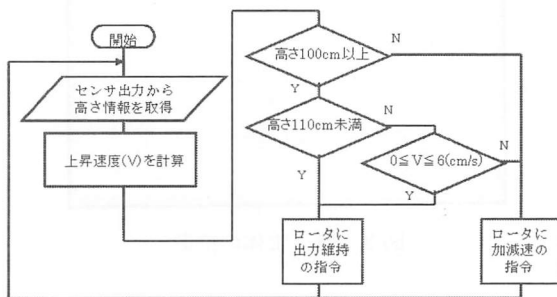


図6 高さ制御のフローチャート

4. 結言

高度維持を目的に製作した超音波センサとマイコンを用いた制御系により高さ方向の手動操作無しで目標の高さの±50cm以内に5min高さ制御することができた。今後、さらなる高度維持の精度向上と、より安定した飛行を実現したい。

参考文献

- 1) 中村 幸太郎, 渡邊 泰公, 堀内 敏行: 機体下部を傾斜させる重心移動機構を用いた小型飛行ロボットの製作, 第26回日本ロボット学会学術講演会講演論文集, 2008, RSJ08-0286.
- 2) 宇野 真矢, 大塚 慎一郎, 堀内 敏行: 地磁気方位センサを用いた小型飛行ロボットの方位制御, 第26回日本ロボット学会学術講演会講演論文集, 2008, RSJ08-0212.
- 3) 羽沢 健作, 辛 振 玉, 藤原 大悟, 野波 健蔵: ラジコンヘリコプタの姿勢制御・ホバリング制御, 2002, 日本機械学会論文集, 148-155.
- 4) 羽沢 健作, 辛 振 玉, 藤原 大悟, 野波 健蔵: ホビー用小型無人ヘリコプタ, 2004, 日本機械学会論文集, 112-119.