機械電子創成工学科専攻

21P2033 山田　竜輝

論文内容

* フラックスゲート磁力計を搭載したUAVによる磁界の屋内マッピング

論文の概要

* 無人飛行機（UAV）は、近年屋内において、地質学や地球物理学を目的とした磁場マッピングや測量作業など幅広い用途に使用されている。屋内でのUAVの飛行計画に使用される超音波支援ナビゲーションとセンサー工学の発展のおかげで、取得した磁場画像を屋内位置測位にさらに利用することができる。
* 例えば、画像の物理量に基づいて、屋内でのUAVのナビゲーションを強化し、製造業や工業ホールで作業員が高い電磁場にさらされる可能性のあるリスクケアを特定することが可能となった。また、磁場の空間的な分布を知ることは、技術的な清潔さの観点からも貴重な情報となります。
* 本論文では、コシツェ工科大学で開発したフラックスゲート磁力計をUAVに搭載する。磁力計で得られたデータをもとに、プログラミング言語Pythonで書かれたスプライン補間アルゴリズムを用いて、3Dの磁界画像を作成する。測定された磁界を3Dプロットで可視化し、磁場マッピングを作る実験を行う。

実験機器

* 独自にカスタマイズされたUAV

構成要素

RAY G3 C2830-1300 BLDCモーター4台

RAY G2 30Aレギュレーター

9×5インチの3枚羽根プロペラ

Pixhawk 4 Miniボード（Ardupilot Copter 4.0.7ファームウェア搭載）

Marvelmind社の超音波ビーコン

4500mAhの3S LiPoバッテリー

フラックスゲート磁力計

実験内容

* 超音波を利用した飛行軌道計画機能を持つUAVを用いて、屋内環境における磁場マッピングを行う。磁場マッピングをするために使用した機器としてコシツェ工科大学で開発したフラックスゲート磁力計を使用した。開発したフラックスゲート磁力計の精度を確かめるため、市販のLEMIフラックスゲート磁気センサーを用いて、装置の比較を行った。コシツェ工科大学で開発したフラックスゲート磁力計は、250Hzまでの十分な周波数範囲を備えているのが特徴。
* 測定には、3Dプリントされたフレームに磁力計を取り付けるためのアタッチメントを備えた、クアッドコプタータイプのカスタム小型UAVを使用しました。UAVの推進システムは、RAY G3 C2830-1300 BLDCモーター4台とRAY G2 30Aレギュレーター、9×5インチの3枚羽根プロペラで構成されています。飛行制御にはPixhawk 4 Miniボードを使用し、同ボードにはArdupilot Copter 4.0.7ファームウェアが搭載され、屋内での正確な測位のためにMarvelmind社の超音波ビーコンと組み合わせ、自律飛行モードを使用しました。フライトバッテリーには4500mAhの3S LiPoを使用し、磁力計にも12Vの電源を供給しました。この構成では、クアッドコプターの乾燥重量（ペイロードなし）は1.4kg、最大推力は3.5kgで、飛行時間は15分でした。これは、磁力計の重量が加わっても、UAVが安全に運用できることを意味しています。完成させなければならない課題の1つは、モーターが作り出す干渉磁場が計測に与える影響を低減することでした。磁気センサーを用いたUAVの検出に関する研究[49]で得られた知識と経験をもとに，長さ40cmの拡張着地具を設計し，3Dプリント技術を用いて作成しました．この固定具では，磁気センサを底面に配置し，電子センサをUAVの真下に配置しました。また、実験に必要なすべての電子部品を収納するために、3Dプリントで軽量のケースを作成しました。磁場測定用にカスタマイズされたUAVと、実験用電子機器の詳細を図1に示します。
* www.DeepL.com/Translator（無料版）で翻訳しました。

メモ帳

* p3~p4
* 超音波ビーコンを用いて、屋内のドローンの自立飛行をしている。
* Marvelmindの話がされている。
* 位置の記録にはMarvelmind Dashboardのネイティブログを使用し、システム時間を用いて磁力計のログと同期させました。

モバイルビーコンはMarvelmindフォーマットのデータを自動操縦装置に送信し、その3D空間位置とすべての固定ビーコンまでの距離を送信する。これらのデータの地理的な位置への計算は、Ardupilotソフトウェアを使って完了する。実験では、GPSの代わりに超音波による測位を使用していることをフライトコントローラーが認識できるようにするため、2番目の方法を使用しました

* P5~6
* 磁力計に関して

VEMA磁力計 =>

コシツェ工科大学航空学部の航空技術研究学科で開発されたリラックスタイプのフラックスゲート磁力計

* 特徴

磁界の測定値を時間の測定値に変換

励磁用と検出用の2つの同心円状のコイルで構成されており、コアには、VACUUMSCHMELZE社製のアモルファスリボンストリップ「VITROVAC VAC6025」または「VAC6030」が6〜10本使用されています。

1本のストリップの寸法は、80mm×1.5mmまたは2mm×25μmまたは30μmです。励磁コイルの巻数は、検出コイルの巻数に比べて2倍になっています。

このような形状のセンサーは、製造や取り扱いが容易であり、VEMAデバイスの動作原理に沿って効果的に使用することができます。

* 市販の磁力計の違い

センサーがトランスのように動作するため、検出コイルの出力で感知される励磁周波数に強い信号があるので、オープンコアの単純なフラックスゲートはあまり使用されません。

通常は2つのロッドコア、リングコア、またはレーストラックコアが使用されます。

* 市販のデミリっと

構造が複雑

* 磁力計に流れる電流について

方程式を用いて説明している

P7~p8

VEMA磁力計のサンプルレートは500Hzの周波数である。