

Arduino を用いたプログラミングと制御の機械工学科用実 習教材の開発

静岡県立科学技術高等学校

山本 秀行

1. はじめに

近年、義務教育段階においてプログラミング教育が必修化され、Scratch や Minecraft 等のビジュアルプログラミング教材の活用に加え、Raspberry Pi 等の小型コンピュータを用いたプログラミング教育を受けてきた生徒が本校にも入学している。また、課題研究のテーマにおいても、従来の金属加工を中心としたものづくりから、マイコンを用いた動作制御に関するテーマへと関心が移行しつつある。

一方、本校機械工学科では、ラダープログラムによるシーケンス制御を中心に指導を行っており、マイコンを用いた制御については体系的な指導が十分とは言えない。そのため、課題研究において制御分野のテーマに取り組む際、生徒が基礎から学習せざるを得ない状況が生じている。このような背景を踏まえ、Arduino を用いた制御実習教材の開発を行うこととした。

教材開発にあたっては、「静岡県工業高等学校長会」と包括連携協定を締結している静岡理工科大学の野崎氏と協議を重ねた。その結果、機械工学科の生徒に対しては、ロボットアームのような固定的機構を対象とする教材よりも、ローバー、ボート、ドローン等の無人ビークルを題材とした方が学習意欲の向上につながる可能性が高いとの示唆を得た。

そこで、無人ビークルを題材とした教材としてドローンに着目し検討を行った。その結果、Arduino を基盤として発展した ArduPilot を活用することで制御実習が可能であることが確認された。以上より、ArduPilot を用いたドローン制御教材の開発を行うこととした。

2. ArduPilot について

ArduPilot は、ドローン（マルチコプター）や固定翼機、ボート、ローバーなど、さまざまな乗り物を自動で制御するためのオープンソースソフトウェアであり、GPS や加速度センサー、ジャイロセンサーなどから得られる情報をもとに機体の姿勢や位置を安定させる役割を担っている。これにより、あらかじめ設定したルートに沿って飛行したり、一定の高度を保ったりすることが可能になる。

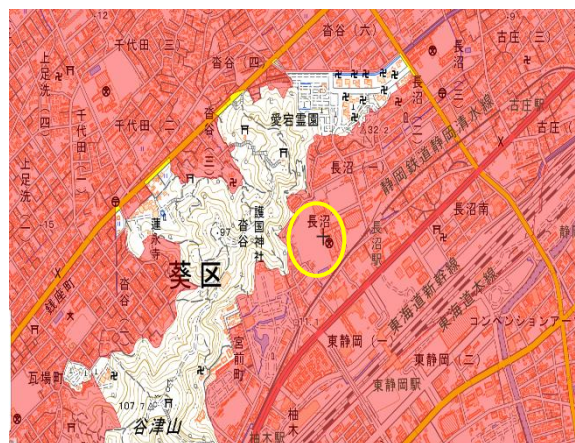
この ArduPilot は、その名前が示す通り、Arduino と深い関係を持っている。もともとは Arduino 上で動作するプロジェクトとして開発が始まり、比較的安価で入手しやすいハードウェアを用いて高度な制御を実現できる点が注目された。その後、より高性能な専用フライトコントローラにも対応するよう発展したが、Arduino の思想である「誰でも簡単に使える」「オープンであ

る」という特徴は現在も受け継がれている。

3. 取り組み

静岡理工科大学の野崎氏との協議により、教材としてドローンを採用する方針を決定した。あわせて、同大学においてドローンに関する授業を担当している鈴木氏の紹介を受け、同氏から教育実践の内容および使用機体に関する助言を得た。

ドローンの飛行場所については当初、本校グラウンドを想定していたが、当該区域は航空法における人口集中地区（DID）に該当していることが判明した。また、近隣のDID外の区域について検討したものの、標高約100mの山間部や墓地、寺院等に限られており、授業として安全かつ継続的に運用することは困難であった。このため、本校においてドローンを活用した実習を実施するには、人口集中地区における飛行に関する許可・承認を取得する必要がある。



本校周辺の人口集中地区(DID)の図

(赤塗りつぶし)

(黄丸で囲んであるところが本校)

出典:地理院地図 / GSI Maps | 国土地理院

4. 実習の流れ

1. ドローンと ArduPilot の基礎 (3 時間)

学習目標

- ・ドローンの基本構造を理解する
- ・フライトコントローラの役割を説明できる

2. セットアップとキャリブレーション (3 時間)

学習目標

- ・初期設定ができる。
- ・センサ調整の重要性を理解する。

3. 手動飛行 (マニュアル操作) (3 時間)

学習目標

- ・基本的な操縦ができる。
- ・安全に離着陸ができる。

4. 自動飛行 (ミッション) (3 時間)

学習目標

- ・ウェイポイントを設定できる
- ・自動飛行の仕組みを理解する

5. テレメトリーの解析（3時間）

学習目標

- ・風などに対して ArduPilot がどのように制御を行ったかを理解する

5. まとめ

本研究では、機械工学科の生徒が制御分野を体系的に学ぶことを目的として、ArduPilot を用いたドローン制御実習教材の開発を行った。従来のラダープログラムによるシーケンス制御に加え、マイコンを活用した制御を扱うことで、生徒の興味・関心の高い分野と学習内容を接続することができる教材となった。また、無人ビークルという具体的かつ動的な対象を扱うことで、制御の結果が視覚的に確認でき、理解の深化や学習意欲の向上が期待できる。

さらに、本教材はセンサ情報に基づくフィードバック制御や自動飛行（ミッション設定）など、実社会で用いられている制御技術に触れる機会を提供するものであり、機械工学分野における学びの幅を広げる意義を有している。

一方で、実際の授業において運用する中で、内容の難易度や時間配分、安全管理の方法などについて改善すべき点が明らかになることが想定される。今後は授業実践を通して教材の精査を行い、適宜内容の見直しを図ることで、より効果的な学習プログラムへと発展させていく必要がある。

また、将来的には制御対象をドローンに限定せず、ローバーやボート等へと展開し、同一のプラットフォーム（ArduPilot）で多様な対象を制御できることを体験的に理解させる教材へと発展させたい。これにより、制御技術の汎用性や応用可能性を実感させるとともに、機械工学と情報技術の融合領域に対する理解を深める授業展開を目指したい。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、天野工業教育財団から多大なご支援を頂きました。ここに記して謝意を示します。