

小型ヘリコプタを用いた 制御および画像処理工学の導入教育教材の開発 —三年間の実験結果の報告—

大澤 茂治*・ラホック サム アン**・大根田 浩久*

Development of Educational Material for Introductory Education of Control Engineering and Image Processing Using Small Helicopter —Report on the Experimental Result of Three Years—

Shigeji Osawa*, Rahok Sam Ann**, Hirohisa Oneda*

Abstract

Recently products that use control and image processing techniques have become popular. Accordingly, human resources with knowledge of both control engineering and image processing are required. In this study, we have developed an educational material for introductory education both of control engineering and image processing using small helicopter. In order to verify the effectiveness of the developed educational material, we experimented by allowing students learn with our material and then asking them to answer the questionnaire. This paper reports on the experimental results of three years.

1. はじめに

近年、制御と画像処理を用いた機器の開発が多く行われるようになってきた。例えば、工場内の製品搬送用ロボット^[1]や自動車の衝突回避機能^{[2],[3]}や製品の自動検査装置^[4]などである。したがって、これらの機器の開発、運用を行うため、制御工学と画像処理工学の両方の知識を有する人材が求められている。

しかしながら、制御工学も画像処理も習得には長い時間を要するため、途中で習得を諦めてしまう人が多いだけでなく、初めからこの分野の習得を避ける人も存在する。このような背景から我々は、本格的に学習を始める前の段階、つまり、導入教育の段階において、「おもしろそう」、「やってみたい」という意欲を喚起することが重要だと考えた。そして、これまでに導入教育の段階において、制御工学と画像処理工学の両方に対して意欲を喚起できる魅力ある教材の開発を行ってきた^{[5],[6],[7]}。

本教材は、操作して楽しいと感じられ、かつ、カメラが搭載されており、画像処理や制御動作をプログラ

ミング可能な小型ヘリコプタ(パロット社製AR.Drone)を使用する。学生は、まず、手動で小型ヘリコプタを操作する。手動での操作の面白さを感じながらも、意図したとおりに制御する難しさを実感してもらう。次に、画像処理により特定の色紙を検出し、その方向を向く制御を行っている小型ヘリコプタを観察してもらう。これにより制御の必要性と画像処理の使用事例を確認してもらうことができる。このように、操作して楽しく、観察して制御と画像処理の意義を体験できる教材とすることで、学生の興味・関心を引き、意欲を喚起できると考えた。

これまでに、平成24年度から平成26年度の弓削商船高等専門学校電子機械工学科の1年生を対象として、開発した教材の効果を確かめるための実験を行ってきた。本論文では、この三年間の実験結果について報告するとともに、結果を考察する。なお、本教材で使用する小型ヘリコプタは、一般的には「ドローン」と呼ばれている。しかし、教材開発当初、この名称は一般的ではなかったため、「小型ヘリコプタ」を使用していた。本論文でも同様に「小型ヘリコプタ」を使用する。

* 電子機械工学科

** 小山工業高等専門学校電気電子創造工学科



図 1 AR.Drone の外観

2. 実験方法

2. 1 小型ヘリコプタ

小型ヘリコプタには、パロット社製 AR.Drone を用いた。価格は、バッテリーを含め 3 万円未満で購入可能である。図 1 に外観を示す。AR.Drone は、カメラの他に、超音波センサやジャイロスコープなどを搭載しており、カメラからの画像を見ながら、高度やロール、ピッチ、ヨー角を操作することができる。ピッチ角を操作することにより前後の移動を行い、ロール角を操作することにより左右の移動を行う。そして、ヨー角を操作することにより、その場での左右回転を行うことができる。

通常、AR.Drone は iPhone や iPad など Wi-Fi により、無線で操作するが、PC で操作することも可能である。PC での操作、プログラミングを行うためには、ソフトウェアライブラリ (AR.Drone SDK) が必要であるが、これは無償で提供されている。そして、操作のインターフェースとして、飛行機のゲーム用として使用されているジョイスティック (CYBORG 社製, F.L.Y) を用いた。ジョイスティックの外観と操作方法を図 2 に示す。ジョイスティックでの操作は、学習者が直感的に操作できるようにプログラムを行った。ジョイスティックを前側に倒すと、AR.Drone は前進し、後ろに倒すと後進する。同様に左右に倒すと左右に移動する。また、ジョイスティックを左右にひねることにより、その場での左右回転を行うことができる。また、ジョイスティック上端にあるホイールを回すことにより、高度を調整することができる。ホイールを上回すことにより、上昇し、下に回すことにより下降する。

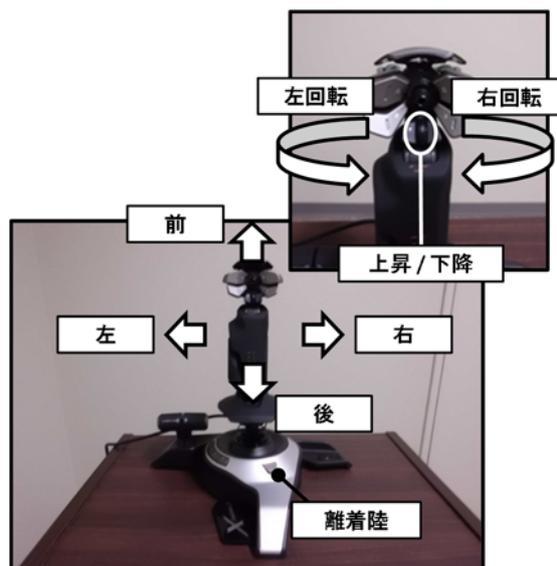


図 2 ジョイスティックの外観と操作

2. 2 実験手順

本教材の効果を確認するため、制御工学および画像処理工学を学んでいない弓削商船高等専門学校の平成 24 年度、25 年度、26 年度の電子機械工学科 1 年生をを実験協力者とし、アンケートを実施した。実験手順について述べる。次のような流れで実験を行う。

- (1) 制御と画像処理について具体的な使用例を挙げ、簡単に説明を行う (学生は制御および画像処理について知識がないため)。
- (2) 小型ヘリの操作方法について説明する。
- (3) 対象者に PC のディスプレイに写った小型ヘリコプタのカメラ画像を確認しながら、赤い色紙を追跡するように小型ヘリを操作させる (1 分程度)。
- (4) 自動追跡機能を実行し、赤い色紙を自動追跡させ、学生にこれを観察してもらう。
- (5) アンケートを記入してもらう。

実験手順の (1) は対象者全員に対して、講義と同じように同時に説明し、実験手順の (2) 以降は個別に実施する。

本実験において用いたアンケートを表 1 に示す。アンケートは、制御と画像処理で言葉を変えただけの質問をそれぞれ 4 項目 (a1~4, b1~4) とその他として 2 項目 (c1, c2) の合計 10 項目の質問とした。c2 以外の質問に対する回答は、「よくあてはまる」、「あてはまる」、「どちらでもない」、「あてはまらない」、「全くあてはまらない」の 5 段階とした。

表1 アンケート

制御に関するアンケート	
a 1.	制御に興味がありましたか？
a 2.	講義の後、制御に関する興味・関心は高くなりましたか？
a 3.	制御をもっと知りたいですか？
a 4.	制御を使用した機械を作ってみたいですか？
画像処理に関するアンケート	
b 1.	画像処理に興味がありましたか？
b 2.	講義の後、画像処理に関する興味・関心は高くなりましたか？
b 3.	画像処理をもっと知りたいですか？
b 4.	画像処理を使用した機械を作ってみたいですか？
その他のアンケート	
c 1.	本講義は楽しかったですか？
c 2.	コメント等がありましたら、記入して下さい。

3. 実験結果

平成 24, 25, 26 年度の制御に関するアンケート結果を図 3, 図 4, 図 5 に、画像処理に関するアンケート結果を図 6, 図 7, 図 8 に示す。結果はパーセンテージで示し、質問内容を簡潔に左側に記載した。

また、その他のアンケートの c1. の結果は、「よくあてはまる」と「あてはまる」を足したものは、平成 24 年度からそれぞれ、93% (88%, 5%), 92% (57%, 35%), 89% (47%, 42%) であった。() 内の二つの値は、「よくあてはまる」と「あてはまる」の結果である。どの年度も、多くの学生が楽しく取り組めたようである。そして、c2. の質問に対してコメントを記入してくれた学生は、平成 24 年度からそれぞれ、60%, 16%, 37% と大きくばらついた。コメントは、「楽しかった」のような感覚的なコメントの他に、「もっと制御のことにについて知りたい」、「画像処理を使ったロボットなどを見てみたい」、「ロボットの構造や動きを知りたい」、「もう少し詳しく知りたい」、「プログラムの内容をしりたい」など意欲的なコメントもあった。また、「人の操作では簡単にできないことが、画像を用いた制御によって、とても簡単にできていることに驚いた」、「手動と自動での制御の違いを実感できた」など理解を表すコメントもあった。

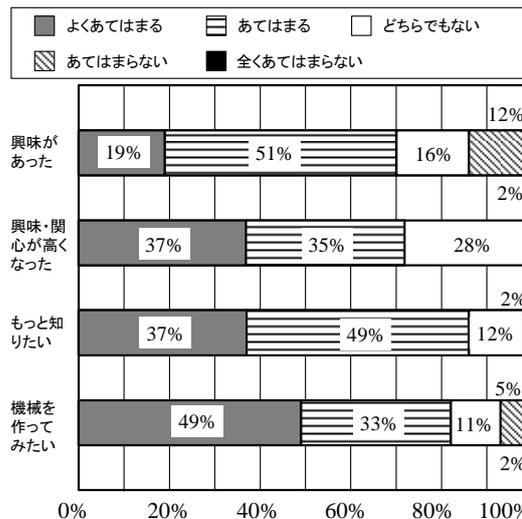


図3 平成24年度 制御に関するアンケート結果

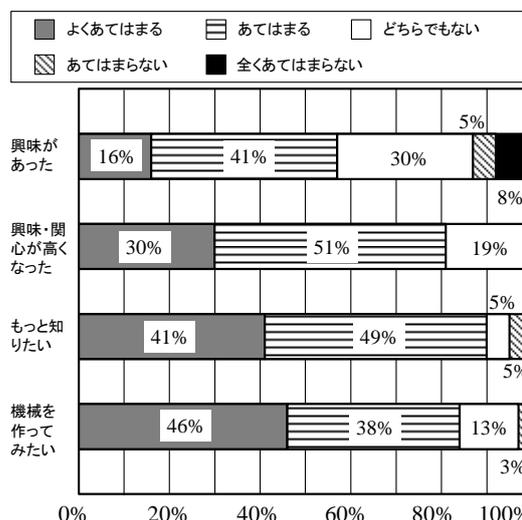


図4 平成25年度 制御に関するアンケート結果

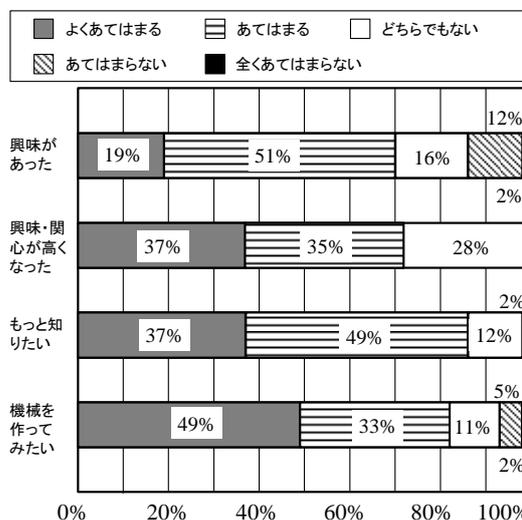


図5 平成26年度 制御に関するアンケート結果

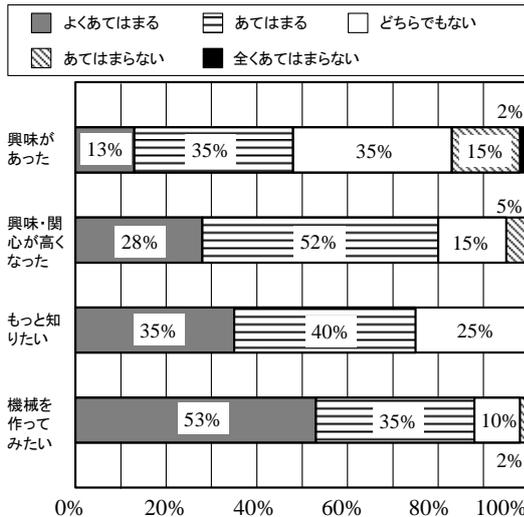


図6 平成24年度 画像処理に関するアンケート結果

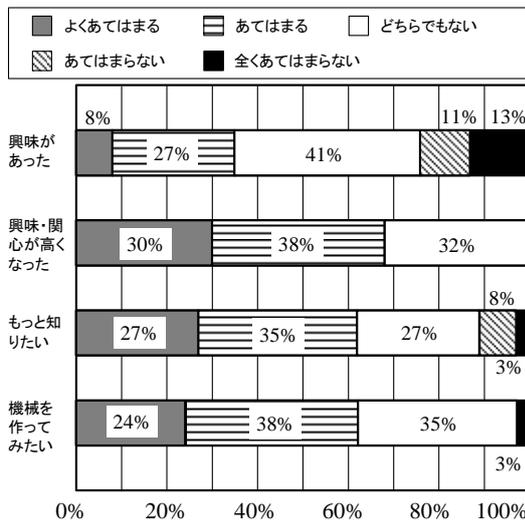


図7 平成25年度 画像処理に関するアンケート結果

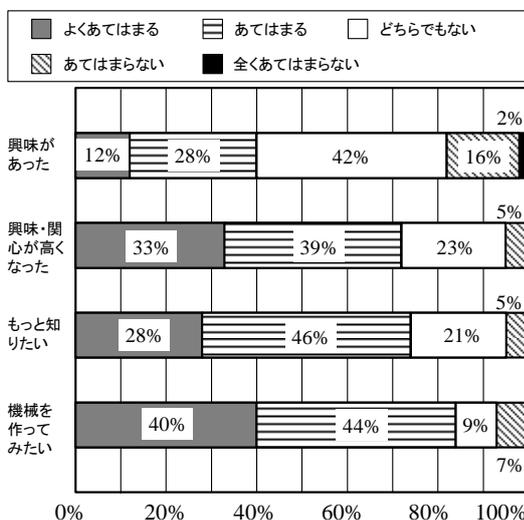


図8 平成26年度 画像処理に関するアンケート結果

4. 考察

4.1 制御に関する結果について

実験前から制御に興味を持っていた学生の割合は、「制御に興味がありましたか?」という質問に対して、「よくあてはまる」、「あてはまる」を選択した学生であると考えられるので、図3, 4, 5から、年度順に73%, 57%, 70%であり、年度によって10%程度の差が見られた。しかしながら、もともと興味を持っている学生が多いことがわかる。これは実験協力者が、電子機械工学科の学生のためだと考えられる。

そして、「実験後、興味・関心が高くなったか?」という質問に対して「あてはまる」「よくあてはまる」と回答した学生は、年度順に88%, 81%, 72%であり、三年間の全てで、多くの学生が制御に対して興味・関心が高くなっていた。また、「もっと知りたいか?」、「制御を使用した機械を作ってみたか?」という質問に対して、「あてはまる」「よくあてはまる」と回答した学生の割合は、全ての年度で80%以上であった。これは、学生の多くが年度に関わらず、制御に対して意欲的になったことを表している。

特に三年間の中でももともと、興味をもっていた学生の割合が最も低かった平成25年度に注目する。この年度の学生は、興味・関心が高くなったと答えた学生は81%であり、さらに、もっと知りたいと回答した学生は、90%であり、これは三年間の中で最も高い割合となった。平成24年度の学生と比べ、もともとの興味・関心が16%程度低かったが、実験後の意欲に関しては、ほぼ同等となっていることがわかる。これらの結果は、本教材が制御工学に対して、意欲を喚起できる効果があることを示している。

4.2 画像処理に関する結果について

実験前から画像処理に興味を持っていた学生の割合は、「画像処理に興味がありましたか?」という質問に対して、「よくあてはまる」、「あてはまる」を選択した学生であるとされる。つまり、興味を持っていた学生の割合は、年度順に図6, 7, 8から48%, 35%, 40%であり、ばらつきはあるものの、どの年度でも3割以上の学生が興味を持っていたことがわかった。これは予想以上の高い値であった。画像処理は、基本的には情報系の分野であり、電子機械工学科の学生の興味・関心は非常に低いと推測していた。おそらく、デジタルカメラやスマートフォンなどが普及し、画像を撮る、加工することが身近になったため、電子機械工学科でも、もともと画像処理に対して興味を持った学生がある程度いたのだと考えられる。

「実験後、興味・関心が高くなったか？」という質問に対して「あてはまる」「よくあてはまる」と回答した学生は、年度順に80%、68%、72%であり、制御での回答と比較するとやや低い。が、三年間の全てで、多くの学生が画像処理に対して興味・関心が高くなっていった。

また、「もっと知りたいか?」、「画像処理を使用した機械を作ってみたいか?」という質問に対して、「あてはまる」「よくあてはまる」と回答した学生の割合は、平成24年度、26年度においては、70%以上となった。特に「機械をつくってみたいか?」という質問に対しては、80%以上の学生が「あてはまる」「よくあてはまる」と回答した。これは、制御での結果とほぼ同等であり、非常に良い結果であった。平成25年度においても60%以上の学生がこれらの質問に対して、「あてはまる」「よくあてはまる」と回答した。これらの結果は、多くの学生が画像処理に対して意欲が向上したことを示しており、本教材の有効性を示した結果だといえる。

本教材を用いた実験結果から、制御とともに画像処理においても意欲が向上しており、両方に対して意欲を喚起させる効果があることを示している。

5. おわりに

本稿では、これまで開発してきた制御工学と画像処理工学の導入教材の三年間の実験結果について報告し、考察した。本教材は、小型ヘリコプタを使用し、手動での操作、自動での動作の観察を行うことで制御と画像処理に対して、意欲を喚起させることを目的とし開発されたものである。これまで、平成24年度から平成26年度までの電子機械工学科1年生を実験協力者として、本教材の効果を確かめる実験を行ってきた。年度により、もともとの興味関心にはある程度の違いがみられたが、制御に関しては、実験後はどの年度でもほぼ同様に意欲的になった結果が得られた。画像処理に関しても、年度により違いは見られたが、実験後、意欲的になった結果が得られた。このような実験結果から、本教材は、制御および画像処理、それぞれに対して個別に意欲を喚起するだけではなく、両方に対して同時に意欲を喚起する効果があることを確認した。

また、本教材の実験を楽しみ多くの学生が感じてくれたことから、今後も同様の取り組みを行っていきたい。さらに別のセンサを使ってみたいなどのコメントもあったため、色々なセンサを使用した教材開発も検討したい。今後も教材開発を続け、学生の意欲向上に努めたい。

参考文献

- [1] 関淳也, 青山元, 石川和良, 石村佐緒里, 和田迫鉄矢, 足立佳儀, 薩見雄一, 横田和隆, 尾崎功一, 山本純雄: 視覚によるライン・トレースと磁気タグの併用による走行制御を用いた搬送ロボットの開発, 日本ロボット学会誌, 27-8, pp833-841, (2009)
- [2] 日立オートモティブシステムズ株式会社: 走行制御システム <http://www.hitachi-automotive.co.jp/products/dcs/index.html>
- [3] 富士重工株式会社, 運転支援システム EyeSight, Web ページ, <http://www.subaru.jp/eyesight/digest/>
- [4] 大澤茂治, 風間晋吾, 嘉藤俊介, 渡邊信一, 尾崎功一, 石川洋平, 田中稔, 並木俊郎, 諏訪芳久, 廣瀬晃: 画像処理による円筒形状製品の傷検査装置の開発, 精密工学会誌, 76-8, pp955-959, (2010)
- [5] Rahok SAM ANN, Shigeji Osawa, Hirohisa Oneda, Takuya MATSUDA, Koichi OZAKI : Development of a Motivational Material Using Visual Feedback to Bring Technical College Students Closer to Control Engineering, Proceedings of the 1st Asian Conference on Information Systems, pp.143-146, (2012)
- [6] Rahok YOKOKAWA SAM ANN, Hirohisa Oneda, Shigeji Osawa, Koichi OZAKI : Development of a Teaching Material that Can Motivate Students to Learn Control Engineering and Image Processing, The 17th IEEE International Conference on Computational Science and Engineering , pp.413-419, (2014.)
- [7] 大澤茂治, 大根田浩久, ラホック サム アン, 尾崎功一: 小型ヘリコプタを用いた制御および画像処理工学の導入教育教材の開発, 弓削商船高等専門学校紀要 第37号, pp.41-46, (2015)