

# e-nuvo WHEEL を用いた学生実験事例

金沢大学 理工研究域 電子情報学系

金子修

## 1. はじめに

本学電子情報学類・電気電子コース 3年生向けに行っている学生実験の一つとして、e-nuvoWHEELを用いた制御実験を導入し、昨年度より実施している。ここでは、その実施状況と経過を簡単に報告する。



## 2. 学生実験のねらい

ここでの学生実験のねらいは、以下の点にある。

- ・ 実験を通して、制御の基礎（古典制御，現代制御，制御系 CAD）を学ぶ。
- ・ 制御の「楽しさ」や「本質」を，実験を通して体感する。

## 3. 学生について

### 3. 1 対象学生とその専攻学問

- ・ 電子情報学類 電気電子コース 3年後期（電気電子工学を学ぶ学部 3年生）
- ・ 実験まで習得している関連講義  
システム制御の基礎的数学（2年後期），古典制御（3年前期），現代制御（3年後期）。

### 3. 2 実験の規模

- ・ 1学年 60～70名を4班へ... 1班 16～18名
- ・ 1班を5グループへ...3～4名で1グループ
- ・ 1グループ3～4名につき1台のe-nuvo WHEEL. 制御系設計と解析は1人1台の計算機上でMatlab /Simulink (Mathworks Inc)を使って行われる。
- ・ 学期中15回開講。うち12回が実験（残り3回はガイダンス，レポート指導日等）。
- ・ 1班の実験期間は週1回4時間程度×3回

## 4. 学生実験の内容

- ・ 1回目 古典制御による倒立二輪の安定化制御  
伝達関数モデリング，安定化制御器の設計（PD制御），制御系のシミュレーション，実装と実験，考察
- ・ 2回目 現代制御（状態フィードバック）による倒立二輪の安定化制御  
状態空間モデリング，安定化状態フィードバックゲインの設計（極配置），制御系の

シミュレーション, 実装と実験, 考察

- 3回目 現代制御 (状態FB) による倒立振子 の安定化制御  
2回目と同じ内容と倒立振子に対して行う.

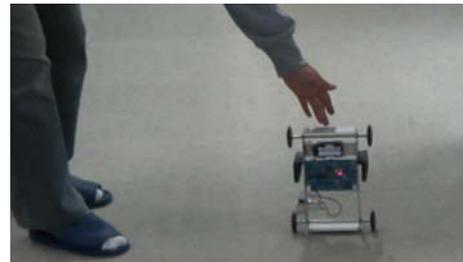
## 5. 実験で学んでほしいポイント

- 対象の特性を理解しているか?
- 伝達関数・状態空間は導出できるか?
- 安定化制御器 (PD (PID) 制御, 極配置による状態FB) を設計できるか?
- Simulink/Matlab を用いた制御系のシミュレーションはできるか?
- 実装し立たせることができるか? できなければ何が原因か調べられるか?
- 実験結果の考察は?

## 6. 実験の様子 (一例)



設計の様子



安定化制御の様子 (外乱を印加)

## 7. 学生の反応

学生の実験レポートに感想を記述してもらった. 概ね, 以下のような感想であった.

- 安定化させたときは達成感, 感動
- 制御の楽しさを感じた
- 細かいことはわからないが面白かった
- 実際に制御することの難しさを感じた

ほとんどの学生がかなり満足している様子であり, 制御の楽しさと本質 (一部) を体感したという点では, 予定通りと考えている.

## 8. おわりに

ここでは, e-nuvo WHELL を用いた学生実験の事例を紹介した. まだ改善の余地はあるが, 学生にとって実りのある実験となるよう絶えず改良に努めていきたい. なお, 競技形式で実験を進めたり, 同定の話も取り入れるなどのバリエーションも現在検討中である.