

クアッドコプターを用いた異なる視点に基づく熟練者の操作特性学習

惣田晃平 指導教員：前田陽一郎

1. 緒言

近年人間の操縦スキルを学習により獲得する研究などが数多く行われてきた[1]. 本研究室でもラジコンカーなどの操作特性を学習し、これにより自動操縦実験などを行ってきた[2].

本研究ではニューラルネットワークの一種である CMAC を用いて、クアッドコプターというより複雑な制御対象における熟練者の操作特性獲得実験を行なった. また、獲得された CMAC マップからファジニューラルネットワークを用いてルールを生成し、熟練者と初心者のルール、熟練者における操作視点の違いによるルールの差を分析した.

2. 人間の操作特性獲得手法

本研究では、オペレータが操作するコントローラの入力情報を教師信号として、本研究室で提案された適応学習 CMAC (AL-CMAC) [2] によりリアルタイム学習を行う (図 1 参照). その後オフラインで、学習により獲得した CMAC マップからファジニューラルネットワーク (FNN) によってファジルール抽出を行ない、操作者による操縦知識を解析する.

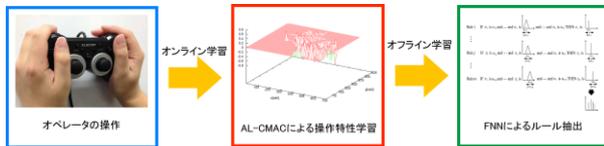


図1. 操作特性のルール抽出手順

3. クアッドコプターの操作特性獲得実験

本実験では制御対象を図2に示したホビー用ヘリコプター (AR. Drone 2.0) とし、図3に示した操作環境においてスタート (S) から途中の2カ所の輪をくぐり抜けながらゴール (G) までを、操作者に5回操縦してもらい、これらの操作入力を教師信号とした. roll角, pitch角, yaw角, 高度の4つの値を学習させることによりクアッドコプターの操作特性獲得を行った.



図2. クアッドコプター外観

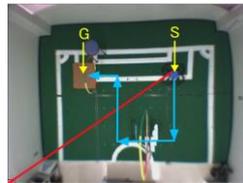


図3. 実験の操作環境

roll角の操作により得られた適応学習 CMAC の学習結果と、FNNにより抽出したファジルールのメンバーシップ関数とシングルトンのそれぞれ一部を図4～図7に示す.

メンバーシップ関数がチューニングされ中心値が集中している箇所は、左右への操作が切り替わる状態や、複雑な操作を必要とする状態を示している. これより、メンバーシップ関数が集中している状態は、輪をくぐるような複雑な操作や左右の操作の切り替えを行っている場所であることがわかった. また、シングルトンは0付近に集中しているため、微小な操作を行っていたことがわかった.

さらに、視点1 (操作環境後方の天井より見下ろす視点) は CMAC マップ上で学習されたセルが必要最低限であるが、視点2 (制御対象の搭載カメラからの視点) はより多く分散していることがわかる. しかし、視点1と比べ視点2はシングルトンの値がより0付近に集中している. これは、視点1は機体の位置や状態を客観的に見ることができるが、視点2は機体の位置や状態が確認しにくく、機体の制御を慎重に行っているものと考えられる.

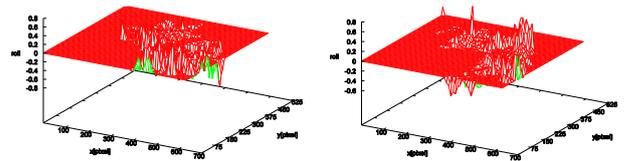


図4. roll角のCMACマップ (視点1)

図5. roll角のCMACマップ (視点2)

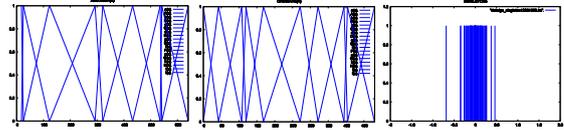


図6. roll角のメンバーシップ関数(X, Y)とシングルトン (視点1)

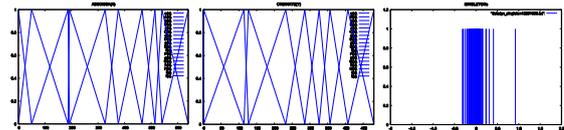


図7. roll角のメンバーシップ関数(X, Y)とシングルトン (視点2)

4. 結言

本研究ではAL-CMACとFNNを用いたクアッドコプターの操作特性獲得実験を行なった. これにより操作特性をファジルール化し、熟練者と初心者の操作技術の違いや、視点の違いが操作にどのような影響を与えるのかを検証することができた.

参考文献

- [1] 田伏, 萩原: “ファジ推論ニューラルネットワークを用いたテトリスのスキル獲得のための自動学習,” 日本ファジ学会誌, Vol. 11, No. 6, pp. 1089-1097, 1999.
- [2] 庄瀬, 前田: “適応学習 CMAC による熟練者のスキル獲得とファジニューラルネットワークによるルール抽出, 第27回ファジシステムシンポジウム,” pp. 1153-1158, 2011.