

概 要

近年、ロボットの高性能化に伴い、さまざまな作業を自律ロボットに代行させるようになってきた。しかしながら、高性能化されたロボットでも、環境が複雑化することによって目標とする行動が実現できない場合がある。そのような場合でも、熟練者が操作を行うことによって、ロボットが目標としている行動を実現できることが多い。

本研究では、熟練者の操作を教師信号として、CMAC 学習を用いることによって、熟練者の操作特性を獲得し、解析する手法を提案する。CMAC 学習アルゴリズムはニューラルネットワークの一種で、学習速度は速いが、学習結果が CMAC マップと呼ばれる数値データで出力されるため、人間にとっては理解が難しいという問題点がある。そこで本研究では、後件部シングルトン値をニューラルネットワークでチューニングし、ファジィルールを自動で学習することのできるファジィニューラルネットワーク (FNN) を用いて CMAC マップからファジィルールの抽出を行った。ここでは抽出したファジィルールと CMAC マップを比較することにより、操作特性の解析を行った。

本手法の有効性を検証するために、学習対象として一般に市販されているクアッドコプターを用いることにした。ここでは操作者はクアッドコプターに取り付けられている、フロントカメラの映像をもとにコントローラで操作する。このとき、クアッドコプターから得られる複数の状態入力とコントローラの制御出力を、CMAC 学習の教師信号として学習を行う。本実験により、CMAC マップに表れる特徴と獲得されたファジィルールから熟練者の操作特性が獲得されることが確認できた。

Abstract

In recent years, with improvement of robot performance, autonomous mobile robots have been given variety of tasks. There are some cases where desired behaviors cannot be realized according to the complexity of environment. Even in such cases, it is possible for a robot to achieve some behaviors by controlling by expert.

In this research, considering operation of expert persons as teaching signals, we proposed a method to acquire and analyze their operating characteristics by using CMAC learning algorithm. CMAC is a kind of neural network. Although the learning speed is fast, there is still a problem for CMAC learning algorithm that it outputs the learning results, called CMAC map, in numerical data which is difficult to be understood. Therefore, fuzzy neural network (FNN) is used to extract fuzzy rules from CMAC map, which can adjust the singleton value by neural network and learn fuzzy rules automatically. The operating characteristics are analyzed by comparing the extracted fuzzy rules and CMAC maps.

In order to verify the effectiveness of this method, we used quad copter, which is commercially available, as a learning object. In this research, operator's control is based on the image of the front camera mounted on the quad copter. Then, learning is performed by using multiple self-state variables obtained from quad copter as teaching signal for CMAC learning. Experiments indicated that operating characteristics of expert persons can be obtained from characteristic appearing in the CMAC map and fuzzy rules by using proposed method.