

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG6180278

ชื่อโครงการ: การใช้เมตาดาฮิวริสติกส์ช่วยในการออกแบบระบบควบคุมแบบคงทนสำหรับเครื่องบินไร้คนขับและ
การวางแผนการเคลื่อนที่ของแขนกล

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน รศ.ดร.ณัฐวิวัฒน์ พลดี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อีเมล: nantiwat@kku.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาและประยุกต์เมตาดาฮิวริสติกทั้งแบบหนึ่งและแบบหลายฟังก์ชันเป้าหมายสำหรับการออกแบบระบบควบคุมแบบคงทนและเหมาะสมที่สุดของอากาศยานไร้คนขับ รวมไปถึงการออกแบบหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบหลายฟังก์ชันเป้าหมายของปัญหาการวางแผนการเคลื่อนที่ของแขนกล โดยงานวิจัยนี้เริ่มจากการประยุกต์ใช้เมตาดาฮิวริสติกที่มีชื่อว่า differential evolution algorithm หรือ DE สำหรับการหาค่า control gain เหมาะที่สุดของระบบควบคุมแบบ PID ระบบควบคุมแบบ LQR และระบบ LQR ที่มี integral action ผลที่ได้พบว่าระบบควบคุมแบบ PID มีประสิทธิภาพในเชิงของความเร็วในการตอบสนอง ในขณะที่ระบบควบคุมแบบ LQR และระบบ LQR ที่มี integral action มีประสิทธิภาพในเชิงของการกำจัด steady state error ทั้งนี้ยังพบว่า ทั้งระบบควบคุมแบบ LQR และระบบ LQR ที่มี integral action มีความคงทนต่อการสัญญาณรบกวน หลังจากนั้นงานวิจัยได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เมตาดาฮิวริสติกแบบหลายฟังก์ชันเป้าหมายเพื่อออกแบบหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาการวางแผนการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบหลายฟังก์ชันเป้าหมาย เมตาดาฮิวริสติกแบบหลายฟังก์ชันเป้าหมายที่ถูกพัฒนาเอาไว้แล้วหลากหลายวิธีได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการหาคำตอบในเชิงของความเร็วในการหาคำตอบและความเสถียร ผลที่ได้พบว่าวิธี Two-Arch2 มีประสิทธิภาพสูงสุดในเชิงของความเร็วในการหาคำตอบในขณะที่วิธี DEMO มีประสิทธิภาพสูงสุดในเชิงของความเสถียร หลังจากนั้นงานวิจัยนี้ได้พัฒนาเมตาดาฮิวริสติกแบบหลายฟังก์ชันเป้าหมายโดยใช้เทคนิคของตัวแปรแบบปรับตัวได้ มีชื่อว่า self-adaptive multiobjective real-code population-based incremental learning hybridised with differential evolution (MRPBIL-DE) สำหรับปัญหาออกแบบหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบหลายฟังก์ชันเป้าหมายของการวางแผนการเคลื่อนที่ของแขนกล โดยวิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบกับเมตาดาฮิวริสติกที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันรวมถึง Two-Arch2 และ DEMO ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการหาคำตอบจากการศึกษาก่อนหน้านี้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพพบว่าวิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในเชิงของความเร็วในการหาคำตอบและความเสถียร

คำหลัก : เมตาดาฮิวริสติก การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในงานวิศวกรรม เมตาดาฮิวริสติกแบบตัวแปรปรับตัวได้ ระบบควบคุมการบินที่เหมาะสมที่สุดและคงทนของเครื่องบินไร้คนขับ การวางแผนการเคลื่อนที่ของแขนกล

Abstract

Project Code : MRG6180278

Project Title : Meta-heuristics assisted robust control design of UAVs and robot trajectory planning

Investigator : Assoc. Prof. Dr. Nantiwat Pholdee

E-mail Address : nantiwat@kku.ac.th

Project Period : 2 Years

Abstract:

In this work, Meta-heuristics (MHs) and multi-objective MHs (MOMHs) algorithms are developed and then applied for robust and optimum design of a UAVs flight control and robot trajectory planning optimisation. Firstly, the classical differential evolution algorithm (DE) is applied for tuning a proportional-integral-derivative (PID) controller and linear quadratic regulator (LQR) with an integral action controller for aircraft pitch control. The results obtained reveal that the optimum PID controller is efficient for response speed while the optimum LQR with an integral action controller is efficient for steady state error elimination. Both of the optimum controllers are robust and can handle disturbance rejection. Next, several established multiobjective meta-heuristics (MOMHs) are applied for solving multiobjective time-jerk robot trajectory planning. The results are compared in term of search convergence and search consistency based on a hypervolume indicator. It was found that, Two-Arch2 gives the best convergence while DEMO gives the best search consistency. Among the 8 MOMHs, the Two-Arch2 and DEMO are said to be the top 2 best performers for such a problem. Then, a self-adaptive multiobjective real-code population-based incremental learning hybridised with differential evolution (MRPBIL-DE) is proposed for solving a 6D robot trajectory planning multiobjective optimisation problem. Several multiobjective meta-heuristics (MOMHs) along with the proposed algorithm are used to solve the trajectory optimisation problem of robot manipulators while their performances are investigated. The results indicated that the proposed algorithm is effective and efficient for multiobjective robot trajectory planning optimisation problem.

Keywords : Meta-heuristic algorithm, Engineering optimisation, Self adaptive meta-heuristic, Optimum and Robust flight control of UAVs, Robot trajectory planning.