

INTERVAL TYPE-2 FUZZY INFERENCE SYSTEM
FOR TUNING ADAPTIVE WEIGHTED MULTI-
OBJECTIVE GENETIC ALGORITHM

PONG KUAN PENG

MASTER OF SCIENCE
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU
2013

**INTERVAL TYPE-2 FUZZY INFERENCE
SYSTEM FOR TUNING ADAPTIVE WEIGHTED
MULTI-OBJECTIVE GENETIC ALGORITHM**

PONG KUAN PENG

**Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Science in the School of
Informatics and Applied Mathematics
Universiti Malaysia Terengganu**

October 2013

DEDICATION

To my parents and lectures

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science

**INTERVAL TYPE-2 FUZZY INFERENCE SYSTEM FOR TUNING
ADAPTIVE WEIGHTED MULTI-OBJECTIVE GENETIC ALGORITHM**

PONG KUAN PENG

October 2013

Main Supervisor : Associate Professor Muhammad Suzuri Bin Hitam, Ph.D.

Co- Supervisor : Professor Ismail Bin Mohd, Ph.D.

School : Informatics and Applied Mathematics

Many real world optimization problems involve multi-objectives. Multi-objective problems are problem with two or more objectives and generally conflicting with each other. Multi-objective optimization algorithms goals are converge to the set of Pareto optimal solutions and maintain of diversity among Pareto optimal solutions. Multi-objective optimization approaches can be divided into classical approaches and evolutionary algorithms. Classical approaches generally convert multi-objective function into single objective function and involve decision makers in the search. Evolutionary optimization algorithms use a population based approach in which a set of solutions evolves new solutions in the next generation. The use of population of solutions helps to simultaneously find a set of Pareto optimal solution, thus making evolutionary optimization computationally efficient. Genetic algorithm parameter is the key factor to determine genetic algorithm performance. A lot of computation works are required to tune the parameter value. High crossover and mutation

probability increase the reproduction of the chromosome in the population. However, there is a risk of losing good chromosomes when the population is starting to convergence. Hence, different parameter values are required over the generations as initially determined parameter may not be suitable later on. The use of proper technique to tune genetic algorithm parameter can enhance genetic algorithm performance. In this thesis hybridization of multi-objective genetic algorithm with interval type-2 fuzzy inference system is proposed to improve multi-objective genetic algorithm performance. Interval type-2 fuzzy inference system is used to generate crossover and mutation probability for multi-objective genetic algorithm. By using interval type-2 fuzzy sets, the amount of uncertainty can be reduced, as interval type-2 fuzzy sets have better capabilities to deal with uncertainty. The proposed hybrid approach to solve multi-objective optimization problem is tested on a benchmark ZDT test suite and two objectives traveling salesman problem. The simulation results have shown that multi-objective genetic algorithm with interval type-2 fuzzy inference system could perform better as compared to conventional multi-objective genetic algorithm and multi-objective genetic algorithm with type-1 fuzzy inference system. By automatically regulate genetic algorithm parameters in each generation, the chances of obtaining the Pareto optimal solutions is increased. In the future, investigation can be carried on to test the robustness of proposed approaches on more than two objective problems.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

**PENALAN ALGORITMA GENETIK PELBAGAI OBJEKTIF
BERPEMBERAT MUDAH SUAI MENGGUNAKAN SISTEM TAAKULAN
KABUR SELANG JENIS KE-2**

PONG KUAN PENG

Oktober 2013

Penyelia Utama : Profesor Madya Muhammad Suzuri Bin Hitam, Ph.D.

Penyelia Bersama : Profesor Ismail Bin Mohd, Ph.D.

Pusat Pengajian : Informatik dan Matematik Gunaan

Kebanyakan masalah pengoptimuman melibatkan dua atau lebih objektif. Secara amnya, pelbagai objektif adalah masalah yang melibatkan dua atau lebih objektif, dan pada umumnya pelbagai objektif adalah sentiasa bercanggah antara satu sama lain. Matlamat algoritma pengoptimuman pelbagai objektif adalah mengumpul satu set penyelesaian masalah yang Pareto optimum dan mengekalkan kepelbagaian Pareto optimum. Pendekatan pengoptimuman pelbagai objektif boleh dibahagikan kepada pendekatan klasik dan algoritma evolusi. Biasanya, pendekatan klasik menukarkan fungsi-fungsi pelbagai objektif kepada satu fungsi objektif. Algoritma pengoptimuman evolusi menggunakan pendekatan populasi di mana penyelesaian masalah berkembang kepada penyelesaian masalah yang baru pada generasi yang akan datang. Proses pencarian set Pareto menjadi cekap dengan penggunaan populasi yang melibatkan pencarian serentak. Parameter algoritma genetik mempengaruhi prestasi algoritma genetik. Banyak percubaan yang diperlukan untuk menentukan

nilai parameter yang sesuai Kebarangkalian pindah silang dan kebarangkalian mutasi yang tinggi akan meningkatkan pembiakan kromosom di dalam populasi. Walau bagaimanapun, terdapat risiko bahawa kromosom yang baik di dalam populasi akan dihapuskan. Nilai parameter yang berbeza diperlukan kerana parameter diawal generasi mungkin tidak sesuai digunakan pada generasi kemudian. Prestasi genetik algoritma boleh ditingkatkan dengan menggunakan teknik yang sesuai untuk memperbaharui parameter algoritma genetik. Kacukan diantara algoritma genetik dan sistem taakulan kabur selang jenis ke-2 dicadangkan untuk meningkatkan prestasi algoritma genetik. Sistem taakulan kabur selang jenis ke-2 digunakan untuk menjana kebarangkalian pindah silang dan kebarangkalian mutasi. Dengan menggunakan sistem taakulan kabur selang jenis ke-2, jumlah yang tidak menentu boleh dikurangkan kerana sistem taakulan kabur selang jenis ke-2 mempunyai keupayaan berurusan dengan ketidakpastian dengan lebih baik berbanding sistem taakulan kabur jenis ke-1. Pendekatan yang dicadangkan diuji pada set ujian tanda aras ZDT dan permasalahan perjalanan jurujual. Keputusan simulasi menunjukkan bahawa kacukan algoritma genetik dengan sistem taakulan kabur selang jenis ke-2 mempunyai prestasi yang lebih baik berbanding dengan algoritma genetik yang biasa dan kacukan algoritma genetik dengan sistem taakulan kabur selang jenis ke-1. Dengan mempunyai kelebihan mengawal parameter algoritma genetik pada setiap generasi, kebarangkalian untuk mendapatkan penyelesaian masalah yang mempunyai Pareto optimum akan lebih baik. Pada masa akan datang, penyelesaian masalah yang melibatkan lebih daripada dua objektif boleh dicuba dengan menggunakan kaedah yang dicadangkan.