# แนวทางในการเลือกตัวแปรเจเนติกสำหรับปัญหาออพติไมเซชันแบบหลายวัตถุประสงค์และการประยุกต์สำหรับการสังเคราะห์กระบวนการนำกลับฟีนอล


นายปกรณ์ พรหมอ่อน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

# Guideline for Selection Genetic Parameters in Multi-objective Optimization Problem and Application for Synthesis Phenol Recovery Process

Mr. Pakorn Prom-on

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Chemical Engineering
Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

| | |
|---|---|
| Thesis Title | GUIDELINE FOR SELECTION GENETIC PARAMETERS IN MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION PROBLEM AND APPLICATION FOR SYNTHESIS PHENOL RECOVERY PROCESS |
| By | Mr. Pakorn Prom-on |
| Field of Study | Chemical Engineering |
| Thesis Advisor | Soorathep Kheawhom, Ph.D. |

---

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

..... Dean of the Faculty of Engineering

(Professor Direk Lavansiri, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Assistant Professor Montree Wongsri, D.Sc.)

..... Thesis Advisor

(Soorathep Kheawhom, Ph.D.)

.....Member

(Assistant Professor Muenduen Phisalaphong, Ph.D.)

.....Member

(Amornchai Arpornwichanop, D.Eng.)

ปกรณ์ พรหมอ่อน: แนวทางในการเลือกตัวแปรเจเนติกสำหรับปัญหาออพติไมเซชันแบบหลายวัตถุประสงค์และการประยุกต์สำหรับการสังเคราะห์กระบวนการนำกลับฟีนอล (Guideline for Selection Genetic Parameters in Multi-objective Optimization Problem and Application for Synthesis Phenol Recovery Process) อ.ที่ปรึกษา:อ.ดร.สุรเทพ เขียวหอม,140 หน้า.

ปัญหาวิศวกรรมในอุตสาหกรรมเคมีโดยทั่วไปแล้ว มักเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาออพติไมเซชันแบบหลายวัตถุประสงค์ซึ่งมีความขัดแย้งกัน และมีลักษณะของฟังก์ชันที่สลับซับซ้อน ปัญหาในลักษณะนี้เป็นปัญหาที่ยากในการหาคำตอบ และคำตอบที่ได้อาจเป็นคำตอบไม่แท้จริง ดังนั้น วิธีการออพติไมเซชันในการแก้ปัญหาที่มีความยุ่งยากทั้งสองนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง อีโวลูชันนารี อัลกอริทึมคือวิธีการออพติไมเซชันที่นิยมนำมาใช้แก้ปัญหาดังกล่าว เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่สามารถแก้ปัญหาออพติไมเซชันแบบหลายวัตถุประสงค์ที่มีความสลับซับซ้อนของตัวแปรได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม อีโวลูชันนารี อัลกอริทึมมีข้อด้อยคือ มีพารามิเตอร์ควบคุมค่อนข้างมาก และ ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีความสำคัญต่อคุณภาพและความถูกต้องของคำตอบที่ได้

ในงานวิจัยนี้เราศึกษาผลกระทบของตัวแปรเจเนติก (อัตราการครอสโอเวอร์ และ อัตราการมิวเตชัน) ที่ใช้ในอีโวลูชันนารี อัลกอริทึม สำหรับปัญหาออพติไมเซชันแบบหลายวัตถุประสงค์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาตัวแปรเจเนติกสำหรับ MOGA, NSGA, NPGA, NSGA-II และ SPEA ทั้งนี้ แนวทางในการเลือกใช้ค่าตัวแปรเจเนติกที่เหมาะสม สำหรับปัญหาออพติไมเซชันแบบหลายวัตถุประสงค์ ได้ถูกพัฒนาขึ้น รวมทั้งนำแนวทางในการเลือกใช้ค่าตัวแปรเจเนติก ที่พัฒนาขึ้นได้ไปประยุกต์ใช้กับ ปัญหาการสังเคราะห์กระบวนการนำกลับฟีนอล เพื่อออกแบบกระบวนการและหาจุดดำเนินการที่ดีที่สุดซึ่งมีต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ต่ำสุด และ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด จากผลการทดลองพบว่าแนวทางในการเลือกใช้ค่าตัวแปรเจเนติกที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในแก้ปัญหาการสังเคราะห์กระบวนการนำกลับฟีนอลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี.....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....สุรเทพ เขียวหอม

ปีการศึกษา.....2549.....

## 47703349021: MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORD: EVOLUTIONARY ALGORITHMS/ MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION PROBLEMS

PAKORN PROM-ON: GUIDELINE FOR SELECTION GENETIC PARAMETERS IN MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION PROBLEM AND APPLICATION FOR SYNTHESIS PHENOL RECOVERY PROCESS. THESIS ADVISOR: SOORATHEP KHEAWHOM, Ph.D., 140 pp.

Many real-world chemical industrial problems involve two types of problem difficulty: i) multiple conflicting objectives (Multi-objective optimization) and ii) a highly complex search space. Thus, efficient optimization strategies being capable of solving problems with both types of problem difficulty are important. Evolutionary algorithm (EA) can efficiently solve multi-objective optimization problem with highly complex search space. Unfortunately, EA requires many parameters. Consequently, the selection of the parameters value is important, and has an effect on accuracy and convergence of the solution obtained.

This research focuses on analyzing the effect of genetic parameters (mutation and crossover probability) in evolutionary algorithm for multi-objective optimization problems. In this work, genetic parameters for MOGA, NSGA, NPGA, NSGA-II and SPEA are investigated. Furthermore, the generic guideline to select suitable parameters values for the multi-objective evolutionary algorithms is developed and applied in a case study. The case study involves the problem of synthesis of phenol recovery process. The objective of this problem is to find the suitable operating points providing a minimum total cost and minimum environmental impact. The generic guideline for selection appropriate genetic parameters is successfully applied to the case study.

Department of....Chemical Engineering.....Student's signature.....Pakorn Prom-on.....

Field of study ....Chemical Engineering.....Advisor's signature.....Soorathep Kheawhom.....

Academic year .....2006.....

# ACKNOWLEDGEMENTS

No work of authorship is ever the accomplishment of one individual, and this thesis is no exception. The support is not limited only in my academic life, which the research work and writing this thesis were carried out, it also includes the support in some way, encouragement, or personal involvement during my private life. Thus, it is virtually impossible to mention all those people who have contributed to me and consequently made my life more enjoyable and happy than normal. Hence, in the first place, I would like to thank all these un-named individuals.

I am very grateful to my parents, Soontorn and Phannee Prom-on, for their unconditional love and persistent support. I owe them a giant debt of gratitude. Thus, I am most of all my grateful to my parents, also my very first teacher, who has taught me to know a character. Without this support it would not be possible to prepare a work such as this.

I gratefully acknowledge my advisor Dr. Soorathep Kheawhom for his critical guidance and his firm support during years. I would also thank all of the members of the Control and Systems Engineering Laboratory here in Chulalongkorn University. It has been nice to be here and work with them.

Finally, my appreciation goes to all those individuals who are (and also those who are not) mentioned and who contributed to my knowledge and understanding, and as such find their contribution reflected in my thesis.

# CONTENTS

# CONTENTS (Continued)

# CONTENTS (Continued)

# LIST OF TABLES

# LIST OF FIGURES

PAGE

PAGE

PAGE

PAGE

PAGE

PAGE