การประยุกต์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมกับการสังเคราะห์วงจรขั้นสูง

นางสาว กิ่งกาญจน์ สุขคณาภิบาล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาการคณนา ภาควิชาคณิตศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-552-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 19187622

APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM TO HIGH-LEVEL CIRCUIT SYNTHESIS

Miss Kingkarn Sookhanaphibarn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Computational Science

Department of Mathematics

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-332-552-2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title	Application of Genetic Algorithm to High-Level Circuit Synthesis
By	Miss Kingkarn Sookhanaphibarn
Department	Mathematics
Thesis Advisor	Associate Professor Chidchanok Lursinsap, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

.....Dean of Graduate School
(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman
(Assistant Professor Prabhas Chongstitvatana, Ph.D.)

.....Thesis Advisor
(Associate Professor Chidchanok Lursinsap, Ph.D.)

.....Member
(Peraphon Sophatsathit, Ph.D.)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้แผ่นเดียว

กิ่งกาญจน์ สุขคณาภิบาล : การประยุกต์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมกับการสังเคราะห์วงจรขั้นสูง อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์, 59 หน้า. ISBN 974-332--552-2.

การสังเคราะห์การย้อนกลับระยะสั้นด้วยตัวเอง (Self-recovery Micro-vollback Synthesis) เรียกสั้น ๆ ว่า SMS ได้กลายมาเป็นเรื่องสำคัญในการสังเคราะห์วงจรขั้นสูง ปัญหาของ SMS ประกอบไปด้วยปัญหาของการจัดตารางและการกำหนดหน่วยหน้าที่ ปัญหาการใส่จุดตรวจสอบและปัญหาการหาไมโครโปรแกรมที่เหมาะสม ซึ่งเป็นปัญหาประเภทเอ็นพีสมบูรณ์ (NP-complete) ปัญหาที่มีผู้ศึกษามากที่สุดคือ การจัดตารางและการกำหนดหน่วยหน้าที่ เทคนิคแบบฮิวริสติค (heuristic technique) มากมายได้ถูกเสนอขึ้นมาอันได้แก่ as soon as possible (ASAP), as last as possible (ASAP), integer programming, spring elasticity made), graph-based mobility model และการประยุกต์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม อย่างไรก็ตามยังมีการศึกษาเกี่ยวกับ SMS น้อยมาก และไม่มีใครลองใช้เทคนิคการค้นหาในปริภูมิของคำตอบโดยการประยุกต์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ในวิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้การประยุกต์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมกับปัญหา SMS ซึ่งถูกจำกัดด้วยจำนวนหน่วยหน้าที่ จำนวนขั้นบังคับ จำนวนจุดตรวจสอบและพื้นที่ของหน่วยหน้าที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา คณิตศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต กิ่งกาญจน์ สุขคณาภิบาล

สาขาวิชา วิทยาการคณนา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวเพียงแผ่นเดียว

4072211023 : MAJOR COMPUTATIONAL SCIENCE

KEY WORD: HIGH-LEVEL SYNTHESIS / GENETIC ALGORITHM / SELF-RECOVERY / MICRO-ROLLBACK

KINGKARN SOOKHANAPHIBARN : APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM TO HIGH-LEVEL CIRCUIT SYNTHESIS.

THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. CHIDCHANOK LURSINSAP, Ph.D. 59 pp.

ISBN 974-332-552-2.

Self-recovery Micro-rollback Synthesis (SMS) has currently become an important issue in the high-level circuit synthesis. The problem of SMS combines the problem of functional unit scheduling and assignment with the problem of checkpoint insertion and microprogram optimization. It has been shown that these problems are NP-complete. The most studied problem is the functional units scheduling and assignment. Several heuristic techniques, including as soon as possible (ASAP), as last as possible (ALAP), integer programming, spring elasticity model, graph-based mobility model, and genetic algorithm, are proposed. However, few studies are on the self-recovery micro-rollback synthesis and the technique of solution space searching by genetic algorithm is not attempted. In this thesis, we study the feasibility of genetic algorithm to the problem of SMS constrained only on the number of functional units, number of control steps, number of checkpoints and the functional unit areas.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา คณิตศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต กิงกาญจน์ สุขคนหล

สาขาวิชา วิทยาการคณนา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my deepest gratitude and sincere appreciation to my thesis advisor, Dr. Chidchanok Lursinsap, for his invaluable guidance, constructive suggestions and constant encouragement throughout the thesis period. His enthusiasm and support have been of great help during my study.

Also, special thanks to The Shell Centennial Education Fund for its financial support of my tuition fee and all research expense.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER		PAGE
	Thai Abstract	iv
	English Abstract	v
	Acknowledgments	vi
	Table of Contents	vii
	List of Tables	ix
	List of Figures	x
I	**INTRODUCTION**	1
	1.1 Problem Identification	1
	1.2 Objectives	3
	1.3 Scope of Work	3
II	**LITERATURE REVIEW**	5
	2.1 Review of Literatures Related to High Level Synthesis with Micro-Rollback Capability	5
	2.2 Review of Literatures Related to Genetic Algorithm	6
III	**THEORETICAL BACKGROUND**	7
	3.1 The Problem of High Level Synthesis with Micro-Rollback Capability	7
	3.2 Genetic Algorithm	10
	3.3 Genetic Algorithm Basis	12
	3.4 Principal Factors of Genetic Algorithm	14
	3.4.1 Encoding Scheme	14
	3.4.2 Cost and Fitness Function	14
	3.4.3 Crossover and Mutation	15

IV DESIGN AND IMPLEMENTATION.....18

4.1 Encoding Scheme.....21

4.2 Mutation.....27

4.3 Crossover Operation.....29

4.4 Cost and Fitness Function.....31

V EXPERIMENTS AND RESULTS.....34

VI CONCLUSION.....45

REFERENCES.....46

CURRICULUM VITAE.....48

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
4.1	Module library	24
4.2	The cost and fitness function	33
5.1	Comparisons between the number of control steps with and without checkpoint constraint	36
5.2	Microprogram of DCT example	44

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

3.1 The self-recovery micro-rollback process operation....9
3.2 Lifetimes of intermediate variables for CDFG of Figure 3.1....10
3.3 An error surface....11
3.4 Structure of Genetic Algorithm....13
3.5 An example of crossover....16
3.6 An example of mutation....17
4.1 The flowchart of genetic algorithm process....20
4.2 Evolution process....21
4.3 An example of as-soon-as-possible scheduling....23
4.4 An example of a CDFG....25
4.5 The control steps, the delay time of each functional unit, and the checkpoints of CDFG....26
4.6 The data dependency array (DDA) of the CDFG in (a) and the resource and rollback array (RRA) of the CDFG in (b)....27
4.7 An example of (a) mutated DDA and (b) RRA....28
4.8 Crossover operation....29
4.9 (a) RRA of parent1, (b) DDA of parent1, (c) RRA of parent2 and (d) DDA of parent2....30
4.10 (a) RRA of child1, (b) DDA of child1, (c) RRA of child2 and (d) DDA of child2....31
5.1 An example of symbol defined in the experiment....35
5.2 The final CDFG without checkpoint insertion in case (1,0,1,1)....37
5.3 The final CDFG with checkpoint insertion in case (3,0,3,0)....38
5.4 The final CDFG with checkpoint insertion in case (2,0,2,0)....39
5.5 The final CDFG with checkpoint insertion in case (1,1,2,1)....40
5.6 The final CDFG with checkpoint insertion in case (1,1,1,1)....41
5.7 The final CDFG with checkpoint insertion in case (1,0,1,1)....42

5.8 The Discrete Cosine Transform example.....43

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย