

การสร้างภูมิคุ้มกันความผิดพร่องสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมชนิดกำหนดเป้าหมาย  
การเรียนรู้

นายคำรณ สุนด์



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-340-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# **FAULT IMMUNIZATION FOR SUPERVISED ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**



Mr. Khamron Sunat

สถาบันวิทยบริการ

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

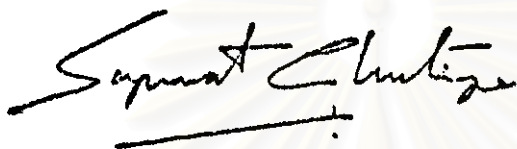
Academic Year 1998

ISBN 974-332-340-6

Thesis Title    Fault Immunization for Supervised Neural Networks  
By                Mr.Khamron Sunat  
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. )

คำารณ อนุมัติ : การสร้างภูมิคุ้มกันความผิดพลาดสำหรับโครงข่ายประสาทเทียม  
ชนิดกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (FAULT IMMUNIZATION FOR SUPERVISED  
ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์  
ดร.จิตชนก เหลือสินทรัพย์, 48 หน้า. ISBN 974-332-340-8.

การสร้างภูมิคุ้มกันความผิดพลาดเป็นเทคนิคที่เพิ่มความทนทานต่อการผิดพลาด  
ของโครงข่ายประสาทเทียม เทคนิคของ Chun และ McNamee อยู่บนพื้นฐานของการลองผิด  
ลองถูก ซึ่งใช้เวลาในการคำนวณมาก Lursinsap และ Tanprasert เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์  
เพื่อจับลักษณะสำคัญของการสร้างภูมิคุ้มกันความผิดพลาด อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้กระทำ  
กับแต่ละเซลล์ประสาทแบบเฉพาะที่ ซึ่งอาจจะผิดพลาดมากขึ้นและเวลาในการคำนวณเพิ่มขึ้น  
ในวิทยานิพนธ์นี้ เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบทั่วไปสำหรับการสร้างภูมิคุ้มกันความผิด  
พลาด โดยพิจารณาการสร้างภูมิคุ้มกันแบบทั่วไปเพื่อลดเวลาในการคำนวณ ซึ่งฟังก์ชันต้นทุน  
แบบใหม่เป็นการรวมฟังก์ชันวัดค่าผิดพลาดต่อเป้าหมายและฟังก์ชันวัดภูมิคุ้มกันเข้าด้วยกัน และ  
เสนอขั้นตอนวิธีการหาค่าเหมาะสมแบบสุ่มที่ถูกปรับแก้เพื่อการปรับปรุงความทนทานของโครงข่าย  
ประสาทเทียม มีการพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลการจำลองการทำงานโครงข่ายประสาท  
เทียมมีภูมิคุ้มกันความผิดพลาดเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....คณิตศาสตร์.....

สาขาวิชา.....วิทยาการคอมพิวเตอร์.....

ปีการศึกษา.....2541.....

ลายมือชื่อนิสิต.....*จิตชนก เหลือสินทรัพย์*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*C. Lursinsap*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

# 4072222023 : MAJOR COMPUTATIONAL SCIENCE

KEY WORD: Fault Tolerance / Fault Immunization / Supervised Learning Algorithm /  
Feedforward Neural Networks / Random Optimization.

KHAMRON SUNAT : FAULT IMMUNIZATION FOR SUPERVISED ARTIFICIAL NEURAL  
NETWORKS. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. CHIDCHANOK LURSINSAP, Ph.D.  
46 pp. ISBN 974-332-340-8.

Fault immunization is a technique to further enhance fault tolerance of a neural network. The technique of Chun and McNamee is based on the trial-and-error training, which requires a high computational time. Lursinsap and Tanprasert proposed a mathematical model to capture the characteristic of the fault immunization. However, this model is performed locally to each neuron after training, which may deteriorate the target error and increase the computation time. A generalized mathematical model for the fault immunization is proposed in this thesis by considering the global immunization to enhance the immunity. This model is based on a new cost function, which combines the target error function with the immunization function. We also propose a feasible modified random optimization algorithm to improve the tolerance and several related theorems are proved. From the simulation results, the fault immunity was significantly improved.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....คณิตศาสตร์.....

สาขาวิชา.....วิทยาการคอมพิวเตอร์.....

ปีการศึกษา.....2541.....

ลายมือชื่อนิติกร.....*กษิณ สุชาติ*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*C. Lursinsap*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## Acknowledgments

I am extremely indebted to Associate Professor Dr. Chidchanok Lursinsap, my thesis advisor, for his untired offering me thoughtful and helpful advice in preparing and writing my thesis. Also I would like to thank all of the lecturers for their valuable lectures while I was studying. In particular, I would like to express my deep gratitude to my mother, families, and friends for their encouragement throughout my graduate study.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# CONTENTS

|  | page |
|--|------|
| บทคัดย่อ                                       | iv   |
| Abstract                                       | v    |
| Acknowledgments                                | vi   |
| Chapter  |      |
| I Introduction .....                           | 1    |
| II Fault Tolerance Immunization Concepts ..... | 9    |
| III Weight Vector Relocating Algorithm .....   | 18   |
| IV Experiments and Results .....               | 23   |
| V Conclusions .....                            | 34   |
| References .....                               | 35   |
| Appendix .....                                 | 38   |
| Curriculum Vitae .....                         | 39   |



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย