การสร้างภูมิคุ้มกันความเสียหายสำหรับเวกเตอร์ศูนย์กลางของเซลประสาทชนิดฟังก์ชันพื้นฐานแนวรัศมี

นางสาวกชกร ณ นครพนม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคณนา ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-17-0832-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FAULT IMMUNIZATION FOR THE CENTRAL VECTOR OF A RADIAL BASIS FUNCTION NEURON

Miss Kodchakorn Na Nakornphanom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Computational Science

Department of Mathematics

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-17-0832-7

Thesis Title	FAULT IMMUNIZATION FOR THE CENTER VECTOR OF A RADIAL BASIS FUNCTION NEURON
By	Miss Kodchakorn Na Nakornphanom
Field of Study	Computational Science
Thesis Advisor	Professor Chidchanok Lursinsap, Ph.D.

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

..... Deputy Dean for Administrative Affairs,
(Associate Professor Pipat Karntiang, Ph.D.) Acting Dean, Faculty of Science

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Assistant Professor Jack Asavanant, Ph.D.)

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

..... Member
(Krung Sinapiromsaran, Ph.D.)

นางสาวกชกร ณ นครพนม : การสร้างภูมิคุ้มกันความเสียหายสำหรับเวกเตอร์ศูนย์กลางของเซลประสาทชนิดฟังก์ชันพื้นฐานแนวรัศมี. (FAULT IMMUNIZATION FOR THE CENTRAL VECTOR OF A RADIAL BASIS FUNCTION NEURON) อ. ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร. ชิดชนก เหลือสินทรัพย์, 62 หน้า. ISBN 974-17-0832-7.

โครงข่ายประสาทเทียมชนิดฟังก์ชันพื้นฐานแนวรัศมีได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัญหาของการแบ่งกลุ่มข้อมูลและปัญหาที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพและยังสามารถนำไปใช้ได้จริงในวีแอลเอสไอชิปอีกด้วย ซึ่งตามปกติแล้วโครงข่ายประสาทเทียมชนิดฟังก์ชันพื้นฐานแนวรัศมีใช้ฟังก์ชันที่มีการกระจายตัวแบบเกาส์เซียน ซึ่งถึงแม้ว่าจะเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและมีคุณสมบัติหลายประการที่เป็นประโยชน์ แต่การหมุน การย้ายที่ และ การย่อขนาดรูปร่างของฟังก์ชันนี้ในมิติที่สูงขึ้นนั้นต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ค่อนข้างมาก ในวิทยานิพนธ์นี้เราจึงพิจารณาสองหัวข้อคือ การพัฒนาฟังก์ชันพื้นฐานแนวรัศมีใหม่ที่ใช้เวลา ในการเรียนรู้สั้นลง และ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการสร้างภูมิคุ้มกันความเสียหายของฟังก์ชันพื้นฐานแนวรัศมีแบบวงรีที่ได้นำเสนอและพิจารณาเพียงข้อมูลที่เป็นสองมิติ และทดสอบด้วยชุดข้อมูลปัญหาสำหรับการทดสอบมาตรฐาน ซึ่งผลที่ได้คือเทคนิคของการสร้างภูมิคุ้มกันความเสียหายนี้สามารถเพิ่มพื้นที่ของภูมิคุ้มกันความผิดพร่องเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 2% ถึง 26%

ภาควิชา **คณิตศาสตร์** ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา **วิทยาการคณนา** ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2544

4272201023 : MAJOR COMPUTATIONAL SCIENCE
KEY WORD: FAULT IMMUNIZATION / RADIAL BASIS FUNCTION

KODCHAKORN NA NAKORNPHANOM : FAULT IMMUNIZATION FOR THE CENTRAL VECTOR OF A RADIAL BASIS FUNCTION NEURON. THESIS ADVISOR : PROFESSOR CHIDCHANOK LURSINSAP, Ph.D., 62 pp. ISBN 974-17-0832-7.

Radial basis function can be efficiently applied to the problems of pattern classification and machine learning and is also feasible to implement it on a VLSI chip. Typically, a radial basis function is usually realized by a Gaussian distribution function. Although, this function is popular and has some useful properties, rotating, translating, and scaling the shape of this function in a high dimensional require a costly learning time. In this thesis, two related issues are considered. The first issue concerns the problem of developing a new radial basis function with less learning time. The second issue focuses on the mathematical model of fault immunization of the proposed elliptic radial basis function. We consider only the data in a two dimensional space and test our solutions with some benchmarked data. The immunization technique increases the immunization degree ranging from 2 % to 26 %.

Department Mathematics
Field of study Computational Science
Academic year 2001

Student's signature.....
Advisor's signature.....

Acknowledgements

I would like to acknowledge my advisor, Professor Dr. Chidchanok Lursinsap, at The Advanced Virtual and Intelligent Computing (AVIC) Research Center, for all his great support and patience that tremendously helped me to accomplish this thesis, and also Associated Professor Suchada Siripant for solving many problems occurred in the laboratory, and taking good care of me all the times when we worked together. I would also like to thank Miss Kingkarn, Mr. Khamron, Miss Anocha, Miss Supaporn and all my dear friends, and most importantly, my father, mother and sister for everything they have done for me and being with me in any situation.

May I dedicate this work to all the people as I mentioned above. Without them, this work will never be done. Through out this thesis, I had encountered many problems, but they were so little, compared to all the support given by these people. The encouragement from them was so great, and those impressions will always be in my memory.

Table of Contents

Thai Abstract iv

English Abstract v

Acknowledgements vi

List of Tables ix

List of Figures xi

1 INTRODUCTION 1

1.1 Problems Identification 1

1.2 Literature Review 3

1.2.1 Review of Literatures Related to RBF Neural Networks 3

1.2.2 Review of Literature Related to Fault Tolerance and Immunization 5

2 THEORETICAL BACKGROUND 9

2.1 An overview of Neural Networks 9

2.2 Activation Function 10

2.3 Radial Basis Function (RBF) Neural Networks 13

2.3.1 Radial Basis Function Networks 13

2.3.2 Gaussian Function 15

2.3.3 Multivariate Gaussian Function 16

3 MATHEMATICAL MODEL AND ALGORITHM 17

3.1 Objectives 17

3.2 Scope of Work and Constraints 17

3.3 Mathematical Model of Generic Elliptic Radial Basis Function (GERBF) 17

3.3.1 Cost Function 20

3.4 Mathematical Model of GERBF Fault Immunization Model 21
3.5 Algorithm of Elliptic Radial Basis Function 26
3.6 Algorithm of ERBF Fault Immunization Model 28
3.7 An Example of GERBF Neural Network Algorithm 28
3.8 An Example of GERBF Fault Immunization Algorithm 29

4 EXPERIMENTAL RESULTS 33

5 CONCLUSION 47

REFERENCES 49
CURRICULUM VITAE 51

List of Tables

3.1 An example of GERBF neural network algorithm 31

3.2 An example of GERBF fault immunization algorithm. 32

4.1 The comparison of the improvement of the immunization degree for test set 1. 33

4.2 The results of test set 2_1 (half circle distributions): (a) The result before pruning (b) The result after pruning (c) All the nearest data vectors pairs (d) The result after fault immunization. 36

4.3 The results of test set 2_2 (half circle distributions): (a) The result before pruning (b) The result after pruning (c) All the nearest data vectors pairs (d) The result after fault immunization. 37

4.4 The results of test set 2_3 (half circle distributions): (a) The result before pruning (b) The result after pruning (c) All the nearest data vectors pairs (d) The result after fault immunization. 38

4.5 The results of test set 3_1 (different distribution sinusoidal curve): (a) The result before pruning (b) The result after pruning (c) All the nearest data vectors pairs (d) The result after fault immunization. 39

4.6 The results of test set 3_2 (different distribution sinusoidal curve): (a) The result before pruning (b) The result after pruning (c) All the nearest data vectors pairs (d) The result after fault immunization. 40

4.7 The results of test set 3_3 (different distribution sinusoidal curve): (a) The result before pruning (b) The result after pruning (c) All the nearest data vectors pairs (d) The result after fault immunization. 41

4.8 The results of test set 4_1 (ring-shaped distributions): (a) The result before pruning (b) The result after pruning (c) All the nearest data vectors pairs (d) The result after fault immunization. 42

4.9 The results of test set 4_2 (ring-shaped distributions): (a) The result before pruning. (b) The result after pruning. (c) All the nearest data vectors pairs. (d) The result after fault immunization. 43

4.10 The results of test set 4_3 (ring-shaped distributions): (a) The result before pruning (b) The result after pruning (c) All the nearest data vectors pairs (d) The result after fault immunization. 44

4.11 The comparison of the results (number of hidden units, average epochs and percentage of correct classification rate) obtained from this thesis and [5] before fault immunization. 45

4.12 The comparison of the improvement of the immunization degree for each test set. 46

List of Figures

2.1 Two interconnected biological cells 9

2.2 Three different types of activation Functions (a)Threshold function, (b)Piecewise-Linear Function and (c)Logistic Activation Function 11

2.3 The structure of RBF Neural Network 14

2.4 Illustration of a Gaussian RBF function 15

2.5 Illustration of a multivariate Gaussian function 16

3.1 XOR Problem 19

3.2 Fault immunization process 23

3.3 An example of the immunization degree when center vector is not at the optimal location 24

3.4 An example of the immunization degree when center vector is at the optimal location 25