การสกัดกฎเกณฑ์จากเครือข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการเรียนรู้โดยอาศัยการฉายช่วงหลักพร้อมด้วยตัวประกอบความมั่นใจ

นาง วิภาดา เวทย์ประสิทธิ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4235-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RULE EXTRACTION FROM A TRAINED NEURAL NETWORK USING PRINCIPLE INTERVAL PROJECTION WITH CERTAINTY FACTOR

Mrs. Wiphada Wettayaprasit

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Computer Science

Department of Mathematics
Faculty of Science
Chulalongkorn University

Academic year 2003
ISBN 974-17-4235-5

Thesis Title	RULE EXTRACTION FROM A TRAINED NEURAL NETWORK USING PRINCIPLE INTERVAL PROJECTION WITH CERTAINTY FACTOR
By	Mrs. Wiphada Wettayaprasit
Field of Study	Computer Science
Thesis Advisor	Professor Dr. Chidchanok Lursinsap

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

..... Dean of the Faculty of Science

(Professor Piamsak Menasveta, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Jaruloj Chongstitvatana, Ph.D.)

..... Thesis Advisor

(Professor Chidchanok Lursinsap, Ph.D.)

..... Member

(Associate Professor Jack Asavanant, Ph.D.)

..... Member

(Assistant Professor Krung Sinapiromsaran, Ph.D.)

..... Member

(Assistant Professor Boonserm Kijsirikul, Ph.D.)

..... Member

(Chularat Tanprasert, Ph.D.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิภาดา เวทย์ประสิทธิ์: การสกัดกฎเกณฑ์จากเครือข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการเรียนรู้โดยอาศัยการฉายช่วงหลักพร้อมด้วยตัวประกอบความมั่นใจ. (RULE EXTRACTION FROM A TRAINED NEURAL NETWORK USING PRINCIPLE INTERVAL PROJECTION WITH CERTAINTY FACTOR) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. ชิดชนก เหลือสินทรัพย์, 60 หน้า, ISBN 974-17-4235-5

การจัดทำเหมืองข้อมูลด้วยเครือข่ายประสาทเทียมเป็นเทคนิคหนึ่งที่สำคัญแต่การสกัดกฎเกณฑ์ในปัจจุบันเข้าใจยากเนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้มักติดอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นมากในการสกัดความรู้ที่มีความหมายและสามารถเข้าใจได้ง่าย เช่นการสกัดความรู้ที่อยู่ในรูปของประโยคภาษาอังกฤษ วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอเทคนิคในการสกัดกฎเกณฑ์ความรู้โดยการเรียนรู้จากเครือข่ายประสาทเทียมที่อาศัยช่วงหลักในแต่ละมิติของข้อมูล มีการแสดงค่าตัวประกอบความมั่นใจในความถูกต้องของข้อมูล และมีผลลัพธ์ที่ได้ไม่ติดอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ความรู้ที่ได้อยู่ในรูปแบบของกฎเกณฑ์ "ถ้า-แล้ว" ซึ่งประโยคที่อยู่หลังคำว่า "ถ้า" ในกฎเกณฑ์จะแทนด้วยภาษาธรรมชาติ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในการสกัดกฎเกณฑ์แสดงค่าความถูกต้องเทียบเท่ากับผลลัพธ์ที่ได้จากเครือข่ายประสาทเทียมและสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับฐานข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ได้จริง เช่นฐานข้อมูลโรคมะเร็งทรวงอกจากมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา คณิตศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต Wipihada W.

สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2546

4373835123 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORDS : NEURAL NETWORKS / RULE-BASED / RULE EXTRACTION / NATURAL LANGUAGE

MRS. WIPHADA WETTAYAPRASIT : RULE EXTRACTION FROM A TRAINED NEURAL NETWORK USING PRINCIPLE INTERVAL PROJECTION WITH CERTAINTY FACTOR. THESIS ADVISOR : PROFESSOR CHIDCHANOK LURSINSAP, Ph.D. 60 pp. ISBN 974-17-4235-5

Mining data with a neural network is one of the most significant techniques. But understanding how each feature implies the results is not simple due to the difficult interpretation of those mathematical operations of the network. Hence, extracting meaningful and understandable knowledge in a simple conditional English sentence from a trained neural network is essential. This dissertation proposes a technique for extracting knowledge based on the activation interval projection on each dimensional axis with certainty factor refinement. Without any mathematical expressions, the knowledge is captured in forms of if-then rules that the premises are the conjunction of input feature intervals representing in linguistic quantities. The experimental results from the rule extraction process show comparable classification accuracy with neural networks and can be used with the real world applications such as Wisconsin breast cancer database.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Mathematics Student's signature Wiphada W.

Field of Study Computer Science Advisor's signature

Academic year 2003

ACKNOWLEDGEMENTS

First of all, sincere appreciation has been made to many people who have made this study possible. Particularly, my advisor, Professor Dr. Chidchanok Lursinsap, at The Advance Virtual and Intelligent Computing Center (AVIC), for the support, patience, and thoughtful guidance through out my PhD's program and Prof. Dr. Henry Chu, at The Center for Advanced Computer Studies (CACS), University of Louisiana at Lafayette, USA, for his assistance during my stay in USA for one year. And also, sincere appreciation has been made to the committee of my dissertation, Dr. Jaruloj Chongstitvatana, Associate Professor Dr. Jack Asavanant, Assistant Professor Dr. Krung Sinapiromsaran, Assistant Professor Dr. Boonserm Kijsirikul, and Dr. Chularat Tanprasert, for their valuable time reading my dissertation and comments.

A depth gratitude goes to the Ministry of University Affair for the scholarship and National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC) for some part of the financial support. Finally, special thanks go to all my friends at AVIC laboratory for the help and support.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTENTS

PAGE

THAI ABSTRACT..... iv

ENGLISH ABSTRACT..... v

ACKNOWLEDGEMENTS..... vi

LIST OF TABLES..... ix

LIST OF FIGURES..... x

CHAPTER

I INTRODUCTION..... 1

1.1 Problem Reviews..... 2

1.2 Statement of Problems..... 4

1.3 Objectives..... 5

1.4 Scope of Work..... 5

II RULE EXTRACTION PROCESS..... 8

2.1 Rule Extraction Activation Projection (REAP) Algorithm..... 10

2.1.1 Geometrical Meaning of Activation Equation..... 11

2.1.2 Analytic Geometry in Euclidean Space in Cartesian Coordinates..... 11

2.1.3 Basic Definitions for REAP Algorithm..... 14

2.1.4 REAP Algorithm..... 17

2.2 Rule Extraction Certainty Factor (RECF) Algorithm... 22

2.2.1 Basic Definitions for RECF Algorithm..... 22

2.2.2 RECF Algorithm..... 24

PAGE

2.3 Rule Extraction Natural Language (RENL) Algorithm.. 25
2.3.1 Basic Definition for RENL Algorithm..... 26
2.3.2 RENL Algorithm..... 27
III EXPERIMENTAL RESULTS..... 32
3.1 Generated Ambiguous Data Set..... 32
3.2 Glass Data Set..... 40
3.3 Iris Data Set..... 44
3.4 Wisconsin Breast Cancer Data Set..... 50
IV CONCLUSIONS..... 54
REFERENCES..... 56
VITA..... 60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
Table 3.1	The experimental results of generated ambiguous data set....	35
Table 3.2	The CF rules of generated ambiguous data set with parameter setting $\psi = 5\%$ and $\omega = 50\%$	37
Table 3.3	The CF rules of generated ambiguous data set with parameter setting $\psi = 1\%$ and $\omega = 40\%$	38
Table 3.4	The NL rules of generated ambiguous data set with parameter setting $\psi = 5\%$ and $\omega = 50\%$	39
Table 3.5	The experimental results of glass data set	42
Table 3.6	The experimental results of Iris data set	46
Table 3.7	Performance comparison for Iris data set.....	48
Table 3.8	The experimental results of Wisconsin breast cancer data set	51

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
Figure 2.1	Neural network model.....	9
Figure 2.2	Rule extraction process.....	10
Figure 2.3	Activation values projection.....	13
Figure 2.4	The example of crisp rules for class A.....	16
Figure 2.5	The classification schemes.....	18
Figure 2.6	The vague region.....	23
Figure 2.7	An example of the relation between the natural language terms and the values of each interval.....	26
Figure 2.8	The NL rule base intervals.....	30
Figure 3.1	The generated ambiguous data set.....	33
Figure 3.2	The experimental results of generated ambiguous data set	36
Figure 3.3	The ambiguity glass data set.....	43
Figure 3.4	The glass rules.....	44
Figure 3.5	The Iris rules.....	47
Figure 3.6	Examples of Iris data set.....	49
Figure 3.7	Examples of incomprehensible rules.....	50
Figure 3.8	The Wisconsin breast cancer rules.....	52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย