

**THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE TOPOLOGY
EXTREME LEARNING MACHINE (AT-ELM)**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
(COMPUTER SCIENCE)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2009**

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

Copyright by Mahidol University

THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE TOPOLOGY EXTREME LEARNING MACHINE (AT-ELM).

ANANTA SRISUPHAB 4537343 ITCS/D

Ph.D. (COMPUTER SCIENCE)

THESIS ADVISORY COMMITTEE : JARERNSRI L. MITRANONT, Ph.D., SUKANYA PHONGSUPHAP, Ph.D., CHOMTIP PORNANOMCHAI, D.Tech.Sc.

ABSTRACT

In this dissertation, a new constructive algorithm for automatic design of the Adaptive Topology Extreme Learning Machine (AT-ELM) topology, named the Gaussian kernel approximation (GKA) algorithm, is proposed, developed, analyzed and validated.

The approach used by the algorithm, which is based on a constructive learning algorithm, is to create the hidden units directly so that automatic design of the architecture of neural networks can be carried out. The algorithm is defined using the linear summation of input patterns and their randomized input weights. Hidden-layer nodes are defined so as to partition the input space into homogeneous regions, where each region contains patterns belonging to the same class. The algorithm is tested on three benchmark data sets of different dimensionality and sample sizes to compare the approach presented here with other algorithms. Real medical diagnoses and a biological classification of mushrooms are used to illustrate the performance of the algorithm.

These results confirm that the algorithm proposed here can discover the optimal number of hidden nodes for each problem and provide good results for each classification problem. Moreover, the experimental results also show that the new algorithm can attain consistently good classification performance, as good as that of gradient-based, analytical based, and rule-based classifiers.

**KEY WORDS : AUTOMATIC NEURAL NETWORK DESIGN/
/EXTREME LEARNING MACHINE
/ADAPTIVE TOPOLOGY/CONSTRUCTIVE LEARNING**

71 pages

การพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้เร็วแบบปรับโครงสร้างตามข้อมูลปัญหา

THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE TOPOLOGY EXTREME LEARNING MACHINE
(AT-ELM)

อนันต์ ศรีสุภาพ 4537343 ITSC/D

ปร.ด. (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: เจริญศรี มิตรภานนท์, Ph.D., สุกัญญา พงษ์สุภาพ, Ph.D.,
ชมทิพ พรพนมชัย, D.Tech.Sc.

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมใหม่เพื่อการเรียนรู้แบบ
สร้างสรรค์นิยม (Constructive Learning Algorithm) ชื่อว่า อัลกอริทึมประมาณแกนกลางเกาส์เซียน
(Gaussian Kernel Approximation Algorithm) หรือ *GKA* เพื่อใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมใหม่
สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้เร็วมีชื่อว่า *โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้เร็วแบบปรับ
โครงสร้างตามข้อมูลปัญหา* หรือ *AT-ELM*

อัลกอริทึมใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้นทำให้สามารถออกแบบโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมโดย
อาศัยลักษณะของข้อมูลปัญหา เพื่อสร้างโครงสร้างของหน่วยประสาทเทียมภายใน (Hidden
Neuron) ขึ้นแบบอัตโนมัติตามลักษณะของข้อมูลสำหรับฝึก อัลกอริทึมอาศัยสัญญาณข้อมูลที่ส่งมา
จากหน่วยประสาทเทียมชั้นขาเข้า (Input Layer) ผ่านข่ายเชื่อมโยงแบบสุ่มจากชั้นขาเข้ามายังหน่วย
ประสาทเทียมภายใน โดยการแบ่งกลุ่มตามประเภทที่มาของข้อมูล สัญญาณข้อมูลกลุ่มใหญ่ที่สุดจะ
ถูกนำมากำหนดค่าแกนกลางของหน่วยประสาทเทียมเกาส์เซียน

จากผลการทดลองกับฐานข้อมูลเปรียบเทียบ (Benchmark data sets) จำนวน 3 ฐานข้อมูล
โดยเปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมอื่น ๆ พบว่าสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้น
จากอัลกอริทึมใหม่ที่น่าสนใจสามารถแก้ปัญหาจริงสำหรับการวินิจฉัยทางการแพทย์และข้อมูลทาง
ชีววิทยาได้ แสดงให้เห็นว่า อัลกอริทึมและสถาปัตยกรรมใหม่ที่น่าสนใจนี้มีประสิทธิภาพสูงและ
สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้เป็นอย่างดี

71 หน้า