

การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบหลายกลุ่มสำหรับซอฟต์แวร์เมชชีน

นายนิธิวุฒิ อัครวิระกุล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0881-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A LEARNING PROCESS OF
MULTI-CLASS SUPPORT VECTOR MACHINES

Mr. Nitiwut Ussivakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2001


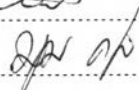
ISBN 974-03-0881-3

นิติวุฒิ อัครวิศิระกุล : การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบหลายกลุ่มสำหรับซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน. (DESIGN AND DEVELOPMENT OF A LEARNING PROCESS OF MULTI- CLASS SUPPORT VECTOR MACHINES) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล, 54 หน้า. ISBN 974-03-0881-3.

ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน (เอสวีเอ็ม) เป็นเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องเชิงสถิติที่เริ่มได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากให้ความถูกต้องสูง โดยเฉพาะกับปัญหาแบบสองกลุ่ม แต่สำหรับปัญหาแบบหลายกลุ่มต้องดัดแปลงขั้นตอนวิธี เทคนิคที่ใช้คือ แบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับแบบหนึ่งต่อที่เหลือ แต่พบว่าแบบหนึ่งต่อที่เหลือใช้เวลาในการสอนมาก และแบบหนึ่งต่อหนึ่งใช้เวลาในการจำแนกสูง มีผู้เสนอวิธีที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบดีดีเอจี้ซึ่งลดเวลาการจำแนกของแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

งานวิจัยนี้เสนอวิธีพัฒนาเอสวีเอ็มให้จัดการกับปัญหาแบบหลายกลุ่ม เรียกขั้นตอนวิธีใหม่นี้ว่าเอดีเอจี้ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากโครงสร้างของดีดีเอจี้ โดยการปรับโครงสร้างของดีดีเอจี้ ให้มีระดับของกราฟที่น้อยลงผลการจำแนกขึ้นกับลำดับของโนดน้อยลง ดังนั้นเอดีเอจี้เพิ่มความถูกต้องโดยรักษาความต้องการการคำนวณในระดับต่ำไว้ ผลการทดลองกับข้อมูลแบบ 5, 12 และ 26 กลุ่มเพื่อเปรียบเทียบวิธีการที่นำเสนอกับวิธีดีดีเอจี้ สรุปได้ว่าผลของงานวิจัยนี้ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าเมื่อจำนวนกลุ่มมีมากขึ้น

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์.....
ปีการศึกษา 2544.....

ลายมือชื่อนิสิต..... 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4270386021 : MAJOR COMPUTER SCIENCE


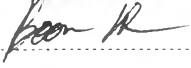
KEY WORD: SUPPORT VECTOR MACHINES / MULTI-CLASS / ADAG

NITIWUT USSIVAKUL : DESIGN AND DEVELOPMENT OF A LEARNING
PROCESS OF MULTI-CLASS SUPPORT VECTOR MACHINES. THESIS

ADVISOR : BOONSERM KIJSIRIKUL, Ph.D, 54 pp. ISBN 974-03-0881-3.

Support Vector Machines (SVMs), based on statistical learning theory, is gaining recognition for its high accuracy especially when used as a binary classifier. For multiclass problems, SVMs need modification. Two main techniques, which are a standard one-against-the-rest (1-v-r) and one-against-one (1-v-1), were proposed. The former method suffers from long training time while the latter has long evaluation time. A Decision Directed Acyclic Graph (DDAG), a modification of 1-v-1, has the advantage of shorter training time as well as evaluation time than 1-v-1.

We present a method of extending SVMs for dealing with multiclass problems. Motivated by the DDAG, we propose Adaptive Directed Acyclic Graph (ADAG): a modified structure of the DDAG that has lower number of decision levels and reduces the dependency on the sequence of node patterns. Thus, the ADAG improves the accuracy of the DDAG while maintaining low computational requirement. The experimental results with problems of 5, 12 and 26 classes show that the ADAG outperforms the DDAG when the number of classes increases.

Department Computer Engineering.....	Student's signature..... 
Fields of study Computer Science.....	Advisor's signature..... 
Academic year 2001.....	Co-Advisor's signature.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อคิดเห็นในการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในการสนับสนุนเป็นอย่างมาก และขอขอบคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ประสิทธิ์จตุระกุล และ อาจารย์ ดร.อรรณวิทย์ สุตแสง ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ณัฐกร ทับทอง ที่ถ่ายทอดประสบการณ์การวิจัย และชี้แนวทางในการดำเนินการทดลอง และขอขอบคุณเพื่อนสมาชิกห้องปฏิบัติการอัจฉริยภาพเครื่องกลและการค้นพบความรู้ (MIND LAB) รวมทั้งเพื่อนจากภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกคน ที่ให้คำแนะนำ ซึ่งบ่อยครั้งช่วยแก้ปัญหาหลายข้อที่ผู้วิจัยประสบระหว่างการวิจัยได้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่กราบขอพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่คอยสนับสนุน และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสามารถผลิตผลงานวิจัยที่เชื่อว่าจะเป็นประโยชน์ต่อสังคม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 ผลงานที่ตีพิมพ์จากงานวิจัย.....	3
1.7 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลวิทยานิพนธ์.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1.1 การลดความเสี่ยงเชิงโครงสร้างให้ต่ำสุด (Structural Risk Minimization).....	5
2.1.2 ระนาบหลายมิติที่ไขแยกดีที่สุด (Optimal Separating Hyperplane).....	10
2.1.3 ปริภูมิอันตบสูงและเคอร์เนล (Feature spaces and kernels).....	11
2.1.4 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (เอสวีเอ็ม).....	13
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
2.2.1 ดีเอจีสวีเอ็ม (DAGSVM) [7].....	14
2.2.2 การใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการรู้จำเสียงภาษาไทย [9].....	17
บทที่ 3 การวิเคราะห์โครงสร้างของดีดีเอจีสและเอดีเอจีส.....	18
3.1 ปัญหาอันเกิดจากโครงสร้างของดีดีเอจีส.....	18
3.1.1 ผลการจำแนกขึ้นกับของลำดับของกลุ่มในลิสต์.....	18
3.1.2 ระดับความลึกของเส้นทางจำแนกของดีดีเอจีส.....	19

3.2 สถาปัตยกรรมของเอดีเอจี.....	20
3.3 การคำนวณหาค่าคาดหวังของความถูกต้องในแบบจำลองดีดีเอจี.....	23
3.4 การคำนวณหาค่าคาดหวังของความถูกต้องในแบบจำลองเอดีเอจี.....	26
3.5 การวิเคราะห์โครงสร้างของดีดีเอจีเทียบกับเอดีเอจี.....	30
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	31
4.1 วิธีการทดลอง.....	31
4.2 ผลการทดลอง.....	33
4.2.1 ชุดข้อมูล Thai Tone Inside.....	33
4.2.2 ชุดข้อมูล Thai Tone Outside.....	34
4.2.3 ชุดข้อมูล Thai Vowel Inside.....	35
4.2.4 ชุดข้อมูล Thai Vowel Outside.....	36
4.2.5 ชุดข้อมูล UCI Letter.....	37
4.3 สรุปผลการทดลอง.....	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	41
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	41
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	41
รายการอ้างอิง.....	43
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	44

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เวลาในการสอนเอสวีเอ็มแบบหลายกลุ่มตามขั้นตอนวิธีทั้งสาม [7].....	15
ตารางที่ 2 ผลการทดลองเปรียบเทียบการจำแนกแบบหลายกลุ่ม โดยใช้ชุดข้อมูลมาตรฐาน 2 ชุด	16
ตารางที่ 3 โอกาสที่จะจำแนกจุด 'x' ในรูปที่ 7 เป็นกลุ่มต่างๆ โดยลิสต์ที่มีสมาชิก 4 ตัว.....	19
ตารางที่ 4 โอกาสที่จะจำแนกจุด 'x' ในรูปที่ 7 เป็นกลุ่มต่างๆ โดยลิสต์ที่มีสมาชิก 4 ตัว.....	22
ตารางที่ 5 ตัวอย่างของความลึกของเส้นทางในตำแหน่งเริ่มต้นแต่ละตำแหน่งของลิสต์.....	29
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องสำหรับกรณีดีสุด กรณีเฉลี่ย และกรณีเลวสุด.....	30
ตารางที่ 7 รายละเอียดของชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง	31
ตารางที่ 8 การตั้งค่าในการทดลองแบบหลายกลุ่ม	32
ตารางที่ 9 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างขั้นตอนวิธีทั้งสามในชุดข้อมูล Thai Tone Inside	33
ตารางที่ 10 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างขั้นตอนวิธีทั้งสามในชุดข้อมูล Thai Tone Outside	34
ตารางที่ 11 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างขั้นตอนวิธีทั้งสามในชุดข้อมูล Thai Vowel Inside	35
ตารางที่ 12 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างขั้นตอนวิธีทั้งสามในชุดข้อมูล Thai Vowel Outside.....	36
ตารางที่ 13 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างขั้นตอนวิธีทั้งสามในชุดข้อมูล UCI Letter.....	37
ตารางที่ 14 สรุปเปรียบเทียบจำนวนข้อผิดพลาดของขั้นตอนวิธีทั้งสามในชุดข้อมูล 5 ชุด	39

สารบัญญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลบิตแมปของตัวอักษร H	6
รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง VC (h) กับความผิดพลาด จากสมการ (3) [2].....	7
รูปที่ 3 เซตของจุด 3 จุดใน R^2 ถูกแยกโดยฟังก์ชันซึ่งเป็นเส้นที่มีทิศทาง [2].....	8
รูปที่ 4 ระบายหลายมิติที่ใช้แยกดีที่สุด จะให้ระยะห่างระหว่างกลุ่มทั้งสองกลุ่มเป็น $2/ w $	10
รูปที่ 5 แนวคิดการแมปแบบไม่เป็นเชิงเส้นไปสู่ปริภูมิอันดับสูง.....	12
รูปที่ 6 รูปถ่ายแสดงโทโปโลยีของดีเอจี และรูปภาพแสดงถึงการตัดสินใจในโนดของดีเอจี [7].....	15
รูปที่ 7 ตัวอย่างแสดงผลของการจำแนกขึ้นกับลำดับของกลุ่ม.....	18
รูปที่ 8 โครงสร้างของเอดีเอจี ซึ่งประกอบด้วยโนด 7 โหนดสำหรับปัญหาแบบ 8 กลุ่ม	20
รูปที่ 9 วิธีการนำเอดีเอจีไปใช้ในทางปฏิบัติ.....	21
รูปที่ 10 รูปแสดงความลึกของโครงสร้างดีดีเอจีและเอดีเอจีตามลำดับ	22
รูปที่ 11 เหตุการณ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการจำแนกที่ถูกต้อง.....	23
รูปที่ 12 ตัวอย่างปัญหาแบบ 4 กลุ่ม	24
รูปที่ 13 แสดงตำแหน่งของกลุ่มที่จะถูกจำแนกน้อยกว่ากลุ่มที่ตำแหน่งอื่น 1 ครั้ง	27
รูปที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกลุ่มกับค่าคาดหวังของความถูกต้อง ในกรณีที่อัตรา การผิดพลาดเป็น 0.001 และ 0.01 ตามลำดับ	30
รูปที่ 15 ความแตกต่างของความถูกต้องระหว่างเอดีเอจีกับดีดีเอจีที่ใช้เคอร์เนลแบบพหุนาม.....	38