

การประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่องกับการอนุมัติสินเชื่อ



นายกำพล ปัญญาเวชมาנית

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำรงหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 947-638-203-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

25 ๒๕๕. 2544

๕ 1๗๙๘๖53๙

**AN APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO CREDIT  
APPROVAL**

**Mr. Kumpol Panyawechmanit**

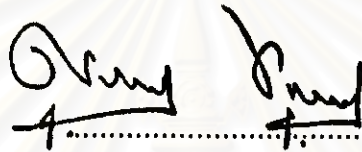
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Computer Science  
Department of Computer Engineering  
Graduate School  
Chulalongkorn University  
Academic Year 1997  
ISBN 947-638-203-9**

หัวข้อวิทยานิพนธ์  
โดย  
ภาควิชา  
อาจารย์ที่ปรึกษา

การประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่องกับการอนุมัติสินเชื่อ  
นายก่าพล ปัญญาเวชมานิต  
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ ดร. บุญเสริม กิจศิริกุล


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต



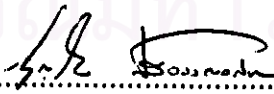
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

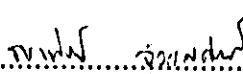
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. สิบสกุล พิภพมงคล)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์ ดร. บุญเสริม กิจศิริกุล)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญชัย ไสวรรณณิชกุล)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. ชาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

กำหนด ปัญญาเวชมานิต : การประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่องกับการอนุมัติสินเชื่อ (AN APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO CREDIT APPROVAL) อ. ที่ปรึกษา : ดร. บุญเสริม กิจศิริกุล, 119 หน้า. ISBN 974-638-203-9.

โปรแกรม C4.5 เป็นโปรแกรมในการเรียนรู้และสร้างต้นไม้ตัดสินใจหรือกฎการตัดสินใจ ที่สามารถประยุกต์ใช้กับงานที่มีการจัดกลุ่มตัวอย่าง ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรม C4.5 ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 95 การวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม C4.5 รุ่นที่ 8 ของ J. R. Quinlan เป็นต้นแบบ และใช้โปรแกรมวิซวล C++ เวอร์ชัน 4.2 ในการพัฒนา และทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่ได้กับตัวอย่างทดสอบ 8 ตัวอย่าง และทดสอบความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับข้อมูลตัวอย่างการพิจารณาสินเชื่อของธนาคารไทยพาณิชย์จำนวน 4,000 ตัวอย่าง

ผลการวิจัยได้โปรแกรม C4.5 ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 95 จำนวน 3 โปรแกรม คือ โปรแกรมจัดการข้อมูล โปรแกรมสร้างต้นไม้ตัดสินใจและการใช้งานต้นไม้ตัดสินใจ และโปรแกรมสร้างกฎการตัดสินใจและการใช้งานกฎการตัดสินใจ เมื่อทดสอบโปรแกรมที่ได้กับตัวอย่างทดสอบ 8 ตัวอย่างเปรียบเทียบกับโปรแกรม C4.5 เดิมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ ได้ผลที่ไม่แตกต่างกัน และเมื่อทดสอบโปรแกรมกับตัวอย่างการพิจารณาอนุมัติสินเชื่อโดยวิธีเห็นเวทย์-คลอ سوالิเดชั่น และใช้ค่าตัวเลือกที่เป็นค่าโดยปริยาย ได้อัตราส่วนความผิดพลาดของต้นไม้ตัดสินใจ 26.6 % และอัตราส่วนความผิดพลาดของกฎการตัดสินใจ 26.7 % เมื่อทดสอบกับตัวอย่างทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ .....  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ .....  
ปีการศึกษา ..... 2540 .....

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

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

## C718511 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: ARTIFICIAL INTELLIGENCE / MACHINE LEARNING / LEARNING FROM EXAMPLE / CREDIT / C4.5

KUMPOL PANYAWECHMANIT : AN APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO CREDIT

APPROVAL. THESIS ADVISOR : BOONSERM KLSIRIKUL, Ph.D. 119 pp. ISBN 974-638-203-9.

C4.5 is the program for decision tree learning which can apply to classification task. In this thesis, the C4.5 program of J. R. Quinlan release 8.0 was ported from UNIX to Windows 95 environment. The visual C++ version 4.2 was used to develop the new C4.5 on Windows 95 and the new program was tested with 8 sample applications to confirm the accuracy of the program. Furthermore, the program was applied to the credit approval task by using 4,000 credit approval data of the Siam Commercial Bank.

Result from development causes the new C4.5 program that consists of 3 modules; Data Management module, Decision Tree Learning and Interpreting module and Production Rule Learning and Interpreting module. The results from 8 sample applications are not different when comparing between the new C4.5 program and the old C4.5 program on the different environments. When the program was tested with the credit approval data on test data by ten-way cross validation and the default options, 26.6 % of error rate on decision tree testing and 26.7 % of error rate on production rule testing were obtained.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต กัทล นัชชา ตระกูล

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อ.ป. ก.จ.

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์ ดร. บุญเสริม กิจศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้คอยชี้แนะและเป็นที่ปรึกษา รวมทั้งท่านอาจารย์กรรมการวิทยานิพนธ์ ผศ. บุญชัย ไสววรรณวิชกุล อาจารย์ ดร. สืบสกุล พิภพมงคล และ อาจารย์วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ ที่ได้กรุณาตรวจแก้วิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้อง

ขอขอบคุณ ดร. อมฤต เหล่ารักพงษ์ สำนักเทคโนโลยีประยุกต์ และ คุณศิริเพ็ญ โอพารกิจเจริญ รองผู้จัดการฝ่ายอาวุโส ฝ่ายวิศวกรรมระบบสารสนเทศ ธนาคารไทยพาณิชย์ ที่ได้แนะนำและติดต่อกับธนาคาร ในการขอข้อมูลการอนุมัติสินเชื่อ ขอขอบคุณ คุณมีชัย คงแสงชัย ผู้จัดการฝ่ายสินเชื่อบุคคล 2 ที่ได้อนุญาต และให้ข้อมูลการอนุมัติสินเชื่อในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณเลอสรวิศ กงวิเชียรชีพ คุณผอบเขี้ยว วงศ์ภักดี และน้องกบ ที่ได้กรุณาจัดเตรียมข้อมูลให้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ รวมทั้งคุณคาริน เอกนิรันต์ และคุณเอรรรณีย์ เอกนิรันต์ ที่ได้ช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มาโดยตลอด

กำพล ปัญญาเวชมานิต

มีนาคม 2541

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
- ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
- วัตถุประสงค์.....	2
- ขอบเขตการวิจัย.....	2
- ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	2
- ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	3
บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสินเชื่อและการอนุมัติสินเชื่อ.....	4
- ความหมายของสินเชื่อ.....	4
- ประเภทของสินเชื่อ.....	5
- สินเชื่อภาครัฐบาล.....	7
- สินเชื่อภาคเอกชน.....	8
- ตัวอย่างบริการสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์.....	10
- การขอสินเชื่อจากธนาคารพาณิชย์.....	12
- การติดต่อขอสินเชื่อ.....	12
- การรวบรวมและตรวจสอบข้อมูล.....	14
- การวิเคราะห์ข้อมูล.....	14
- การให้ข้อเสนอแนะ.....	17
- การตัดสินใจ.....	17
- การอนุมัติสินเชื่อ.....	17
- การจัดทำสัญญาและการใช้บริการ.....	18
- การติดตามความก้าวหน้า.....	18
บทที่ 3 การเรียนรู้โดยการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Learning).....	19
- วิธีการเรียนรู้แบบต่าง ๆ .....	20
- การเรียนรู้จากตัวอย่าง (Learning from example).....	21

	หน้า
- C4.5 .....	22
- ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Trees) .....	23
- การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ .....	24
- ค่ามาตรฐานเกน (Gain Criterion).....	27
- ค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกน (Gain Ratio Criterion) .....	29
- การคำนวณบนลักษณะที่เป็นข้อมูลต่อเนื่อง .....	31
- การจัดการกับตัวอย่างที่ไม่ทราบค่า .....	32
- การตัดแต่งต้นไม้ตัดสินใจ (Pruning Decision Trees) .....	36
- การแปลงต้นไม้เป็นกฎ .....	39
บทที่ 4 การพัฒนาโปรแกรม C4.5 บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ .....	48
- โปรแกรม C4.5 ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ .....	48
- การพัฒนาโปรแกรม C4.5 บนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ .....	54
- โปรแกรมจัดการข้อมูล .....	54
- โปรแกรมสร้างต้นไม้ตัดสินใจและการใช้งานต้นไม้ตัดสินใจ .....	60
- โปรแกรมการสร้างกฎการตัดสินใจและการใช้งานกฎการตัดสินใจ .....	68
- การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมของ C4.5 บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์	74
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	97
- สรุปผลการวิจัย .....	97
- ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ .....	98
รายการอ้างอิง .....	99
ภาคผนวก ก. ....	100
ภาคผนวก ข. ....	102
ประวัติผู้เขียน .....	119

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของ C4.5 .....	23
3.2 ส่วนประกอบของต้นไม้ตัดสินใจ .....	24
3.3 ต้นไม้ตัดสินใจของการตัดสินใจเล่นกอล์ฟ.....	26
3.4 กราฟค่าความรู้ของการโยนหัวโยนก้อย.....	28
3.5 ต้นไม้ตัดสินใจในการเล่นกอล์ฟเมื่อมีตัวอย่างไม่ทราบค่า.....	35
3.6 ต้นไม้ตัดสินใจก่อนการตัดแต่ง .....	37
3.7 ต้นไม้ตัดสินใจหลังการตัดแต่ง.....	39
3.8 ผลของการตัดแต่งต้นไม้ ของตัวอย่างการสำรวจประชามติ .....	39
3.9 แสดงต้นไม้ตัดสินใจที่ตัดสินใจเป็น Yes เมื่อ $F=G=1$ หรือ $J=K=1$ .....	40
3.10 แสดงต้นไม้ตัดสินใจสำหรับเงื่อนไขการเป็นโรคไฮโปไธรอยด์ .....	42
3.11 สรุปกฎที่ได้จากตัวอย่างการเป็นโรคไฮโปไธรอยด์ .....	47
4.1 ตัวอย่างของแฟ้มชื่อ labor-neg.names .....	49
4.2 แสดงการติดต่อกับแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ของโปรแกรม C4.5 .....	50
4.3 ตัวอย่างของแฟ้มตัวอย่างสอน labor-neg.data .....	51
4.4 ตัวอย่างของแฟ้มตัวอย่างทดสอบ labor-neg.test.....	51
4.5 ตัวอย่างผลลัพธ์จากโปรแกรม c4.5 .....	52
4.6 ตัวอย่างผลลัพธ์จากโปรแกรม c4.5rules .....	53
4.7 แสดงการติดต่อกับแฟ้มข้อมูลของโปรแกรมจัดการข้อมูล .....	54
4.8 แสดงจอภาพการจัดการข้อมูลของลักษณะแบ่งพวก.....	55
4.9 แสดงจอภาพการจัดการข้อมูลของลักษณะไม่แบ่งพวก .....	56
4.10 แสดงจอภาพการจัดการค่าที่เป็นไปได้ของลักษณะไม่แบ่งพวก .....	57
4.11 แสดงจอภาพการจัดการข้อมูลตัวอย่าง .....	58
4.12 แสดงจอภาพการแสดงผลแบบทั้งหมดของโปรแกรมการจัดการข้อมูล .....	59
4.13 แสดงจอภาพการตั้งค่าตัวเลือกในการส่งข้อมูลออก.....	60
4.14 แสดงจอภาพการตั้งค่าแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ .....	61
4.15 แสดงจอภาพการตั้งค่าตัวเลือกที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ .....	62
4.16 แสดงขั้นตอนการทำงานในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ .....	64
4.17 แสดงต้นไม้ตัดสินใจก่อนและหลังการตัดแต่ง .....	65
4.18 แสดงผลลัพธ์ของการสร้างต้นไม้ตัดสินใจโดยใช้ Notepad .....	66
4.19 แสดงจอภาพการใช้งานต้นไม้ตัดสินใจ .....	67
4.20 แสดงการติดต่อกับแฟ้มต่าง ๆ ของการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ.....	68

รูปที่	หน้า
4.21 แสดงจอภาพของการตั้งค่าตัวเลือกในการสร้างกฎการตัดสินใจ .....	69
4.22 แสดงขั้นตอนการทำงานในการสร้างกฎการตัดสินใจ .....	71
4.23 การแสดงกฎการตัดสินใจออกทางจอภาพ .....	72
4.24 แสดงจอภาพการใช้งานกฎการตัดสินใจ .....	73
4.25 แสดงการติดต่อกับแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ของโปรแกรมสร้างกฎการตัดสินใจ .....	73
4.26 กราฟแสดงขนาดของต้นไม้ตัดสินใจก่อนการตัดแต่งเมื่อตั้งค่า MINOBS ที่ระดับต่าง ๆ และค่า CF เท่ากับ 25 % กับการใช้ค่ามาตรฐานเกินหรือค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกิน ....	83
4.27 กราฟแสดงอัตราส่วนความผิดพลาดของต้นไม้ตัดสินใจก่อนการตัดแต่งเมื่อตั้งค่า MINOBS ที่ระดับต่าง ๆ และค่า CF เท่ากับ 25 % กับการใช้ค่ามาตรฐานเกินหรือค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกิน โดยทดสอบบนตัวอย่างสอนและตัวอย่างทดสอบ .....	83
4.28 กราฟแสดงขนาดของต้นไม้ตัดสินใจหลังการตัดแต่งเมื่อตั้งค่า MINOBS ที่ระดับต่าง ๆ และค่า CF เท่ากับ 25 % กับการใช้ค่ามาตรฐานเกินหรือค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกิน ....	84
4.29 กราฟแสดงอัตราส่วนความผิดพลาดของต้นไม้ตัดสินใจหลังการตัดแต่งเมื่อตั้งค่า MINOBS ที่ระดับต่าง ๆ และค่า CF เท่ากับ 25 % กับการใช้ค่ามาตรฐานเกินหรือค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกิน โดยทดสอบบนตัวอย่างสอนและตัวอย่างทดสอบ .....	84
4.30 กราฟแสดงขนาดของต้นไม้ตัดสินใจหลังการตัดแต่งเมื่อตั้งค่า CF ที่ระดับต่าง ๆ และค่า MINOBS เท่ากับ 3 กับการใช้ค่ามาตรฐานเกินหรือค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกิน ....	85
4.31 กราฟแสดงอัตราส่วนความผิดพลาดของต้นไม้ตัดสินใจหลังการตัดแต่งเมื่อตั้งค่า CF ที่ระดับต่าง ๆ และค่า MINOBS เท่ากับ 3 กับการใช้ค่ามาตรฐานเกินหรือค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกิน โดยทดสอบบนตัวอย่างสอนและตัวอย่างทดสอบ .....	85
4.32 กราฟแสดงอัตราส่วนความผิดพลาดของกฎการตัดสินใจเมื่อตั้งค่า CF ที่ระดับต่าง ๆ และค่า Redundancy เท่ากับ 1 และไม่มี การทดสอบนัยสำคัญ กับการใช้และไม่ใช้วิธี Simulated Annealing โดยทดสอบบนตัวอย่างสอนและตัวอย่างทดสอบ .....	95
4.33 กราฟแสดงอัตราส่วนความผิดพลาดของกฎการตัดสินใจเมื่อตั้งค่า Redundancy ที่ระดับต่าง ๆ และค่า CF เท่ากับ 25 % และไม่มี การทดสอบนัยสำคัญ กับการใช้และไม่ใช้วิธี Simulated Annealing โดยทดสอบบนตัวอย่างสอนและตัวอย่างทดสอบ .....	95
4.34 กราฟแสดงอัตราส่วนความผิดพลาดของกฎการตัดสินใจเมื่อตั้งค่า Significance Test ที่ระดับต่าง ๆ และค่า CF เท่ากับ 25 % และค่า Redundancy เท่ากับ 1 กับการใช้และไม่ใช้วิธี Simulated Annealing โดยทดสอบบนตัวอย่างสอนและตัวอย่างทดสอบ .....	96
ก.1 แสดงการเรียกใช้โปรแกรมโดยการใช้เมนู Run .....	101
ก.2 แสดงจอภาพหลังจากสร้างข้อคัทบนเดสทอป .....	101
ข.1 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรมการจัดการข้อมูล .....	102
ข.2 แสดงหน้าต่างการเลือกแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจะเปิด .....	103
ข.3 แสดงหน้าต่างการเลือกแฟ้มที่ต้องการจะจัดเก็บ .....	103
ข.4 แสดงหน้าต่างป้อนข้อมูลการเก็บข้อมูลแบบ Cross validate .....	104

รูปที่	หน้า
ข.5 แสดงหน้าต่างการจัดการข้อมูลแบ่งพวก .....	105
ข.6 แสดงหน้าต่างรับค่าของการจัดการลักษณะแบ่งพวก .....	106
ข.7 แสดงหน้าต่างการจัดการลักษณะไม่แบ่งพวก .....	106
ข.8 แสดงหน้าต่างการจัดการค่าที่เป็นไปได้ของลักษณะไม่แบ่งพวกแต่ละลักษณะ .....	107
ข.9 แสดงหน้าต่างแสดงผลตัวอย่างแบบทีละตัวอย่าง .....	108
ข.10 แสดงหน้าต่างแสดงตัวอย่างแบบทั้งหมด .....	109
ข.11 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรมสร้างต้นไม้ตัดสินใจและการใช้งานต้นไม้ตัดสินใจ .....	110
ข.12 แสดงหน้าต่างหลังจากเปิดเพิ่มข้อมูลต้นไม้ตัดสินใจ .....	111
ข.13 แสดงหน้าต่างในการตั้งค่าชื่อแฟ้มที่เกี่ยวข้องในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ .....	111
ข.14 แสดงหน้าต่างในการรับค่าชื่อแฟ้มที่เกี่ยวข้องในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ .....	112
ข.15 แสดงหน้าต่างการตั้งค่าตัวเลือกในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ .....	112
ข.16 แสดงหน้าต่างแสดงผลลัพธ์จากการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ .....	113
ข.17 แสดงหน้าต่างเริ่มต้นการใช้งานต้นไม้ตัดสินใจ .....	113
ข.18 แสดงหน้าต่างคำถามในการใช้งานต้นไม้ตัดสินใจที่เป็นลักษณะที่มีค่าต่อเนื่อง.....	114
ข.19 แสดงหน้าต่างคำถามในการใช้งานต้นไม้ตัดสินใจที่เป็นลักษณะที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง .....	114
ข.20 แสดงหน้าต่างแสดงผลของการตัดสินใจของต้นไม้ตัดสินใจ .....	114
ข.21 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรมสร้างกฎการตัดสินใจและการใช้งานกฎการตัดสินใจ .....	115
ข.22 แสดงหน้าต่างหลังจากเปิดเพิ่มข้อมูลกฎการตัดสินใจ .....	116
ข.23 แสดงหน้าต่างการตั้งค่าตัวเลือกในการสร้างกฎการตัดสินใจ .....	116
ข.24 แสดงหน้าต่างแสดงผลลัพธ์จากการสร้างกฎการตัดสินใจ .....	117
ข.25 แสดงหน้าต่างเริ่มต้นการใช้งานกฎการตัดสินใจ .....	117
ข.26 แสดงหน้าต่างแสดงผลของการตัดสินใจของกฎการตัดสินใจ .....	118

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตัวอย่างลักษณะต่าง ๆ ของการตัดสินใจเล่นกอล์ฟ .....	22
3.2 ตัวอย่างสอนของการตัดสินใจเล่นกอล์ฟ .....	25
3.3 การแบ่งตัวอย่างของการตัดสินใจเล่นกอล์ฟ .....	26
3.4 ค่ามาตรฐานแกนและค่ามาตรฐานแกนเมื่อแบ่งตามลักษณะอุณหภูมิ .....	32
3.5 ค่ามาตรฐานแกนและค่ามาตรฐานอัตราส่วนแกนเมื่อแบ่งตามลักษณะความชื้น .....	32
3.6 จำนวนตัวอย่างเมื่อแบ่งตามลักษณะสภาพแวดล้อม .....	33
3.7 ชุดตัวอย่างย่อยหลังจากแบ่งด้วยลักษณะสภาพแวดล้อมเฉพาะที่เป็นแฉดจำ .....	34
3.8 แสดงจำนวนตัวอย่างเมื่อลบกฎ R.....	41
3.9 แสดงค่าความผิดพลาดหลังจากลบเงื่อนไขในกฎ ขั้นตอนที่ 1 .....	43
3.10 แสดงค่าความผิดพลาดหลังจากลบเงื่อนไขแต่ละกฎ ขั้นตอนที่ 2 .....	43
3.11 ค่าต้นทุนเมื่อจัดชุดของกฎในแบบต่าง ๆ .....	45
3.12 สรุปผลการเลือกชุดของกฎในแต่ละพวก .....	46
4.1 แสดงตัวเลือกของโปรแกรม c4.5 เดิมเปรียบเทียบกับโปรแกรมการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ	63
4.2 แสดงตัวเลือกของโปรแกรม c4.5rules เดิมเปรียบเทียบกับโปรแกรมการสร้างกฎการตัดสินใจ	70
4.3 แสดงรายละเอียดของตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม C4.5 .....	74
4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบโปรแกรมการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ระหว่างโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์กับวินโดว์ของต้นไม้ตัดสินใจก่อนการตัดแต่ง .....	75
4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบโปรแกรมการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ระหว่างโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์กับวินโดว์ของต้นไม้ตัดสินใจหลังการตัดแต่ง .....	76
4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบโปรแกรมการสร้างกฎการตัดสินใจ ระหว่างโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์กับวินโดว์ .....	77
4.7 แสดงผลการทดลองสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ในแต่ละค่าตัวเลือกของข้อมูลการอนุมัติสินเชื่อเมื่อทดสอบบนตัวอย่างสอน .....	79
4.8 แสดงผลการทดลองสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ในแต่ละค่าตัวเลือกของข้อมูลการอนุมัติสินเชื่อเมื่อทดสอบบนตัวอย่างทดสอบ .....	81
4.9 แสดงผลการทดลองสร้างกฎการตัดสินใจ ในแต่ละค่าตัวเลือกของข้อมูลการอนุมัติสินเชื่อเมื่อทดสอบบนตัวอย่างสอนและตัวอย่างทดสอบ .....	86