

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



247776

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประยุกต์เทคนิคการค้นหายาจากฐานข้อมูล  
ซอฟต์แวร์อาร์เคิร์ฟด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นและตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความ  
เชื่อมั่นใหม่

นายสุญจน์ พิทักษ์ชลทรัพย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสารสนเทศฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๐๐๐๒๕๑๓๗๑

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



247776

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประยุกต์เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์บนข้อมูล  
ซอฟต์แวร์อาร์โคพีวีด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นและตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความ  
เชื่อมั่นใหม่



นายสัญญา พิทักษ์ชลทรัพย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ  
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2553  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 1 8 1 9 3 2 7 2 6

A COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF APPLYING ASSOCIATION RULE  
DISCOVERY ON SOFTWARE ARCHIVE USING SUPPORT – CONFIDENCE MODEL  
AND SUPPORT – NEW CONFIDENCE MODEL

Mr. Sunchai Pitakchonlasup

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Business Software Development

Department of Statistics  
Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประยุกต์เทคนิคการ  
ค้นหาความสัมพันธ์บนข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัว  
แบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นและตัวแบบค่าสนับสนุน-  
ค่าความเชื่อมั่นใหม่

โดย

นาย สัญชัย พิทักษ์ชลทรัพย์

สาขาวิชา

การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

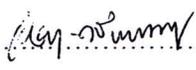
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมภาพร ทรัพย์สมบูรณ์

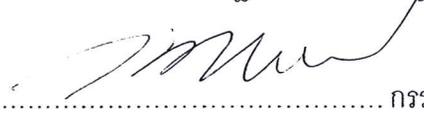
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์  
ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ ต้นละม้าย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจวี ปรียานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมภาพร ทรัพย์สมบูรณ์)

.....กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.จันทรเจ้า มงคลนาวิน)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(อาจารย์ ดร.รัชต พีชวณิชย์)

สัญญาชัย พิทักษ์ชลทรัพย์ : การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประยุกต์เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์บนข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นและตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่. (A Comparison of the Efficiency of Applying Association Rule Discovery on Software Archive using Support – Confidence Model and Support – New Confidence Model)

อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร. อัมภพร ทรัพย์สมบูรณ์, 261 หน้า.

247776

ข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์เป็นข้อมูลที่รวบรวมกระบวนการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ในอดีตเอาไว้ทั้งหมด การประยุกต์เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์บนข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์สามารถสกัดรูปแบบของการพัฒนาที่เกิดขึ้นในอดีตออกมาได้ รูปแบบของการพัฒนาที่เกิดขึ้นในอดีตเหล่านี้มีประโยชน์มากต่อขั้นตอนการพัฒนาและการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ อาทิเช่น แนะนำนักพัฒนาว่าเมื่อแก้ไขซอฟต์แวร์ในส่วนนี้แล้ว นักพัฒนาควรจะต้องไปแก้ไขซอฟต์แวร์ที่ส่วนใดอีก งานวิจัยในอดีตที่ศึกษาการประยุกต์เทคนิคดังกล่าวมักจะใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นเป็นตัวแบบในการประเมินความน่าสนใจของกฎความสัมพันธ์ แต่ตัวแบบนี้มีข้อบกพร่องที่สำคัญคือสามารถให้ผลลัพธ์ที่เป็นผลบวกลงจำนวนมาก ต่อมา Liu และคณะ (Liu et al., 2008) ได้เสนอตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่เพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องดังกล่าวของตัวแบบเดิม

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการค้นหากฎความสัมพันธ์บนข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบเดิมและตัวแบบใหม่ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบกับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ชื่อเคมายมันนี่ (KMyMoney) ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของกฎความสัมพันธ์ที่ได้จากการใช้ตัวแบบใหม่มีค่าสูงกว่าการใช้ตัวแบบเดิมในสถานการณ์การนำทางอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีค่าไม่ต่างกันหรือน้อยกว่าในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว

ภาควิชา.....สถิติ.....ลายมือชื่อนิสิต.....สัญญาชัย พิทักษ์ชลทรัพย์.....  
สาขาวิชา..การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ..ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....  
ปีการศึกษา.....2553.....

## 5181932726 : MAJOR BUSSINESS SOFTWARE DEVELOPMENT

KEYWORDS : ASSOCIATION RULE DISCOVERY / VERSION CONTROL SYSTEM / INTERESTINGNESS MEASURES / SOFTWARE ARCHIVES / CONFIDENCE

SUNCHAI PITAKCHONLASUP : A COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF APPLYING ASSOCIATION RULE DISCOVERY ON SOFTWARE ARCHIVE USING SUPPORT – CONFIDENCE MODEL AND SUPPORT – NEW CONFIDENCE MODEL. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. ASSADAPORN SAPSOMBOON, Ph.D., 261 pp.

247776

Software archives contain historical information about the development process of a software system. Applying association rule discovery on these archives, the software development patterns can be extracted. This information is useful to support software modification activities, such as it indicate which modules are usually modified together during software maintenance. All previous works on association rule mining technique focused on classical interestingness measure model called support-confidence. This model has a defect which offers a number of false positives. The new model, named support-new confidence, was proposed by Liu et al (Liu et al., 2008), to improve the false positive issue in the classical model.

This research is an experimental research of the compare the efficiency of applying association rule discovery on software archive using classical model and Liu et al's model. The experiments were conducted on software archive of KMyMoney software project. The results show that the efficiency of the rules obtained in new model are significantly higher than the rules obtained in classical model in navigation scenario but are not difference or lower than the rules obtained in classical model in error prevention and closure scenario.

Department : .....Statistics..... Student's Signature...SUNCHAI PITAKCHONLASUP  
Field of Study : Business Software Development Advisor's Signature: Assadaporn Sapsomboon  
Academic Year : .....2010.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้จะสำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ไปได้ด้วยดีต้องขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมภพพร ทรัพย์สมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่งที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ตรวจสอบแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างละเอียด ตลอดจนแนวทางในการวิจัยด้วยดีตลอดมา ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจारी ปรียานนท์ และอาจารย์ ดร. จันทรเจ้า มงคลนาวิน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำ เพื่อแก้ไขรูปแบบและเนื้อหาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอบพระคุณอาจารย์ ดร. อรุณี กำลัง ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลอง

ขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ซึ่งทำให้งานวิจัยเป็นไปได้อย่างราบรื่นตลอดจนกำลังใจที่มอบให้เสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่กราบขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัวที่คอยช่วยเหลือให้การสนับสนุนและคอยเป็นแรงกระตุ้นให้แก่ผู้วิจัยเสมอจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฉ
<b>บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....</b>	<b>1</b>
1.1 บทนำ.....	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	2
1.2.1 ความสำคัญของระบบควบคุมการเปลี่ยนแปลงแก้ไขและปัญหาของนักพัฒนาใน โครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่.....	2
1.2.2 ความสำคัญและปัญหาของกฎความสัมพันธ์และค่าประเมินความน่าสนใจของกฎ ความสัมพันธ์.....	4
1.2.3 ความสำคัญและปัญหาของการประยุกต์ใช้เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับ ข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์.....	9
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	11
1.4 ขั้นตอนโดยสรุปของการทำวิจัย.....	12
1.5 ตัวแปรที่ศึกษา.....	12
1.6 ขอบเขตของการวิจัย.....	15
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	16
1.8 นิยามศัพท์.....	16
<b>บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>19</b>
2.1 บทนำ.....	19
2.2 การทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rules Discovery).....	20

2.3 การประเมินความน่าสนใจของกฎความสัมพันธ์ (Interestingness Measure of Association Rules).....	21
2.3.1 ค่าสนับสนุน (Support) .....	22
2.3.2 ค่าความเชื่อมั่น (Confidence).....	23
2.3.3 ค่าคอนวิคชัน (Conviction) .....	24
2.3.4 ค่าลิฟท์ (Lift) .....	25
2.3.5 ค่าเลฟเวอเรจ (Leverage).....	26
2.3.6 ค่าคัพเวอเรจ (Coverage) .....	27
2.3.7 ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) .....	27
2.3.8 ค่าอัตราส่วนอออดส์ (Odds Ratio) .....	28
2.4 ตัวแบบการประเมินความน่าสนใจของกฎความสัมพันธ์ใหม่ .....	29
2.4.1 ข้อบกพร่องของตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่น.....	29
2.4.2 ตัวแบบการประเมินความน่าสนใจของกฎความสัมพันธ์ใหม่ .....	31
2.5 คุณสมบัติที่ค่าประเมินความน่าสนใจของกฎความสัมพันธ์ควรมี .....	33
2.6 การควบคุมการเปลี่ยนแปลงแก้ไข (Revision Control, Version Control) .....	51
2.6.1 แนวคิดของการควบคุมการเปลี่ยนแปลงแก้ไข (Concept of Revision Control, Version Control) .....	52
2.6.2 ซอฟต์แวร์ควบคุมการเปลี่ยนแปลงแก้ไข (Revision Control Software, Version Control Software).....	55
2.6.3 ระบบคอนเคอเรนทเวอร์ชัน (Concurrent Versions System, CVS) .....	57
2.7 การประยุกต์ใช้การทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ (Applying Association Rule Discovery in Software Archive) .....	60
2.8 ขั้นตอนวิธีการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ (Data Mining in Software Archives).....	63
2.8.1 การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการทำเหมืองข้อมูลกับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ (Preparing Data for Mining in Software Archives).....	63
2.8.2 การทำเหมืองข้อมูลกับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ (Data Mining in Software Archives).....	75

2.9 การวัดประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์.....	81
2.9.1 ค่าความถูกต้อง (Precision) .....	83
2.9.2 ค่าเรียกคืน (Recall) .....	83
2.9.3 ค่าเอฟเมสเซอร์ (F-measure) .....	84
2.9.4 ค่าผลสะท้อนกลับ (Feedback) .....	86
<b>บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย.....</b>	<b>87</b>
3.1 บทนำ.....	87
3.2 แผนแบบการทดลอง .....	87
3.2.1 ตัวแปรต้น.....	88
3.2.2 ตัวแปรตาม.....	89
3.3 สมมติฐานงานวิจัย.....	90
3.4 ประชากรและหน่วยตัวอย่าง .....	93
3.5 แนวทางการทำวิจัย.....	97
3.6 ขั้นตอนทดสอบการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์.....	99
3.6.1 การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการทำเหมืองข้อมูลกับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์.....	100
3.6.2 การสร้างข้อสอบถาม.....	114
3.6.3 การทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ทั้ง 2 ตัวแบบ .....	125
3.6.4 การสร้างเซตของคำแนะนำสำหรับเหตุการณ์ .....	127
3.6.5 การประเมินผลการทดสอบ .....	130
3.6.6 การทดสอบสมมติฐาน.....	134
3.7 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	136
3.8 ความถูกต้อง (Validity) และค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของข้อมูลที่เก็บ.....	142
3.9 กรอบการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis Framework) .....	144
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>146</b>
4.1 บทนำ.....	146
4.2 ผลการทดลอง.....	146

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	149
4.3.1 การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูล.....	150
4.3.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการค้นหากฎความสัมพันธ์ทั้ง 2 ตัวแบบ..	153
4.3.3 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	156
4.4 ผลการศึกษาเพิ่มเติม .....	157
4.4.1 การเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) ของการทำ เหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแบบในสถานการณ์การนำ ทางและสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด .....	160
4.4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎ ความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแบบโดยเปลี่ยนข้อกำหนดของการสร้างเซตของคำแนะนำ ...	169
4.4.3 การเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) ของการทำ เหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแบบโดยเปลี่ยนข้อกำหนด ของการสร้างเซตของคำแนะนำ ในสถานการณ์การนำทางและสถานการณ์การป้องกันการ เกิดข้อผิดพลาด .....	177
4.4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎ ความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแบบโดยปรับจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่นำมาสร้างเป็นเซต ของคำแนะนำ .....	187
4.4.5 การวิเคราะห์ค่าประเมินระดับความน่าสนใจของกฎความสัมพันธ์ในสถานการณ์การ นำทางและสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด .....	204
4.4.6 สรุปผลการศึกษาเพิ่มเติม .....	208
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....</b>	<b>210</b>
5.1 บทนำ.....	210
5.2 การออกแบบการวิจัยและลักษณะของข้อมูลที่นำมาใช้.....	210
5.3 สรุปผลการวิจัย.....	211
5.3.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎ ความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นกับตัว แบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ในสถานการณ์การนำทาง .....	212

5.3.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎ ความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นกับตัว แบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด..	213
5.3.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎ ความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นกับตัว แบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว .....	214
5.4 การนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้.....	215
5.4.1 การนำงานวิจัยไปใช้ในเชิงทฤษฎี.....	215
5.4.2 การนำงานวิจัยไปใช้ในเชิงประยุกต์.....	216
5.5 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	217
5.6 แนวทางการศึกษาต่อเนื่อง .....	219
รายการอ้างอิง .....	220
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การเลือกทราบแซคชั้นชุดทดสอบ.....	229
ภาคผนวก ข ประเด็นความถูกต้องและน่าเชื่อถือของเครื่องมือทดสอบ.....	245
ภาคผนวก ค ตารางผลการทดสอบ .....	250
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	261

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1-1 แสดงตารางสรุปค่าประเมินความน่าสนใจของกฎความสัมพันธ์.....	6
ตารางที่ 2-1 แสดงตัวอย่างทรานแซคชันที่ประกอบด้วยรายการ X Y และ Z.....	30
ตารางที่ 2-2 แสดงตัวอย่างร้อยละของการปรากฏของรายการบนทรานแซคชันของร้านขายของชำ แห่งหนึ่ง.....	31
ตารางที่ 2-3 แสดงตารางหลายตัวแปร (Contingency Table) ขนาด 2 x 2 ของกฎความสัมพันธ์ $X \rightarrow Y$ .....	36
ตารางที่ 2-4 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของค่าประเมินความน่าสนใจของกฎความสัมพันธ์ ทั้งหมด.....	50
ตารางที่ 3-1 แสดงรายละเอียดของซอฟต์แวร์ทางการบัญชีชื่อเคมายมันนี่ (KMyMoney) เก็บ ข้อมูลในวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2553.....	94
ตารางที่ 3-2 แสดงจำนวนของทรานแซคชันในแต่ละกลุ่มที่จะเลือกขึ้นมาสร้างเป็นข้อสอบถาม .....	116
ตารางที่ ก-1 แสดงค่าทางสถิติเชิงพรรณนาของขนาดทรานแซคชันในฐานข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ ไควฟ์โครงการเคมายมันนี่ (KMyMoney).....	229
ตารางที่ ก-2 แสดงจำนวนของรูปแบบของทรานแซคชันในขนาดต่างๆและจำนวนการปรากฏต่างๆ .....	237
ตารางที่ ก-3 แสดงการแบ่งกลุ่มจำนวนการปรากฏของทรานแซคชันแต่ละขนาด.....	234
ตารางที่ ก-4 แสดงทรานแซคชันชุดทดสอบ.....	235
ตารางที่ ค-1 แสดงค่าเอฟเมสเซอร์ของการทดสอบสถานการณ์การนำทาง.....	250
ตารางที่ ค-2 แสดงค่าเอฟเมสเซอร์ของการทดสอบสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด .....	255
ตารางที่ ค-3 แสดงข้อสอบถามที่ได้เซตของคำแนะนำเป็นเซตว่างในการทดสอบสถานการณ์การ เปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว.....	260

## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 2-1 แสดงการไหลของกิจกรรมการควบคุมการเปลี่ยนแปลงแก้ไข .....	53
รูปที่ 2-2 แสดงตัวอย่างการคอมมิตลงบนลำต้นและบนกิ่ง.....	55
รูปที่ 2-3 แสดงตัวอย่างเพิ่มข้อมูลบันทึกของคอนเคอเรนทเวอร์ชัน .....	59
รูปที่ 2-4 แสดงการทำงานของขั้นตอนการสกัดข้อมูล (Data Extraction) .....	67
รูปที่ 2-5 แสดงการพิจารณาช่วงเวลาของการคอมมิตด้วยวิธีกำหนดกรอบเวลาที่แน่นอนและวิธี เลื่อนกรอบเวลา .....	70
รูปที่ 2-6 แสดงตัวอย่างการต่อกิ่งและผลสานกิ่ง.....	75
รูปที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูล ซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์.....	99
รูปที่ 3-2 แสดงตัวอย่างเพิ่มข้อมูลบันทึกของระบบคอนเคอเรนทเวอร์ชัน.....	102
รูปที่ 3-3 แสดงตัวอย่างการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเวอร์ชันระหว่างช่วงของเวลาด้วยวิธี เลื่อนกรอบเวลา.....	106
รูปที่ 3-4 แสดงตัวอย่างการระบุเงื่อนไขภายในซอร์สโค้ด 2 เวอร์ชันของเพิ่มข้อมูล IBuffer.java .....	108
รูปที่ 3-5 แสดงภาพรวมของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทดสอบการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิค การค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ .....	137
รูปที่ 3-6 แสดงแผนภาพอีอาร์ (ER Diagram) ฐานข้อมูลของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ .....	138
รูปที่ 4-1 แสดงกราฟผลต่างค่าเอฟเมสเซอร์ของการค้นหากฎความสัมพันธ์ด้วยตัวแบบที่ 2 กับ การค้นหากฎความสัมพันธ์ด้วยตัวแบบที่ 1 ในสถานการณ์การนำทาง.....	148
รูปที่ 4-2 แสดงกราฟผลต่างค่าเอฟเมสเซอร์ของการค้นหากฎความสัมพันธ์ด้วยตัวแบบที่ 2 กับ การค้นหากฎความสัมพันธ์ด้วยตัวแบบที่ 1 ในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด.....	149
รูปที่ 4-3 แสดงกราฟเส้นค่าเฉลี่ยของค่าเอฟเมสเซอร์ของการค้นหากฎความสัมพันธ์ทั้ง 2 ตัวแบบ เมื่อปรับจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่นำมาสร้างเป็นเซตของคำแนะนำเป็นค่าต่างๆ ใน สถานการณ์การนำทาง.....	189

- รูปที่ 4-4 แสดงกราฟเส้นค่าเฉลี่ยของค่าเอฟเมสเซอร์ของการค้นหากฎความสัมพันธ์ทั้ง 2 ตัวแบบ เมื่อปรับจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่นำมาสร้างเป็นเซตของคำแนะนำเป็นค่าต่างๆ ใน สถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด ..... 189
- รูปที่ 4-5 แสดงที่กฎความสัมพันธ์มีค่าความน่าจะเป็นในการพบทรานแซคชันที่มีเซตรายการที่มา ก่อนและเซตรายการที่ตามมามีค่าสูง แต่ค่าความน่าจะเป็นในการพบทรานแซคชันที่มีเซตรายการ ที่มาก่อนแต่ไม่มีเซตรายการที่ตามมามีค่าสูงกว่า ..... 207