

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 บทนำ

บทนี้จะแสดงการสรุปผลของงานวิจัยและปัญหาที่เกิดขึ้นในการวิจัย สุดท้ายเป็นข้อเสนอแนะของงานวิจัย เพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบของงานวิจัยหรือพัฒนาการทดลองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5.2 การออกแบบการวิจัยและลักษณะของข้อมูลที่นำมาใช้

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้ทรานแซกชันของการเปลี่ยนแปลงแก้ไขและข้อสอบถามที่สร้างมาจากข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคฟวิของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการบัญชีชื่อเคมายมันนี่ (KMyMoney) มาทดสอบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคฟวิด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นและประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคฟวิด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ของ Liu และคณะ (Liu et al., 2008) ซึ่งมีทรานแซกชันของการเปลี่ยนแปลงแก้ไขทั้งหมด 5458 ทรานแซกชันและเลือกทรานแซกชันชุดทดสอบทั้งหมด 60 ทรานแซกชัน (ทรานแซกชันชุดทดสอบแสดงอยู่ในภาคผนวก ก) ซึ่งทำให้ได้ข้อสอบถามที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 962 ข้อสอบถาม

การทดสอบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคฟวิในงานวิจัยนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพในแง่ของการประยุกต์การทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยใช้วิธีการทดสอบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคฟวิที่เสนอโดย Zimmermann และคณะในปี 2005 (Zimmermann et al., 2005) ซึ่งแบ่งการทดสอบประสิทธิภาพออกเป็น 3 สถานการณ์ของการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้แก่ 1) สถานการณ์การนำทาง (Navigation) 2) สถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด (Error Prevention) และ 3) สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว (Closure)

5.3 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นกับการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ของ Liu และคณะ (Liu et al., 2008) โดยแบ่งการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบเป็น 3 สถานการณ์ดังนี้

- 1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นกับตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ในสถานการณ์การนำทาง
- 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นกับตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด
- 3) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นกับตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว

การทดสอบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการบัญชีชื่อเคมายมันนี่ (KMyMoney) กับเครื่องมือทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา โดยประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ในงานวิจัยนี้ใช้ค่าเอฟเมเชอร์สำหรับการทดสอบในสถานการณ์การนำทางและสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด และใช้ค่าผลสะท้อนกลับสำหรับการทดสอบในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว ผลการทดสอบประสิทธิภาพและการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ 2 ตัวแบบใน 3 สถานการณ์ แสดงไว้ในภาคผนวก ค สามารถสรุปได้ดังนี้

5.3.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำค้น ความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่น กับตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ในสถานการณ์การนำทาง

การทดสอบในสถานการณ์การนำทางนี้ใช้ข้อสอบถามทั้งหมด 451 ข้อสอบถาม ผลการทดสอบผู้วิจัยพบว่าค่าประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำค้น ความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่มากกว่า การทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำค้นความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่น และผลการทดสอบความแตกต่างค่าประสิทธิภาพของทั้ง 2 กลุ่มด้วยสถิติทดสอบเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกชันสำหรับการทดสอบแบบจับคู่ (The Wilcoxon Signed Rank Sum Test for the Matched Paired Difference) สรุปได้ว่าการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำค้นความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำค้นความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นในสถานการณ์การนำทาง กล่าวคือการนำตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่มาประยุกต์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำค้นความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์สำหรับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ในสถานการณ์การนำทางได้อย่างมีนัยสำคัญ

ผู้วิจัยได้ทดสอบเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) ของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำค้นความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแบบ ผลการทดสอบผู้วิจัยพบว่าการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ย (Average Precision) ที่ต่ำกว่าและให้ค่าเรียกคืนเฉลี่ย (Average Recall) ที่สูงกว่าการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญด้วย เนื่องจากผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าขนาดเซตของคำแนะนำที่ได้มาจากการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ที่มีขนาดใหญ่กว่าเซตของคำแนะนำที่ได้มาจากการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นเสมอ (ค่าความถูกต้องแปรผกผันกับขนาดเซตของคำแนะนำ) กฎความสัมพันธ์ที่ได้มาจากการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นที่อยู่ในอันดับต้นๆจะเป็นกฎความสัมพันธ์ที่มีเซตรายการที่ตามมาเพียง 1 รายการเสมอ (ค่าความเชื่อมั่นของกฎความสัมพันธ์แปรผันตรงกับค่าสนับสนุนของกฎความสัมพันธ์ และกฎความสัมพันธ์ที่มีเซตรายการที่ตามมาเพียง 1 รายการมักจะทำให้ค่าสนับสนุนของกฎ

ความสัมพันธ์มีค่ามากกว่ากฎความสัมพันธ์ที่มีเซตรายการที่ตามมาหลายรายการ) สำหรับกฎความสัมพันธ์ที่ได้มาจากการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ที่มีเซตรายการที่ตามมีขนาดใหญ่ นั้น ผู้วิจัยเห็นว่าอาจเป็นเพราะข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เคมายมันนี่ (KMyMoney) นั้นแต่ละแฟ้มข้อมูลในโครงการมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันมาก จึงทำให้เกิดกฎความสัมพันธ์ที่ได้มาจากการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ 10 อันดับแรกมีความหลากหลาย

นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้ทดสอบเพิ่มเติมโดยการปรับจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่นำมาสร้างเป็นเซตของคำแนะนำเป็นค่าต่างๆ ผลการทดสอบซึ่งพบว่าการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นเสมอในสถานการณ์การนำทาง ไม่ว่าจะปรับจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่นำมาสร้างเป็นเซตของคำแนะนำเป็นค่าใดๆก็ตาม

5.3.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นกับตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด

การทดสอบในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดนี้ใช้ข้อสอบถามทั้งหมด 451 ข้อสอบถาม ผลการทดสอบผู้วิจัยพบว่าค่าประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ต่ำกว่าการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่น และผลการทดสอบความแตกต่างค่าประสิทธิภาพของทั้ง 2 กลุ่มด้วยสถิติทดสอบเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกซันสำหรับการทดสอบแบบจับคู่ (The Wilcoxon Signed Rank Sum Test for the Matched Paired Difference) สรุปได้ว่าการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด กล่าวคือการนำตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่มาประยุกต์ใช้ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎ



ความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคิร์ฟสำหรับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดได้

ผู้วิจัยได้ทดสอบเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) ของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแบบ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ให้ค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) ที่ต่ำกว่าการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญด้วย โดยสาเหตุของผลการทดสอบนี้เป็นเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวไปในหัวข้อที่แล้ว

นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้ทดสอบเพิ่มเติมโดยการปรับจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่นำมาสร้างเป็นเซตของคำแนะนำเป็นค่าต่างๆ ผลการทดสอบผู้วิจัยพบว่าการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคิร์ฟด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคิร์ฟด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นเสมอในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด ไม่ว่าจะปรับจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่นำมาสร้างเป็นเซตของคำแนะนำเป็นค่าใดๆก็ตาม

5.3.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคิร์ฟด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นกับตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว

การทดสอบในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้วนี้ใช้ข้อสอบถามทั้งหมด 60 ข้อสอบถาม ผลการทดสอบผู้วิจัยพบว่าค่าประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคิร์ฟด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่เท่ากับการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคิร์ฟด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่น และผลการทดสอบอัตราส่วน 2 กลุ่มด้วยสถิติทดสอบ Z (Two Proportion Z Tests) สรุปได้ว่าการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคิร์ฟด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่มีประสิทธิภาพที่ไม่ต่างกับการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์เคิร์ฟด้วยตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว กล่าวคือการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูล

ซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์สำหรับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้วสามารถนำตัวแบบค่าสนับสุน-ค่าความเชื่อมั่นหรือตัวแบบค่าสนับสุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ไปประยุกต์ใช้ได้โดยให้ประสิทธิภาพที่ไม่ต่างกัน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ข้างต้นเป็นผลที่เกิดจากการใช้ข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการบัญชีชื่อเคมายมันนี่ (KMyMoney) ที่เป็นโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเปิด (Open Source) และมีรายละเอียดของโครงการตามที่อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.4 จากการทดสอบเพิ่มเติมในหัวข้อ 4.4.1 ถึง 4.4.4 และการวิเคราะห์เพิ่มเติมในหัวข้อ 4.4.5 ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าลักษณะของการเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่เกิดขึ้นของนักพัฒนาในโครงการนี้มีลักษณะไม่ค่อยมีการแบ่งกลุ่มแฟ้มข้อมูลในแต่ละคนแก้ไขอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่านักพัฒนาภายในโครงการนี้อาจไม่มีการแบ่งหน้าที่การทำงานของนักพัฒนาแต่ละคน ซึ่งก็เป็นลักษณะที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเปิด ลักษณะดังกล่าวนี้อาจแตกต่างจากโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ที่มีการแบ่งหน้าที่การทำงานที่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าลักษณะที่แตกต่างกันดังกล่าวสามารถส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาได้และเป็นประเด็นที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาในอนาคต

5.4 การนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

ในงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อไปหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลประเภทอื่นๆ โดยผู้วิจัยแบ่งข้อเสนอไว้ดังต่อไปนี้

5.4.1 การนำงานวิจัยไปใช้ในเชิงทฤษฎี

งานวิจัยในอดีตมีการทดสอบประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบค่าสนับสุน-ค่าความเชื่อมั่นสำหรับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ผลประสิทธิภาพที่ดี (Zimmermann et al., 2005; Methanias et al., 2009) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจเพิ่มประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ดังกล่าว

ด้วยการนำตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ของ Liu และคณะ (Liu et al., 2008) มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากตัวแบบนี้มีคุณสมบัติที่ดีกว่าตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นเดิมและยังมีคุณสมบัติที่น่าสนใจคือสามารถลดจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่เป็นผลบวกลงได้ งานวิจัยนี้จึงสามารถเป็นแนวทางให้กับนักพัฒนาที่สนใจเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์สำหรับระบบให้คำแนะนำ นักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่อไปได้ ตัวอย่างเช่น การนำวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของงานวิจัยไปเป็นแนวทางในทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับตัวแบบของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ตัวแบบอื่นๆต่อไป เป็นต้น

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในการเลือกโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่นำมาทดสอบ จึงจำเป็นต้องใช้โครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เป็นแบบเปิด (Open source) ผู้วิจัยเห็นว่าโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เป็นแบบเปิดอาจมีลักษณะหลายๆอย่างที่แตกต่างจากโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ซึ่งอาจมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาได้ งานวิจัยนี้จึงสามารถเป็นแนวทางกับงานวิจัยที่สนใจทดสอบประสิทธิภาพกับโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ได้ รวมถึงงานวิจัยที่สนใจเปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบประสิทธิภาพกับโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เป็นแบบเปิดและโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ด้วย

5.4.2 การนำงานวิจัยไปใช้ในเชิงประยุกต์

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบ ในสถานการณ์การนำทางที่ใช้ค่าเอฟเมเชอร์เป็นค่าประสิทธิภาพนั้นแสดงให้เห็นว่าตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า ดังนั้นถ้าผู้ใช้ให้ความสำคัญกับคำแนะนำในสถานการณ์การนำทางมากที่สุด ผู้ใช้สามารถนำตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ไปประยุกต์ใช้กับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ สำหรับในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดที่ใช้ค่าเอฟเมเชอร์เป็นค่าประสิทธิภาพเช่นกันนั้นแสดงให้เห็นว่าตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า ดังนั้นถ้าผู้ใช้ให้ความสำคัญกับคำแนะนำในสถานการณ์การป้องกันการเกิดข้อผิดพลาด ผู้ใช้ควรนำตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นไปประยุกต์ใช้กับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ และสำหรับในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้วที่ใช้ค่าผลสะท้อนกลับเป็นค่าประสิทธิภาพนั้นแสดงให้เห็นว่าตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นและตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ให้ประสิทธิภาพที่

ไม่ต่างกัน ถ้าผู้ใช้ให้ความสำคัญกับคำแนะนำในสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว ผู้ใช้สามารถเลือกนำตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นหรือตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ไปประยุกต์ใช้กับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้

นอกจากนั้น จากผลการทดสอบเพิ่มเติม แสดงให้เห็นว่าการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นให้ค่าความถูกต้อง (Precision) ที่สูงกว่าการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่แต่การใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นให้เรียกคืน (Recall) ที่ต่ำกว่าการใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ ถ้าผู้ใช้ให้ความสำคัญกับค่าความถูกต้องมากกว่าค่าเรียกคืน ผู้ใช้ควรเลือกนำตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นไปประยุกต์ใช้กับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ แต่ถ้าผู้ใช้ให้ความสำคัญกับค่าเรียกคืนมากกว่าค่าความถูกต้อง ผู้ใช้ควรเลือกนำตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่ไปประยุกต์ใช้กับระบบให้คำแนะนำนักพัฒนาในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์

เนื่องจากผลของงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการทดสอบกับโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเปิด (Open source) ดังนั้นการนำงานวิจัยไปใช้ในเชิงประยุกต์จึงต้องใส่ใจในประเด็นของลักษณะของโครงการที่นำไปประยุกต์ใช้ด้วย ผู้วิจัยเห็นว่าผู้ใช้สามารถนำคำแนะนำในการประยุกต์ใช้ที่กล่าวในข้างต้นไปใช้กับโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเปิดและโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์แต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขของทีมพัฒนาย่อยที่มีขนาดของทีมไม่มากนักและมีความอิสระภายในทีมสูง

5.5 ข้อจำกัดของงานวิจัย

จากการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำกฏความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบในงานวิจัยนี้ มีข้อจำกัดบางประการดังนี้

- 1) ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำกฏความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบในงานวิจัยนี้ เป็นผลจากการทดสอบกับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เคมายมันนี่ (KMyMoney) เท่านั้น สำหรับการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหาคำกฏความสัมพันธ์กับข้อมูล

ซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบด้วยข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์อื่นๆ ที่มีคุณลักษณะแตกต่างไปจากโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เคมายมันนี่ (KMyMoney) เช่น ขนาด อัตราการเปลี่ยนแปลงแก้ไข ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา รวมถึงลักษณะของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเปิด (Open Souce) หรือโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ (Commercial) อาจให้ผลที่แตกต่างกันออกไป

- 2) การทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหา กฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์ไคฟ์ด้วยตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบในงานวิจัยนี้เป็นผลจากการทดสอบที่ผู้วิจัยกำหนดค่าต่างๆ ในเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบดังนี้
- ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support Count) เท่ากับ 3
 - ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ/ค่าความเชื่อมั่นใหม่ขั้นต่ำ (Mimimum Confidence / New Confidence) เท่ากับ 0.1
 - การกำหนดค่าน้ำหนักของค่าเอพเมอริแบบสมดุล กล่าวคือให้น้ำหนักกับค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) อย่างละ 0.5 เท่ากัน

การกำหนดค่าต่างๆ ในเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบที่แตกต่างกันออกไปนี้ อาจทำให้ได้ผลที่แตกต่างออกไปดังนี้

- การกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support Count) มากกว่าหรือน้อยกว่า 3 อาจทำให้เซตของคำแนะนำที่ได้แตกต่างออกไป ซึ่งมีผลให้ทำให้ค่าความถูกต้อง ค่าเรียกคืนและค่าเอพเมอริแตกต่างออกไปได้
- การกำหนดค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ/ค่าความเชื่อมั่นใหม่ขั้นต่ำ (Mimimum Confidence / New Confidence) ที่มากกว่า 0.1 อาจทำให้เซตของคำแนะนำที่ได้แตกต่างออกไป ซึ่งมีผลให้ทำให้ค่าความถูกต้อง ค่าเรียกคืนและค่าเอพเมอริแตกต่างออกไปได้
- การกำหนดค่าน้ำหนักของค่าเอพเมอริแบบสมดุล กล่าวคือให้น้ำหนักกับค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) อย่างละ 0.5 เท่ากัน

5.6 แนวทางการศึกษาต่อเนื่อง

จากข้อจำกัดของงานวิจัย ผู้ที่สนใจศึกษาต่อเนื่องอาจใช้เป็นแนวทางดังต่อไปนี้ในการศึกษาได้

- 1) ผู้ที่สนใจสามารถทดสอบกับข้อมูลซอฟต์แวร์และข้อสอบถามชุดอื่นที่นอกเหนือจากข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์โคฟว์ของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เคมายมันนี่ (KMyMoney) เพื่อให้ผลการทดสอบครอบคลุมโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ทุกๆคุณลักษณะ
- 2) ผู้ที่สนใจสามารถทดสอบประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์โคฟว์โดยกำหนดค่าต่างๆของเครื่องมือทดสอบที่เหมาะสม ได้แก่ ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support Count) ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ / ค่าความเชื่อมั่นใหม่ขั้นต่ำ (Minimum Confidence / New Confidence) และกำหนดค่าน้ำหนักของค่าเอพเมอร์
- 3) ผู้สนใจการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์โคฟว์ด้วยตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบในงานวิจัยสามารถเปลี่ยนการวัดประสิทธิภาพจากการใช้ค่าเอพเมเซอร์ไปเป็นการวัดค่าอื่นๆแทน เช่น การวัดประสิทธิภาพจากนับจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่เป็นผลบวกลง
- 4) ผู้สนใจสามารถนำตัวแบบประเมินระดับความน่าสนใจของกฎความสัมพันธ์อื่นๆมาประยุกต์ใช้กับการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์โคฟว์ เช่น ค่าลิฟท์ (Lift) ค่าเลฟเวอเรจ (Leverage) ค่าคัฟเวอเรจ (Coverage) ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) และ ค่าอัตราส่วนออกดส์ (Odds Ratio) เป็นต้น
- 5) ผู้สนใจการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ด้วยตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบสามารถทดลองกับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์โคฟว์ของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์หรือโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเปิดที่มีกฎระเบียบที่เคร่งครัด
- 6) ผู้สนใจสามารถประยุกต์ใช้ตัวแบบค่าสนับสนุน-ค่าความเชื่อมั่นใหม่กับการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์กับข้อมูลซอฟต์แวร์อาร์โคฟว์เพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆได้ เช่น การประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์ปฏิเสธ (Negative Association Rule) กับการสร้างระบบแจ้งเตือนนักพัฒนาว่า ไม่ควรแก้ไขแฟ้มข้อมูลนี้ต่อจากแฟ้มข้อมูลที่แก้ไขไปก่อนหน้านี้ เป็นต้น