

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัย

#### 6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอโมเดลสำหรับประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะจากแผนภาพคลาสและแผนภาพซีเควนซ์ เพื่อให้สามารถทำการประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของซอฟต์แวร์ได้ตั้งแต่ช่วงของการออกแบบ ซึ่งหากต้องการแก้ไขจะสามารถแก้ไขได้ง่ายและประหยัดกว่าการแก้ไขที่ซอร์สโคด การสร้างโมเดลในงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเสถียรเชิงตรรกะที่วัดจากซอร์สโคด และค่าตัววัดแผนภาพที่วัดจากแผนภาพคลาสและแผนภาพซีเควนซ์ โดยตัววัดแผนภาพที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 21 ตัววัด และมีตัววัดจำนวน 11 ตัววัดที่ส่งผลต่อความเสถียรเชิงตรรกะของโปรแกรมทั้ง 3 กลุ่ม

การวัดค่าความเสถียรเชิงตรรกะของคลาสจากซอร์สโคดในงานวิจัยนี้ อาศัยเครื่องมือคำนวณความเสถียรเชิงตรรกะที่พัฒนาจากเครื่องมือคำนวณเสถียรภาพ โดยได้ทำการแก้ไขขั้นตอนการคำนวณ และผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่กำหนดขึ้นและครอบคลุมรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ทั้งหมด รูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระดับด้วยกัน คือการเปลี่ยนแปลงระดับของระบบ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างคลาส รวมไปถึงการเพิ่ม หรือลบคลาส และการเปลี่ยนแปลงระดับของคลาสซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงแก่องค์ประกอบของคลาส คือแอททริบิวต์ และเมธอด

การวัดค่าตัววัดแผนภาพในงานวิจัยนี้จะทำการวัดค่าจากแผนภาพคลาสและแผนภาพซีเควนซ์ที่อยู่ในรูปแบบของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล โดยอาศัยโปรแกรม SDMetrics ซึ่งสามารถวัดค่าตัววัดแผนภาพต่างๆ ได้ และได้ทำการเพิ่มเติมตัววัดแผนภาพที่ไม่มีอยู่ในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมสามารถวัดค่าตัววัดได้อย่างครบถ้วน

งานวิจัยนี้ได้แบ่งกลุ่มของซอฟต์แวร์ออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ซอฟต์แวร์ด้านการคำนวณ ซอฟต์แวร์ด้านข้อความ และซอฟต์แวร์ด้านรูปภาพ เนื่องจากผู้เขียนวิทยานิพนธ์เห็นว่าโปรแกรมแต่ละประเภทจะมีพฤติกรรมการทำงานที่ต่างกันออกไป และคล้ายคลึงกันเองในกลุ่มโปรแกรมประเภทเดียวกัน และจะมีพฤติกรรมบางประการที่ขัดแย้งกัน ดังนั้นจึงควรแยกพิจารณาเพื่อให้โมเดลที่ได้สามารถอธิบายความเสถียรเชิงตรรกะได้จริง และจากผลของการวิจัยที่ได้พบว่า

โปรแกรมแต่ละกลุ่มมีพฤติกรรมบางประการที่ขัดแย้งกันจริง เช่นในกลุ่มโปรแกรมด้านการคำนวณ คลาสที่มีจำนวนโอเปอเรเตอร์สูง จะมีความเสถียรเชิงตรรกะสูงในขณะที่โปรแกรมด้านการจัดการ ข้อความ คลาสที่มีจำนวนโอเปอเรเตอร์สูง จะมีความเสถียรเชิงตรรกะต่ำ

ผลของการวิจัยพบว่าโมเดลการประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของกลุ่มซอฟต์แวร์ ด้านข้อความมีสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 84.6% และประกอบไปด้วยตัววัดแผนภาพ 2 ตัวคือ NumOps และ NumPubOps หรืออาจสรุปได้ว่า 84.6% ของค่าความเสถียรเชิงตรรกะของซอฟต์แวร์ด้านข้อความสามารถอธิบายได้ด้วยโมเดลการประมาณซึ่งประกอบไปด้วยตัววัดแผนภาพทั้งสอง และเมื่อทำการประเมินโมเดลด้วยชุดโปรแกรมสำหรับทดสอบพบว่า ผลการประมาณค่าจากโมเดลการประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะสำหรับกลุ่มซอฟต์แวร์ด้านข้อความจะมีความคลาดเคลื่อนจากค่าจริงไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์เสมอ

โมเดลการประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของกลุ่มซอฟต์แวร์ที่มีสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนสูงรองลงมา คือโมเดลการประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของกลุ่มซอฟต์แวร์ด้านการคำนวณ โดยมีค่าเท่ากับ 73.9% และประกอบไปด้วยตัววัดแผนภาพ 6 ตัว ได้แก่ ClassInst NumOps NumAnc AttrInh MsgSent และ NumDesc หรืออาจสรุปได้ว่า 73.9% ของค่าความเสถียรเชิงตรรกะของซอฟต์แวร์ด้านการคำนวณสามารถอธิบายได้ด้วยโมเดลการประมาณค่าซึ่งประกอบไปด้วยตัววัดแผนภาพทั้งหมด และจากผลการประเมินโมเดลการประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของซอฟต์แวร์ด้านการคำนวณพบว่า 91.7 เปอร์เซ็นต์ของค่าที่ประมาณได้จะคลาดเคลื่อนจากค่าจริงไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์

โมเดลการประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของกลุ่มซอฟต์แวร์ด้านรูปภาพมีสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนเท่ากับ 73.8% และประกอบไปด้วยตัววัดแผนภาพ 6 ตัว คือ NumOps OpsInh NumAnc IfImpl NumAtt และ CLD หรืออาจสรุปได้ว่า 73.8% ของค่าความเสถียรเชิงตรรกะของซอฟต์แวร์ด้านการจัดการรูปภาพสามารถอธิบายได้ด้วยโมเดลการประมาณค่าซึ่งประกอบไปด้วยตัววัดแผนภาพทั้งหมด และจากผลการประเมินโมเดลการประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของซอฟต์แวร์ด้านการจัดการรูปภาพพบว่า 93.3 เปอร์เซ็นต์ของค่าที่ประมาณได้จะคลาดเคลื่อนจากค่าจริงไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตามเมื่อทำการทดลองเพื่อหาโมเดลประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของซอฟต์แวร์ทั้ง 3 กลุ่มรวมกัน ผลที่ได้ไม่น่าพึงพอใจเนื่องจากได้โมเดลที่สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนต่ำ หรือได้โมเดลที่ไม่สามารถอธิบายความเสถียรเชิงตรรกะของซอฟต์แวร์ได้อย่างแท้จริง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากซอฟต์แวร์แต่ละกลุ่มต่างมีลักษณะเฉพาะของตน ซึ่งเมื่อนำมารวมกันแล้ว ก่อให้เกิดความขัดแย้งขึ้น ส่งผลให้โมเดลที่ได้ไม่เพียงพอ

หลังจากทำการสร้างโมเดลสำหรับประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของซอฟต์แวร์ทั้ง 3 กลุ่ม รวมทั้งทำการประเมินผลซอฟต์แวร์เสร็จสิ้นแล้ว จึงทำการพัฒนาโปรแกรม SDMetrics ให้สามารถทำการคำนวณตามโมเดลการประมาณค่าทั้ง 3 เพื่อประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของ คลาส แพคเกจ และซอฟต์แวร์ได้โดยอัตโนมัติ

## 6.2 ข้อสังเกต

1. ขนาดของซอฟต์แวร์ เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องขนาดของซอฟต์แวร์ของโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองทำให้ไม่สามารถทำการทดลองกับซอฟต์แวร์ที่มีขนาดใหญ่ได้ ทำให้หากนำโมเดลที่ได้ไปใช้กับซอฟต์แวร์ที่มีขนาดใหญ่ อาจเกิดการคลาดเคลื่อนได้
2. คลาสที่มีรายละเอียดเหมือนกันเมื่อนำประมาณค่าด้วยโมเดลประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของโปรแกรมทั้ง 3 กลุ่ม จะได้ค่าความเสถียรเชิงตรรกะที่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้เนื่องมาจากงานวิจัยศึกษาโปรแกรมแต่ละกลุ่มแยกจากกัน ทำให้โมเดลที่ได้จากวิทยานิพนธ์นี้สามารถใช้ประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะได้เฉพาะโปรแกรมที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันเท่านั้น

## 6.3 แนวทางการวิจัยในอนาคต

1. เพิ่มตัววัดแผนภาพของแผนภาพอื่นๆ เช่น แผนภาพกิจกรรม เป็นต้น เพื่อให้โมเดลการประมาณค่ามีความถูกต้องยิ่งขึ้น
2. ทำการศึกษาซอฟต์แวร์ทั้ง 3 กลุ่ม เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเสถียรเชิงตรรกะกับพฤติกรรมของซอฟต์แวร์ในแต่ละประเภท เพื่อสร้างโมเดลที่สามารถประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของโปรแกรมประเภทใดๆ ก็ได้
3. เพิ่มจำนวนของโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองเพื่อให้โมเดลมีความถูกต้องมากขึ้น
4. นำโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่มาทำการทดลองเพิ่มเพื่อสร้างโมเดลที่สามารถประมาณค่าความเสถียรเชิงตรรกะของโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ได้
5. ใช้ผลของการวิจัย เพื่อสร้างวิธีการวัดความเสถียรของแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์โดยตรง

#### 6.4 ผลงานตีพิมพ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีผลงานตีพิมพ์ หรือเข้าร่วมการประชุมวิชาการดังนี้

1. งานสัมมนาวิชาการนานาชาติ "4<sup>th</sup> Joint Conference on Computer Science and Software Engineer (JCSSE 2007)" ระหว่างวันที่ 2 -4 พฤษภาคม พ.ศ.2550 บทความชื่อ "Estimating Software Logical Stability from Class Diagram and Sequence Diagram"