การสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ
ด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์

นางสาวสุชาดา ศุภผล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6186-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEST CASE GENERATION FOR WEB APPLICATION USING BLACK-BOX TESTING TECHNIQUE

Miss Suchada Supapon

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
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2004

ISBN 974-17-6186-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์
โดย	นางสาว สุชาดา ศุภผล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรศิริ หมื่นไชยศรี)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุชาดา ศุภผล : การสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์. (TEST CASE GENERATION FOR WEB APPLICATION USING BLACK-BOX TESTING TECHNIQUE)
อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์, 208 หน้า.
ISBN 974-17-6186-4.

ในกระบวนการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ขั้นตอนการทดสอบซอฟต์แวร์เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้ได้มาซึ่งซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ แต่ในบางครั้งการทดสอบซอฟต์แวร์อาจทำได้ไม่สมบูรณ์มากนัก อันเนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านเวลา ดังนั้นการใช้เครื่องมือเพื่อช่วยสร้างกรณีทดสอบ จึงมีส่วนสำคัญที่จะช่วยลดระยะเวลาในการสร้างกรณีทดสอบ และเวลาโดยรวมที่ใช้ในการทดสอบซอฟต์แวร์ให้น้อยลงได้ วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอวิธีการสร้างกรณีทดสอบเพื่อทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ และพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบขึ้นตามวิธีการที่นำเสนอ ผลจากการทดสอบเครื่องมือพบว่าเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาออกมาได้อย่างถูกต้องตรงตามหลักการออกแบบกรณีทดสอบ ดังนั้นด้วยเครื่องมือนี้ผู้ทดสอบไม่จำเป็นต้องสร้างกรณีทดสอบด้วยตนเอง จึงเป็นผลทำให้ค่าใช้จ่าย แรงงาน และเวลาในการสร้างกรณีทดสอบ รวมทั้งเวลาโดยรวมที่ใช้ในการทดสอบซอฟต์แวร์ลดน้อยลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา....2547..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4570600621 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORD: TEST CASE GENERATION / WEB APPLICATION / EQUIVALENCE CLASS TESTING / BOUNDARY VALUE TESTING

SUCHADA SUPAPON : TEST CASE GENERATION FOR WEB APPLICATION USING BLACK-BOX TESTING TECHNIQUE.

THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR TARATIP SUWANNASART, PH.D., 208 pp. ISBN 974-17-6186-4.

In the process of web application development, software testing is one of the important phases to achieve high quality web application. However, when the development process reaches testing phase, it usually remains only a little of time to test the application completely because the deadline is getting closer. Thus, automatic tools are required to reduce the effort and time of testers in the testing process. This thesis presents an approach for generating test cases to test web application from HTML document and XML Schema using black-box testing techniques. According to this approach, a test case generating tool is developed. The result of tool testing indicates that this tool could generate test cases from HTML document and XML Schema which conform to test case designing techniques. Thus, with this tool, testers do not need to generate test cases manually so it reduces the cost and effort of test case generation and the whole software testing process.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department…....Computer Engineering……. Student's signature…...……

Field of study.....Computer Science.....… Advisor's signature……..……..

Academic year...2004..... Co-advisor's signature……...……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ ขอกราบขอบพระคุณที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ความช่วยเหลือ และความเมตตาต่อข้าพเจ้า และขอกราบขอบพระขอบคุณ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรศิริ หมื่นไชยศรี และท่านอาจารย์ ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำ และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาของข้าพเจ้าที่ให้คำแนะนำ กำลังใจ ความห่วงใย และความเข้าใจเสมอมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ 1
    1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
    1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
    1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
    1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
    1.5 ขั้นตอนการวิจัย 4

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
    2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
        2.1.1 การออกแบบกรณีทดสอบ 5
        2.1.2 เอ็กซ์เอ็มแอล 7
        2.1.3 เอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา 10
    2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
        2.2.1 วิทยานิพนธ์ “เครื่องมือสำหรับสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ช ทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา” 11
        2.2.2 วิทยานิพนธ์ “การพัฒนาระบบจัดการกรณีทดสอบซอฟต์แวร์” 12
        2.2.3 เครื่องมือ “Pro-test” 13
        2.2.4 งานวิจัย “Automatic Tools for Testing Expert Systems” 13

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3. การวิเคราะห์และออกแบบ 15
   3.1 แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบ 15
   3.2 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ 23
      3.2.1 แผนภาพยูสเคส 23
      3.2.2 แผนภาพคลาส 29
      3.2.3 แผนภาพซีเควนซ์และแผนภาพลำดับกิจกรรม 35
      3.2.4 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ 56

4. การพัฒนาเครื่องมือ 73
   4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ 73
   4.2 การสร้างค่าสุ่มของเครื่องมือ 74
   4.3 ฐานข้อมูลของเครื่องมือ 74
   4.4 โครงสร้างของเครื่องมือ 76

5. การทดสอบ 84
   5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ 84
   5.2 โปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่ใช้ในการทดสอบ 84
   5.3 แนวทางการทดสอบ 95
   5.4 ผลการทดสอบ 96
   5.5 สรุปผลการทดสอบ 100

6. สรุปผลการวิจัย 109
   6.1 สรุปผลการวิจัย 109
   6.2 ข้อเสนอแนะ 110
   6.3 ผลงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 111

รายการอ้างอิง 112

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

ภาคผนวก 114

ภาคผนวก ก ตัวอย่างการสร้างกรณีทดสอบ 115

ภาคผนวก ข พจนานุกรมข้อมูล 122

ภาคผนวก ค ตัวอย่างกรณีทดสอบ 128

ภาคผนวก ง ตัวอย่างการทดลองใส่ข้อผิดพลาด 162

ภาคผนวก จ คู่มือการติดตั้งและการใช้งานเครื่องมือ 164

ภาคผนวก ฉ ผลงานที่ตีพิมพ์ 199

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 208

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่สร้างจากค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่มีรูปแบบเป็นค่าความยาวของตัวแปร 18
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่สร้างจากค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่มีรูปแบบเป็นค่าคงที่ของตัวแปร 19
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่สร้างจากค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่มีรูปแบบเป็นค่าที่เป็นช่วง 19
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่สร้างจากค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่มีรูปแบบเป็นค่าที่เป็นเซต 19
ตารางที่ 3.5 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร 25
ตารางที่ 3.6 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล 25
ตารางที่ 3.7 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา 26
ตารางที่ 3.8 รายละเอียดยูสเคสไม่มีองค์ประกอบที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ 26
ตารางที่ 3.9 รายละเอียดยูสเคสระบุคุณสมบัติของตัวแปร 27
ตารางที่ 3.10 รายละเอียดยูสเคสระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 27
ตารางที่ 3.11 รายละเอียดยูสเคสค่ามีการซ้อนทับกัน 28
ตารางที่ 3.12 รายละเอียดยูสเคสสร้างกรณีทดสอบ 28
ตารางที่ 3.13 ตัวอย่างค่าที่อยู่ในอาร์เรย์ validValues 43
ตารางที่ 3.14 ตัวอย่างค่าที่อยู่ในอาร์เรย์ randomValues 59
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของหน้าลงทะเบียนของป๊อบเมล์ 86
ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของหน้าลงทะเบียนของป๊อบเมล์ 87
ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 89
ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 90
ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของหน้าลงทะเบียนของโปรแกรมออกแบบยูเอ็ลแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของหน้าลงทะเบียนของโปรแกรมออกแบบยูเอ็ลแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 92
ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 93
ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 93
ตารางที่ 5.9 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 94
ตารางที่ 5.10 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 95
ตารางที่ 5.11 ตารางสรุปจำนวนกรณีทดสอบ 101
ตารางที่ ก-1 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล 115
ตารางที่ ก-2 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล 115
ตารางที่ ก-3 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส 116
ตารางที่ ก-4 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส 116
ตารางที่ ก-5 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต 117
ตารางที่ ก-6 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคส 117
ตารางที่ ก-7 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส 118
ตารางที่ ก-8 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส 119
ตารางที่ ข-1 พจนานุกรมข้อมูลตาราง Project 122
ตารางที่ ข-2 พจนานุกรมข้อมูลตาราง File 122
ตารางที่ ข-3 พจนานุกรมข้อมูลตาราง Variable 123
ตารางที่ ข-4 พจนานุกรมข้อมูลตาราง RangeAndConst 123
ตารางที่ ข-5 พจนานุกรมข้อมูลตาราง BoundaryValue 124
ตารางที่ ข-6 พจนานุกรมข้อมูลตาราง SetValue 125

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ ข-7 พจนานุกรมข้อมูลตาราง ComponentType 126
ตารางที่ ข-8 พจนานุกรมข้อมูลตาราง VariableType 126
ตารางที่ ข-9 พจนานุกรมข้อมูลตาราง RangeAndConstType 126
ตารางที่ ข-10 พจนานุกรมข้อมูลตาราง SetType 127

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่มีรูปแบบถูกต้อง 9
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่ถูกต้องสมบูรณ์ 10
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา 11
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของแนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบ 15
รูปที่ 3.2 การสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล 18
รูปที่ 3.3 การสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต 21
รูปที่ 3.4 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ 24
รูปที่ 3.5 แผนภาพคลาสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ 29
รูปที่ 3.6 คลาส TestCaseGenerator 30
รูปที่ 3.7 คลาส HTML 30
รูปที่ 3.8 คลาส XMLSchema 31
รูปที่ 3.9 คลาส Variable 31
รูปที่ 3.10 คลาส EquivalenceClass 32
รูปที่ 3.11 คลาส Range 32
รูปที่ 3.12 คลาส OpenRange 32
รูปที่ 3.13 คลาส ClosedRange 33
รูปที่ 3.14 คลาส BoundaryValue 33
รูปที่ 3.15 คลาส Constant 34
รูปที่ 3.16 คลาส Set 34
รูปที่ 3.17 คลาส TestCase 34
รูปที่ 3.18 แผนภาพซีเควนซ์ของการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล 36
รูปที่ 3.19 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด analyzeContent() 37
รูปที่ 3.20 แผนภาพซีเควนซ์ของการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอล สคีมา 38
รูปที่ 3.21 แผนภาพซีเควนซ์ของการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอล สคีมา (ต่อ) 39
รูปที่ 3.22 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด getPropertiesFromXmlSchema() 40
รูปที่ 3.23 แผนภาพซีเควนซ์ของการระบุคุณสมบัติของตัวแปร 41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า
รูปที่ 3.24 แผนภาพซีเควนซ์ของการระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 42
รูปที่ 3.25 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด checkOverlap(valueOfVariable) 44
รูปที่ 3.26 แผนภาพลำดับกิจกรรมของกิจกรรม get valid EQV and assign to validValues array 44
รูปที่ 3.27 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด chkOverlap(validValues) 45
รูปที่ 3.28 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล 46
รูปที่ 3.29 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล 47
รูปที่ 3.30 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส 48
รูปที่ 3.31 แผนภาพลำดับกิจกรรมของการหาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง 49
รูปที่ 3.32 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส 50
รูปที่ 3.33 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต 51
รูปที่ 3.34 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคส 52
รูปที่ 3.35 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส 54
รูปที่ 3.36 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส 55
รูปที่ 3.37 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด deriveTestCases(method, listOfVariable) 57
รูปที่ 3.38 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด WN(listOfVarible) 58
รูปที่ 3.39 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด SN(listOfVarible) 60
รูปที่ 3.40 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด normalCartesian(varIndex) 60
รูปที่ 3.41 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด WR(listOfVarible) 61
รูปที่ 3.42 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด SR(listOfVarible) 63
รูปที่ 3.43 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด robustCartesian(varIndex) 64
รูปที่ 3.44 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด BVA(listOfVariable) 65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 3.45 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด WC(listOfVariable) 66
รูปที่ 3.46 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด wcCartesian(varIndex) 67
รูปที่ 3.47 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด R(listOfVariable) 68
รูปที่ 3.48 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด RWC(listOfVariable) 70
รูปที่ 3.49 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด rwcCartesian(varIndex) 71
รูปที่ 4.1 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตีระดับกายภาพของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ 75
รูปที่ 4.2 แผนภาพส่วนประกอบของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ 76
รูปที่ 4.3 หน้าจอแรกของเครื่องมือ 77
รูปที่ 4.4 หน้าจอเพิ่มโครงการใหม่ 77
รูปที่ 4.5 หน้าจอเปิดโครงการเดิม 78
รูปที่ 4.6 หน้าจอลบโครงการ 78
รูปที่ 4.7 หน้าจอจัดการแฟ้มเอกสาร 79
รูปที่ 4.8 หน้าจอเพิ่มแฟ้มเอกสาร ใหม่ 79
รูปที่ 4.9 หน้าจอระบุคุณสมบัติของแต่ละตัวแปร 80
รูปที่ 4.10 หน้าจอจัดการค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 81
รูปที่ 4.11 หน้าจอระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวเลข 81
รูปที่ 4.12 หน้าจอระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวอักษร 82
รูปที่ 4.13 หน้าจอเลือกรูปแบบรายงานกรณีทดสอบ 82
รูปที่ 4.14 หน้าจอเลือกกลุ่มตัวอักษรในการสร้างค่าสุ่มและเลือกรูปแบบรายงานกรณีทดสอบ 83
รูปที่ 4.15 หน้าจอรายงานกรณีทดสอบ 83
รูปที่ 5.1 หน้าลงทะเบียนของป๊อบเมล์ 85
รูปที่ 5.2 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของหน้าลงทะเบียนของป๊อบเมล์ 86
รูปที่ 5.3 โปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 88
รูปที่ 5.4 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 5.5 หน้าลงทะเบียนของโปรแกรมออกแบบยูเอ็ลแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 90

รูปที่ 5.6 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของหน้าลงทะเบียนของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล :คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 91

รูปที่ 5.7 ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 92

รูปที่ 5.8 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 93

รูปที่ 5.9 ระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 94

รูปที่ 5.10 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 95

รูปที่ 5.11 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ 96

รูปที่ 5.12 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 98

รูปที่ 5.13 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 99

รูปที่ 5.14 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 99

รูปที่ 5.15 ค่าที่ถูกต้องของตัวแปรของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิลที่ผู้ทดสอบกำหนด 99

รูปที่ 5.16 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 99

รูปที่ 5.17 ค่าที่ถูกต้องของตัวแปรของระบบเก็บข้อมูลพนักงานที่ผู้ทดสอบกำหนด 100

รูปที่ ค-1 รายการชั้นสมมูลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ 128

รูปที่ ค-2 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ 129

รูปที่ ค-3 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ 129

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ ค-4 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ 130
รูปที่ ค-5 รายการช่วงที่ถูกต้องของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ 131
รูปที่ ค-6 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ 131
รูปที่ ค-7 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ 132
รูปที่ ค-8 รายการชั้นสมมูลของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 133
รูปที่ ค-9 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 134
รูปที่ ค-10 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 134
รูปที่ ค-11 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 135
รูปที่ ค-12 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 136
รูปที่ ค-13 รายการช่วงที่ถูกต้องของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 137
รูปที่ ค-14 กรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 137
รูปที่ ค-15 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 138
รูปที่ ค-16 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 139
รูปที่ ค-17 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคสของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ 140
รูปที่ ค-18 รายการชั้นสมมูลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 141

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ ค-19 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 141

รูปที่ ค-20 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 142

รูปที่ ค-21 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 142

รูปที่ ค-22 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 143

รูปที่ ค-23 รายการช่วงที่ถูกต้องของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 144

รูปที่ ค-24 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 144

รูปที่ ค-25 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 145

รูปที่ ค-26 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต 146

รูปที่ ค-27 รายการชั้นสมมูลของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 147

รูปที่ ค-28 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 147

รูปที่ ค-29 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 147

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ ค-30 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 148
รูปที่ ค-31 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 149
รูปที่ ค-32 รายการช่วงที่ถูกต้องของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 150
รูปที่ ค-33 กรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 150
รูปที่ ค-34 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 151
รูปที่ ค-35 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 152
รูปที่ ค-36 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคสของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล 153
รูปที่ ค-37 รายการชั้นสมมูลของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 154
รูปที่ ค-38 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 154
รูปที่ ค-39 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 155
รูปที่ ค-40 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 156
รูปที่ ค-41 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 157
รูปที่ ค-42 รายการช่วงที่ถูกต้องของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 158
รูปที่ ค-43 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 158
รูปที่ ค-44 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 159

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ ค-45 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 160
รูปที่ ค-46 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคสของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน 161
รูปที่ ง-1 ส่วนของโปรแกรมของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ 162
รูปที่ ง-2 ส่วนของโปรแกรมที่ใส่ข้อผิดพลาดเข้าไป 162
รูปที่ ง-3 กรณีทดสอบที่แสดงให้เห็นข้อผิดพลาด 163
รูปที่ ง-4 หน้าจอผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ได้จากการประมวลผลกรณีทดสอบ WN1 163
รูปที่ จ-1 การขยายไฟล์ testCaseGenerator.zip ลงด็อกคิวเมนต์รูท 164
รูปที่ จ-2 หน้าแรกของการติดตั้งเครื่องมือ 165
รูปที่ จ-3 หน้ากรอกข้อมูลในการติดตั้งเครื่องมือ 166
รูปที่ จ-4 หน้าแสดงการติดตั้งเครื่องมือสำเร็จ 167
รูปที่ จ-5 หน้าแรกของเครื่องมือ 168
รูปที่ จ-6 เมนูสร้างโครงการใหม่ 169
รูปที่ จ-7 หน้าจอรับชื่อโครงการที่ต้องการสร้าง 169
รูปที่ จ-8 หน้าแสดงการสร้างโครงการสำเร็จ 169
รูปที่ จ-9 เมนูเปิดโครงการเดิม 170
รูปที่ จ-10 หน้าจอรับชื่อโครงการที่ต้องการเปิด 170
รูปที่ จ-11 หน้าแสดงการเปิดโครงการสำเร็จ 171
รูปที่ จ-12 เมนูปิดโครงการ 171
รูปที่ จ-13 หน้าแสดงการปิดโครงการสำเร็จ 172
รูปที่ จ-14 เมนูลบโครงการ 172
รูปที่ จ-15 หน้าจอรับชื่อโครงการที่ต้องการลบ 173
รูปที่ จ-16 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการลบโครงการ 173
รูปที่ จ-17 หน้าแสดงการลบโครงการสำเร็จ 173
รูปที่ จ-18 ปุ่มเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา 174
รูปที่ จ-19 หน้าจอรับตำแหน่งของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาที่ต้องการเพิ่ม 175

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ จ-20 หน้าแสดงการเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลสำเร็จ 175
รูปที่ จ-21 หน้าแสดงการเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสำเร็จ 176
รูปที่ จ-22 หน้าเลือกลบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล 177
รูปที่ จ-23 หน้าเลือกลบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา 177
รูปที่ จ-24 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการลบแฟ้มเอกสาร 178
รูปที่ จ-25 หน้าแสดงการลบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลสำเร็จ 178
รูปที่ จ-26 หน้าแสดงการลบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสำเร็จ 179
รูปที่ จ-27 การวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล 180
รูปที่ จ-28 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล 180
รูปที่ จ-29 การวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลร่วมกับเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา 181
รูปที่ จ-30 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลร่วมกับเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา 181
รูปที่ จ-31 หน้อจอรับข้อมูลคุณสมบัติของตัวแปร 182
รูปที่ จ-32 ปุ่ม "Update Change" (ตัวอย่างที่ 1) 183
รูปที่ จ-33 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการแก้ไขคุณสมบัติของตัวแปร 183
รูปที่ จ-34 การเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างเป็นกรณีทดสอบตัวอย่างที่ 1 184
รูปที่ จ-35 การเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างเป็นกรณีทดสอบตัวอย่างที่ 2 184
รูปที่ จ-36 ปุ่ม "Update Change" (ตัวอย่างที่ 2) 185
รูปที่ จ-37 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการแก้ไขตัวแปรที่ต้องการสร้างเป็นกรณีทดสอบ 185
รูปที่ จ-38 การเข้าสู่ส่วนของการกรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 186
รูปที่ จ-39 ส่วนของการกรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 186
รูปที่ จ-40 การเข้าสู่ส่วนของการแสดงค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 187
รูปที่ จ-41 ส่วนของการแสดงค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 187
รูปที่ จ-42 ตัวอย่างปุ่มเพิ่มค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 188
รูปที่ จ-43 ตัวอย่างหน้าจอรับข้อมูลค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวเลข 189
รูปที่ จ-44 ตัวอย่างหน้าจอรับข้อมูลค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวอักษร 189
รูปที่ จ-45 ตัวอย่างเมนูแก้ไขค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 190
รูปที่ จ-46 ตัวอย่างหน้าจอรับข้อมูลค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ต้องการแก้ไข 190
รูปที่ จ-47 ตัวอย่างการแก้ไขค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 191

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ จ-48 ตัวอย่างเมนูลบค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 191
รูปที่ จ-49 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการลบค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 192
รูปที่ จ-50 ตัวอย่างการลบค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 192
รูปที่ จ-51 การเข้าสู่ส่วนอธิบายการกรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 192
รูปที่ จ-52 ปุ่ม "Select Generation Method" 193
รูปที่ จ-53 ส่วนการเลือกวิธีที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ 193
รูปที่ จ-54 ปุ่ม "Generate Test Cases" 194
รูปที่ จ-55 หน้าจอรับคำสั่งตัวอักษรที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบและรูปแบบของรายงาน
กรณีทดสอบ 194
รูปที่ จ-56 หน้าจอรับคำสั่งรูปแบบของรายงานกรณีทดสอบ 195
รูปที่ จ-57 ตัวอย่างของรายงานกรณีทดสอบ 195
รูปที่ จ-58 ปุ่มบันทึกรายงานกรณีทดสอบ 196
รูปที่ จ-59 ปุ่มพิมพ์รายงานกรณีทดสอบ 197
รูปที่ จ-60 เมนูออกจากโปรแกรม 197
รูปที่ จ-61 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการออกจากการใช้งานเครื่องมือ 198

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software developing process) ขั้นตอนการทดสอบซอฟต์แวร์ (Software testing) เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้ได้มาซึ่งซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ แต่ในบางครั้งการทดสอบซอฟต์แวร์อาจทำได้ไม่สมบูรณ์มากนัก อันเนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านเวลา ดังนั้นการใช้เครื่องมือ (Tool) เพื่อช่วยสร้างกรณีทดสอบ (Test case) จึงมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ทดสอบ (Tester) มีความสะดวกสบาย สามารถลดระยะเวลาในการสร้างกรณีทดสอบ และเวลาโดยรวมที่ใช้ในการทดสอบซอฟต์แวร์ให้น้อยลงได้

ปัจจุบันความนิยมในการใช้งานอินเตอร์เน็ต (Internet) มีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จึงมีผลทำให้โปรแกรมประยุกต์บนอินเตอร์เน็ตหรือโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Web) มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นการสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและควรให้ความสำคัญ

สุภาพร หมั่นเพียรสุข [1] ได้นำเสนอเครื่องมือสำหรับสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา ซึ่งเป็นเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ โดยเครื่องมือนี้จะนำเอาแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล (HTML) และเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา (XML Schema) มาใช้สร้างกรณีทดสอบ จากนั้นจะดำเนินการทดสอบ (Test execute) กรณีทดสอบที่ได้ โดยไม่ผูกพันกับตำแหน่งขององค์ประกอบ (Component) ต่างๆ ของโปรแกรมที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งการสร้างกรณีทดสอบนั้น สุภาพรได้ใช้วิธีการแยกชั้นสมมูล (Equivalence Class Partitioning) แบบสตรองโรบัส (Strong robust) และวิธีการแยกชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสผสานกับวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต (Boundary Value Analysis) เพียง 2 วิธีเท่านั้น

จากการศึกษาพบว่า วิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบของสุภาพร [1] นั้น ยังไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบที่มีความหลากหลายเพียงพอ และการกำหนดช่วงของค่าที่เป็นไปได้ (หรือค่าที่ถูกต้อง) ของแต่ละตัวแปร จะกำหนดได้เพียงช่วงเดียวเท่านั้น แต่ในการใช้งานทั่วไปตัวแปรจะมีช่วงของค่าที่เป็นไปได้หลายช่วง จึงทำให้เครื่องมือยังไม่เหมาะสมกับการใช้งานมากนัก นอกจากนั้นกรณีทดสอบที่สร้างได้จะถูกบันทึกในฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถนำออก

(Export) ในรูปของเอกสารได้ ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงมีแนวคิดที่จะสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยวิธีที่หลากหลายมากขึ้น สามารถกำหนดช่วงของค่าที่เป็นไปได้ของแต่ละตัวแปรได้มากกว่า 1 ช่วง ทำให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น และสามารถนำออกกรณีทดสอบในรูปของเอกสารได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) กรณีทดสอบสามารถสร้างได้จากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ โดยใช้วิธี

1.1) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล

1.1.1) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล

1.1.2) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล

1.1.3) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส

1.1.4) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส

1.2) การทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

1.2.1) การวิเคราะห์ค่าขอบเขต

1.2.2) การทดสอบแบบเวิสต์เคส

1.2.3) การทดสอบแบบโรบัสเนส

1.2.4) การทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส

2) การทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต จะทำได้เฉพาะกับตัวแปรที่มีชนิดข้อมูลเป็นชอร์ต (Short) อินท์ (Int) ลอง (Long) โฟลต (Float) ดับเบิ้ล (Bouble) และสตริง (String) และมีค่าที่ถูกต้องของตัวแปรแบบเป็นช่วงปิด (Closed range) เท่านั้น

3) การสร้างชั้นสมมูลจะพิจารณาเฉพาะชุดของข้อมูลนำเข้าเพียงอย่างเดียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) กรณีทดสอบที่ได้จะประกอบด้วย หมายเลขกรณีทดสอบ ค่าของตัวแปรหรือค่าของข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ที่คาดหวัง โดยผลลัพธ์ที่คาดหวังนั้นจะเป็นค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำงานถูกต้อง (Valid) หรือโปรแกรมทำงานไม่ถูกต้อง (Invalid)

5) วิทยานิพนธ์เน้นไปที่การสร้างกรณีทดสอบ โดยไม่ได้ทำในส่วนของการดำเนินการทดสอบ

6) องค์ประกอบที่ปรากฏอยู่ในหน้าเอกสารเอ็ชทีแอลที่นำไปใช้ในการสร้างกรณีทดสอบมีดังนี้ เขตข้อมูลข้อความ (Text field) เขตข้อมูลรหัสผ่าน (Password field) คอมโบบอกซ์ (Combo box) เช็คบอกซ์ (Checkbox) และปุ่มเรดิโอ (Radio button)

7) แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาที่นำมาใช้ในการสร้างกรณีทดสอบนั้นต้องอยู่ในรูปแบบที่สมบูรณ์ และถูกต้องตามข้อกำหนดของภาษาดังกล่าว

8) เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะทำงานบนอินเตอร์เน็ตเอ็กซ์พลอเรอร์ (Internet Explorer) เวอร์ชัน 5.5 ขึ้นไป

9) ชนิดข้อมูลที่เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับได้ คือ ชอร์ต อินท์ ลอง โฟลต ดับเบิ้ล สตริง และบูลีน (Boolean)

10) การทดสอบเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจากแนวคิดนั้นจะนำแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาอย่างน้อยอย่างละ 3 แฟ้มมาสร้างกรณีทดสอบด้วยทุกวิธีที่มีในเครื่องมือ จากนั้นจะพิจารณาว่ากรณีทดสอบที่ได้จากเครื่องมือมีลักษณะตรงตามวิธีการออกแบบกรณีทดสอบนั้นๆ หรือไม่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาได้ด้วยวิธีที่มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น

2) ช่วยลดเวลาของกระบวนการสร้างกรณีทดสอบให้น้อยลง

3) ช่วยลดเวลาโดยรวมของกระบวนการทดสอบซอฟต์แวร์ให้น้อยลง

4) เครื่องมือที่พัฒนาได้สามารถนำไปใช้งานได้จริงในบริษัทที่พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

1.5 ขั้นตอนการวิจัย

1) ศึกษาเครื่องมืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกรณีทดสอบ
2) วิเคราะห์ และออกแบบเครื่องมือที่จะพัฒนาตามแนวทางการวิจัย
3) พัฒนาเครื่องมือตามที่ได้วิเคราะห์ และออกแบบไว้
4) ทดสอบ และปรับปรุงเครื่องมือที่ได้พัฒนาแล้ว
5) สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ
6) จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การออกแบบกรณีทดสอบ (Test case design)

วิธีการออกแบบกรณีทดสอบนั้น มีอยู่มากมายหลากหลายวิธี แต่วิธีการออกแบบกรณีทดสอบที่วิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้ คือ การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล (Equivalence Class Testing) หรือการแยกชั้นสมมูล และการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต (Boundary Value Testing) ซึ่งเป็นเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ (Black-box testing technique) เนื่องจาก 2 วิธีนี้ จะสร้างกรณีทดสอบโดยอ้างอิงจากความต้องการที่ระบุไว้ (Specification) ของซอฟต์แวร์ โดยไม่พิจารณาโครงสร้างภายในของซอฟต์แวร์ ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ [2]

1) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล หรือการแยกชั้นสมมูล

เป็นวิธีการออกแบบกรณีทดสอบ โดยแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นส่วนๆ หรือเป็นชั้น (Class) ซึ่งแต่ละชั้นจะไม่มีข้อมูลที่ซ้ำกัน จึงทำให้แน่ใจได้ว่าการทดสอบจะมีความสมบูรณ์และไม่มีความซ้ำซ้อนเกิดขึ้น (เมื่อนำทุกชั้นมารวมกันก็จะได้ชุดข้อมูลเริ่มต้นที่ใช้ทดสอบนั่นเอง) โดยชุดข้อมูลนั้นจะเป็นชุดของข้อมูลนำเข้า (Input data) หรือชุดของข้อมูลผลลัพธ์ (Output data) อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ วิธีการนี้สามารถแบ่งออกเป็นวิธีย่อยๆ ได้อีก 4 วิธี ดังต่อไปนี้

1.1) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล (Weak Normal Equivalence Class Testing) จะออกแบบกรณีทดสอบโดยขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะไม่ใช่ผลที่เกิดจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ 2 อันขึ้นไปพร้อมๆ กัน หรือจะเกิดจากข้อผิดพลาดเดียวเท่านั้น (Single fault assumption) และชั้นของข้อมูลที่ใช้พิจารณา จะพิจารณาเฉพาะชั้นสมมูลที่ถูกต้อง (Valid equivalence class) เท่านั้น ซึ่งกรณีทดสอบที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ ชั้น

1.2) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล (Strong Normal Equivalence Class Testing) จะออกแบบกรณีทดสอบโดยขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเป็นผลที่เกิดจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ 2 อันขึ้นไปพร้อมๆ กัน (Multiple fault assumption) และชั้นของข้อมูลที่ใช้พิจารณา จะพิจารณาเฉพาะชั้นสมมูลที่ถูกต้องเท่านั้น

ซึ่งกรณีทดสอบที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ การรวมกันของชั้นที่เป็นไปได้ทั้งหมด หรือทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian product) ที่เป็นไปได้ของชั้นทั้งหมด

1.3) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส (Weak Robust Equivalence Class Testing) จะออกแบบกรณีทดสอบโดยขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเกิดจากข้อผิดพลาดเดียวเท่านั้น และชั้นของข้อมูลที่ใช้พิจารณา จะพิจารณาทั้งชั้นสมมูลที่ถูกต้องและชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง (Invalid equivalence class) ซึ่งกรณีทดสอบที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ ชั้น

1.4) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส (Strong Robust Equivalence Class Testing) จะออกแบบกรณีทดสอบโดยขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเป็นผลที่เกิดจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ 2 อันขึ้นไปพร้อมๆ กัน และชั้นของข้อมูลที่ใช้พิจารณา จะพิจารณาทั้งชั้นสมมูลที่ถูกต้อง และชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งกรณีทดสอบที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ของชั้นทั้งหมด

2) การทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

เป็นวิธีการออกแบบกรณีทดสอบ โดยยึดหลักการว่า ข้อผิดพลาดมักจะเกิดใกล้ๆ กับค่าสุดท้ายของขอบเขตของค่าของตัวแปรนำเข้า (Input variable) ซึ่งวิธีการนี้จะทำงานได้ดีกับตัวแปรนำเข้าที่เป็นอิสระจากกัน (ไม่สนใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า) และมีค่าเป็นช่วงที่ชัดเจน โดยวิธีการนี้สามารถแบ่งออกเป็นวิธีย่อยๆ ได้อีก 4 วิธี ดังต่อไปนี้

2.1) การวิเคราะห์ค่าขอบเขต (Boundary Value Analysis) จะออกแบบกรณีทดสอบโดยมีแนวคิดพื้นฐานที่จะทดสอบค่าของตัวแปรนำเข้าตัวแปรละ 5 ค่า คือ ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (Minimum) ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า (Minimum+) ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต (Nominal) ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (Maximum-) และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (Maximum) การสร้างกรณีทดสอบจะขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเกิดจากข้อผิดพลาดเดียวเท่านั้น ซึ่งกรณีทดสอบที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมค่าทั้ง 5 ค่าของแต่ละตัวแปร ดังนั้นจะได้จำนวนกรณีทดสอบทั้งหมด 4n+1 เมื่อ n เป็นจำนวนของตัวแปร

2.2) การทดสอบแบบเวิสต์เคส (Worst-Case Testing) จะออกแบบกรณีทดสอบโดยมีแนวคิดพื้นฐานที่จะทดสอบค่าของตัวแปรนำเข้าตัวแปรละ 5 ค่า คือ ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขต

ที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด การสร้างกรณีทดสอบจะขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเป็นผลที่เกิดจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ 2 อันขึ้นไปพร้อมๆ กัน ซึ่งกรณีทดสอบที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ทั้งหมดของค่าทั้ง 5 ค่าของแต่ละตัวแปร ดังนั้นจะได้จำนวนกรณีทดสอบทั้งหมด 5^n เมื่อ n เป็นจำนวนของตัวแปร

2.3) การทดสอบแบบโรบัสเนส (Robustness Testing) เป็นรูปแบบเพิ่มเติมของการวิเคราะห์ค่าขอบเขต ซึ่งจะออกแบบกรณีทดสอบโดยมีแนวคิดพื้นฐานที่จะทดสอบค่าของตัวแปรนำเข้าตัวแปรละ 7 ค่า คือ ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า (Minimum-) ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (Maximum+) การสร้างกรณีทดสอบจะขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเกิดจากข้อผิดพลาดเดียวเท่านั้น ซึ่งกรณีทดสอบที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทั้ง 7 ค่าของแต่ละตัวแปร ดังนั้นจะได้จำนวนกรณีทดสอบทั้งหมด 6n+1 เมื่อ n เป็นจำนวนของตัวแปร

2.4) การทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส (Robust Worst-Case Testing) เป็นรูปแบบเพิ่มเติมของการทดสอบแบบเวิสต์เคส ซึ่งจะออกแบบกรณีทดสอบโดยมีแนวคิดพื้นฐานที่จะทดสอบค่าของตัวแปรนำเข้าตัวแปรละ 7 ค่า คือ ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า การสร้างกรณีทดสอบจะขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเป็นผลที่เกิดจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ 2 อันขึ้นไปพร้อมๆ กัน ซึ่งกรณีทดสอบที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ทั้งหมดของค่าทั้ง 7 ค่าของแต่ละตัวแปร ดังนั้นจะได้จำนวนกรณีทดสอบทั้งหมด 7^n เมื่อ n เป็นจำนวนของตัวแปร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ: ตัวอย่างของการสร้างกรณีทดสอบทั้ง 8 วิธี สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก

2.1.2 เอ็กซ์เอ็มแอล (XML) [3] [4] [5]

เอ็กซ์เอ็มแอล หรือ XML: eXtensible Markup Language เป็นเซตย่อยของภาษาเอสจีเอ็มแอล (SGML: Standard Generalized Markup Language) ถูกสร้างขึ้นโดยมีเป้าหมาย คือ เพื่อให้สามารถใช้เอสจีเอ็มแอลในการให้บริการข้อมูล รับข้อมูล และประมวลผลข้อมูลบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งในปัจจุบันสามารถทำได้ด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอลเท่านั้น ดังนั้น

เอ็กซ์เอ็มแอลจึงถูกออกแบบมาเพื่อให้เป็นวิธีการที่ง่าย และสามารถประมวลผลรวมกันได้ทั้งเอสจีเอ็มแอล และเอชทีเอ็มแอล โดยเอ็กซ์เอ็มแอลเป็นภาษาที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการอธิบายข้อมูล และอธิบายการจัดเก็บข้อมูลที่มีโครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchy) ซึ่งถูกนำไปใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมต่างๆ บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลมักจะผูกติดกับตัวซอฟต์แวร์ หรือตัวระบบปฏิบัติการ จึงเป็นผลทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน หรือระหว่างระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันนั้น ทำได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นเอ็กซ์เอ็มแอลจึงถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อให้เป็นภาษากลางที่เป็นมาตรฐานที่ทำให้การจัดการข้อมูลจากซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน หรือจากระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันเข้าสู่มาตรฐานเดียวกัน โดยกฎพื้นฐาน และโครงสร้างของเอ็กซ์เอ็มแอล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) กฎพื้นฐานของเอ็กซ์เอ็มแอล

- เอกสารต้องมีอีลีเมนต์ราก (Root element) หรืออีลีเมนต์ระดับบนสุดเพียงอีลีเมนต์ (Element) เดียวเท่านั้น โดยอีลีเมนต์อื่นๆ ทั้งหมดจะต้องซ้อนอยู่ภายใน

- การซ้อนกันของอีลีเมนต์ต้องเป็นไปอย่างมีลำดับ ยกตัวอย่างเช่น <A><B> 300 </A></B> เป็นการซ้อนกันของอีลีเมนต์ที่ไม่เป็นไปอย่างมีลำดับ

- แต่ละอีลีเมนต์ต้องมีแท็ก (Tag) เริ่มต้น และแท็กปิดท้าย โดยชื่อของอีลีเมนต์ในแท็กเริ่มต้นจะต้องมีชื่อที่ตรงกับชื่อของแท็กปิดท้ายเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น <name> … </name> แต่ถ้าเป็นแท็กอีลีเมนต์ว่าง (Empty-element tag) คือ อีลีเมนต์ที่มีแต่แท็กเปิด และแท็กปิด แต่ไม่มีเนื้อหาอยู่ระหว่างกลางนั้นสามารถเขียนได้ 2 แบบ คือ <image src=”pic.jpg”></image> หรือ <image src=”pic.jpg”/>

- ชื่อของอีลีเมนต์ของทั้งแท็กเริ่มต้น และแท็กปิดท้าย ต้องเหมือนกันทุกประการ (Case-sensitive) จึงจะถือว่าเป็นอีลีเมนต์เดียวกัน

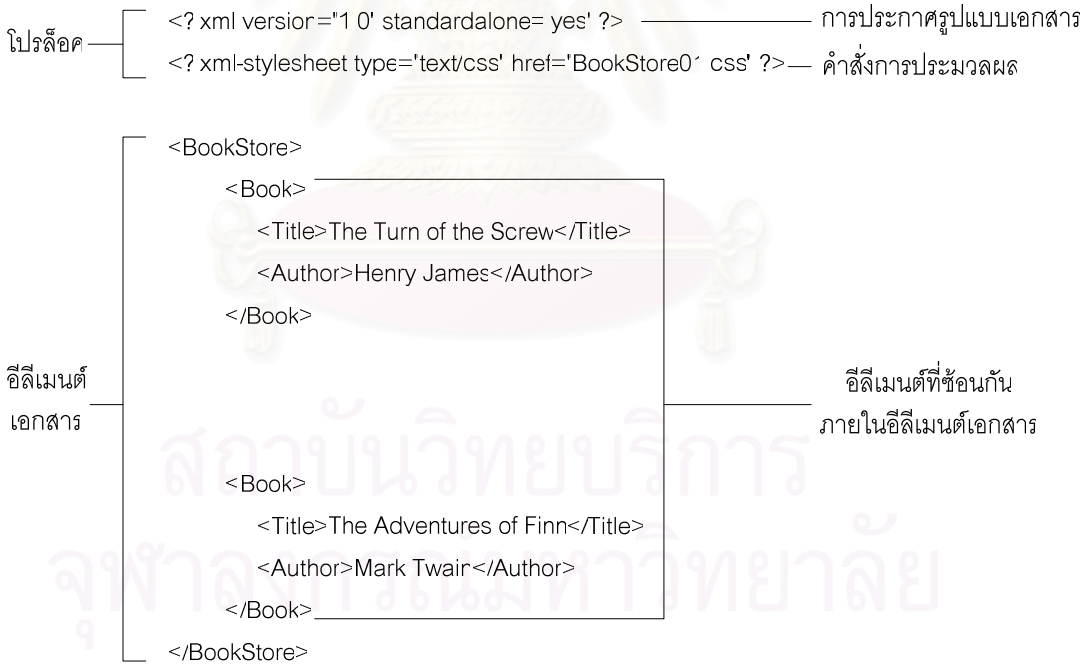
- แอ็ตทริบิวต์ (Attribute) คือ การระบุค่า (Value) ของลักษณะพิเศษ หรือคุณสมบัติเฉพาะของอีลีเมนต์ ยกตัวอย่างเช่น ขนาด สี และมิติ เป็นต้น โดยค่าของอีลีเมนต์นั้นจะต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมาย “” หรือ ‘’

2) โครงสร้างของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ โปรล็อค (Prolog) และอีลีเมนต์เอกสาร (Document element) หรืออีลีเมนต์ราก (ดังรูปที่ 2.1) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1) โปรล็อค เป็นองค์ประกอบส่วนแรกของโครงสร้างของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลในส่วนของ โปรล็อคนี้มีองค์ประกอบที่เรียกว่า การประกาศเอ็กซ์เอ็มแอล (XML declaration) จัดเก็บอยู่ โดยการประกาศเอ็กซ์เอ็มแอลนั้น คือ การประกาศเพื่อให้รู้ว่าเอกสารนี้คือเอ็กซ์เอ็มแอล และเป็นการประกาศเวอร์ชัน (Version) ของเอ็กซ์เอ็มแอลด้วย และในส่วนโปรล็อคนี้สามารถจัดเก็บองค์ประกอบซึ่งเป็นทางเลือกได้อีก คือ การประกาศรูปแบบเอกสาร (Document type declaration) และคำสั่งการประมวลผล (Processing instruction) โดยการประกาศรูปแบบเอกสารเป็นส่วนของการกำหนดชนิดข้อมูล และโครงสร้างของเอกสาร และคำสั่งการประมวลผลเป็นส่วนที่จัดเตรียมข้อมูลที่ตัวประมวลผลเอ็กซ์เอ็มแอลส่งไปให้กับโปรแกรมประยุกต์นั้นๆ

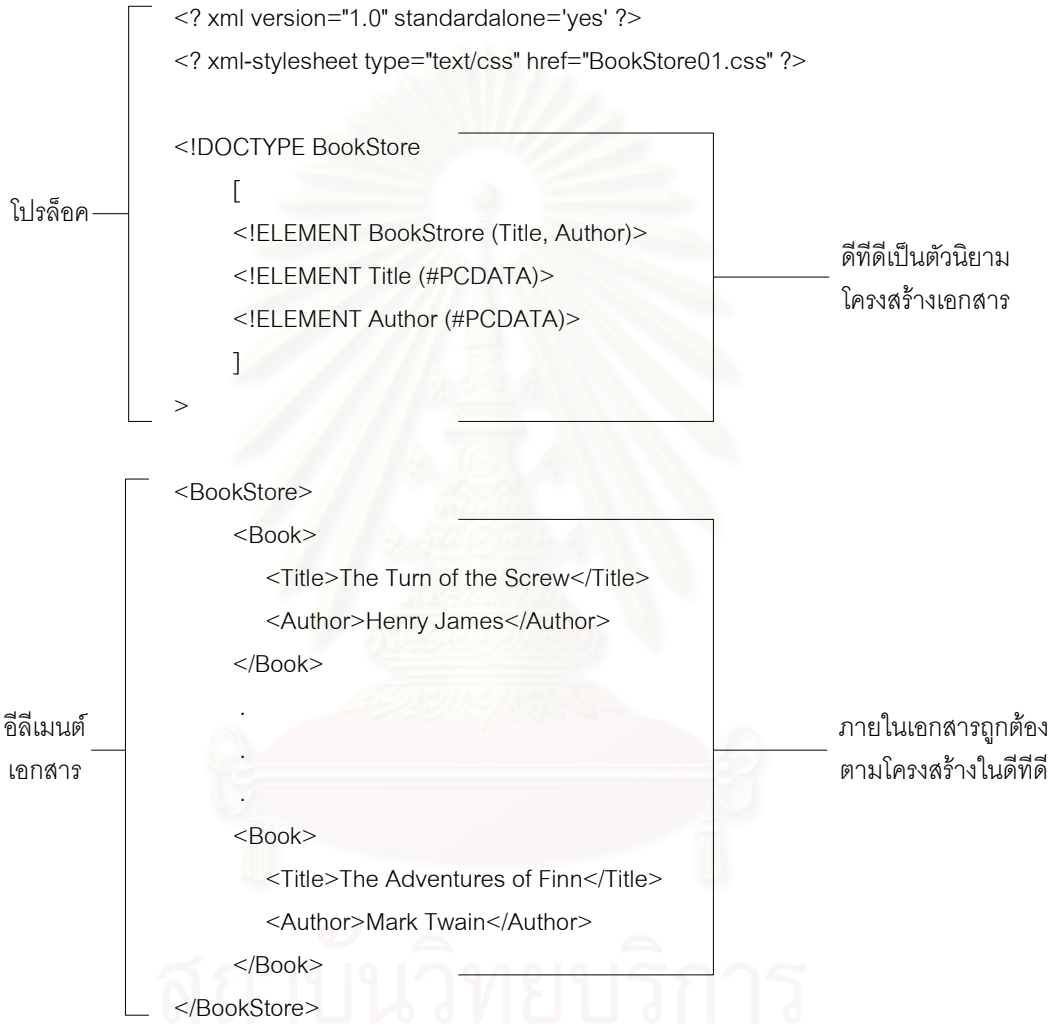
2.2) อีลีเมนต์เอกสาร คือ อีลีเมนต์เดี่ยว (Single element) ซึ่งสามารถบรรจุอีลีเมนต์เพิ่มเติมในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลได้ โดยในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลนั้นอีลีเมนต์จะแสดงลักษณะโครงสร้างของเอกสาร และจะแสดงส่วนประกอบของเนื้อหา (Content) เอกสารอยู่ภายในสัญลักษณ์อีลีเมนต์ ซึ่งประกอบด้วยแท็กเริ่มต้น เนื้อหาภายในอีลีเมนต์ และแท็กปิดท้าย ส่วนเนื้อหาภายในอีลีเมนต์สามารถเป็นได้ทั้งข้อมูล หรืออีลีเมนต์อื่นๆ ที่ซ้อนอยู่ภายในหรือทั้งสองแบบ



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่มีรูปแบบถูกต้อง

เอกสารที่มีความถูกต้องตามกฎพื้นฐานของเอ็กซ์เอ็มแอลนั้นเรียกว่า เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่มีรูปแบบถูกต้อง (Well-formed XML document) (ดังรูปที่ 2.1) ซึ่งเป็นมาตรฐานต่ำสุดที่ยอมให้ของเอ็กซ์เอ็มแอล หากเอกสารดังกล่าวไม่มีรูปแบบที่ถูกต้อง ก็ไม่จัดว่าเป็นเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่มีรูปแบบถูกต้องนั้นสามารถเปลี่ยนเป็นเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

ที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Valid XML document) (ดังรูปที่ 2.2) ได้ โดยเพิ่มส่วนเสริมอีก 2 ส่วน คือ ส่วนแรกในส่วนโปรล็อคต้องมีการประกาศรูปแบบเอกสารหรือที่เรียกว่าดีทีดี (DTD) ที่ถูกต้อง และภายในดีทีดีจะเป็นตัวนิยามหรือกำหนดโครงสร้างของเอกสารดังกล่าว และส่วนที่สองในส่วนต่างๆ ภายในเอกสารต้องถูกต้องตามโครงสร้างที่กำหนดในดีทีดี



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่ถูกต้องสมบูรณ์

2.1.3 เอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา (XML Schema) [4] [6]

เอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาเป็นวิธีการนิยามหรือกำหนดโครงสร้างข้อมูลของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลเช่นเดียวกับดีทีดี แต่เมื่อแนวโน้มของการใช้เอ็กซ์เอ็มแอลในอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์มีมากขึ้น จึงมีผู้ที่เล็งเห็นว่าดีทีดีอย่างเดียวอาจมีความยืดหยุ่นไม่พอ อีกทั้งยังมีรูปแบบที่แตกต่างจากไวยากรณ์ทั่วไปของเอ็กซ์เอ็มแอลมาก ทำให้ต้องลำบากในการเรียนรู้ถึงสองต่อ (เรียนรู้ทั้งดีทีดีและเอ็กซ์เอ็มแอล) ดังนั้นเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำเสนอขึ้นมา และเอ็กซ์

เอ็มแอลสคีมานั้นยังได้ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องบางส่วนของดีทีดีด้วย ยกตัวอย่าง เช่น เอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาจะใช้ไวยากรณ์ของภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล เอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสนับสนุนชนิดของข้อมูลมากกว่าดีทีดี และเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสามารถกำหนดขนาดของค่าข้อมูลในอีลีเมนต์ได้ เป็นต้น ตัวอย่างของเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาเป็นดังรูปที่ 2.3

```
<?xml version="1.0"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xsd:element name="BookStore">
    <xsd:complexType>
      <xsd:sequence>
        <xsd:element ref="Book" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
      </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
  </xsd:element>
  <xsd:element name="Book">
    <xsd:complexType>
      <xsd:sequence>
        <xsd:element ref="Title" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
        <xsd:element ref="Author" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
      </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
  </xsd:element>
  <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
  <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
</xsd:schema>
```

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 วิทยานิพนธ์ “เครื่องมือสำหรับสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา” [1]

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอเครื่องมือช่วยสร้างกรณีทดสอบและดำเนินการทดสอบกรณีทดสอบที่สร้างได้ โดยไม่ผูกพันกับตำแหน่งขององค์ประกอบต่างๆ ของโปรแกรมที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ โดยจะนำเอาแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมามาวิเคราะห์หาว่ามีองค์ประกอบใดบ้างที่ปรากฏอยู่

บนหน้าเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล ซึ่งหลังจากการวิเคราะห์จะได้ว่ามีตัวแปรใดบ้างที่เป็นข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ (โดย 1 องค์ประกอบ คือ 1 ตัวแปร) องค์ประกอบในหน้าเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลที่เครื่องมือใช้สร้างกรณีทดสอบ ได้แก่ เขตข้อมูล (Field) คอมโบบอกซ์ (Combobox) เช็คบอกซ์ (Checkbox) และปุ่มเรดิโอ (Radio button) ส่วนวิธีการที่ใช้สร้างกรณีทดสอบของเครื่องมือนี้เป็นเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ โดยเลือกใช้ 2 วิธีการ คือ วิธีการแยกชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส และวิธีการแยกชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสผสานกับวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต และจะพิจารณาเฉพาะชุดของข้อมูลนำเข้าเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เมื่อสร้างกรณีทดสอบออกมาแล้ว ก็จะดำเนินการทดสอบกรณีทดสอบที่สร้างได้ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทดสอบก็คือผลจากการประมวลผลแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลที่เป็นข้อมูลนำเข้าในตอนต้นนั่นเอง

เครื่องมือนี้สามารถสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการแยกชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสและวิธีการแยกชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสผสานกับวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตเพียงแค่ 2 วิธีเท่านั้น ซึ่งถือว่ายังไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบที่มีความหลากหลายเพียงพอ และการกำหนดช่วงของค่าที่เป็นไปได้ (หรือค่าที่ถูกต้อง) ของแต่ละตัวแปร จะกำหนดได้เพียงช่วงเดียวเท่านั้น แต่ในการใช้งานทั่วไปตัวแปรจะมีช่วงของค่าที่เป็นไปได้ได้หลายช่วง จึงทำให้เครื่องมือยังไม่เหมาะสมกับการใช้งานมากนัก นอกจากนั้นกรณีทดสอบที่สร้างได้จะถูกบันทึกในฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถนำออกในรูปของเอกสารได้

2.2.2 วิทยานิพนธ์ “การพัฒนาระบบจัดการกรณีทดสอบซอฟต์แวร์” [7]

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอระบบจัดการกรณีทดสอบซอฟต์แวร์ โดยระบบจะประกอบด้วยเครื่องมือช่วยสร้างกรณีทดสอบ และฐานข้อมูลสำหรับเก็บกรณีทดสอบ ซึ่งเครื่องมือของระบบจะรับค่าที่ถูกต้องของตัวแปร และรายละเอียดต่างๆ (เช่น ชนิดของตัวแปร เป็นต้น) จากผู้ใช้มาทำการสร้างชั้นสมมูลที่ถูกต้อง และชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นจะนำชั้นสมมูลทั้งหมดที่สร้างได้มาวิเคราะห์หาค่าขอบเขต สร้างกรณีทดสอบให้ครอบคลุมทุกๆ ชั้นและทุกๆ ค่าขอบเขตของแต่ละชั้น แล้วบันทึกกรณีทดสอบที่สร้างได้ลงในฐานข้อมูล โดยผู้ใช้สามารถจัดการกรณีทดสอบที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูลได้ คือ สามารถเพิ่ม ลด และแก้ไขกรณีทดสอบได้ ส่วนวิธีการที่ใช้สร้างกรณีทดสอบของเครื่องมือนี้เป็นเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ โดยเลือกใช้ 1 วิธีการ คือ วิธีการแยกชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสผสานกับวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต และจะพิจารณาเฉพาะชุดของข้อมูลนำเข้าเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

เครื่องมือของระบบนี้สามารถสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการแยกชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสผสานกับวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตเพียงแค่ 1 วิธีเท่านั้น ซึ่งถือได้ว่าเครื่องมือยังไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบได้หลากหลายเพียงพอ

2.2.3 เครื่องมือ “Pro-test” [8]

เป็นเครื่องมือช่วยสร้างกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ โดยสามารถทดสอบในระดับการทดสอบฟังก์ชัน (Functional testing) ระดับการทดสอบระบบ (System testing) และระดับการทดสอบหน่วย (Unit testing) ได้ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้สร้างกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบโหลด (Load testing) และสำหรับการทดสอบความเข้ากันได้ (Compatibility testing) ได้อีกด้วย ในส่วนของวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบนั้นจะใช้หลักการการรวมกันของ 2 ปัจจัย (Two-way combinations of factors) คือ จะนำเอาค่าของแต่ละปัจจัยหรือตัวแปรซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้ามาหาการรวมกัน (Combination) หรือหาผลคูณคาร์ทีเซียนของค่าของแต่ละปัจจัย ซึ่งผลลัพธ์จากผลคูณคาร์ทีเซียนของค่าของแต่ละปัจจัยที่ได้ออกมาก็คือกรณีทดสอบที่ได้นั่นเอง จากนั้นจะนำเอาเงื่อนไขต่างๆ (เช่น เงื่อนไขที่ต้องทำก่อนการประมวลผลเป็นต้น) ซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้ามาใช้ลดจำนวนกรณีทดสอบที่ไม่มีประโยชน์ลงโดยวิธีการนี้เรียกว่า High Throughput Testing (HTT) และความสามารถของเครื่องมืออีกอย่างหนึ่ง คือ กรณีทดสอบที่ได้สามารถนำออกในรูปแบบของไฟล์ได้หลายชนิด เช่น เอ็กซ์เซล (Excel) เอ็ชทีเอ็มแอล เอ็กซ์เอ็มแอล หรือแฟ้มข้อความ (Text file) ที่มีตัวคั่น (Delimeter) เป็นจุดตั้งระยะ (Tab) หรือจุลภาค (Comma) เป็นต้น สำหรับกรณีทดสอบที่ได้จะมีเฉพาะค่าของตัวแปรนำเข้าหรือค่าของข้อมูลนำเข้าเท่านั้น

ข้อแตกต่างของวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบระหว่าง Pro-test กับวิทยานิพนธ์ คือ Pro-test จะใช้วิธีการรวมกันของ 2 ปัจจัย ซึ่งคล้ายกับหนึ่งในวิธีย่อยของวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล คือ การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล ส่วนวิทยานิพนธ์จะใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล และเพิ่มการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขตด้วย ทำให้สามารถสร้างกรณีทดสอบได้หลากหลายมากกว่า

2.2.4 งานวิจัย “Automatic Tools for Testing Expert Systems” [9]

งานวิจัยนี้นำเสนอเครื่องมืออัตโนมัติสำหรับการทดสอบระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems) ที่มีชื่อว่า “RITCaG” ซึ่งเป็นเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบที่ใช้ทดสอบ

สมรรถภาพ (Performance) ของระบบผู้เชี่ยวชาญแบบอ้างอิงกฎ (Rule-based Expert Systems) โดยอาศัยหลักการเชิงวัตถุ (Object-oriented Test Case Generator) RITCaG ถูกพัฒนาด้วยภาษา Symbolics Lisp บน ART (Automatic Reasoning Tool) ซึ่งเป็นเชลล์ (Shell) สำหรับระบบผู้เชี่ยวชาญ ในส่วนของการสร้างกรณีทดสอบนั้น เครื่องมือจะมีตัววิเคราะห์คอนเท็กซ์ (Context Analyzer) ซึ่งทำหน้าที่วิเคราะห์เนื้อหาในแต่ละคอนเท็กซ์ กฎ และเงื่อนไขของระบบผู้เชี่ยวชาญโดยใช้วิธีการแยกชั้นสมมูล จากนั้นจะสร้างชั้นสมมูลที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของแต่ละเงื่อนไข ซึ่งในชั้นสมมูลทั้ง 2 แบบจะมีการเพิ่มค่าขอบเขตเข้าไปด้วย เครื่องมือนี้ใช้วิธีการแยกชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสผสานกับวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตในการสร้างกรณีทดสอบ และจะพิจารณาเฉพาะชุดของข้อมูลนำเข้า (คอนเท็กซ์ กฎ และเงื่อนไข) เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

ข้อแตกต่างของวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบระหว่างงานวิจัยนี้กับวิทยานิพนธ์ คือ งานวิจัยนี้ใช้เพียง 1 วิธีเท่านั้น คือ วิธีการแยกชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสผสานกับวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต ส่วนวิทยานิพนธ์จะใช้วิธีการแยกชั้นสมมูล (การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล) ซึ่งมีวิธีย่อยอยู่ 4 วิธี และการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขตซึ่งมีวิธีย่อยอยู่ 4 วิธี (โดยมีวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตเป็น 1 ใน 4 วิธีย่อย) ทำให้สามารถสร้างกรณีทดสอบได้หลากหลายมากกว่า และกรณีทดสอบที่ได้จากงานวิจัยนี้จะถูกนำไปใช้ทดสอบระบบผู้เชี่ยวชาญ ส่วนกรณีทดสอบที่ได้จากวิทยานิพนธ์จะถูกนำไปใช้ทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

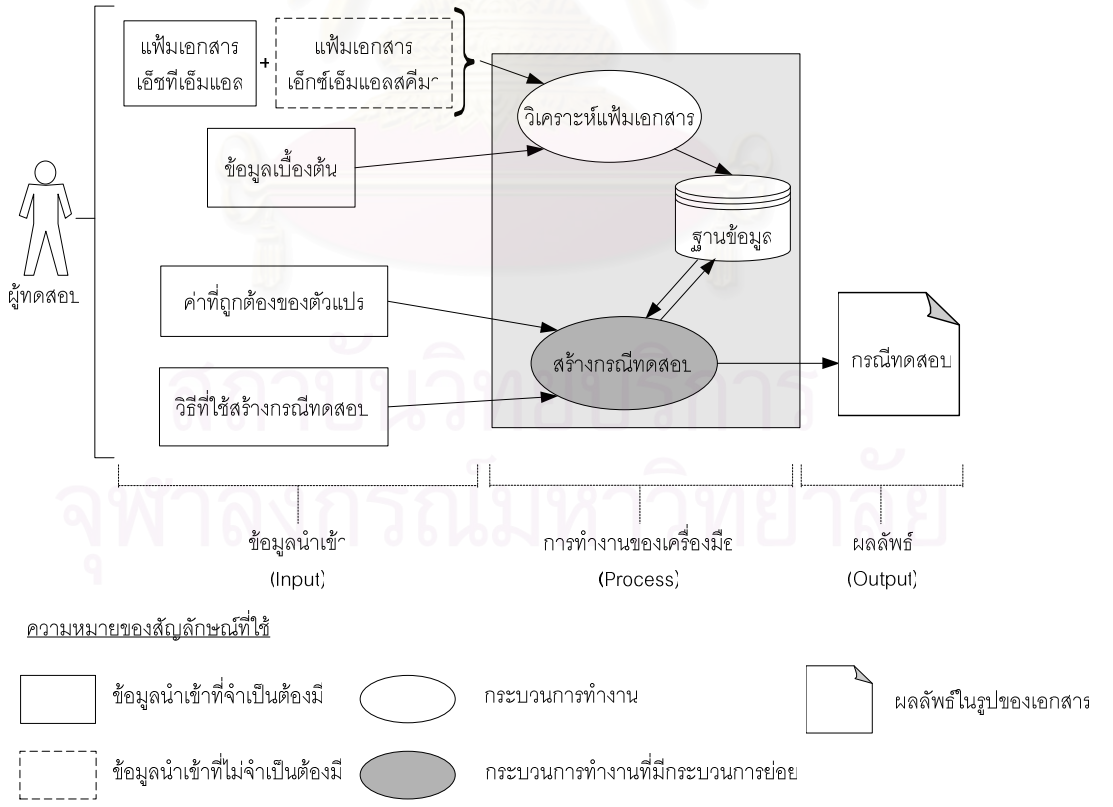
บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบ

ในบทนี้จะเริ่มต้นจากการนำเสนอแนวคิด หลังจากนั้นจะอธิบายถึงการวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้แผนภาพยูสเคส (Use case diagram) แผนภาพคลาส (Class diagram) แผนภาพซีเควนซ์ (Sequence diagram) และแผนภาพลำดับกิจกรรม (Activity diagram) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบ ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบ

การสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา สำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บในวิทยานิพนธ์ จะใช้เทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ คือ การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล และการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต ภาพรวมของแนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบเป็นดังรูปที่ 3.1 ซึ่งสามารถอธิบายเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของแนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบ

1) ข้อมูลนำเข้า

ข้อมูลนำเข้าจะถูกนำเข้าโดยผู้ทดสอบหรือผู้ใช้ ซึ่งมีอยู่ 5 อย่าง คือ แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา ข้อมูลเบื้องต้น วิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ และค่าที่ถูกต้องของตัวแปร ดังนี้

1.1) แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล เป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้สร้างกรณีทดสอบ แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ที่ใช้สร้างกรณีทดสอบได้ โดยองค์ประกอบที่นำมาใช้สร้างกรณีทดสอบได้แก่ เขตข้อมูลข้อความ เขตข้อมูลรหัสผ่าน ปุ่มเรดิโอ เช็คบอกซ์ และคอมโบบอกซ์ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบจะเป็น 1 ตัวแปรในกรณีทดสอบ (จะอธิบายเพิ่มเติมในข้อ 2)

1.2) แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา เป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ประกอบกับแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลในการสร้างกรณีทดสอบ โดยจากรูปที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาเป็นเพียงข้อมูลนำเข้าที่เป็นทางเลือก (Optional) เท่านั้น นั่นคือจะมีแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาเป็นข้อมูลนำเข้าหรือไม่มีก็ได้

1.3) ข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วยชนิดของตัวแปร ขนาดของตัวแปร และความต้องการใช้องค์ประกอบในการสร้างกรณีทดสอบ โดยความต้องการใช้องค์ประกอบในการสร้างกรณีทดสอบ คือ การระบุว่าต้องการใช้องค์ประกอบที่ปรากฏอยู่ในหน้าเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลใดบ้างในการสร้างกรณีทดสอบ (เพราะในการใช้งานบางองค์ประกอบที่ปรากฏอยู่ในหน้าเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลไม่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างกรณีทดสอบทั้งหมด แต่อาจทำหน้าที่เพียงแค่แสดงผลของการทำงานเท่านั้น) ถ้าข้อมูลนำเข้าในตอนต้นเป็นแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียวแล้ว ผู้ทดสอบจะระบุข้อมูลเบื้องต้นนี้ทั้งหมด แต่ถ้าข้อมูลนำเข้าในตอนต้นเป็นทั้งแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาแล้ว ผู้ทดสอบจะระบุเพียงแค่ความต้องการใช้องค์ประกอบในการสร้างกรณีทดสอบเท่านั้น

1.4) ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร ค่านี้จะถูกระบุโดยผู้ทดสอบหรือถูกอ่านมาจากแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา โดยผู้ทดสอบสามารถระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรได้หลายช่วง สำหรับรูปแบบของการระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร มีดังนี้

- ระบุเป็นค่าความยาวของตัวแปร ตัวอย่างเช่น length of a is 8
- ระบุเป็นค่าคงที่ของตัวแปร ตัวอย่างเช่น a = “Administrator” (ในกรณีที่ a มีชนิดตัวแปรเป็นตัวหนังสือ) หรือ a = 6 (ในกรณีที่ a มีชนิดตัวแปรเป็นตัวเลข)

- ระบุเป็นช่วง ตัวอย่างเช่น $1 \leq a \leq 200$
- ระบุเป็นเซต (Set) ตัวอย่างเช่น a in { 1, 2, 3 }

1.5) วิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ ผู้ทดสอบจะต้องเลือกว่าจะสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีใด ซึ่งมีอยู่ 2 วิธีหลักด้วยกัน คือ วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล และวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

2) วิเคราะห์ (analyze) แฟ้มเอกสาร

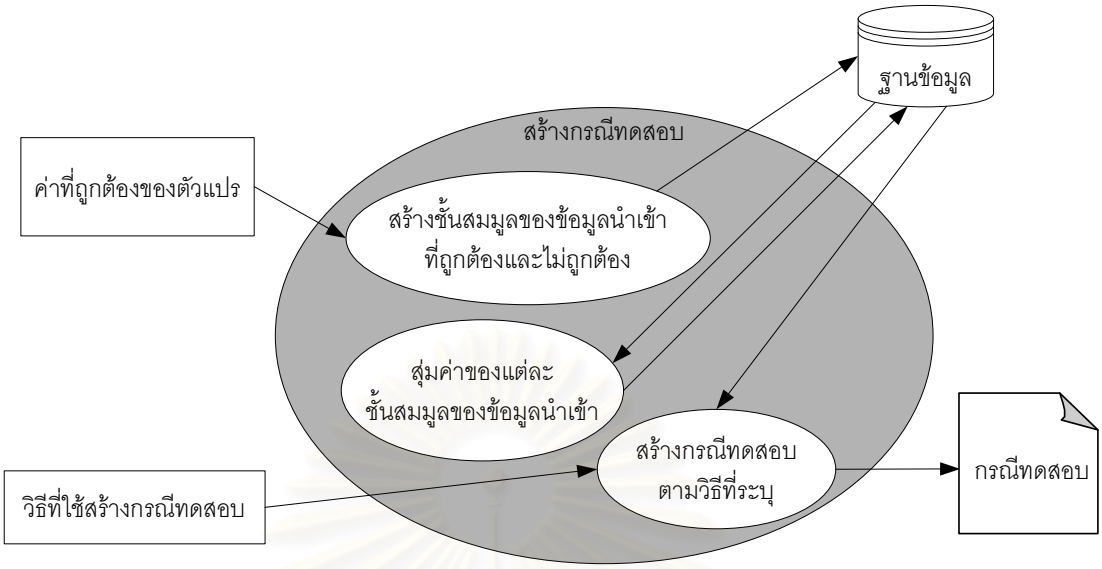
การวิเคราะห์แฟ้มเอกสารจะเริ่มจากการอ่านองค์ประกอบทั้งหมดจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเข้ามาเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบที่จะใช้สร้างกรณีทดสอบ (ดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.1) และเมื่อค้นพบองค์ประกอบแล้วก็จะสามารถกำหนดตัวแปรของกรณีทดสอบได้ โดยให้ 1 องค์ประกอบเป็น 1 ตัวแปรในกรณีทดสอบ จากนั้นผู้ทดสอบจะระบุข้อมูลเบื้องต้นให้กับแต่ละตัวแปรของกรณีทดสอบ แต่ถ้ามีการกำหนดชนิดและขนาดของตัวแปรไว้ในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาแล้ว ข้อมูลชนิดและขนาดของตัวแปรจะถูกนำมาใช้โดยที่ผู้ทดสอบไม่จำเป็นต้องระบุเอง (ยกเว้นความต้องการใช้องค์ประกอบในการสร้างกรณีทดสอบที่ผู้ทดสอบยังคงต้องระบุเอง)

3) สร้างกรณีทดสอบ

ผู้ทดสอบสามารถเลือกได้ว่าจะสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการใด ซึ่งมีอยู่ 2 วิธีหลัก คือ วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล และวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต ซึ่งแต่ละวิธีจะมีวิธีย่อยอยู่ 4 วิธี รายละเอียดการสร้างกรณีทดสอบของแต่ละวิธีมีดังต่อไปนี้

3.1) วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล

จากรูปที่ 3.2 การสร้างกรณีทดสอบทำได้โดยนำเอาค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่รับมาจากผู้ทดสอบมาสร้างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะได้รายการชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าทั้งหมด (ซึ่งจะเก็บรายการชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูล) จากนั้นจะสุ่มค่าของแต่ละชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้ามา 1 ค่า (บันทึกค่าที่สุ่มได้ลงฐานข้อมูล) และนำค่าที่สุ่มไว้ของแต่ละชั้นสมมูลที่มีความเกี่ยวข้องมาสร้างกรณีทดสอบตามวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบที่ผู้ทดสอบเป็นผู้เลือก



รูปที่ 3.2 การสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล

3.1.1) การสร้างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง จะขึ้นอยู่กับรูปแบบของค่าที่ถูกต้องของตัวแปร ดังนี้

- ถ้ารูปแบบของค่าที่ถูกต้องของตัวแปรเป็นค่าความยาวของตัวแปรแล้วจะได้ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องเป็นค่าความยาวของตัวแปร และชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องเป็นค่าที่ไม่เท่ากับค่าความยาวของตัวแปร ตัวอย่างดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่สร้างจากค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่มีรูปแบบเป็นค่าความยาวของตัวแปร

ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร	ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้อง	ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง
length of a is 8	EQV1 = { length of a is 8 }	EQV2 = { length of a is not 8 }

- ถ้ารูปแบบของค่าที่ถูกต้องของตัวแปรเป็นค่าคงที่ของตัวแปรแล้วจะได้ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องเป็นค่าคงที่ของตัวแปร และชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องเป็นค่าที่ไม่เท่ากับค่าคงที่ของตัวแปร ตัวอย่างดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่สร้างจากค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่มีรูปแบบเป็นค่าคงที่ของตัวแปร

ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร	ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้อง	ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง
$a = 6$	EQV1 = { a : $a = 6$ }	EQV2 = { a : $a \neq 6$ }

- ถ้ารูปแบบของค่าที่ถูกต้องของตัวแปรเป็นค่าที่เป็นช่วงแล้วจะได้ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องเป็นค่าของตัวแปรที่อยู่ในช่วงดังกล่าว และชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องเป็นค่าของตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในช่วงดังกล่าว ตัวอย่างดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่สร้างจากค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่มีรูปแบบเป็นค่าที่เป็นช่วง

ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร	ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้อง	ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง
$1 \leq a \leq 200$	EQV1 = { a : $1 \leq a \leq 200$ }	EQV2 = { a : $a < 1$ } EQV3 = { a : $a > 200$ }

- ถ้ารูปแบบของค่าที่ถูกต้องของตัวแปรเป็นค่าที่เป็นเซตแล้วจะได้ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องเป็นค่าของตัวแปรที่อยู่ในเซตดังกล่าว และชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องเป็นค่าของตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในเซตดังกล่าว ตัวอย่างดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่สร้างจากค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่มีรูปแบบเป็นค่าที่เป็นเซต

ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร	ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้อง	ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง
a in { 1, 2, 3 }	EQV1 = { a : a in { 1, 2, 3 } }	EQV2 = { a : a not in { 1, 2, 3 } }

3.1.2) การสร้างกรณีทดสอบ

- วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล การสร้างกรณีทดสอบจะใช้เฉพาะชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรเท่านั้น โดยการสร้าง

กรณีทดสอบจะนำเอาค่าที่สุ่มไว้ของแต่ละชั้นสมมูลของแต่ละตัวแปรมากำหนดให้กับตัวแปรนั้นในกรณีทดสอบ ซึ่งกรณีทดสอบทั้งหมดที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ ค่าสุ่มที่นำมาใช้ของทุกตัวแปร นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดที่ได้จะต้องครอบคลุมทุกๆ ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของทุกตัวแปรนั่นเอง

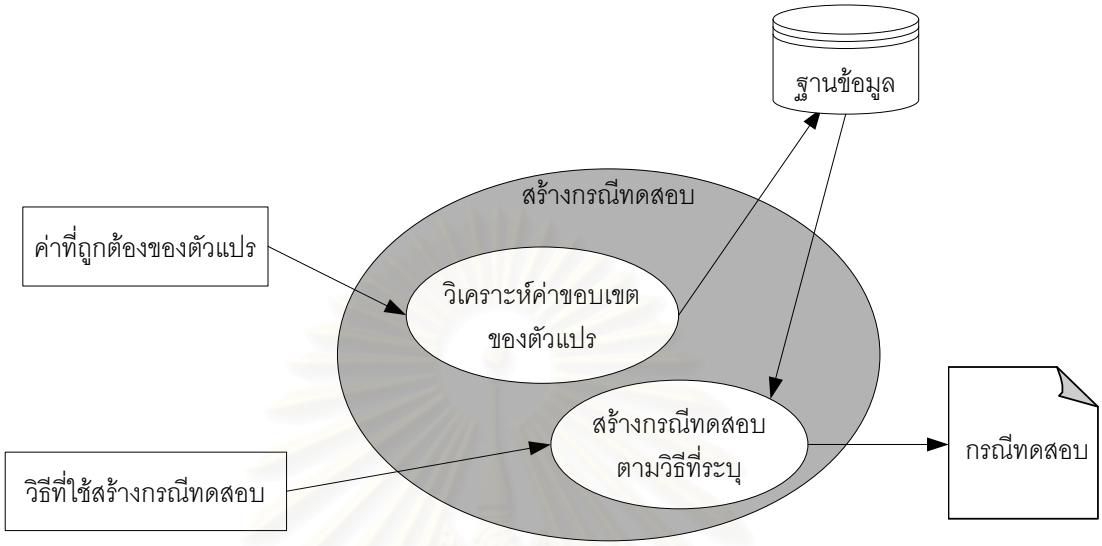
- วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล การสร้างกรณีทดสอบจะใช้เฉพาะชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรเท่านั้น โดยการสร้างกรณีทดสอบจะนำเอาค่าที่สุ่มไว้ของแต่ละชั้นสมมูลของแต่ละตัวแปรมากำหนดให้กับตัวแปรนั้นในกรณีทดสอบ ซึ่งกรณีทดสอบทั้งหมดที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนของค่าสุ่มที่นำมาใช้ของแต่ละตัวแปรที่เป็นไปได้ทั้งหมด นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดที่ได้จะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของทุกตัวแปรนั่นเอง

- วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส การสร้างกรณีทดสอบจะใช้ทั้งชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องของแต่ละตัวแปร โดยการสร้างกรณีทดสอบจะนำเอาค่าที่สุ่มไว้ของแต่ละชั้นสมมูลของแต่ละตัวแปรมากำหนดให้กับตัวแปรนั้นในกรณีทดสอบ ซึ่งแต่ละกรณีทดสอบจะมีตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งที่ใช้ค่าสุ่มของชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง ส่วนตัวแปรที่เหลือจะใช้ค่าสุ่มของชั้นสมมูลที่ถูกต้อง และกรณีทดสอบทั้งหมดที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ ค่าสุ่มที่นำมาใช้ของทุกตัวแปร นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดที่ได้จะต้องครอบคลุมทุกๆ ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของทุกตัวแปรนั่นเอง

- วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส การสร้างกรณีทดสอบจะใช้ทั้งชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องของแต่ละตัวแปร โดยการสร้างกรณีทดสอบจะนำเอาค่าที่สุ่มไว้ของแต่ละชั้นสมมูลมากำหนดให้กับตัวแปรนั้นในกรณีทดสอบ ซึ่งกรณีทดสอบที่สร้างออกมาจะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนของค่าสุ่มที่นำมาใช้ของแต่ละตัวแปรที่เป็นไปได้ทั้งหมด นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดที่ได้จะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของทุกตัวแปรนั่นเอง

<u>หมายเหตุ</u>: ตัวอย่างของการสร้างกรณีทดสอบทั้ง 4 วิธี สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก

3.2) วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต



รูปที่ 3.3 การสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

จากรูปที่ 3.3 การสร้างกรณีทดสอบทำได้โดยนำเอาค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่รับมาจากผู้ทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าดังต่อไปนี้

- ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด
- ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต
- ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด
- ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า

โดยถ้าวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบเป็นวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต หรือวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสแล้ว แต่ละตัวแปรจะมีค่าที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบอยู่ตัวแปรละ 5 ค่า คือ ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด แต่ถ้าวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบเป็นวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส หรือวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคสแล้ว แต่ละตัวแปรจะมีค่าที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบอยู่ตัวแปรละ 7 ค่า โดยเพิ่มค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าที่มากกว่า

ค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า เข้าไปด้วย (ซึ่งค่าที่ได้จากการวิเคราะห์นี้จะถูกเก็บลงในฐานข้อมูล) จากนั้นจะสร้างกรณีทดสอบตามวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบที่ผู้ทดสอบเป็นผู้เลือก

- วิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต การสร้างกรณีทดสอบจะใช้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ 5 ค่า คือ ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด ของแต่ละช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรมาสร้างกรณีทดสอบ โดยขั้นแรกจะกำหนดค่าปกติที่อยู่ในขอบเขตให้กับตัวแปรทุกตัว ซึ่งค่าปกติที่อยู่ในขอบเขตของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรจะต้องถูกใช้อย่างน้อย 1 ครั้ง ขั้นต่อมากรณีทดสอบต่อไปจะถูกสร้างโดยกำหนดให้ตัวแปรตัวแรกมีค่าเปลี่ยนไปตามค่า 4 ค่า (ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด) ของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องและให้ตัวแปรที่เหลือเป็นค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต แล้ววนทำซ้ำในลักษณะเดียวกันกับตัวแปรตัวต่อไปจนครบทุกตัวแปร

- วิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคส การสร้างกรณีทดสอบจะใช้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ 5 ค่า คือ ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด ของแต่ละช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรมาสร้างกรณีทดสอบ โดยกำหนดค่าให้กับแต่ละตัวแปรที่อยู่ในกรณีทดสอบตามผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ทั้งหมดของค่าทั้ง 5 ค่าของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปร

- วิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส การสร้างกรณีทดสอบจะใช้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ 7 ค่า คือ ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ของแต่ละช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรมาสร้างกรณีทดสอบ โดยขั้นแรกจะกำหนดค่าปกติที่อยู่ในขอบเขตให้กับตัวแปรทุกตัว ซึ่งค่าปกติที่อยู่ในขอบเขตของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรจะต้องถูกใช้อย่างน้อย 1 ครั้ง ขั้นต่อมากรณีทดสอบต่อไปจะถูกสร้างโดยกำหนดให้ตัวแปรตัวแรกมีค่าเปลี่ยนไปตามค่า 6 ค่า (ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า) ของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องและให้ตัวแปรที่เหลือเป็นค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต แล้ววนทำซ้ำในลักษณะเดียวกันกับตัวแปรตัวต่อไปจนครบทุกตัวแปร

- วิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส การสร้างกรณีทดสอบจะใช้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ 7 ค่า คือ ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ของแต่ละช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรมาสร้างกรณีทดสอบ โดยกำหนดค่าให้กับแต่ละตัวแปรที่อยู่ในกรณีทดสอบตามผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ทั้งหมดของค่าทั้ง 7 ค่าของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปร

หมายเหตุ: ตัวอย่างของการสร้างกรณีทดสอบทั้ง 4 วิธี สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก

4) ผลลัพธ์

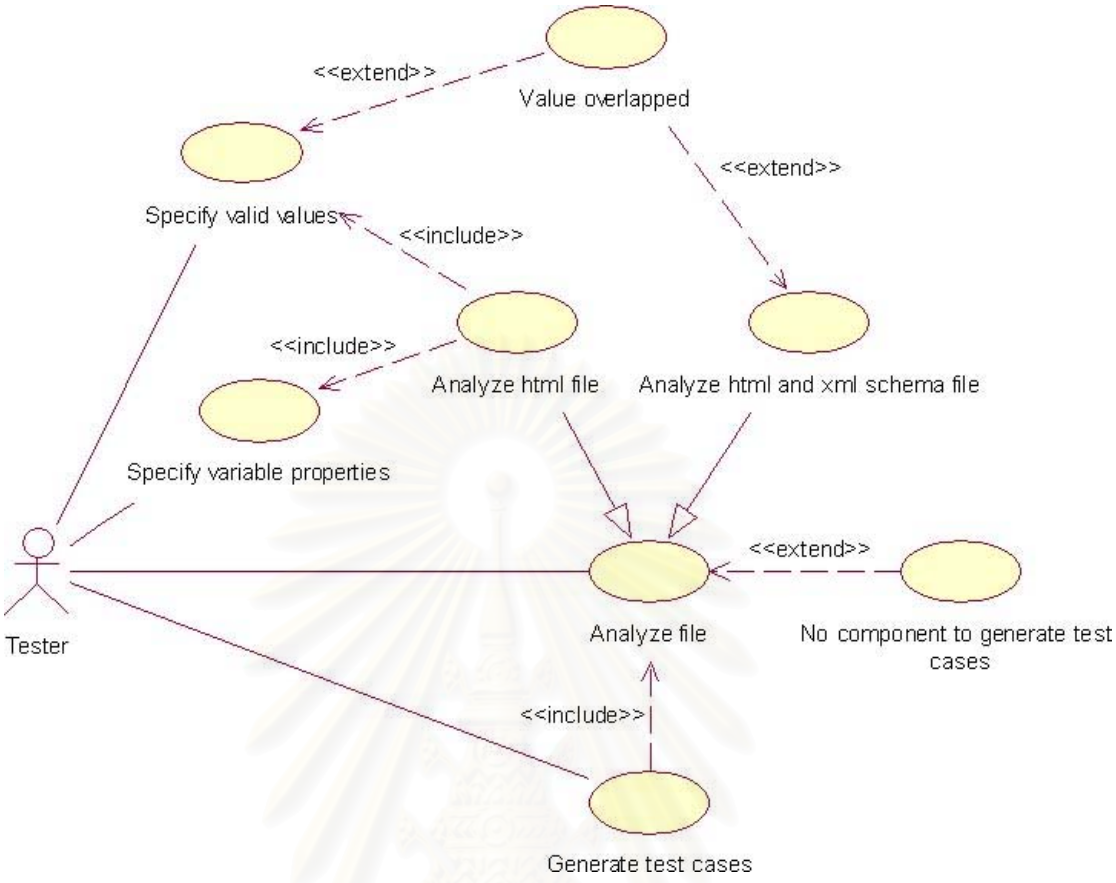
ผลลัพธ์ คือ กรณีทดสอบ (ซึ่งกรณีทดสอบที่ได้จะขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบตามที่ผู้ทดสอบเลือก) โดยกรณีทดสอบที่ได้สามารถนำออกในรูปของเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลได้

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ

ในส่วนของการวิเคราะห์และออกแบบจะใช้แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส แผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพลำดับกิจกรรมเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 แผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคสเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงหน้าที่ต่างๆ ของระบบในมุมมองของผู้ใช้ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้สามารถทำอะไรกับระบบได้บ้าง โดยแผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเป็นดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

จากแผนภาพยูสเคสในรูปที่ 3.4 ก่อนที่ผู้ทดสอบหรือผู้ใช้จะสร้างกรณีทดสอบได้นั้น ผู้ทดสอบจะต้องทำการวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร (Analyze file) ก่อน โดยถ้าผู้ทดสอบทำการวิเคราะห์เฉพาะแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล (Analyze html file) แล้ว ผู้ทดสอบจะต้องระบุคุณสมบัติของตัวแปร (Specify variable properties) และค่าที่ถูกต้องของตัวแปร (Specify valid value) ด้วย แต่ถ้าผู้ทดสอบทำการวิเคราะห์ทั้งแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา (Analyze html and xml schema file) แล้ว ผู้ทดสอบก็ไม่จำเป็นต้องระบุค่าดังกล่าว ซึ่งหลังจากการวิเคราะห์ผู้ทดสอบจะรู้ว่ามีองค์ประกอบหรือตัวแปรในหน้าเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลใดบ้างที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้ หลังจากนั้นผู้ทดสอบจึงจะสามารถสร้างกรณีทดสอบ (Generate test cases) ได้ตามต้องการ โดยผู้ทดสอบทำการระบุว่าองค์ประกอบหรือตัวแปรในหน้าเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลใดบ้างที่ต้องการนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบและระบุถึงวิธีที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ สำหรับรายละเอียดของแต่ละยูสเคสเป็นดังตารางที่ 3.5 ถึงตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร

Use case:	analyze file
Actors:	tester
Goal:	เพื่อวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา
Related use cases:	Generalization of: ■ analyze html file ■ analyze html and xml schema file
Preconditions:	ผู้ทดสอบเลือกว่าจะทำงานในโครงการเดิมหรือโครงการใหม่
Steps:	1. ผู้ทดสอบเลือกเพิ่มแฟ้มเอกสาร 2. เครื่องมือแสดงหน้าจอรับข้อมูลตำแหน่งของแฟ้มเอกสารที่ต้องการวิเคราะห์ 3. ผู้ทดสอบระบุตำแหน่งของแฟ้มเอกสารที่ต้องการวิเคราะห์ 4. ผู้ทดสอบยืนยันการเพิ่มแฟ้มเอกสาร 5. ผู้ทดสอบเลือกวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร 6. เครื่องมือแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์
Postconditions:	เครื่องมือบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ลงในฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล

Use case:	analyze html file
Actors:	tester
Goal:	วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพื่อหาว่ามีองค์ประกอบหรือตัวแปรใดบ้างที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้
Related use cases:	Specialization of: analyze file
Preconditions:	ผู้ทดสอบเลือกว่าจะทำงานในโครงการเดิมหรือโครงการใหม่
Steps:	1. ผู้ทดสอบเลือกเพิ่มแฟ้มเอกสาร 2. เครื่องมือแสดงหน้าจอรับข้อมูลตำแหน่งของแฟ้มเอกสารที่ต้องการวิเคราะห์ 3. ผู้ทดสอบระบุตำแหน่งของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลที่ต้องการวิเคราะห์ 4. ผู้ทดสอบยืนยันการเพิ่มแฟ้มเอกสาร

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล (ต่อ)

	5. ผู้ทดสอบเลือกวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร 6. เครื่องมือแสดงรายการองค์ประกอบหรือตัวแปรที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้
Postconditions:	เครื่องมือบันทึกรายการตัวแปรลงในฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา

Use case:	analyze html and xml schema file
Actors:	tester
Goal:	วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพื่อหาว่ามีองค์ประกอบหรือตัวแปรใดบ้างที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้ และวิเคราะห์หาคุณสมบัติของตัวแปรนั้นๆ จากแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา
Related use cases:	Specialization of: analyze file
Preconditions:	ผู้ทดสอบเลือกว่าจะทำงานในโครงการเดิมหรือโครงการใหม่
Steps:	1. ผู้ทดสอบเลือกเพิ่มแฟ้มเอกสาร 2. เครื่องมือแสดงหน้าจอรับข้อมูลตำแหน่งของแฟ้มเอกสารที่ต้องการวิเคราะห์ 3. ผู้ทดสอบระบุตำแหน่งของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล และเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาที่ต้องการวิเคราะห์ 4. ผู้ทดสอบยืนยันการเพิ่มแฟ้มเอกสาร 5. ผู้ทดสอบเลือกวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร 6. เครื่องมือแสดงรายการองค์ประกอบหรือตัวแปรพร้อมกับคุณสมบัติของตัวแปรที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้
Postconditions:	เครื่องมือบันทึกรายการตัวแปรและคุณสมบัติของตัวแปรลงในฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดยูสเคสไม่มีองค์ประกอบที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ

Use case:	no component to generate test cases
Actors:	tester

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดยูสเคสไม่มีองค์ประกอบที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)

Goal:	เพื่อให้แน่ใจว่าแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลมีองค์ประกอบหรือตัวแปรที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้
Related use cases:	Extensions of: analyze file
Preconditions:	ผู้ทดสอบเลือกวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร
Steps:	1. เครื่องมือแสดงข้อความว่าไม่มีองค์ประกอบใดเลยที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้
Postconditions:	-

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดยูสเคสระบุคุณสมบัติของตัวแปร

Use case:	specify variable properties
Actors:	tester
Goal:	เพื่อรับคุณสมบัติของตัวแปรจากผู้ทดสอบ
Related use cases:	Includes: analyze html file
Preconditions:	ผู้ทดสอบผ่านการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลมาแล้ว
Steps:	1. ผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการระบุคุณสมบัติให้ 2. เครื่องมือแสดงหน้าจอรับข้อมูลคุณสมบัติ (ชนิดและขนาด) ของตัวแปร 3. ผู้ทดสอบระบุคุณสมบัติของตัวแปร 4. ผู้ทดสอบยืนยันการระบุคุณสมบัติของตัวแปร
Postconditions:	เครื่องมือบันทึกคุณสมบัติของตัวแปรลงในฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดยูสเคสระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

Use case:	specify valid values
Actors:	tester
Goal:	เพื่อรับค่าที่ถูกต้องของตัวแปรจากผู้ทดสอบ
Related use cases:	Includes: analyze html file
Preconditions:	ผู้ทดสอบผ่านการระบุคุณสมบัติของตัวแปรมาแล้ว
Steps:	1. ผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรให้ 2. ผู้ทดสอบเลือกเพิ่มค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดยูสเคสระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร (ต่อ)

	3. เครื่องมือแสดงหน้าจอรับข้อมูลค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 4. ผู้ทดสอบระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 5. ผู้ทดสอบยืนยันการระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร
Postconditions:	เครื่องมือบันทึกค่าที่ถูกต้องของตัวแปรลงในฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดยูสเคสค่ามีการซ้อนทับกัน

Use case:	value overlapped
Actors:	tester
Goal:	เพื่อให้แน่ใจว่าแต่ละค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรไม่มีการซ้ำซ้อน หรือซ้อนทับกัน
Related use cases:	Extensions of: ■ specify valid values ■ analyze html and xml schema file
Preconditions:	ผู้ทดสอบยืนยันการระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร หรือผู้ทดสอบเลือกวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร
Steps:	1. เครื่องมือแสดงข้อความว่าค่าที่ถูกต้องของตัวแปรนั้นมีการซ้ำซ้อนหรือซ้อนทับกัน
Postconditions:	-

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดยูสเคสสร้างกรณีทดสอบ

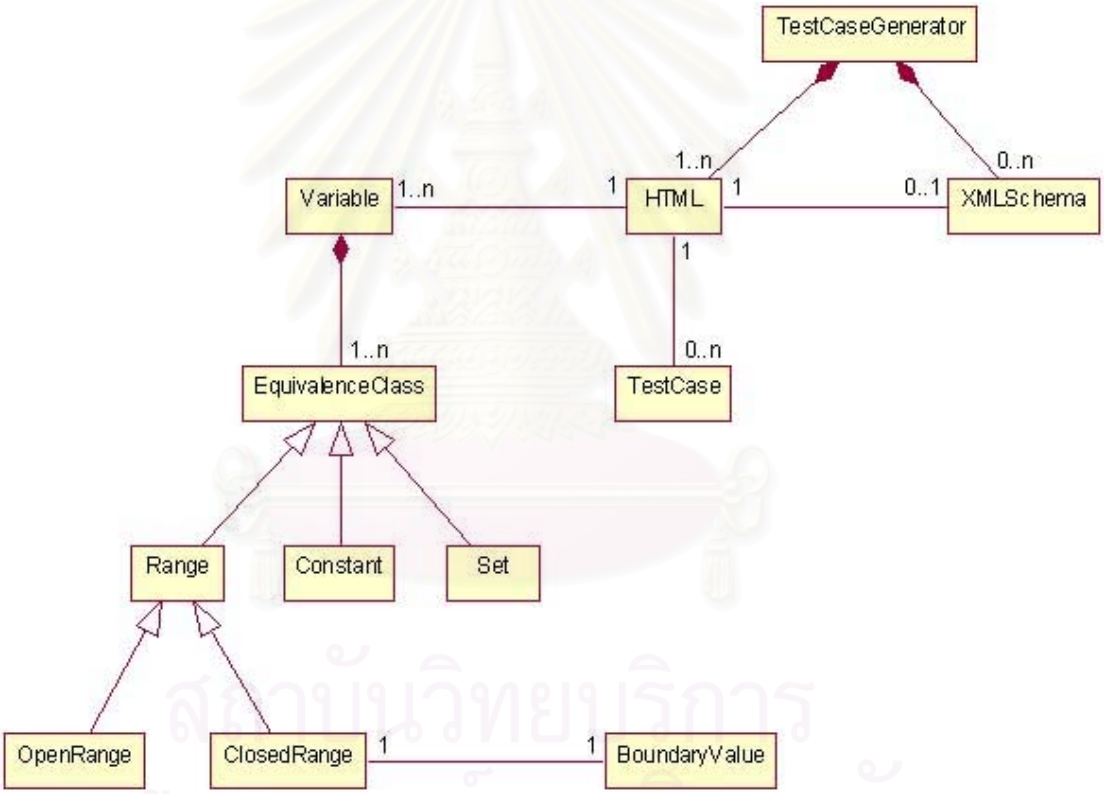
Use case:	generate test cases
Actors:	tester
Goal:	เพื่อสร้างกรณีทดสอบตามวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ
Related use cases:	Includes: analyze file
Preconditions:	ผู้ทดสอบผ่านการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารมาแล้ว
Steps:	1. ผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ 2. ผู้ทดสอบเลือกวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ 3. เครื่องมือแสดงหน้าจอรับข้อมูลวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ 4. ผู้ทดสอบระบุวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดยูสเคสสร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)

	5. ผู้ทดสอบเลือกสร้างกรณีทดสอบ 6. เครื่องมือแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้
Postconditions:	-

3.2.2 แผนภาพคลาส

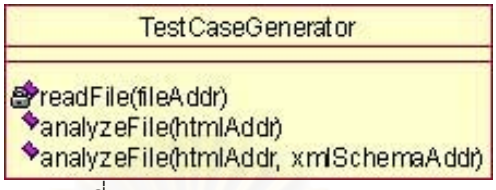
แผนภาพคลาสเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงคลาส (Class) และโครงสร้างความสัมพันธ์ของแต่ละคลาสในระบบ โดยแผนภาพคลาสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเป็นดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนภาพคลาสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

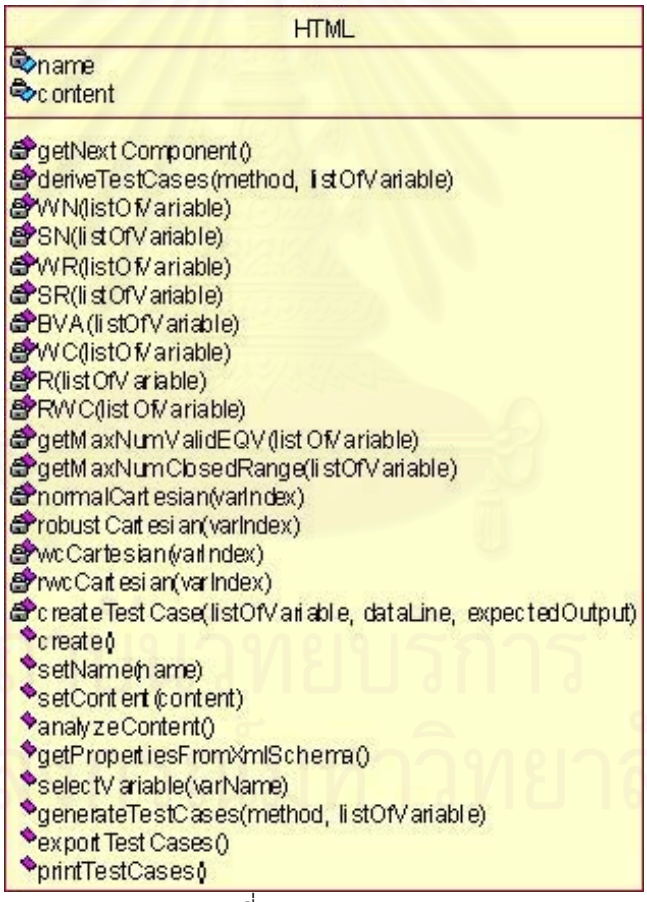
จากแผนภาพคลาสในรูปที่ 3.5 แต่ละคลาสมีจุดประสงค์และรายละเอียดของคลาส ดังต่อไปนี้

1) คลาส TestCaseGenerator คือ คลาสหลักที่เป็นตัวแทนในการทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ทดสอบ เพื่อรับคำสั่งจากผู้ทดสอบในการทำงานต่างๆ และแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานไปยังผู้ทดสอบ รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 คลาส TestCaseGenerator

2) คลาส HTML คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล และทำหน้าที่สร้างกรณีทดสอบ รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 คลาส HTML

3) คลาส XMLSchema คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 คลาส XMLSchema

4) คลาส Variable คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของแต่ละตัวแปรในเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล ทำหน้าที่สร้างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง สร้างค่าสุ่ม และวิเคราะห์หาค่าขอบเขตต่างๆ รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 คลาส Variable

5) คลาส EquivalenceClass คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง และค่าสุ่ม รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 คลาส EquivalenceClass

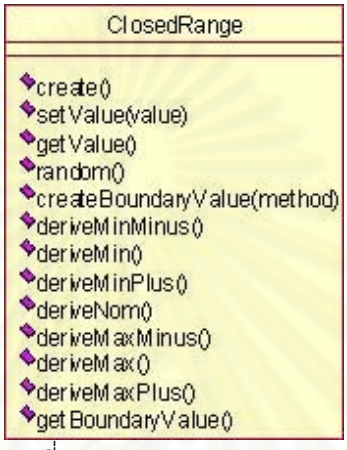
6) คลาส Range คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่เป็นประเภทช่วง และค่าสุ่ม รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 คลาส Range

7) คลาส OpenRange คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่เป็นประเภทช่วงเปิด และค่าสุ่ม รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 คลาส OpenRange

8) คลาส ClosedRange คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่เป็นประเภทช่วงปิดพร้อมทั้งค่าสุ่มสำหรับการสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล หรือเป็นคลาสที่เก็บรายละเอียดของค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรสำหรับการสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 คลาส ClosedRange

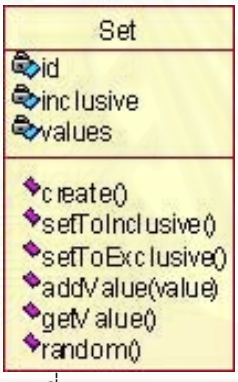
9) คลาส BoundaryValue คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของค่าที่ได้จากการวิเคราะห์หาค่าขอบเขตต่างๆ ของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปร รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 คลาส BoundaryValue

10) คลาส Constant คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่เป็นประเภทค่าคงที่ และค่าสุ่ม รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 คลาส Constant

11) คลาส Set คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่เป็นประเภทเซต และค่าสุ่ม รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 คลาส Set

12) คลาส TestCase คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของแต่ละกรณีทดสอบของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล รายละเอียดของคลาสเป็นดังรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 คลาส TestCase

3.2.3 แผนภาพซีเควนซ์และแผนภาพลำดับกิจกรรม

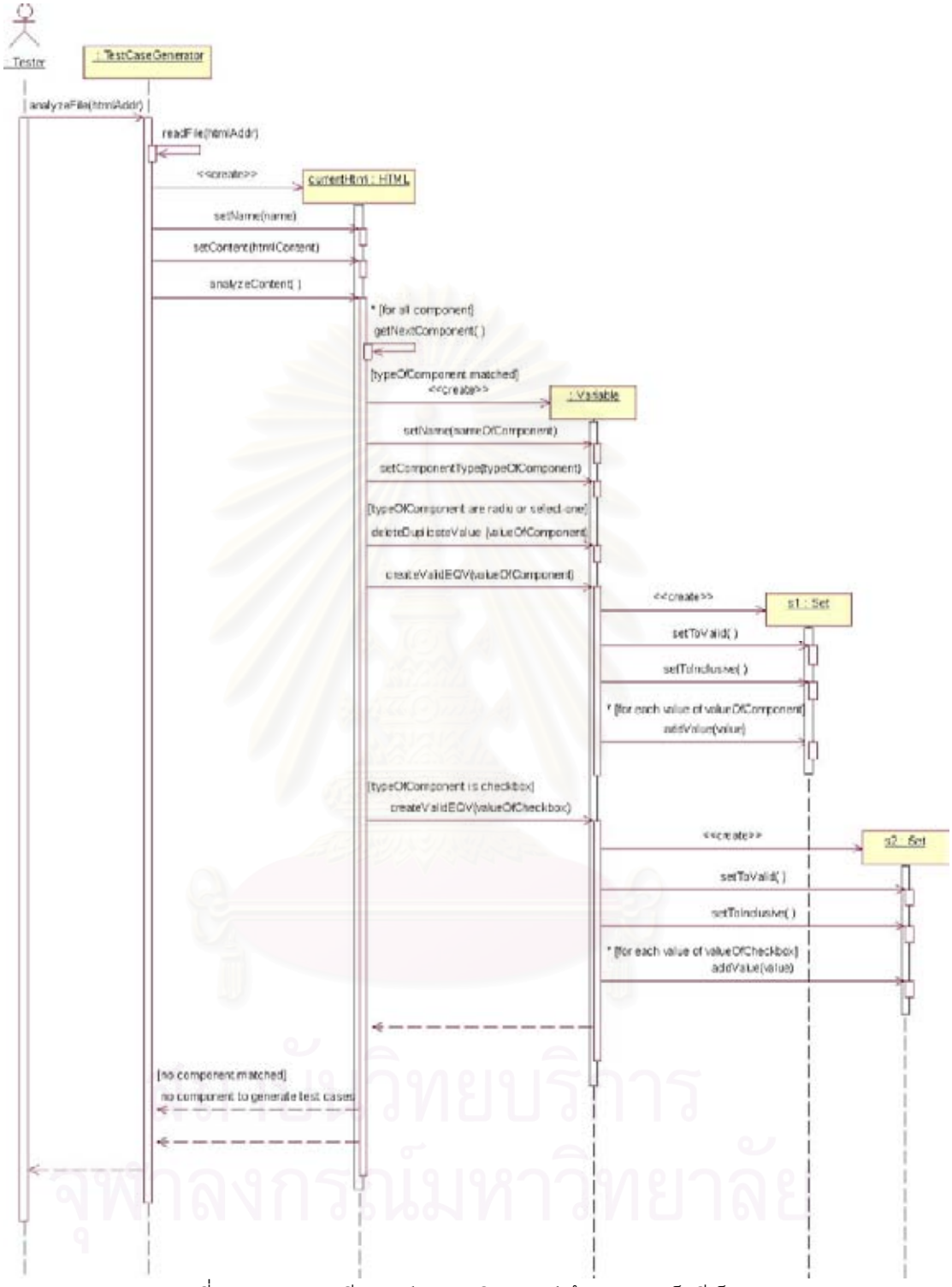
แผนภาพซีเควนซ์เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงการโต้ตอบระหว่างวัตถุภายในระบบ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงลำดับของการส่งข้อความ (Message) ระหว่างวัตถุต่างๆ ในการกระบวนการทำงานหนึ่งๆ ของระบบ ส่วนแผนภาพลำดับกิจกรรมเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานจากกิจกรรมหนึ่งไปยังอีกกิจกรรมหนึ่ง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งภายในระบบ สำหรับแผนภาพซีเควนซ์และแผนภาพลำดับกิจกรรมของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่จะแสดงต่อไปนี้จะจำแนกตามหน้าที่ที่แสดงไว้ในแผนภาพยูสเคสดังนี้

1) วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล (Analyze html file)

จากแผนภาพซีเควนซ์รูปที่ 3.18 การวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลจะเริ่มจากการอ่านแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลตามตำแหน่งของแฟ้มเอกสารเข้ามาเพื่อสร้างเป็นวัตถุของคลาส HTML ต่อมาจะวิเคราะห์เนื้อหาของแฟ้มเอกสาร โดยอ่านองค์ประกอบทั้งหมดของแฟ้มเอกสารมา เพื่อค้นหาว่ามีองค์ประกอบใดบ้างที่ตรงกับความต้องการ ซึ่งในการค้นหานั้นจะทำการค้นหาคำสำคัญ 2 คำ คือ “INPUT” และ “SELECT” ซึ่งเป็นชื่อของอีลีเมนต์ในแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล สำหรับองค์ประกอบที่ต้องการได้แก่

- เขตข้อมูลข้อความ จะแทนด้วยอีลีเมนต์
  <INPUT TYPE=text NAME=”fieldname”>
- เขตข้อมูลรหัสผ่าน จะแทนด้วยอีลีเมนต์
  <INPUT TYPE=password NAME=”fieldname”>
- ปุ่มเรดิโอ จะแทนด้วยอีลีเมนต์
  <INPUT TYPE=radio NAME=”groupname” VALUE=”radio1”>
- เช็คบอกซ์ จะแทนด้วยอีลีเมนต์
  <INPUT TYPE=checkbox NAME=”cbname”>
- คอมโบบอกซ์ จะแทนด้วยอีลีเมนต์

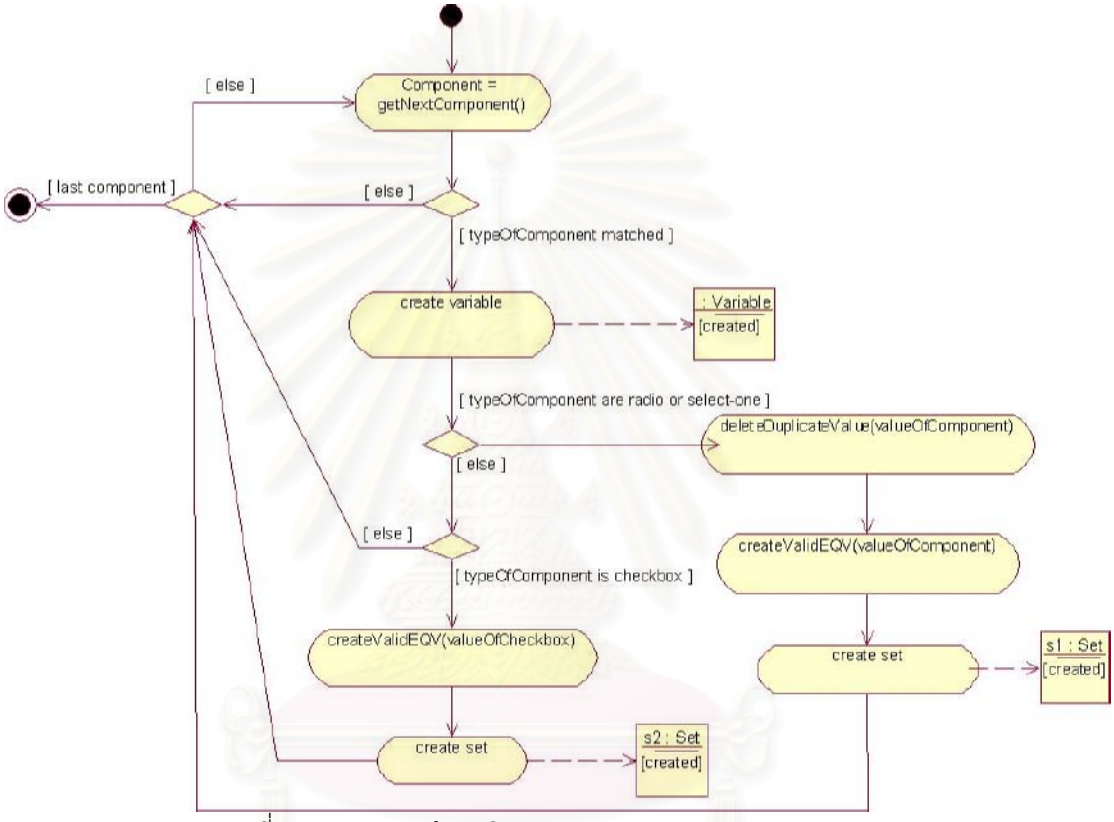
```
<SELECT NAME=”comboname”>
        <OPTION>combo1</OPTION>
</SELECT>
```



รูปที่ 3.18 แผนภาพซีเควนซ์ของการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล

เมื่อได้องค์ประกอบที่ตรงกับความต้องการแล้ว จากนั้นจะนำเอาแต่ละองค์ประกอบไปสร้างเป็นวัตถุของคลาส Variable โดยถ้าองค์ประกอบนั้นมีชนิดเป็นปุ่มเรดิโอ (radio) หรือคอมโบบอกซ์ (select-one) แล้ว ค่าขององค์ประกอบ (valueOfComponent) นั้นจะถูกนำมาใช้ด้วย ซึ่งจะนำไป

สร้างเป็นชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องแบบเซต และถ้าองค์ประกอบนั้นมีชนิดเป็นเช็คบอกซ์ (checkbox) แล้ว จะทำการสร้างชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องแบบเซตให้กับองค์ประกอบนั้นด้วย คือ เซตของ “true,false” (valueOfCheckbox) ในส่วนของเมทธอด (Method) analyzeContent() ในแผนภาพซีเควนซ์ข้างต้นนั้น (รูปที่ 3.18) จะแสดงให้เห็นถึงลำดับการทำงานภายในเมทธอดที่ชัดเจนมากขึ้นด้วยแผนภาพลำดับกิจกรรมดังรูปที่ 3.19

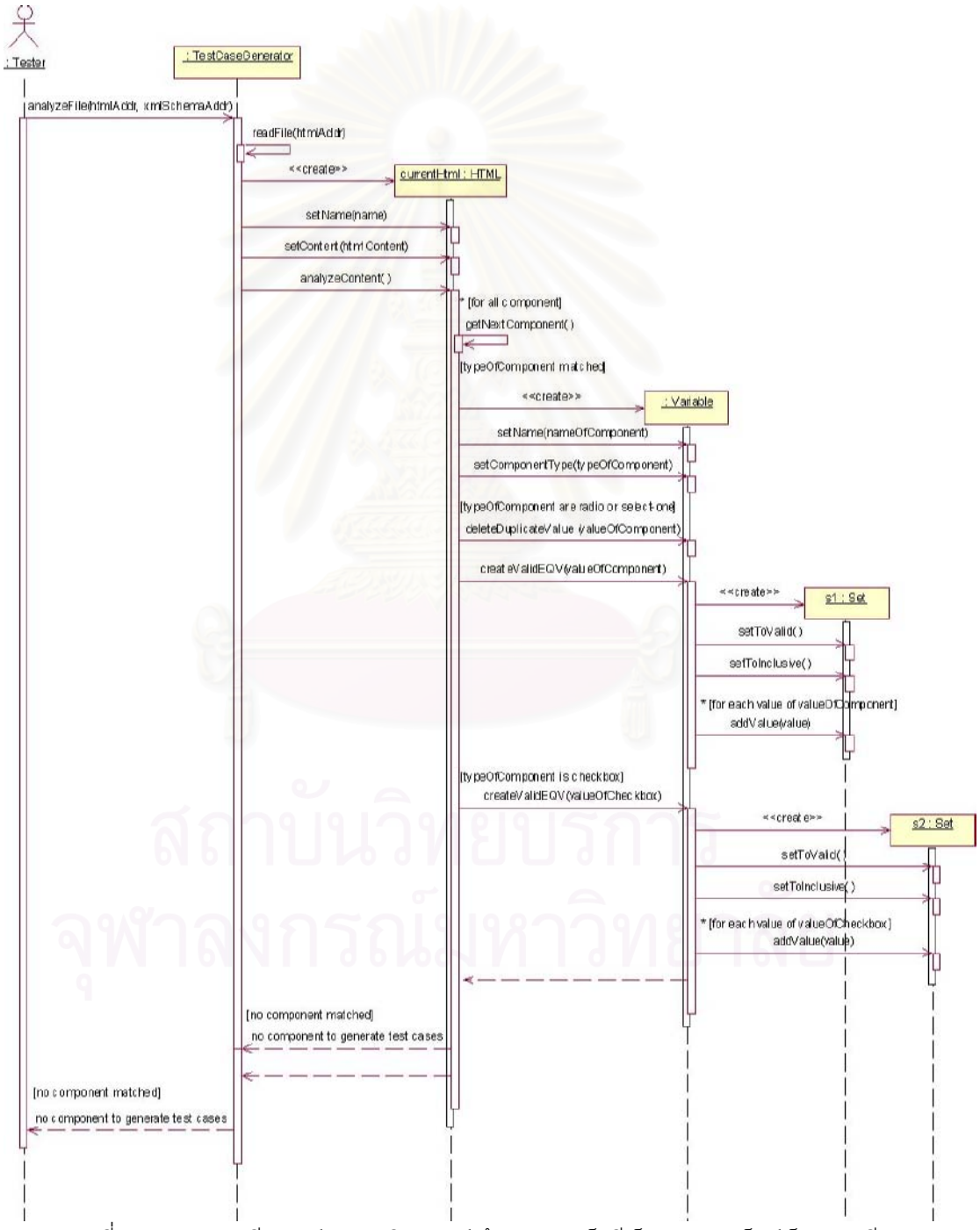


รูปที่ 3.19 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด analyzeContent()

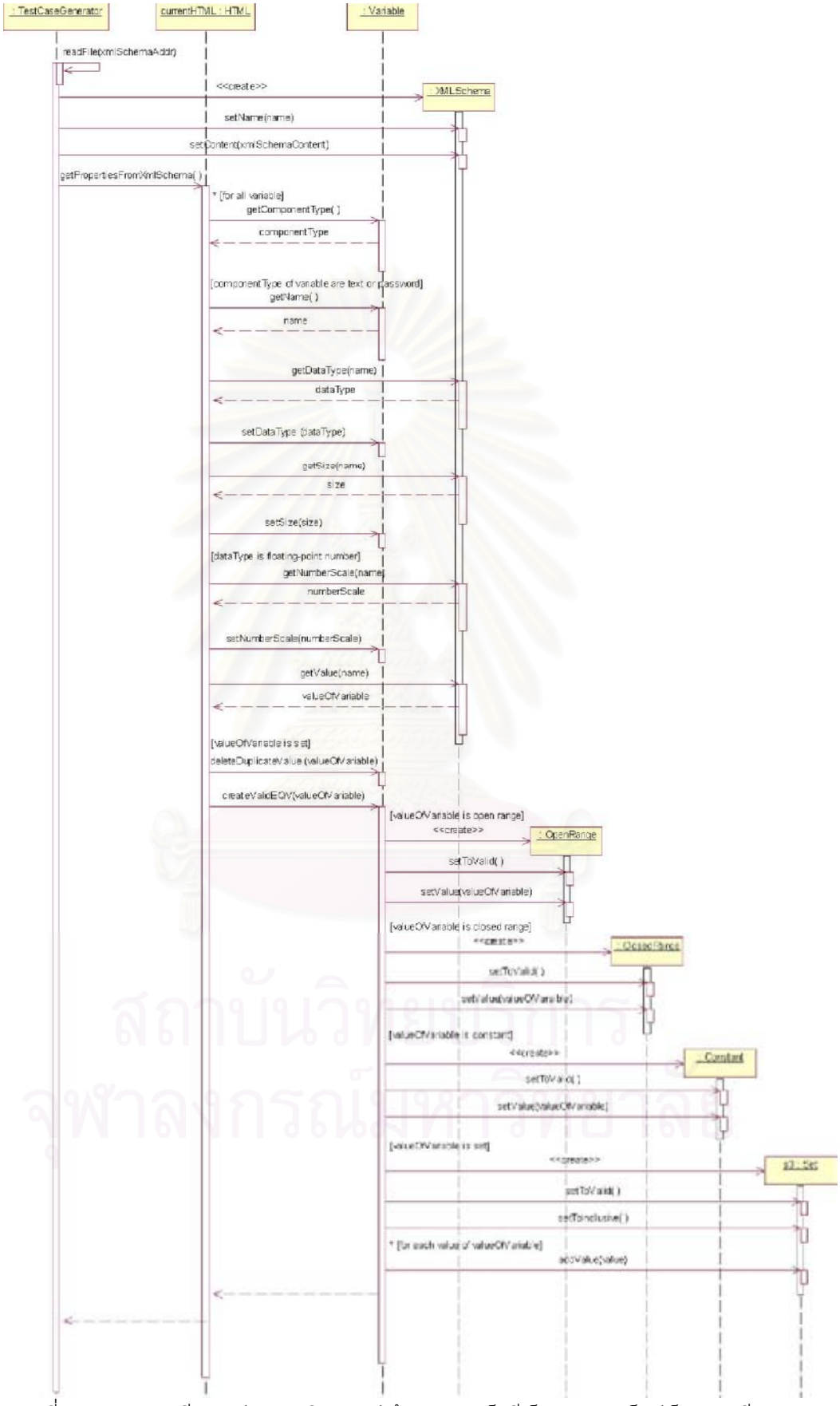
2) วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา (Analyze html and xml schema file)

จากแผนภาพซีเควนซ์รูปที่ 3.20 และ 3.21 การวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาจะเริ่มจากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลก่อน (โดยรายละเอียดของการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลนั้นเหมือนกับดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1) จากนั้นจะเข้าสู่ส่วนของการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา โดยการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมานั้นจะเริ่มจากการอ่านแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาตามตำแหน่งของแฟ้มเอกสารเข้ามาเพื่อสร้างเป็นวัตถุของคลาส XMLSchema ต่อมาจะอ่านคุณสมบัติและค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปร (ที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล) มาจากแฟ้ม

เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา โดยส่งชื่อตัวแปรเข้าไปค้นหาเพื่อดึงเอาคุณสมบัติ คือ ชนิด ขนาด และจำนวนหลักหลังจุดทศนิยม (ในกรณีที่ชนิดของตัวแปรเป็นจำนวนทศนิยม) มาแล้วกำหนดให้กับตัวแปรนั้นๆ พร้อมทั้งดึงเอาค่าที่ถูกต้องมาแล้วสร้างเป็นชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องให้กับตัวแปรนั้นๆ โดยชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องนั้นสามารถเป็นชั้นสมมูลแบบช่วงเปิด ช่วงปิด ค่าคงที่ หรือเซตก็ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

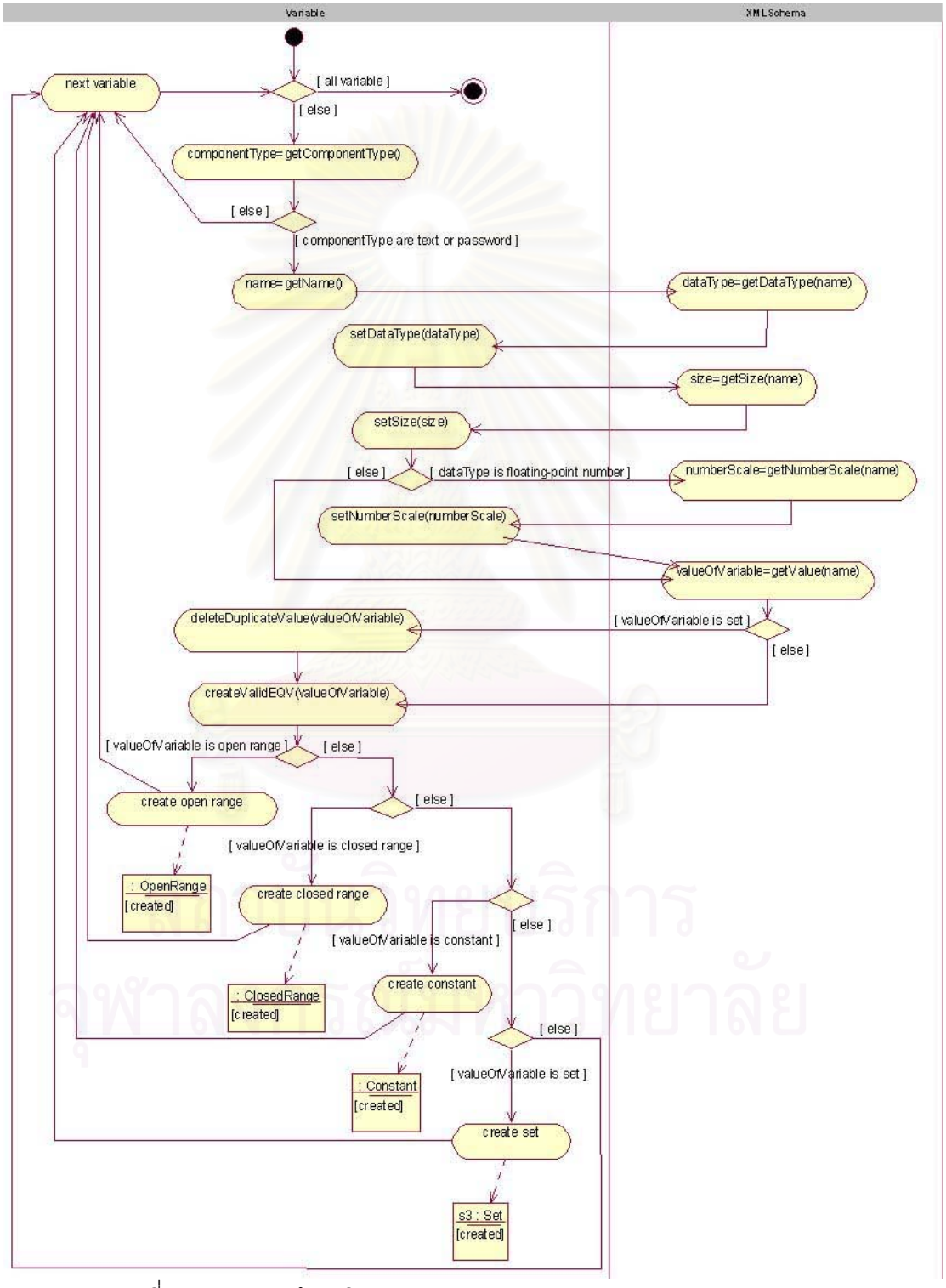


รูปที่ 3.20 แผนภาพซีเควนซ์ของการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา



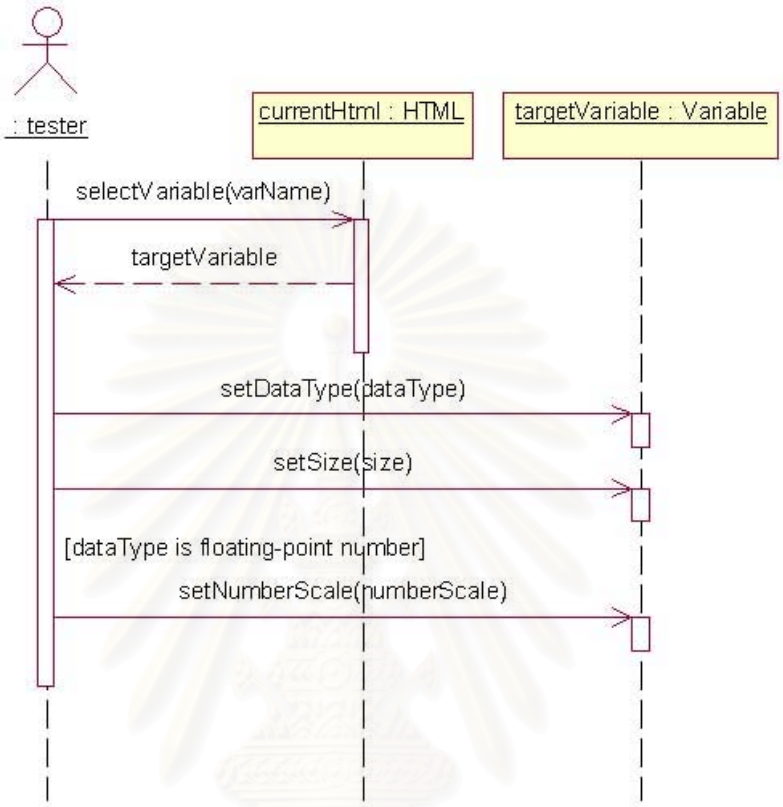
รูปที่ 3.21 แผนภาพซีเควนซ์ของการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา (ต่อ)

ในส่วนของเมทธอด getPropertiesFromXmlSchema() ในแผนภาพซีเควนซ์ข้างต้นนั้น (รูปที่ 3.21) จะแสดงให้เห็นถึงลำดับการทำงานภายในเมทธอดที่ชัดเจนมากขึ้นด้วยแผนภาพลำดับกิจกรรมดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด getPropertiesFromXmlSchema()

3) ระบุคุณสมบัติของตัวแปร (Specify variable properties) มีแผนภาพซีเควนซ์เป็นดังรูปที่ 3.23



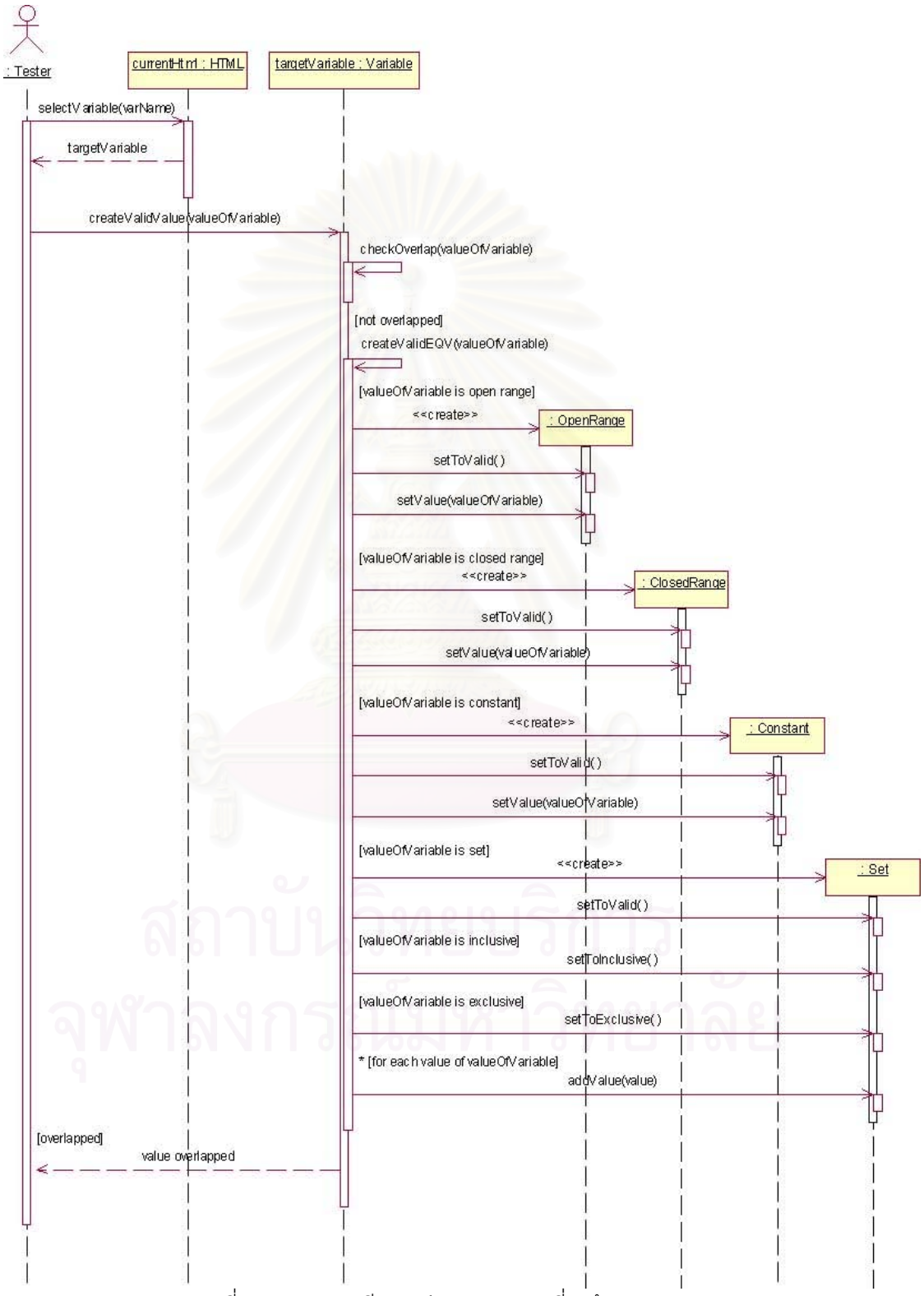
รูปที่ 3.23 แผนภาพซีเควนซ์ของการระบุคุณสมบัติของตัวแปร

จากรูปที่ 3.23 การระบุคุณสมบัติของตัวแปรนั้นจะถูกกระทำโดยผู้ทดสอบ (ในกรณีที่ผู้ทดสอบทำการวิเคราะห์เฉพาะแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียว) โดยเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการจะระบุคุณสมบัติให้ จากนั้นผู้ทดสอบจะระบุคุณสมบัติ คือ ชนิด ขนาด และจำนวนหลักหลังจุดทศนิยม (ในกรณีที่ชนิดของตัวแปรเป็นจำนวนทศนิยม) ให้กับตัวแปรนั้น

4) ระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร (Specify valid values)

จากแผนภาพซีเควนซ์รูปที่ 3.24 การระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรนั้นจะถูกกระทำโดยผู้ทดสอบ (ในกรณีที่ผู้ทดสอบทำการวิเคราะห์เฉพาะแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียว) โดยเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการจะระบุค่าที่ถูกต้องให้ จากนั้นผู้ทดสอบจะระบุค่าที่ถูกต้องให้กับตัวแปรนั้นและสามารถระบุได้ตั้งแต่ 1 ช่วงขึ้นไป แต่มีข้อแม้ว่าแต่ละช่วงจะต้อง

ไม่ซ้ำซ้อนหรือซ้อนทับกัน ซึ่งรูปแบบของค่าที่ถูกต้องของตัวแปรนั้นสามารถเป็นแบบช่วงเปิด ช่วงปิด ค่าคงที่หรือเซตก็ได้



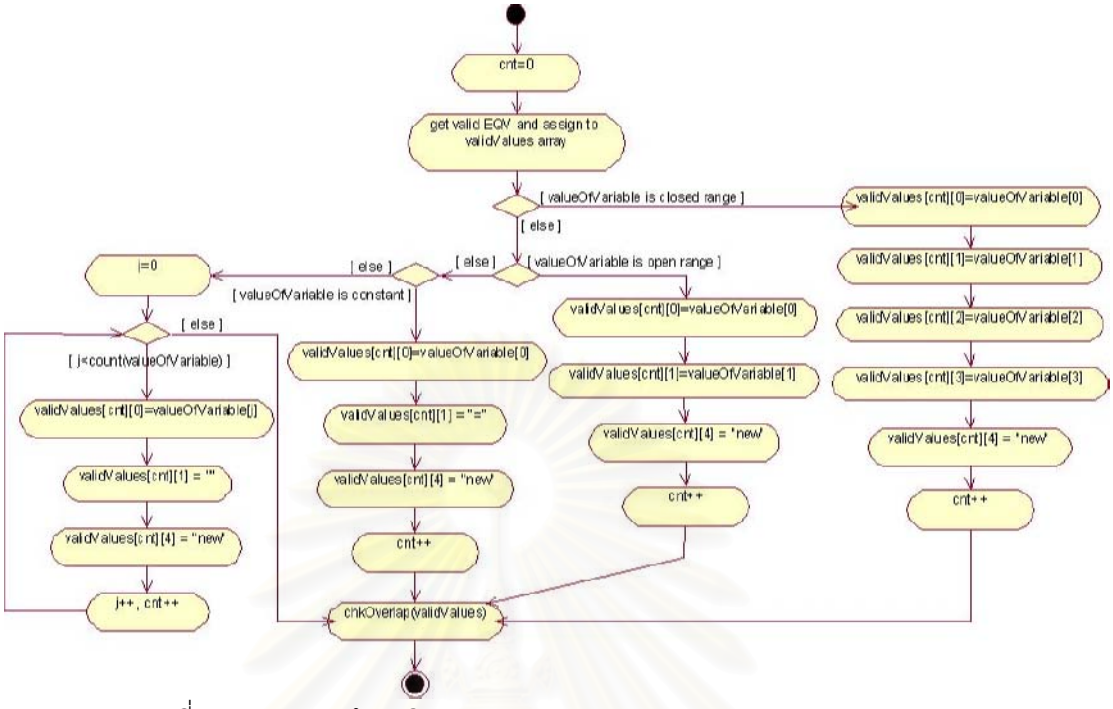
รูปที่ 3.24 แผนภาพซีเควนซ์ของการระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

ในส่วนของข้อแม้ที่ว่าค่าที่ถูกต้องของตัวแปรหนึ่งๆ จะต้องไม่ซ้ำซ้อนหรือซ้อนทับกันนั้น ทำได้โดยตรวจสอบค่าที่ถูกต้องค่าใหม่กับชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องที่มีอยู่แล้วของตัวแปรว่าจะต้องไม่ซ้อนทับกัน จึงจะนำค่าที่ถูกต้องค่าใหม่นี้ไปสร้างเป็นชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องโดยสร้างเป็นวัตถุของคลาสต่างๆ ตามประเภทของชั้นสมมูล (OpenRange, ClosedRange, Constant, Set) ซึ่งการตรวจสอบการซ้อนทับกันของค่าที่ถูกต้องของตัวแปรนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด checkOverlap(valueOfVariable) โดย valueOfVariable คือ ค่าที่ถูกต้องค่าใหม่ของตัวแปรที่ผู้ทดสอบระบุมา สำหรับการทำงานภายในเมทธอดนั้นจะแสดงด้วยแผนภาพลำดับกิจกรรม โดยจะเริ่มจากดึงชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องที่มีอยู่แล้วมาใส่อาร์เรย์ (Array) 2 มิติที่ชื่อว่า validValues จนครบ (รูปที่ 3.26) จากนั้นจะต่อท้ายอาร์เรย์ validValues ด้วยค่าที่ถูกต้องค่าใหม่ (รูปที่ 3.25) และส่งอาร์เรย์ validValues เข้าไปในเมทธอด chkOverlap เพื่อตรวจสอบว่าซ้อนทับกันหรือไม่ (รูปที่ 3.27) ถ้าซ้อนทับกันแล้วจะแสดงข้อความเตือนกลับไปที่ผู้ทดสอบ แต่ถ้าไม่ซ้อนทับกันแล้วจะนำค่าที่ถูกต้องค่าใหม่ไปสร้างเป็นชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้อง

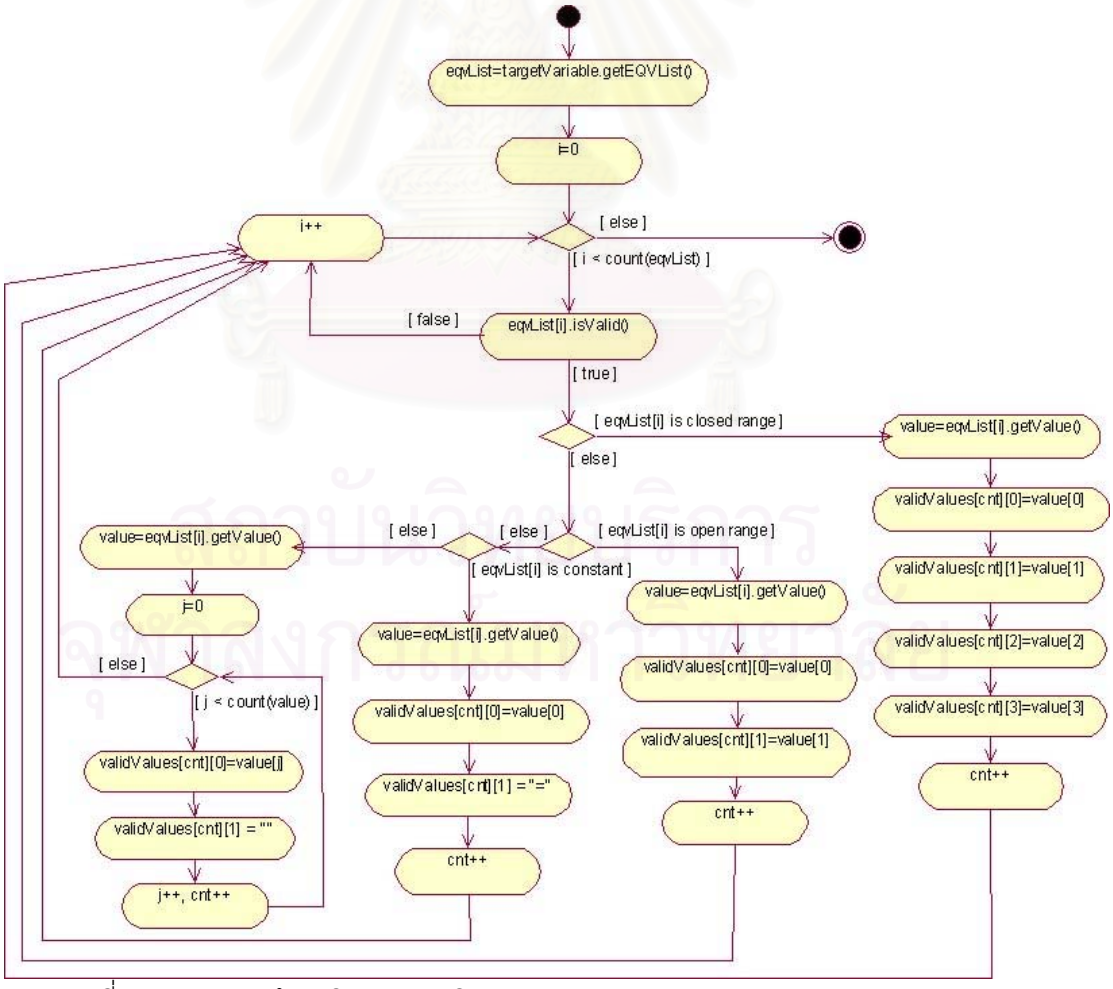
หมายเหตุ: validValues คือ อาร์เรย์ 2 มิติ โดยมิติแรกเป็นดัชนี (Index) ที่บ่งชี้ลำดับของค่าที่ถูกต้อง และมิติที่ 2 เป็นดัชนีที่บ่งชี้รายละเอียดของค่าที่ถูกต้องหรือชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้อง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเภทของค่าที่ถูกต้องด้วยดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ตัวอย่างค่าที่อยู่ในอาร์เรย์ validValues

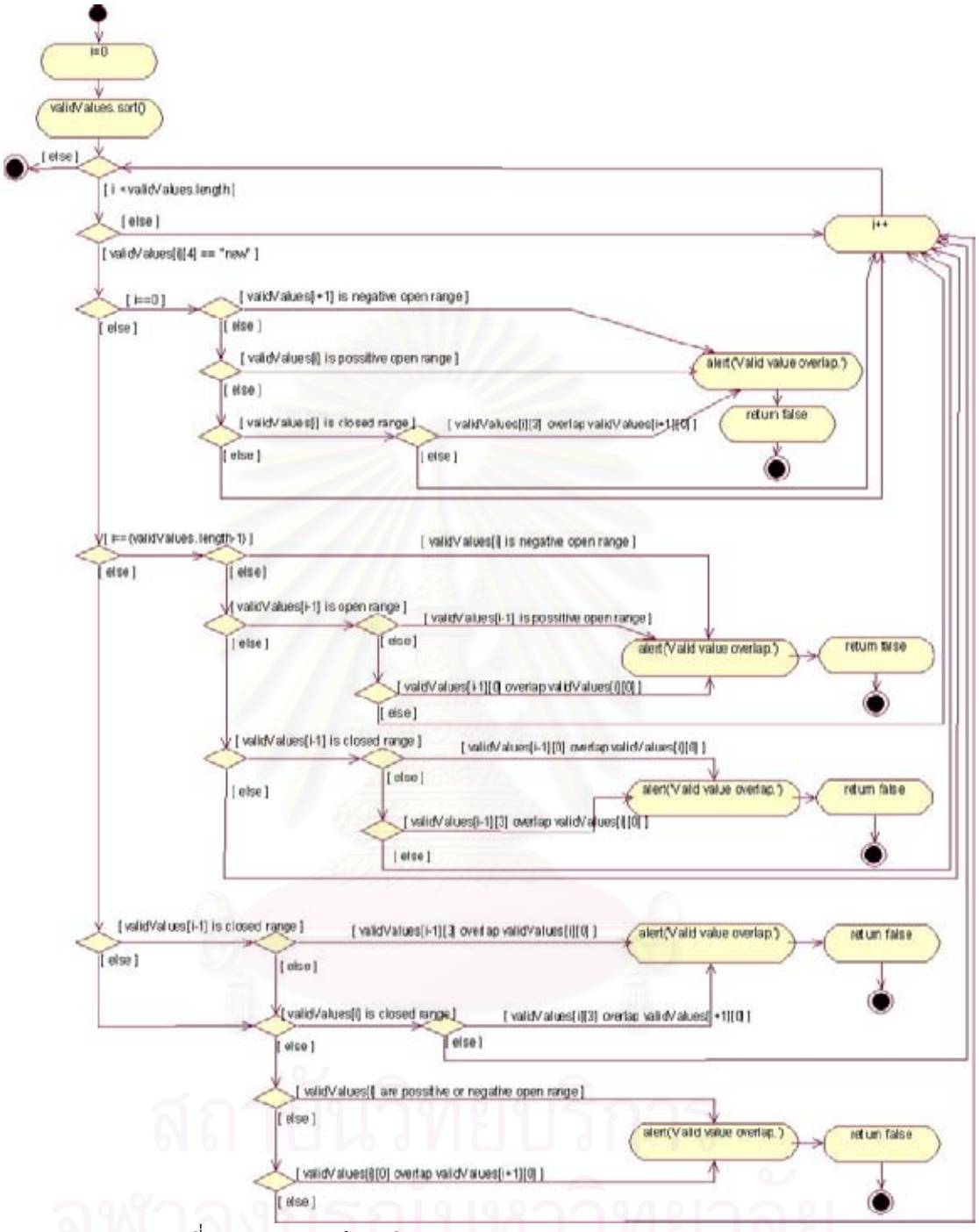
ประเภท	ตัวอย่างค่า	ค่าที่อยู่ในอาร์เรย์ validValues
ช่วงปิด	1 < a < 10	validValues[0][0]=1 validValues[0][1]="<" validValues[0][2]="<" validValues[0][3]=10
ช่วงเปิด	a > 1	validValues[0][0]=1 validValues[0][1]=">"
ค่าคงที่	a = 1	validValues[0][0]=1 validValues[0][1]="="
เซต	a in {1,2,3}	validValues[0][0]=1 validValues[0][1]="" validValues[1][0]=2 validValues[1][1]="" validValues[2][0]=3 validValues[2][1]=""



รูปที่ 3.25 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด checkOverlap(valueOfVariable)



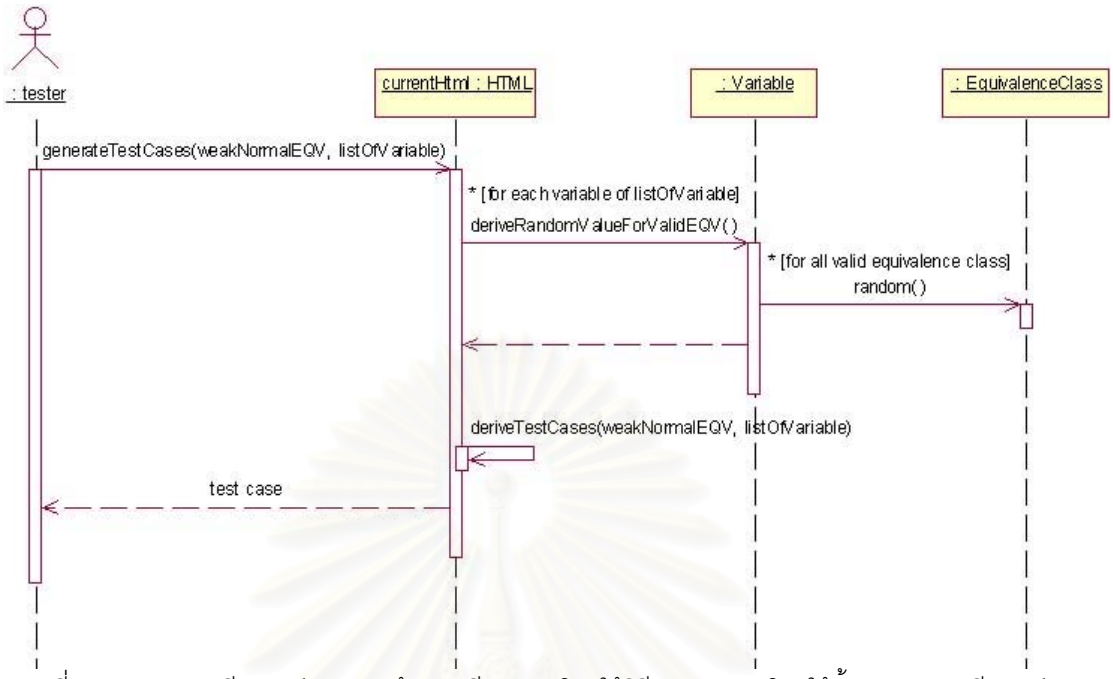
รูปที่ 3.26 แผนภาพลำดับกิจกรรมของกิจกรรม get valid EQV and assign to validValues array



รูปที่ 3.27 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด chkOverlap(validValues)

5) สร้างกรณีทดสอบ (Generate test cases) จะขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบที่ผู้ทดสอบเลือก โดยแบ่งออกเป็น 8 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1) วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล มีแผนภาพซีเควนซ์เป็นดังรูปที่ 3.28

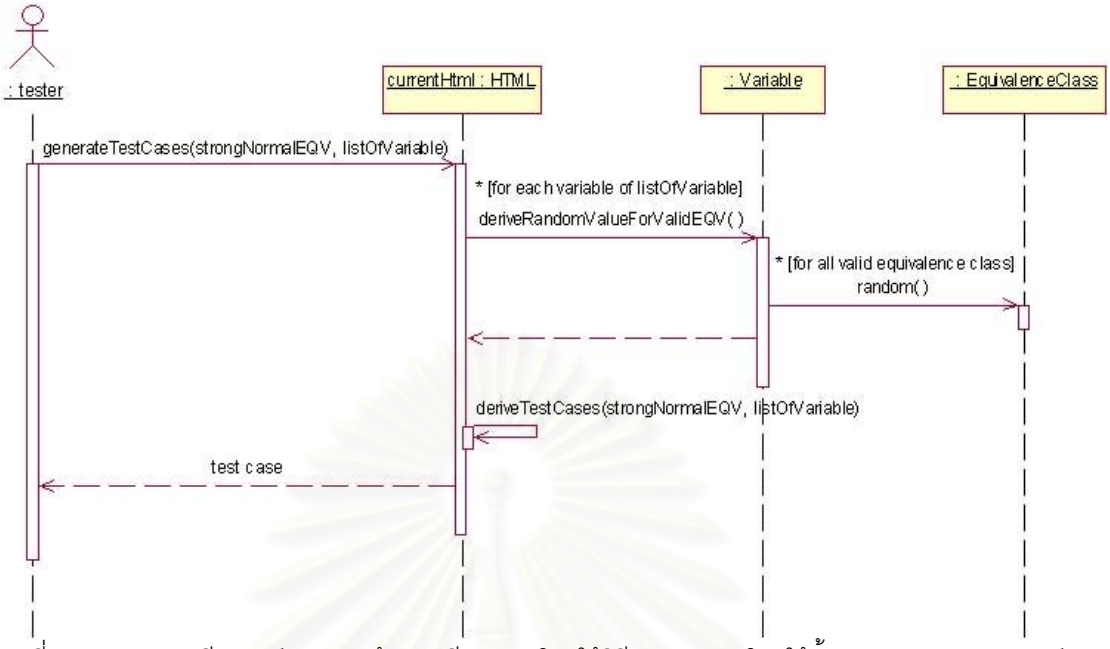


รูปที่ 3.28 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล

จากรูปที่ 3.28 การสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลจะเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ (listOfVariable) ต่อมาจะสร้างค่าสุ่มให้กับแต่ละชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลตามรายการของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยการสร้างกรณีทดสอบนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด deriveTestCases(weakNormalEQV, listOfVariable) ซึ่งจะอธิบายเพิ่มเติมในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ (หัวข้อที่ 3.2.4)

5.2) วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล

จากแผนภาพซีเควนซ์รูปที่ 3.29 การสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลจะเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ (listOfVariable) ต่อมาจะสร้างค่าสุ่มให้กับแต่ละชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลตามรายการของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยการสร้างกรณีทดสอบนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด deriveTestCases(strongNormalEQV, listOfVariable) ซึ่งจะอธิบายเพิ่มเติมในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ (หัวข้อที่ 3.2.4)



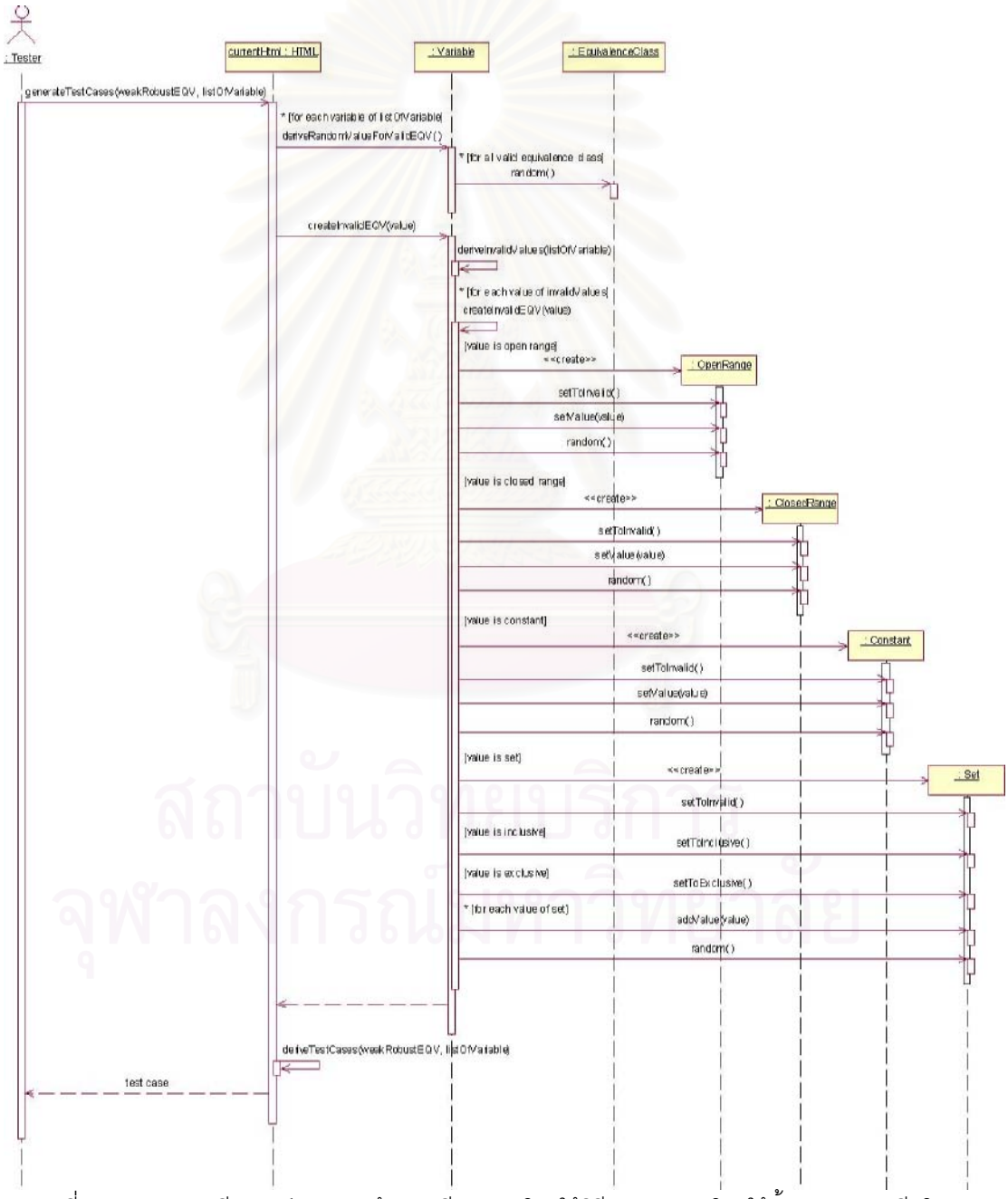
รูปที่ 3.29 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล

5.3) วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส

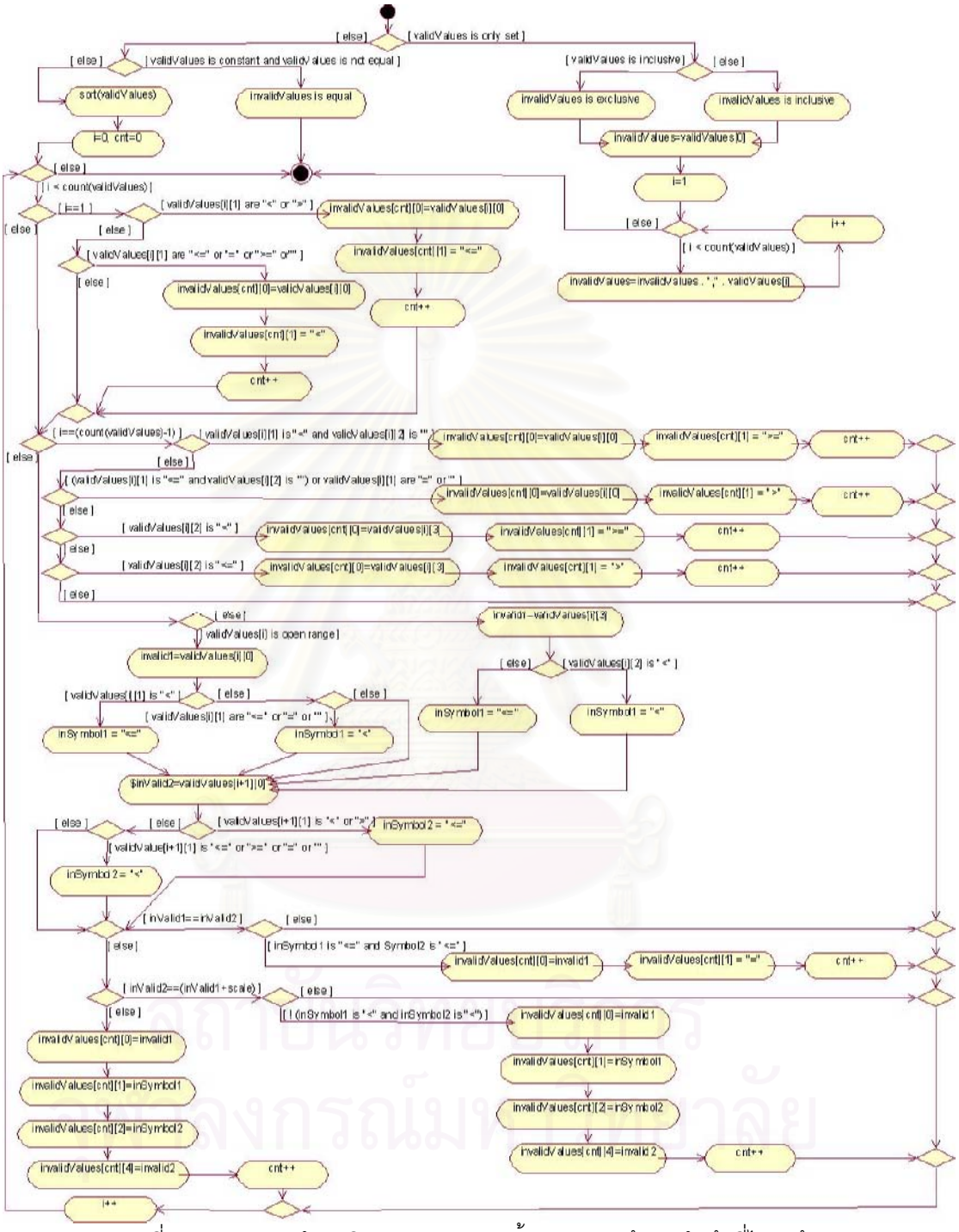
จากแผนภาพซีเควนซ์รูปที่ 3.30 การสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสจะเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ (listOfVariable) ต่อมาจะสร้างค่าสุ่มให้กับแต่ละชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ จากนั้นจะหาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องจากชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปร และจะนำชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้องที่หาได้มาสร้างเป็นวัตถุของคลาสต่างๆ ตามประเภทของชั้นสมมูล (OpenRange, ClosedRange, Constant, Set) ซึ่งการหาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด deriveInvalidValues(listOfVariable) โดยจะเริ่มจากดึงชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องที่มีอยู่แล้วของแต่ละตัวแปรในรายการตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ (listOfVariable) มาใส่อาร์เรย์ 2 มิติที่ชื่อว่า validValues จนครบทุกชั้นสมมูล จากนั้นจะเริ่มหาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องจากอาร์เรย์ validValues โดยชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องที่หาได้จะถูกเก็บไว้ในอาร์เรย์ 2 มิติที่มีชื่อว่า invalidValues (ดังแผนภาพซีเควนซ์รูปที่ 3.31) สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสตามรายการของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบโดยการสร้างกรณีทดสอบนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด deriveTestCases(weakRobustEQV, listOfVariable) ซึ่งจะอธิบายเพิ่มเติมในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ (หัวข้อที่ 3.2.4)

<u>หมายเหตุ</u>: validValues คือ อาร์เรย์ 2 มิติ โดยมิติแรกเป็นดัชนีที่บ่งชี้ลำดับของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้อง และมิติที่ 2 เป็นดัชนีที่บ่งชี้รายละเอียดของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องนั้น (ตัวอย่างค่าที่อยู่ในอาร์เรย์ดูได้ที่ตาราง 3.13)

invalidValues คือ อาร์เรย์ 2 มิติ โดยมิติแรกเป็นดัชนีที่บ่งชี้ลำดับของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง และมิติที่ 2 เป็นดัชนีที่บ่งชี้รายละเอียดของชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องนั้น (ตัวอย่างค่าที่อยู่ในอาร์เรย์ดูได้ที่ตาราง 3.13)

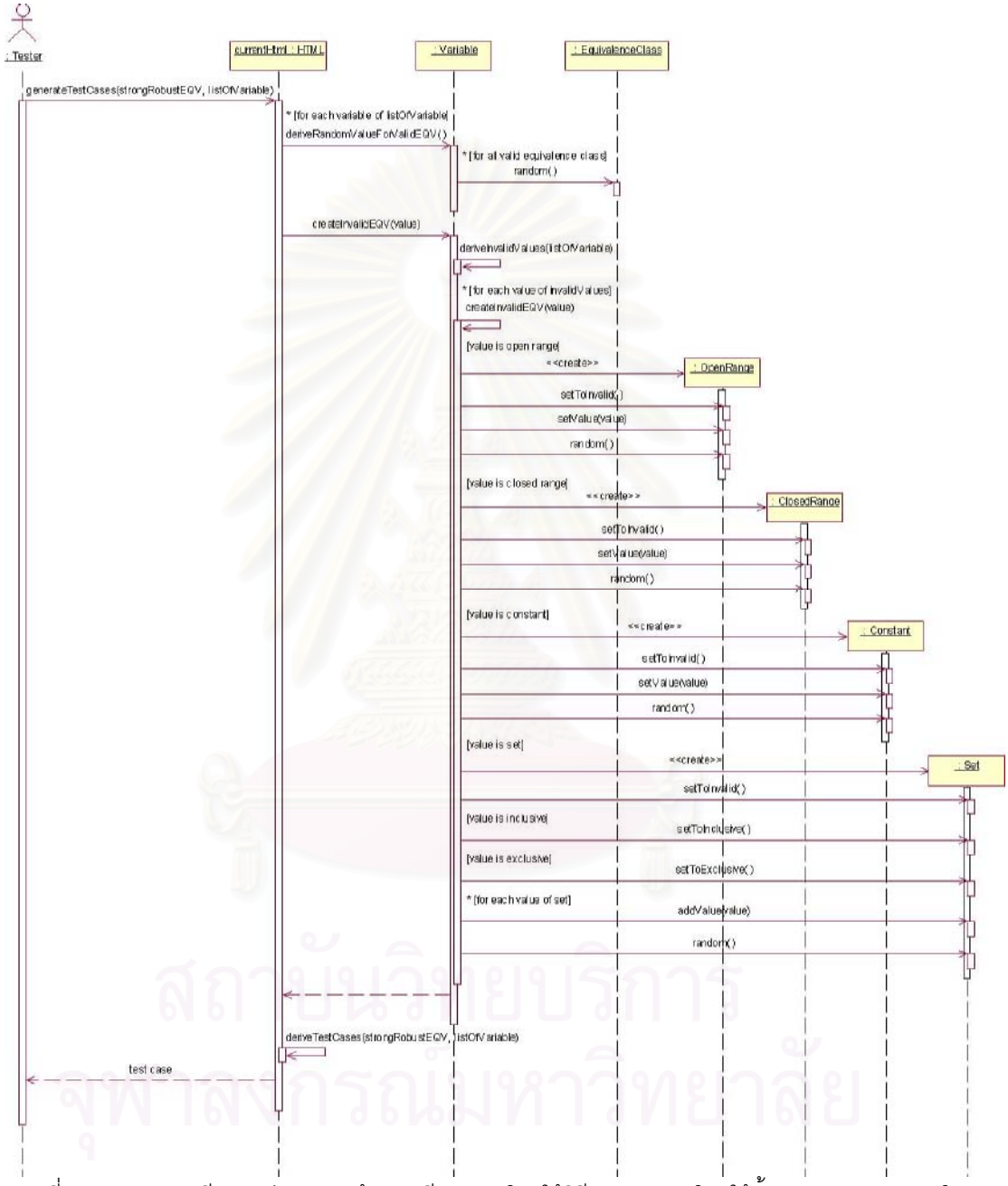


รูปที่ 3.30 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส



รูปที่ 3.31 แผนภาพลำดับกิจกรรมของการหาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง

5.4) วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส มีแผนภาพซีเควนซ์เป็นดังรูปที่ 3.32

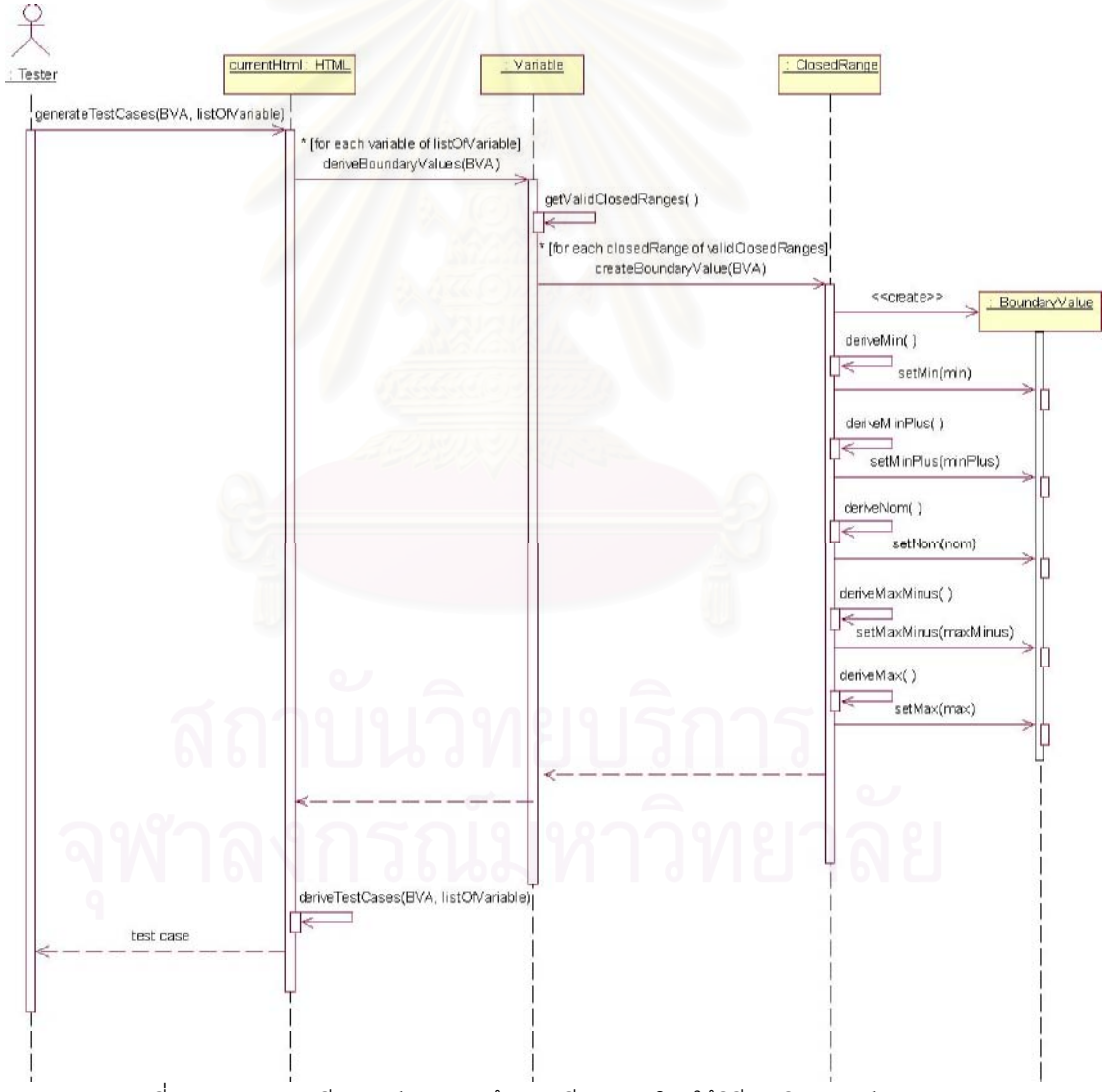


รูปที่ 3.32 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส

จากรูปที่ 3.32 การสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสจะเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ (listOfVariable) ต่อมาจะสร้างค่าสุ่มให้กับแต่ละชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ จากนั้นจะหาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องจากชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่

ถูกต้องของแต่ละตัวแปร และจะนำชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้องที่หาได้มาสร้างเป็นวัตถุของคลาสต่างๆ ตามประเภทของชั้นสมมูล (OpenRange, ClosedRange, Constant, Set) ซึ่งการหาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด deriveInvalidValues(listOfVariable) (ดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 5.4) สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสตามรายการของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยการสร้างกรณีทดสอบนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด deriveTestCases(strongRobustEQV, listOfVariable) ซึ่งจะอธิบายเพิ่มเติมในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ (หัวข้อที่ 3.2.4)

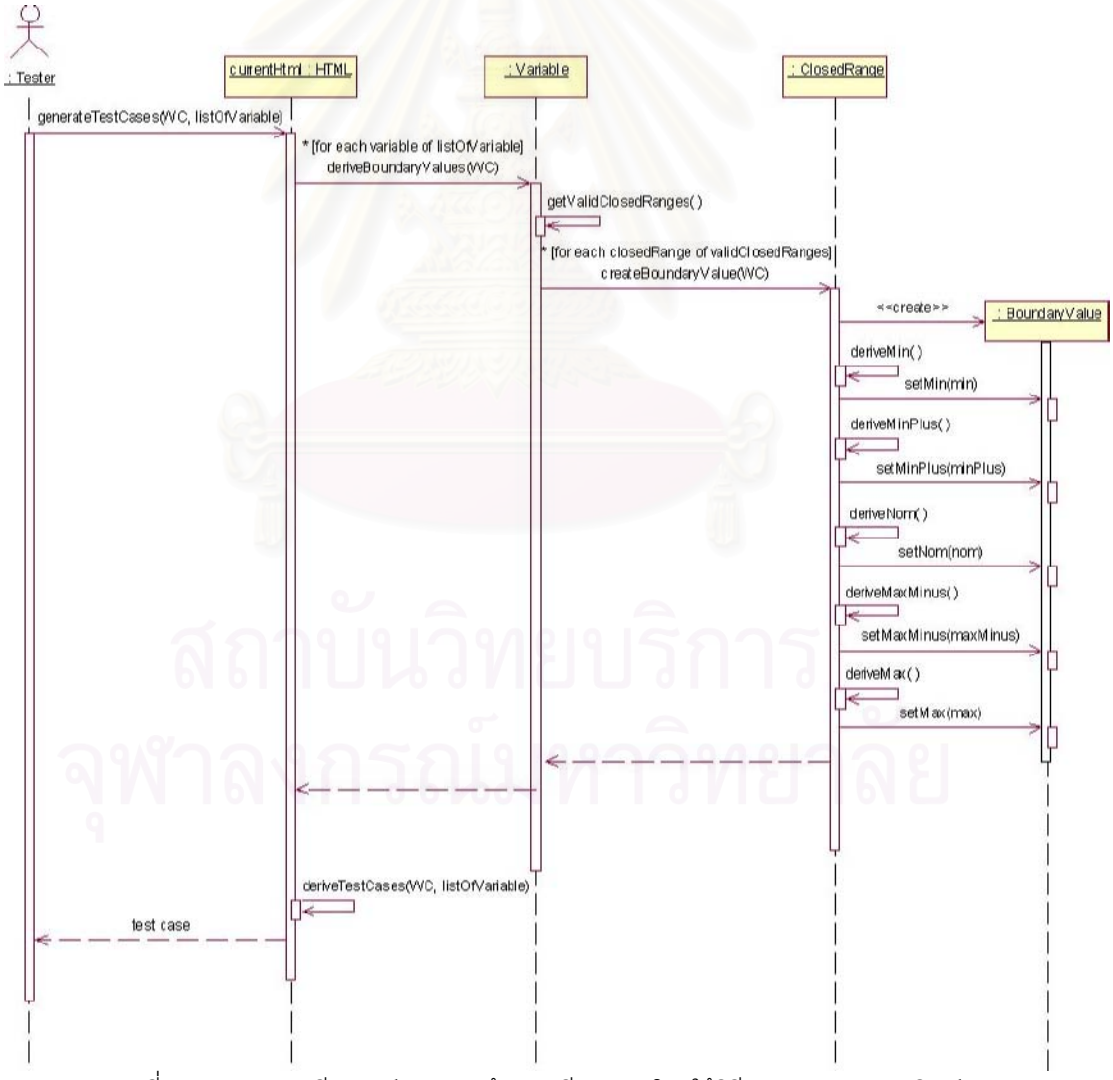
5.5) วิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต มีแผนภาพซีเควนซ์เป็นดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต

จากรูปที่ 3.33 การสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตจะเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ (listOfVariable) ต่อมาจะหาค่าขอบเขต 5 ค่า คือ ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด ให้กับแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปร จากนั้นจะสร้างวัตถุของคลาส BoundaryValue และนำค่าทั้ง 5 ค่าไปกำหนดให้กับวัตถุนี้ สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตตามรายการของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยการสร้างกรณีทดสอบนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด deriveTestCases(BVA, listOfVariable) ซึ่งจะอธิบายเพิ่มเติมในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ (หัวข้อที่ 3.2.4)

5.6) วิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคส มีแผนภาพซีเควนซ์เป็นดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคส

จากรูปที่ 3.34 การสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสจะเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ (listOfVariable) ต่อมาจะหาค่าขอบเขต 5 ค่า คือ ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด ให้กับแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปร จากนั้นจะสร้างวัตถุของคลาส BoundaryValue และนำค่าทั้ง 5 ค่าไปกำหนดให้กับวัตถุนี้ สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสตามรายการของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยการสร้างกรณีทดสอบนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด deriveTestCases(WC, listOfVariable) ซึ่งจะอธิบายเพิ่มเติมในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ (หัวข้อที่ 3.2.4)

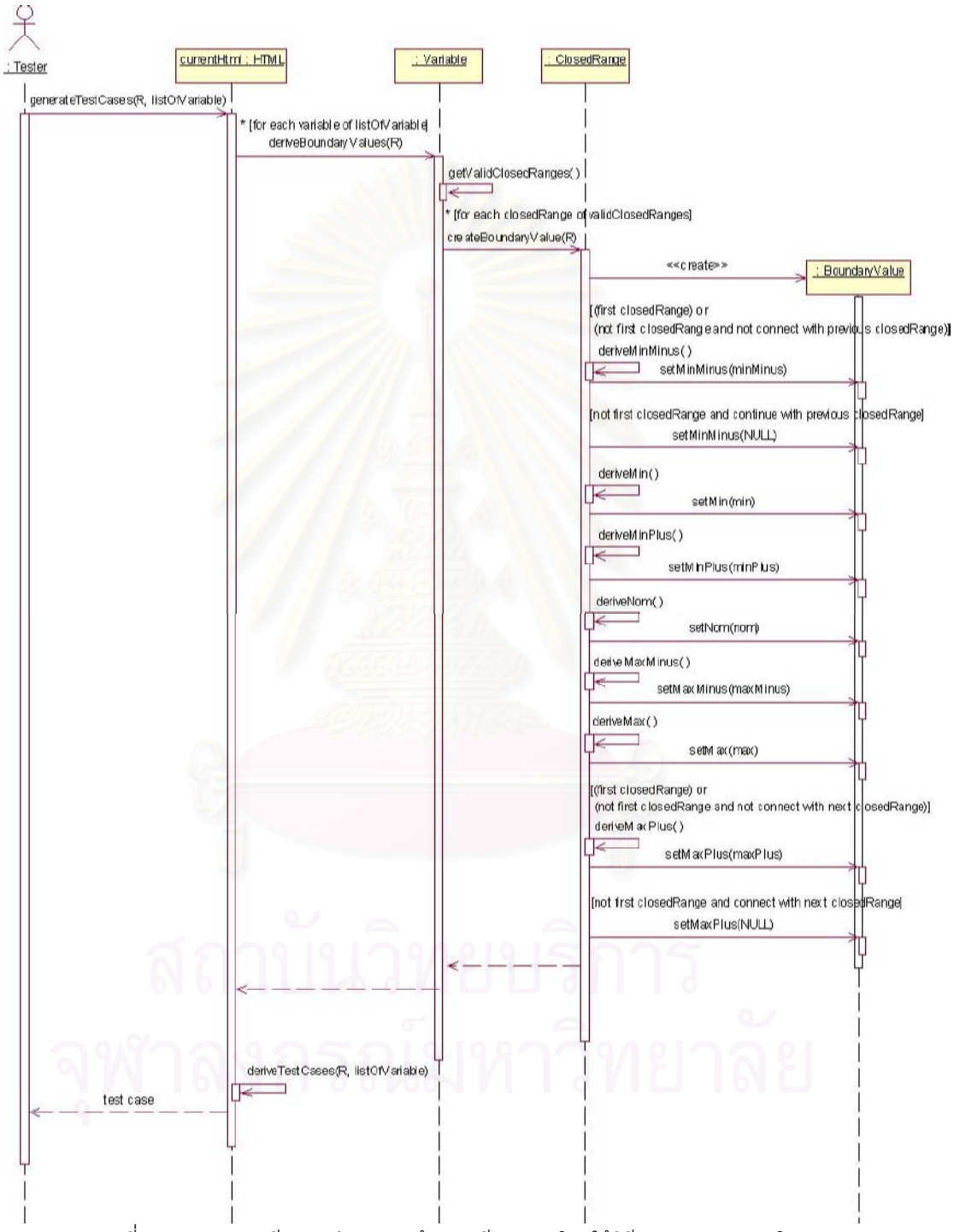
5.7) วิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส

จากแผนภาพซีเควนซ์รูปที่ 3.35 การสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสจะเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ (listOfVariable) ต่อมาจะหาค่าขอบเขต 7 ค่า คือ ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ให้กับแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปร แต่ถ้าค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดมีตั้งแต่ 2 ช่วงขึ้นไป และมีช่วง 2 ช่วงใดๆ ที่ต่อเนื่องกันแล้ว จะไม่มีการหาค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่าให้กับช่วงแรกและค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าให้กับช่วงที่สองที่ต่อเนื่องกัน (ทั้ง 2 ค่าจะถูกกำหนดให้เป็นค่า NULL) ดังนั้นจำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปรที่เป็นไปได้จะมี

- 7 ค่า
- 6 ค่า ในกรณีที่ไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าหรือค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า
- 5 ค่า ในกรณีที่ไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าและค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า

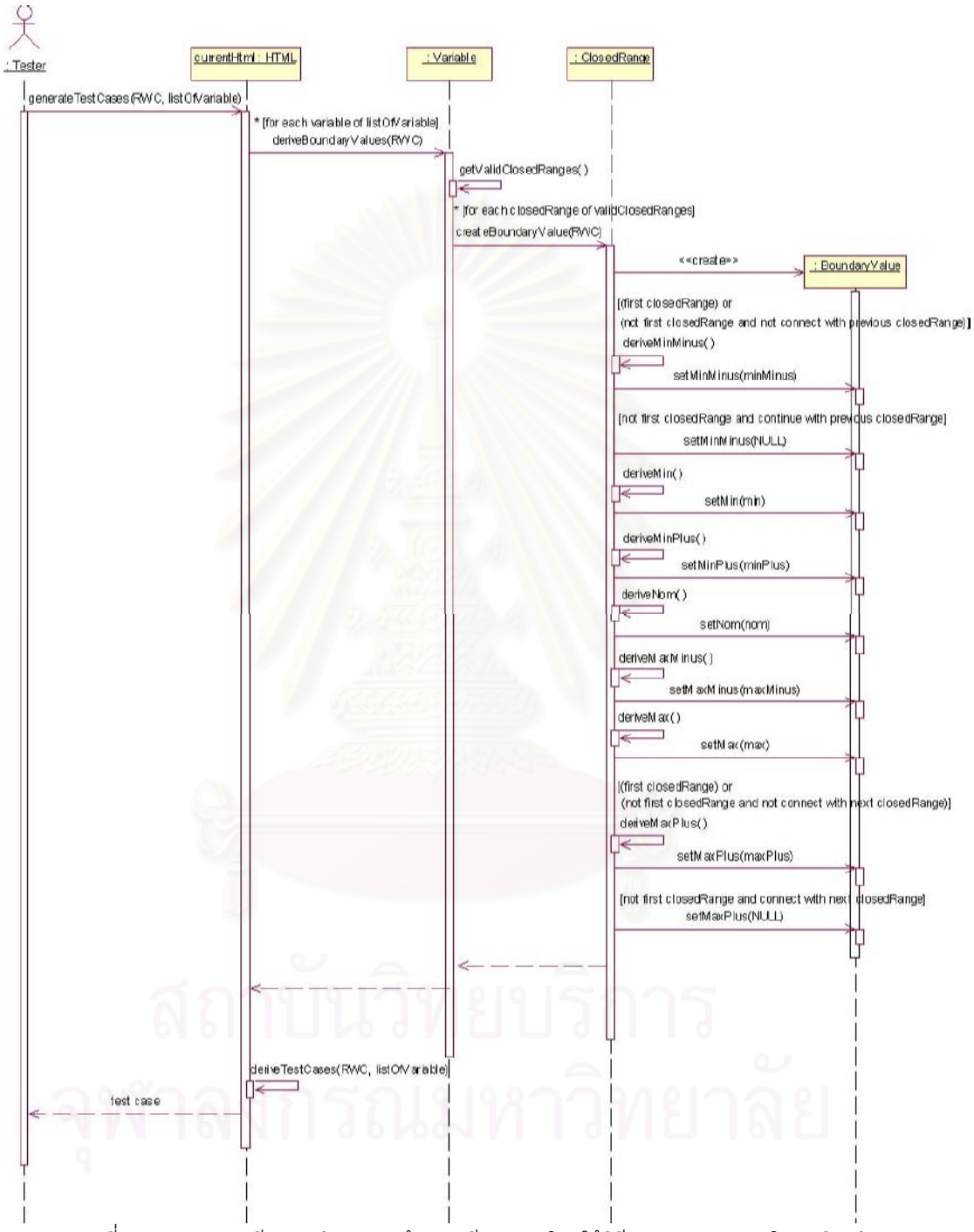
จากนั้นจะสร้างวัตถุของคลาส BoundaryValue และนำค่าขอบเขตที่หาได้ไปกำหนดให้กับวัตถุนี้ สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสตามรายการของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยการสร้างกรณีทดสอบนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด

deriveTestCases(R, listOfVariable) ซึ่งจะอธิบายเพิ่มเติมในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ (หัวข้อที่ 3.2.4)



รูปที่ 3.35 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส

5.8) วิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส มีแผนภาพซีเควนซ์เป็นดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 แผนภาพซีเควนซ์ของการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส

จากรูปที่ 3.36 การสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคสจะเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ (listOfVariable) ต่อมาจะหาค่าขอบเขต 7 ค่า คือ ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ให้กับแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปร แต่ถ้าค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดมีตั้งแต่ 2 ช่วงขึ้นไป และมีช่วง 2 ช่วงใดๆ ที่ต่อเนื่องกันแล้ว จะไม่มีการหาค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่าให้กับช่วงแรกและค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าให้กับช่วงที่สองที่ต่อเนื่องกัน (ทั้ง 2 ค่าจะถูกกำหนดให้เป็นค่า NULL) ดังนั้นจำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปรที่เป็นไปได้จะมี

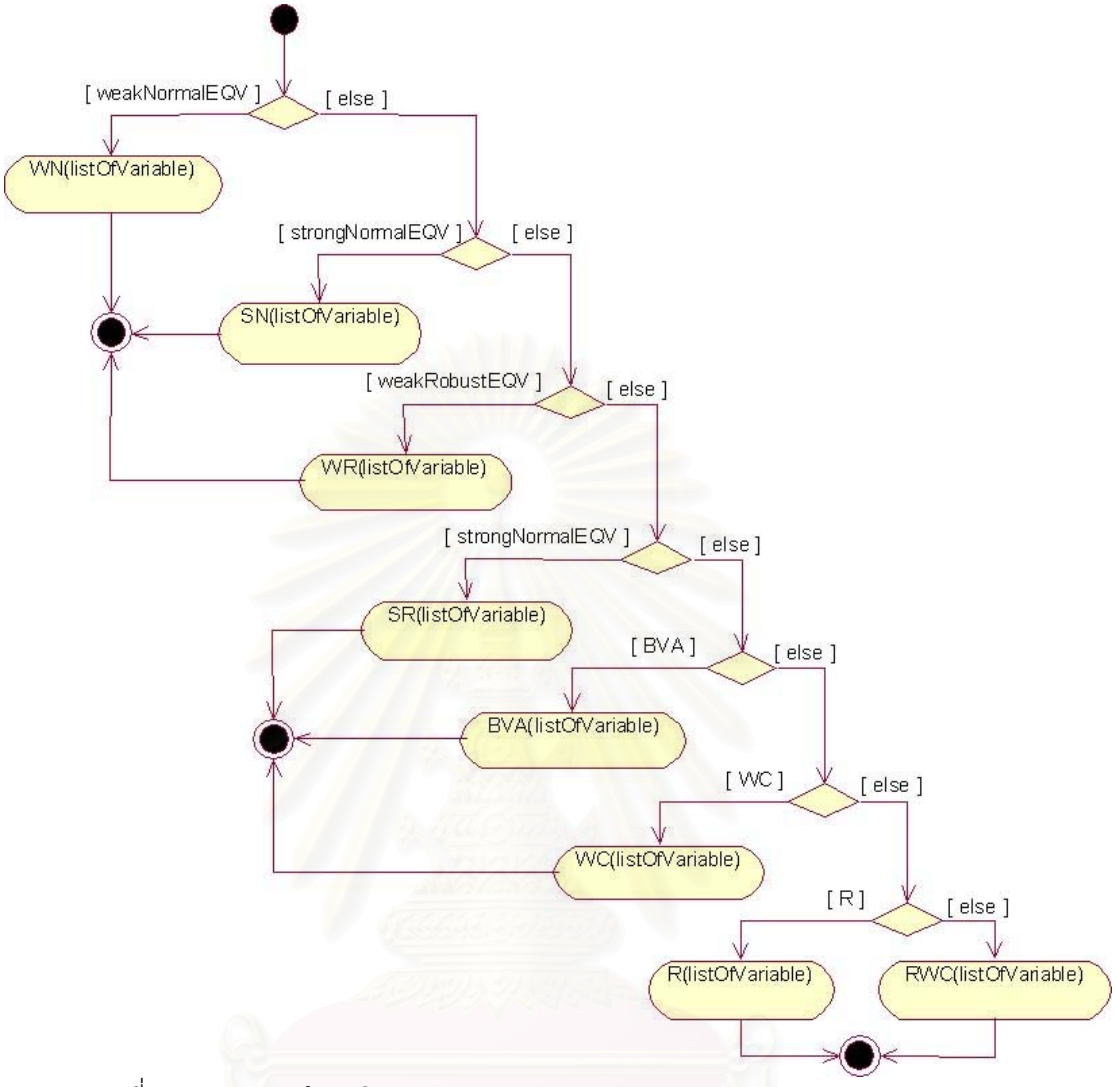
- 7 ค่า
- 6 ค่า ในกรณีที่ไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าหรือค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า
- 5 ค่า ในกรณีที่ไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าและค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า

จากนั้นจะสร้างวัตถุของคลาส BoundaryValue และนำค่าขอบเขตที่หาได้ไปกำหนดให้กับวัตถุนี้ สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคสตามรายการของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยการสร้างกรณีทดสอบนั้นทำอยู่ในส่วนของเมทธอด deriveTestCases(RWC, listOfVariable) ซึ่งจะอธิบายเพิ่มเติมในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ (หัวข้อที่ 3.2.4)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.4 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบ

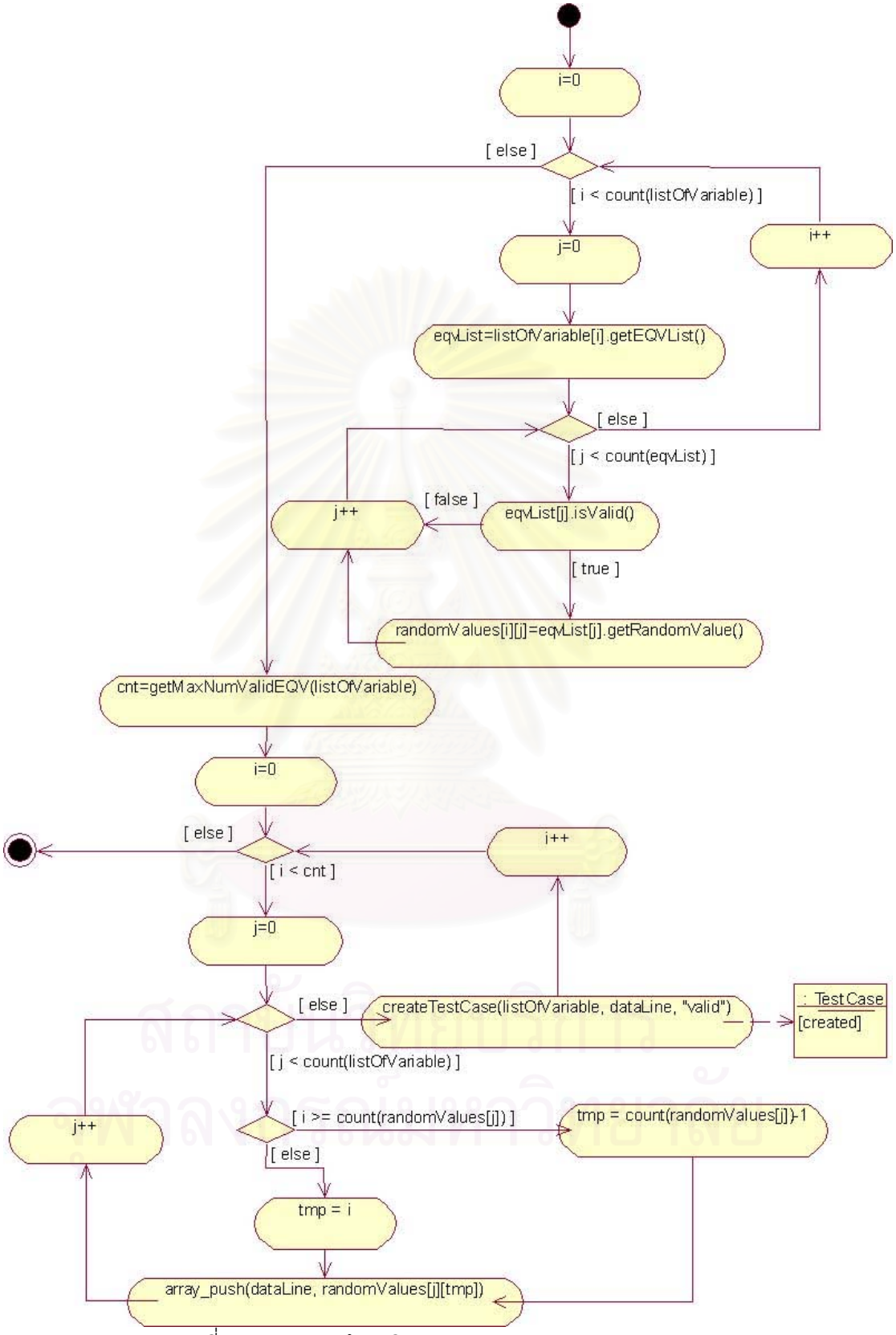
ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด deriveTestCases มีแผนภาพลำดับกิจกรรมเป็นดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด deriveTestCases(method, listOfVariable)

จากรูปที่ 3.37 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด deriveTestCases(method, listOfVariable) จะเริ่มจากตรวจสอบว่าวิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบที่ผู้ทดสอบเลือกเป็นวิธีที่ใด จากนั้นจะเรียกเมทธอดที่ตรงกับวิธีนั้น โดยส่งรายการตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบที่ผู้ทดสอบเป็นผู้เลือกไว้เข้าไปด้วย สำหรับเมทธอดในการสร้างกรณีทดสอบแบ่งออกเป็น 8 เมทธอด ดังนี้

1) เมทธอด WN(listOfVariable) มีแผนภาพลำดับกิจกรรมเป็นดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด WN(listOfVarible)

จากรูปที่ 3.38 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด WN(listOfVariable) จะเริ่มจากการดึงเอาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบมา โดยจะเลือกเอาเฉพาะชั้นสมมูลที่ถูกต้องเท่านั้น ต่อมาจะดึงค่าสุ่มของแต่ละชั้นสมมูลมาเก็บไว้ที่อาร์เรย์ 2 มิติที่มีชื่อว่า randomValues จากนั้นจะเรียกเมทธอด getMaxNumValidEQV(listOfVariable) เพื่อหาจำนวนชั้นสมมูลที่มากที่สุดในกลุ่มของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยจะเก็บค่าจำนวนชั้นนี้ไว้ที่ตัวแปร cnt สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยเอาค่าในอาร์เรย์ randomValues มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรของกรณีทดสอบ ซึ่งทุกค่าในอาร์เรย์ randomValues จะต้องถูกนำไปใช้อย่างน้อย 1 ครั้ง (i มีค่าเท่ากับ cnt) นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดจะต้องครอบคลุมทุกๆ ชั้นสมมูลที่ถูกต้องของทุกตัวแปรนั่นเอง

หมายเหตุ: randomValues คือ อาร์เรย์ 2 มิติ โดยมิติแรกเป็นดัชนีที่บ่งชี้ลำดับของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ และมิติที่ 2 เป็นดัชนีที่บ่งชี้ค่าสุ่มของแต่ละชั้นสมมูลของตัวแปร ตัวอย่างค่าที่อยู่ในอาร์เรย์ randomValues เป็นดังตารางที่ 3.14

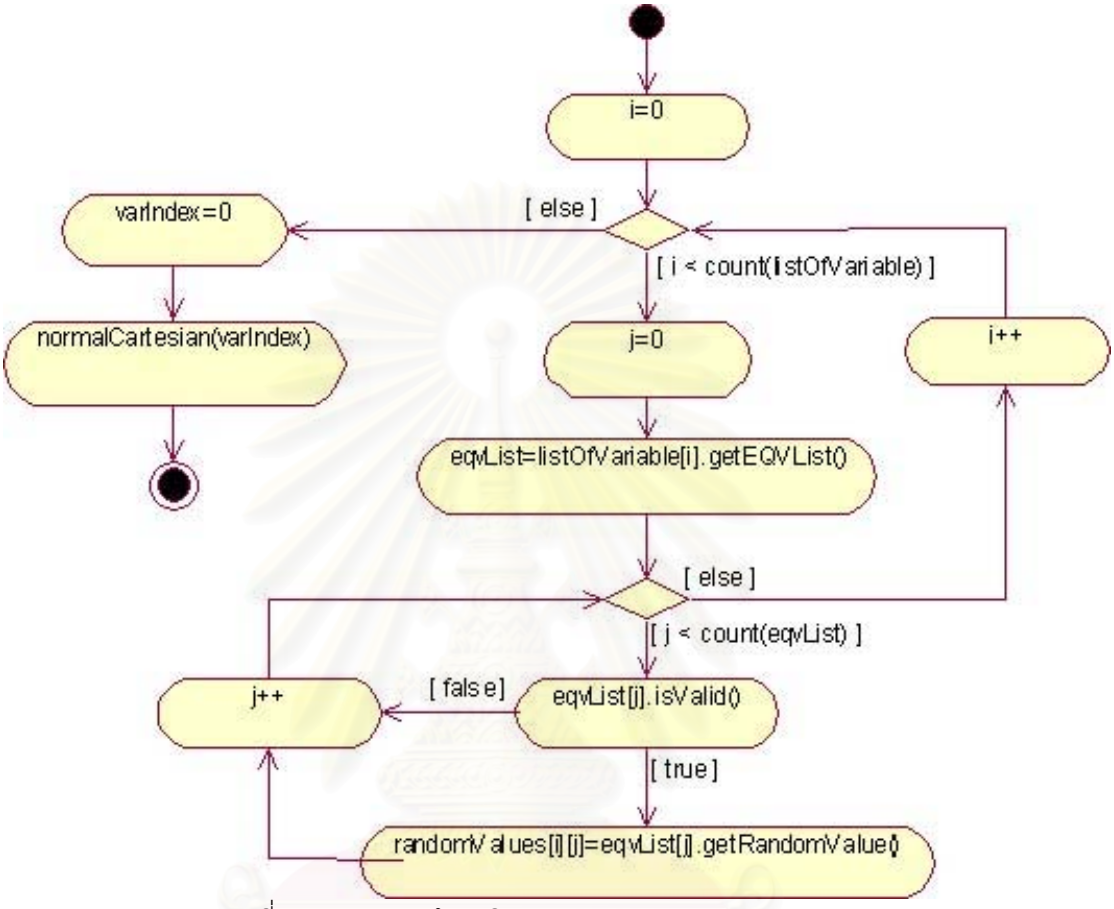
ตารางที่ 3.14 ตัวอย่างค่าที่อยู่ในอาร์เรย์ randomValues

ชั้นสมมูล	ค่าสุ่ม	ค่าที่อยู่ในอาร์เรย์ randomValues
1 < a <10	5	randomValues[0][0]=5
11 < a < 20	18	randomValues[0][1]=18
a > 21	64	randomValues[0][2]=64

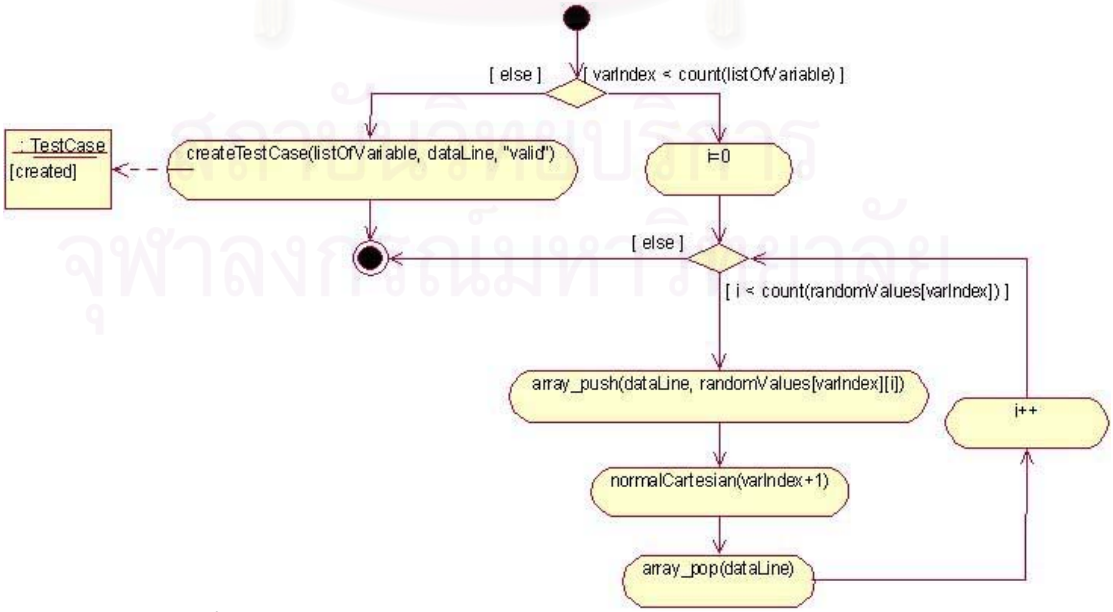
2) เมทธอด SN(listOfVariable)

จากแผนภาพลำดับกิจกรรมรูปที่ 3.39 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด SN(listOfVariable) จะเริ่มจากการดึงเอาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบมา โดยจะเลือกเอาเฉพาะชั้นสมมูลที่ถูกต้องเท่านั้น ต่อมาจะดึงค่าสุ่มของแต่ละชั้นสมมูลมาเก็บไว้ที่อาร์เรย์ 2 มิติที่มีชื่อว่า randomValues จากนั้นจะสร้างกรณีทดสอบซึ่งจะทำอยู่ในส่วนของเมทธอด normalCartesian(varIndex) (แผนภาพลำดับกิจกรรมรูปที่ 3.40) โดยจะเอาค่าในอาร์เรย์ randomValues มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรของกรณีทดสอบ ซึ่งการนำค่าในอาร์เรย์มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรนั้นจะมีลักษณะเป็นผลคูณคาร์ทีเซียนของค่าทั้งหมดของ

แต่ละตัวแปร นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดจะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ทั้งหมดของชั้นสมมูลที่ถูกต้องของทุกตัวแปรนั่นเอง

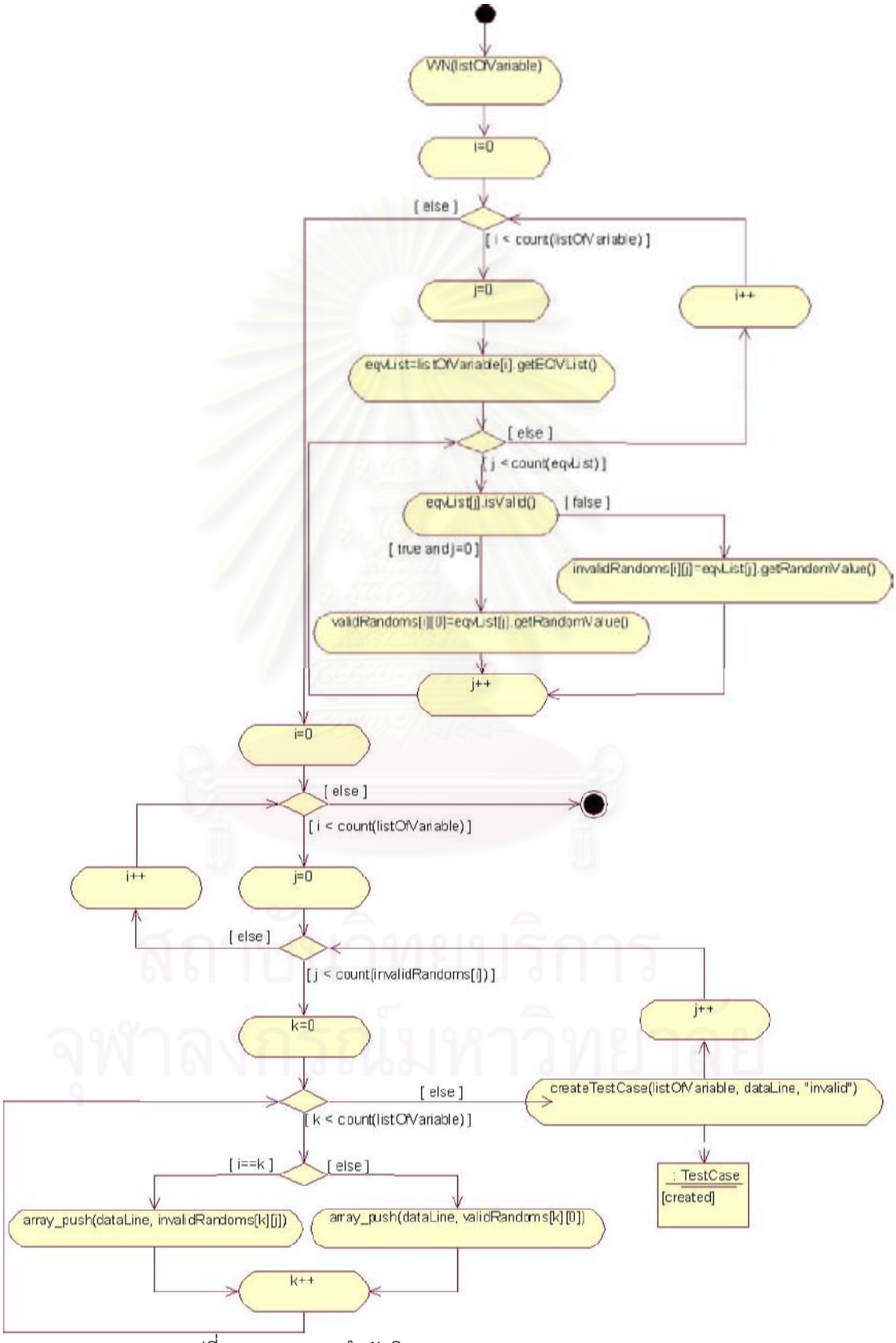


รูปที่ 3.39 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด SN(listOfVarible)



รูปที่ 3.40 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด normalCartesian(varIndex)

3) เมทธอด WR(listOfVariable) มีแผนภาพลำดับกิจกรรมเป็นรูปที่ 3.41



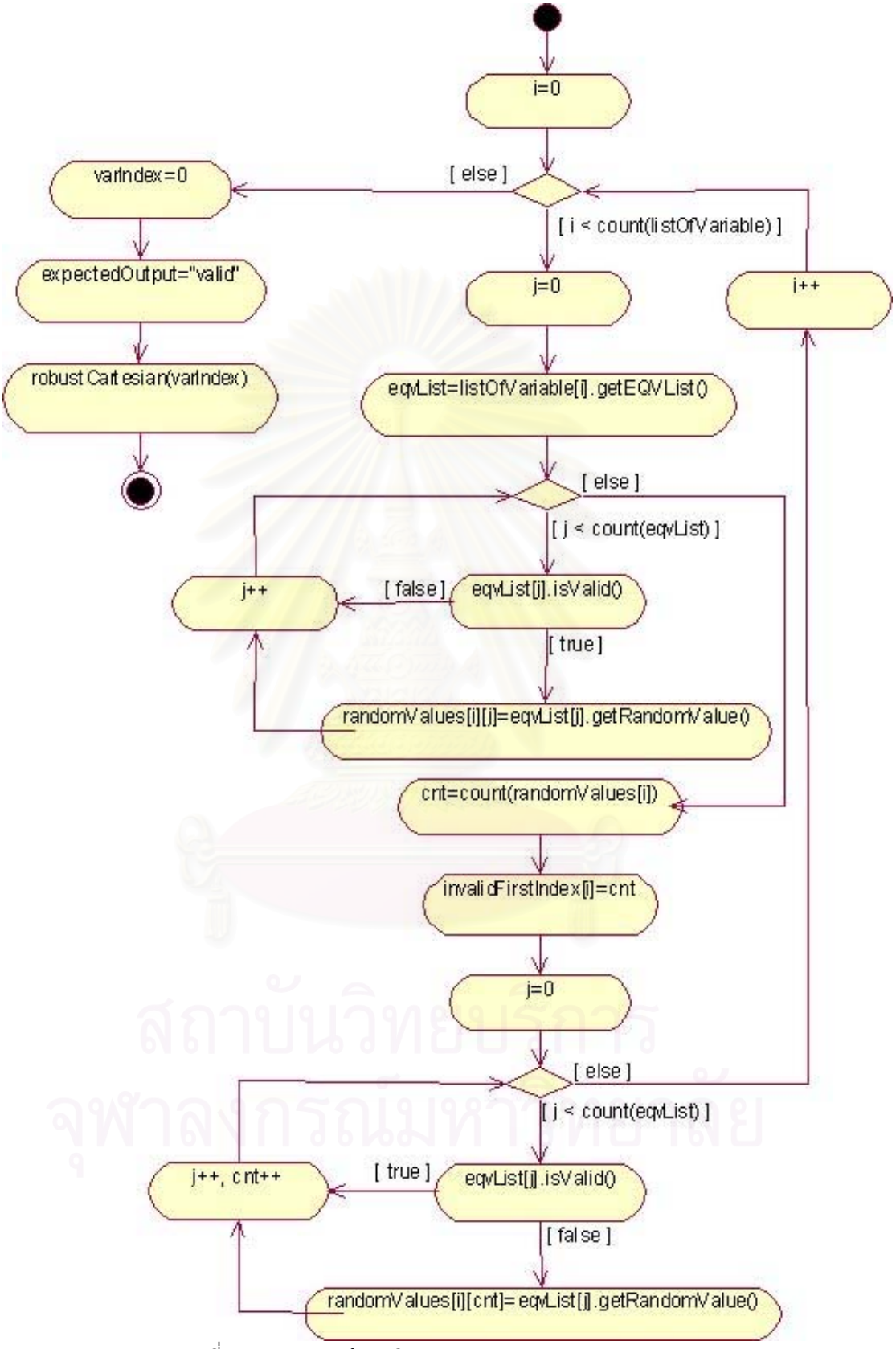
รูปที่ 3.41 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด WR(listOfVarible)

จากรูปที่ 3.41 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด WR(listOfVariable) จะเริ่มจากการสร้างกรณีทดสอบด้วยเมทธอด WN(listOfVariable) ก่อน ต่อมาจะดึงเอาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบมา โดยจะเอาทั้งชั้นสมมูลที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง จากนั้นจะดึงค่าสุ่มของแต่ละชั้นสมมูลมาเก็บไว้ที่อาร์เรย์ 2 มิติที่มีชื่อว่า validRandoms และ invalidRandoms โดยอาร์เรย์ validRandoms จะเก็บค่าสุ่มของชั้นสมมูลที่ถูกต้องและ invalidRandoms จะเก็บค่าสุ่มของชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบโดยเอาค่าในอาร์เรย์ validRandoms และ invalidRandoms มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรของกรณีทดสอบ ซึ่งแต่ละกรณีทดสอบจะใช้ค่าที่มาจาก invalidRandoms กำหนดให้กับตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเท่านั้น ส่วนตัวแปรที่เหลือจะใช้ค่าที่มาจาก validRandoms และทุกค่าในอาร์เรย์ validRandoms และ invalidRandoms จะต้องถูกนำไปใช้อย่างน้อย 1 ครั้ง นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดจะต้องครอบคลุมทุกๆ ชั้นสมมูลของทุกตัวแปรนั่นเอง

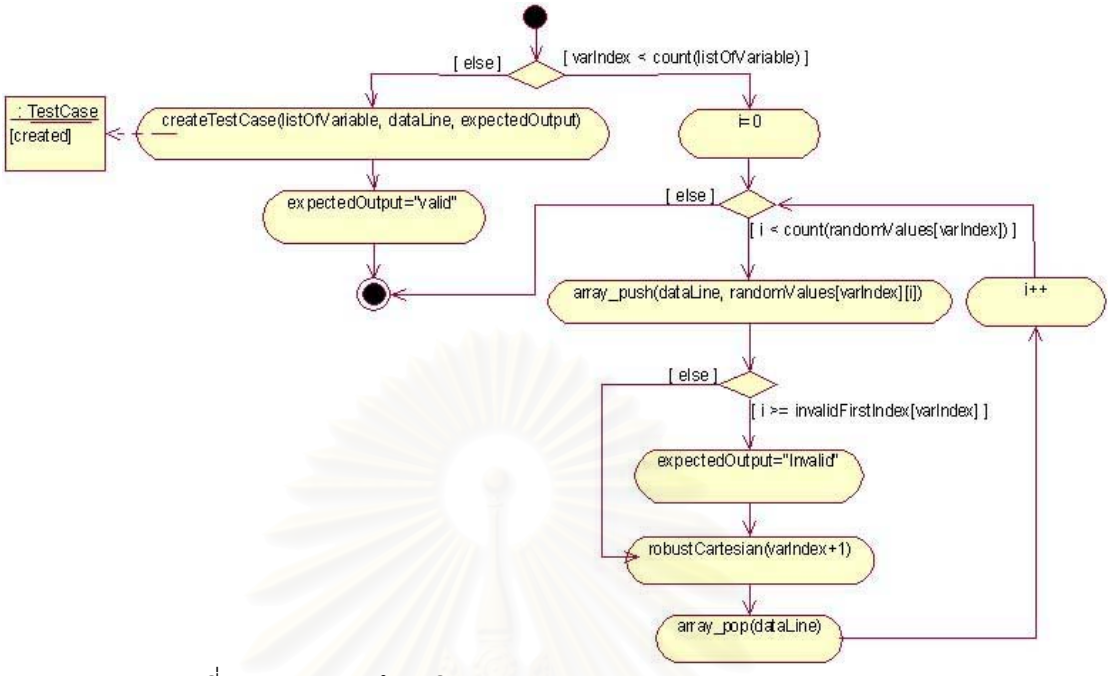
หมายเหตุ: validRandoms และ invalidRandoms คือ อาร์เรย์ 2 มิติที่มีโครงสร้างเช่นเดียวกับอาร์เรย์ randomValues

4) เมทธอด SR(listOfVariable)

จากแผนภาพลำดับกิจกรรมรูปที่ 3.42 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด SR(listOfVariable) จะเริ่มจากการดึงเอาชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบมา โดยจะเอาทั้งชั้นสมมูลที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง ต่อมาจะดึงค่าสุ่มของแต่ละชั้นสมมูลมาเก็บไว้ที่อาร์เรย์ 2 มิติที่มีชื่อว่า randomValues จากนั้นจะสร้างกรณีทดสอบซึ่งจะทำอยู่ในส่วนของเมทธอด robustCartesian(varIndex) (แผนภาพลำดับกิจกรรมรูปที่ 3.43) โดยจะเอาค่าในอาร์เรย์ randomValues มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรของกรณีทดสอบ ซึ่งการนำค่าในอาร์เรย์มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรนั้นจะมีลักษณะเป็นผลคูณคาร์ทีเซียนของค่าทั้งหมดของแต่ละตัวแปร นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดจะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ทั้งหมดของชั้นสมมูลของทุกตัวแปรนั่นเอง



รูปที่ 3.42 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด SR(listOfVarible)



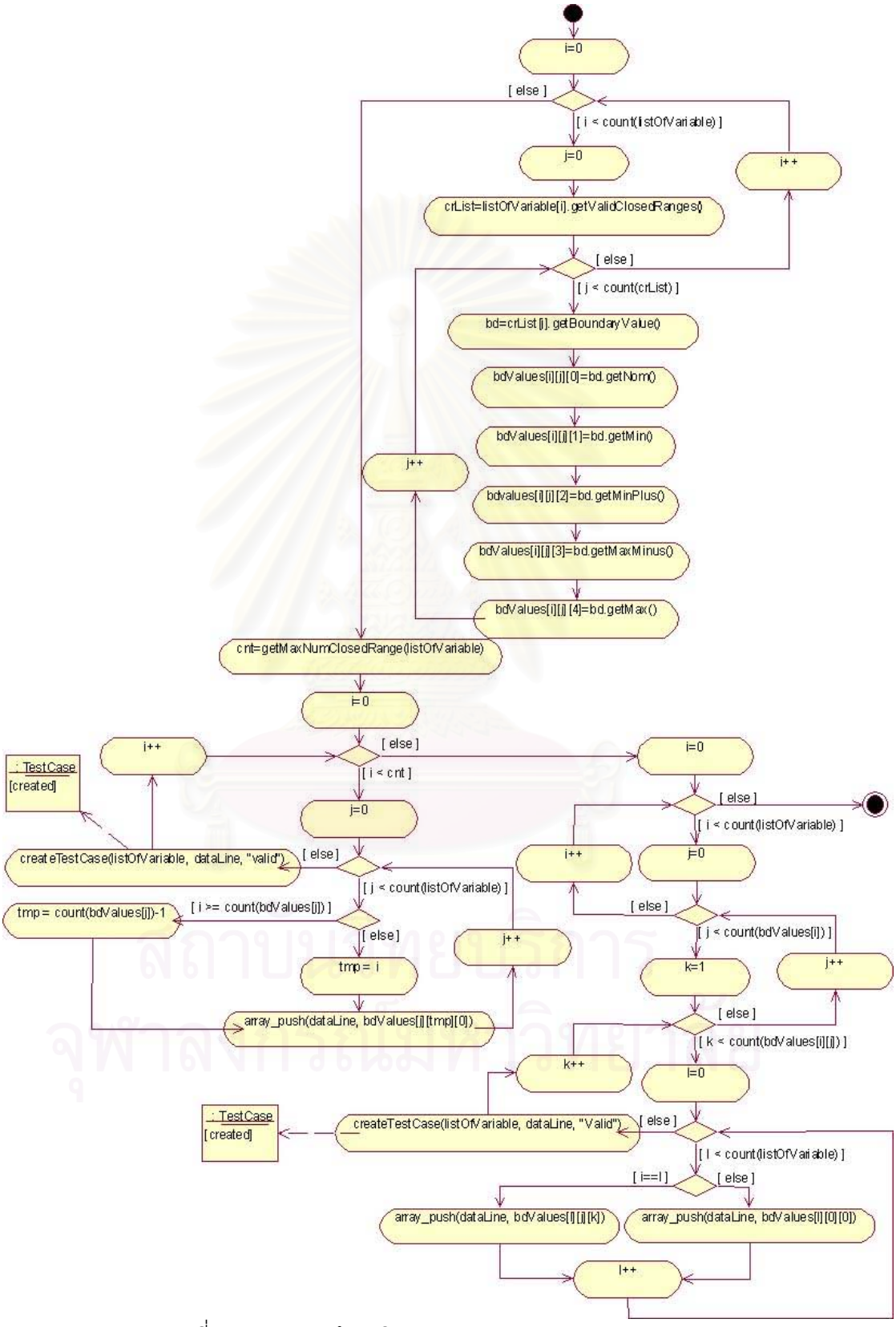
รูปที่ 3.43 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด robustCartesian(varIndex)

5) เมทธอด BVA(listOfVariable)

จากแผนภาพลำดับกิจกรรมรูปที่ 3.44 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด BVA(listOfVariable) จะเริ่มจากการดึงเอาค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบมา ต่อมาจะดึงค่าขอบเขต 5 ค่า (ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด) ของแต่ละช่วงของตัวแปรมาเก็บไว้ที่อาร์เรย์ 3 มิติที่มีชื่อว่า bdValues จากนั้นจะเรียกเมทธอด getMaxNumClosedRange(listOfVariable) เพื่อหาจำนวนช่วงปิดที่มากที่สุดในกลุ่มของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยจะเก็บค่าจำนวนช่วงนี้ไว้ที่ตัวแปร cnt สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบ โดยขั้นแรกจะเอาค่าปกติที่อยู่ในขอบเขตในอาร์เรย์ bdValues มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรของกรณีทดสอบ ซึ่งทุกค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต (bdValues[i][j][0]) ของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรนั้นจะต้องถูกนำไปใช้อย่างน้อย 1 ครั้ง (i มีค่าเท่ากับ cnt) ขั้นต่อมากรณีทดสอบต่อไปจะถูกสร้างโดยกำหนดให้ตัวแปรแรกมีค่าเปลี่ยนไปตามค่าขอบเขต 4 ค่าของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้อง (bdValues[0][j][1] bdValues[0][j][2] bdValues[0][j][3] และ bdValues[0][j][4]) และให้ตัวแปรที่เหลือเป็นค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต แล้ววนทำซ้ำในลักษณะเดียวกันจนครบทุกตัวแปร

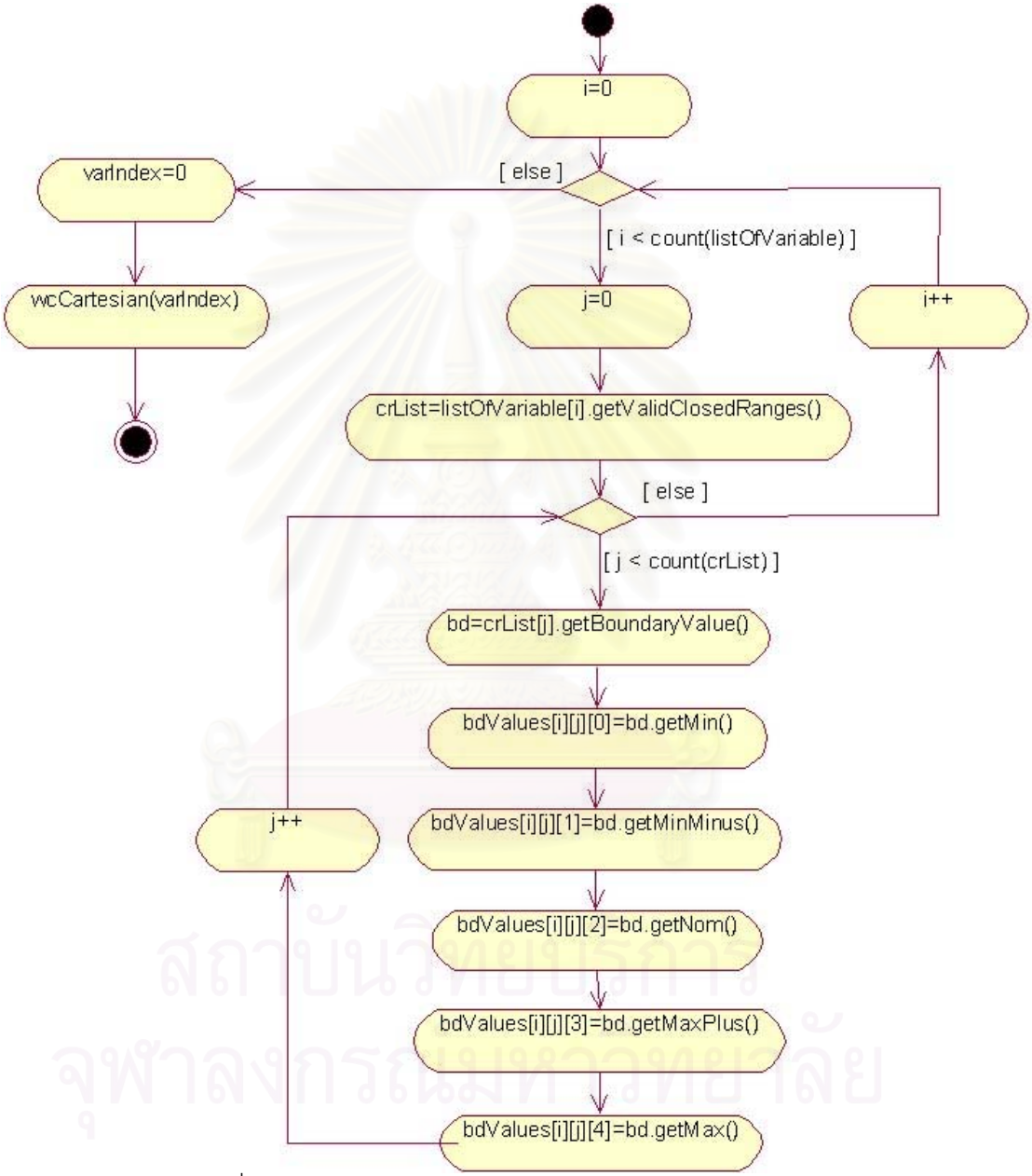
หมายเหตุ: bdValues คือ อาร์เรย์ 3 มิติ โดยมิติแรกเป็นดัชนีที่บ่งชี้ลำดับของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ มิติที่ 2 เป็นดัชนีที่บ่งชี้ลำดับของค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปร

และมิติที่ 3 เป็นดัชนีที่บ่งชี้ค่าขอบเขตต่างๆ ของค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด

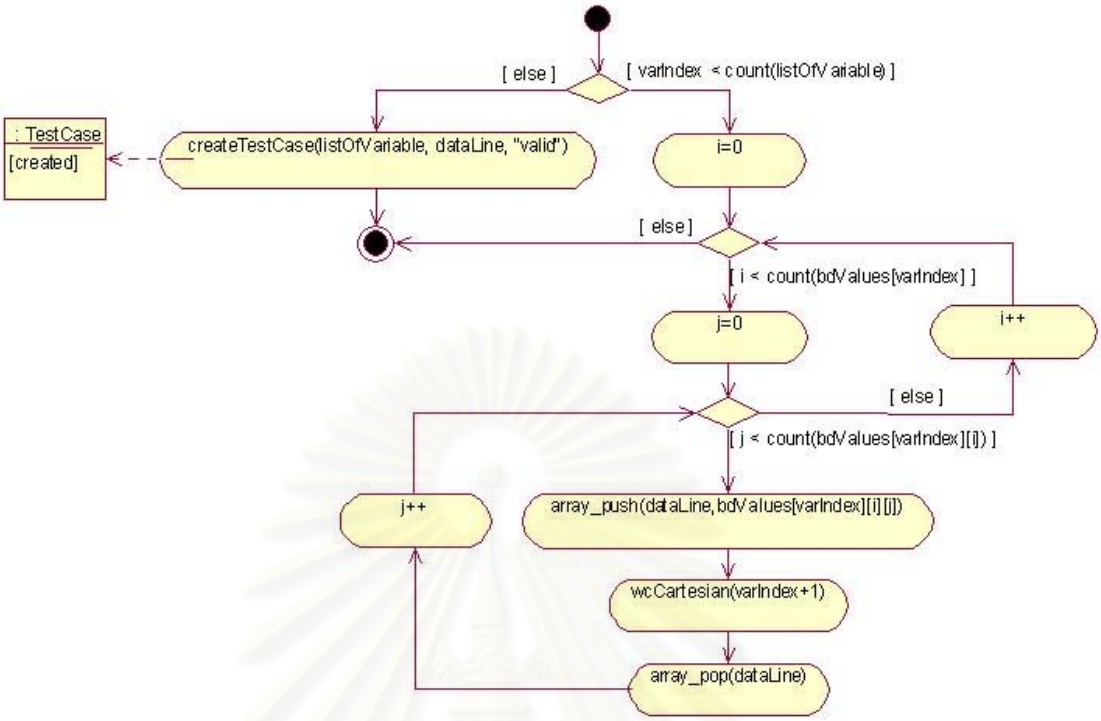


รูปที่ 3.44 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด BVA(listOfVariable)

6) เมทธอด WC(listOfVariable) มีแผนภาพลำดับกิจกรรมเป็นดังรูปที่ 3.45 และ 3.46



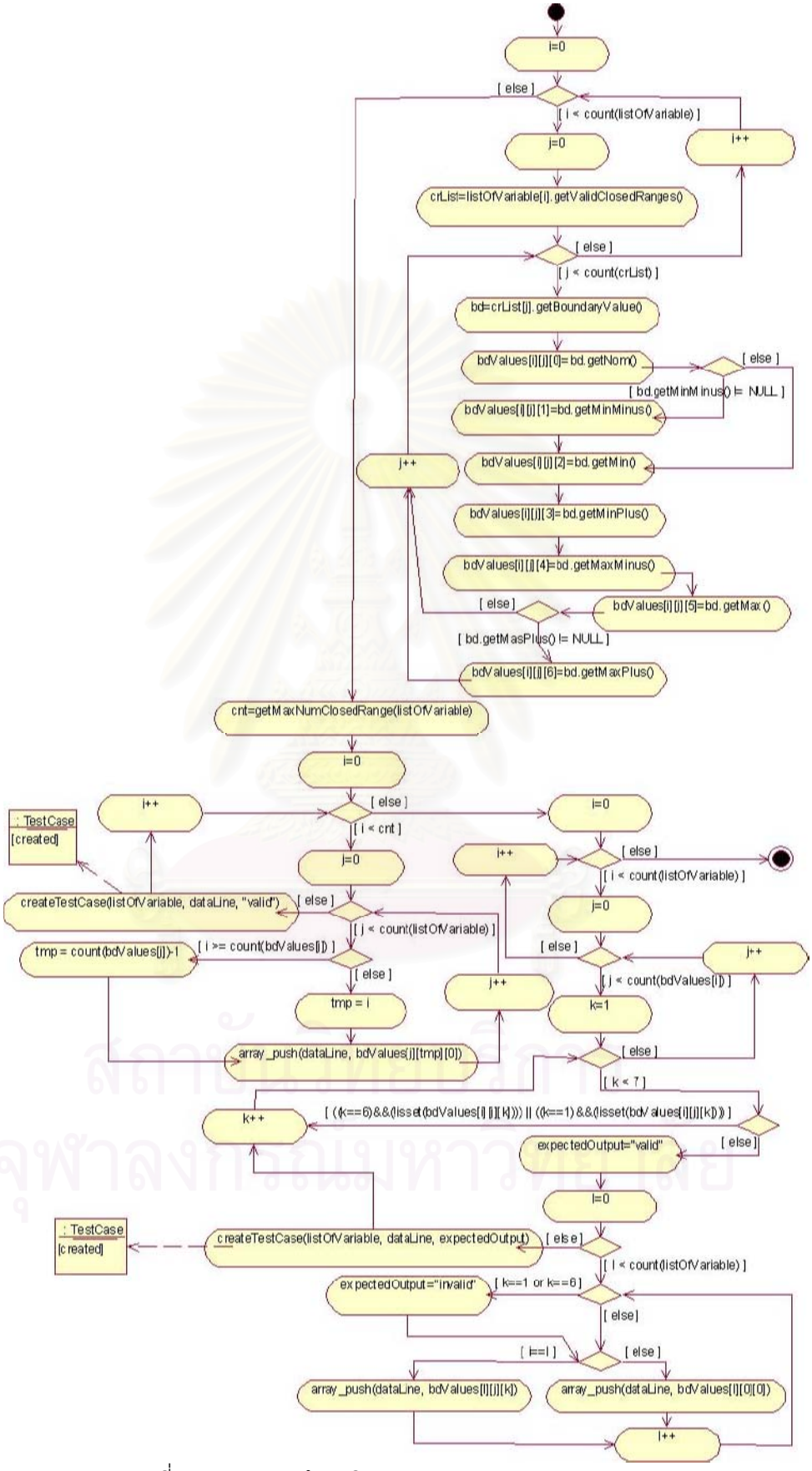
รูปที่ 3.45 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด WC(listOfVariable)



รูปที่ 3.46 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด wcCartesian(varIndex)

จากรูปที่ 3.45 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด WC(listOfVariable) จะเริ่มจากการดึงเอาค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบมา ต่อมาจะดึงค่าขอบเขต 5 ค่า (ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด) ของแต่ละช่วงของตัวแปรมาเก็บไว้ที่อาร์เรย์ 3 มิติที่มีชื่อว่า bdValues จากนั้นจะสร้างกรณีทดสอบซึ่งจะทำอยู่ในส่วนของเมทธอด wcCartesian(varIndex) (รูปที่ 3.46) โดยจะเอาค่าในอาร์เรย์ bdValues มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรของกรณีทดสอบ ซึ่งการนำค่าในอาร์เรย์มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรนั้นจะมีลักษณะเป็นผลคูณคาร์ทีเซียนของค่าทั้งหมดของแต่ละตัวแปร นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดจะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ทั้งหมดของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องของทุกตัวแปรนั่นเอง

7) เมทธอด R(listOfVariable) มีแผนภาพลำดับกิจกรรมเป็นดังรูปที่ 3.47



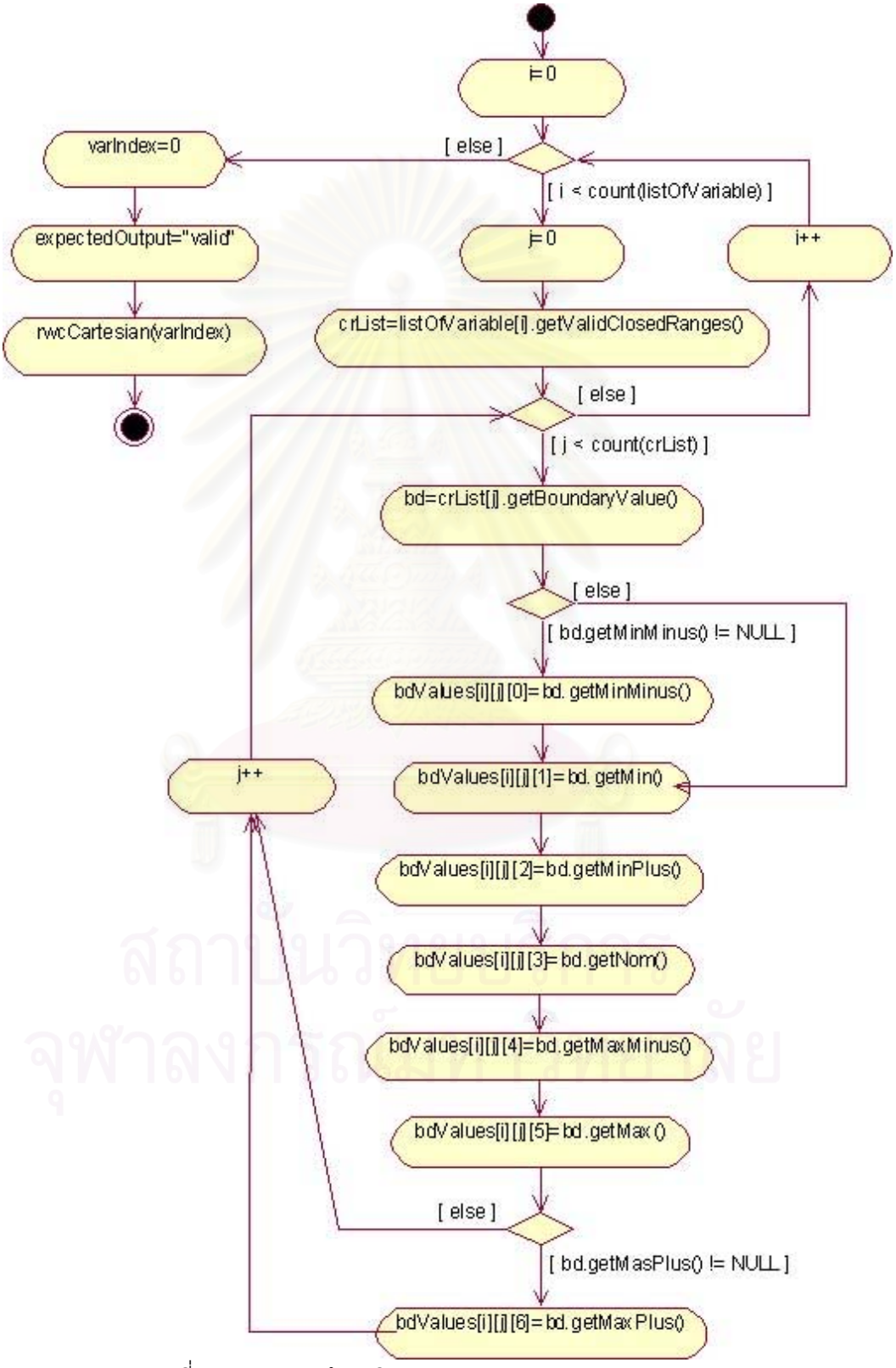
รูปที่ 3.47 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด R(listOfVariable)

จากรูปที่ 3.47 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด R(listOfVariable) จะเริ่มจากการดึงเอาค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบมา ต่อมาจะดึงค่าขอบเขต (ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า) ของแต่ละช่วงของตัวแปรมาเก็บไว้ที่อาร์เรย์ 3 มิติที่มีชื่อว่า bdValues โดยถ้าไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าและค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าและค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่ามีค่าเท่ากับ NULL) แล้วจะไม่มีการเก็บค่าดังกล่าวไว้ที่อาร์เรย์ bdValues จากนั้นจะเรียกเมทธอด getMaxNumClosedRange(listOfVariable) เพื่อหาจำนวนช่วงปิดที่มากที่สุดในกลุ่มของตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยจะเก็บค่าจำนวนช่วงนี้ไว้ที่ตัวแปร cnt สุดท้ายจะสร้างกรณีทดสอบ โดยขั้นแรกจะเอาค่าปกติที่อยู่ในขอบเขตในอาร์เรย์ bdValues มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรของกรณีทดสอบ ซึ่งทุกค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต (bdValues[i][j][0]) ของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรนั้นจะต้องถูกนำไปใช้อย่างน้อย 1 ครั้ง (i มีค่าเท่ากับ cnt) ขั้นต่อมากรณีทดสอบต่อไปจะถูกสร้างโดยกำหนดให้ตัวแปรแรกมีค่าเปลี่ยนไปตามค่าขอบเขตของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้อง ซึ่งค่าขอบเขตของแต่ละช่วงของค่าที่ถูกต้องที่เป็นไปได้จะมี

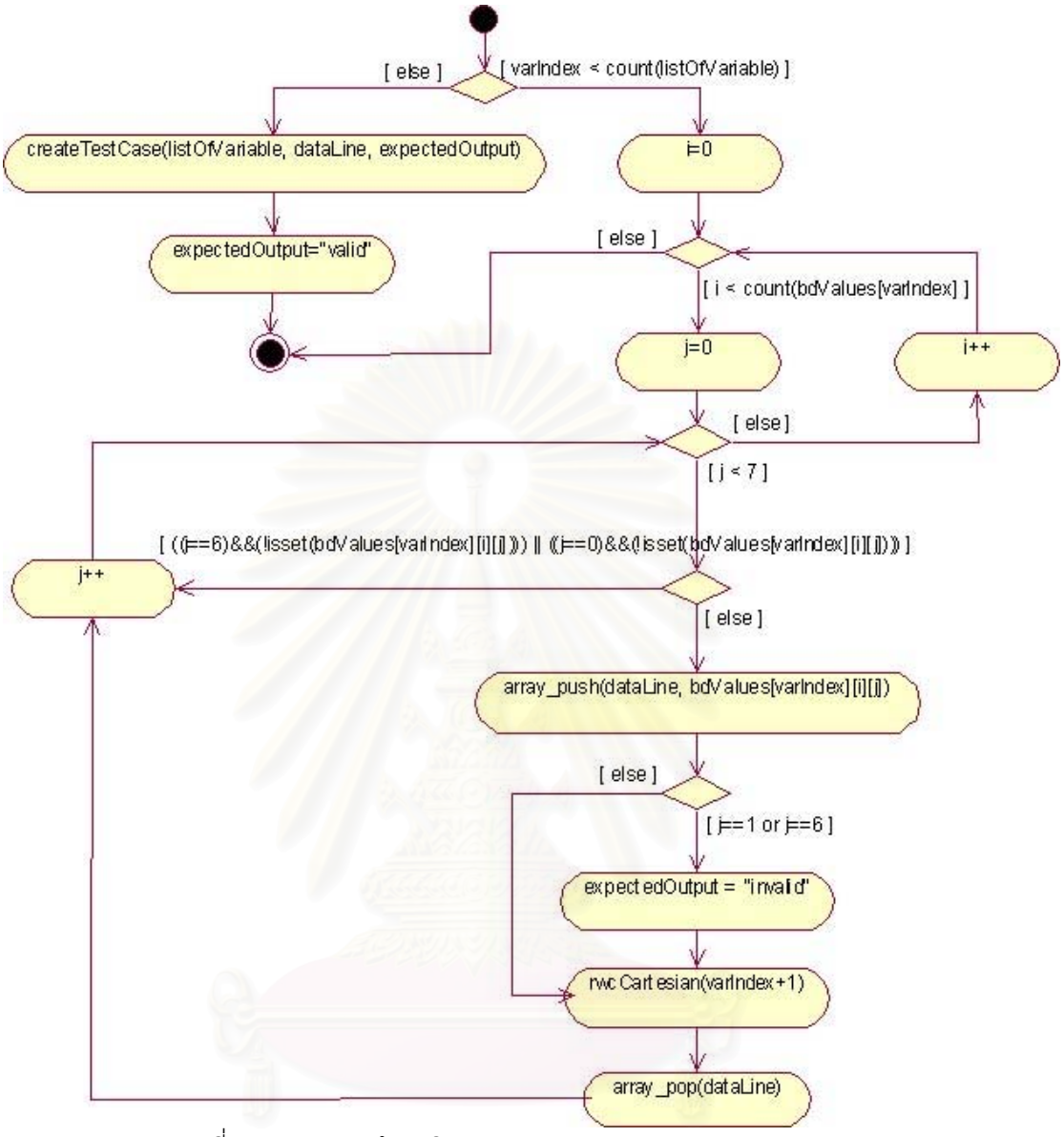
- 7 ค่า (bdValues[0][j][1] bdValues[0][j][2] bdValues[0][j][3] bdValues[0][j][4] bdValues[0][j][5] และ bdValues[0][j][6])
- 6 ค่า ในกรณีที่ไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าหรือค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (bdValues[0][j][2] bdValues[0][j][3] bdValues[0][j][4] bdValues[0][j][5] และ bdValues[0][j][6])
- 5 ค่า ในกรณีที่ไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าและค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (bdValues[0][j][2] bdValues[0][j][3] bdValues[0][j][4] และ bdValues[0][j][5])

จากนั้นให้ตัวแปรที่เหลือเป็นค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต แล้ววนทำซ้ำในลักษณะเดียวกันกับตัวแปรตัวต่อไปจนครบทุกตัวแปร

8) เมทธอด RWC(listOfVariable) มีแผนภาพลำดับกิจกรรมรูปที่ 3.48 และ 3.49



รูปที่ 3.48 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด RWC(listOfVariable)



รูปที่ 3.49 แผนภาพลำดับกิจกรรมของเมทธอด rwcCartesian(varIndex)

จากรูปที่ 3.48 ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบของเมทธอด RWC(listOfVariable) จะเริ่มจากการดึงเอาค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของแต่ละตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบมา ต่อมาจะดึงค่าขอบเขต 7 ค่า (ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า) ของแต่ละช่วงของตัวแปรมาเก็บไว้ที่อาร์เรย์ 3 มิติที่มีชื่อว่า bdValues โดยถ้าไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าและค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าและค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่ามีค่าเท่ากับ NULL) แล้วจะไม่มีการเก็บค่า

ดังกล่าวไว้ที่อาร์เรย์ bdValues ดังนั้นจำนวนค่าขอบเขตของแต่ละช่วงของ ตัวแปรที่เป็นไปได้จะมี

- 7 ค่า (bdValues[0][j][1] bdValues[0][j][2] bdValues[0][j][3] bdValues[0][j][4] bdValues[0][j][5] และ bdValues[0][j][6])
- 6 ค่า ในกรณีที่ไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าหรือค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (bdValues[0][j][2] bdValues[0][j][3] bdValues[0][j][4] bdValues[0][j][5] และ bdValues[0][j][6])
- 5 ค่า ในกรณีที่ไม่มีค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่าและค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (bdValues[0][j][2] bdValues[0][j][3] bdValues[0][j][4] และ bdValues[0][j][5])

จากนั้นจะสร้างกรณีทดสอบซึ่งจะทำอยู่ในส่วนของเมทธอด rwcCartesian(varIndex) (รูปที่ 3.49) โดยจะเอาค่าในอาร์เรย์ bdValues มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรของกรณีทดสอบ ซึ่งการนำค่าในอาร์เรย์มากำหนดให้กับแต่ละตัวแปรนั้นจะมีลักษณะเป็นผลคูณคาร์ทีเซียนของค่าทั้งหมดของแต่ละตัวแปร นั่นคือกรณีทดสอบทั้งหมดจะต้องครอบคลุมทุกๆ ผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ทั้งหมดของทุกช่วงของค่าที่ถูกต้องของทุกตัวแปรนั่นเอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การพัฒนาเครื่องมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ โดยจะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนา การสร้างค่าสุ่ม ฐานข้อมูล และโครงสร้างของเครื่องมือ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

   1.1) เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพีซี (PC) หน่วยประมวลผลอินเทลเพนเทียมโฟร์ 2 กิกะเฮิร์ทซ์ (Intel Pentium IV 2 GHz)

   1.2) หน่วยความจำสำรอง (RAM) 256 เมกะไบต์ (256 MB)

   1.3) ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) 40 กิกะไบต์ (40 GB)

2) ซอฟต์แวร์ (Software)

   2.1) ระบบปฏิบัติการ (Operating system) ไมโครซอฟท์วินโดวส์เอ็กซ์พีโพรเฟชชันแนล (Microsoft Windows XP Professional)

   2.2) ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database management system) มายเอสคิวแอล (MySQL) เวอร์ชัน 4.0.18

   2.3) เครื่องมือที่ใช้พัฒนา มาโครมีเดียดรีมวีฟเวอร์เอ็มเอ็กซ์ (Macromedia Dreamweaver MX)

   2.4) ภาษาที่ใช้พัฒนา

      - เอชทีเอ็มแอล (HTML: Hyper Text Markup Language)
      - ไมโครซอฟท์เจสคริปต์ (Microsoft JScript) เวอร์ชัน 5.6
      - พีเอชพี (PHP: Personal Home Page) เวอร์ชัน 4.3.6

   2.5) เว็บบราวเซอร์ (Web browser) อินเตอร์เน็ตเอ็กซ์พลอเรอร์เวอร์ชัน 6.0

4.2 การสร้างค่าสุ่มของเครื่องมือ

การสร้างค่าสุ่มของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บนั้น ใช้ฟังก์ชันที่มีชื่อว่า mt_rand ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่อยู่ในกลุ่มของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ (Mathematical functions) ของภาษาพีเอชพี โดยฟังก์ชันมีลักษณะเป็นดังนี้

int **mt_rand** ([*int* min, *int* max])

4.3 ฐานข้อมูลของเครื่องมือ

ฐานข้อมูลของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บนั้น จะอธิบายโดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตีระดับกายภาพ (Physical Entity-Relationship diagram) ซึ่งเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระดับกายภาพของแต่ละตารางในระบบ โดยแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตีระดับกายภาพของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ เป็นดังรูปที่ 4.1 สำหรับแต่ละตารางมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ตาราง Project เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลของโครงการ

2) ตาราง File เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา

3) ตาราง Variable เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายละเอียดของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร

4) ตาราง RangeAndConst เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายละเอียดของค่าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องประเภทช่วงเปิด ช่วงปิด และค่าคงที่ของแต่ละตัวแปร

5) ตาราง BoundaryValue เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายละเอียดของค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปร

6) ตาราง SetValue เป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลรายละเอียดของค่าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องประเภทเซตของแต่ละตัวแปร

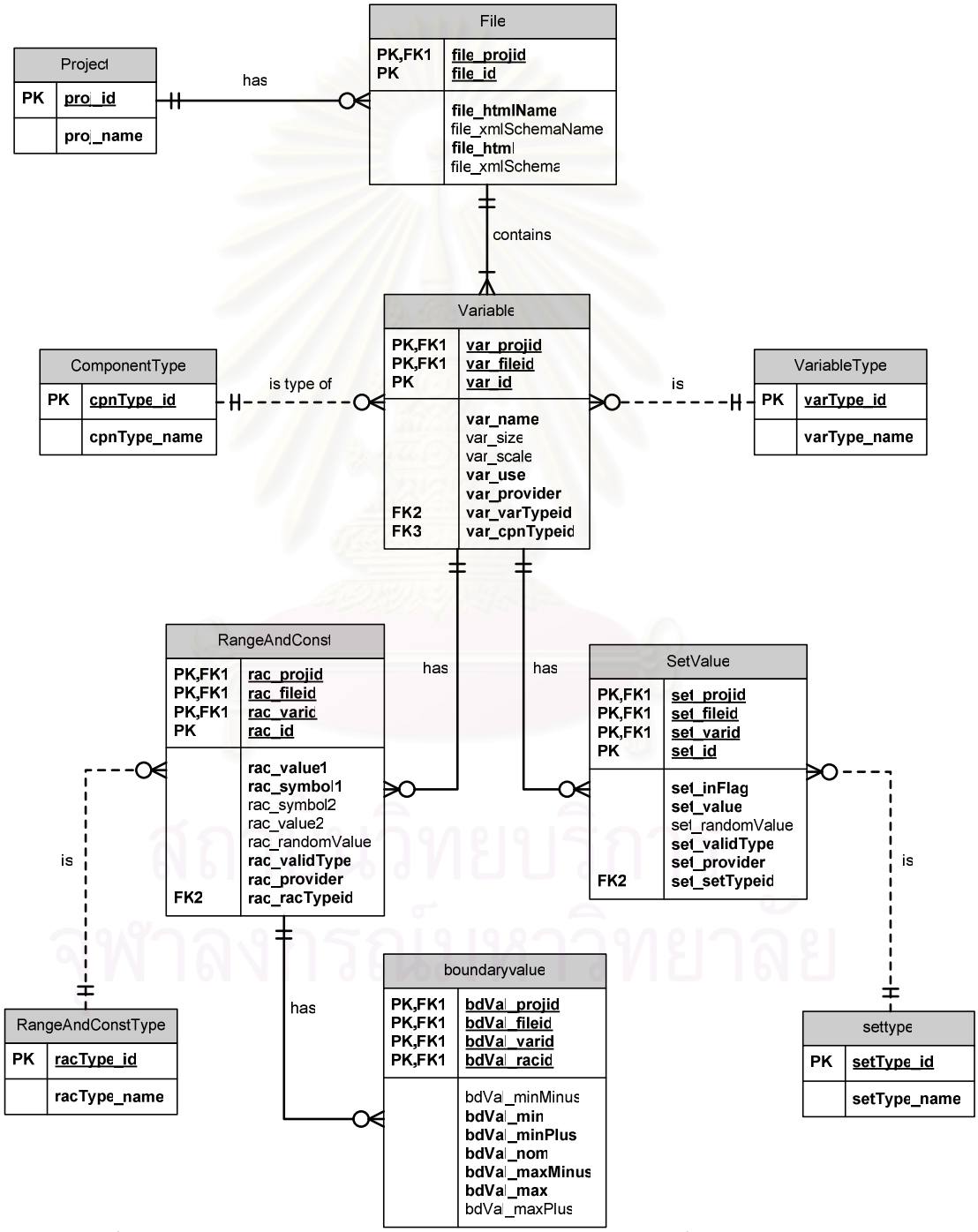
7) ตาราง ComponentType เป็นตารางลุคอัพ (Look up table) ที่จัดเก็บข้อมูลชนิดขององค์ประกอบของเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล

8) ตาราง VariableType เป็นตารางลุคอัพที่จัดเก็บข้อมูลชนิดของตัวแปร

9) ตาราง RangeAndConstType เป็นตารางลุคอัพที่จัดเก็บข้อมูลชนิดของค่าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องประเภทช่วงเปิด ช่วงปิด และค่าคงที่ของแต่ละตัวแปร

10) ตาราง setType เป็นตารางลุคอัพที่จัดเก็บข้อมูลชนิดของค่าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องประเภทเซตของแต่ละตัวแปร

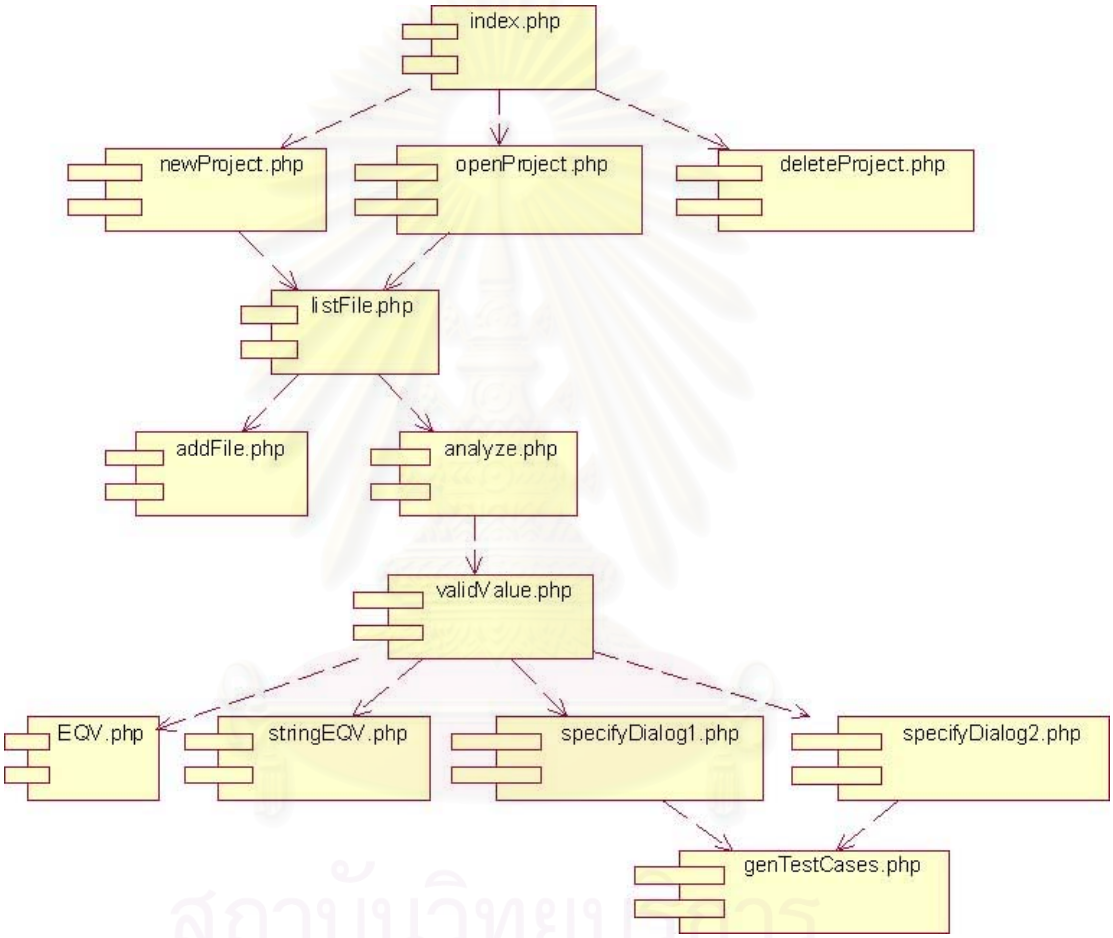
หมายเหตุ: พจนานุกรมข้อมูล (Data dictionary) สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ข



รูปที่ 4.1 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตีระดับกายภาพของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

4.4 โครงสร้างของเครื่องมือ

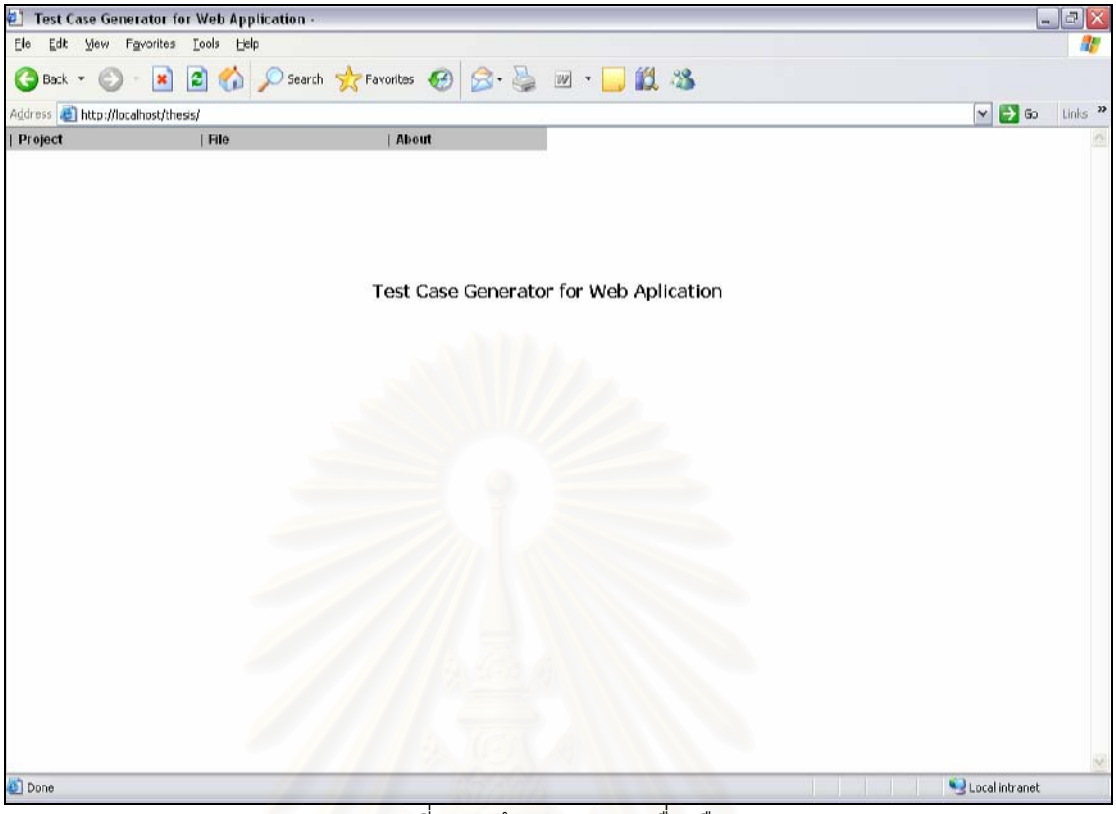
โครงสร้างของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บนั้น จะอธิบายโดยใช้แผนภาพส่วนประกอบ (Component diagram) ซึ่งเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ในระบบ โดยแผนภาพส่วนประกอบของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ เป็นดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนภาพส่วนประกอบของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

จากรูปที่ 4.2 แฟ้มนามสกุล php แต่ละแฟ้มจะแทนแต่ละหน้าจอของเครื่องมือ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) หน้าแรกหรือหน้าหลักของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ (index.php) มีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.3

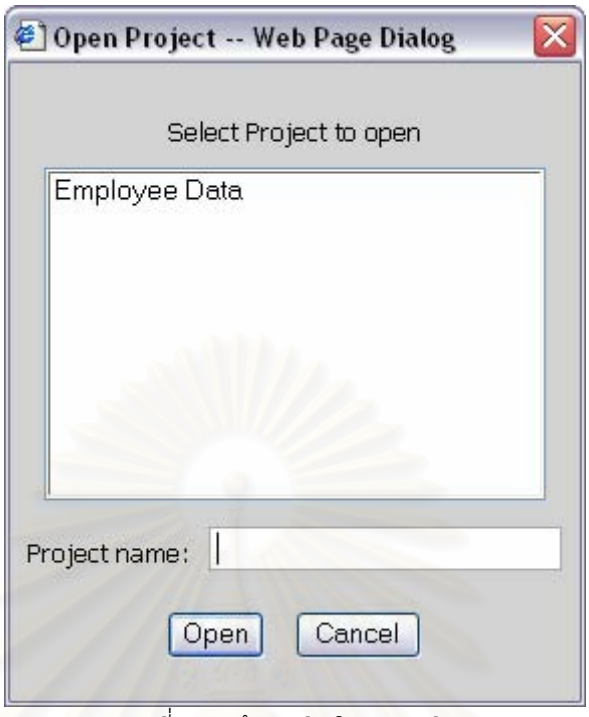


รูปที่ 4.3 หน้าจอแรกของเครื่องมือ

2) หน้าสร้างโครงการใหม่ (newProject.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับเพิ่มโครงการใหม่ ซึ่งมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.4

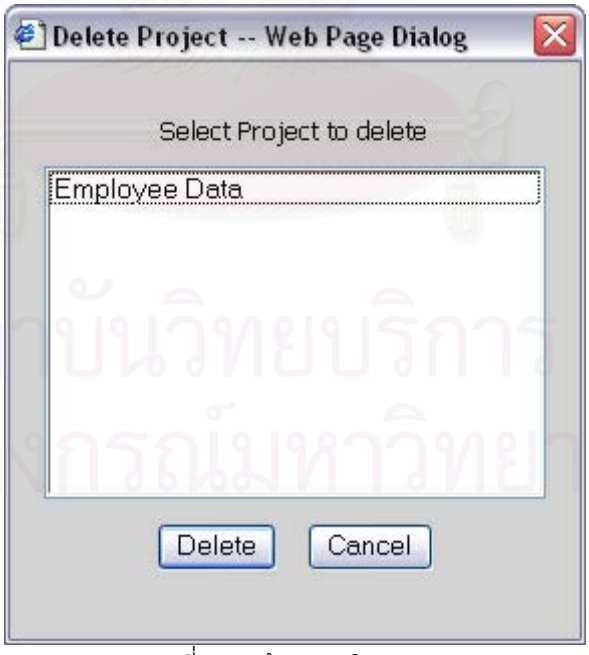
รูปที่ 4.4 หน้าจอเพิ่มโครงการใหม่

3) หน้าเปิดโครงการเดิม (openProject.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับเปิดโครงการที่มีอยู่แล้ว ซึ่งมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 หน้าจอเปิดโครงการเดิม

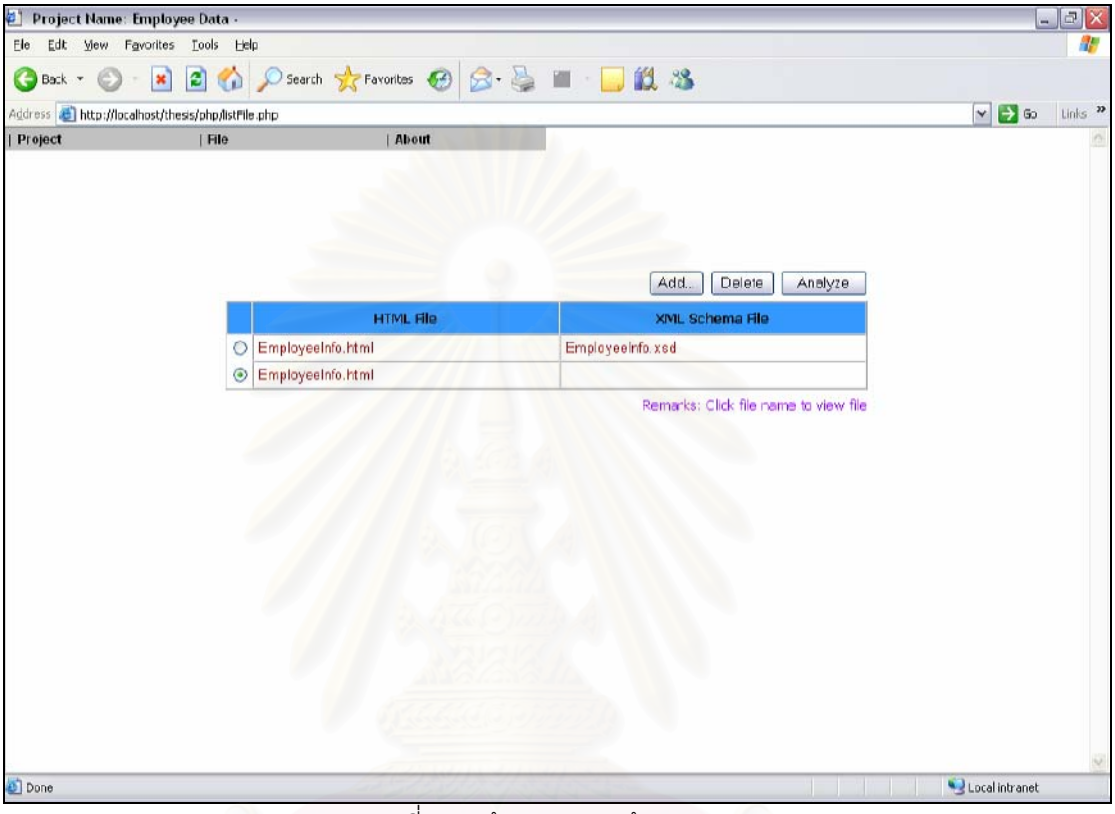
4) หน้าลบโครงการ (deleteProject.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับลบโครงการออกจากฐานข้อมูล ซึ่งมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 หน้าจอลบโครงการ

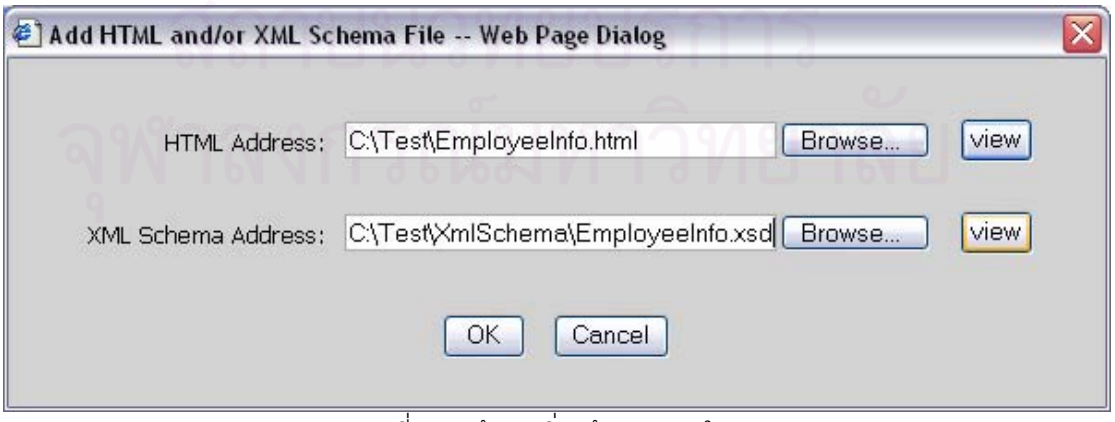
5) หน้าจัดการแฟ้มเอกสาร (listFile.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับจัดการแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา ซึ่งสามารถเลือกได้ว่าจะเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็ม

แอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาใหม่ ลบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาออกจากฐานข้อมูล หรือวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา โดยมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.7



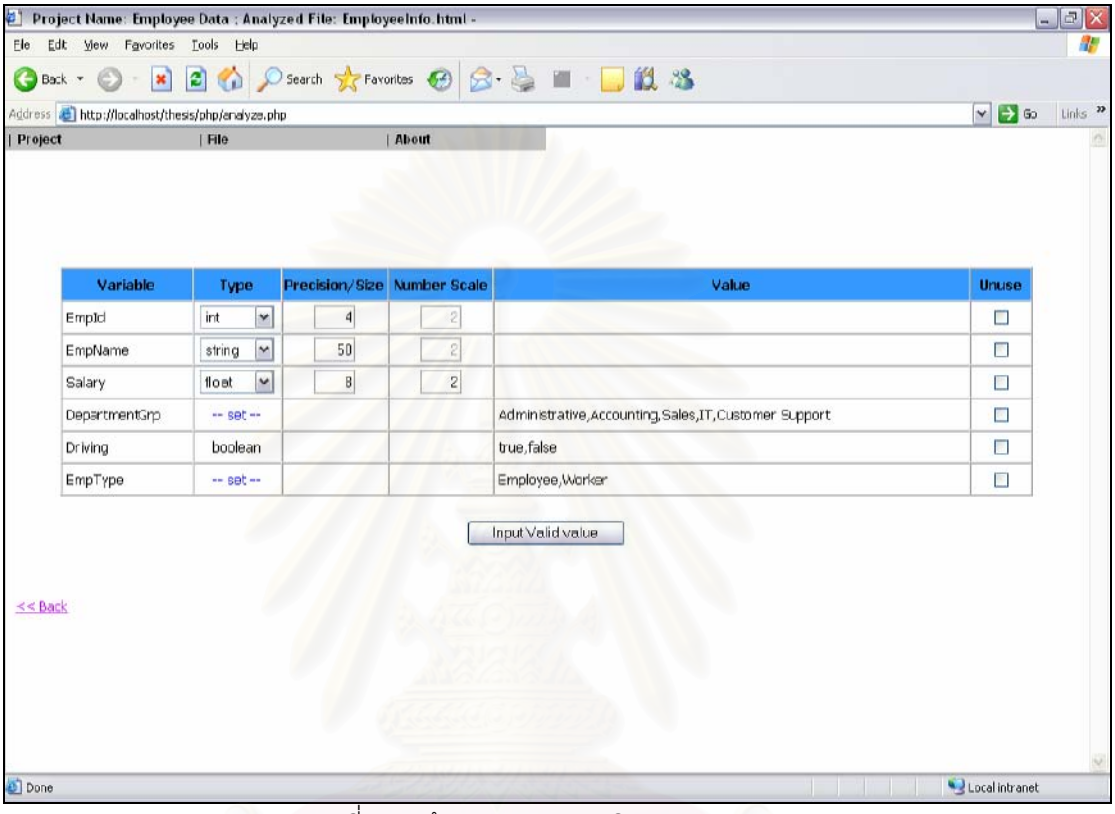
รูปที่ 4.7 หน้าจอจัดการแฟ้มเอกสาร

6) หน้าเพิ่มแฟ้มเอกสารใหม่ (addFile.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาใหม่ ซึ่งมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 หน้าจอเพิ่มแฟ้มเอกสาร ใหม่

7) หน้าระบุคุณสมบัติของตัวแปร (analyze.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับระบุคุณสมบัติ (ชนิดข้อมูล ขนาด และจำนวนหลักหลังจุดทศนิยม) ของแต่ละตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.9

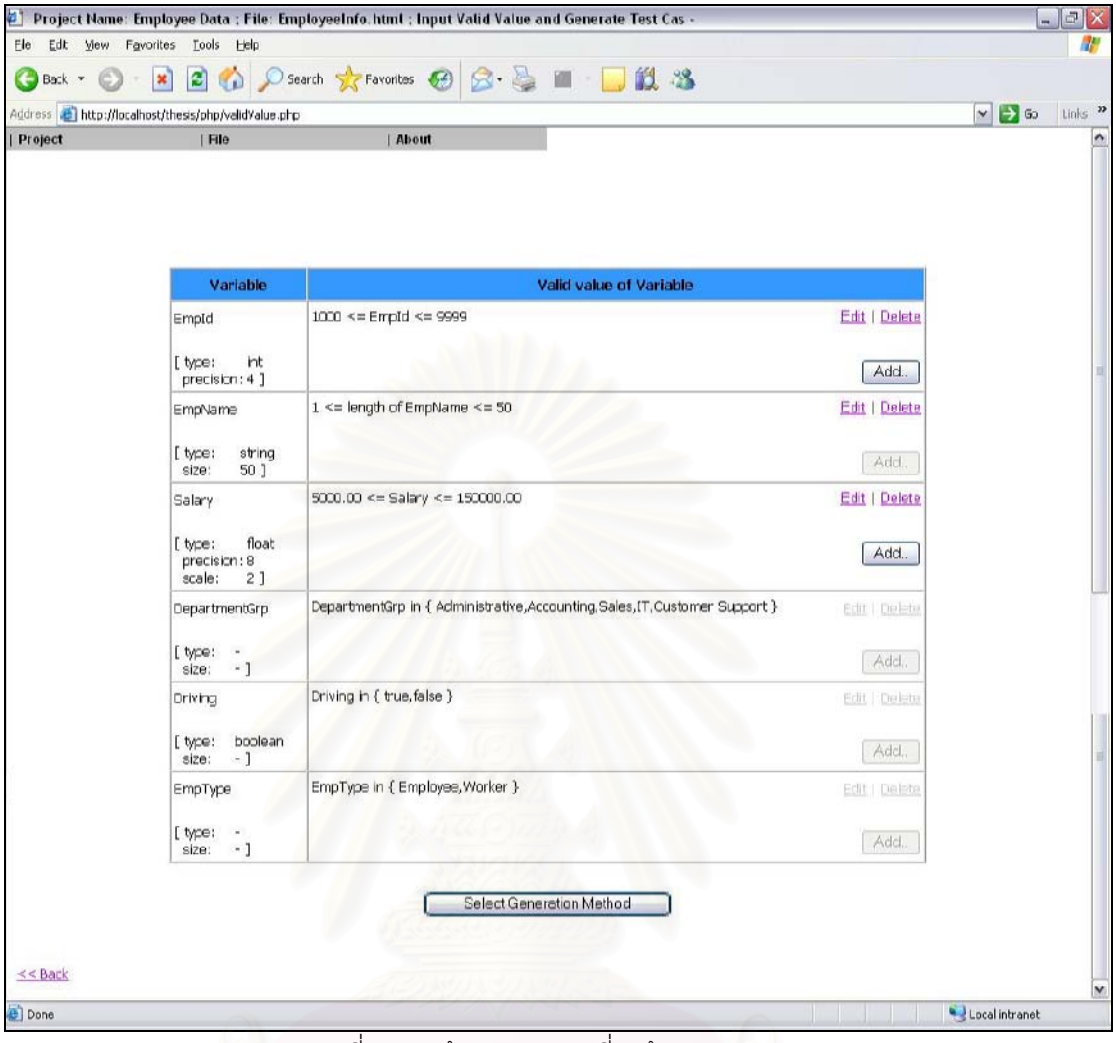


รูปที่ 4.9 หน้าจอระบุคุณสมบัติของแต่ละตัวแปร

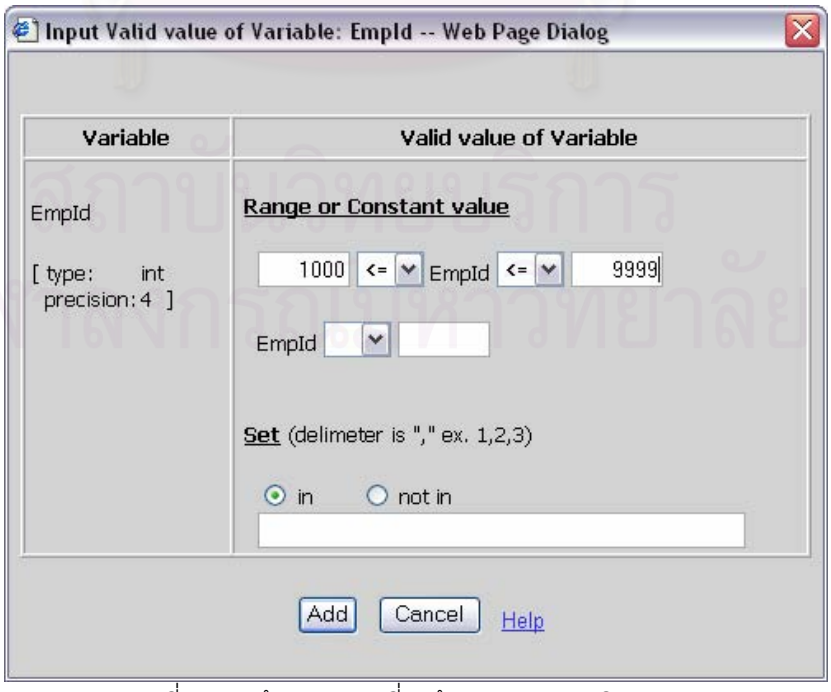
8) หน้าจัดการค่าที่ถูกต้องของตัวแปร (validValue.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับจัดการค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียว ซึ่งสามารถเลือกได้ว่าจะเพิ่มค่าที่ถูกต้องของตัวแปรค่าใหม่ แก้ไขค่าที่ถูกต้องของตัวแปร หรือลบค่าที่ถูกต้องของตัวแปรออกจากฐานข้อมูล โดยมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.10

9) หน้าระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวเลข (EQV.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียว และสำหรับตัวแปรที่มีชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข ซึ่งมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.11

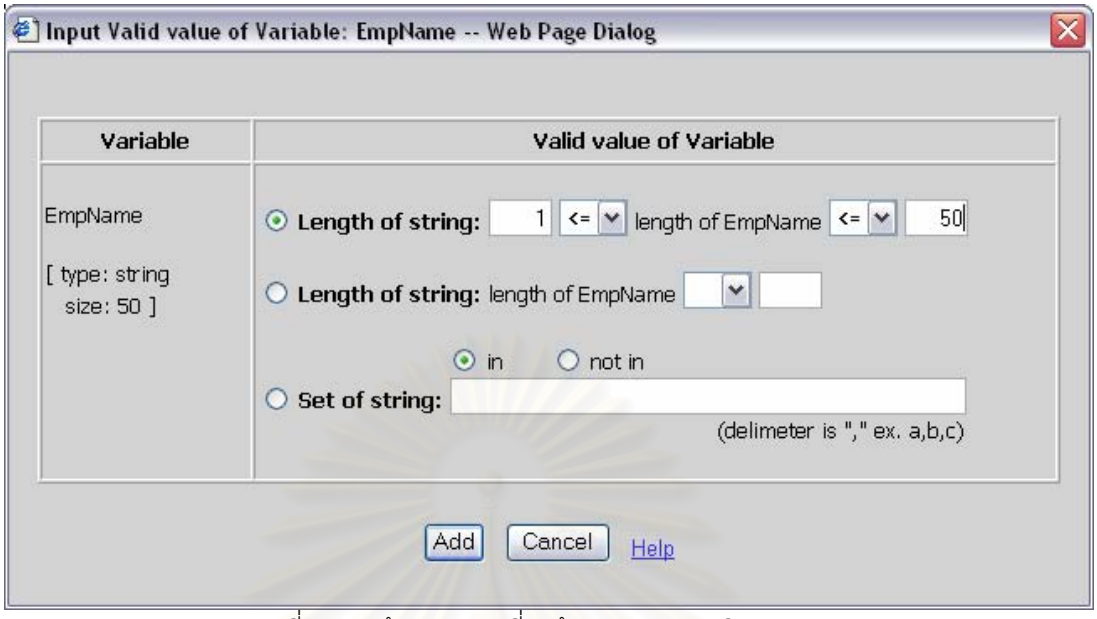
10) หน้าระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวอักษร (stringEQV.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียว และสำหรับตัวแปรที่มีชนิดข้อมูลเป็นตัวอักษร ซึ่งมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.10 หน้าจอจัดการค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

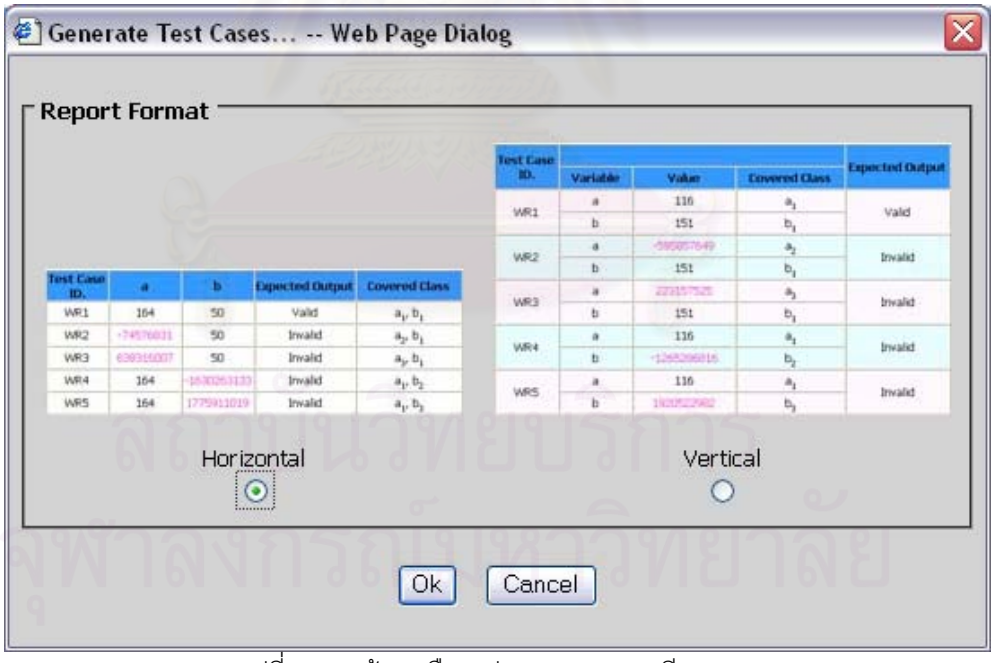


รูปที่ 4.11 หน้าจอระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวเลข



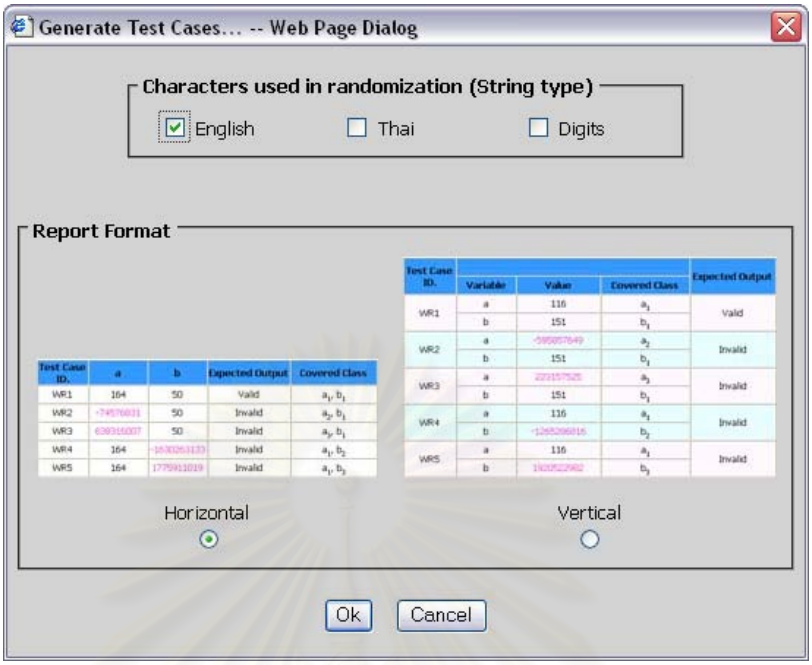
รูปที่ 4.12 หน้าจอระบุค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวอักษร

11) หน้าเลือกรูปแบบรายงานกรณีทดสอบ (specifyDialog1.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับเลือกรูปแบบของรายการกรณีทดสอบที่ต้องการสร้าง ซึ่งมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.13



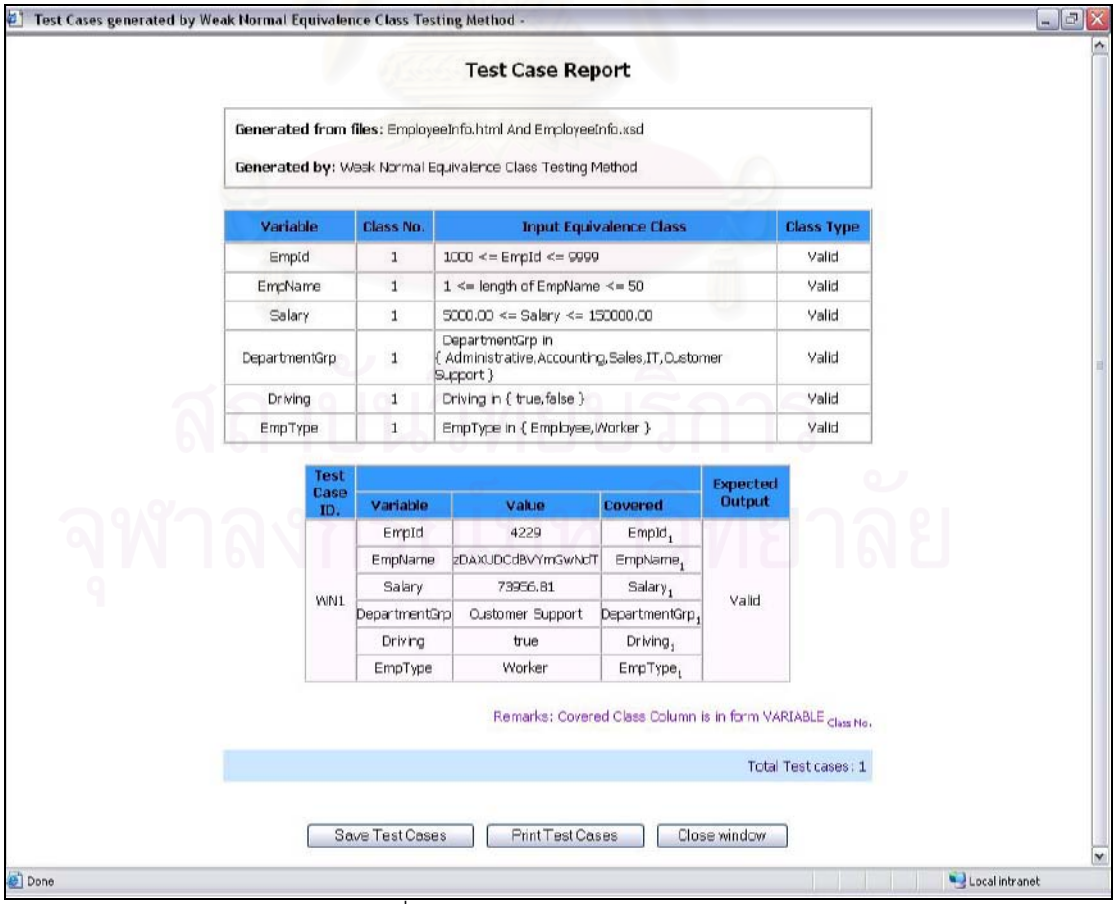
รูปที่ 4.13 หน้าจอเลือกรูปแบบรายงานกรณีทดสอบ

12) หน้าเลือกกลุ่มตัวอักษรในการสร้างค่าสุ่มและเลือกรูปแบบรายงานกรณีทดสอบ (specifyDialog2.php) คือ หน้าที่ใช้สำหรับเลือกกลุ่มตัวอักษรที่ต้องการใช้ในการสร้างค่าสุ่มสำหรับตัวแปรที่มีชนิดข้อมูลเป็นตัวอักษร และเลือกรูปแบบของรายการกรณีทดสอบที่ต้องการสร้าง ซึ่งมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 หน้าจอเลือกกลุ่มตัวอักษรในการสร้างค่าสุ่มและเลือกรูปแบบรายงานกรณีทดสอบ

13) หน้ารายงานกรณีทดสอบ (genTestCases.php) คือ หน้าแสดงรายงานกรณีทดสอบที่สร้างได้ ซึ่งมีลักษณะเป็นดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 หน้าจอรายงานกรณีทดสอบ

บทที่ 5

การทดสอบ

การทดสอบการสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์นั้น จะเริ่มจากการเลือกโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่ใช้ในการทดสอบ วางแนวทางการทดสอบ และพิจารณาผลที่ได้จากการทดสอบ โดยรายละเอียดในการทดสอบมีดังต่อไปนี้

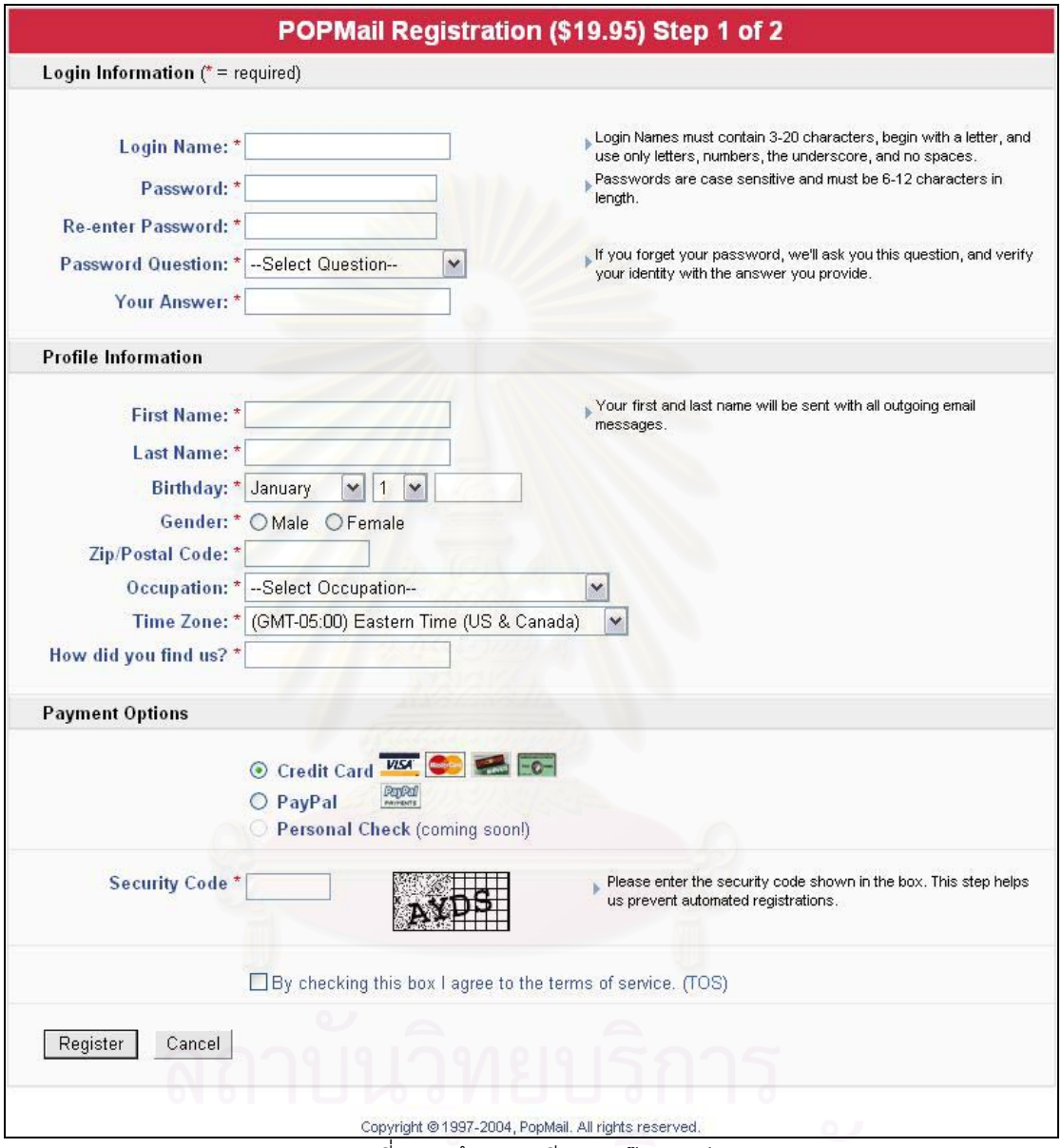
5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ

เป็นสภาพแวดล้อมเดียวกับที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือในบทที่ 4

5.2 โปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่ใช้ในการทดสอบ

การเลือกโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อนำมาทดสอบนั้น โปรแกรมประยุกต์บนเว็บจะต้องอยู่ในรูปแบบของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลที่สมบูรณ์ ถูกต้องตามข้อกำหนดของภาษา และภายในเอกสารจะต้องมีองค์ประกอบ คือ เขตข้อมูลข้อความ เขตข้อมูลรหัสผ่าน คอมโบบอกซ์ เช็คบอกซ์ และปุ่มเรดิโออยู่หลากหลาย เพื่อทดสอบว่าเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบได้จากหลากหลายองค์ประกอบ สำหรับแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลที่มีการอธิบายด้วยแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมานั้น แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาจะต้องอยู่ในรูปแบบที่สมบูรณ์ ถูกต้องตามข้อกำหนดของภาษา และภายในเอกสารจะต้องอธิบายถึงชนิดข้อมูล ขนาด และค่าที่ถูกต้องขององค์ประกอบนั้นๆ อย่างหลากหลาย เพื่อทดสอบว่าเครื่องมือสามารถอ่านข้อมูลเหล่านั้นจากแฟ้มเอกสารได้อย่างถูกต้อง โดยแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาที่ถูกเลือกนำมาใช้ในการทดสอบมาจากโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ 5 โปรแกรม คือ ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ (POPMail) [10] โปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ (Kentucky University) [11] ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต [12] ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล [2] และระบบเก็บข้อมูลพนักงาน [1] ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ มีแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเป็นดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 หน้าลงทะเบียนของป๊อบเมล์

ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์เป็นระบบที่ใช้สำหรับการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของผู้ที่ต้องการใช้อีเมล์ของป๊อบเมล์ ซึ่งผู้ที่ต้องการสมัครจะต้องกรอกข้อมูลต่างๆ และกดปุ่ม “Register” เพื่อยืนยันการสมัคร โดยจากรูปที่ 5.1 หน้าลงทะเบียนประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้ทั้งหมด 18 องค์ประกอบดังตารางที่ 5.1 และจากแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของหน้าลงทะเบียนรูปที่ 5.2 แต่ละองค์ประกอบหรือตัวแปรในหน้าลงทะเบียนมีชนิดข้อมูล ขนาด และค่าที่ถูกต้องดังตารางที่ 5.2

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- W3C Schema file created with Stylesheet Designer version 5 rel. 4  (http://www.x
(Bank)  -->
- <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified">
  - <xs:element name="Root">
    - <xs:complexType>
      - <xs:sequence>
        - <xs:element name="user">
          - <xs:simpleType>
            - <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:minlength value="3" />
                <xs:maxlength value="20" />
              </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
        - <xs:element name="pwd">
          - <xs:simpleType>
            - <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:minlength value="6" />
                <xs:maxlength value="12" />
              </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
        - <xs:element name="repwd">
          - <xs:simpleType>
            - <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:minlength value="6" />
                <xs:maxlength value="12" />
              </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
        - <xs:element name="pwdans">
          - <xs:simpleType>
            - <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:minlength value="1" />
                <xs:maxlength value="20" />
              </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
```

รูปที่ 5.2 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของหน้าลงทะเบียนของป๊อบเมล์

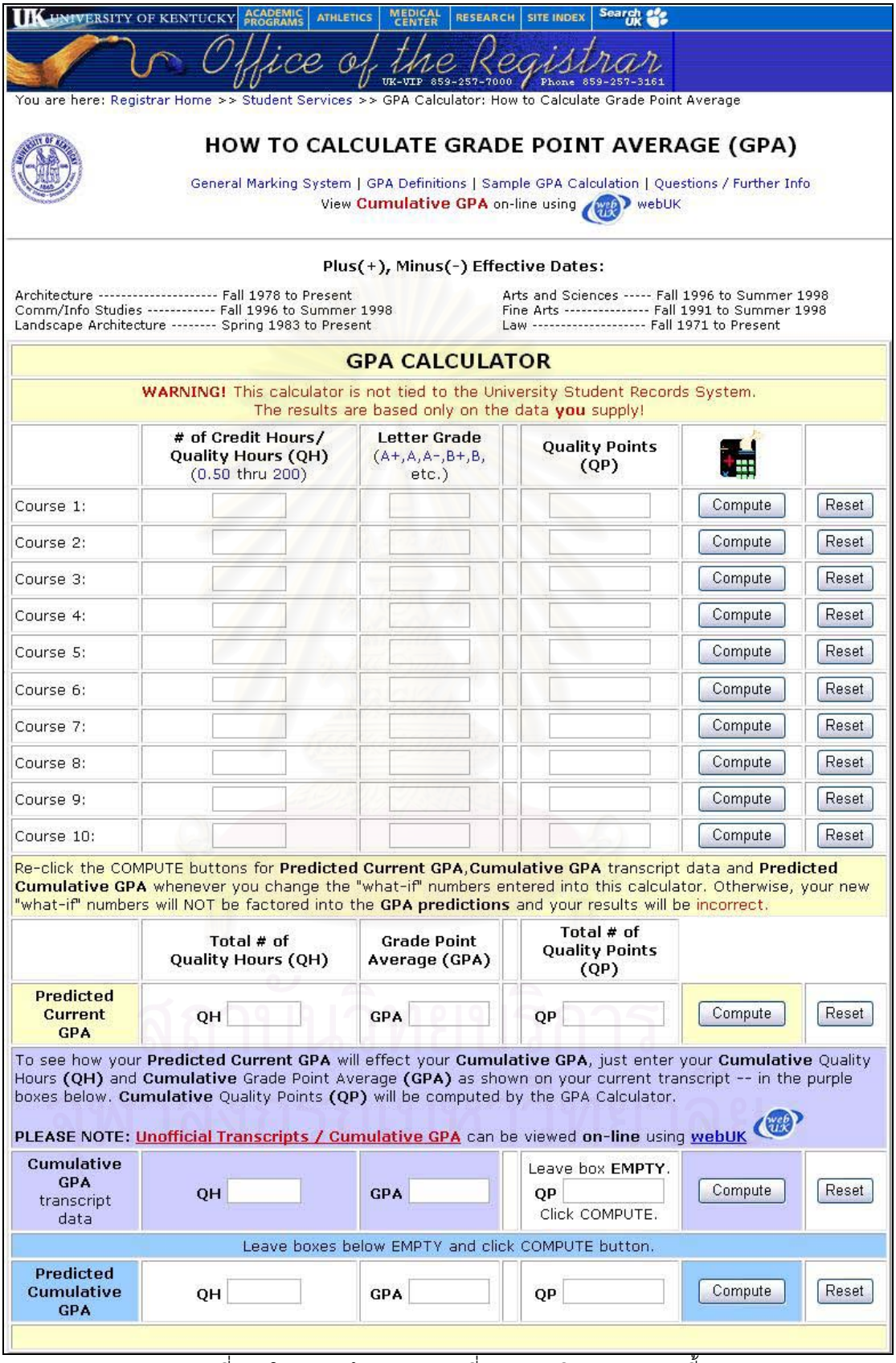
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของหน้าลงทะเบียนของป๊อบเมล์

องค์ประกอบ	จำนวน	ชื่อองค์ประกอบ
เขตข้อมูลข้อความ	8	user, pwdans, firstname, lastname, bday_year, zip, referred_by, securitycode
เขตข้อมูลรหัสผ่าน	2	pwd, repwd
กลุ่มปุ่มเรดิโอ	2	gender, patment_type
เช็คบอกซ์	1	tosagree
คอมโบบอกซ์	5	pwdquestion, bday_month, bday_day, occupation, timezone

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของหน้าลงทะเบียนของป๊อบเมล์

ชื่อตัวแปร	ชนิดข้อมูล	ขนาด	ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร
user	string	-	$3 \leq$ length of user ≤ 20
pwd	string	-	$6 \leq$ length of pwd ≤ 12
repwd	string	-	$6 \leq$ length of repwd ≤ 12
pwdans	string	-	$1 \leq$ length of pwdans ≤ 20
firstname	string	-	$1 \leq$ length of firstname ≤ 25
lastname	string	-	$1 \leq$ length of lastname ≤ 35
bday_year	int	4	$1944 \leq$ bday_year ≤ 1999
zip	int	20	zip ≥ 10000
referred_by	string	-	$1 \leq$ length of referred_by ≤ 20
securitycode	string	-	$1 \leq$ length of security ≤ 5

2) โปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ มีแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาเป็นดังรูปที่ 5.3 และ 5.4 โดยโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ เป็นระบบที่ใช้สำหรับการคำนวณเกรดเฉลี่ย ซึ่งผู้ใช้จะต้องกรอกจำนวนหน่วยกิต (Quality Hours) เกรดที่ได้ (Letter Grade) และกดปุ่ม “Compute” เพื่อคำนวณหาค่าคะแนนคุณภาพ (Quality Points) ออกมา ต่อมาผู้ใช้จะต้องกดปุ่ม “Compute” ในแถว “Predicted Current GPA” เพื่อคำนวณหาเกรดเฉลี่ยปัจจุบัน จากนั้นผู้ใช้จะต้องกรอกค่าจำนวนหน่วยกิตสะสมเดิม เกรดเฉลี่ยสะสมเดิม และกดปุ่ม “Compute” ในแถว “Cumulative GPA transcript data” เพื่อคำนวณหาค่าคะแนนคุณภาพสะสมเดิม สุดท้ายผู้ใช้จะต้องกดปุ่ม “Compute” ในแถว “Predicted Cumulative GPA” เพื่อคำนวณหาค่าเกรดเฉลี่ยสะสมจนถึงปัจจุบัน โดยจากรูปที่ 5.3 โปรแกรมประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้ทั้งหมด 39 องค์ประกอบดังตารางที่ 5.3 และจากรูปที่ 5.4 แต่ละองค์ประกอบหรือตัวแปรในโปรแกรมมีชนิดข้อมูล ขนาด และค่าที่ถูกต้องดังตารางที่ 5.4



รูปที่ 5.3 โปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- W3C Schema file created with Stylesheet Designer version 5 rel. 4  (http://www.x
(Bank)  -->
- <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified">
 - <xs:element name="Root">
  - <xs:complexType>
   - <xs:sequence>
    - <xs:element name="hours1">
     - <xs:simpleType>
      - <xs:restriction base="xs:float">
          <xs:minInclusive value="0.05" />
          <xs:maxInclusive value="200" />
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
     </xs:element>
    - <xs:element name="grade1">
     - <xs:simpleType>
      - <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:enumeration value="A+" />
          <xs:enumeration value="a+" />
          <xs:enumeration value="A" />
          <xs:enumeration value="a" />
          <xs:enumeration value="A-" />
          <xs:enumeration value="a-" />
          <xs:enumeration value="B+" />
          <xs:enumeration value="b+" />
          <xs:enumeration value="B" />
          <xs:enumeration value="b" />
          <xs:enumeration value="B-" />
          <xs:enumeration value="b-" />
          <xs:enumeration value="C+" />
          <xs:enumeration value="c+" />
          <xs:enumeration value="C" />
          <xs:enumeration value="c" />
          <xs:enumeration value="C-" />
          <xs:enumeration value="c-" />
          <xs:enumeration value="D+" />
          <xs:enumeration value="d+" />
          <xs:enumeration value="D" />
          <xs:enumeration value="d" />
          <xs:enumeration value="D-" />
          <xs:enumeration value="d-" />
          <xs:enumeration value="E" />
          <xs:enumeration value="e" />
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
     </xs:element>
```

รูปที่ 5.4 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

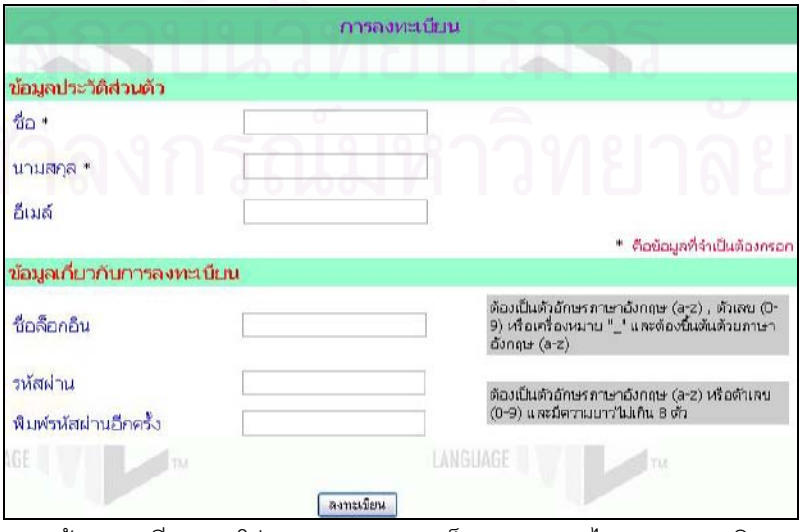
ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

องค์ประกอบ	จำนวน	ชื่อองค์ประกอบ
เขตข้อมูลข้อความ	39	hours1, grade1, qualtypoints1, hours2, grade2, qualtypoints2, hours3, grade3,qualtypoints3, hours4, grade4, qualtypoints4, hours5, grade5, qualtypoints5, hours6, grade6, qualtypoints6, hours7, grade7, qualtypoints7, hours8, grade8, qualtypoints8, hours9, grade9, qualtypoints9, hours10, grade10, qualtypoints10, hoursCurrent, gpaCurrent, qualtypointsCurrent, hoursCum, gpaCum, qualtypointCum, hoursPreCum, gpaPreCum, qualtyPreCum

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

ชื่อตัวแปร	ชนิดข้อมูล	ขนาด	ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร
hours1	float	-	0.5 ≤ hours1 ≤ 200
grade1	string	-	grade1 in { A+, a+, A, a, A-, a-, B+, b+, B-, B, b, b-, C+, c+, C, c, C-, c-, D+, d+, D, d, D-, d-, E, e }
hours2	float	-	0.05 ≤ hours2 ≤ 200
grade2	string	-	grade2 in { A+, a+, A, a, A-, a-, B+, b+, B-, B, b, b-, C+, c+, C, c, C-, c-, D+, d+, D, d, D-, d-, E, e }
hours3	float	-	0.05 ≤ hours3 ≤ 200
grade3	string	-	grade3 in { A+, a+, A, a, A-, a-, B+, b+, B-, B, b, b-, C+, c+, C, c, C-, c-, D+, d+, D, d, D-, d-, E, e }
hoursCum	float	-	0.5 ≤ hoursCum ≤ 300
gpaCum	float	-	0.0001 ≤ gpaCum ≤ 4.3

3) ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต มีแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาเป็นดังรูปที่ 5.5 และ 5.6



รูปที่ 5.5 หน้าลงทะเบียนของโปรแกรมออกแบบยูเอ็ลแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- W3C Schema file created with Stylesheet Designer version 5 rel. 4  (http://www.x
(Bank)  -->
- <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified">
  - <xs:element name="Root">
    - <xs:complexType>
      - <xs:sequence>
        - <xs:element name="fname">
          - <xs:simpleType>
            - <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:minlength value="1" />
                <xs:maxlength value="40" />
              </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
        - <xs:element name="lname">
          - <xs:simpleType>
            - <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:minlength value="1" />
                <xs:maxlength value="40" />
              </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
        - <xs:element name="email">
          - <xs:simpleType>
            - <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:minlength value="1" />
                <xs:maxlength value="40" />
              </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
        - <xs:element name="login">
          - <xs:simpleType>
            - <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:minlength value="1" />
                <xs:maxlength value="40" />
              </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
```

รูปที่ 5.6 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของหน้าลงทะเบียนของ

โปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต เป็นระบบที่ใช้สำหรับการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของผู้ที่ต้องการใช้โปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต ซึ่งผู้ที่ต้องการสมัครจะต้องกรอกข้อมูลต่างๆ และกดปุ่ม “ลงทะเบียน” เพื่อยืนยันการสมัคร โดยจากรูปที่ 5.5 หน้าลงทะเบียนประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้ทั้งหมด 6 องค์ประกอบดังตารางที่ 5.5 และจากรูปที่ 5.6 แต่ละองค์ประกอบหรือตัวแปรในหน้าลงทะเบียนมีชนิดข้อมูล ขนาด และค่าที่ถูกต้องดังตารางที่ 5.6

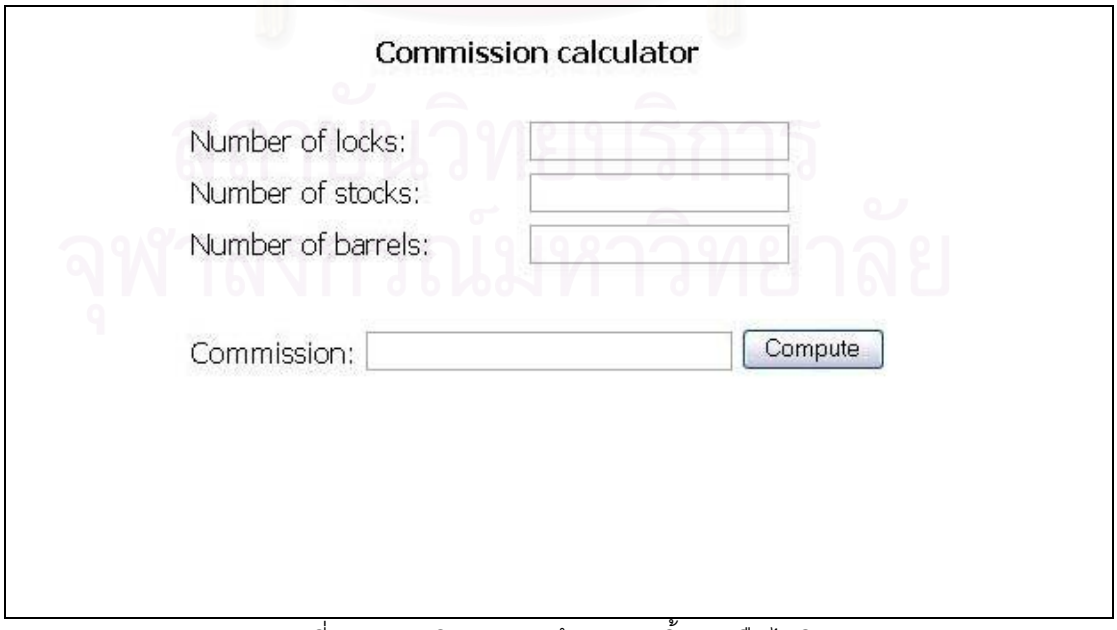
ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของหน้าลงทะเบียนของโปรแกรมออกแบบยูเอ็ลแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

องค์ประกอบ	จำนวน	ชื่อองค์ประกอบ
เขตข้อมูลข้อความ	4	fname, lname, email, login
เขตข้อมูลรหัสผ่าน	2	pwd, apwd

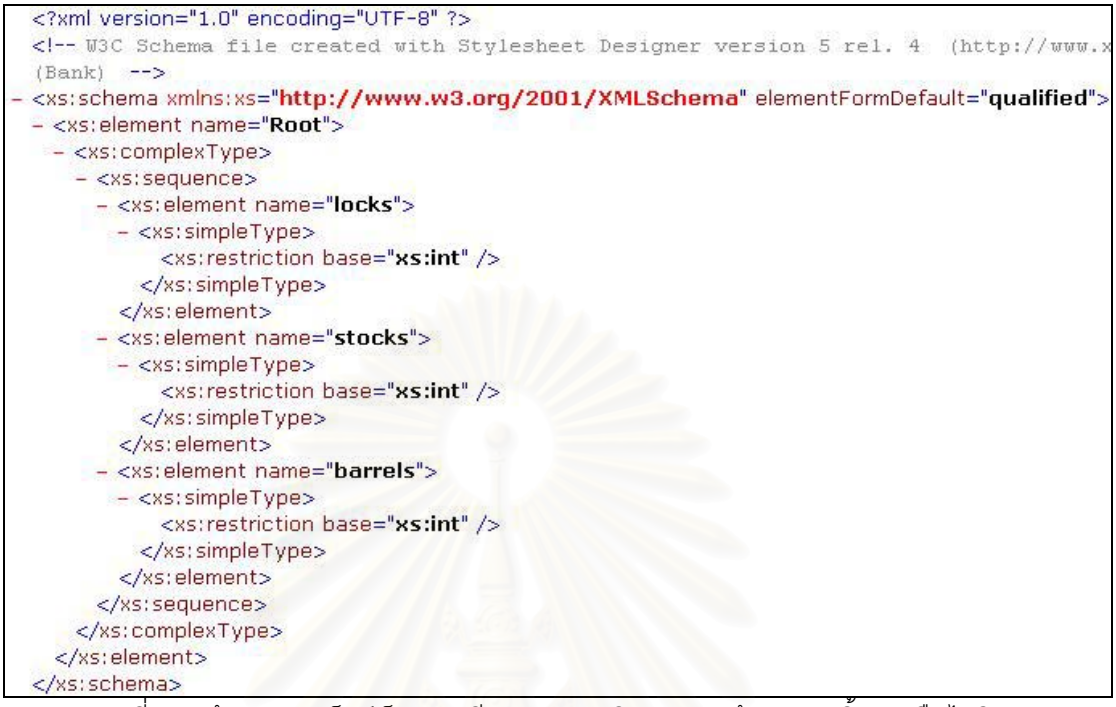
ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของหน้าลงทะเบียนของโปรแกรมออกแบบยูเอ็ลแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

ชื่อตัวแปร	ชนิดข้อมูล	ขนาด	ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร
fname	string	-	$1 \leq$ length of fname ≤ 40
lname	string	-	$1 \leq$ length of lname ≤ 40
email	string	-	$1 \leq$ length of email ≤ 40
login	string	-	$1 \leq$ length of login ≤ 40
pwd	string	-	$1 \leq$ length of pwd ≤ 8
apwd	string	-	$1 \leq$ length of apwd ≤ 8

4) ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล มีแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาเป็นดังรูปที่ 5.7 และ 5.8



รูปที่ 5.7 ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- W3C Schema file created with Stylesheet Designer version 5 rel. 4  (http://www.x
(Bank)  -->
- <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified">
  - <xs:element name="Root">
    - <xs:complexType>
      - <xs:sequence>
        - <xs:element name="locks">
          - <xs:simpleType>
              <xs:restriction base="xs:int" />
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
        - <xs:element name="stocks">
          - <xs:simpleType>
              <xs:restriction base="xs:int" />
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
        - <xs:element name="barrels">
          - <xs:simpleType>
              <xs:restriction base="xs:int" />
            </xs:simpleType>
          </xs:element>
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
    </xs:element>
  </xs:schema>
```

รูปที่ 5.8 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล เป็นระบบที่ใช้สำหรับการคิดค่านายหน้า ซึ่งผู้ใช้จะต้องกรอกจำนวนนกปืน (lock) พานท้ายปืน (stock) และลำกล้องปืน (barrel) ที่ขายได้ จากนั้นกดปุ่ม “Compute” เพื่อคำนวณหาค่านายหน้าออกมา โดยจากรูปที่ 5.7 โปรแกรมประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้ทั้งหมด 4 องค์ประกอบดังตารางที่ 5.7 และจากรูปที่ 5.8 แต่ละองค์ประกอบหรือตัวแปรในโปรแกรมมีชนิดข้อมูล และขนาดดังตารางที่ 5.8

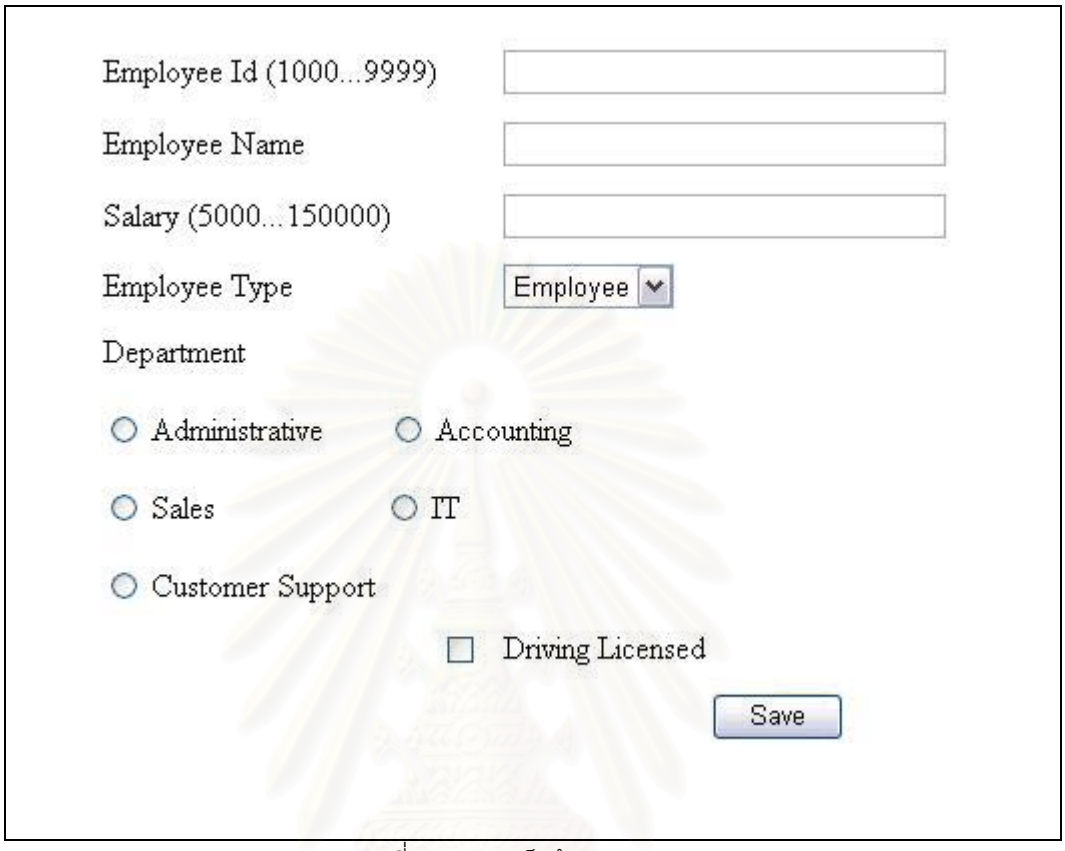
ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

องค์ประกอบ	จำนวน	ชื่อองค์ประกอบ
เขตข้อมูลข้อความ	4	lock, stock, barrel, commission

ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

ชื่อตัวแปร	ชนิดข้อมูล	ขนาด	ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร
lock	int	2	-
stock	int	2	-
barrel	int	2	-

5) ระบบเก็บข้อมูลพนักงาน มีแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 ระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

ระบบเก็บข้อมูลพนักงาน เป็นระบบที่ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลของพนักงานแต่ละคน ซึ่งผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลต่างๆ จากนั้นกดปุ่ม “Save” เพื่อบันทึกข้อมูล โดยจากรูปที่ 5.9 โปรแกรมประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สามารถนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบได้ทั้งหมด 6 องค์ประกอบดังตารางที่ 5.9 และจากแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมารูปที่ 5.10 แต่ละองค์ประกอบหรือตัวแปรในโปรแกรมมีชนิดข้อมูล และขนาดดังตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.9 ตารางแสดงจำนวนองค์ประกอบของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

องค์ประกอบ	จำนวน	ชื่อองค์ประกอบ
เขตข้อมูลข้อความ	5	EmpId, EmpName, Salary, EmpType, DepartmentGrp

ตารางที่ 5.10 ตารางแสดงข้อมูลในแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

ชื่อตัวแปร	ชนิดข้อมูล	ขนาด	ค่าที่ถูกต้องของตัวแปร
EmpId	int	4	-
EmpName	string	-	1 ≤ length of EmpName ≤ 50
Salary	int	6	-

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- W3C Schema file created with Stylesheet Designer version 5 rel. 4  (http://www.x
(Bank)  -->
- <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified">
 - <xs:element name="Root">
  - <xs:complexType>
   - <xs:sequence>
    - <xs:element name="EmpId">
     - <xs:simpleType>
      - <xs:restriction base="xs:int">
          <xs:totalDigits value="4" />
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
    </xs:element>
    - <xs:element name="EmpName">
     - <xs:simpleType>
      - <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:minlength value="1" />
          <xs:maxlength value="50" />
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
    </xs:element>
    - <xs:element name="Salary">
     - <xs:simpleType>
      - <xs:restriction base="xs:int">
          <xs:totalDigits value="6" />
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
    </xs:element>
    <xs:element name="EmpType" />
    <xs:element name="DepartmentGrp" />
   </xs:sequence>
  </xs:complexType>
 </xs:element>
</xs:schema>
```

รูปที่ 5.10 แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

5.3 แนวทางการทดสอบ

1) นำแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของแต่ละโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่ได้คัดเลือกไว้แล้ว (ดังรูปที่ 5.1 - 5.10) มาทำการทดสอบ โดยให้เครื่องมือที่ได้

จากการพัฒนาทำการสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บนั้นๆ ด้วยวิธีการออกแบบกรณีทดสอบทั้ง 8 วิธี

2) พิจารณาว่ากรณีทดสอบที่ได้จากเครื่องมือมีลักษณะตรงตามวิธีการออกแบบกรณีทดสอบนั้นๆ หรือไม่

3) ทดลองใส่ข้อผิดพลาด (Seed errors) เข้าไปในแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล

4) ทำการทดสอบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลที่ผ่านการใส่ข้อผิดพลาดมาแล้ว (จากข้อ 3) ด้วยกรณีทดสอบที่ได้จากข้อ 2 เพื่อแสดงว่ากรณีทดสอบที่ได้สามารถแสดงให้เห็นได้ว่าโปรแกรมหรือแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลนั้นมีข้อผิดพลาด

5.4 ผลการทดสอบ

จากการนำแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของแต่ละโปรแกรมประยุกต์บนเว็บจากข้อ 5.2 มาทำการวิเคราะห์ และสร้างกรณีทดสอบด้วยเครื่องมือนั้น ได้ผลการทดสอบเป็นดังนี้

1) ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

Variable	Type	Precision/Size	Number Scale	Value	Unuse
user	string	20	-	3 <= length of user <= 20	☐
pwd	string	12	-	6 <= length of pwd <= 12	☐
repwd	string	12	-	6 <= length of repwd <= 12	☐
pwdans	string	20	-	1 <= length of pwdans <= 20	☐
firstname	string	25	-	1 <= length of firstname <= 25	☐
lastname	string	35	-	1 <= length of lastname <= 35	☐
bday_year	int	4	-	1944 <= bday_year <= 1999	☐
gender	-- set --			m,f	☐
zip	int	-	-	zip >= 1000	☐
referred_by	string	30	-	1 <= length of referred_by <= 30	☐
payment_type	-- set --			1,2,3	☐
securitycode	string	5	-	1 <= length of securitycode <= 5	☐
tosagree	boolean			true,false	☐
pwdquestion	-- set --			--Select Question--,Mother's maiden name?,City of birth?,Name of your pet?	☐
bday_month	-- set --			January,February,March,April,May,June,July,August,September,October,November,December	☐
bday_day	-- set --			1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31	☐
occupation	-- set --			--Select Occupation--,Accounting/Finance,Computer related (IS; MIS; DP),Computer related (WWW),Consulting,Customer service/support,Education/training,Engineering,Executive/senior management,General administrative/supervisory,Government/Military,Manufactur	☐
timezone	-- set --			--Please select your time zone--,(GMT-12:00) Eniwetok; Kwajalein,(GMT-11:00) Midway Island; Samoa,(GMT-10:00) Hawaii,(GMT-09:00) Alaska,(GMT-08:00) Pacific Time (US & Canada),(GMT-07:00) Mountain Time (US & Canada),(GMT-07:00) Arizona,(GMT-06:00) Central	☐

รูปที่ 5.11 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์ พบว่ามีตัวแปร ชนิดของตัวแปร ขนาดของตัวแปร และค่าที่ถูกต้องของตัวแปร เป็นดังรูปที่ 5.11 สำหรับกรณีทดสอบที่สร้างได้นั้นสามารถดูที่ได้ที่ภาคผนวก ค

2) โปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้ พบว่ามีตัวแปร ชนิดของตัวแปร ขนาดของตัวแปร และค่าที่ถูกต้องของตัวแปร เป็นดังรูปที่ 5.12 สำหรับกรณีทดสอบที่สร้างได้นั้นสามารถดูที่ได้ที่ภาคผนวก ค

3) ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต พบว่ามีตัวแปร ชนิดของตัวแปร ขนาดของตัวแปร และค่าที่ถูกต้องของตัวแปร เป็นดังรูปที่ 5.13 สำหรับกรณีทดสอบที่สร้างได้นั้นสามารถดูที่ได้ที่ภาคผนวก ค

4) ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล พบว่ามีตัวแปร ชนิดของตัวแปร และขนาดของตัวแปร เป็นดังรูปที่ 5.14 ส่วนค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรที่ผู้ทดสอบกำหนดนั้น เป็นดังรูปที่ 5.15 ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวแปร lock มีค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 2 ค่า สำหรับกรณีทดสอบที่สร้างได้นั้นสามารถดูที่ได้ที่ภาคผนวก ค

5) ระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน พบว่ามีตัวแปร ชนิดของตัวแปร และขนาดของตัวแปร และค่าที่ถูกต้องของตัวแปร เป็นดังรูปที่ 5.16 ส่วนค่าที่ถูกต้องของบางตัวแปรที่ผู้ทดสอบกำหนดนั้น เป็นดังรูปที่

5.17 ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวแปร EmpId มีค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 3 ค่า และตัวแปร Salary มีค่าที่ถูกต้องของตัวแปร 2 ค่า สำหรับกรณีทดสอบที่สร้างได้นั้นสามารถดูที่ได้ที่ภาคผนวก ค

Variable	Type	Precision/Size	Number Scale	Value	Unuse
hours1	float	-	2	0.50 <= hours1 <= 200.00	☐
grade1	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints1			2		☐
hours2	float	-	2	0.50 <= hours2 <= 200.00	☐
grade2	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints2			2		☐
hours3	float	-	2	0.50 <= hours3 <= 200.00	☐
grade3	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints3			2		☐
hours4	float	-	2	0.05 <= hours4 <= 200.00	☐
grade4	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints4			2		☐
hours5	float	-	2	0.05 <= hours5 <= 200.00	☐
grade5	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints5			2		☐
hours6	float	-	2	0.05 <= hours6 <= 200.00	☐
grade6	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints6			2		☐
hours7	float	-	2	0.05 <= hours7 <= 200.00	☐
grade7	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints7			2		☐
hours8	float	-	2	0.05 <= hours8 <= 200.00	☐
grade8	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints8			2		☐
hours9	float	-	2	0.05 <= hours9 <= 200.00	☐
grade9	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints9			2		☐
hours10	float	-	2	0.50 <= hours10 <= 200.00	☐
grade10	string	-	-	A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e	☐
qualtypoints10			2		☐
hoursCurrent			2		☐
gradeCurrent			2		☐
qualtypointsCurrent			2		☐
hoursCum	float	-	2	0.50 <= hoursCum <= 300.00	☐
gpaCum	float	-	4	0.0001 <= gpaCum <= 4.3000	☐
qualtypointsCum			2		☐
hoursPreCum			2		☐
gradePreCum			2		☐
qualtypointsPreCum			2		☐

รูปที่ 5.12 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

Variable	Type	Precision/Size	Number Scale	Value	Unuse
fname	string	40	-	1 <= length of fname <= 40	☐
lname	string	40	-	1 <= length of lname <= 40	☐
email	string	40	-	1 <= length of email <= 40	☐
login	string	40	-	1 <= length of login <= 40	☐
pwd	string	8	-	1 <= length of pwd <= 8	☐
apwd	string	8	-	1 <= length of apwd <= 8	☐

รูปที่ 5.13 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

Variable	Type	Precision/Size	Number Scale	Value	Unuse
lock	int	-	-		☐
stock	int	-	-		☐
barrel	int	-	-		☐
commision			2		☐

รูปที่ 5.14 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

Variable	Valid value of Variable
lock [type: int precision: -]	1 <= lock <= 70 Edit | Delete lock = -1 Edit | Delete Add..
stock [type: int precision: -]	1 <= stock <= 80 Edit | Delete Add..
barrel [type: int precision: -]	1 <= barrel <= 90 Edit | Delete Add..

รูปที่ 5.15 ค่าที่ถูกต้องของตัวแปรของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิลที่ผู้ทดสอบกำหนด

Variable	Type	Precision/Size	Number Scale	Value	Unuse
EmpId	int	4	-		☐
EmpName	string	50	-	1 <= length of EmpName <= 50	☐
Salary	int	6	-		☐
DepartmentGrp	-- set --			Administrative,Accounting,Sales,IT,Customer Support	☐
Driving	boolean			true,false	☐
EmpType	-- set --			Employee,Worker	☐

รูปที่ 5.16 ตัวแปรและค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

Variable	Valid value of Variable	
EmpId [type: int precision: 4]	1000 <= EmpId <= 2999 3000 <= EmpId <= 4999 5000 <= EmpId <= 9999	Edit | Delete Edit | Delete Edit | Delete Add..
EmpName [type: string size: 50]	1 <= length of EmpName <= 50	Edit | Delete Add..
Salary [type: int precision: 6]	5000 <= Salary <= 10000 10001 <= Salary <= 150000	Edit | Delete Edit | Delete Add..
DepartmentGrp [type: - size: -]	DepartmentGrp in { Administrative,Accounting,Sales,IT,Customer Support }	Edit | Delete Add..
Driving [type: boolean size: -]	Driving in { true,false }	Edit | Delete Add..
EmpType [type: - size: -]	EmpType in { Employee,Worker }	Edit | Delete Add..

รูปที่ 5.17 ค่าที่ถูกต้องของตัวแปรของระบบเก็บข้อมูลพนักงานที่ผู้ทดสอบกำหนด

5.5 สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบที่นำแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาของแต่ละโปรแกรมประยุกต์บนเว็บมาสร้างเป็นกรณีทดสอบด้วยวิธีการออกแบบกรณีทดสอบทั้ง 8 วิธี นั้น พบว่ากรณีทดสอบที่ได้ถูกต้องตามหลักการออกแบบกรณีทดสอบและสามารถสรุปจำนวนกรณีทดสอบได้ดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 ตารางสรุปจำนวนกรณีทดสอบ

โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ	จำนวนองค์ประกอบ	จำนวนค่าที่ถูกต้อง	จำนวนชั้นสมมูล	วิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ	จำนวนกรณีทดสอบ
ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์	18	ช่วง = 10 ค่าคงที่ = 0 เซต = 8	ถูกต้อง = 18 ไม่ถูกต้อง = 19	WN	1
				SN	1
				WR	20
				SR	(39,366)
	9	ช่วงปิด = 9		BVA	37
				WC	(1,953,125)
				R	55
				RWC	(40,353,607)
โปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้	8	ช่วง = 5 ค่าคงที่ = 0 เซต = 3	ถูกต้อง = 8 ไม่ถูกต้อง = 13	WN	1
				SN	1
				WR	14
				SR	1,944
	5	ช่วงปิด = 5		BVA	21
				WC	3,125
				R	31
				RWC	16,807
ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต	6	ช่วง = 6 ค่าคงที่ = 0 เซต = 0	ถูกต้อง = 6 ไม่ถูกต้อง = 12	WN	1
				SN	1
				WR	13
				SR	729
	6	ช่วงปิด = 6		BVA	25
				WC	15,625
				R	37
				RWC	(117,649)

ตารางที่ 5.11 ตารางสรุปจำนวนกรณีทดสอบ (ต่อ)

โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ	จำนวนองค์ประกอบ	จำนวนค่าที่ถูกต้อง	จำนวนชั้นสมมูล	วิธีที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ	จำนวนกรณีทดสอบ
ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล	3	ช่วง = 3 ค่าคงที่ = 1 เซต = 0	ถูกต้อง = 4 ไม่ถูกต้อง = 20	WN	2
				SN	2
				WR	9
				SR	45
	2	ช่วงปิด = 2		BVA	9
				WC	25
				R	13
				RWC	49
ระบบเก็บข้อมูลพนักงาน	6	ช่วง = 6 ค่าคงที่ = 0 เซต = 3	ถูกต้อง = 9 ไม่ถูกต้อง = 6	WN	3
				SN	6
				WR	9
				SR	60
	3	ช่วงปิด = 6		BVA	27
				WC	750
				R	33
				RWC	1428

<u>หมายเหตุ</u>:

- จำนวนกรณีทดสอบที่อยู่ในวงเล็บ คือ จำนวนกรณีทดสอบที่ได้จากการคำนวณ เนื่องจากกรณีทดสอบมีจำนวนมากจนเครื่องมือไม่สามารถสร้างได้ โดยในระหว่างการทดสอบระบบปฏิบัติการได้แจ้งข้อความเตือนกลับมาว่า “Windows - Virtual Minimum Memory Too Low” จากนั้นเครื่องมือได้หยุดทำงานทันที ซึ่งสามารถตีความได้ว่าหน่วยความจำเสมือนที่มีให้ใช้งานนั้น ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน และระบบปฏิบัติการไม่สามารถหาหน่วยความจำมาเพิ่มได้ จึงหยุดการทำงานของเครื่องมือเพื่อป้องกันการหยุดชะงัก (Hang) ของระบบปฏิบัติการเอง
- การสร้างกรณีทดสอบสำหรับวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต (BVA, WC, R, RWC) จะทำเฉพาะองค์ประกอบที่มีค่าที่ถูกต้องแบบเป็นช่วงที่ชัดเจนหรือช่วงปิดเท่านั้น (ตามทฤษฎีของวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต)

จากตารางที่ 5.11 แสดงให้เห็นว่า วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส (SR) และวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส (RWC) เป็นวิธีการทดสอบที่ให้กรณีทดสอบออกมาเป็นจำนวนมากที่สุดในกลุ่มของวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลและวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขตตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล (WN) และวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต (BVA) เป็นวิธีการทดสอบที่ให้กรณีทดสอบออกมาเป็นจำนวนน้อยที่สุดในกลุ่มของวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลและวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขตตามลำดับ สำหรับจำนวนกรณีทดสอบที่ได้จากแต่ละวิธี สามารถสรุปได้ดังนี้

1) <u>การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล</u> จำนวนกรณีทดสอบที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนองค์ประกอบหรือตัวแปร และจำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้า ดังนี้

<u>กำหนดให้</u> Number of Test Cases คือ จำนวนกรณีทดสอบ
N คือ จำนวนองค์ประกอบหรือตัวแปร
V คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้อง
I คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง
i คือ องค์ประกอบหรือตัวแปรตัวที่ i

1.1) <u>การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล</u> จำนวนกรณีทดสอบมีค่าเท่ากับจำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องที่มากที่สุดในกลุ่มของตัวแปร ซึ่งมีสมการทั่วไป (Normal equation) ในการหาจำนวนกรณีทดสอบ เป็นดังนี้

$$\text{Number of Test Cases(WN)} = \max(V_i) \quad ; i = 1 \text{ to}$$

เมื่อ V_i คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ i
i มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง N

1.2) <u>การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล</u> จำนวนกรณีทดสอบมีค่าเท่ากับจำนวนที่ได้จากผลคูณคาร์ทีเซียนของทุกชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของทุกตัวแปร ซึ่งมีสมการทั่วไปในการหาจำนวนกรณีทดสอบ เป็นดังนี้

$$\text{Number of Test Cases(SN)} = V_1 * V_2 * V_3 * \ldots * V_N$$

เมื่อ V_1 คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ 1
V_2 คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ 2
V_3 คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ 3
V_N คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ N

1.3) <u>การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส</u> จำนวนกรณีทดสอบมีค่าเท่ากับจำนวนกรณีทดสอบของการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลรวมกับผลรวมของจำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องของทุกตัวแปร ซึ่งมีสมการทั่วไปในการหาจำนวนกรณีทดสอบ เป็นดังนี้

$$\text{Number of Test Cases(WR)} = \text{Number of Test Cases(WN)} + \sum_{i=1}^{N} I_i$$

เมื่อ I_i คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ i
i มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง N

1.4) <u>การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส</u> จำนวนกรณีทดสอบมีค่าเท่ากับจำนวนที่ได้จากผลคูณคาร์ทีเซียนของทุกชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของทุกตัวแปร ซึ่งมีสมการทั่วไปในการหาจำนวนกรณีทดสอบ เป็นดังนี้

$$\text{Number of Test Cases(SR)} = (V_1 + I_1) * (V_2 + I_2) * (V_3 + I_3) * \ldots * (V_N + I_N)$$

เมื่อ V_1 คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ 1
I_1 คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ 1
V_2 คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ 2
I_2 คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ 2
V_3 คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ 3
I_3 คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ 3
V_N คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ N
I_N คือ จำนวนชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้องของตัวแปรตัวที่ N

2) <u>วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล</u> จำนวนกรณีทดสอบที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนองค์ประกอบหรือตัวแปร จำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด และจำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด ดังนี้

<u>กำหนดให้</u> Number of Test Cases คือ จำนวนกรณีทดสอบ

N คือ จำนวนองค์ประกอบหรือตัวแปร

B คือ จำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด

C คือ จำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด

i คือ องค์ประกอบหรือตัวแปรตัวที่ i

j คือ ค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดช่วงที่ j

2.1) <u>การวิเคราะห์ค่าขอบเขต</u> จำนวนกรณีทดสอบมีค่าเท่ากับจำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดที่มากที่สุดในกลุ่มของตัวแปรรวมกับผลรวมของจำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของทุกตัวแปร ซึ่งมีสมการทั่วไปในการหาจำนวนกรณีทดสอบ เป็นดังนี้

$$\text{Number of Test Cases(BVA)} = \max(C_i) + \sum_{i=1}^{N} 4C_i \qquad ; i = i \text{ to } N$$

เมื่อ C_i คือ จำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรตัวที่ i

4 คือ จำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด ซึ่งประกอบด้วย

- ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด
- ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด

i มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง N

2.2) <u>การทดสอบแบบเวิสต์เคส</u> จำนวนกรณีทดสอบมีค่าเท่ากับจำนวนที่ได้จากผลคูณคาร์ทีเซียนของทุกค่าขอบเขตของทุกค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของทุกตัวแปร ซึ่งมีสมการทั่วไปในการหาจำนวนกรณีทดสอบ เป็นดังนี้

$$\text{Number of Test Cases(WC)} = 5C_1 * 5C_2 * 5C_3 * \ldots * 5C_N$$

เมื่อ 5 คือ จำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด ซึ่งประกอบด้วย

- ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด
- ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต
- ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด

C_1 คือ จำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรตัวที่ 1

C_2 คือ จำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรตัวที่ 2

C_3 คือ จำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรตัวที่ 3

C_N คือ จำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรตัวที่ N

2.3) <u>การทดสอบแบบโรบัสเนส</u> จำนวนกรณีทดสอบมีค่าเท่ากับจำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดที่มากที่สุดในกลุ่มของตัวแปรรวมกับผลรวมของจำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของทุกตัวแปร ซึ่งมีสมการทั่วไปในการหาจำนวนกรณีทดสอบ เป็นดังนี้

$$\text{Number of Test Cases(R)} = \max(C_i) + \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{C}(B_R)_{ji} \quad ; i = i \text{ to } N$$

เมื่อ C_i คือ จำนวนค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรตัวที่ i

B_R คือ จำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด ซึ่งประกอบด้วย

- ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า (อาจไม่มีในบางค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด)
- ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด
- ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (อาจไม่มีในบางค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด)

$(B_R)_{ji}$ คือ จำนวนค่าขอบเขตของค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดช่วงที่ j ของตัวแปรตัวที่ i

i มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง N

j มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง C

2.4) <u>การทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส</u> จำนวนกรณีทดสอบมีค่าเท่ากับจำนวนที่ได้จากผลคูณคาร์ทีเชียนของทุกค่าขอบเขตของทุกค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของทุกตัวแปร ซึ่งมีสมการทั่วไปในการหาจำนวนกรณีทดสอบ เป็นดังนี้

$$\text{Number of Test Cases(RWC)} = \left(\sum_{j=1}^{C}(B_{RWC})_j\right)_1 * \left(\sum_{j=1}^{C}(B_{RWC})_j\right)_2 * \ldots * \left(\sum_{j=1}^{C}(B_{RWC})_j\right)_N$$

เมื่อ B_{RWC} คือ จำนวนค่าขอบเขตของแต่ละค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด ซึ่งประกอบด้วย

- ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า (อาจไม่มีในบางค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด)
- ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด
- ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต
- ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า
- ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด
- ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า (อาจไม่มีในบางค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิด)

$(B_{RWC})_j$ คือ จำนวนค่าขอบเขตของค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดช่วงที่ j

j มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง C

$\left(\sum_{j=1}^{C}(B_{RWC})_j\right)_1$ คือ ผลรวมของจำนวนค่าขอบเขตของทุกค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรตัวที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$(\sum_{j=1}^{C}(B_{RWC})_j)_2$ คือ ผลรวมของจำนวนค่าขอบเขตของทุกค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรตัวที่ 2

$(\sum_{j=1}^{C}(B_{RWC})_j)_N$ คือ ผลรวมของจำนวนค่าขอบเขตของทุกค่าที่ถูกต้องประเภทช่วงปิดของตัวแปรตัวที่ N

สุดท้ายจากการทดลองใส่ข้อผิดพลาดเข้าไปในแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล และทำการทดสอบแฟ้มเอกสารด้วยกรณีทดสอบที่สร้างได้นั้น พบว่ากรณีทดสอบสามารถแสดงให้เห็นข้อผิดพลาดที่ใส่เข้าไปได้

หมายเหตุ: ตัวอย่างการทดลองใส่ข้อผิดพลาดนั้น สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ทำการสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ โดยสามารถสร้างกรณีทดสอบได้จาก 8 วิธี ดังนี้

1) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล
    1.1) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล
    1.2) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล
    1.3) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส
    1.4) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส
2) การทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต
    2.1) การวิเคราะห์ค่าขอบเขต
    2.2) การทดสอบแบบเวิสต์เคส
    2.3) การทดสอบแบบโรบัสเนส
    2.4) การทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส

เนื่องจากสามารถสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบ 8 วิธี ดังนั้นกรณีทดสอบที่ได้จึงมีความหลากหลาย ซึ่งเป็นผลทำให้การทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในส่วนของการกำหนดช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรในกรณีทดสอบนั้น เนื่องจากในการใช้งานทั่วไปตัวแปรสามารถมีช่วงของค่าที่ถูกต้องได้หลายช่วง ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงออกแบบให้สามารถกำหนดช่วงของค่าที่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรได้มากกว่า 1 ช่วง ซึ่งทำให้เหมาะสมกับการใช้งานทั่วไปมากขึ้น

เนื่องจากวิทยานิพนธ์นี้ออกแบบให้สามารถนำออกกรณีทดสอบในรูปของเอกสารได้ ดังนั้นผู้ทดสอบหรือผู้ใช้จึงสามารถนำรายงานกรณีทดสอบไปใช้ซ้ำ (Reuse) ในขั้นตอนอื่นๆ ของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ เช่น ขั้นตอนการทบทวนการทดสอบ (Test review) ได้

ผลจากการทดสอบเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นตามที่ได้ออกแบบไว้นั้น พบว่าเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาออกมาได้อย่างถูกต้องตรงตามทฤษฎีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลและการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต ดังนั้นเครื่องมือที่ได้จึงมีประโยชน์ต่อการทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บหรือซอฟต์แวร์ เพราะสามารถช่วยลดเวลาของกระบวนการสร้างกรณีทดสอบและเวลาโดยรวมของกระบวนการทดสอบซอฟต์แวร์ให้น้อยลงได้

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) วิทยานิพนธ์นี้สามารถวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาที่มีเนื้อหาสมบูรณ์ภายในแฟ้มเอกสารเดียวเท่านั้น ไม่สามารถอ้างอิงเนื้อหาเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาจากแฟ้มเอกสารอื่นได้ ดังนั้นควรทำให้การวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสามารถอ้างอิงเนื้อหาเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาจากแฟ้มเอกสารอื่นได้

2) วิทยานิพนธ์นี้สร้างกรณีทดสอบจากองค์ประกอบในหน้าเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลโดยไม่ได้สนใจความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และลำดับการป้อนข้อมูลให้กับแต่ละองค์ประกอบ ดังนั้นควรสร้างกรณีทดสอบโดยสนใจความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและลำดับการป้อนข้อมูลให้กับแต่ละองค์ประกอบในหน้าเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพื่อให้กรณีทดสอบที่ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) ผลลัพธ์ที่คาดหวังในกรณีทดสอบของวิทยานิพนธ์นี้เป็นค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำงานถูกต้องหรือโปรแกรมทำงานไม่ถูกต้องเท่านั้น ดังนั้นควรทำให้ผลลัพธ์ที่คาดหวังเป็นค่าหรือผลลัพธ์ที่แท้จริงของโปรแกรม เพื่อให้ผู้ทดสอบได้เห็นผลลัพธ์ที่แท้จริงที่จะเกิดขึ้นในแต่ละกรณีทดสอบ

4) ในส่วนของการสร้างค่าสุ่มให้กับองค์ประกอบในหน้าเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล (หรือตัวแปรในกรณีทดสอบ) ที่มีชนิดข้อมูลเป็นตัวอักษรนั้น ควรปรับปรุงให้สามารถสร้างค่าสุ่มที่มีความใกล้เคียงกับค่าข้อมูลที่ได้จากการใช้งานทั่วไปมากขึ้น

5) วิทยานิพนธ์นี้ถูกออกแบบให้สามารถรองรับชนิดข้อมูลเบื้องต้นได้เท่านั้น (ชอร์ต อินท์ ลอง โฟลต ดับเบิ้ล สตริง และบูลีน) ดังนั้นควรเพิ่มให้สามารถรองรับชนิดข้อมูลอื่นๆ ได้อีกเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น

6.3 ผลงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับคัดเลือกให้นำเสนอในงานประชุมวิชาการและตีพิมพ์ในเอกสาร “Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technologies (ICT 2004)” ในระหว่างวันที่ 18-19 พฤศจิกายน พ.ศ.2547 โดยมีหัวข้องานวิจัยชื่อ “Test Case Generation for Web Application Using Black-box Testing Technique” สำหรับผลงานที่ตีพิมพ์ สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ฉ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

[1] สุภาพร หมั่นเพียรสุข. เครื่องมือสำหรับสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[2] Paul C. Jorgensen. Software Testing: A Craftsman's Approach second edition. United States of America: CRC Press LLC, 2002.

[3] ชวลิต จีรทีปติสุนทร. XML Step by Step ฉบับภาษาไทย. กรุงเทพฯ: DSL กรุงเทพฯ, 2543.

[4] ขยัน จันทรสถาพร. เรียนลัด XML ฉบับรู้เต็มร้อย. กรุงเทพฯ: สยามศิลปการพิมพ์, มกราคม 2544.

[5] JsunDay.com. XML Step-By-Step ตอนที่ 1. July 2003, Available from: http://www.jsunday.com/articles/jul272003_xml1.php

[6] Roger L. Costello. XML Schema Tutorial. September 2003, Available from: http://www.xfront.com

[7] ธนพล สิชฌนุกฤษฎ์. การพัฒนาระบบจัดการกรณีทดสอบซอฟต์แวร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

[8] Digital Computation. Pro-Test Test Case Software. 2002, Available from: http://www.sigmazone.com/protest.htm

[9] Uma G. Gupta. Automatic Tools for Testing Expert Systems. Communications of the ACM 41(5):179-184, May 1998.

[10] PopMail. POPMail Registration. 1997, Available from: http://www.popmail.com/reg/reg_pangia.asp

[11] Kentucky University. How to calculate Grade Point Average (GPA). 18 February 2004, Available from: http://www.uky.edu/Registrar/GPAcalc.html

[12] Kritsana Piriyakitpaiboon and Suchada Supapon. UML: Class Diagram Design Tool on Internet. 2001, Available from: http://project.cs.kku.ac.th/2544/project/cs41/group1/demo/signup.html

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างการสร้างกรณีทดสอบ

<u>โจทย์ตัวอย่าง</u> : โปรแกรมทำการคำนวณหาค่าผลบวกของตัวแปร a และ b โดยโปรแกรมจะรับค่า a และ b ที่มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 200

1. ตัวอย่างของการสร้างกรณีทดสอบที่ได้จากเครื่องมือ โดยการใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล

<u>กำหนดให้</u>

- ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้อง เป็นดังนี้

  EQV1 = { a : $1 \leq a \leq 200$ }

  EQV2 = { b : $1 \leq b \leq 200$ }

- ชั้นสมมูลของข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง เป็นดังนี้

  EQV3 = { a : $a < 1$ }

  EQV4 = { b : $b < 1$ }

  EQV5 = { a : $a > 200$ }

  EQV6 = { b : $b > 200$ }

1.1 กรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล เป็นดังนี้

ตารางที่ ก-1 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล

Test Case ID.	a	b	Expected Output
WN1	25	30	Valid

1.2 กรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล เป็นดังนี้

ตารางที่ ก-2 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล

Test Case ID.	a	b	Expected Output
SN1	25	30	Valid

1.3 กรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส เป็นดังนี้

ตารางที่ ก-3 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส

Test Case ID.	a	b	Expected Output
WR1	25	30	Valid
WR2	-2	30	Invalid
WR3	25	-7	Invalid
WR4	250	30	Invalid
WR5	25	220	Invalid

1.4 กรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส เป็นดังนี้

ตารางที่ ก-4 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส

Test Case ID.	a	b	Expected Output
SR1	25	30	Valid
SR2	25	-7	Invalid
SR3	25	220	Invalid
SR4	-2	30	Invalid
SR5	-2	-7	Invalid
SR6	-2	220	Invalid
SR7	250	30	Invalid
SR8	250	-7	Invalid
SR9	250	220	Invalid

2. ตัวอย่างของการสร้างกรณีทดสอบที่ได้จากเครื่องมือ โดยการใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

2.1 กรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต มีจำนวนทั้งสิ้น 4*2+1 = 9 กรณีทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ ก-5 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต

Test Case ID.	a	b	Expected Output
BVA1	20	95	Valid
BVA2	1	95	Valid
BVA3	2	95	Valid
BVA4	199	95	Valid
BVA5	200	95	Valid
BVA6	20	1	Valid
BVA7	20	2	Valid
BVA8	20	199	Valid
BVA9	20	200	Valid

2.2 กรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคส มีจำนวนทั้งสิ้น $5^2 = 25$ กรณีทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ ก-6 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคส

Test Case ID.	a	b	Expected Output
WC1	1	1	Valid
WC2	1	2	Valid
WC3	1	95	Valid
WC4	1	199	Valid
WC5	1	200	Valid
WC6	2	1	Valid
WC7	2	2	Valid
WC8	2	95	Valid
WC9	2	199	Valid
WC10	2	200	Valid
WC11	20	1	Valid
WC12	20	2	Valid

ตารางที่ ก-6 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคส (ต่อ)

Test Case ID.	a	b	Expected Output
WC13	20	95	Valid
WC14	20	199	Valid
WC15	20	200	Valid
WC16	199	1	Valid
WC17	199	2	Valid
WC18	199	95	Valid
WC19	199	199	Valid
WC20	199	200	Valid
WC21	200	1	Valid
WC22	200	2	Valid
WC23	200	95	Valid
WC24	200	199	Valid
WC25	200	200	Valid

2.3 กรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส มีจำนวนทั้งสิ้น 6*2+1=13 กรณีทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ ก-7 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส

Test Case ID.	a	b	Expected Output
R1	20	95	Valid
R2	0	95	Invalid
R3	1	95	Valid
R4	2	95	Valid
R5	199	95	Valid
R6	200	95	Valid
R7	201	95	Invalid
R8	20	0	Invalid

ตารางที่ ก-7 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส (ต่อ)

Test Case ID.	a	b	Expected Output
R9	20	1	Valid
R10	20	2	Valid
R11	20	199	Valid
R12	20	200	Valid
R13	20	201	Invalid

2.4 กรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส มีจำนวนทั้งสิ้น $7^2 = 49$ กรณีทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ ก-8 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส

Test Case ID.	a	b	Expected Output
RWC1	0	0	Invalid
RWC2	0	1	Invalid
RWC3	0	2	Invalid
RWC4	0	95	Invalid
RWC5	0	199	Invalid
RWC6	0	200	Invalid
RWC7	0	201	Invalid
RWC8	1	0	Invalid
RWC9	1	1	Valid
RWC10	1	2	Valid
RWC11	1	95	Valid
RWC12	1	199	Valid
RWC13	1	200	Valid
RWC14	1	201	Invalid
RWC15	2	0	Invalid
RWC16	2	1	Valid
RWC17	2	2	Valid

ตารางที่ ก-8 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส (ต่อ)

Test Case ID.	a	b	Expected Output
RWC18	2	95	Valid
RWC19	2	199	Valid
RWC20	2	200	Valid
RWC21	2	201	Invalid
RWC22	20	0	Invalid
RWC23	20	1	Valid
RWC24	20	2	Valid
RWC25	20	95	Valid
RWC26	20	199	Valid
RWC27	20	200	Valid
RWC28	20	201	Invalid
RWC29	199	0	Invalid
RWC30	199	1	Valid
RWC31	199	2	Valid
RWC32	199	95	Valid
RWC33	199	199	Valid
RWC34	199	200	Valid
RWC35	199	201	Invalid
RWC36	200	0	Invalid
RWC37	200	1	Valid
RWC38	200	2	Valid
RWC39	200	95	Valid
RWC40	200	199	Valid
RWC41	200	200	Valid
RWC42	200	201	Invalid
RWC43	201	0	Invalid
RWC44	201	1	Invalid
RWC45	201	2	Invalid

ตารางที่ ก-8 ตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้จากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส (ต่อ)

Test Case ID.	a	b	Expected Output
RWC46	201	95	Invalid
RWC47	201	199	Invalid
RWC48	201	200	Invalid
RWC49	201	201	Invalid

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
พจนานุกรมข้อมูล

ตารางที่ ข-1 พจนานุกรมข้อมูลตาราง Project

ชื่อเขตข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
proj_id	ลำดับโปรเจ็ค	int		ไม่	PK	1
proj_name	ชื่อโปรเจ็ค	varchar	255	ไม่		Test project

ตารางที่ ข-2 พจนานุกรมข้อมูลตาราง File

ชื่อเขตข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
file_projid	ลำดับโปรเจ็ค	int		ไม่	PK, FK	1
file_id	ลำดับแฟ้มเอกสาร	int		ไม่	PK	1
file_htmlName	ชื่อแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล	varchar	255	ไม่		EmployeeInfo.html
file_xmlSchemaName	ชื่อแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา	varchar	255	ใช่		EmployeeInfo.xsd
file_html	เนื้อหาของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล	longtext		ไม่		<html> <head> <title>Employee information</ti...
file_xmlSchema	เนื้อหาของแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา	longtext		ใช่		<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <!--W3C Sc...

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-3 พจนานุกรมข้อมูลตาราง Variable

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
var_projid	ลำดับโปรเจ็ค	int		ไม่	PK, FK	1
var_fileid	ลำดับแฟ้มเอกสาร	int		ไม่	PK, FK	1
var_id	ลำดับตัวแปร	int		ไม่	PK	1
var_name	ชื่อตัวแปร	varchar	255	ไม่		Salary
var_size	ขนาดตัวแปร	int		ใช่		8
var_scale	จำนวนหลักหลังจุดทศนิยมของตัวแปร	int		ใช่		2
var_use	ความต้องการใช้ตัวแปรในการสร้างกรณีทดสอบ โดย 0 = ไม่ใช้ 1 = ใช้	tinyint		ไม่		1
var_provider	ที่มาของคุณสมบัติของตัวแปร โดย 0 = มาจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล 1 = มาจากผู้ทดสอบ 2 = มาจากแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา	tinyint		ไม่		2
var_varTypeid	ลำดับชนิดข้อมูลของตัวแปร	int		ใช่	FK	4
var_cpnTypeid	ลำดับชนิดองค์ประกอบของตัวแปร	int		ไม่	FK	1

ตารางที่ ข-4 พจนานุกรมข้อมูลตาราง RangeAndConst

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
rac_projid	ลำดับโปรเจ็ค	int		ไม่	PK, FK	1
rac_fileid	ลำดับแฟ้มเอกสาร	int		ไม่	PK, FK	1
rac_varid	ลำดับตัวแปร	int		ไม่	PK, FK	1
rac_id	ลำดับ	int		ไม่	PK	1
rac_value1	ค่าขอบเขต	double		ไม่		5000.00
rac_symbol1	เครื่องหมาย	char	2	ไม่		<=

ตารางที่ ข-4 พจนานุกรมข้อมูลตาราง RangeAndConst (ต่อ)

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
rac_symbol2	เครื่องหมาย	char	2	ใช่		<=
rac_value2	ค่าขอบเขต	double		ใช่		150000.00
rac_randomValue	ค่าสุ่ม	double		ใช่		79268.05
rac_validType	ชนิดของชั้นสมมูล โดย 0 = ชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง (Invalid Equivalence Class) 1 = ชั้นสมมูลที่ถูกต้อง (Valid Equivalnece Class)	tinyint		ไม่		1
rac_provider	ที่มาของชั้นสมมูลของตัวแปร โดย 1 = มาจากผู้ทดสอบ 2 = มาจากแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา 3 = เครื่องมือสร้างให้	tinyint		ไม่		2
rac_racTypeid	ลำดับชนิดของชั้นสมมูล	tinyint		ไม่	FK	1

ตารางที่ ข-5 พจนานุกรมข้อมูลตาราง BoundaryValue

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
bdVal_projid	ลำดับโปรเจ็ค	int		ไม่	PK, FK	1
bdVal _fileid	ลำดับแฟ้มเอกสาร	int		ไม่	PK, FK	1
bdVal _varid	ลำดับตัวแปร	int		ไม่	PK, FK	1
bdVal _racid	ลำดับ	int		ไม่	PK	1
bdVal_minMinus	ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า	double		ไม่		4999.99
bdVal_min	ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด	double		ไม่		5000.00

ตารางที่ ข-5 พจนานุกรมข้อมูลตาราง BoundaryValue (ต่อ)

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
bdVal_minPlus	ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดอยู่ 1 ค่า	double		ไม่		5000.01
bdVal_nom	ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต (ค่าสุ่ม)	double		ไม่		81168.25
bdVal_maxMinus	ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า	double		ไม่		149999.99
bdVal_max	ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด	double		ไม่		150000.00
bdVal_maxPlus	ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดอยู่ 1 ค่า	double		ไม่		150000.01

ตารางที่ ข-6 พจนานุกรมข้อมูลตาราง SetValue

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
set_projid	ลำดับโปรเจ็ค	int		ไม่	PK, FK	1
set _fileid	ลำดับแฟ้มเอกสาร	int		ไม่	PK, FK	1
set _varid	ลำดับตัวแปร	int		ไม่	PK, FK	1
set _id	ลำดับ	int		ไม่	PK	1
set _inFlag	การอยู่ในเซต โดย 0 = ไม่อยู่ในเซต (not in) 1 = อยู่ในเซต (in)	tinyint		ไม่		1
set _value	ค่าในเซต	varchar	255	ไม่		Employee, Worker
set_randomValue	ค่าสุ่ม	varchar	255	ใช่		Employee
set _validType	ชนิดของชั้นสมมูล โดย 0 = ชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง (Invalid Equivalence Class) 1 = ชั้นสมมูลที่ถูกต้อง (Valid Equivalence Class)	tinyint		ไม่		1

ตารางที่ ข-6 พจนานุกรมข้อมูลตาราง SetValue (ต่อ)

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
set_provider	ที่มาของชั้นสมมูลของตัวแปร โดย 0 = มาจากแฟ้มเอกสารเอชทีเอ็มแอล 1 = มาจากผู้ทดสอบ 2 = มาจากแฟ้มเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา 3 = เครื่องมือสร้างให้	tinyint		ไม่		0
set_setTypeid	ลำดับชนิดของชั้นสมมูล	tinyint		ไม่	FK	1

ตารางที่ ข-7 พจนานุกรมข้อมูลตาราง ComponentType

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
cpnType_id	ลำดับชนิดองค์ประกอบ	int		ไม่	PK	1
cpnType_name	ชื่อชนิดองค์ประกอบ	varchar	255	ไม่		Text field

ตารางที่ ข-8 พจนานุกรมข้อมูลตาราง VariableType

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
varType_id	ลำดับชนิดข้อมูล	int		ไม่	PK	1
varType_name	ชื่อชนิดข้อมูล	varchar	255	ไม่		short

ตารางที่ ข-9 พจนานุกรมข้อมูลตาราง RangeAndConstType

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
racType_id	ลำดับชนิดของชั้นสมมูล	tinyint		ไม่	PK	1
racType_name	ชื่อชนิดของชั้นสมมูล	varchar	255	ไม่		closed range

ตารางที่ ข-10 พจนานุกรมข้อมูลตาราง SetType

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ว่างเปล่า (Null ?)	หมายเหตุ	ตัวอย่างข้อมูล
setType_id	ลำดับชนิดของชั้นสมมูล	tinyint		ไม่	PK	1
setType_name	ชื่อชนิดของชั้นสมมูล	varchar	255	ไม่		set

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างกรณีทดสอบ

1. ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

1.1 วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล

Variable	Class No.	Input Equivalence Class	Class Type
user	1	3 <= length of user <= 20	Valid
	2	length of user < 3	Invalid
	3	length of user > 20	Invalid
pwd	1	6 <= length of pwd <= 12	Valid
	2	length of pwd < 6	Invalid
	3	length of pwd > 12	Invalid
repwd	1	6 <= length of repwd <= 12	Valid
	2	length of repwd < 6	Invalid
	3	length of repwd > 12	Invalid
pwdans	1	1 <= length of pwdans <= 20	Valid
	2	length of pwdans < 1	Invalid
	3	length of pwdans > 20	Invalid
firstname	1	1 <= length of firstname <= 25	Valid
	2	length of firstname < 1	Invalid
	3	length of firstname > 25	Invalid
lastname	1	1 <= length of lastname <= 35	Valid
	2	length of lastname < 1	Invalid
	3	length of lastname > 35	Invalid
bday_year	1	1944 <= bday_year <= 1999	Valid
	2	bday_year < 1944	Invalid
	3	bday_year > 1999	Invalid
gender	1	gender in { m,f }	Valid
zip	1	zip >= 1000	Valid
	2	zip < 1000	Invalid
referred_by	1	1 <= length of referred_by <= 30	Valid
	2	length of referred_by < 1	Invalid
	3	length of referred_by > 30	Invalid
payment_type	1	payment_type in { 1,2,3 }	Valid
securitycode	1	1 <= length of securitycode <= 5	Valid
	2	length of securitycode < 1	Invalid
	3	length of securitycode > 5	Invalid
tosagree	1	tosagree in { true,false }	Valid
pwdquestion	1	pwdquestion in { --Select Question--,Mother's maiden name?,City of birth?,Name of your pet? }	Valid
bday_month	1	bday_month in { January,February,March,April,May,June,July,August,September,October,November,December }	Valid
bday_day	1	bday_day in { 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31 }	Valid
occupation	1	occupation in { --Select Occupation--,Accounting/Finance,Computer related (IS; MIS; DP),Computer related (WWW),Consulting,Customer service/support,Education/training,Engineering,Executive/senior management,General administrative/supervisory,Government/Military,Manufactur }	Valid
timezone	1	timezone in { --Please select your time zone--,(GMT-12:00) Eniwetok; Kwajalein,(GMT-11:00) Midway Island; Samoa,(GMT-10:00) Hawaii,(GMT-09:00) Alaska,(GMT-08:00) Pacific Time (US & Canada),(GMT-07:00) Mountain Time (US & Canada),(GMT-07:00) Arizona,(GMT-06:00) Central }	Valid

รูปที่ ค-1 รายการชั้นสมมูลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
WN1	user	Nrw	$user_1$	Valid
	pwd	NyjCgyrQ	pwd_1	
	repwd	yRYeMkTJvG	$repwd_1$	
	pwdans	kxyKKMsCFvdMFOc	$pwdans_1$	
	firstname	tWKocqAlRXdStD	$firstname_1$	
	lastname	LHK	$lastname_1$	
	bday_year	1985	$bday_year_1$	
	gender	m	$gender_1$	
	zip	1568372543	zip_1	
	referred_by	uoCyggdLaegeMzlHD	$referred_by_1$	
	payment_type	1	$payment_type_1$	
	securitycode	l	$securitycode_1$	
	tosagree	true	$tosagree_1$	
	pwdquestion	City of birth?	$pwdquestion_1$	
	bday_month	December	$bday_month_1$	
	bday_day	14	$bday_day_1$	
	occupation	Manufactur	$occupation_1$	
	timezone	(GMT-10:00) Hawaii	$timezone_1$	

รูปที่ ค-2 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล
ของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
SN1	user	NgqixkOWAPlHCFaN	$user_1$	Valid
	pwd	IUYmwrxEY	pwd_1	
	repwd	ipLRfShitX	$repwd_1$	
	pwdans	PBJ	$pwdans_1$	
	firstname	YjanKnlQCznDpRK	$firstname_1$	
	lastname	nqOHdyoKMdPWzYrYcBqT	$lastname_1$	
	bday_year	1970	$bday_year_1$	
	gender	m	$gender_1$	
	zip	142436652	zip_1	
	referred_by	FDNnUxelgap	$referred_by_1$	
	payment_type	1	$payment_type_1$	
	securitycode	rc	$securitycode_1$	
	tosagree	true	$tosagree_1$	
	pwdquestion	Name of your pet?	$pwdquestion_1$	
	bday_month	March	$bday_month_1$	
	bday_day	28	$bday_day_1$	
	occupation	Government/Military	$occupation_1$	
	timezone	(GMT-07:00) Mountain Time (US & Canada)	$timezone_1$	

รูปที่ ค-3 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล
ของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

Test Case ID.	Variable	Value	Covered Class	Expected Output
WR1	user	XIXFVGIELHfedcOmi	$user_1$	Valid
	pwd	eVTPITisNQ	pwd_1	
	repwd	DXsarCBSh	$repwd_1$	
	pwdans	zbdZclibOy	$pwdans_1$	
	firstname	dCQFvnLNDWyYxhMDCYOuR	$firstname_1$	
	lastname	TwETaeQhzgfSgDd	$lastname_1$	
	bday_year	1961	$bday_year_1$	
	gender	m	$gender_1$	
	zip	1436402640	zip_1	
	referred_by	vAXkBP	$referred_by_1$	
	payment_type	3	$payment_type_1$	
	securitycode	U	$securitycode_1$	
	tosagree	true	$tosagree_1$	
	pwdquestion	Name of your pet?	$pwdquestion_1$	
	bday_month	November	$bday_month_1$	
	bday_day	5	$bday_day_1$	
	occupation	Manufactur	$occupation_1$	
	timezone	(GMT-10:00) Hawaii	$timezone_1$	
	user	KG	$user_2$	
	pwd	eVTPITisNQ	pwd_1	
	repwd	DXsarCBSh	$repwd_1$	
	pwdans	zbdZclibOy	$pwdans_1$	
	[illegible]	dCQF[illegible]NDWyYxhMDCYOuR	f[illegible]me$_1$	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	pay[illegible]ype	3	p[illegible]	
	securitycode		$securitycode_2$	
	tosagree	true	$tosagree_1$	
	pwdquestion	Name of your pet?	$pwdquestion_1$	
	bday_month	November	$bday_month_1$	
	bday_day	5	$bday_day_1$	
	occupation	Manufactur	$occupation_1$	
	timezone	(GMT-10:00) Hawaii	$timezone_1$	
WR20	user	XIXFVGIELHfedcOmi	$user_1$	Invalid
	pwd	eVTPITisNQ	pwd_1	
	repwd	DXsarCBSh	$repwd_1$	
	pwdans	zbdZclibOy	$pwdans_1$	
	firstname	dCQFvnLNDWyYxhMDCYOuR	$firstname_1$	
	lastname	TwETaeQhzgfSgDd	$lastname_1$	
	bday_year	1961	$bday_year_1$	
	gender	m	$gender_1$	
	zip	1436402640	zip_1	
	referred_by	vAXkBP	$referred_by_1$	
	payment_type	3	$payment_type_1$	
	securitycode	ypkpOj	$securitycode_3$	
	tosagree	true	$tosagree_1$	
	pwdquestion	Name of your pet?	$pwdquestion_1$	
	bday_month	November	$bday_month_1$	
	bday_day	5	$bday_day_1$	
	occupation	Manufactur	$occupation_1$	
	timezone	(GMT-10:00) Hawaii	$timezone_1$	

รูปที่ ค-4 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส ของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

1.2 วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

No.	Variable	Range No.	Range of Valid Value
1	user	1	3 <= length of user <= 20
2	pwd	1	6 <= length of pwd <= 12
3	repwd	1	6 <= length of repwd <= 12
4	pwdans	1	1 <= length of pwdans <= 20
5	firstname	1	1 <= length of firstname <= 25
6	lastname	1	1 <= length of lastname <= 35
7	bday_year	1	1944 <= bday_year <= 1999
8	referred_by	1	1 <= length of referred_by <= 30
9	securitycode	1	1 <= length of securitycode <= 5

รูปที่ ค-5 รายการช่วงที่ถูกต้องของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
BVA1	user	yCmvR	Nom_{1-1}	Valid
	pwd	SnqyKPfj	Nom_{2-1}	
	repwd	WoTrmonQ	Nom_{3-1}	
	pwdans	xNhbKqshFUVAvr	Nom_{4-1}	
	firstname	XfoCyMwom	Nom_{5-1}	
	lastname	fmqOSIVoeBZAhpHKUXwCHWz	Nom_{6-1}	
	bday_year	1969	Nom_{7-1}	
	referred_by	wVCvFp	Nom_{8-1}	
	securitycode	kPX	Nom_{9-1}	
	user	fxc	Min_{1-1}	
	[illegible]	SnqyKPfj	Nom_{2-1}	
	[illegible]	WoT[illegible]		
	[illegible]	[illegible]		
	[illegible]	[illegible]9	[illegible]	
	referred_	wVCvFp	Nom_{8}	
	securitycode	FrBQ	Max_{9-1}	
BVA37	user	yCmvR	Nom_{1-1}	Valid
	pwd	SnqyKPfj	Nom_{2-1}	
	repwd	WoTrmonQ	Nom_{3-1}	
	pwdans	xNhbKqshFUVAvr	Nom_{4-1}	
	firstname	XfoCyMwom	Nom_{5-1}	
	lastname	fmqOSIVoeBZAhpHKUXwCHWz	Nom_{6-1}	
	bday_year	1969	Nom_{7-1}	
	referred_by	wVCvFp	Nom_{8-1}	
	securitycode	WEgCT	Max_{9-1}	

รูปที่ ค-6 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต
ของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
R1	user	lEQEaeQMOs	Nom_{1-1}	Valid
	pwd	JqsMVgvkp	Nom_{2-1}	
	repwd	CbvdbsxYx	Nom_{3-1}	
	pwdans	FSUboPpnakTTvOZrDM	Nom_{4-1}	
	firstname	vjEh	Nom_{5-1}	
	lastname	StDLHKuoCyggdL	Nom_{6-1}	
	bday_year	1969	Nom_{7-1}	
	referred_by	ZbaDDOdOgFpQUsHnDuEktBench	Nom_{8-1}	
	securitycode	dlc	Nom_{9-1}	
R2	user	GC	$Min-_{1-1}$	Invalid
	pwd	JqsMVgvkp	Nom_{2-1}	
	repwd	CbvdbsxYx	Nom_{3-1}	
	pwdans	FSUboPpnakTTvOZrDM	Nom_{4-1}	
	firstname	vjEh	Nom_{5-1}	
	lastname	StDLHKuoCyggdL	Nom_{6-1}	
	bday_year	1969	Nom_{7-1}	
	referred_by	ZbaDDOdOgFpQUsHnDuEktBench	Nom_{8-1}	
	securitycode	dlc	Nom_{9-1}	
R3	user	bAw	Min_{1-1}	Valid
	pwd	JqsMVgvkp	Nom_{2-1}	
	repwd	CbvdbsxYx	Nom_{3-1}	
	pwdans	FSUboPpnakTTvOZrDM	Nom_{4-1}	
	tnar	·jEh	Nom_{5-1}	
	pwd	JqsM·vgvkp	2-1	
R53	repwd	CbvdbsxYx	Nom_{3-1}	Valid
	pwdans	FSUboPpnakTTvOZrDM	Nom_{4-1}	
	firstname	vjEh	Nom_{5-1}	
	lastname	StDLHKuoCyggdL	Nom_{6-1}	
	bday_year	1969	Nom_{7-1}	
	referred_by	ZbaDDOdOgFpQUsHnDuEktBench	Nom_{8-1}	
	securitycode	rXgJ	$Max-_{9-1}$	
R54	user	lEQEaeQMOs	Nom_{1-1}	Valid
	pwd	JqsMVgvkp	Nom_{2-1}	
	repwd	CbvdbsxYx	Nom_{3-1}	
	pwdans	FSUboPpnakTTvOZrDM	Nom_{4-1}	
	firstname	vjEh	Nom_{5-1}	
	lastname	StDLHKuoCyggdL	Nom_{6-1}	
	bday_year	1969	Nom_{7-1}	
	referred_by	ZbaDDOdOgFpQUsHnDuEktBench	Nom_{8-1}	
	securitycode	COpjy	Max_{9-1}	
R55	user	lEQEaeQMOs	Nom_{1-1}	Invalid
	pwd	JqsMVgvkp	Nom_{2-1}	
	repwd	CbvdbsxYx	Nom_{3-1}	
	pwdans	FSUboPpnakTTvOZrDM	Nom_{4-1}	
	firstname	vjEh	Nom_{5-1}	
	lastname	StDLHKuoCyggdL	Nom_{6-1}	
	bday_year	1969	Nom_{7-1}	
	referred_by	ZbaDDOdOgFpQUsHnDuEktBench	Nom_{8-1}	
	securitycode	pkJzXV	$Max+_{9-1}$	

รูปที่ ค-7 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส ของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

2. โปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

2.1 วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล

Variable	Class No.	Input Equivalence Class	Class Type
hours1	1	0.50 <= hours1 <= 200.00	Valid
	2	hours1 < 0.50	Invalid
	3	hours1 > 200.00	Invalid
grade1	1	grade1 in { A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e }	Valid
	2	grade1 not in { A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e }	Invalid
hours2	1	0.50 <= hours2 <= 200.00	Valid
	2	hours2 < 0.50	Invalid
	3	hours2 > 200.00	Invalid
grade2	1	grade2 in { A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e }	Valid
	2	grade2 not in { A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e }	Invalid
hours3	1	0.50 <= hours3 <= 200.00	Valid
	2	hours3 < 0.50	Invalid
	3	hours3 > 200.00	Invalid
grade3	1	grade3 in { A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e }	Valid
	2	grade3 not in { A+,a+,A,a,A-,a-,B+,b+,B,b,B-,b-,C+,c+,C,c,C-,c-,D+,d+,D,d,D-,d-,E,e }	Invalid
hoursCum	1	0.50 <= hoursCum <= 300.00	Valid
	2	hoursCum < 0.50	Invalid
	3	hoursCum > 300.00	Invalid
gpaCum	1	0.0001 <= gpaCum <= 4.3000	Valid
	2	gpaCum < 0.0001	Invalid
	3	gpaCum > 4.3000	Invalid

รูปที่ ค-8 รายการชั้นสมมูลของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
WN1	hours1	103.33	$hours1_1$	Valid
	grade1	A	$grade1_1$	
	hours2	162.03	$hours2_1$	
	grade2	A	$grade2_1$	
	hours3	11.14	$hours3_1$	
	grade3	b-	$grade3_1$	
	hoursCum	78.40	$hoursCum_1$	
	gpaCum	2.1628	$gpaCum_1$	

รูปที่ ค-9 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล
ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
SN1	hours1	73.30	$hours1_1$	Valid
	grade1	a+	$grade1_1$	
	hours2	32.96	$hours2_1$	
	grade2	a-	$grade2_1$	
	hours3	106.24	$hours3_1$	
	grade3	E	$grade3_1$	
	hoursCum	232.38	$hoursCum_1$	
	gpaCum	1.3515	$gpaCum_1$	

รูปที่ ค-10 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล
ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

Test Case ID.	Variable	Value	Covered Class	Expected Output
WR1	hours1	71.56	$hours1_1$	Valid
	grade1	C	$grade1_1$	
	hours2	6.22	$hours2_1$	
	grade2	D+	$grade2_1$	
	hours3	125.08	$hours3_1$	
	grade3	c-	$grade3_1$	
	hoursCum	41.62	$hoursCum_1$	
	gpaCum	2.4727	$gpaCum_1$	
WR2	hours1	-4863003.12	$hours1_2$	Invalid
	grade1	C	$grade1_1$	
	hours2	6.22	$hours2_1$	
	grade2	D+	$grade2_1$	
	hours3	125.08	$hours3_1$	
	grade3	c-	$grade3_1$	
	hoursCum	41.62	$hoursCum_1$	
	gpaCum	2.4727	$gpaCum_1$	
	hours1	8594900.92	$hours1_3$	
	ade1	C	$grade1_1$	
	hoursCum	-3486864.11	$hoursCum_2$	
	gpaCum	2.4727	$gpaCum_1$	
WR12	hours1	71.56	$hours1_1$	Invalid
	grade1	C	$grade1_1$	
	hours2	6.22	$hours2_1$	
	grade2	D+	$grade2_1$	
	hours3	125.08	$hours3_1$	
	grade3	c-	$grade3_1$	
	hoursCum	6686616.40	$hoursCum_3$	
	gpaCum	2.4727	$gpaCum_1$	
WR13	hours1	71.56	$hours1_1$	Invalid
	grade1	C	$grade1_1$	
	hours2	6.22	$hours2_1$	
	grade2	D+	$grade2_1$	
	hours3	125.08	$hours3_1$	
	grade3	c-	$grade3_1$	
	hoursCum	41.62	$hoursCum_1$	
	gpaCum	-92222.9914	$gpaCum_2$	
WR14	hours1	71.56	$hours1_1$	Invalid
	grade1	C	$grade1_1$	
	hours2	6.22	$hours2_1$	
	grade2	D+	$grade2_1$	
	hours3	125.08	$hours3_1$	
	grade3	c-	$grade3_1$	
	hoursCum	41.62	$hoursCum_1$	
	gpaCum	151968.6853	$gpaCum_3$	

รูปที่ ค-11 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
SR1	hours1	40.01	$hours1_1$	Valid
	grade1	a	$grade1_1$	
	hours2	3.80	$hours2_1$	
	grade2	d+	$grade2_1$	
	hours3	11.10	$hours3_1$	
	grade3	b+	$grade3_1$	
	hoursCum	24.88	$hoursCum_1$	
	gpaCum	3.4575	$gpaCum_1$	
SR2	hours1	40.01	$hours1_1$	Invalid
	grade1	a	$grade1_1$	
	hours2	3.80	$hours2_1$	
	grade2	d+	$grade2_1$	
	hours3	11.10	$hours3_1$	
	grade3	b+	$grade3_1$	
	hoursCum	24.88	$hoursCum_1$	
	gpaCum	-8433.3852	$gpaCum_2$	
SR3	hours1	40.01	$hours1_1$	Invalid
	grade1	a	$grade1_1$	
	hours2	3.80	$hours2_1$	
	grade2	d+	$grade2_1$	
	hours3	11.10	$hours3_1$	
	grade3	b+	$grade3_1$	
	hoursCum	24.88	$hoursCum_1$	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	[illegible]	[illegible]	$hoursCum_2$	
	gpaCum	137858.6963	$gpaCum_3$	
SR1942	hours1	2714419.99	$hours1_3$	Invalid
	grade1	zYrY	$grade1_2$	
	hours2	11827301.38	$hours2_3$	
	grade2	cBqTFDNnU	$grade2_2$	
	hours3	16862039.96	$hours3_3$	
	grade3	xelga	$grade3_2$	
	hoursCum	18934788.14	$hoursCum_3$	
	gpaCum	3.4575	$gpaCum_1$	
SR1943	hours1	2714419.99	$hours1_3$	Invalid
	grade1	zYrY	$grade1_2$	
	hours2	11827301.38	$hours2_3$	
	grade2	cBqTFDNnU	$grade2_2$	
	hours3	16862039.96	$hours3_3$	
	grade3	xelga	$grade3_2$	
	hoursCum	18934788.14	$hoursCum_3$	
	gpaCum	-8433.3852	$gpaCum_2$	
SR1944	hours1	2714419.99	$hours1_3$	Invalid
	grade1	zYrY	$grade1_2$	
	hours2	11827301.38	$hours2_3$	
	grade2	cBqTFDNnU	$grade2_2$	
	hours3	16862039.96	$hours3_3$	
	grade3	xelga	$grade3_2$	
	hoursCum	18934788.14	$hoursCum_3$	
	gpaCum	137858.6963	$gpaCum_3$	

รูปที่ ค-12 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

2.2 วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

No.	Variable	Range No.	Range of Valid Value
1	hours1	1	0.50 <= hours1 <= 200.00
2	hours2	1	0.50 <= hours2 <= 200.00
3	hours3	1	0.50 <= hours3 <= 200.00
4	hoursCum	1	0.50 <= hoursCum <= 300.00
5	gpaCum	1	0.0001 <= gpaCum <= 4.3000

รูปที่ ค-13 รายการช่วงที่ถูกต้องของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

Test Case ID.	hours1	hours2	hours3	hoursCum	gpaCum	Expected Output	Covered
BVA1	157.21	95.29	178.15	159.82	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA2	0.50	95.29	178.15	159.82	2.4100	Valid	Min_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA3	0.51	95.29	178.15	159.82	2.4100	Valid	$Min+_{1-1}$, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA4	199.99	95.29	178.15	159.82	2.4100	Valid	$Max-_{1-1}$, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA5	200.00	95.29	178.15	159.82	2.4100	Valid	Max_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA6	157.21	0.50	178.15	159.82	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Min_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA7	157.21	0.51	178.15	159.82	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, $Min+_{2-1}$, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA8	157.21	199.99	178.15	159.82	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, $Max-_{2-1}$, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA9	157.21	200.00	178.15	159.82	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Max_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA10	157.21	95.29	0.50	159.82	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Min_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA11	157.21	95.29	0.51	159.82	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, $Min+_{3-1}$, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA12	157.21	95.29	199.99	159.82	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, $Max-_{3-1}$, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA13	157.21	95.29	200.00	159.82	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Max_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA14	157.21	95.29	178.15	0.50	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Min_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA15	157.21	95.29	178.15	0.51	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, $Min+_{4-1}$, Nom_{5-1}
BVA16	157.21	95.29	178.15	299.99	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, $Max-_{4-1}$, Nom_{5-1}
BVA17	157.21	95.29	178.15	300.00	2.4100	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Max_{4-1}, Nom_{5-1}
BVA18	157.21	95.29	178.15	159.82	0.0001	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Min_{5-1}
BVA19	157.21	95.29	178.15	159.82	0.0101	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, $Min+_{5-1}$
BVA20	157.21	95.29	178.15	159.82	4.2900	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, $Max-_{5-1}$
BVA21	157.21	95.29	178.15	159.82	4.3000	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Max_{5-1}

รูปที่ ค-14 กรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต
ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

Test Case ID.	hours1	hours2	hours3	hoursCum	gpaCum	Expected Output	Covered
WC1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.0001	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, Min_{4-1}, Min_{5-1}
WC2	0.50	0.50	0.50	0.50	0.0101	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, Min_{4-1}, $Min+_{5-1}$
WC3	0.50	0.50	0.50	0.50	1.5600	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, Min_{4-1}, Nom_{5-1}
WC4	0.50	0.50	0.50	0.50	4.2900	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, Min_{4-1}, $Max-_{5-1}$
WC5	0.50	0.50	0.50	0.50	4.3000	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, Min_{4-1}, Max_{5-1}
WC6	0.50	0.50	0.50	0.51	0.0001	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, $Min+_{4-1}$, Min_{5-1}
WC7	0.50	0.50	0.50	0.51	0.0101	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, $Min+_{4-1}$, $Min+_{5-1}$
WC8	0.50	0.50	0.50	0.51	1.5600	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, $Min+_{4-1}$, Nom_{5-1}
WC9	0.50	0.50	0.50	0.51	4.2900	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, $Min+_{4-1}$, $Max-_{5-1}$
WC10	0.50	0.50	0.50	0.51	4.3000	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, $Min+_{4-1}$, Max_{5-1}
WC11	0.50	0.50	0.50	230.77	0.0001	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, Nom_{4-1}, Min_{5-1}
WC12	0.50	0.50	0.50	230.77	0.0101	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, Nom_{4-1}, $Min+_{5-1}$
WC13	0.50	0.50	0.50	230.77	1.5600	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}, Min_{3-1}, Nom_{4-1} [illegible]
WC311[illegible]	[illegible]	200.00	[illegible]	[illegible]	0.[illegible]	Valid	Nom_{4-1}, $Min+_{5-1}$
WC3113	200.00	200.00	200.00	230.77	1.5600	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
WC3114	200.00	200.00	200.00	230.77	4.2900	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, Nom_{4-1}, $Max-_{5-1}$
WC3115	200.00	200.00	200.00	230.77	4.3000	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, Nom_{4-1}, Max_{5-1}
WC3116	200.00	200.00	200.00	299.99	0.0001	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, $Max-_{4-1}$, Min_{5-1}
WC3117	200.00	200.00	200.00	299.99	0.0101	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, $Max-_{4-1}$, $Min+_{5-1}$
WC3118	200.00	200.00	200.00	299.99	1.5600	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, $Max-_{4-1}$, Nom_{5-1}
WC3119	200.00	200.00	200.00	299.99	4.2900	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, $Max-_{4-1}$, $Max-_{5-1}$
WC3120	200.00	200.00	200.00	299.99	4.3000	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, $Max-_{4-1}$, Max_{5-1}
WC3121	200.00	200.00	200.00	300.00	0.0001	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, Max_{4-1}, Min_{5-1}
WC3122	200.00	200.00	200.00	300.00	0.0101	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, Max_{4-1}, $Min+_{5-1}$
WC3123	200.00	200.00	200.00	300.00	1.5600	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, Max_{4-1}, Nom_{5-1}
WC3124	200.00	200.00	200.00	300.00	4.2900	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, Max_{4-1}, $Max-_{5-1}$
WC3125	200.00	200.00	200.00	300.00	4.3000	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}, Max_{3-1}, Max_{4-1}, Max_{5-1}

รูปที่ ค-15 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคส
ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

Test Case ID.	hours1	hours2	hours3	hoursCum	gpaCum	Expected Output	Covered
R1	168.14	23.56	79.27	135.13	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R2	0.49	23.56	79.27	135.13	0.6899	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R3	0.50	23.56	79.27	135.13	0.6899	Valid	Min_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R4	0.51	23.56	79.27	135.13	0.6899	Valid	Min^{+}_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R5	199.99	23.56	79.27	135.13	0.6899	Valid	Max^{-}_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R6	200.00	23.56	79.27	135.13	0.6899	Valid	Max_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R7	200.01	23.56	79.27	135.13	0.6899	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R8	168.14	0.49	79.27	135.13	0.6899	Invalid	Nom_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R9	168.14	0.50	79.27	135.13	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Min_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R10	168.14	0.51	79.27	135.13	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Min^{+}_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R11	168.14	199.99	79.27	135.13	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Max^{-}_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R12	168.14	200.00	79.27	135.13	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Max_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R13	168.14	200.01	79.27	135.13	0.6899	Invalid	Nom_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R14	168.14	23.56	0.49	135.13	0.6899	Invalid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R15	168.14	23.56	0.50	135.13	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Min_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R16	168.14	23.56	0.51	135.13	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Min^{+}_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R17	168.14	23.56	199.99	135.13	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Max^{-}_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R18	168.14	23.56	200.00	135.13	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Max_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R19	168.14	23.56	200.01	135.13	0.6899	Invalid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Nom_{4-1}, Nom_{5-1}
R20	168.14	23.56	79.27	0.49	0.6899	Invalid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Min^{-}_{4-1}, Nom_{5-1}
R21	168.14	23.56	79.27	0.50	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Min_{4-1}, Nom_{5-1}
R22	168.14	23.56	79.27	0.51	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Min^{+}_{4-1}, Nom_{5-1}
R23	168.14	23.56	79.27	299.99	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Max^{-}_{4-1}, Nom_{5-1}
R24	168.14	23.56	79.27	300.00	0.6899	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Max_{4-1}, Nom_{5-1}
R25	168.14	23.56	79.27	300.01	0.6899	Invalid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Max^{+}_{4-1}, Nom_{5-1}
R26	168.14	23.56	79.27	135.13	-0.0099	Invalid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Min^{-}_{5-1}
R27	168.14	23.56	79.27	135.13	0.0001	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Min_{5-1}
R28	168.14	23.56	79.27	135.13	0.0101	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Min^{+}_{5-1}
R29	168.14	23.56	79.27	135.13	4.2900	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Max^{-}_{5-1}
R30	168.14	23.56	79.27	135.13	4.3000	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Max_{5-1}
R31	168.14	23.56	79.27	135.13	4.3099	Invalid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}, Nom_{3-1}, Nom_{4-1}, Max^{+}_{5-1}

รูปที่ ค-16 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนส
ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

Test Case ID.	hours1	hours2	hours3	hoursCum	gpaCum	Expected Output	Covered
RWC1	0.49	0.49	0.49	0.49	-0.0099	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min^{-}_{4-1}, Min^{-}_{5-1}
RWC2	0.49	0.49	0.49	0.49	0.0001	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min^{-}_{4-1}, Min_{5-1}
RWC3	0.49	0.49	0.49	0.49	0.0101	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min^{-}_{4-1}, Min^{+}_{5-1}
RWC4	0.49	0.49	0.49	0.49	0.6400	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min^{-}_{4-1}, Nom_{5-1}
RWC5	0.49	0.49	0.49	0.49	4.2900	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min^{-}_{4-1}, Max^{-}_{5-1}
RWC6	0.49	0.49	0.49	0.49	4.3000	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min^{-}_{4-1}, Max_{5-1}
RWC7	0.49	0.49	0.49	0.49	4.3099	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min^{-}_{4-1}, Max^{+}_{5-1}
RWC8	0.49	0.49	0.49	0.50	-0.0099	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min_{4-1}, Min^{-}_{5-1}
RWC9	0.49	0.49	0.49	0.50	0.0001	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min_{4-1}, Min_{5-1}
RWC10	0.49	0.49	0.49	0.50	0.0101	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min_{4-1}, Min^{+}_{5-1}
RWC11	0.49	0.49	0.49	0.50	0.6400	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min_{4-1}, Nom_{5-1}
RWC12	0.49	0.49	0.49	0.50	4.2900	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1}, Min_{4-1}, Max^{-}_{5-1}
RWC13	0.49	0.49	0.49	0.50	4.3000	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}, Min^{-}_{3-1},
RWC16796	200.01	200.01	200.01	300.00	4.2900	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Ma, Max^{+}_{3-1}, Max_{4-1}, Max^{-}_{5-1}
RWC16799	200.01	200.01	200.01	300.00	4.3000	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Max_{4-1}, Max_{5-1}
RWC16800	200.01	200.01	200.01	300.00	4.3099	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Max_{4-1}, Max^{+}_{5-1}
RWC16801	200.01	200.01	200.01	300.01	-0.0099	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Max^{+}_{4-1}, Min^{-}_{5-1}
RWC16802	200.01	200.01	200.01	300.01	0.0001	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Max^{+}_{4-1}, Min_{5-1}
RWC16803	200.01	200.01	200.01	300.01	0.0101	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Max^{+}_{4-1}, Min^{+}_{5-1}
RWC16804	200.01	200.01	200.01	300.01	0.6400	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Max^{+}_{4-1}, Nom_{5-1}
RWC16805	200.01	200.01	200.01	300.01	4.2900	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Max^{+}_{4-1}, Max^{-}_{5-1}
RWC16806	200.01	200.01	200.01	300.01	4.3000	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Max^{+}_{4-1}, Max_{5-1}
RWC16807	200.01	200.01	200.01	300.01	4.3099	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}, Max^{+}_{3-1}, Max^{+}_{4-1}, Max^{+}_{5-1}

รูปที่ ค-17 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส
ของโปรแกรมคำนวณเกรดเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยเคนทักกี้

3. ระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล:คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

3.1 วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล

Variable	Class No.	Input Equivalence Class	Class Type
fname	1	1 <= length of fname <= 40	Valid
	2	length of fname < 1	Invalid
	3	length of fname > 40	Invalid
lname	1	1 <= length of lname <= 40	Valid
	2	length of lname < 1	Invalid
	3	length of lname > 40	Invalid
email	1	1 <= length of email <= 40	Valid
	2	length of email < 1	Invalid
	3	length of email > 40	Invalid
login	1	1 <= length of login <= 40	Valid
	2	length of login < 1	Invalid
	3	length of login > 40	Invalid
pwd	1	1 <= length of pwd <= 8	Valid
	2	length of pwd < 1	Invalid
	3	length of pwd > 8	Invalid
apwd	1	1 <= length of apwd <= 8	Valid
	2	length of apwd < 1	Invalid
	3	length of apwd > 8	Invalid

รูปที่ ค-18 รายการชั้นสมมูลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

Test Case ID.	fname	lname	email	login	pwd	apwd	Expected Output	Covered Class
WN1	lOQsejvywjJUyECni	NNrBgoCnh	TnkYTS	uU	hcF	XC	Valid	$fname_1$, $lname_1$, $email_1$, $login_1$, pwd_1, $apwd_1$

รูปที่ ค-19 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

Test Case ID.	fname	lname	email	login	pwd	apwd	Expected Output	Covered
SN1	DorNRjPNF	djMGoZOeJizLFjXMTa	OTTgbqw	yrQT	XXzoJ	Wj	Valid	$fname_1$, $lname_1$, $email_1$, $login_1$, pwd_1, $apwd_1$

รูปที่ ค-20 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

Test Case ID.	Variable	Value	Covered Class	Expected Output
WR1	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Valid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	LdAkRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR2	fname		$fname_2$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	LdAkRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR3	fname	NQdXQMTLwUMBWOLFjswIAeYvNWVeptsvWtVEcuJRx	$fname_3$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	LdAkRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR4	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname		$lname_2$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	LdAkRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR5	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname	uCUCwvkzFhHMWQRRQagwWRIpIJJKicVCLDDjtSSvf	$lname_3$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	LdAkRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR6	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email		$email_2$	
	login	LdAkRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR7	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	oLNXHmxNmOkxDxITD5luMevRakBCURCtunsUJPAeon	$email_3$	
	login	Ld4kRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR8	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login		$login_2$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR9	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	YRQcjyudwmQvORiEiicPXkDOYwqmEQbvGQsZwVrISd	$login_3$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR10	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	Ld4kRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd		pwd_2	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR11	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	Ld4kRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	XwWNvNeKt	pwd_3	
	apwd	ei	$apwd_1$	
WR12	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	Ld4kRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd		$apwd_2$	
WR13	fname	xYstlwrfjvjJA	$fname_1$	Invalid
	lname	wjTzVFXcSzMvJWyy	$lname_1$	
	email	MzFsrKFekINPynUxJAsAZlaWXfjkItL	$email_1$	
	login	Ld4kRdmDuPPRCyc	$login_1$	
	pwd	VPmNj	pwd_1	
	apwd	FDMIEEBm	$apwd_3$	

รูปที่ ค-21 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
SR1	fname	bflLeWuMeahmll	$fname_1$	Valid
	lname	DSVx	$lname_1$	
	email	UIUnFuycJz	$email_1$	
	login	PpzlXfOUEIUyPhKWiqBMOslRnbgMIAdt	$login_1$	
	pwd	w	pwd_1	
	apwd	zb	$apwd_1$	
SR2	fname	bflLeWuMeahmll	$fname_1$	Invalid
	lname	DSVx	$lname_1$	
	email	UIUnFuycJz	$email_1$	
	login	PpzlXfOUEIUyPhKWiqBMOslRnbgMIAdt	$login_1$	
	pwd	w	pwd_1	
	apwd		$apwd_2$	
SR3	fname	bflLeWuMeahmll	$fname_1$	Invalid
	lname	DSVx	$lname_1$	
	email	UIUnFuycJz	$email_1$	
	login	PpzlXfOUEIUyPhKWiqBMOslRnbgMIAdt	$login_1$	
	pwd	w	pwd_1	
	apwd	CxqRJwweg	$apwd_3$	
SR4	fname	bflLeWuMeahmll	$fname_1$	Invalid
	lname	DSVx	$lname_1$	
	email	UIUnFuycJz	$email_1$	
	login	PpzlXfOUEIUyPhKWiqBMOslRnbgMIAdt	$login_1$	
	pwd		pwd_2	
	apwd		$apwd_2$	
SR726	fname	xSkUPInSgngyWLZDjJFAqjigrTtOKPzotElZRqNNb	$fname_3$	Invalid
	lname	yLqcEcppbeLjtCUhMHKjJfxMrhaPoyLQEpwOTtxhm	$lname_3$	
	email	SiTpBMuIxsXVeeOVuCEZTREZyBAoILEIvbABkAAJY	$email_3$	
	login	GCwlkranaFjXgEOoiZiJlbhhSvehktRHQHMfQwGAP	$login_3$	
	pwd		pwd_2	
	apwd	CxqRJwweg	$apwd_3$	
SR727	fname	xSkUPInSgngyWLZDjJFAqjigrTtOKPzotElZRqNNb	$fname_3$	Invalid
	lname	yLqcEcppbeLjtCUhMHKjJfxMrhaPoyLQEpwOTtxhm	$lname_3$	
	email	SiTpBMuIxsXVeeOVuCEZTREZyBAoILEIvbABkAAJY	$email_3$	
	login	GCwlkranaFjXgEOoiZiJlbhhSvehktRHQHMfQwGAP	$login_3$	
	pwd	RpSUmyCBi	pwd_3	
	apwd	zb	$apwd_1$	
SR728	fname	xSkUPInSgngyWLZDjJFAqjigrTtOKPzotElZRqNNb	$fname_3$	Invalid
	lname	yLqcEcppbeLjtCUhMHKjJfxMrhaPoyLQEpwOTtxhm	$lname_3$	
	email	SiTpBMuIxsXVeeOVuCEZTREZyBAoILEIvbABkAAJY	$email_3$	
	login	GCwlkranaFjXgEOoiZiJlbhhSvehktRHQHMfQwGAP	$login_3$	
	pwd	RpSUmyCBi	pwd_3	
	apwd		$apwd_2$	
SR729	fname	xSkUPInSgngyWLZDjJFAqjigrTtOKPzotElZRqNNb	$fname_3$	Invalid
	lname	yLqcEcppbeLjtCUhMHKjJfxMrhaPoyLQEpwOTtxhm	$lname_3$	
	email	SiTpBMuIxsXVeeOVuCEZTREZyBAoILEIvbABkAAJY	$email_3$	
	login	GCwlkranaFjXgEOoiZiJlbhhSvehktRHQHMfQwGAP	$login_3$	
	pwd	RpSUmyCBi	pwd_3	
	apwd	CxqRJwweg	$apwd_3$	

รูปที่ ค-22 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

3.2 วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

No.	Variable	Range No.	Range of Valid Value
1	fname	1	1 <= length of fname <= 40
2	lname	1	1 <= length of lname <= 40
3	email	1	1 <= length of email <= 40
4	login	1	1 <= length of login <= 40
5	pwd	1	1 <= length of pwd <= 8
6	apwd	1	1 <= length of apwd <= 8

รูปที่ ค-23 รายการช่วงที่ถูกต้องของระบบการลงทะเบียน
เพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
BVA1	fname	ZstGhghyBlrus	Nom_{1-1}	Valid
	lname	EDCoMIkgfnwGPCfNunBYaFEnkqFcfEvt	Nom_{2-1}	
	email	iDcqfvN	Nom_{3-1}	
	login	SKByhrIjb	Nom_{4-1}	
	pwd	LpmK	Nom_{5-1}	
	apwd	lrK	Nom_{6-1}	
BVA2	fname	z	Min_{1-1}	Valid
	lname	EDCoMIkgfnwGPCfNunBYaFEnkqFcfEvt	Nom_{2-1}	
	email	iDcqfvN	Nom_{3-1}	
	login	SKByhrIjb	Nom_{4-1}	
	pwd	LpmK	Nom_{5-1}	
	apwd	lrK	Nom_{6-1}	
BVA3	fname	TZ	$Min+_{1-1}$	Valid
	lname	EDCoMIkgfnwGPCfNunBYaFEnkqFcfEvt	Nom_{2-1}	
	email	iDcqfvN	Nom_{3-1}	
	login	SKByhrIjb	Nom_{4-1}	
	pwd	LpmK	Nom_{5-1}	
	apwd	lrK	Nom_{6-1}	
BVA4	fname	toorNwyanpXheLJqYcgGffhHImCzCqYMOIYAifB	$Max-_{1-1}$	Valid
	lname	EDCoMIkgfnwGPCfNunBYaFEnkqFcfEvt	Nom_{2-1}	
	email	iDcqfvN	Nom_{3-1}	
	login	SKByhrIjb	Nom_{4-1}	
	pwd	LpmK	Nom_{5-1}	
	apwd	lrK	Nom_{6-1}	
	[illegible]	l	[illegible]	
BVA24	fname	ZstGhghyBlrus	Nom_{1-1}	Valid
	lname	EDCoMIkgfnwGPCfNunBYaFEnkqFcfEvt	Nom_{2-1}	
	email	iDcqfvN	Nom_{3-1}	
	login	SKByhrIjb	Nom_{4-1}	
	pwd	LpmK	Nom_{5-1}	
	apwd	EyQYkVU	$Max-_{6-1}$	
BVA25	fname	ZstGhghyBlrus	Nom_{1-1}	Valid
	lname	EDCoMIkgfnwGPCfNunBYaFEnkqFcfEvt	Nom_{2-1}	
	email	iDcqfvN	Nom_{3-1}	
	login	SKByhrIjb	Nom_{4-1}	
	pwd	LpmK	Nom_{5-1}	
	apwd	UVAQbCmg	Max_{6-1}	

รูปที่ ค-24 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของระบบการลงทะเบียน
เพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
WC1	fname	J	Min_{1-1}	Valid
	lname	r	Min_{2-1}	
	email	y	Min_{3-1}	
	login	I	Min_{4-1}	
	pwd	v	Min_{5-1}	
	apwd	R	Min_{6-1}	
WC2	fname	J	Min_{1-1}	Valid
	lname	r	Min_{2-1}	
	email	y	Min_{3-1}	
	login	I	Min_{4-1}	
	pwd	v	Min_{5-1}	
	apwd	sY	$Min+_{6-1}$	
WC3	fname	J	Min_{1-1}	Valid
	lname	r	Min_{2-1}	
	email	y	Min_{3-1}	
	login	I	Min_{4-1}	
	pwd	v	Min_{5-1}	
	apwd	GaIK	Nom_{6-1}	
WC4	fname	J	Min_{1-1}	Valid
	lname	r	Min_{2-1}	
	email	y	Min_{3-1}	
	login	I	Min_{4-1}	
	pwd	v	Min_{5-1}	
	apwd	R	$_{6-1}$	
WC15622	fname	PiqmuQlGMLrmEkejggxbePWUJfyrHsBziweWZGFM	Max_{1-1}	Valid
	lname	eKJcwYICenxRuZfhjjmjQnXjflQRwAWuGgVCbAQC	Max_{2-1}	
	email	NlddojESFzkslniudcirHYwaUGIOqegySYzxYsZB	Max_{3-1}	
	login	uJnHrkIdNasIikElztbhmFWlsAZRpixPdiazgFVL	Max_{4-1}	
	pwd	kFCWNVKA	Max_{5-1}	
	apwd	sY	$Min+_{6-1}$	
WC15623	fname	PiqmuQlGMLrmEkejggxbePWUJfyrHsBziweWZGFM	Max_{1-1}	Valid
	lname	eKJcwYICenxRuZfhjjmjQnXjflQRwAWuGgVCbAQC	Max_{2-1}	
	email	NlddojESFzkslniudcirHYwaUGIOqegySYzxYsZB	Max_{3-1}	
	login	uJnHrkIdNasIikElztbhmFWlsAZRpixPdiazgFVL	Max_{4-1}	
	pwd	kFCWNVKA	Max_{5-1}	
	apwd	GaIK	Nom_{6-1}	
WC15624	fname	PiqmuQlGMLrmEkejggxbePWUJfyrHsBziweWZGFM	Max_{1-1}	Valid
	lname	eKJcwYICenxRuZfhjjmjQnXjflQRwAWuGgVCbAQC	Max_{2-1}	
	email	NlddojESFzkslniudcirHYwaUGIOqegySYzxYsZB	Max_{3-1}	
	login	uJnHrkIdNasIikElztbhmFWlsAZRpixPdiazgFVL	Max_{4-1}	
	pwd	kFCWNVKA	Max_{5-1}	
	apwd	OtbMWBk	$Max-_{6-1}$	
WC15625	fname	PiqmuQlGMLrmEkejggxbePWUJfyrHsBziweWZGFM	Max_{1-1}	Valid
	lname	eKJcwYICenxRuZfhjjmjQnXjflQRwAWuGgVCbAQC	Max_{2-1}	
	email	NlddojESFzkslniudcirHYwaUGIOqegySYzxYsZB	Max_{3-1}	
	login	uJnHrkIdNasIikElztbhmFWlsAZRpixPdiazgFVL	Max_{4-1}	
	pwd	kFCWNVKA	Max_{5-1}	
	apwd	vCDuEFep	Max_{6-1}	

รูปที่ ค-25 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
R1	fname	whHQbREelbHzYrDrNRDzBftpOnjExVLL	Nom_{1-1}	Valid
	lname	OiQOfkLkeeNqfqdpZTmUdkrq	Nom_{2-1}	
	email	KkfJdBFaYnrYHlniPOQIHMadVzpzQSHA	Nom_{3-1}	
	login	YkpFJuQ	Nom_{4-1}	
	pwd	NDR	Nom_{5-1}	
	apwd	nfcMQY	Nom_{6-1}	
R2	fname		$Min-_{1-1}$	Invalid
	lname	OiQOfkLkeeNqfqdpZTmUdkrq	Nom_{2-1}	
	email	KkfJdBFaYnrYHlniPOQIHMadVzpzQSHA	Nom_{3-1}	
	login	YkpFJuQ	Nom_{4-1}	
	pwd	NDR	Nom_{5-1}	
	apwd	nfcMQY	Nom_{6-1}	
R3	fname	c	Min_{1-1}	Valid
	lname	OiQOfkLkeeNqfqdpZTmUdkrq	Nom_{2-1}	
	email	KkfJdBFaYnrYHlniPOQIHMadVzpzQSHA	Nom_{3-1}	
	login	YkpFJuQ	Nom_{4-1}	
	pwd	NDR	Nom_{5-1}	
	apwd	nfcMQY	Nom_{6-1}	
R4	fname	fl	$Min+_{1-1}$	Valid
	lname	OiQOfkLkeeNqfqdpZTmUdkrq	Nom_{2-1}	
	email	KkfJdBFaYnrYHlniPOQIHMadVzpzQSHA	Nom_{3-1}	
	login	YkpFJuQ	Nom_{4-1}	
	pwd	NDR	Nom_{5-1}	
	apwd	P	Min_{6-1}	
R34	fname	whHQbREelbHzYrDrNRDzBftpOnjExVLL	Nom_{1-1}	Valid
	lname	OiQOfkLkeeNqfqdpZTmUdkrq	Nom_{2-1}	
	email	KkfJdBFaYnrYHlniPOQIHMadVzpzQSHA	Nom_{3-1}	
	login	YkpFJuQ	Nom_{4-1}	
	pwd	NDR	Nom_{5-1}	
	apwd	FR	$Min+_{6-1}$	
R35	fname	whHQbREelbHzYrDrNRDzBftpOnjExVLL	Nom_{1-1}	Valid
	lname	OiQOfkLkeeNqfqdpZTmUdkrq	Nom_{2-1}	
	email	KkfJdBFaYnrYHlniPOQIHMadVzpzQSHA	Nom_{3-1}	
	login	YkpFJuQ	Nom_{4-1}	
	pwd	NDR	Nom_{5-1}	
	apwd	jeKTwpB	$Max-_{6-1}$	
R36	fname	whHQbREelbHzYrDrNRDzBftpOnjExVLL	Nom_{1-1}	Valid
	lname	OiQOfkLkeeNqfqdpZTmUdkrq	Nom_{2-1}	
	email	KkfJdBFaYnrYHlniPOQIHMadVzpzQSHA	Nom_{3-1}	
	login	YkpFJuQ	Nom_{4-1}	
	pwd	NDR	Nom_{5-1}	
	apwd	cWlcXwmK	Max_{6-1}	
R37	fname	whHQbREelbHzYrDrNRDzBftpOnjExVLL	Nom_{1-1}	Invalid
	lname	OiQOfkLkeeNqfqdpZTmUdkrq	Nom_{2-1}	
	email	KkfJdBFaYnrYHlniPOQIHMadVzpzQSHA	Nom_{3-1}	
	login	YkpFJuQ	Nom_{4-1}	
	pwd	NDR	Nom_{5-1}	
	apwd	IgjzPMuSw	$Max+_{6-1}$	

รูปที่ ค-26 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของโปรแกรมออกแบบยูเอ็มแอล: คลาสไดอะแกรมบนอินเตอร์เน็ต

4. ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

4.1 วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล

Variable	Class No.	Input Equivalence Class	Class Type
lock	1	1 <= lock <= 70	Valid
	2	lock = -1	Valid
	3	lock < -1	Invalid
	4	-1 < lock < 1	Invalid
	5	lock > 70	Invalid
stock	1	1 <= stock <= 80	Valid
	2	stock < 1	Invalid
	3	stock > 80	Invalid
barrel	1	1 <= barrel <= 90	Valid
	2	barrel < 1	Invalid
	3	barrel > 90	Invalid

รูปที่ ค-27 รายการชั้นสมมูลของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

Test Case ID.	lock	stock	barrel	Expected Output	Covered Class
WN1	44	34	19	Valid	$lock_1$, $stock_1$, $barrel_1$
WN2	-1	34	19	Valid	$lock_2$, $stock_1$, $barrel_1$

รูปที่ ค-28 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลของ
ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

Test Case ID.	lock	stock	barrel	Expected Output	Covered
SN1	35	9	32	Valid	$lock_1$, $stock_1$, $barrel_1$
SN2	-1	9	32	Valid	$lock_2$, $stock_1$, $barrel_1$

รูปที่ ค-29 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลของ
ระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

Test Case ID.	lock	stock	barrel	Expected Output	Covered Class
WR1	16	17	76	Valid	$lock_1$, $stock_1$, $barrel_1$
WR2	-1	17	76	Valid	$lock_2$, $stock_1$, $barrel_1$
WR3	-1000608487	17	76	Invalid	$lock_3$, $stock_1$, $barrel_1$
WR4	0	17	76	Invalid	$lock_4$, $stock_1$, $barrel_1$
WR5	1102998682	17	76	Invalid	$lock_5$, $stock_1$, $barrel_1$
WR6	16	-960363865	76	Invalid	$lock_1$, $stock_2$, $barrel_1$
WR7	16	968204009	76	Invalid	$lock_1$, $stock_3$, $barrel_1$
WR8	16	17	-1799530763	Invalid	$lock_1$, $stock_1$, $barrel_2$
WR9	16	17	1618813498	Invalid	$lock_1$, $stock_1$, $barrel_3$

รูปที่ ค-30 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Test Case ID.	lock	stock	barrel	Expected Output	Covered
SR1	50	33	52	Valid	$lock_1$, $stock_1$, $barrel_1$
SR2	50	33	-57212181	Invalid	$lock_1$, $stock_1$, $barrel_2$
SR3	50	33	1561395824	Invalid	$lock_1$, $stock_1$, $barrel_3$
SR4	50	-1367711148	52	Invalid	$lock_1$, $stock_2$, $barrel_1$
SR5	50	-1367711148	-57212181	Invalid	$lock_1$, $stock_2$, $barrel_2$
SR6	50	-1367711148	1561395824	Invalid	$lock_1$, $stock_2$, $barrel_3$
SR7	50	229807755	52	Invalid	$lock_1$, $stock_3$, $barrel_1$
SR8	50	229807755	-57212181	Invalid	$lock_1$, $stock_3$, $barrel_2$
SR9	50	229807755	1561395824	Invalid	$lock_1$, $stock_3$, $barrel_3$
SR10	-1	33	52	Valid	$lock_2$, $stock_1$, $barrel_1$
SR11	-1	33	-57212181	Invalid	$lock_2$, $stock_1$, $barrel_2$
SR12	-1	33	1561395824	Invalid	$lock_2$, $stock_1$, barrel
SR33	0	-1367711148	1561395824	Invalid	$lock_4$, $stock_2$, $barrel_3$
SR34	0	229807755	52	Invalid	$lock_4$, $stock_3$, $barrel_1$
SR35	0	229807755	-57212181	Invalid	$lock_4$, $stock_3$, $barrel_2$
SR36	0	229807755	1561395824	Invalid	$lock_4$, $stock_3$, $barrel_3$
SR37	1833044559	33	52	Invalid	$lock_5$, $stock_1$, $barrel_1$
SR38	1833044559	33	-57212181	Invalid	$lock_5$, $stock_1$, $barrel_2$
SR39	1833044559	33	1561395824	Invalid	$lock_5$, $stock_1$, $barrel_3$
SR40	1833044559	-1367711148	52	Invalid	$lock_5$, $stock_2$, $barrel_1$
SR41	1833044559	-1367711148	-57212181	Invalid	$lock_5$, $stock_2$, $barrel_2$
SR42	1833044559	-1367711148	1561395824	Invalid	$lock_5$, $stock_2$, $barrel_3$
SR43	1833044559	229807755	52	Invalid	$lock_5$, $stock_3$, $barrel_1$
SR44	1833044559	229807755	-57212181	Invalid	$lock_5$, $stock_3$, $barrel_2$
SR45	1833044559	229807755	1561395824	Invalid	$lock_5$, $stock_3$, $barrel_3$

รูปที่ ค-31 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

4.2 วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

No.	Variable	Range No.	Range of Valid Value
1	stock	1	1 <= stock <= 80
2	barrel	1	1 <= barrel <= 90

รูปที่ ค-32 รายการช่วงที่ถูกต้องของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

Test Case ID.	stock	barrel	Expected Output	Covered
BVA1	36	40	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}
BVA2	1	40	Valid	Min_{1-1}, Nom_{2-1}
BVA3	2	40	Valid	$Min+_{1-1}$, Nom_{2-1}
BVA4	79	40	Valid	$Max-_{1-1}$, Nom_{2-1}
BVA5	80	40	Valid	Max_{1-1}, Nom_{2-1}
BVA6	36	1	Valid	Nom_{1-1}, Min_{2-1}
BVA7	36	2	Valid	Nom_{1-1}, $Min+_{2-1}$
BVA8	36	89	Valid	Nom_{1-1}, $Max-_{2-1}$
BVA9	36	90	Valid	Nom_{1-1}, Max_{2-1}

รูปที่ ค-33 กรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Test Case ID.	stock	barrel	Expected Output	Covered
WC1	1	1	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}
WC2	1	2	Valid	Min_{1-1}, $Min+_{2-1}$
WC3	1	8	Valid	Min_{1-1}, Nom_{2-1}
WC4	1	89	Valid	Min_{1-1}, $Max-_{2-1}$
WC5	1	90	Valid	Min_{1-1}, Max_{2-1}
WC6	2	1	Valid	$Min+_{1-1}$, Min_{2-1}
WC7	2	2	Valid	$Min+_{1-1}$, $Min+_{2-1}$
WC8	2	8	Valid	$Min+_{1-1}$, Nom_{2-1}
WC9	2	89	Valid	$Min+_{1-1}$, $Max-_{2-1}$
WC10	2	90	Valid	$Min+_{1-1}$, Max_{2-1}
WC11	65	1	Valid	Nom_{1-1}, Min_{2-1}
WC12	65	2	Valid	Nom_{1-1}, $Min+_{2-1}$
WC13	65	8	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}
WC14	65	89	Valid	Nom_{1-1}, $Max-_{2-1}$
WC15	65	90	Valid	Nom_{1-1}, Max_{2-1}
WC16	79	1	Valid	$Max-_{1-1}$, Min_{2-1}
WC17	79	2	Valid	$Max-_{1-1}$, $Min+_{2-1}$
WC18	79	8	Valid	$Max-_{1-1}$, Nom_{2-1}
WC19	79	89	Valid	$Max-_{1-1}$, $Max-_{2-1}$
WC20	79	90	Valid	$Max-_{1-1}$, Max_{2-1}
WC21	80	1	Valid	Max_{1-1}, Min_{2-1}
WC22	80	2	Valid	Max_{1-1}, $Min+_{2-1}$
WC23	80	8	Valid	Max_{1-1}, Nom_{2-1}
WC24	80	89	Valid	Max_{1-1}, $Max-_{2-1}$
WC25	80	90	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}

รูปที่ ค-34 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

Test Case ID.	stock	barrel	Expected Output	Covered
R1	10	79	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}
R2	0	79	Invalid	$Min-_{1-1}$, Nom_{2-1}
R3	1	79	Valid	Min_{1-1}, Nom_{2-1}
R4	2	79	Valid	$Min+_{1-1}$, Nom_{2-1}
R5	79	79	Valid	$Max-_{1-1}$, Nom_{2-1}
R6	80	79	Valid	Max_{1-1}, Nom_{2-1}
R7	81	79	Invalid	$Max+_{1-1}$, Nom_{2-1}
R8	10	0	Invalid	Nom_{1-1}, $Min-_{2-1}$
R9	10	1	Valid	Nom_{1-1}, Min_{2-1}
R10	10	2	Valid	Nom_{1-1}, $Min+_{2-1}$
R11	10	89	Valid	Nom_{1-1}, $Max-_{2-1}$
R12	10	90	Valid	Nom_{1-1}, Max_{2-1}
R13	10	91	Invalid	Nom_{1-1}, $Max+_{2-1}$

รูปที่ ค-35 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Test Case ID.	stock	barrel	Expected Output	Covered
RWC1	0	0	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}
RWC2	0	1	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min_{2-1}
RWC3	0	2	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Min^{+}_{2-1}
RWC4	0	76	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Nom_{2-1}
RWC5	0	89	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Max^{-}_{2-1}
RWC6	0	90	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Max_{2-1}
RWC7	0	91	Invalid	Min^{-}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}
RWC8	1	0	Invalid	Min_{1-1}, Min^{-}_{2-1}
RWC9	1	1	Valid	Min_{1-1}, Min_{2-1}
RWC10	1	2	Valid	Min_{1-1}, Min^{+}_{2-1}
RWC11	1	76	Valid	Min_{1-1}, Nom_{2-1}
RWC12	1	89	Valid	Min_{1-1}, Max^{-}_{2-1}
RWC13	1	90	Valid	Min_{1-1}, Max_{2-1}
RWC14	1	91	Invalid	Min_{1-1}, Max^{+}_{2-1}
RWC15	2	0	Invalid	Min^{+}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}
RWC16	2	1	Valid	Min^{+}_{1-1}, Min_{2-1}
RWC17	2	2	Valid	Min^{+}_{1-1}, Min^{+}_{2-1}
RWC18	2	76	Valid	Min^{+}_{1-1}, Nom_{2-1}
RWC19	2	89	Valid	Min^{+}_{1-1}, Max^{-}_{2-1}
RWC20	2	90	Valid	Min^{+}_{1-1}, Max_{2-1}
RWC21	2	91	Invalid	Min^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}
RWC22	39	0	Invalid	Nom_{1-1}, Min^{-}_{2-1}
RWC...	...	...	...id	...$_{1-1}$, M...
RWC25	39	76	Valid	Nom_{1-1}, Nom_{2-1}
RWC26	39	89	Valid	Nom_{1-1}, Max^{-}_{2-1}
RWC27	39	90	Valid	Nom_{1-1}, Max_{2-1}
RWC28	39	91	Invalid	Nom_{1-1}, Max^{+}_{2-1}
RWC29	79	0	Invalid	Max^{-}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}
RWC30	79	1	Valid	Max^{-}_{1-1}, Min_{2-1}
RWC31	79	2	Valid	Max^{-}_{1-1}, Min^{+}_{2-1}
RWC32	79	76	Valid	Max^{-}_{1-1}, Nom_{2-1}
RWC33	79	89	Valid	Max^{-}_{1-1}, Max^{-}_{2-1}
RWC34	79	90	Valid	Max^{-}_{1-1}, Max_{2-1}
RWC35	79	91	Invalid	Max^{-}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}
RWC36	80	0	Invalid	Max_{1-1}, Min^{-}_{2-1}
RWC37	80	1	Valid	Max_{1-1}, Min_{2-1}
RWC38	80	2	Valid	Max_{1-1}, Min^{+}_{2-1}
RWC39	80	76	Valid	Max_{1-1}, Nom_{2-1}
RWC40	80	89	Valid	Max_{1-1}, Max^{-}_{2-1}
RWC41	80	90	Valid	Max_{1-1}, Max_{2-1}
RWC42	80	91	Invalid	Max_{1-1}, Max^{+}_{2-1}
RWC43	81	0	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Min^{-}_{2-1}
RWC44	81	1	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Min_{2-1}
RWC45	81	2	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Min^{+}_{2-1}
RWC46	81	76	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Nom_{2-1}
RWC47	81	89	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{-}_{2-1}
RWC48	81	90	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max_{2-1}
RWC49	81	91	Invalid	Max^{+}_{1-1}, Max^{+}_{2-1}

รูปที่ ค-36 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคส ของระบบคิดค่านายหน้าการขายชิ้นส่วนปืนไรเฟิล

5. ระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

5.1 วิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล

Variable	Class No.	Input Equivalence Class	Class Type
EmpId	1	1000 <= EmpId <= 2999	Valid
	2	3000 <= EmpId <= 4999	Valid
	3	5000 <= EmpId <= 9999	Valid
	4	EmpId < 1000	Invalid
	5	EmpId > 9999	Invalid
EmpName	1	1 <= length of EmpName <= 50	Valid
	2	length of EmpName < 1	Invalid
	3	length of EmpName > 50	Invalid
Salary	1	5000 <= Salary <= 10000	Valid
	2	10001 <= Salary <= 150000	Valid
	3	Salary < 5000	Invalid
	4	Salary > 150000	Invalid
DepartmentGrp	1	DepartmentGrp in { Administrative,Accounting,Sales,IT,Customer Support }	Valid
Driving	1	Driving in { true,false }	Valid
EmpType	1	EmpType in { Employee,Worker }	Valid

รูปที่ ค-37 รายการชั้นสมมูลของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

Test Case ID.	EmpId	EmpName	Salary	DepartmentGrp	Driving	EmpType	Expected Output	Covered Class
WN1	1710	joA	5330	Sales	false	Employee	Valid	$EmpId_1$, $EmpName_1$, $Salary_1$, $DepartmentGrp_1$, $Driving_1$, $EmpType_1$
WN2	4013	joA	89819	Sales	false	Employee	Valid	$EmpId_2$, $EmpName_1$, $Salary_2$, $DepartmentGrp_1$, $Driving_1$, $EmpType_1$
WN3	5945	joA	89819	Sales	false	Employee	Valid	$EmpId_3$, $EmpName_1$, $Salary_2$, $DepartmentGrp_1$, $Driving_1$, $EmpType_1$

รูปที่ ค-38 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอลของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

Test Case ID.	EmpId	EmpName	Salary	DepartmentGrp	Driving	EmpType	Expected Output	Covered
SN1	1229	e	7476	Accounting	true	Worker	Valid	$EmpId_1$, $EmpName_1$, $Salary_1$, $DepartmentGrp_1$, $Driving_1$, $EmpType_1$
SN2	1229	e	49217	Accounting	true	Worker	Valid	$EmpId_1$, $EmpName_1$, $Salary_2$, $DepartmentGrp_1$, $Driving_1$, $EmpType_1$
SN3	3991	e	7476	Accounting	true	Worker	Valid	$EmpId_2$, $EmpName_1$, $Salary_1$, $DepartmentGrp_1$, $Driving_1$, $EmpType_1$
SN4	3991	e	49217	Accounting	true	Worker	Valid	$EmpId_2$, $EmpName_1$, $Salary_2$, $DepartmentGrp_1$, $Driving_1$, $EmpType_1$
SN5	8524	e	7476	Accounting	true	Worker	Valid	$EmpId_3$, $EmpName_1$, $Salary_1$, $DepartmentGrp_1$, $Driving_1$, $EmpType_1$
SN6	8524	e	49217	Accounting	true	Worker	Valid	$EmpId_3$, $EmpName_1$, $Salary_2$, $DepartmentGrp_1$, $Driving_1$, $EmpType_1$

รูปที่ ค-39 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอลของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Test Case ID.	Variable	Value	Covered Class	Expected Output
WR1	EmpId	1042	$EmpId_1$	Valid
	EmpName	xatndMqwelrFM	$EmpName_1$	
	Salary	8953	$Salary_1$	
	DepartmentGrp	Sales	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	true	$Driving_1$	
	EmpType	Worker	$EmpType_1$	
WR2	EmpId	3506	$EmpId_2$	Valid
	EmpName	xatndMqwelrFM	$EmpName_1$	
	Salary	93265	$Salary_2$	
	DepartmentGrp	Sales	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	true	$Driving_1$	
	EmpType	Worker	$EmpType_1$	
WR3	EmpId	6672	$EmpId_3$	Valid
	EmpName	xatndMqwelrFM	$EmpName_1$	
	Salary	93265	$Salary_2$	
	DepartmentGrp	Sales	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	true	$Driving_1$	
	EmpType	Worker	$EmpType_1$	
WR4	EmpId	-1507785444	$EmpId_4$	Invalid
	EmpName	xatndMqwelrFM	$EmpName_1$	
	Salary	8953	$Salary_1$	
	DepartmentGrp	Sales	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	true	$Driving_1$	
	EmpType	Worker	$EmpType_1$	
WR5	EmpId	912192704	$EmpId_5$	Invalid
	EmpName	xatndMqwelrFM	$EmpName_1$	
	Salary	8953	$Salary_1$	
	DepartmentGrp	Sales	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	true	$Driving_1$	
	EmpType	Worker	$EmpType_1$	
WR6	EmpId	1042	$EmpId_1$	Invalid
	EmpName		$EmpName_2$	
	Salary	8953	$Salary_1$	
	DepartmentGrp	Sales	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	true	$Driving_1$	
	EmpType	Worker	$EmpType_1$	
WR7	EmpId	1042	$EmpId_1$	Invalid
	EmpName	rwtNvdRsojDmqnKHqpQoILZtjAQGmivoHFrbNsLfwrhmZbKGpvY	$EmpName_3$	
	Salary	8953	$Salary_1$	
	DepartmentGrp	Sales	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	true	$Driving_1$	
	EmpType	Worker	$EmpType_1$	
WR8	EmpId	1042	$EmpId_1$	Invalid
	EmpName	xatndMqwelrFM	$EmpName_1$	
	Salary	-352210856	$Salary_3$	
	DepartmentGrp	Sales	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	true	$Driving_1$	
	EmpType	Worker	$EmpType_1$	
WR9	EmpId	1042	$EmpId_1$	Invalid
	EmpName	xatndMqwelrFM	$EmpName_1$	
	Salary	1925239836	$Salary_4$	
	DepartmentGrp	Sales	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	true	$Driving_1$	
	EmpType	Worker	$EmpType_1$	

รูปที่ ค-40 กรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัสของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
SR1	EmpId	1616	$EmpId_1$	Valid
	EmpName	mhkJjFXmRHApOYlqePWotTXHMuiuNfUYCjZsItPbmUiX	$EmpName_1$	
	Salary	5879	$Salary_1$	
	DepartmentGrp	Accounting	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	false	$Driving_1$	
	EmpType	Employee	$EmpType_1$	
SR2	EmpId	1616	$EmpId_1$	Valid
	EmpName	mhkJjFXmRHApOYlqePWotTXHMuiuNfUYCjZsItPbmUiX	$EmpName_1$	
	Salary	88672	$Salary_2$	
	DepartmentGrp	Accounting	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	false	$Driving_1$	
	EmpType	Employee	$EmpType_1$	
SR3	EmpId	1616	$EmpId_1$	Invalid
	EmpName	mhkJjFXmRHApOYlqePWotTXHMuiuNfUYCjZsItPbmUiX	$EmpName_1$	
	Salary	-1605293829	$Salary_3$	
	DepartmentGrp	Accounting	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	false	$Driving_1$	
	EmpType	Employee	$EmpType_1$	
SR4	EmpId	1616	$EmpId_1$	Invalid
	EmpName	mhkJjFXmRHApOYlqePWotTXHMuiuNfUYCjZsItPbmUiX	$EmpName_1$	
	Salary	152787428	$Salary_4$	
	DepartmentGrp	Accounting	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	[illegible]	[illegible]	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	EmpType	Employee	$EmpType_1$	
SR57	EmpId	589173809	$EmpId_5$	Invalid
	EmpName	SxvEEovUceztrezYbaOileiVBabKaajypPZLxFoueiuYpHkwIQb	$EmpName_3$	
	Salary	5879	$Salary_1$	
	DepartmentGrp	Accounting	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	false	$Driving_1$	
	EmpType	Employee	$EmpType_1$	
SR58	EmpId	589173809	$EmpId_5$	Invalid
	EmpName	SxvEEovUceztrezYbaOileiVBabKaajypPZLxFoueiuYpHkwIQb	$EmpName_3$	
	Salary	88672	$Salary_2$	
	DepartmentGrp	Accounting	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	false	$Driving_1$	
	EmpType	Employee	$EmpType_1$	
SR59	EmpId	589173809	$EmpId_5$	Invalid
	EmpName	SxvEEovUceztrezYbaOileiVBabKaajypPZLxFoueiuYpHkwIQb	$EmpName_3$	
	Salary	-1605293829	$Salary_3$	
	DepartmentGrp	Accounting	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	false	$Driving_1$	
	EmpType	Employee	$EmpType_1$	
SR60	EmpId	589173809	$EmpId_5$	Invalid
	EmpName	SxvEEovUceztrezYbaOileiVBabKaajypPZLxFoueiuYpHkwIQb	$EmpName_3$	
	Salary	152787428	$Salary_4$	
	DepartmentGrp	Accounting	$DepartmentGrp_1$	
	Driving	false	$Driving_1$	
	EmpType	Employee	$EmpType_1$	

รูปที่ ค-41 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส ของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

5.2 วิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต

No.	Variable	Range No.	Range of Valid Value
1	EmpId	1	1000 <= EmpId <= 2999
		2	3000 <= EmpId <= 4999
		3	5000 <= EmpId <= 9999
2	EmpName	1	1 <= length of EmpName <= 50
3	Salary	1	5000 <= Salary <= 10000
		2	10001 <= Salary <= 150000

รูปที่ ค-42 รายการช่วงที่ถูกต้องของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
BVA1	EmpId	2608	Nom_{1-1}	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-1}	
	Salary	7262	Nom_{3-1}	
BVA2	EmpId	3970	Nom_{1-2}	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-1}	
	Salary	93606	Nom_{3-2}	
BVA3	EmpId	9167	Nom_{1-3}	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-1}	
	Salary	93606	Nom_{3-2}	
BVA4	EmpId	1000	Min_{1-1}	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-1}	
	Salary	7262	Nom_{3-1}	
BVA5	EmpId	1001	$Min+_{1-1}$	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-1}	
	Salary	7262	Nom_{3-1}	
BVA6	EmpId	2998	$Max-_{1-1}$	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-1}	
	Salary	7262	Nom_{3-1}	
BVA7	EmpId	2999	Max_{1-1}	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-1}	
	Salary	7262	Nom_{3-1}	
BVA8	EmpId	3000	Min_{1-2}	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-2}	
	Sala	72f	Nom-	
BVA25	EmpId	2608	Nom_{1-2}	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-2}	
	Salary	10002	$Min+_{3-2}$	
BVA26	EmpId	2608	Nom_{1-2}	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-2}	
	Salary	149999	$Max-_{3-2}$	
BVA27	EmpId	2608	Nom_{1-2}	Valid
	EmpName	nJmrZmByIzIOaMhrnTXMfIBfOFSZZuuAY	Nom_{2-2}	
	Salary	150000	Max_{3-2}	

รูปที่ ค-43 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
WC1	EmpId	1000	Min_{1-1}	Valid
	EmpName	I	Min_{2-1}	
	Salary	5000	Min_{3-1}	
WC2	EmpId	1000	Min_{1-1}	Valid
	EmpName	I	Min_{2-1}	
	Salary	5001	$Min+_{3-1}$	
WC3	EmpId	1000	Min_{1-1}	Valid
	EmpName	I	Min_{2-1}	
	Salary	8485	Nom_{3-1}	
WC4	EmpId	1000	Min_{1-1}	Valid
	EmpName	I	Min_{2-1}	
	Salary	9999	$Max-_{3-1}$	
WC5	EmpId	1000	Min_{1-1}	Valid
	EmpName	I	Min_{2-1}	
	Salary	10000	Max_{3-1}	
WC6	EmpId	1000	Min_{1-1}	Valid
	EmpName	I	Min_{2-1}	
	Salary	10001	Min_{3-2}	
WC7	EmpId	1000	Min_{1-1}	Valid
	EmpName	I	Min_{2-1}	
	Salary	10002	$Min+_{3-2}$	
	[illegible]	1000	[illegible]	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
WC748	EmpName	zmdNgqNMwoGvNENXWjLgrD... LeGHdiWMFyKvPfjAFHetBjFTz	[illegible]	Valid
	Salary	126483	Nom_{3-2}	
WC749	EmpId	9999	Max_{1-3}	Valid
	EmpName	zmdNgqNMwoGvNENXWjLgrDHfPLeGHdiWMFyKvPfjAFHetBjFTz	Max_{2-1}	
	Salary	149999	$Max-_{3-2}$	
WC750	EmpId	9999	Max_{1-3}	Valid
	EmpName	zmdNgqNMwoGvNENXWjLgrDHfPLeGHdiWMFyKvPfjAFHetBjFTz	Max_{2-1}	
	Salary	150000	Max_{3-2}	

รูปที่ ค-44 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเวิสต์เคสของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
R1	EmpId	2950	Nom_{1-1}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-1}	
	Salary	6723	Nom_{3-1}	
R2	EmpId	4123	Nom_{1-2}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-1}	
	Salary	115160	Nom_{3-2}	
R3	EmpId	5309	Nom_{1-3}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-1}	
	Salary	115160	Nom_{3-2}	
R4	EmpId	999	Min^{-}_{1-1}	Invalid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-1}	
	Salary	6723	Nom_{3-1}	
R5	EmpId	1000	Min_{1-1}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-1}	
	Salary	6723	Nom_{3-1}	
R6	EmpId	1001	Min^{+}_{1-1}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-1}	
	Salary	6723	Nom_{3-1}	
R7	EmpId	2998	Max^{-}_{1-1}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-1}	
	Salary	6723	Nom_{3-1}	
R8	EmpId	2999	Max_{1-1}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-1}	
	Salary	6723	Nom_{3-1}	
R27	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpe...	Nc...	...al
	Salary	9999	Max^{-}_{3-1}	
R28	EmpId	2950	Nom_{1-1}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-1}	
	Salary	10000	Max_{3-1}	
R29	EmpId	2950	Nom_{1-2}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-2}	
	Salary	10001	Min_{3-2}	
R30	EmpId	2950	Nom_{1-2}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-2}	
	Salary	10002	Min^{+}_{3-2}	
R31	EmpId	2950	Nom_{1-2}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-2}	
	Salary	149999	Max^{-}_{3-2}	
R32	EmpId	2950	Nom_{1-2}	Valid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-2}	
	Salary	150000	Max_{3-2}	
R33	EmpId	2950	Nom_{1-2}	Invalid
	EmpName	rtruxmugDETqwOoemHCaKBikdpelcnOkRnmLjJUSprMm	Nom_{2-2}	
	Salary	150001	Max^{+}_{3-2}	

รูปที่ ค-45 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเนสของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
RWC1	EmpId	999	$Min-_{1-1}$	Invalid
	EmpName		$Min-_{2-1}$	
	Salary	4999	$Min-_{3-1}$	
RWC2	EmpId	999	$Min-_{1-1}$	Invalid
	EmpName		$Min-_{2-1}$	
	Salary	5000	Min_{3-1}	
RWC3	EmpId	999	$Min-_{1-1}$	Invalid
	EmpName		$Min-_{2-1}$	
	Salary	5001	$Min+_{3-1}$	
RWC4	EmpId	999	$Min-_{1-1}$	Invalid
	EmpName		$Min-_{2-1}$	
	Salary	5366	Nom_{3-1}	
RWC5	EmpId	999	$Min-_{1-1}$	Invalid
	EmpName		$Min-_{2-1}$	
	Salary	9999	$Max-_{3-1}$	
RWC6	EmpId	999	$Min-_{1-1}$	Invalid
	EmpName		$Min-_{2-1}$	
	Salary	10000	Max_{3-1}	
RWC7	EmpId	999	$Min-_{1-1}$	Invalid
	EmpName		$Min-_{2-1}$	
	Salary	10001	Min_{3-2}	
RWC8	EmpId	999	$Min-_{1-1}$	Invalid
	EmpName		$Min-_{2-1}$	
RWC1424	npName	rwttKorcjhWsLEUFOMvJrjmTSZEeqPiFjHjqvitCAxXhudHxDhI	Max_{2-1}	Invalid
	Salary	10000	Max_{3-1}	
RWC1423	EmpId	10000	$Max+_{1-3}$	Invalid
	EmpName	rwttKorcjhWsLEUFOMvJrjmTSZEeqPiFjHjqvitCAxXhudHxDhI	$Max+_{2-1}$	
	Salary	10001	Min_{3-2}	
RWC1424	EmpId	10000	$Max+_{1-3}$	Invalid
	EmpName	rwttKorcjhWsLEUFOMvJrjmTSZEeqPiFjHjqvitCAxXhudHxDhI	$Max+_{2-1}$	
	Salary	10002	$Min+_{3-2}$	
RWC1425	EmpId	10000	$Max+_{1-3}$	Invalid
	EmpName	rwttKorcjhWsLEUFOMvJrjmTSZEeqPiFjHjqvitCAxXhudHxDhI	$Max+_{2-1}$	
	Salary	77465	Nom_{3-2}	
RWC1426	EmpId	10000	$Max+_{1-3}$	Invalid
	EmpName	rwttKorcjhWsLEUFOMvJrjmTSZEeqPiFjHjqvitCAxXhudHxDhI	$Max+_{2-1}$	
	Salary	149999	$Max-_{3-2}$	
RWC1427	EmpId	10000	$Max+_{1-3}$	Invalid
	EmpName	rwttKorcjhWsLEUFOMvJrjmTSZEeqPiFjHjqvitCAxXhudHxDhI	$Max+_{2-1}$	
	Salary	150000	Max_{3-2}	
RWC1428	EmpId	10000	$Max+_{1-3}$	Invalid
	EmpName	rwttKorcjhWsLEUFOMvJrjmTSZEeqPiFjHjqvitCAxXhudHxDhI	$Max+_{2-1}$	
	Salary	150001	$Max+_{3-2}$	

รูปที่ ค-46 ตัวอย่างกรณีทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบโรบัสเวิสต์เคสของระบบเก็บข้อมูลพนักงาน

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างการทดลองใส่ข้อผิดพลาด

เมื่อสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาแล้ว จากนั้นทดลองใส่ข้อผิดพลาดเข้าไปในแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล และทำการทดสอบแฟ้มเอกสารด้วยกรณีทดสอบที่สร้างได้นั้น พบว่ากรณีทดสอบสามารถแสดงให้เห็นข้อผิดพลาดที่ใส่เข้าไปได้ ซึ่งมีตัวอย่างการทดลองดังนี้

```
if ((document form1 pwd value length <= 5) |  (document form1 pwd value length >= 13))
   {
         alert('Please enter a Password of at least 6 characters and no longer than 12 characters.");
         document form1 pwd focus();
         return false
   }
```

รูปที่ ง-1 ส่วนของโปรแกรมของระบบการลงทะเบียนเพื่อสมัครเป็นสมาชิกของป๊อบเมล์

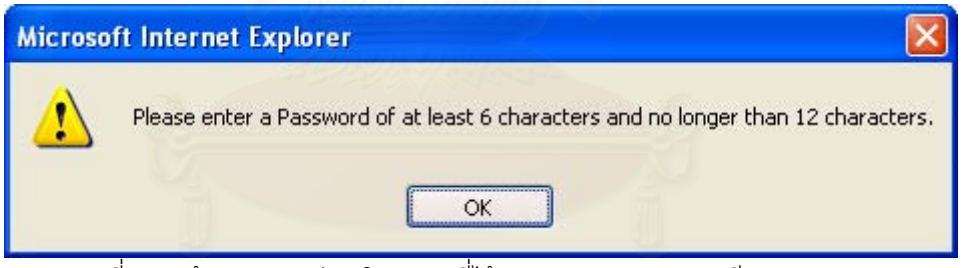
```
if ((document form1 pwd value length > 5) |  (document form1 pwd value length >= 13))
   {
         alert('Please enter a Password of at least 6 characters and no longer than 12 characters.");
         document form1 pwd focus();
         return false
   }
```

รูปที่ ง-2 ส่วนของโปรแกรมที่ใส่ข้อผิดพลาดเข้าไป

จากส่วนของโปรแกรมในรูปที่ ง-1 ส่วนของโปรแกรมทำการตรวจสอบรหัสผ่านที่ผู้ใช้กรอกมาว่าจะต้องมีความยาวอยู่ระหว่าง 6-12 ตัวอักษร จากรูปที่ ง-2 ทดลองใส่ข้อผิดพลาดเข้าไป โดยเปลี่ยนเครื่องหมายจากเครื่องหมายน้อยกว่าเท่ากับ (<=) เป็นเครื่องหมายมากกว่า (>) ปรากฏว่าโปรแกรมอนุญาตให้ผู้ใช้กรอกรหัสผ่านที่มีความยาวน้อยกว่า 5 (ซึ่งเป็นข้อมูลรหัสผ่านที่ไม่ถูกต้อง) เข้าไปได้ แต่ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้กรอกรหัสผ่านที่มีความยาวตั้งแต่ 6 ขึ้นไป ดังนั้นข้อมูลรหัสผ่านที่ได้จึงไม่ตรงกับความต้องการ โดยตัวอย่างกรณีทดสอบที่สามารถแสดงให้เห็นข้อผิดพลาดเหล่านี้ เป็นดังรูปที่ ง-3 สำหรับรูปที่แสดงให้เห็นข้อผิดพลาดของโปรแกรมเป็นดังรูปที่ ง-4

Test Case ID.				Expected Output
	Variable	Value	Covered	
WN1	user	Nrw	$user_1$	Valid
	pwd	NyjCgyrQ	pwd_1	
	repwd	yRYeMkTJvG	$repwd_1$	
	pwdans	kxyKKMsCFvdMFOc	$pwdans_1$	
	firstname	tWKocqAlRXdStD	$firstname_1$	
	lastname	LHK	$lastname_1$	
	bday_year	1985	$bday_year_1$	
	gender	m	$gender_1$	
	zip	1568372543	zip_1	
	referred_by	uoCyggdLaegeMzlHD	$referred_by_1$	
	payment_type	1	$payment_type_1$	
	securitycode	l	$securitycode_1$	
	tosagree	true	$tosagree_1$	
	pwdquestion	City of birth?	$pwdquestion_1$	
	bday_month	December	$bday_month_1$	
	bday_day	14	$bday_day_1$	
	occupation	Manufactur	$occupation_1$	
	timezone	(GMT-10:00) Hawaii	$timezone_1$	

รูปที่ ง-3 กรณีทดสอบที่แสดงให้เห็นข้อผิดพลาด



รูปที่ ง-4 หน้าจอผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ได้จากการประมวลผลกรณีทดสอบ WN1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ
คู่มือการติดตั้งและการใช้งานเครื่องมือ

1. ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

1.1 ความต้องการของระบบ (System requirements) มีดังนี้

1) ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL database) ที่กำหนดชื่อผู้ใช้ (Username) รหัสผ่าน (Password) และเปิดบริการ (Service) ในการเข้าใช้งานมายเอสคิวแอลไว้แล้ว โดยทำการติดตั้งเองหรือใช้มายเอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ (MySQL server) ในระบบเครือข่ายอย่างใดอย่างหนึ่ง

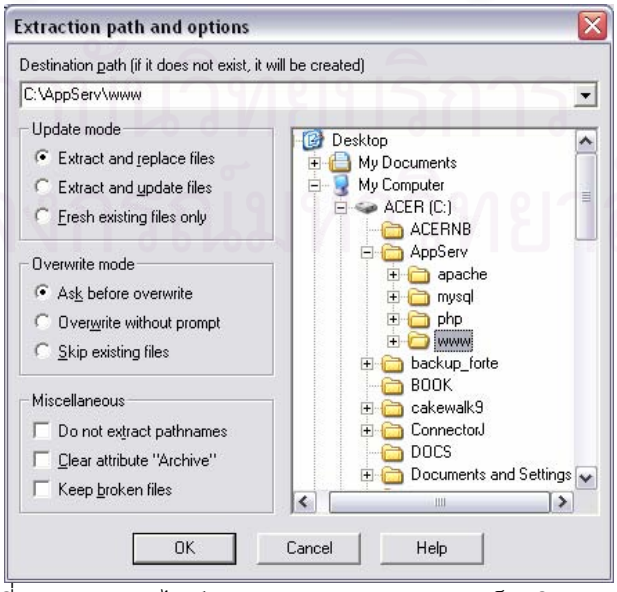
2) เว็บบราวเซอร์ (Web browser) อินเตอร์เน็ตเอ็กซ์พลอเรอร์ (Internet Explorer) เวอร์ชัน 5.5 ขึ้นไป

3) เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web server) ที่ติดตั้งพีเอชพีคอมไพเลอร์ (PHP compiler) ไว้แล้ว (เวอร์ชันที่แนะนำ คือ 4.3.6 ขึ้นไป)

1.2 ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือ มีดังนี้

1) ใส่แผ่นซีดีรอม (CD-ROM) ติดตั้งเครื่องมือเข้าไปในไดร์ฟ (Drive)

2) ขยาย (Unzip) ไฟล์ testCaseGenerator.zip ลงไปในไดเรกทอรี (Directory) ที่เป็นด็อกคิวเมนต์รูท (Document root) ของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (จากรูปที่ จ-1 คือ C:\AppServ\www) หรืออัพโหลด (Upload) โฟลเดอร์ (Folder) ที่ได้จากการขยายขึ้นไปในด็อกคิวเมนต์รูทของเว็บเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่ใช้มายเอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ในระบบเครือข่าย



รูปที่ จ-1 การขยายไฟล์ testCaseGenerator.zip ลงด็อกคิวเมนต์รูท

หมายเหตุ หากพาร์ทิชัน (Partition) ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) นั้นเป็น “NTFS” แล้ว ควรจะกำหนดสิทธิ (Permission) ของไดเรกทอรีให้ “Everyone” สามารถ “write” ข้อมูลได้

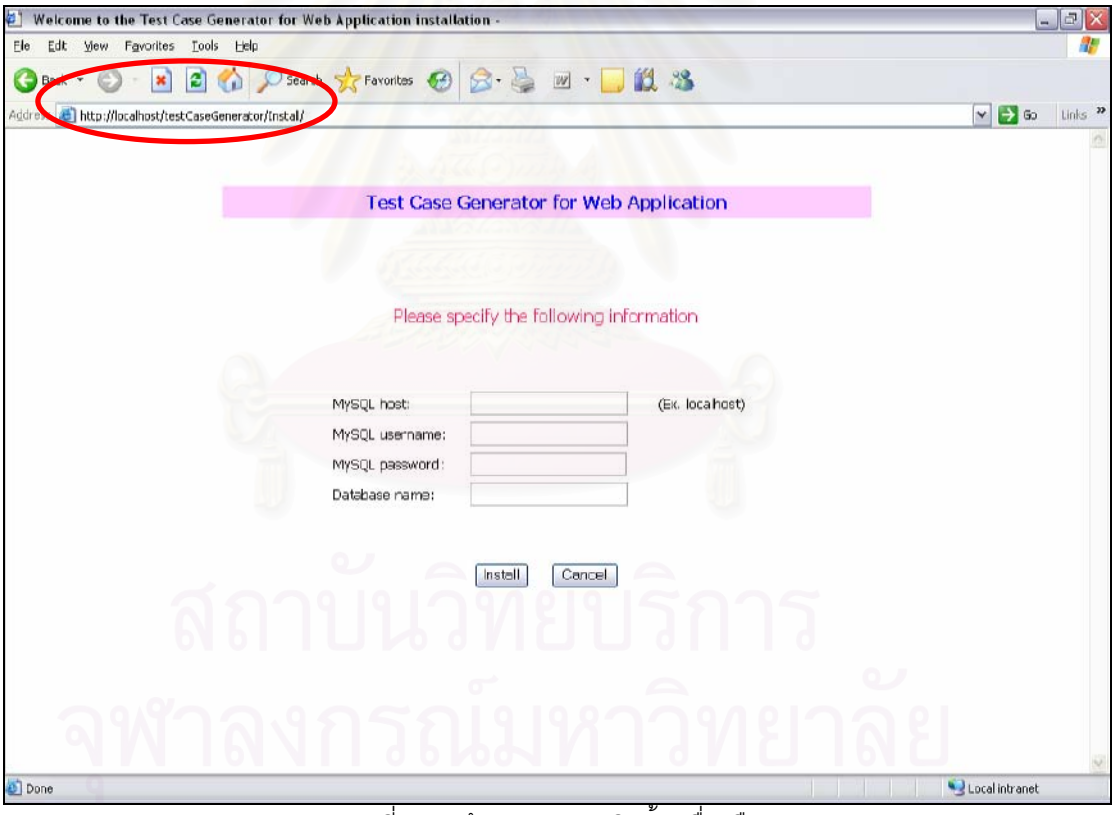
3) เรียกใช้โปรแกรมติดตั้งเครื่องมือผ่านทางเว็บบราวเซอร์ โดยกรอกที่อยู่ (URL) ของเซิร์ฟเวอร์ตามด้วยชื่อไดเรอทอรีของเครื่องมือและชื่อไดเรกทอรี "Install” ดังนี้

<www.your-host.com>/testCaseGenerator/Install/

หรือ

<www.your-host.com>/testCaseGenerator/Install/index.html

จากรูปที่ จ-2 คือ http://localhost/testCaseGenerator/Install/

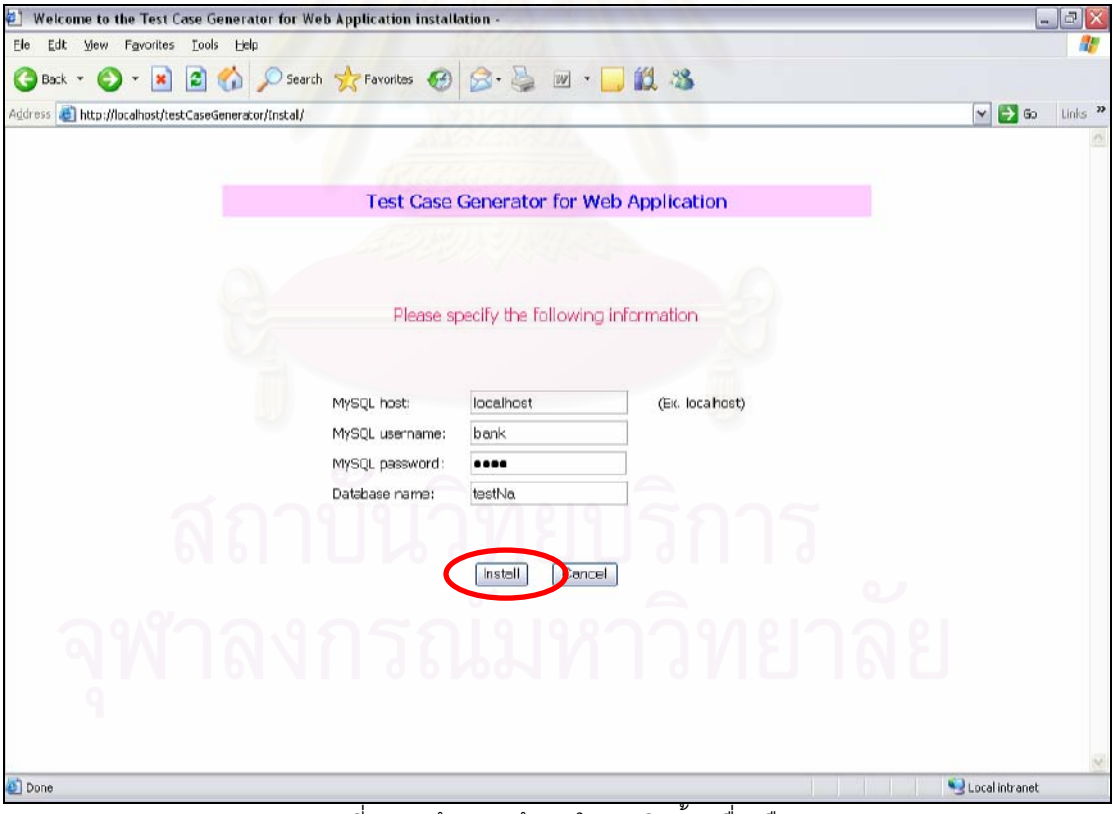


รูปที่ จ-2 หน้าแรกของการติดตั้งเครื่องมือ

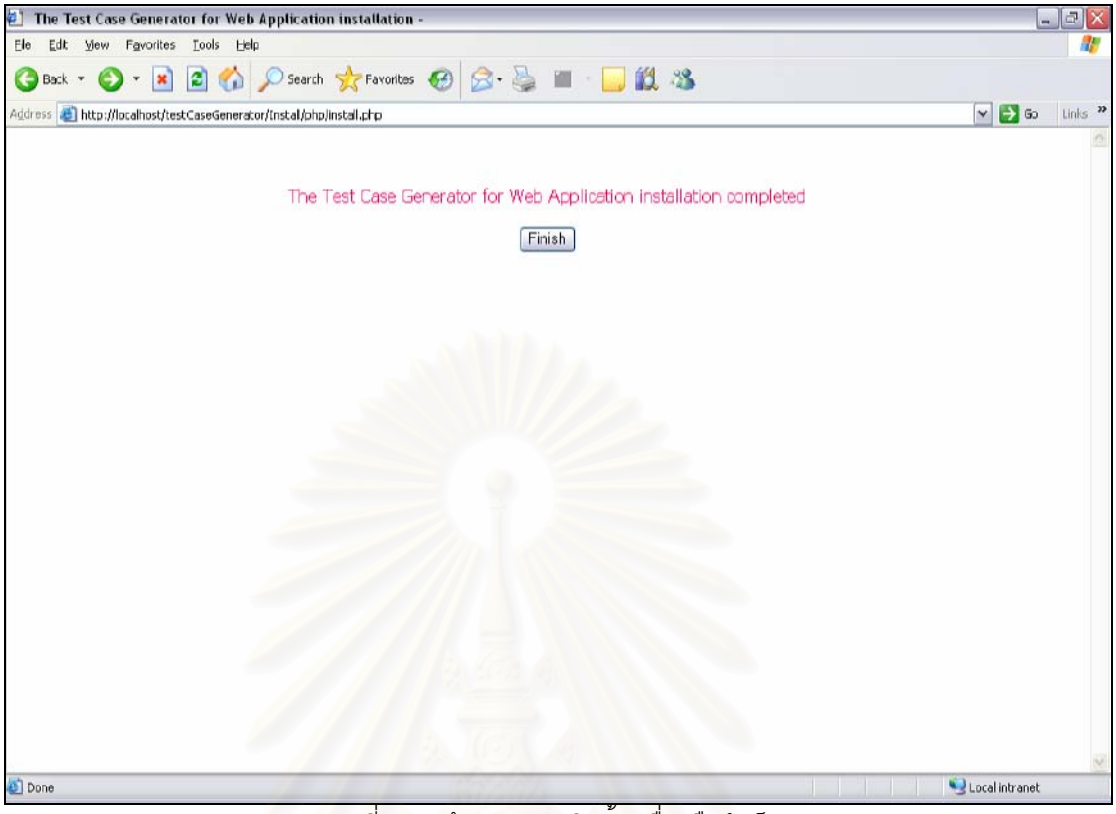
4) กรอกข้อมูลตามที่ระบุในหน้าจอ โดยคำอธิบายของแต่ละข้อมูล เป็นดังนี้

- MySQL host คือ ชื่อโฮสต์ที่เป็นมายเอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ (ถ้าเครื่องที่ติดตั้งเครื่องมือกับเครื่องที่ติดตั้งมายเอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์เป็นเครื่องเดียวกันให้พิมพ์คำว่า localhost)
- MySQL username คือ ชื่อผู้ใช้ที่ใช้ในการล็อกอิน (Login) เข้าใช้งานมายเอสคิวแอล (ชื่อผู้ใช้เดียวกับข้อ 1.1)
- MySQL password คือ รหัสผ่านที่ใช้ในการล็อกอินเข้าใช้งานมายเอสคิวแอล (รหัสผ่านเดียวกับข้อ 1.1)
- Database name คือ ชื่อฐานข้อมูลที่จะใช้เก็บข้อมูลของเครื่องมือ

เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นกดปุ่ม “Install” (ดังรูปที่ จ-3) เพื่อเริ่มการติดตั้ง เมื่อการติดตั้งเสร็จสิ้นจะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ จ-4



รูปที่ จ-3 หน้ากรอกข้อมูลในการติดตั้งเครื่องมือ



รูปที่ จ-4 หน้าแสดงการติดตั้งเครื่องมือสำเร็จ

2. ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

2.1 การเรียกใช้งานเครื่องมือ

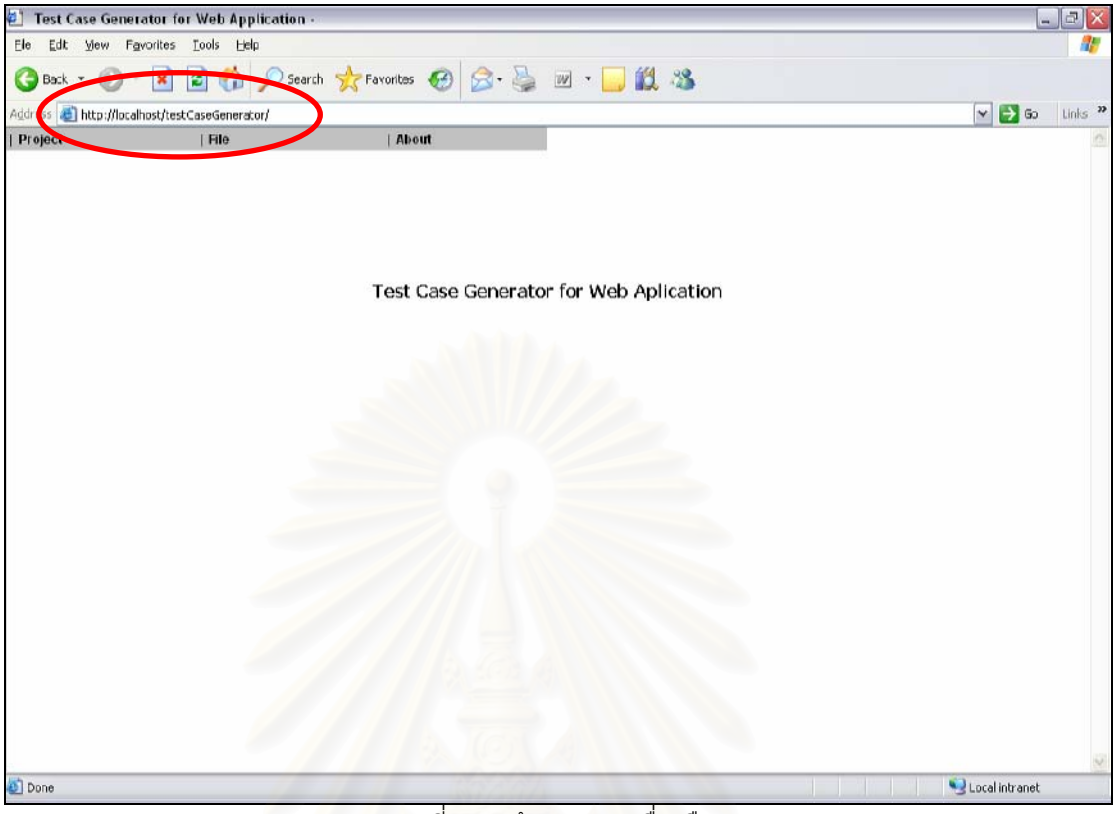
เปิดเว็บบราวเซอร์แล้วทำการกรอกที่อยู่ของเซิร์ฟเวอร์ตามด้วยชื่อไดเรกทอรีของเครื่องมือ ดังนี้

<www.your-host.com>/testCaseGenerator/

หรือ

<www.your-host.com>/testCaseGenerator/index.php

จากรูปที่ จ-5 คือ http://localhost/testCaseGenerator/



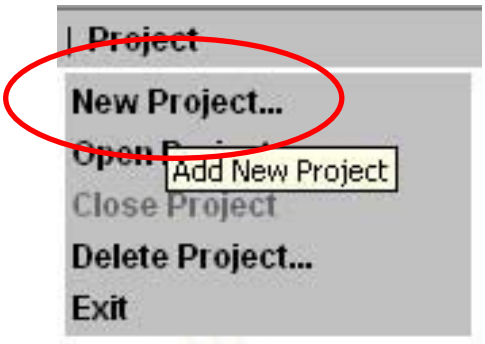
รูปที่ จ-5 หน้าแรกของเครื่องมือ

2.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ การจัดการโครงการ การจัดการแฟ้มเอกสารเอ็ซทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา การสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ซทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา และการนำออกกรณีทดสอบ ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

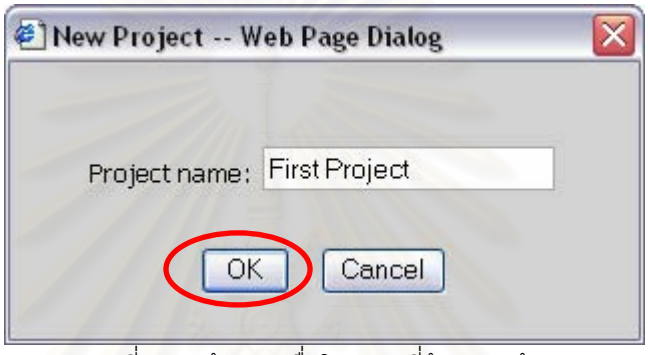
1) การจัดการโครงการ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ การสร้างโครงการใหม่ การเปิดโครงการเดิม การปิดโครงการ และการลบโครงการ ดังนี้

1.1) การสร้างโครงการใหม่ (New Project) มีขั้นตอนดังนี้

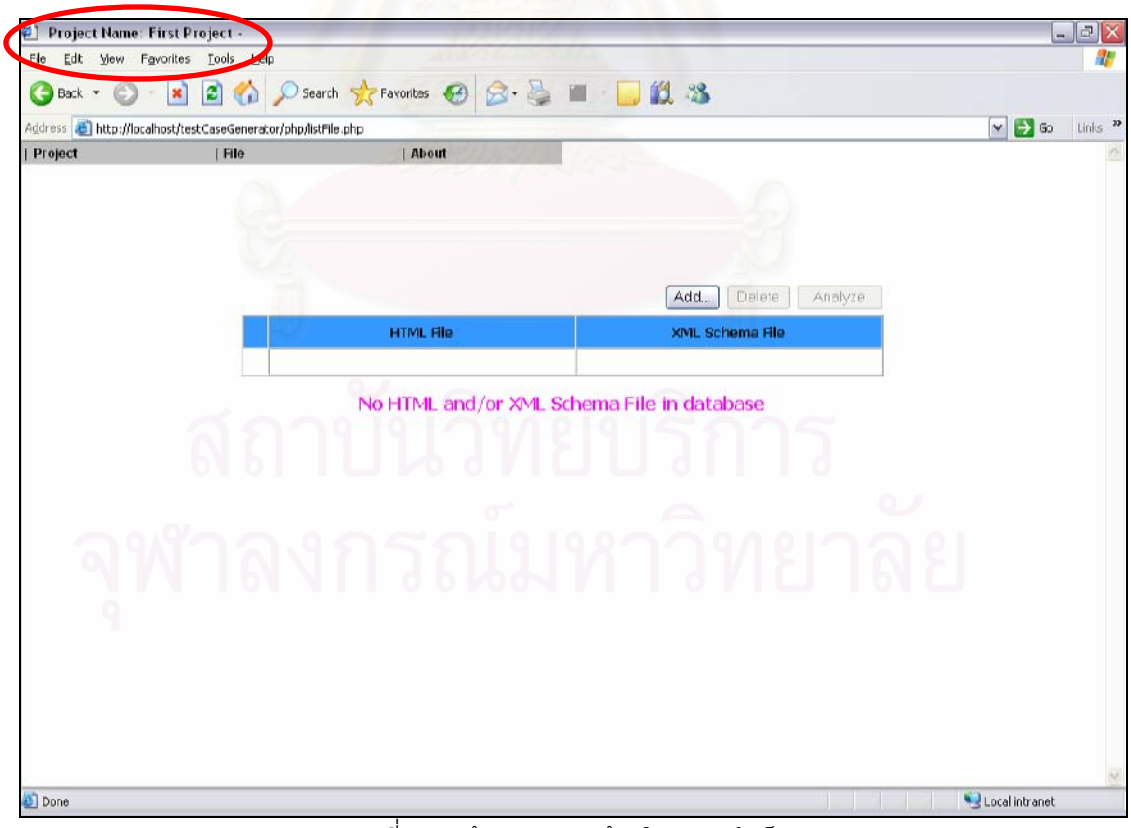
- เลือกไปที่เมนู “Project” จากนั้นคลิกที่เมนู “New Project...” (ดังรูปที่ จ-6)
- เครื่องมือจะแสดงหน้าจอรับชื่อโครงการที่ต้องการสร้าง จากนั้นผู้ใช้กรอกชื่อโครงการที่ต้องการสร้าง และกดปุ่ม “OK” (ดังรูปที่ จ-7) เพื่อสร้างโครงการ
- หากการสร้างโครงการสำเร็จ เครื่องมือจะแสดงส่วนของการจัดการแฟ้มเอกสารของโครงการที่ต้องการสร้าง (ดังรูปที่ จ-8)



รูปที่ จ-6 เมนูสร้างโครงการใหม่



รูปที่ จ-7 หน้าจอรับชื่อโครงการที่ต้องการสร้าง

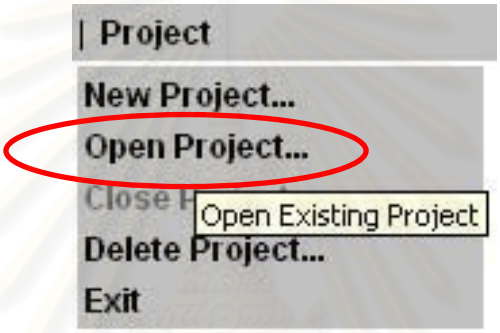


รูปที่ จ-8 หน้าแสดงการสร้างโครงการสำเร็จ

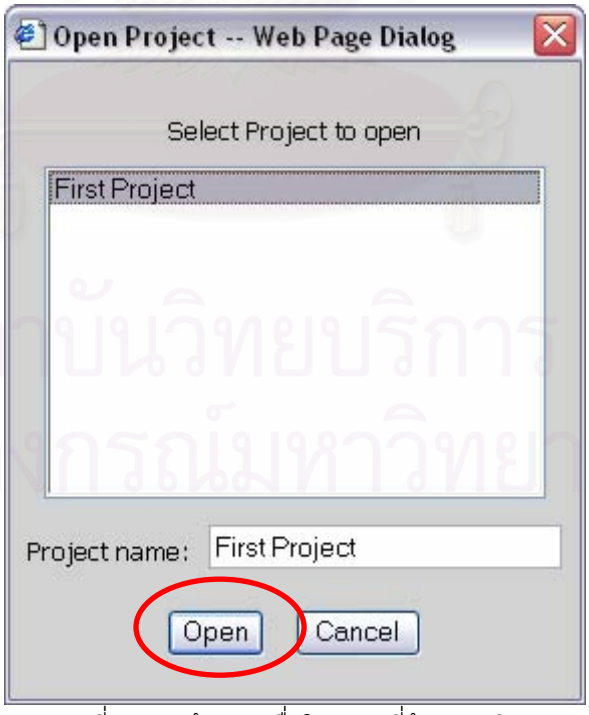
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2) การเปิดโครงการเดิม (Open Project) มีขั้นตอนดังนี้

- เลือกไปที่เมนู “Project” จากนั้นคลิกที่เมนู “Open Project...” (ดังรูปที่ จ-9)
- เครื่องมือจะแสดงหน้าจอรับชื่อโครงการที่ต้องการเปิด จากนั้นผู้ใช้เลือกชื่อโครงการที่ต้องการเปิด และกดปุ่ม “Open” (ดังรูปที่ จ-10) เพื่อเปิดโครงการ
- หากการเปิดโครงการสำเร็จ เครื่องมือจะแสดงส่วนของการจัดการแฟ้มเอกสารของโครงการที่เปิด (ดังรูปที่ จ-11)

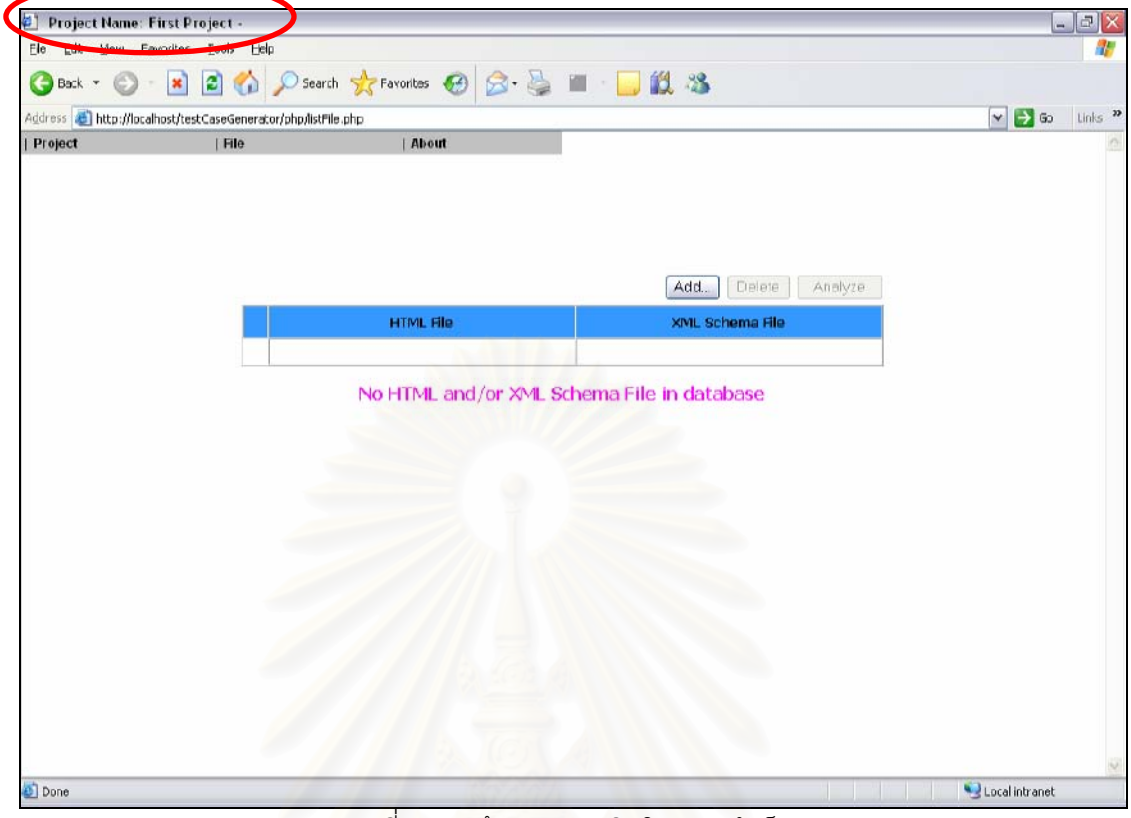


รูปที่ จ-9 เมนูเปิดโครงการเดิม



รูปที่ จ-10 หน้าจอรับชื่อโครงการที่ต้องการเปิด

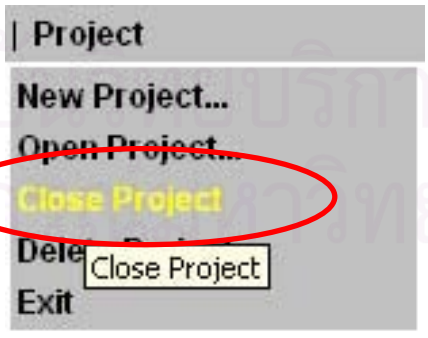
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



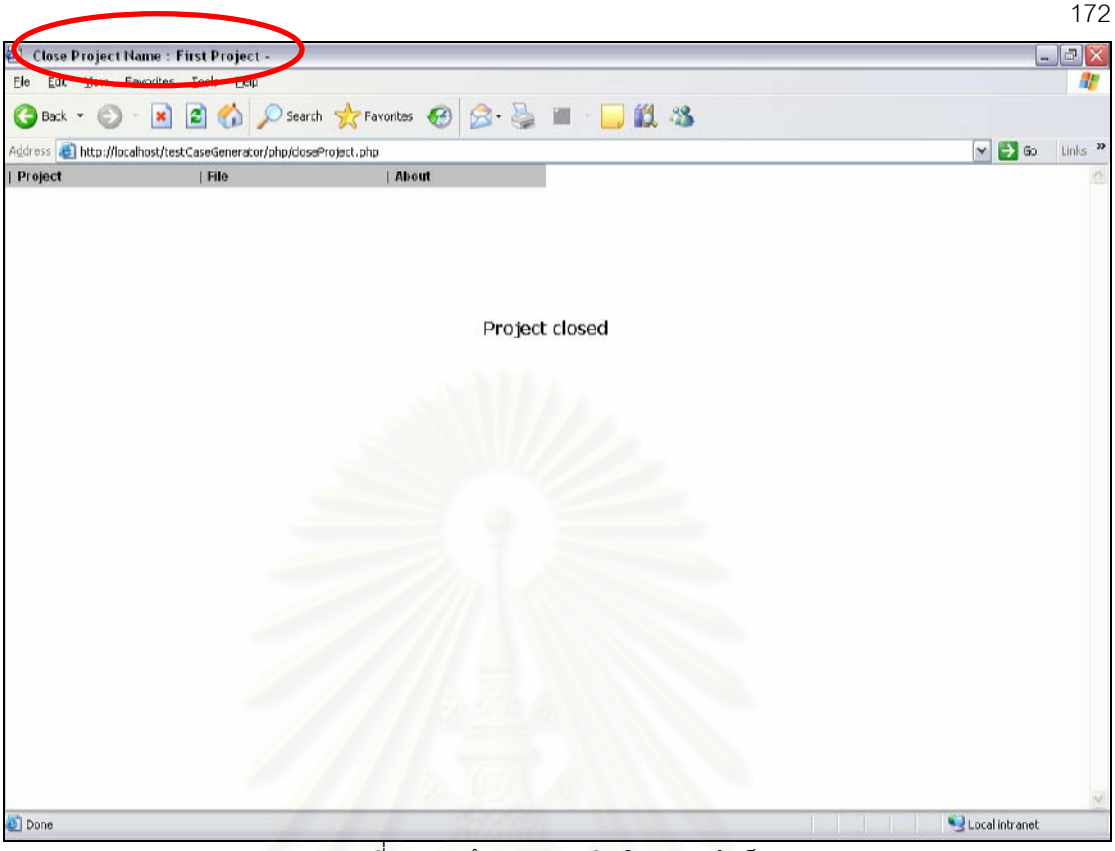
รูปที่ จ-11 หน้าแสดงการเปิดโครงการสำเร็จ

1.3) การปิดโครงการ (Close Project) มีขั้นตอนดังนี้

- เลือกไปที่เมนู “Project” จากนั้นคลิกที่เมนู “Closed Project...” (ดังรูปที่ จ-12) เพื่อปิดโครงการ
- หากการปิดโครงการสำเร็จ เครื่องมือจะแสดงหน้าจอ (ดังรูปที่ จ-13)



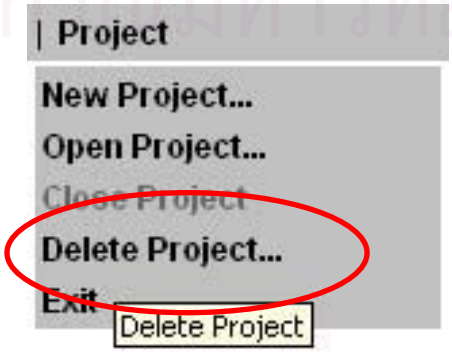
รูปที่ จ-12 เมนูปิดโครงการ



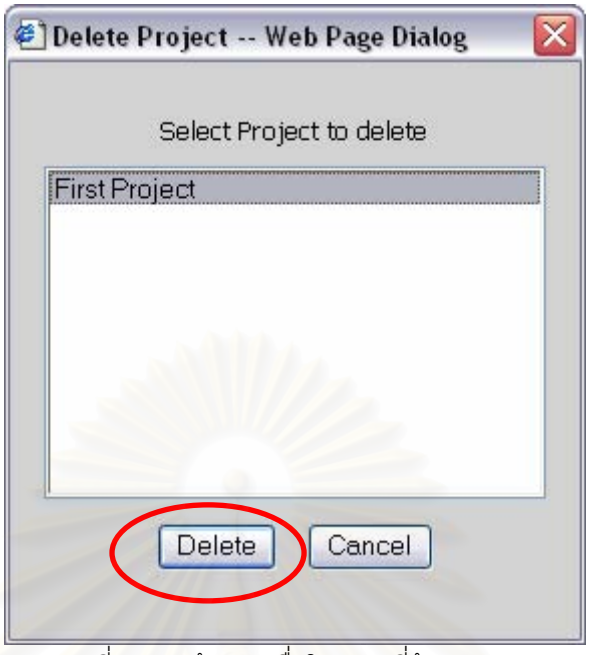
รูปที่ จ-13 หน้าแสดงการปิดโครงการสำเร็จ

1.4) การลบโครงการ (Delete Project) มีขั้นตอนดังนี้

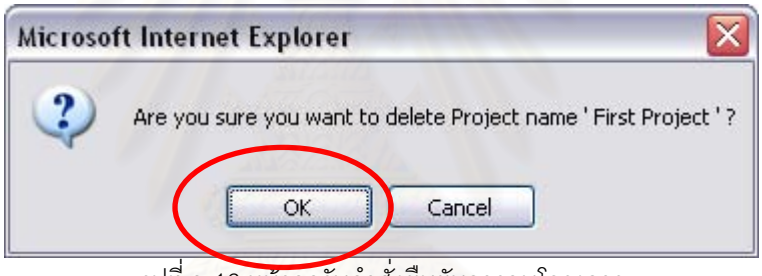
- เลือกไปที่เมนู “Project” จากนั้นคลิกที่เมนู “Delete Project...” (ดังรูปที่ จ-14)
- เครื่องมือจะแสดงหน้าจอรับชื่อโครงการที่ต้องการลบ จากนั้นผู้ใช้เลือกชื่อโครงการที่ต้องการลบ กดปุ่ม “Delete” (ดังรูปที่ จ-15) และกดปุ่ม “OK” เพื่อยืนยันการลบโครงการที่เลือกไว้ (ดังรูปที่ จ-16)
- หากการลบโครงการสำเร็จ ชื่อโครงการที่ต้องการลบจะไม่ปรากฏอยู่ (ดังรูปที่ จ-17)



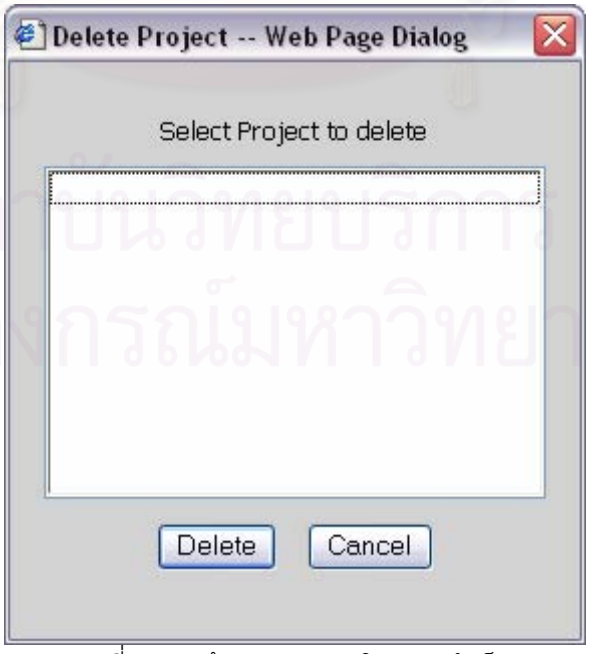
รูปที่ จ-14 เมนูลบโครงการ



รูปที่ จ-15 หน้าจอรับชื่อโครงการที่ต้องการลบ



รูปที่ จ-16 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการลบโครงการ

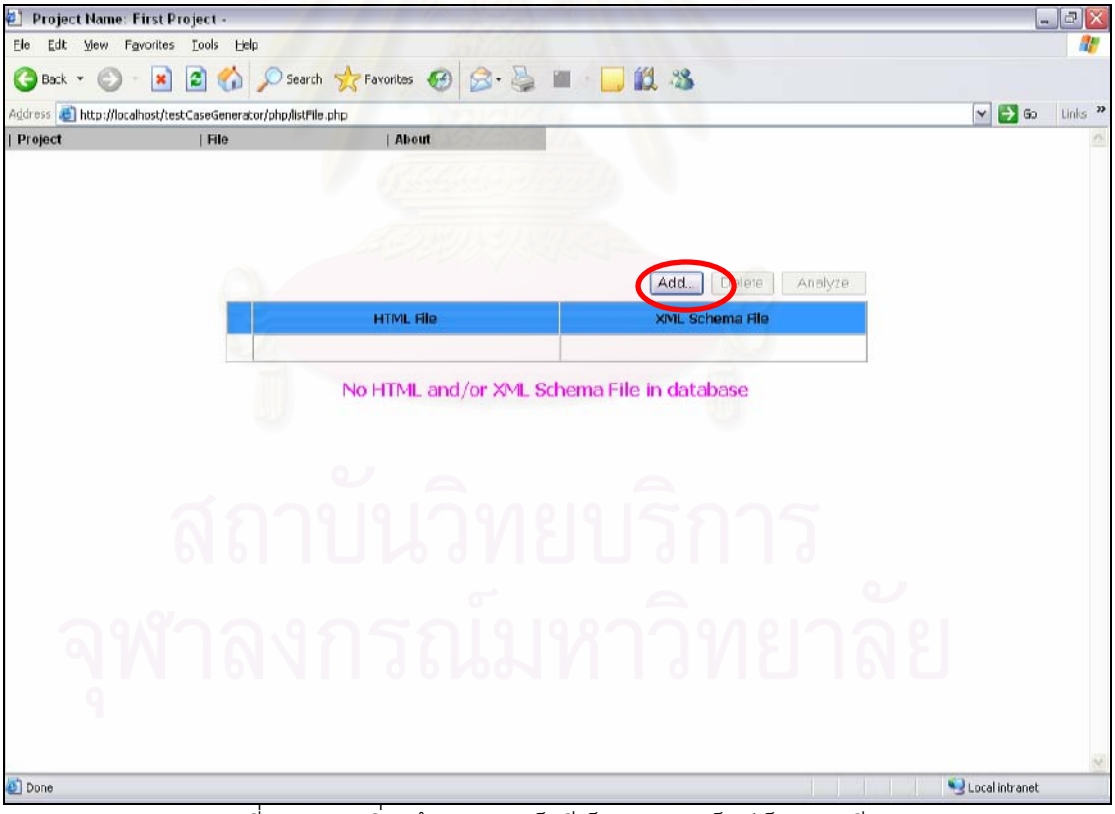


รูปที่ จ-17 หน้าแสดงการลบโครงการสำเร็จ

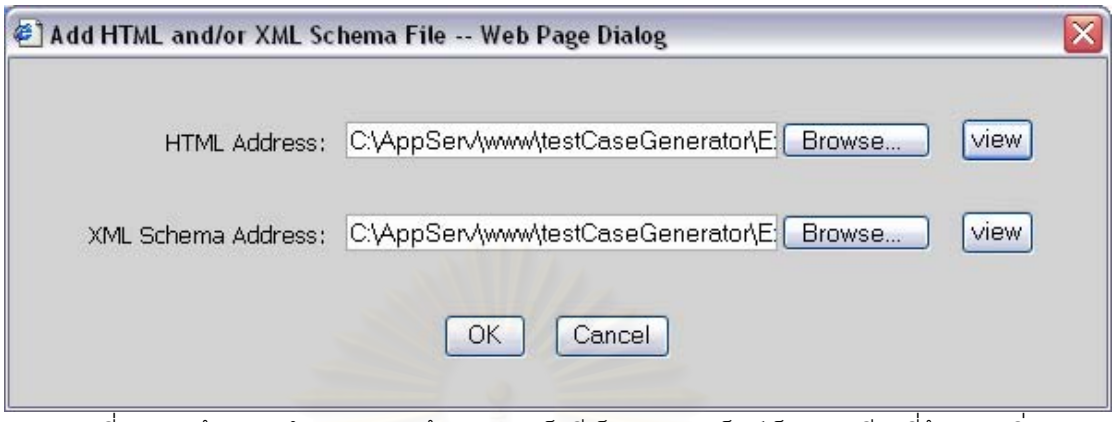
2) การจัดการแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเพิ่มแฟ้มเอกสารแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา และการลบแฟ้มเอกสารแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา ดังนี้

2.1) การเพิ่มแฟ้มเอกสารแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา มีขั้นตอนดังนี้

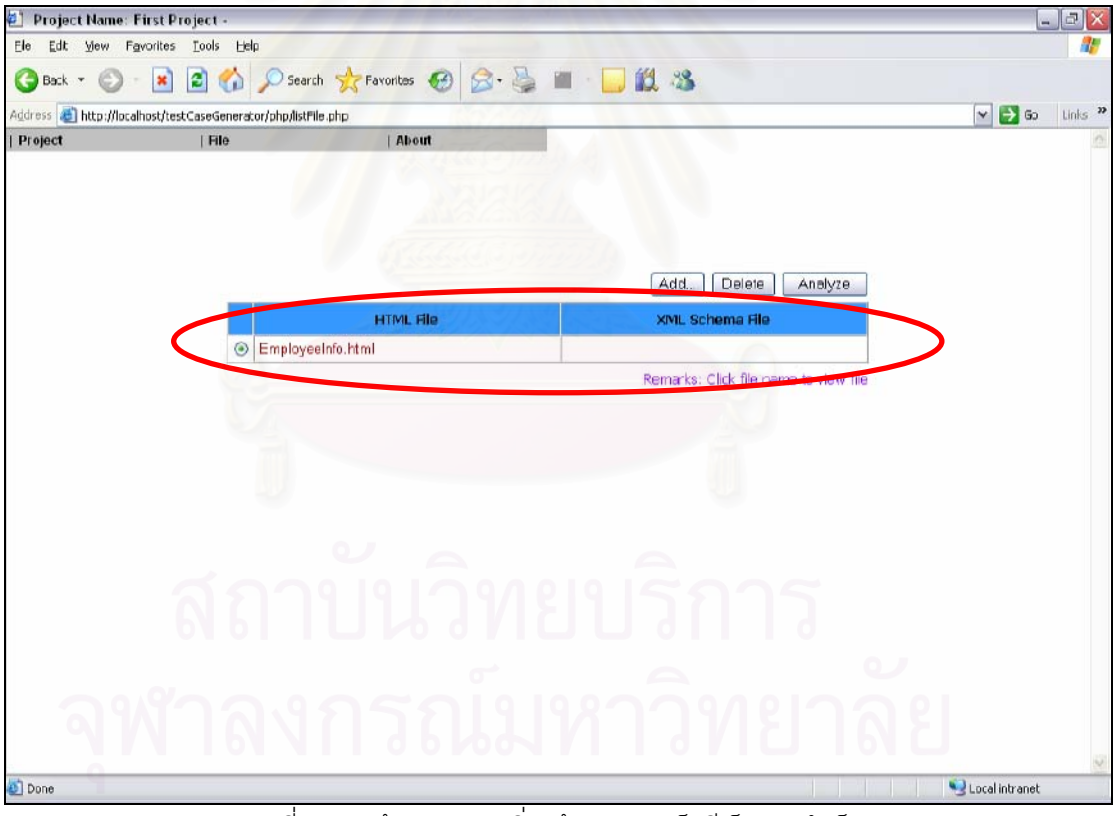
- กดที่ปุ่ม “Add” (ดังรูปที่ จ-18)
- เครื่องมือจะแสดงหน้าจอรับตำแหน่งของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาที่ต้องการเพิ่ม จากนั้นผู้ใช้กรอกตำแหน่งของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาที่ต้องการเพิ่ม และกดปุ่ม “OK” (ดังรูปที่ จ-19) เพื่อเพิ่มแฟ้มเอกสาร
- หากการเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลสำเร็จ จะเป็นดังรูปที่ จ-20 และหากการเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสำเร็จ จะเป็นดังรูปที่ จ-21



รูปที่ จ-18 ปุ่มเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา

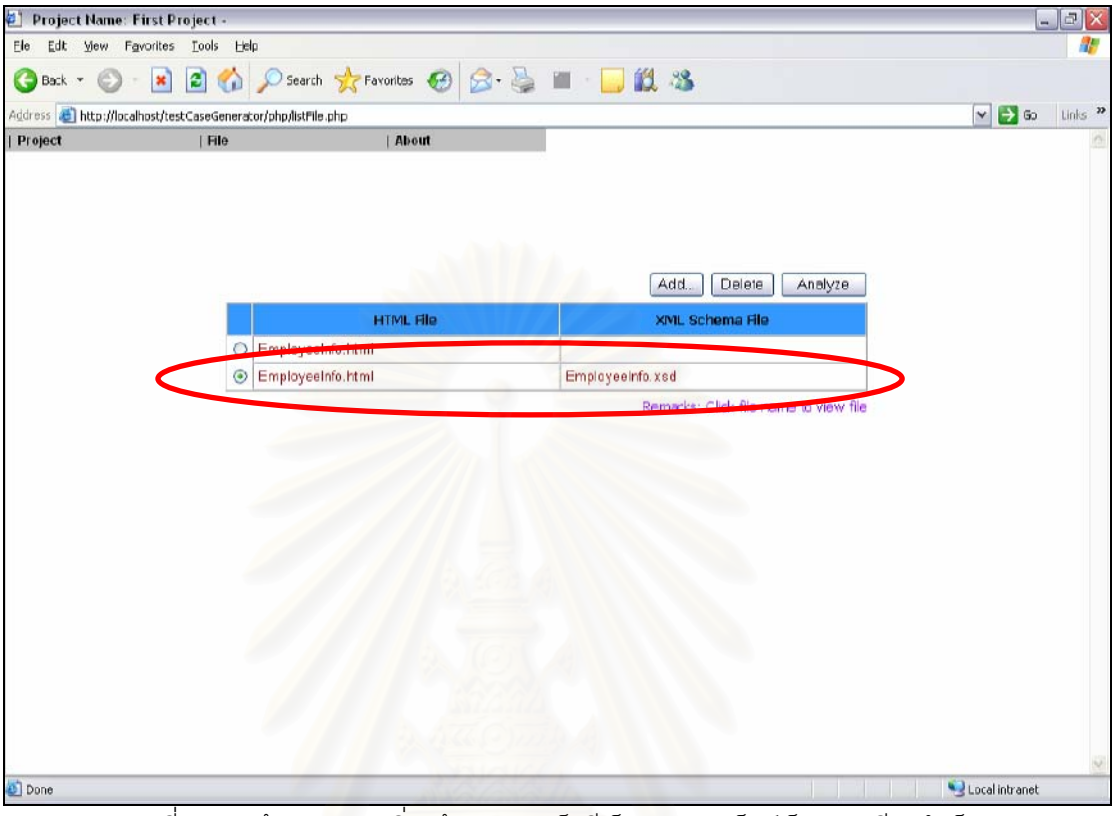


รูปที่ จ-19 หน้าจอรับตำแหน่งของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาที่ต้องการเพิ่ม



รูปที่ จ-20 หน้าแสดงการเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลสำเร็จ

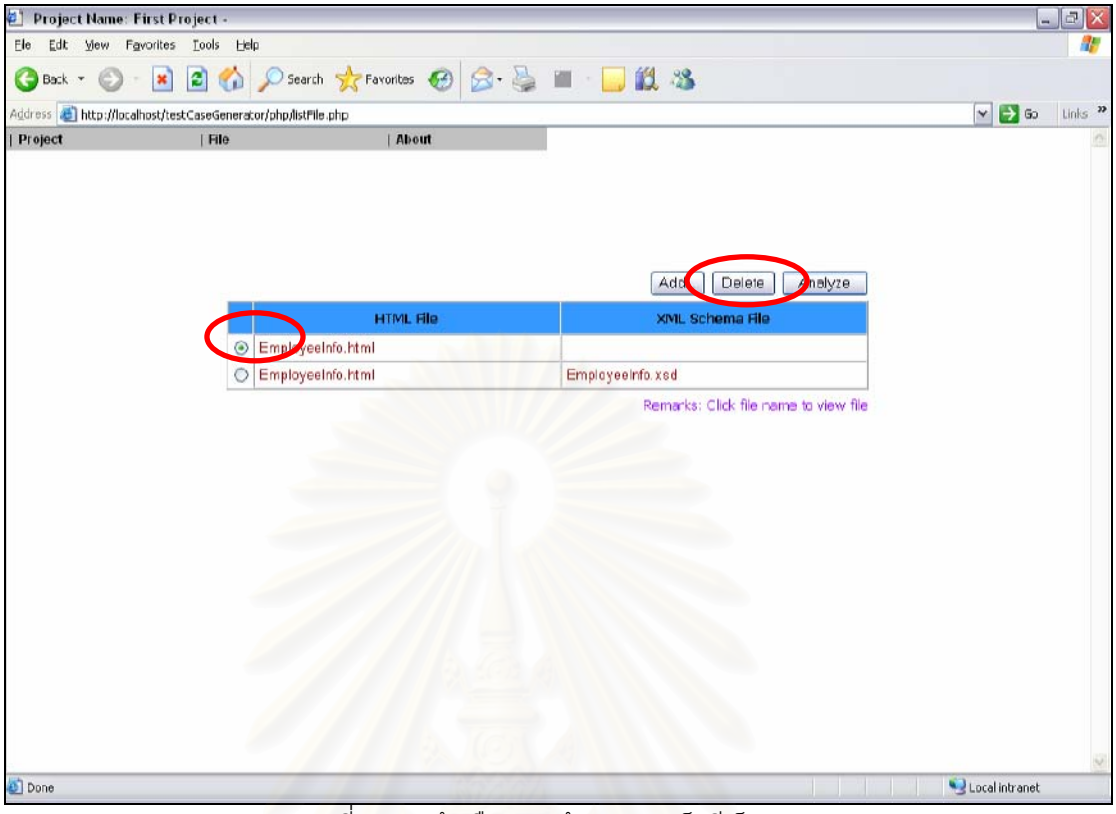
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



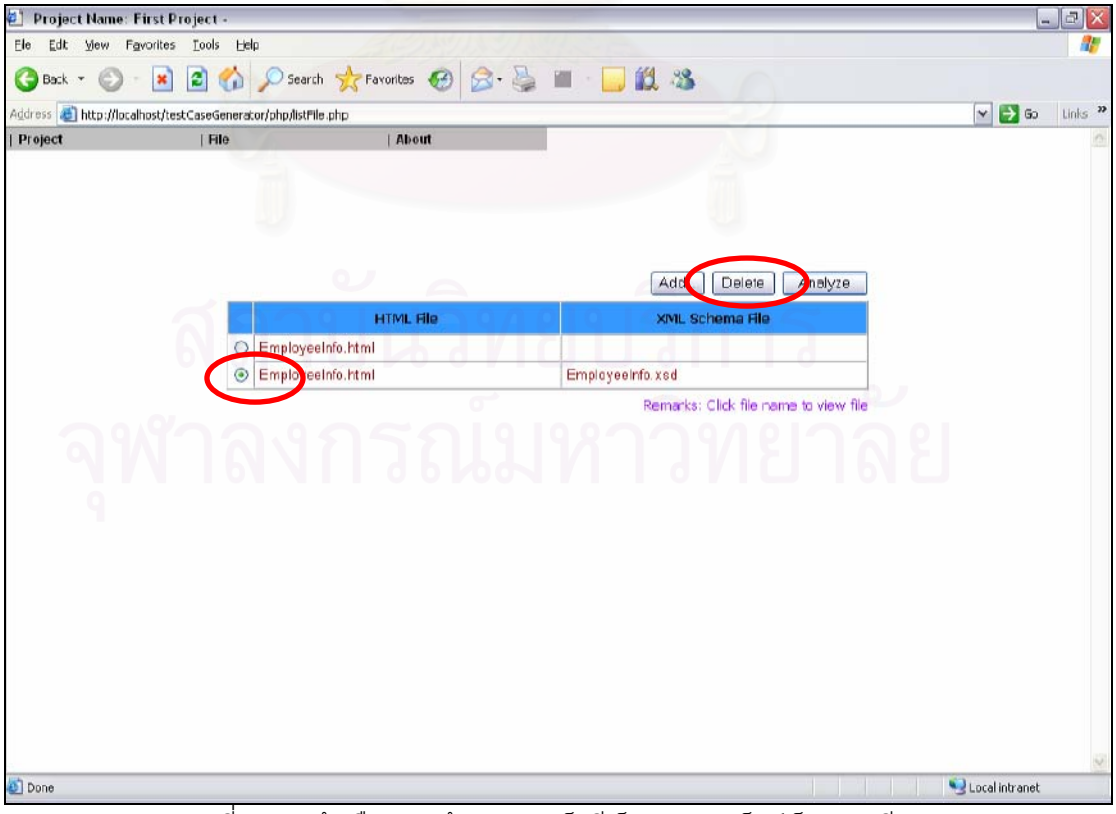
รูปที่ จ-21 หน้าแสดงการเพิ่มแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสำเร็จ

2.2) การลบแฟ้มเอกสารแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา มีขั้นตอนดังนี้

- เลือกคลิกไปที่แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล (ดังรูปที่ จ-22) หรือเลือกคลิกไปที่แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา (ดังรูปที่ จ-23) ที่ต้องการลบ กดปุ่ม “Delete” และกดปุ่ม “OK” (ดังรูปที่ จ-24) เพื่อยืนยันการลบแฟ้มเอกสาร
- หากการลบแฟ้มเอกสารสำเร็จ ชื่อแฟ้มเอกสารที่ต้องการลบจะไม่ปรากฏอยู่ (ดังรูปที่ จ-25 และ จ-26)

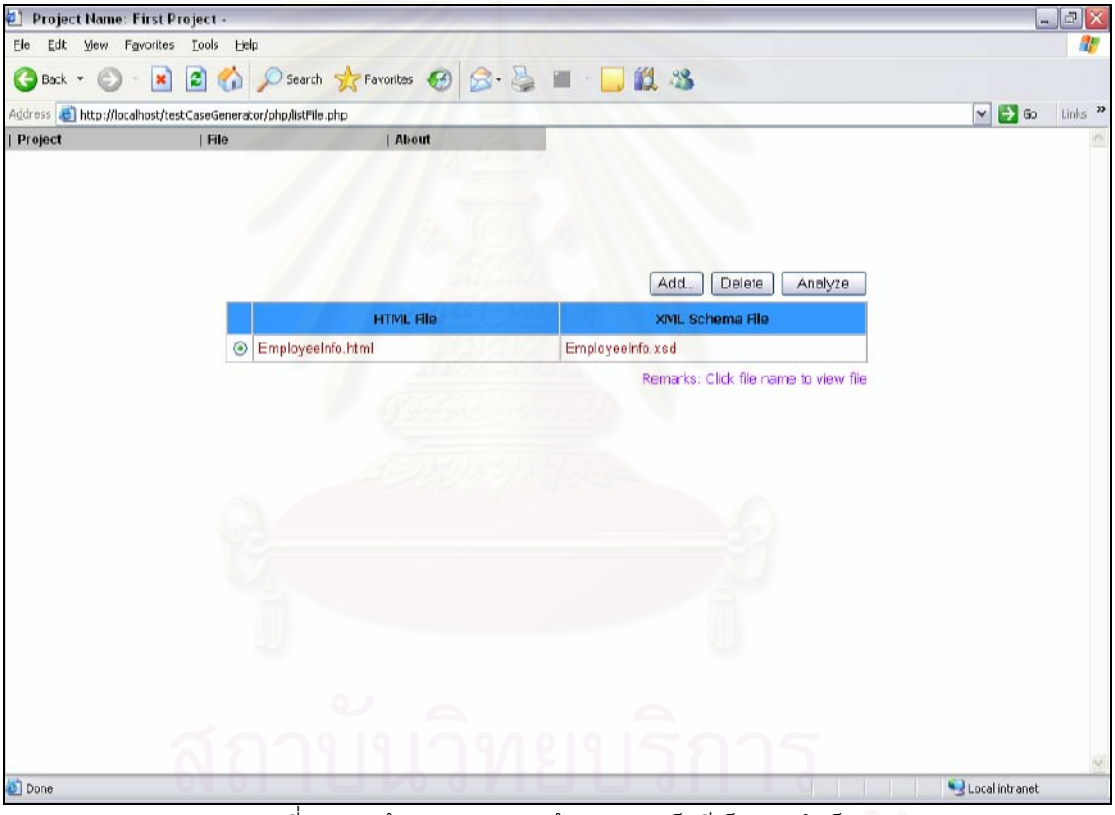


รูปที่ จ-22 หน้าเลือกลบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล



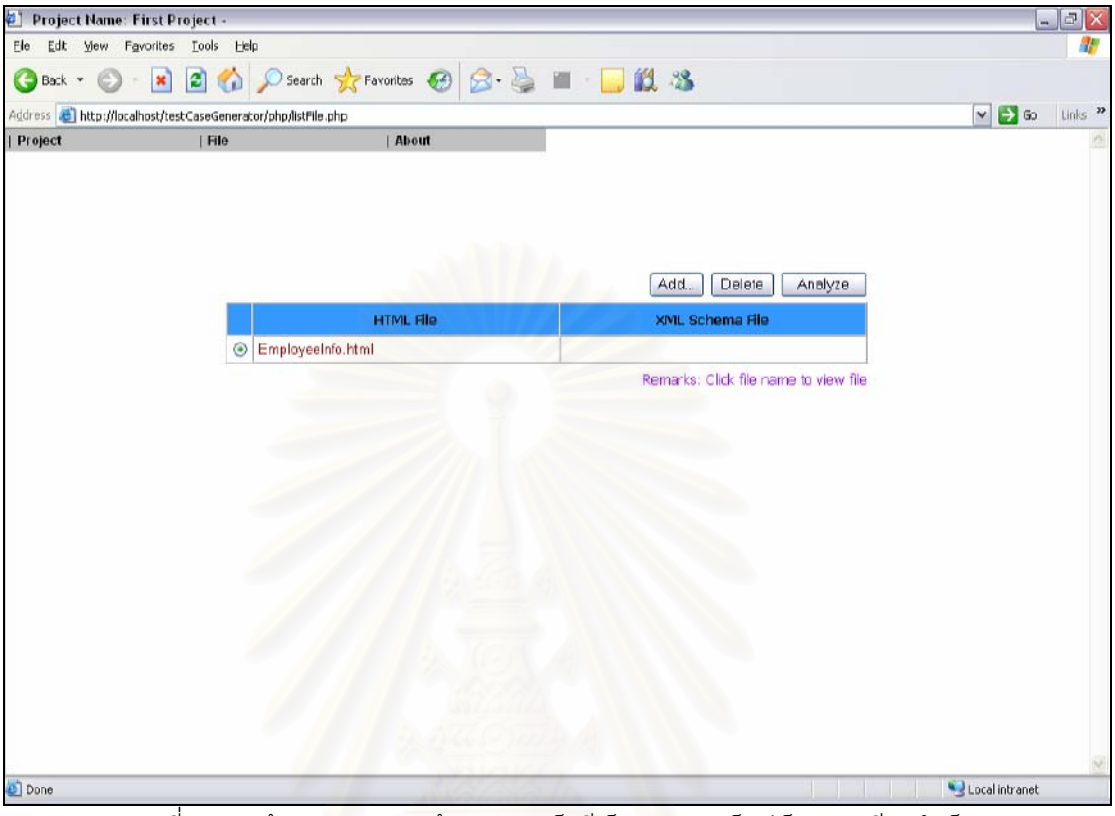
รูปที่ จ-23 หน้าเลือกลบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา

รูปที่ จ-24 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการลบแฟ้มเอกสาร



รูปที่ จ-25 หน้าแสดงการลบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลสำเร็จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



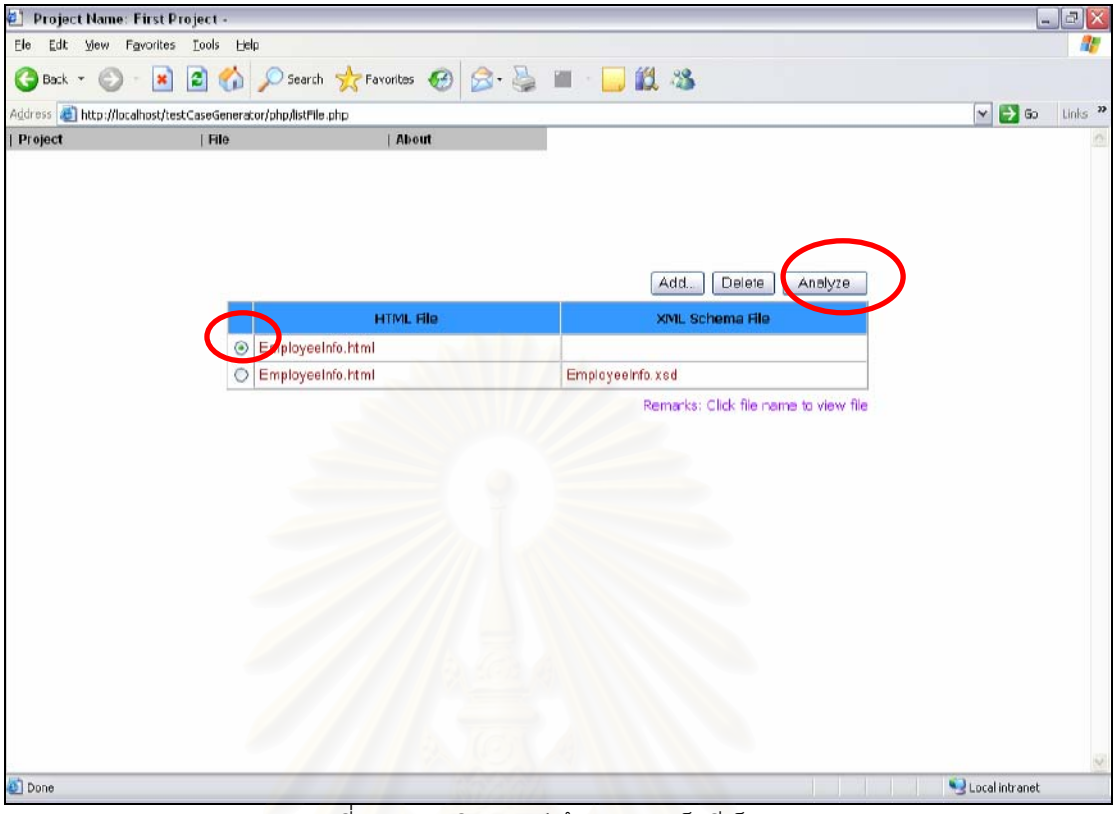
รูปที่ จ-26 หน้าแสดงการลบแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาสำเร็จ

3) การสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา มีขั้นตอนดังนี้

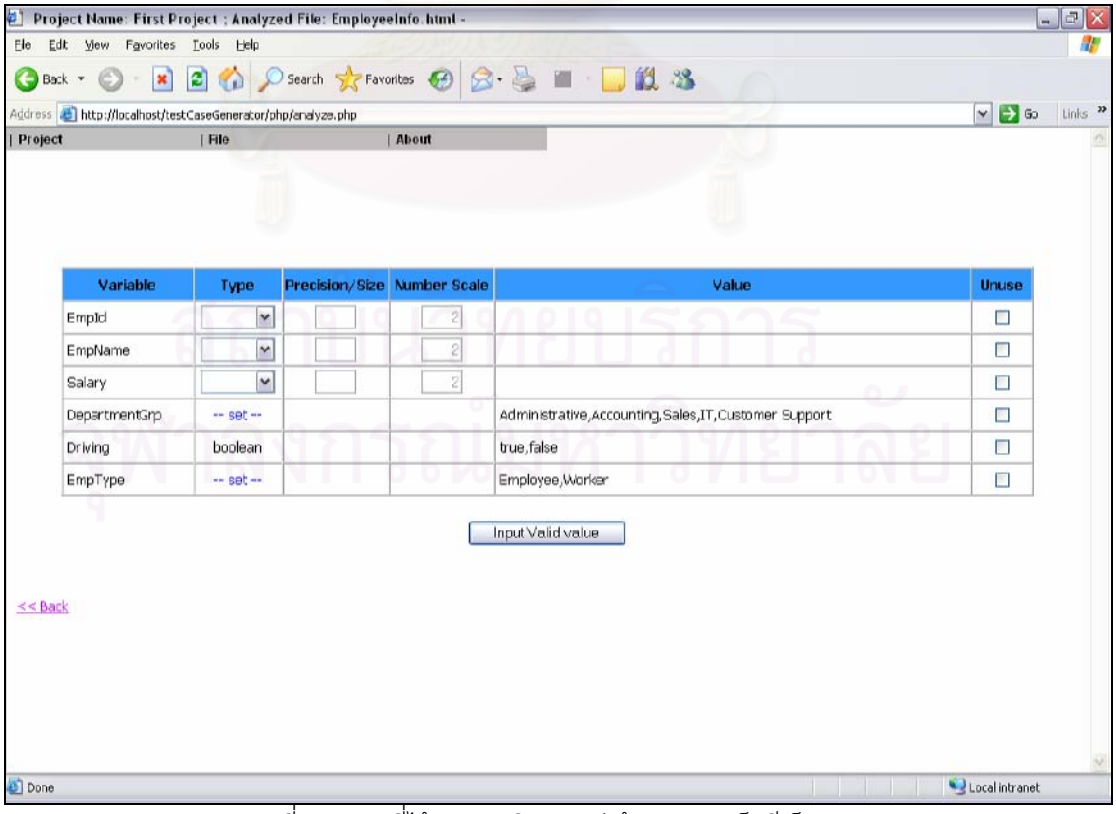
3.1) วิเคราะห์แฟ้มเอกสาร

3.3.1) วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล

เลือกคลิกไปที่แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลที่ต้องการวิเคราะห์ และกดปุ่ม “Analyze” เพื่อวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร (ดังรูปที่ จ-27) ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ จะเป็นดังรูปที่ จ-28



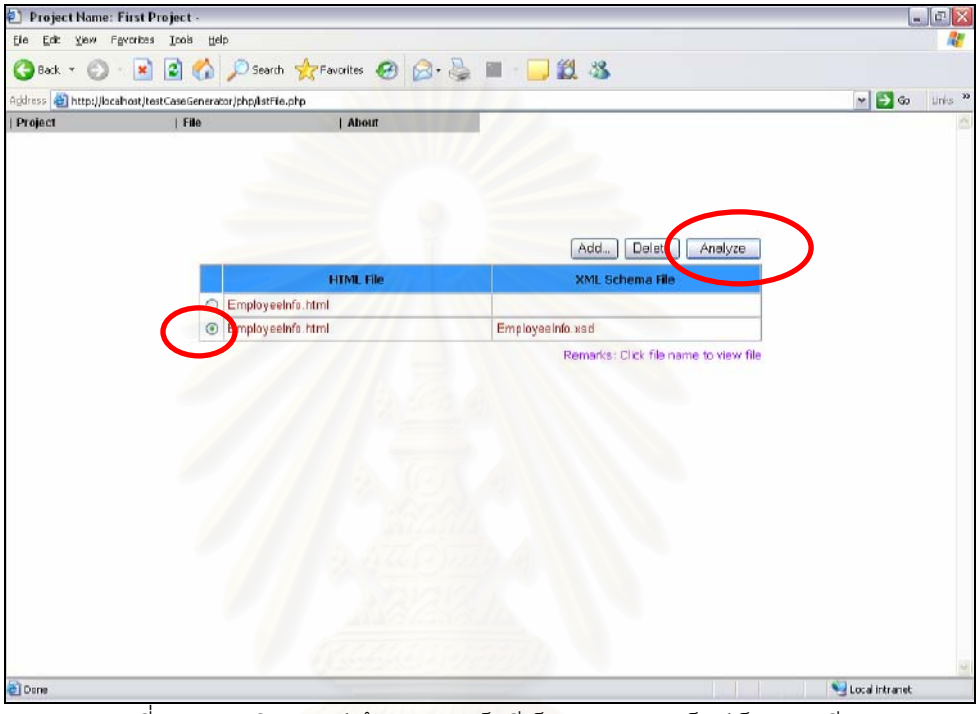
รูปที่ จ-27 การวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล



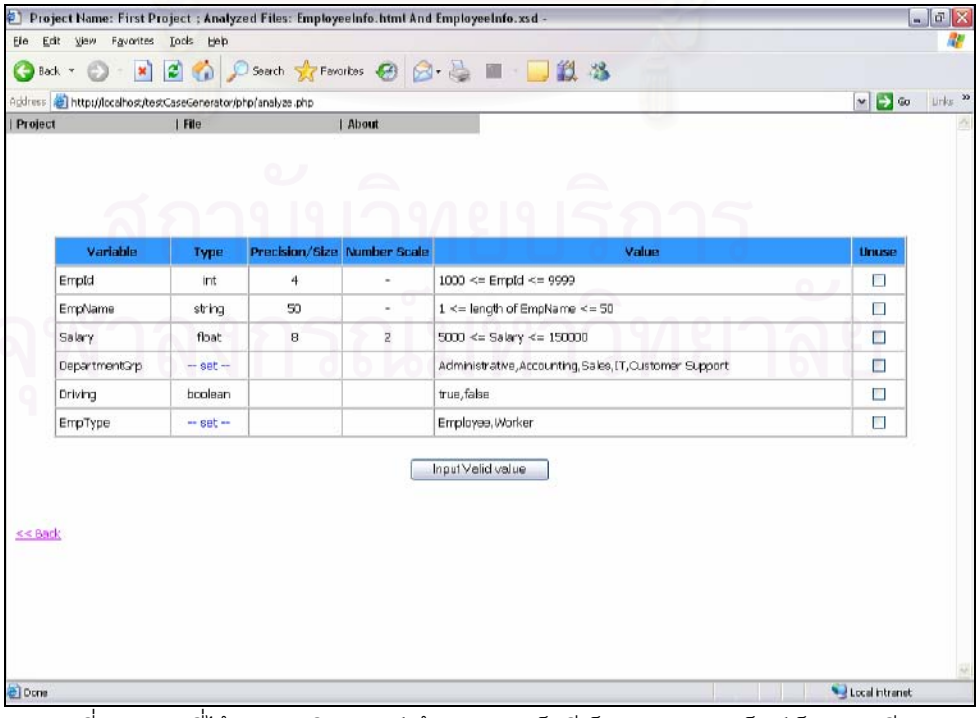
รูปที่ จ-28 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล

3.3.2) วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลร่วมกับเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา

เลือกคลิกไปที่แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลและเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาที่ต้องการวิเคราะห์ และกดปุ่ม “Analyze” เพื่อวิเคราะห์แฟ้มเอกสาร (ดังรูปที่ จ-29) ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ จะเป็นดังรูปที่ จ-30



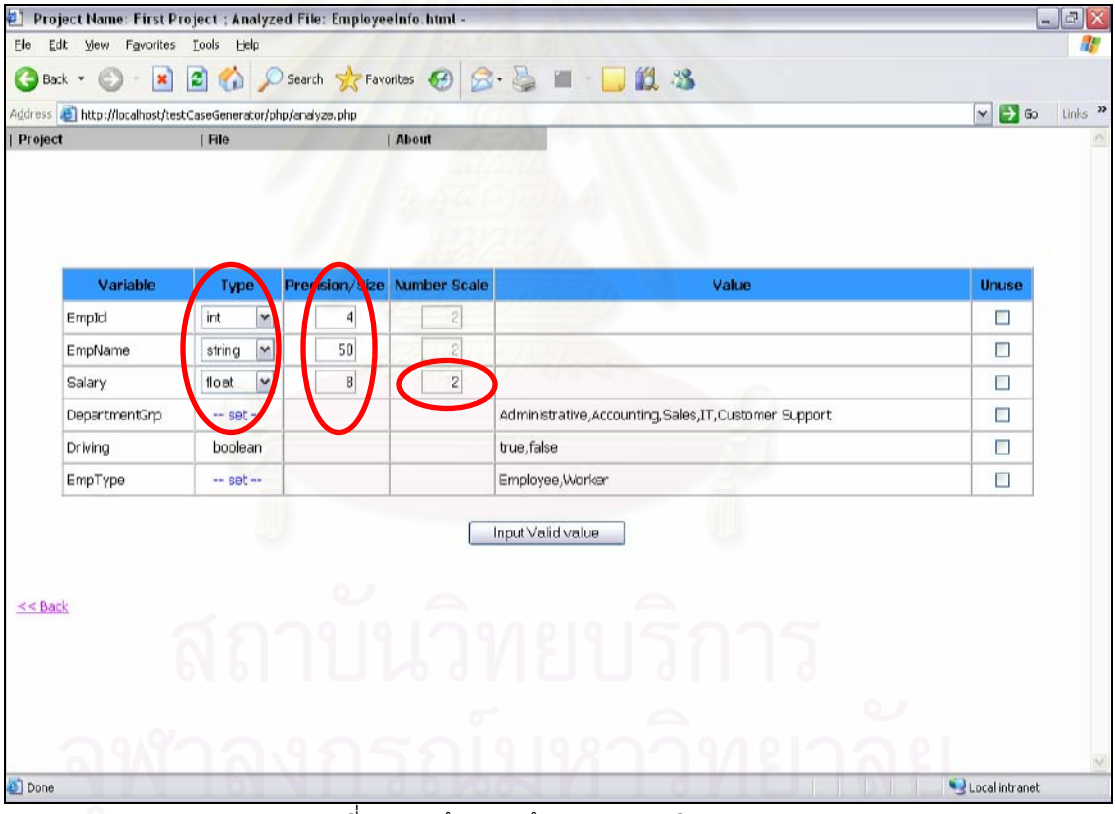
รูปที่ จ-29 การวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลร่วมกับเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา



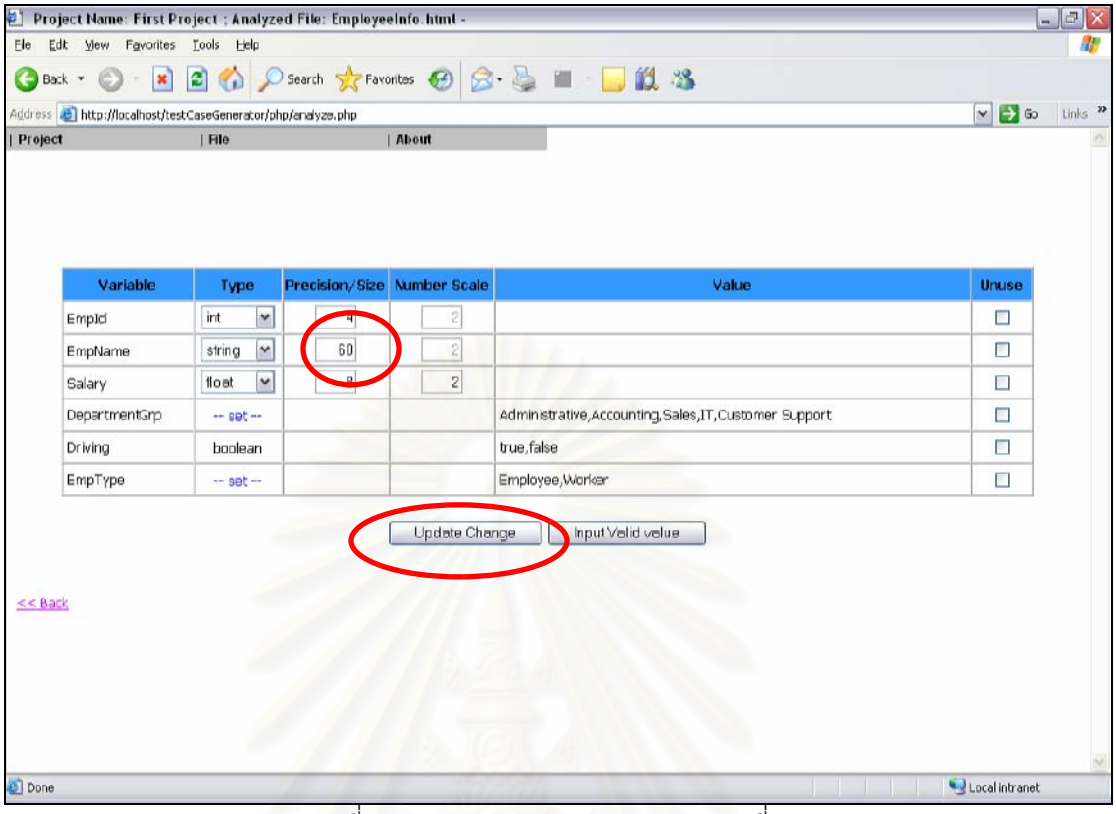
รูปที่ จ-30 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลร่วมกับเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา

3.2) กรอกคุณสมบัติของตัวแปร จะทำก็ต่อเมื่อผู้ใช้วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียว (หากวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลร่วมกับเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาแล้ว สามารถข้ามขั้นตอนนี้ไปได้เลย)

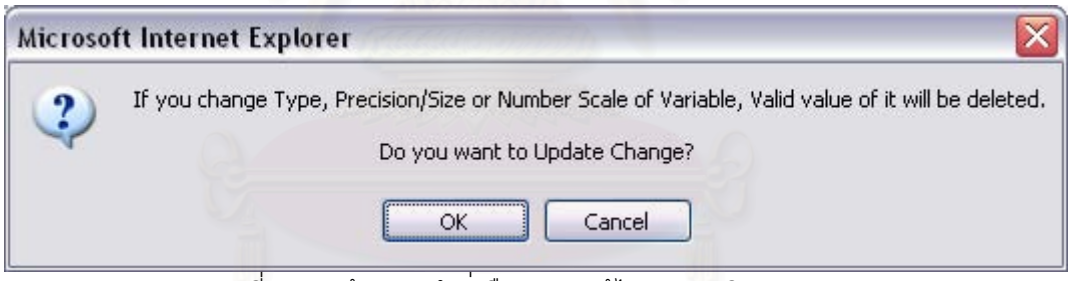
- ผู้ใช้เลือกชนิดข้อมูล กรอกขนาด และกรอกจำนวนหลักหลังจุดทศนิยม (ในกรณีที่ชนิดข้อมูลเป็นจำนวนทศนิยม) ของตัวแปร (ดังรูปที่ จ-31)
- หากในการเข้าใช้งานแฟ้มเอกสารนี้ในภายหลัง และผู้ใช้ต้องการแก้ไขคุณสมบัติของตัวแปร หลังจากแก้ไขคุณสมบัติของตัวแปรแล้ว ผู้ใช้ต้องกดปุ่ม “Update Change” (ดังรูปที่ จ-32) และกดปุ่ม “OK” (ดังรูปที่ จ-33) เพื่อยืนยันการแก้ไข



รูปที่ จ-31 หน้าจอรับข้อมูลคุณสมบัติของตัวแปร



รูปที่ จ-32 ปุ่ม "Update Change" (ตัวอย่างที่ 1)

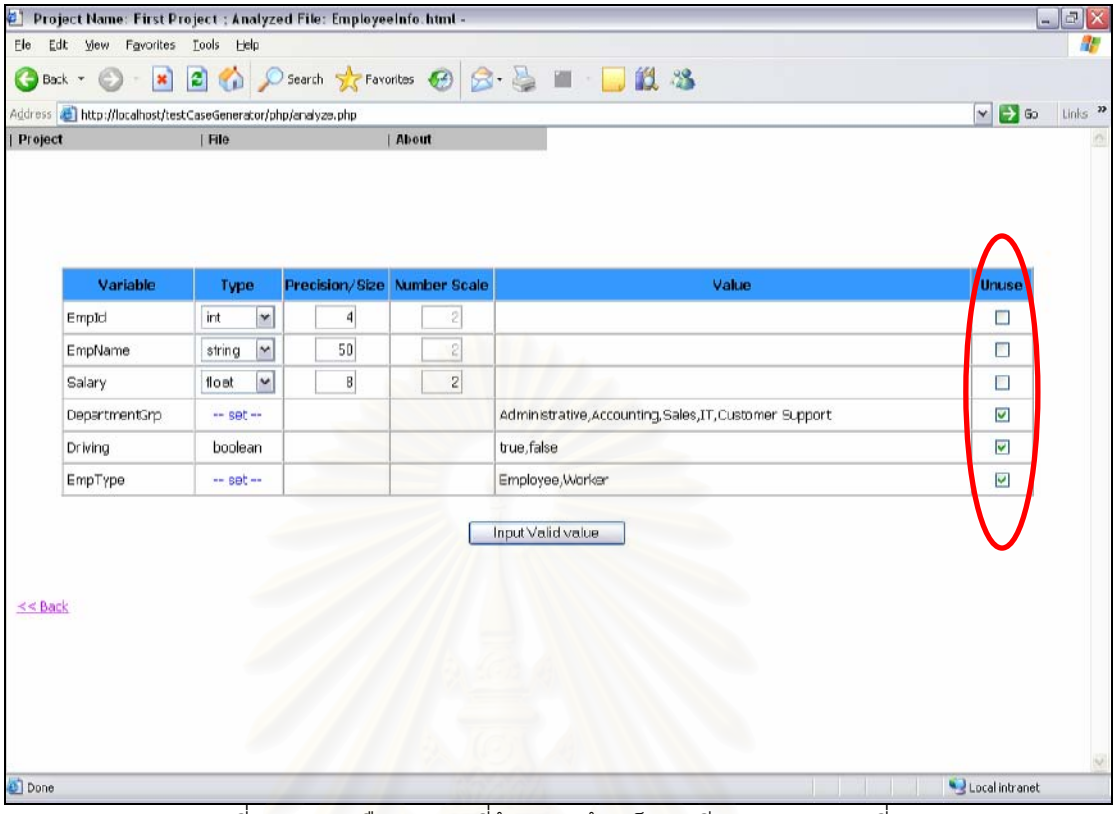


รูปที่ จ-33 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการแก้ไขคุณสมบัติของตัวแปร

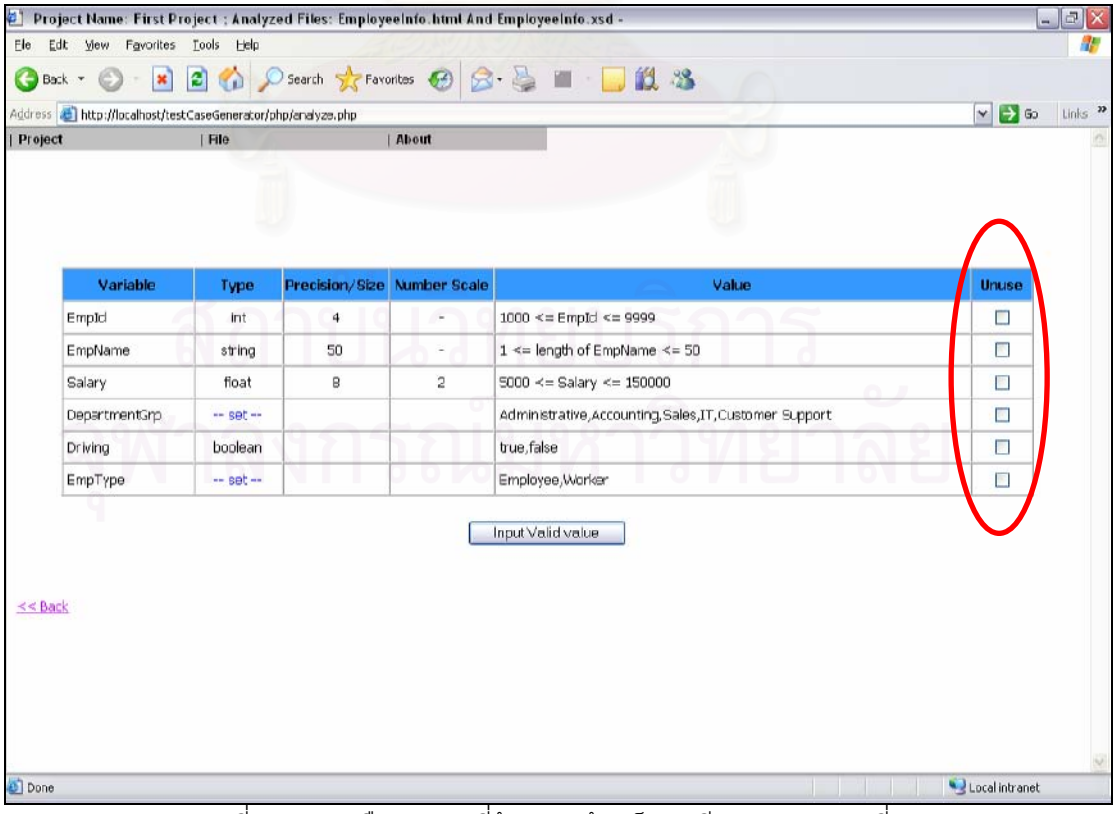
3.3) เลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างเป็นกรณีทดสอบ

■ ผู้ใช้เลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยตัวแปรใดที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบให้ว่างไว้ และตัวแปรใดที่ไม่ต้องการสร้างกรณีทดสอบให้คลิกเลือกตัวแปรนั้นออกในคอลัมน์ “Unuse” (ดังรูปที่ จ-34 และ จ-35)

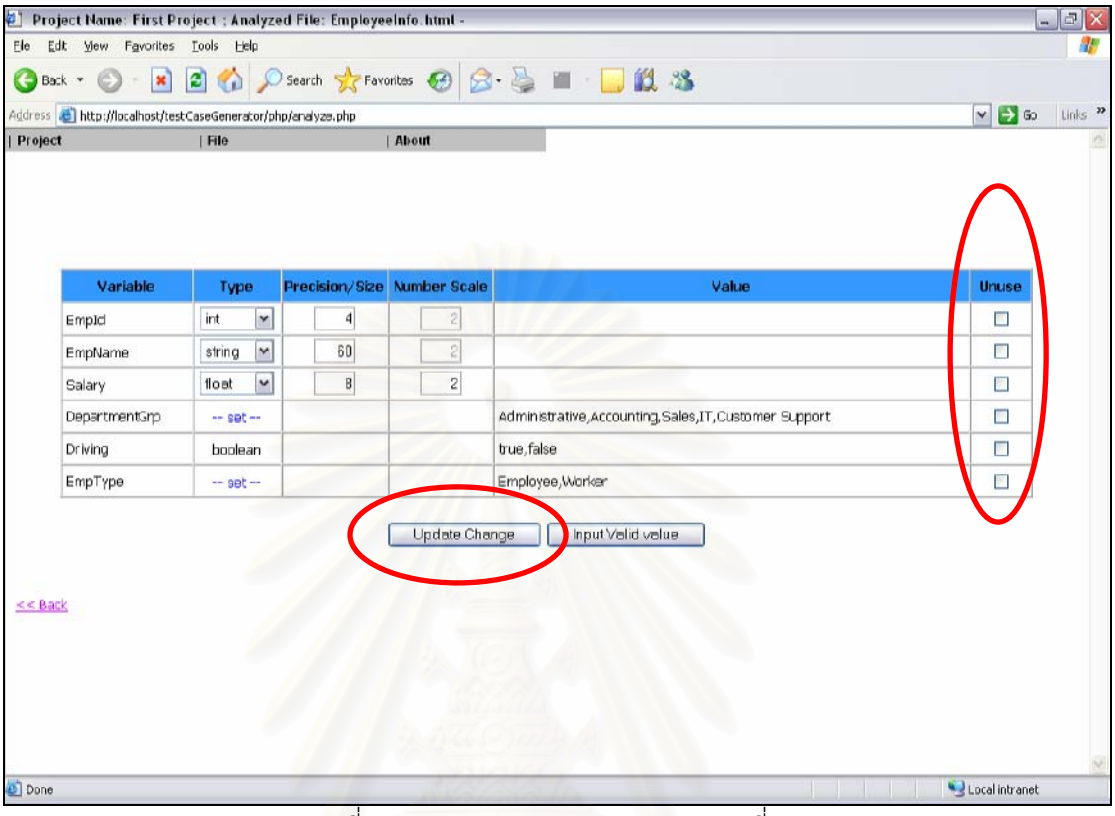
■ หากในการเข้าใช้งานแฟ้มเอกสารนี้ในภายหลัง และผู้ใช้ต้องการแก้ไขตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ หลังจากแก้ไขตัวแปรที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบแล้ว ผู้ใช้ต้องกดปุ่ม “Update Change” (ดังรูปที่ จ-36) และกดปุ่ม “OK” (ดังรูปที่ จ-37) เพื่อยืนยันการแก้ไข



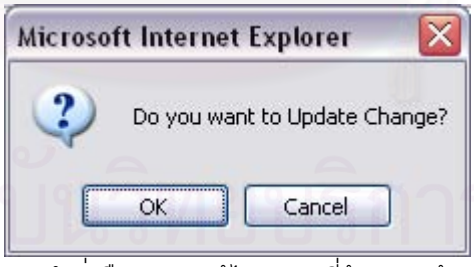
รูปที่ จ-34 การเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างเป็นกรณีทดสอบตัวอย่างที่ 1



รูปที่ จ-35 การเลือกตัวแปรที่ต้องการสร้างเป็นกรณีทดสอบตัวอย่างที่ 2

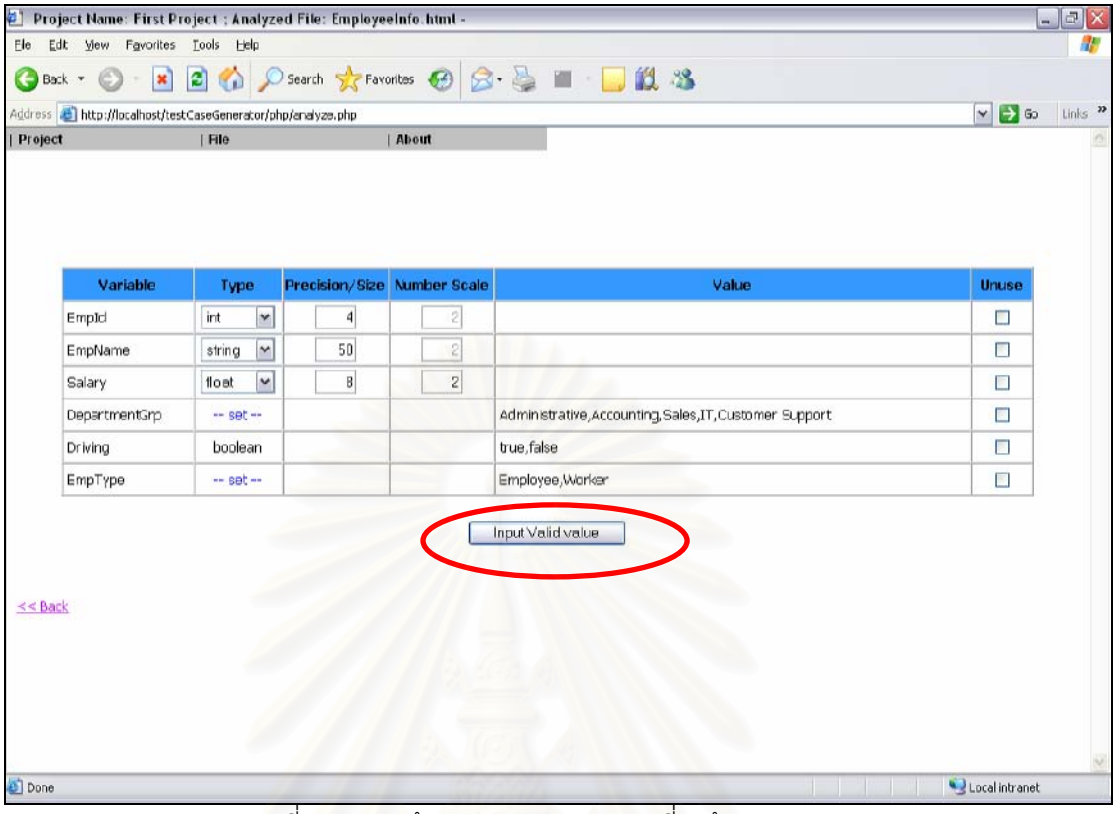


รูปที่ จ-36 ปุ่ม "Update Change" (ตัวอย่างที่ 2)

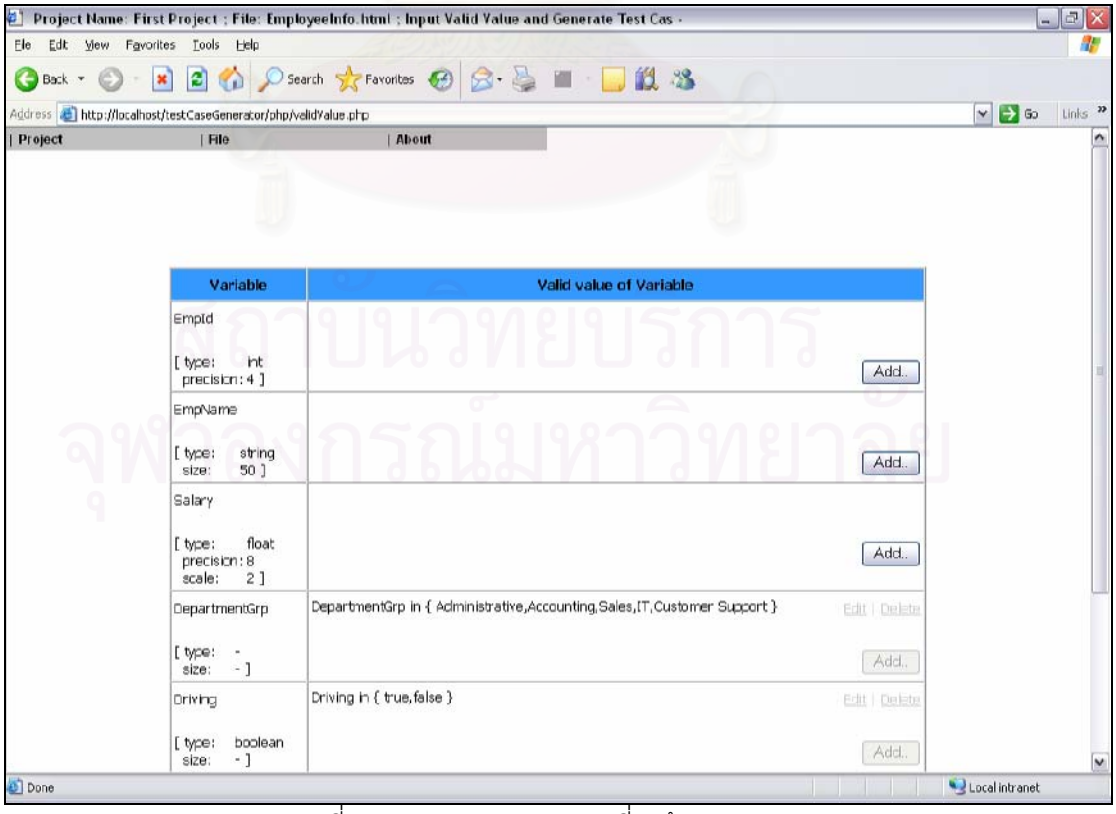


รูปที่ จ-37 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการแก้ไขตัวแปรที่ต้องการสร้างเป็นกรณีทดสอบ

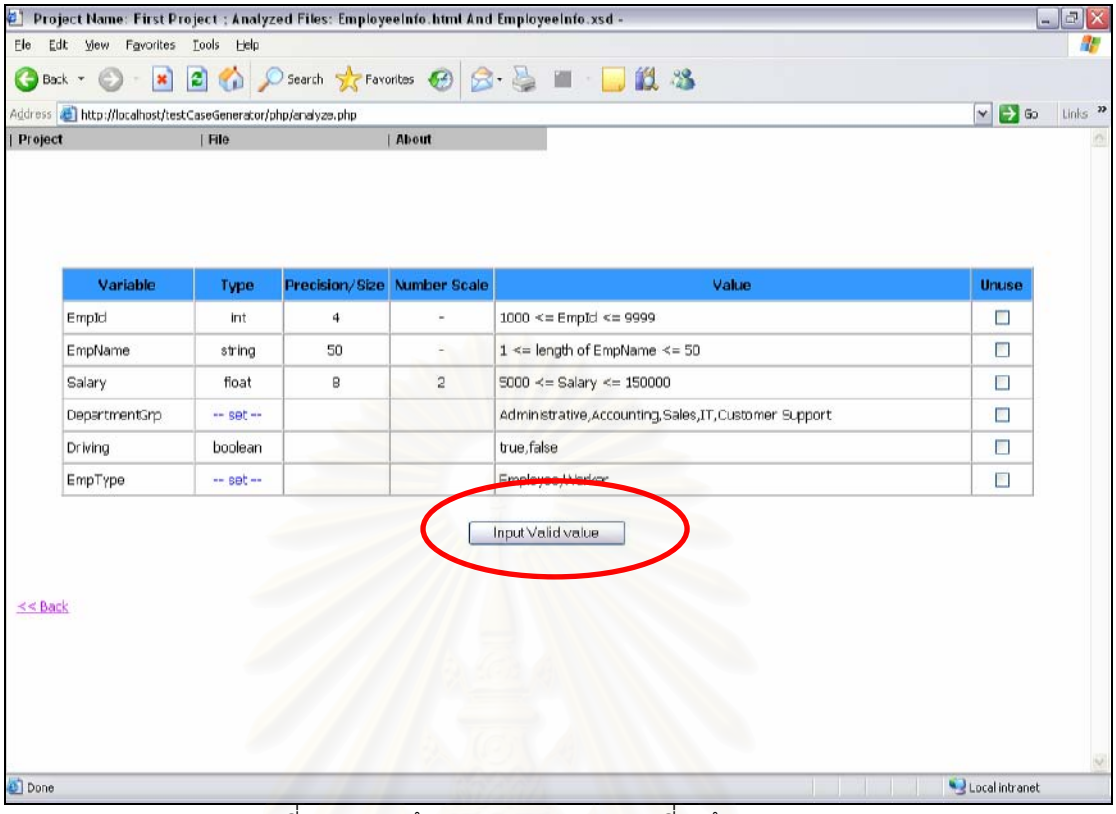
3.4) กดปุ่ม “Input Valid value” เพื่อบันทึกคุณสมบัติของตัวแปร และเข้าสู่ส่วนของการกรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปรในกรณีที่วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียว (ดังรูปที่ จ-38 และ จ-39) หรือเข้าสู่ส่วนของการแสดงค่าที่ถูกต้องของตัวแปรในกรณีที่วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอลร่วมกับเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา (ดังรูปที่ จ-40 และ จ-41)



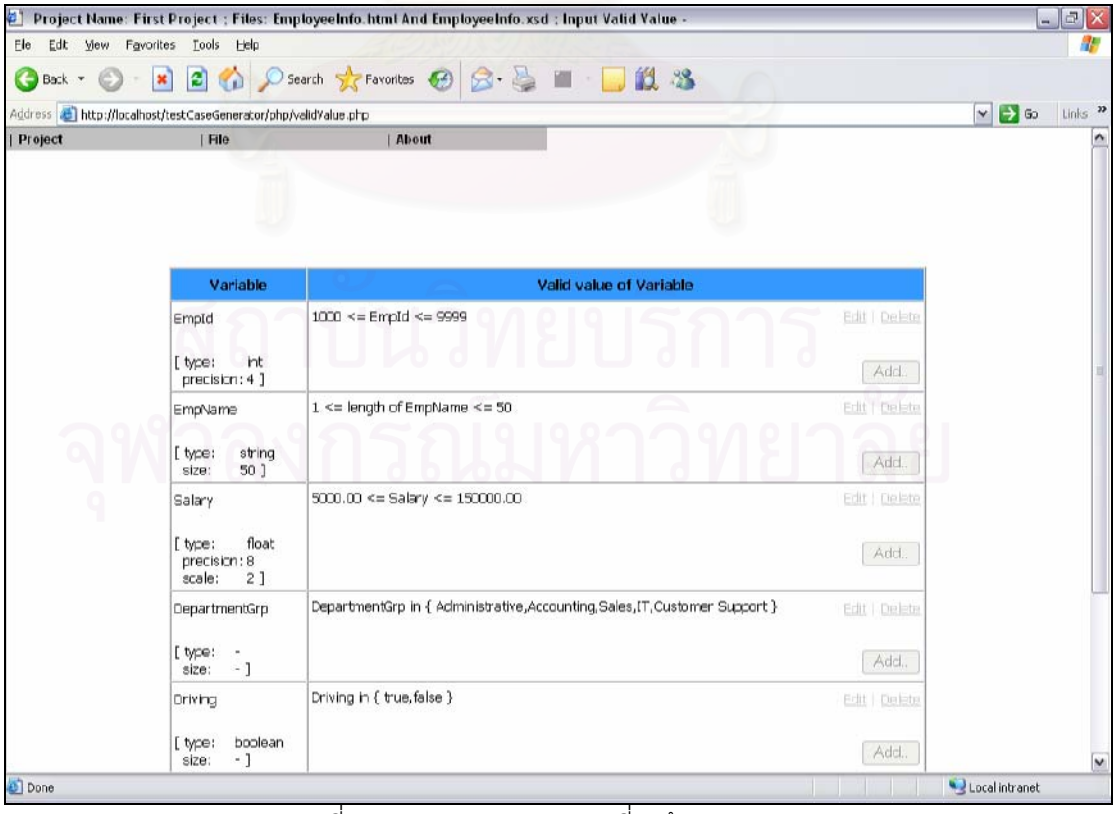
รูปที่ จ-38 การเข้าสู่ส่วนของการกรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปร



รูปที่ จ-39 ส่วนของการกรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปร



รูปที่ จ-40 การเข้าสู่ส่วนของการแสดงค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

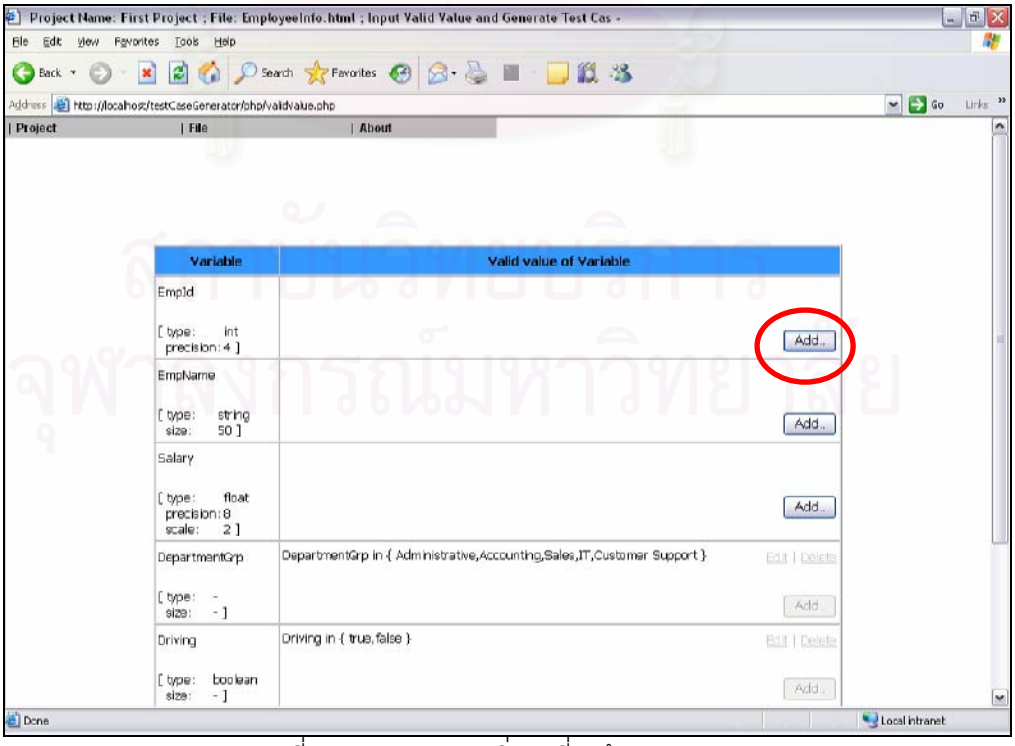


รูปที่ จ-41 ส่วนของการแสดงค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

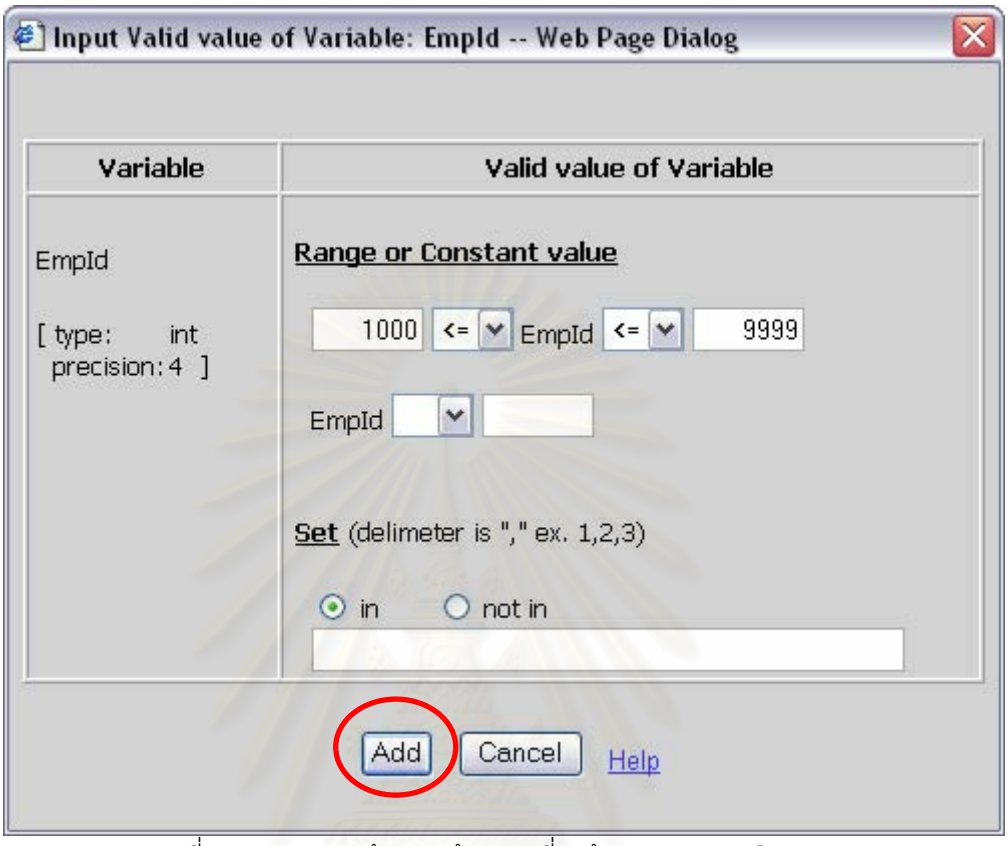
3.5) กรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปร จะทำก็ต่อเมื่อผู้ใช้วิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ซทีเอ็มแอลเพียงอย่างเดียว (หากวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็ซทีเอ็มแอลร่วมกับเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมาแล้ว สามารถข้ามขั้นตอนนี้ไปได้เลย)

- กดปุ่ม “Add” ของตัวแปรที่ต้องการเพิ่มค่าที่ถูกต้อง เพื่อเปิดหน้ากรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปร (ดังรูปที่ จ-42)
- ผู้ใช้กรอกค่าที่ถูกต้องให้กับตัวแปร จากนั้นกดปุ่ม “Add” เพื่อเพิ่มค่าที่ถูกต้องของตัวแปร (ดังรูปที่ จ-43 และ จ-44)
- หากต้องการแก้ไขค่าที่ถูกต้องของตัวแปร ให้คลิกเลือกที่ “Edit” ของตัวแปรที่ต้องการแก้ไขค่าที่ถูกต้อง เพื่อเปิดหน้าแก้ไขค่าที่ถูกต้องของตัวแปร เมื่อผู้ใช้แก้ไขค่าที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว จากนั้นกดปุ่ม “Edit” เพื่อแก้ไขค่าที่ถูกต้องของตัวแปร (ดังรูปที่ จ-45 จ-46 และ จ-47)
- หากต้องการลบค่าที่ถูกต้องของตัวแปร ให้คลิกเลือกที่ “Delete” ของตัวแปรที่ต้องการลบค่าที่ถูกต้อง จากนั้นกดปุ่ม “OK” เพื่อยืนยันการลบค่าที่ถูกต้องของตัวแปร (ดังรูปที่ จ-48 จ-49 และ จ-50)

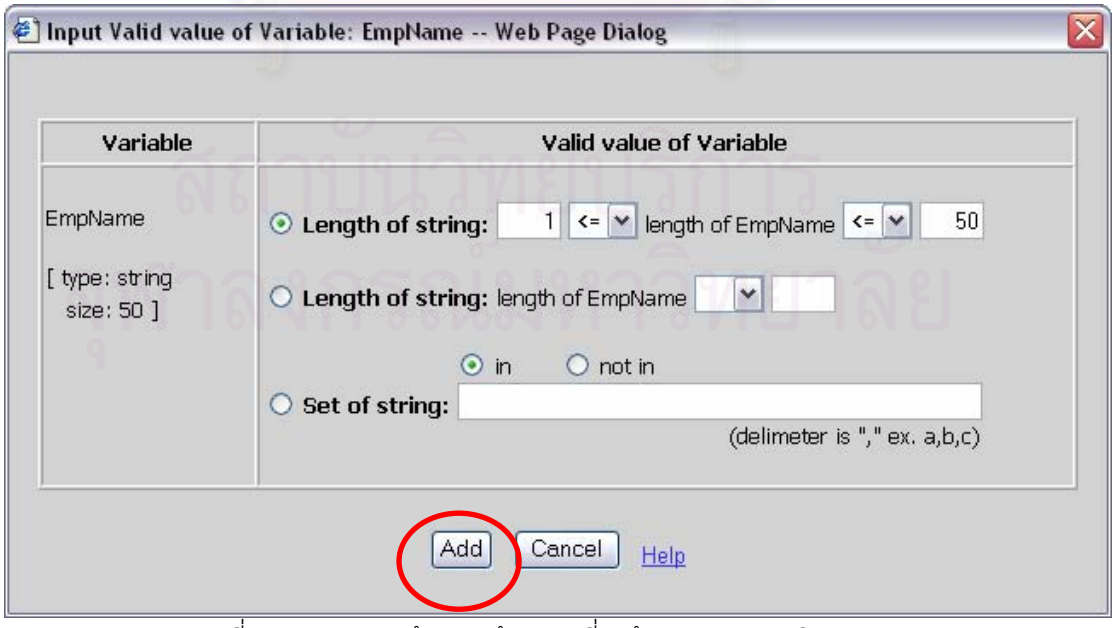
<u>หมายเหตุ</u>: สามารถดูวิธีการกรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปรได้ โดยคลิกไปที่ “Help” ในเครื่องมือ ดังรูปที่ จ-51



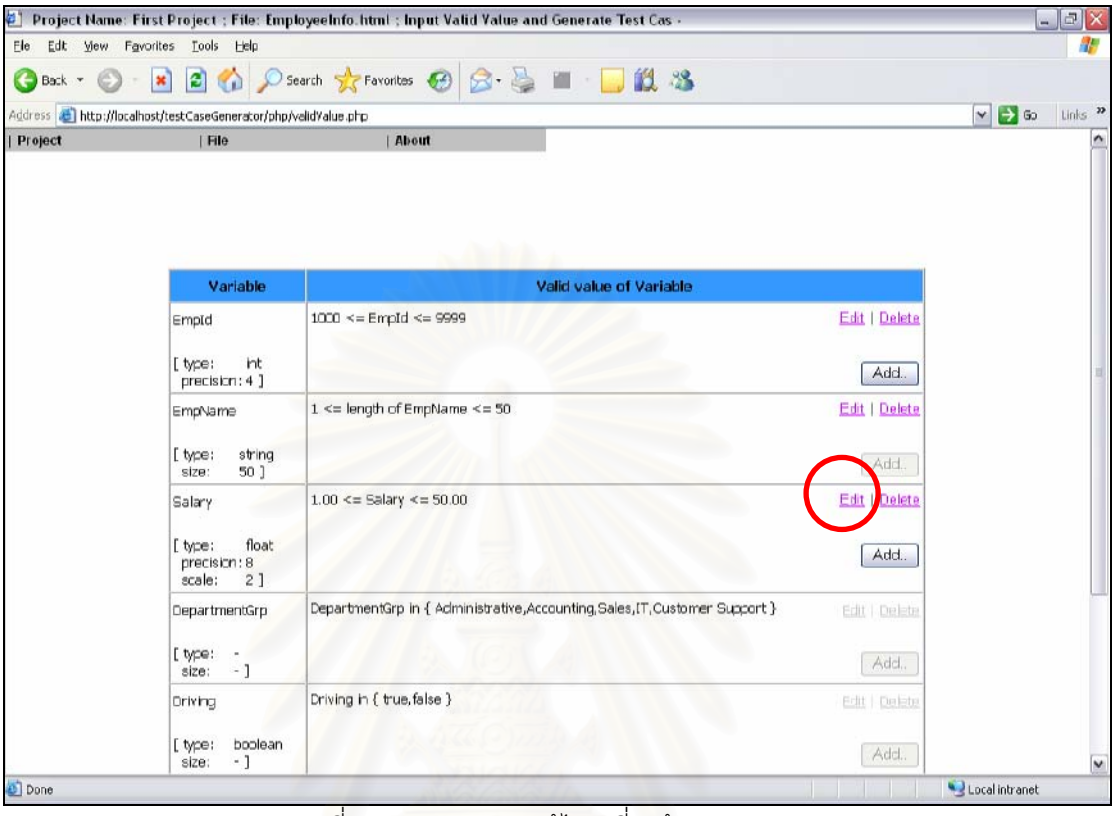
รูปที่ จ-42 ตัวอย่างปุ่มเพิ่มค่าที่ถูกต้องของตัวแปร



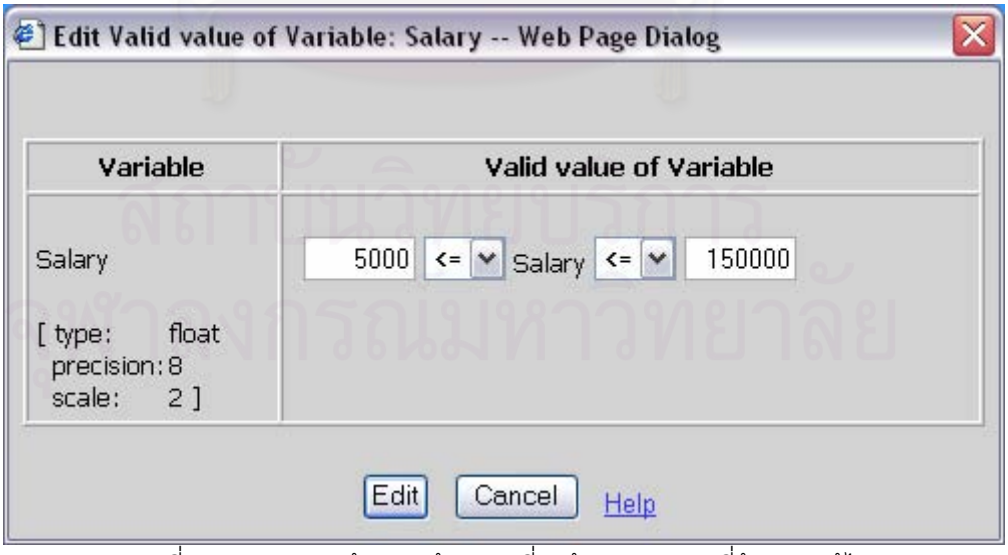
รูปที่ จ-43 ตัวอย่างหน้าจอรับข้อมูลค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวเลข



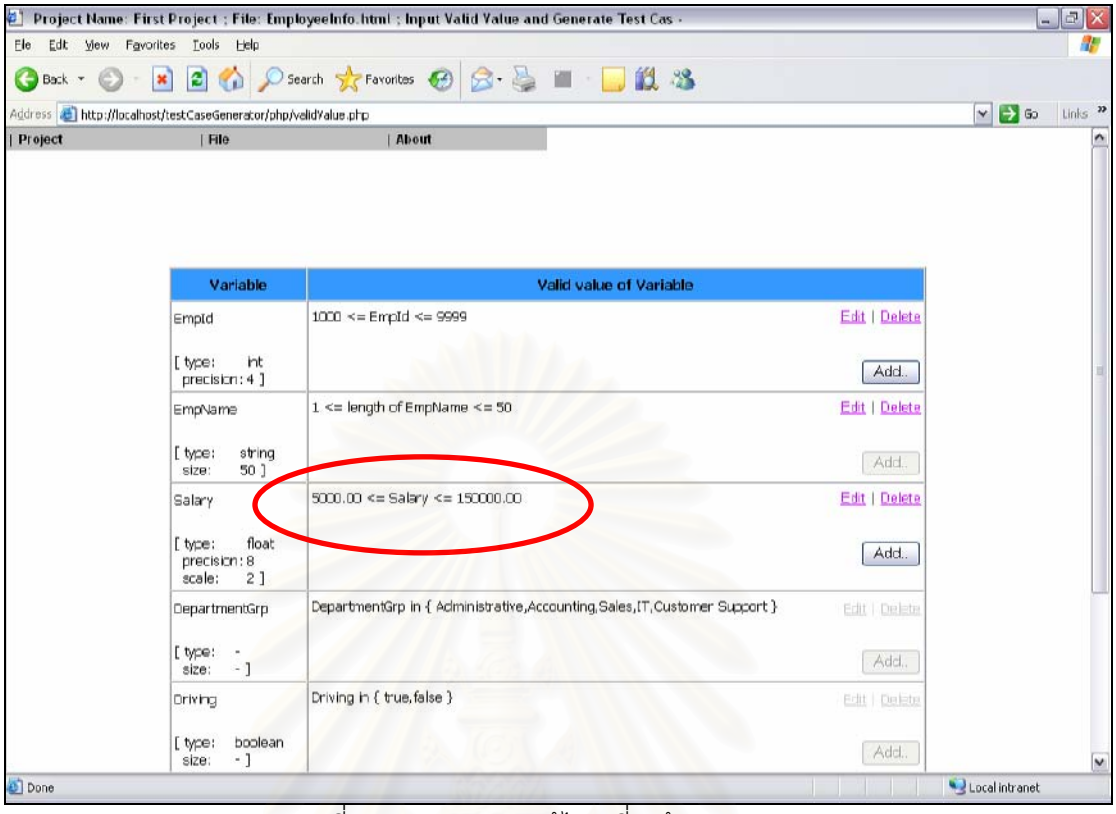
รูปที่ จ-44 ตัวอย่างหน้าจอรับข้อมูลค่าที่ถูกต้องของตัวแปรชนิดตัวอักษร



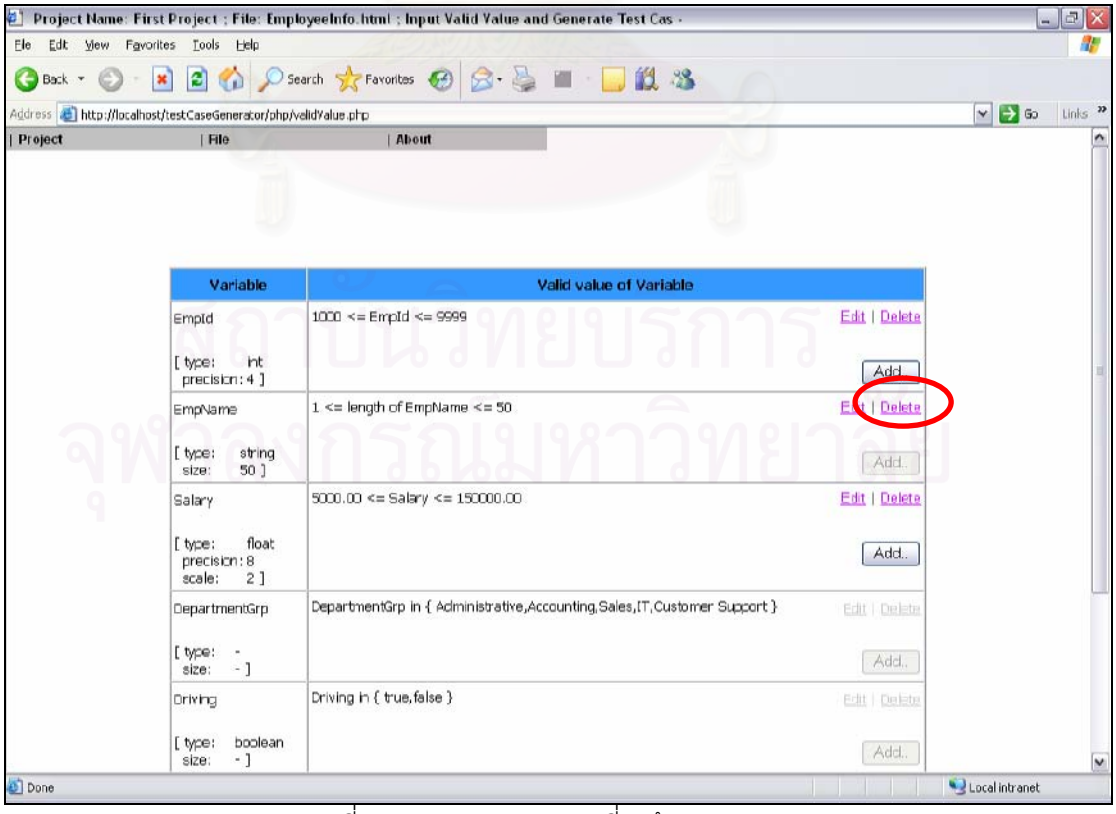
รูปที่ จ-45 ตัวอย่างเมนูแก้ไขค่าที่ถูกต้องของตัวแปร



รูปที่ จ-46 ตัวอย่างหน้าจอรับข้อมูลค่าที่ถูกต้องของตัวแปรที่ต้องการแก้ไข

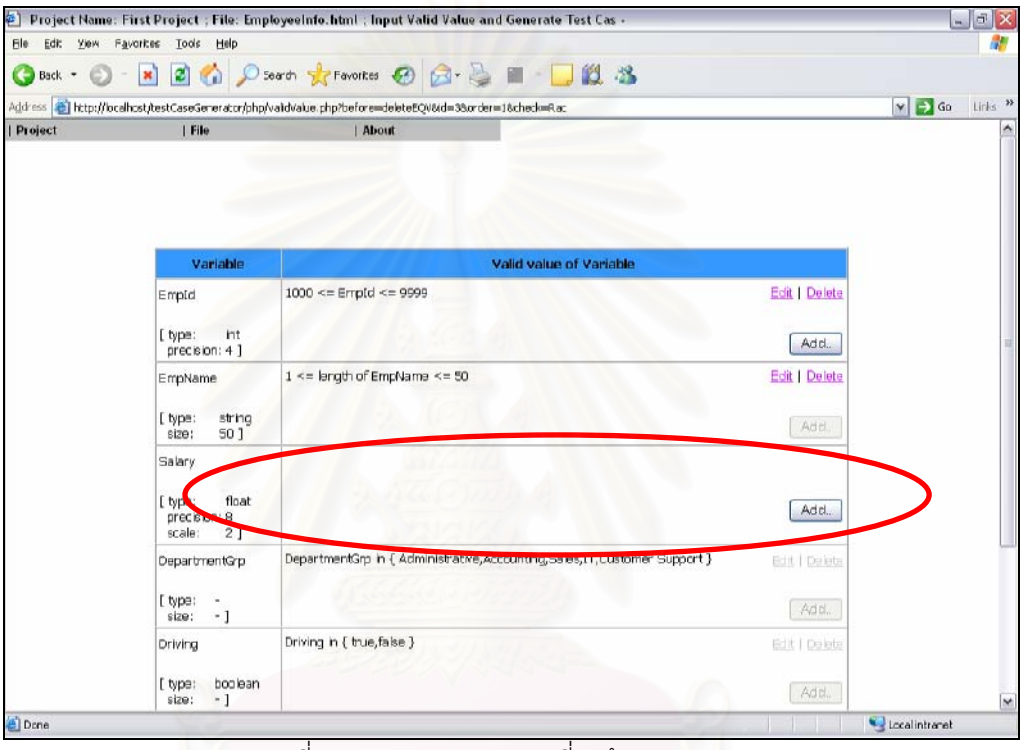


รูปที่ จ-47 ตัวอย่างการแก้ไขค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

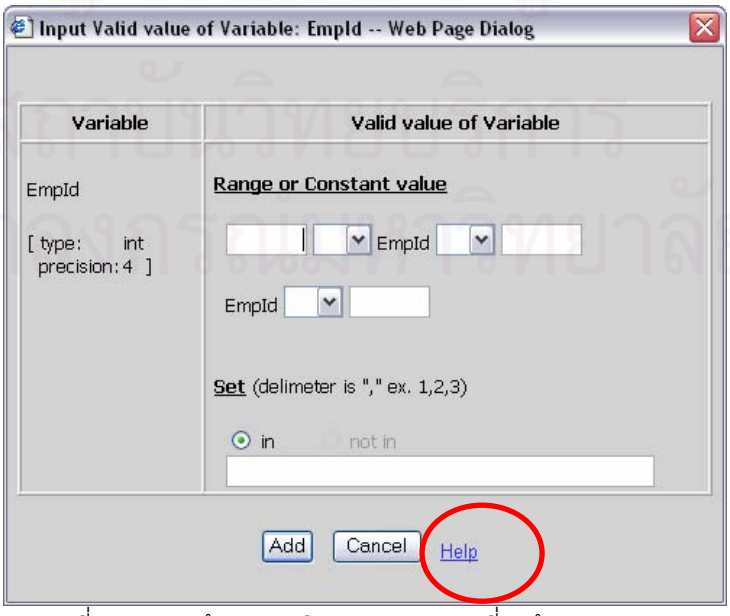


รูปที่ จ-48 ตัวอย่างเมนูลบค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

รูปที่ จ-49 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการลบค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

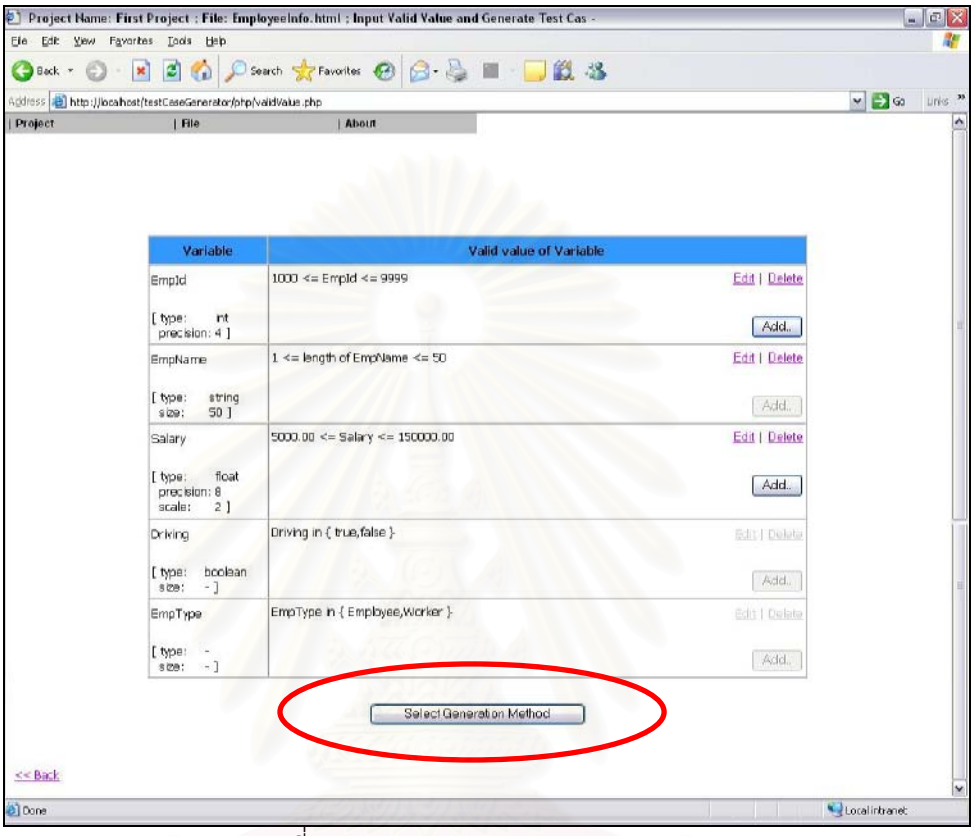


รูปที่ จ-50 ตัวอย่างการลบค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

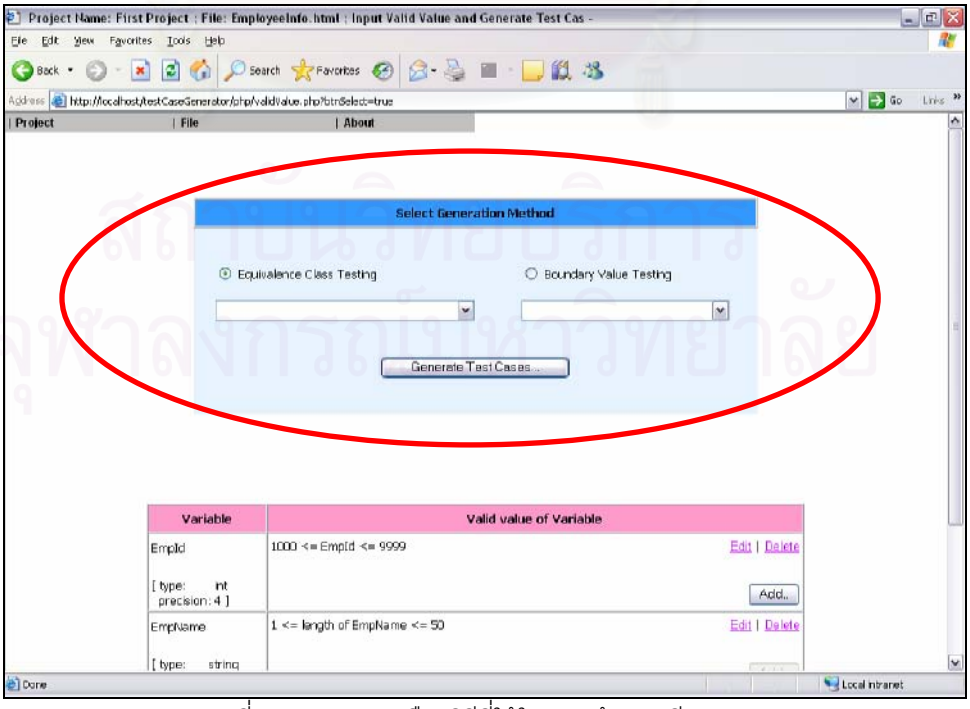


รูปที่ จ-51 การเข้าสู่ส่วนอธิบายการกรอกค่าที่ถูกต้องของตัวแปร

3.6) เมื่อผู้ใช้กรอกค่าที่ถูกต้องให้กับแต่ละตัวแปรเรียบร้อยแล้ว จากนั้นกดปุ่ม “Select Generation Method” เพื่อเข้าสู่ส่วนของการเลือกวิธีที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ (ดังรูปที่ จ-52 และ จ-53)

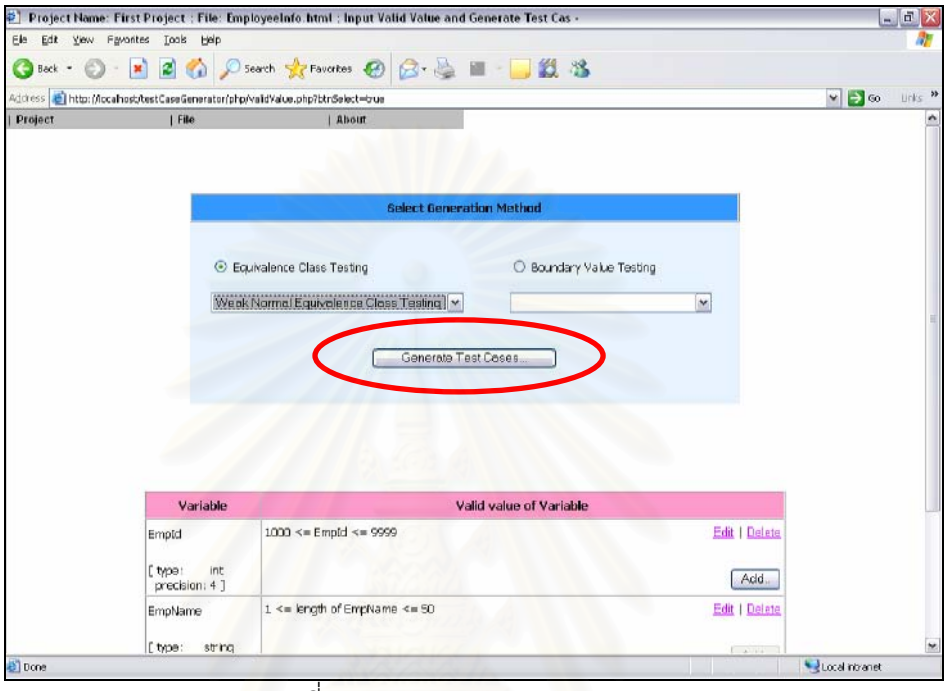


รูปที่ จ-52 ปุ่ม "Select Generation Method"



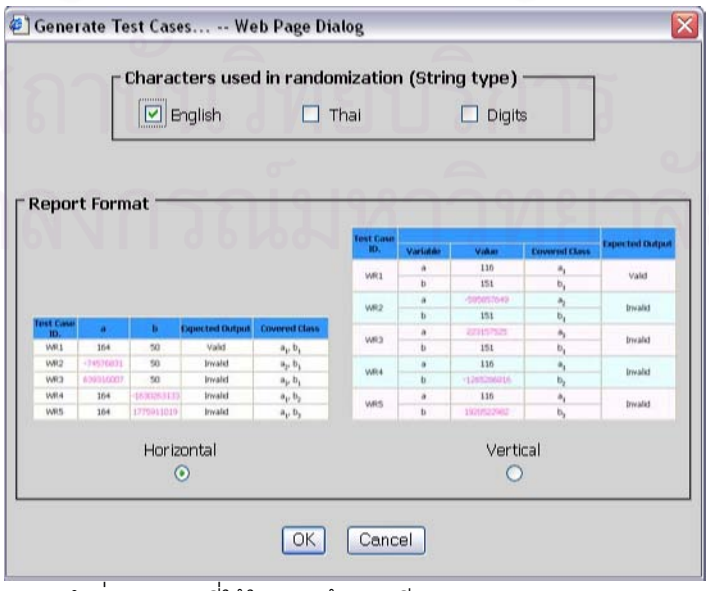
รูปที่ จ-53 ส่วนการเลือกวิธีที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ

3.7) เลือกวิธีที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ จากนั้นกดปุ่ม “Generate Test Cases...” เพื่อเข้าสู่ส่วนของการเลือกตัวอักษรที่ใช้ในการสุ่ม และรูปแบบรายงานกรณีทดสอบ (ดังรูปที่ จ-54)

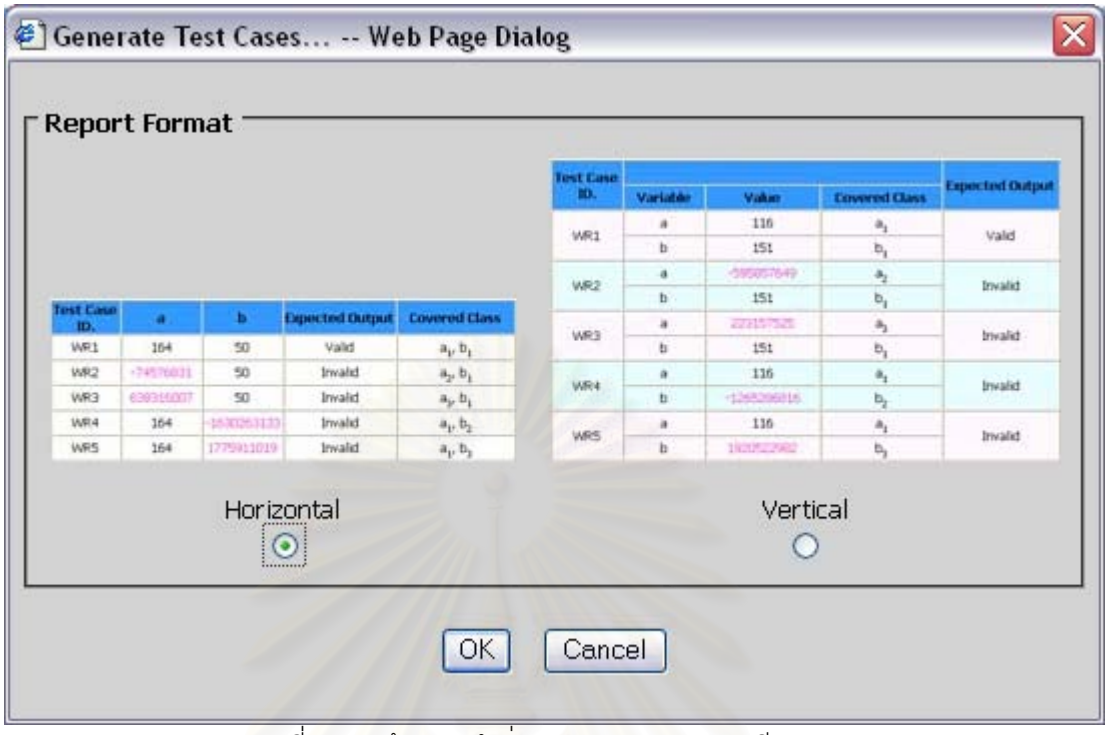


รูปที่ จ-54 ปุ่ม "Generate Test Cases"

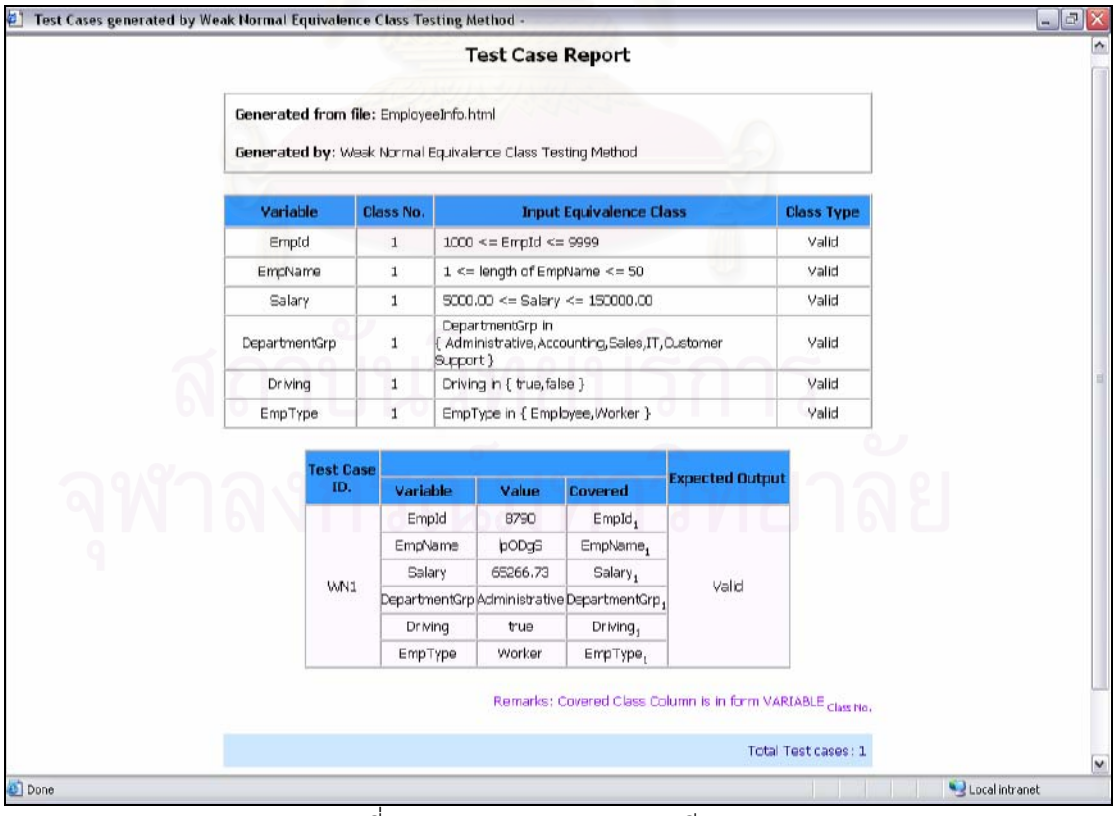
3.8) เลือกตัวอักษรที่ใช้ในการสุ่ม (ในกรณีที่มีตัวแปรชนิดตัวอักษร) ดังรูปที่ จ-55 จากนั้นเลือกรูปแบบของรายงานกรณีทดสอบ ดังรูปที่ จ-55 และ จ-56 และกดปุ่ม “OK” เพื่อสร้างรายงานกรณีทดสอบออกมา (ดังรูปที่ จ-57)



รูปที่ จ-55 หน้าจอรับคำสั่งตัวอักษรที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบและรูปแบบของรายงานกรณีทดสอบ



รูปที่ จ-56 หน้าจอรับคำสั่งรูปแบบของรายงานกรณีทดสอบ

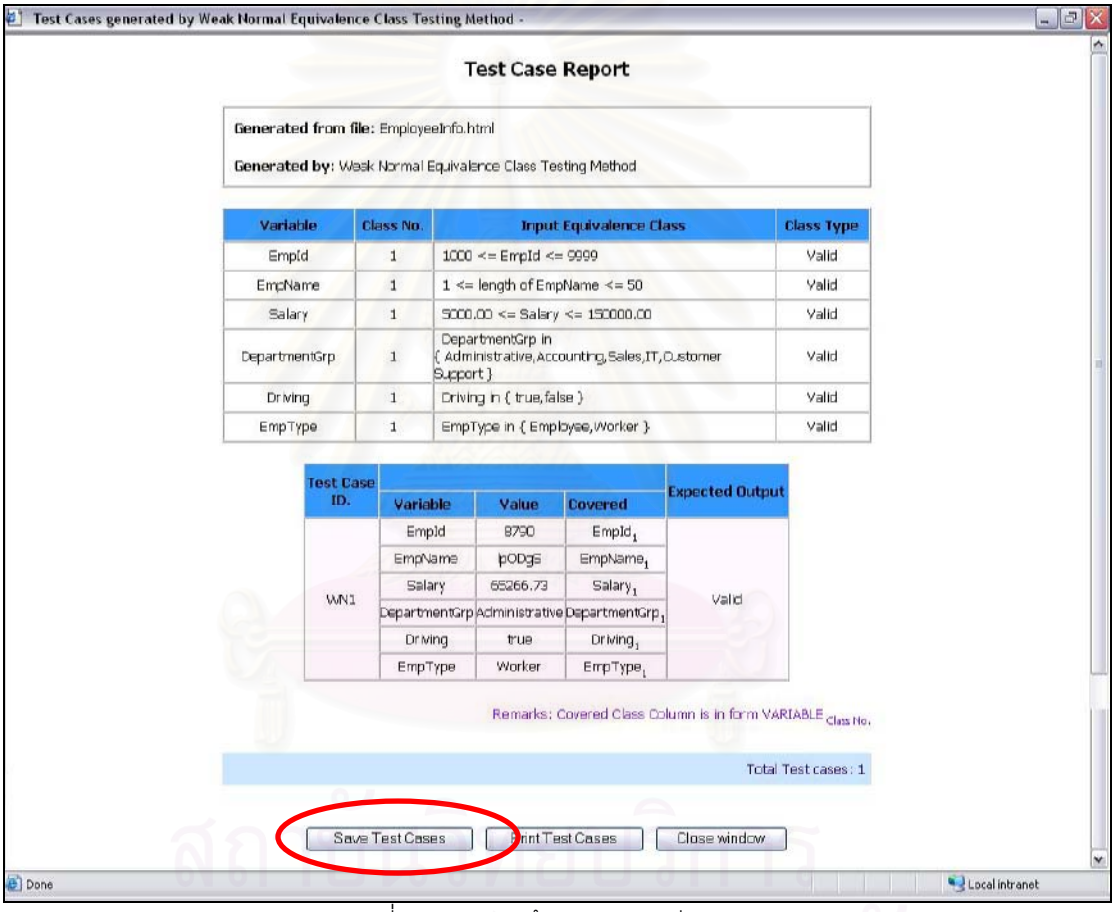


รูปที่ จ-57 ตัวอย่างของรายงานกรณีทดสอบ

4) การนำออกกรณีทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.1) การนำออกกรณีทดสอบในรูปของแฟ้มเอกสารเอ็ชทีเอ็มแอล

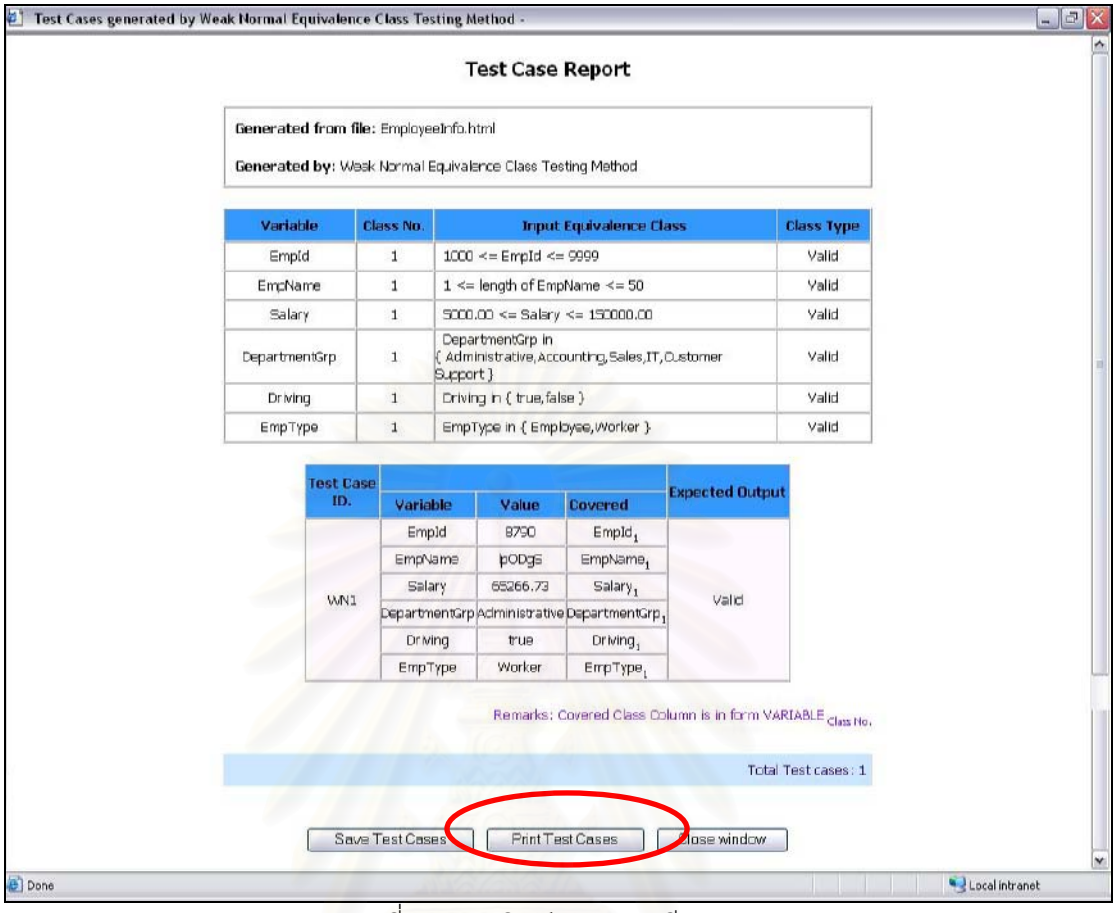
กดปุ่ม “Save Test Cases” (ดังรูปที่ จ-58) เพื่อบันทึกรายงานกรณีทดสอบที่สร้างได้



รูปที่ จ-58 ปุ่มบันทึกรายงานกรณีทดสอบ

4.2) การนำออกกรณีทดสอบในรูปของเอกสาร

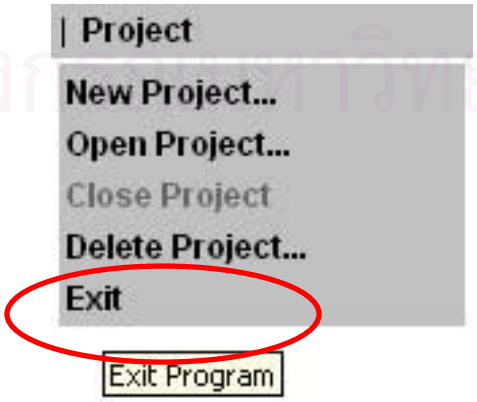
กดปุ่ม “Print Test Cases” (ดังรูปที่ จ-59) เพื่อพิมพ์รายงานกรณีทดสอบที่สร้างได้



รูปที่ จ-59 ปุ่มพิมพ์รายงานกรณีทดสอบ

2.3 การออกจากการใช้งานเครื่องมือ

เลือกไปที่เมนู “Project” จากนั้นคลิกที่เมนู “Exit” (ดังรูปที่ จ-60) และคลิกไปที่ปุ่ม “Yes” (ดังรูปที่ จ-61) เพื่อยืนยันการออกจากการใช้งานเครื่องมือ



รูปที่ จ-60 เมนูออกจากโปรแกรม

รูปที่ จ-61 หน้าจอรับคำสั่งยืนยันการออกจากการใช้งานเครื่องมือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ
ผลงานที่ตีพิมพ์

งานวิจัยนี้ได้รับคัดเลือกให้นำเสนอในงานประชุมวิชาการและตีพิมพ์ในเอกสาร "Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technologies (ICT 2004)" ในระหว่างวันที่ 18-19 พฤศจิกายน พ.ศ.2547 โดยมีหัวข้องานวิจัยชื่อ "Test Case Generation for Web Application Using Black-box Testing Technique"

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Test Case Generation for Web Application Using Black-box Testing Technique

Suchada Supapon and Taratip Suwannasart
Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering
Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand
Tel: +66 2 2186956 Fax: +66 2 2186955
E-mail: bank204@hotmail.com, Taratip.S@Chula.ac.th

Abstract

In the process of web application development, software testing is one of the important phases to achieve high quality web application. However, when the development process reaches testing phase, it usually remains only a little of time to test the application completely because the deadline is getting closer. Thus, automatic tools are required to reduce the effort and time of testers in the testing process. This paper presents an approach for generating test cases to test web application from HTML document and XML Schema using black-box testing techniques. According to this approach, a test case generating tool is developed. With this tool, testers do not need to generate test cases manually so it reduces the cost and effort of test case generation and the whole software testing process.

Keywords: Test Case Generation, Web Application, Equivalence Class Testing, Boundary Value Testing

1. Introduction

In software developing process, software testing is one of the most important processes that brings the quality to the software product. Software testing needs test cases to test the software and normally this task is done manually by testers. Thus, software testing is a labor intensive, expensive, and time-consuming process. Today, the quantity of web application is increasing significantly since the internet usage rises higher so it is necessary to use an automatic tool to automate test case generation to reduce effort and cost of this process.

Test case generator for web application helps testers to conveniently generate test cases and it also reduces the time of test case generation and the whole software testing. Supaporn Munpeansuk [1] proposes a web-based test case generator and executor that generate test cases from HTML document and XML Schema and execute them on the target web application. Supaporn uses only 2 techniques of black-box testing to generate test cases: Strong Robust Equivalence Class Partitioning and Strong Robust Equivalence Class Partitioning combining with Boundary Value Analysis (which will be discussed later). Thus, the generated test cases do not vary enough to test software. Moreover, her tool allows testers to specify only one range of valid value for each variable while in the common application, each variable usually has more than one range of valid value. Besides, it cannot export the generated test cases as document format so testers cannot reuse these test cases on another process (such as test review). Consequently, this paper presents an approach for generating test cases from HTML and XML Schema using more black-box testing techniques. The tool allows testers to provide more than one range of valid value for each variable and it can export generated test cases as documents.

In the rest of this paper, we will briefly introduce test case design in section 2. Section 3 describes test case generation while an empirical study is shown in section 4. Section 5 is related work and section 6 discusses the future work. Finally, we conclude the paper in section 7.

2. Test case design

In software testing, there are 2 main categories of test case design: black-box testing and white-box testing technique. Black-box testing technique generates test cases from software specification without considering of the internal structure of software. As opposed to black-box testing, white-box testing technique generates test cases from the internal structure of software. Black-box testing technique includes Equivalence Class Testing and Boundary Value Testing. [2]

2.1. Equivalence Class Testing

Equivalence Class Testing is a test case design technique that partitions the data domain of software into a subset, called “class”. Each member in a given

class has an equal probability of detecting system errors. There is no redundancy of data amongst classes and the union of all subsets (classes) is the entire set. Thus, this leads to the complete and nonredundancy test cases. Equivalence Class Testing uses one element from each class to generate test cases. Class can be either subset of input domain or subset of output domain. There are 4 methods of Equivalence Class Testing as follows:

2.1.1. Weak Normal Equivalence Class Testing. This method designs test cases based on "single fault assumption". The single fault assumption defines that failures are only rarely the result of the simultaneous occurrence of two (or more) faults. In addition, this method considers only valid equivalence classes and all generated test cases must cover all valid equivalence classes.

2.1.2. Strong Normal Equivalence Class Testing. This method designs test cases based on "multiple fault assumption". The multiple fault assumption defines that failures are usually the result of the simultaneous occurrence of two (or more) faults. Similar to weak normal, this method considers only valid equivalence classes. In addition, all generated test cases must cover each possible Cartesian product of valid equivalence classes.

2.1.3. Weak Robust Equivalence Class Testing. This method designs test cases based on "single fault assumption" and considers both valid and invalid equivalence classes. All generated test cases must cover all equivalence classes.

2.1.4. Strong Robust Equivalence Class Testing. This method designs test cases based on "multiple fault assumption" and considers both valid and invalid equivalence classes. In addition, all generated test cases must cover each possible Cartesian product of equivalence classes.

2.2. Boundary Value Testing

Boundary Value Testing is another test case design technique that focuses on the boundary of the input space to identify test cases. The rationale behind boundary value testing is that errors tend to occur near the extreme values of an input variable. This technique works well with several independent variables that represent bounded physical quantities. There are 4 methods of Boundary Value Testing as follows:

2.2.1. Boundary Value Analysis (BVA). The basic idea of this method is to use 5 values of each input variable: minimum (min), above the minimum (min+), a nominal value (nom), below the maximum (max-), and maximum (max). This method designs test cases based on single fault assumption and all generated test cases must cover all 5 values of each input variable.

2.2.2. Worst-Case Testing. This method uses 5 values of each input variable, like BVA, to generate test cases but the generation is done based on multiple fault assumption. Worst-case test cases come from Cartesian product of five-element set.

2.2.3. Robustness Testing. This method is an extension of BVA. The basic idea of it is to use 7 values of each input variable by including below the minimum (min-) and above the maximum (max+). It designs test cases based on single fault assumption and all generated test cases must cover all 7 values of each input variable.

2.2.4. Robust Worst-Case Testing. This method uses 7 values of each input variable to generate test cases based on multiple fault assumption. The test cases of this method come from Cartesian product of seven-element set.

3. Test case generation

Test case generating process of this research uses Equivalence Class Testing and Boundary Value Testing techniques to generate test cases from HTML document and XML Schema. Figure 1 shows the overview of our approach to generate test cases. The test case generation can be described into 4 parts as follows:

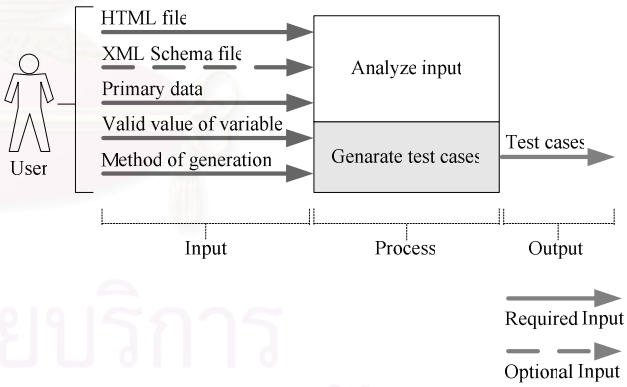


Figure 1. The overview of test case generation

3.1. Input

The inputs of test case generation consist of the followings.

- *HTML file* contains the components of a web page to generate test cases. The components used to generate test cases include text field, password field, radio button, checkbox, and combo box. Each component represents a variable in a test case.

- *XML Schema file* contains primary data and valid values of each component in an HTML file. The present of XML Schema file is optional. Testers do not need to supply it.
- *Primary data* consist of data type, size, and the list of variables to generate test cases. Testers are required to determine this list because some components are not required to generate test cases in some case; for example, such components are only used to display some information, not to accept input from user. There are 2 options for primary data input. If testers supply only HTML file, they need to specify all primary data; or if both HTML file and XML Schema file exist, testers only need to determine the list of variables to generate test cases as in table 1.
- *Valid values of variables* are supplied manually by testers or read from an XML Schema file. Testers can specify several valid values for each variable. The format of each valid value, that testers can specify, depends on the data type of each variable as in table 2.
- *Method of generation* can be one of methods in Equivalence Class Testing and Boundary Value Testing.

3.2. Analyzing input

This process starts from reading all components from HTML file and then analyzes them to find the one which can be used in test case generation. In searching for components, the module finds the element's name which matches the given names: "INPUT" and "SELECT". Thus, there are 5 components that matched the condition:

- *Text field* is represented by <INPUT TYPE=text NAME="fieldname">.
- *Password field* is represented by <INPUT TYPE=password NAME="fieldname">.
- *Radio button* is represented by <INPUT TYPE=radio NAME="groupname" VALUE="radio1">.
- *Checkbox* is represented by <INPUT TYPE=checkbox NAME="cbname">.
- *Combo box* is represented by <SELECT NAME="comboname"> <OPTION>combo1</OPTION> </SELECT>.

All matched components are used as variables in each test case. There are 3 components that come with their valid values: radio button, checkbox, and combo box as in table 3. Next, the process accepts the primary data and additional valid values of each variable from testers or if an XML Schema file is provided, it will read all information from the file (except for the list of variables to generate test cases which is provided only by testers).

Table 1. Primary data that testers need to supply

Input files	Primary data supplied by testers
HTML file	Data type, size, and the list of variables to generate test cases
HTML and XML Schema file	The list of variables to generate test cases

Table 2. The valid value format of each data type

Data type	Valid value format	Example
String	Length	length of a is 8
	Constant	a = "Administrator"
	Set	a in { a,b,c }
Numeric	Range	$1 \le a \le 200$
	Constant	a = 6
	Set	a in { 1,2,3 }

Table 3. An example of the information gathered from an HTML file

Components	HTML Elements	Information gathered from an HTML file	
		Name	Valid value
Text field	<INPUT TYPE=text NAME="user">	user	-
Password field	<INPUT TYPE=password NAME="pwd">	pwd	-
Radio button	<INPUT TYPE=radio NAME="payment_type" VALUE="1"> <INPUT TYPE=radio NAME="payment_type" VALUE="2">	payment_type	payment_type in { 1,2 }
Checkbox	<INPUT TYPE=checkbox NAME="tosagree">	tosagree	tosagree in { true, false }
Combo box	<SELECT NAME="bday_month"> <OPTION>January</OPTION> … <OPTION>December</OPTION> </SELECT>	bday_month	bday_month in { January,…,December }

3.3. Generating test cases

The steps in test case generation depend on the method of generation, provided by testers. Thus, we separate the description of these steps into 2 groups:

3.3.1. Generating test cases by Equivalence Class Testing. The steps can be shown in figure 2. First, valid and invalid input equivalence classes are created from valid values of each variable. An example of input equivalence classes are shown in table 4. Next, random value is derived for each input equivalence class and in the last step; test cases are created by the selected method of generation which is Weak Normal Equivalence Class Testing, Strong Normal Equivalence Class Testing, Weak Robust Equivalence Class Testing, or Strong Robust Equivalence Class Testing. The process of each method is done as follows.

- *Weak Normal Equivalence Class Testing.* Test cases are derived by selecting random values of valid input equivalence classes of each variable and add them to test cases. All random values must be selected at least once.

- *Strong Normal Equivalence Class Testing.* This method uses random values of valid input equivalence classes like weak normal but the derived test cases must cover all possible Cartesian product of random values of each variable.

- *Weak Robust Equivalence Class Testing.* The process of this method is similar to weak normal and it also includes random values of invalid equivalence classes of each variable.

- *Strong Robust Equivalence Class Testing.* The process of this method is similar to strong normal and it also includes random values of invalid equivalence classes of each variable.

3.3.2. Generating test cases by Boundary Value Testing. The steps are shown in figure 3. First, each variables is analyzed to create min-, min, min+, nom, max-, max, and max+ of their valid values (must be range of value) as in table 5. Therefore, each variable has 7 values to generate test cases. Finally, the test cases are derived by the selected method which process as follows.

- *Boundary Value Analysis* uses 5 values (min, min+, nom, max-, and max) to derive test cases by holding the value of all but one variable at their nom values, and letting that variable assume its other boundary values.

- *Worst-Case Testing* uses 5 values of each variable to make Cartesian product of them and add values of each combination to the test cases.

- *Robustness Testing* is similar to Boundary Value Analysis and it also includes min- and max+ values of each variable to derive test cases.

- *Robust Worst-Case Testing* is Worst-Case Testing that includes min- and max+ values of each variable.

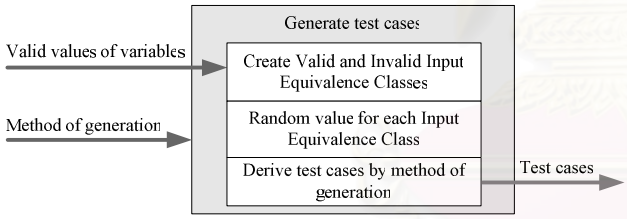


Figure 2. Generating test cases by Equivalence Class Testing

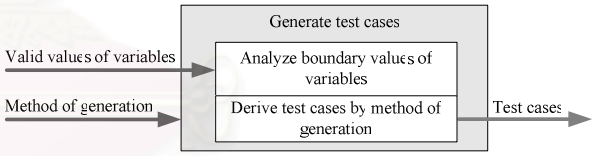


Figure 3. Generating test cases by Boundary Value Testing

Table 4. An example of input equivalence classes

Valid value format	Valid Input Equivalence Class	Invalid Input Equivalence Class
a = 6	EQV1 = { a : a = 6 }	EQV2 = { a : a ≠ 6 }
1 ≤ a ≤ 200	EQV1 = { a : 1 ≤ a ≤ 200 }	EQV2 = { a : a < 1 } EQV3 = { a : a > 200 }
a in { 1, 2, 3 }	EQV1 = { a : a in { 1, 2, 3 } }	EQV2 = { a : a not in { 1, 2, 3 } }

Table 5. An example of boudary values

Range	Boundary value	
1 ≤ a ≤ 200	Min-	0
	Min	1
	Min+	2
	Nom	35
	Max-	199
	Max	200
	Max+	201

3.4. Output

Absolutely, the outputs of test case generation are test cases. Each test case consists of test case id, input value of each variable, and the expected output. The expected output is valid if such test case is not expected to harm the software under test but if it is expected to harm the software, the expected output will be invalid. All generated test cases can be also exported as test case report.

4. An Empirical study

We have experienced the tool with HTML and XML Schema files of three web application: [3], [4], and [5]. Each of them has various components, which can be recognized by the tool, and also various valid values of inputs. The tool is tested to generate test cases for all applications with all possible methods. The summary of the empirical study process are shown in table 6. The result shows that Strong Robust (SR) Equivalence Class Testing and Robust Worst-Case (RWC) Testing are the most quantitative method of Equivalence Class Testing and Boundary Value Testing respectively. On the contrary, Weak Normal (WN) Equivalence Class Testing and Boundary Value Analysis (BVA) are the least quantitative method of Equivalence Class Testing and Boundary Value Testing respectively. An example page of the web application is shown in figure 4 while figure 5 is an example of XML Schema. Figure 6 shows the example of a generated test case.

In addition, we want to know whether the generated test cases can detect errors in the application under test thus we seed some errors into the applications by editing their internal code; for example, changing the comparison operator from less than (<) to greater than (>). The result of test case execution indicates that our generated test cases are successful in detecting seeded errors.

5. Related work

Supaporn Munpeansuk [1] proposes a test case generator/executor for web application that generates test cases from HTML document and XML Schema and executes them on the web application under test. The process of this tool is similar to the one of this paper but, as mentioned in section 1, this tool considers only 2 techniques to generate test cases and allows testers to provide only one valid value for each variable which does not vary enough and is inconsistent for common web application. Furthermore, this tool cannot export the generated test cases as document format which is the most weakness point. However, the strength of this tool is the executor part that can execute the generated test cases on the application under test to observe the result immediately.

Another related work is RITCaG [6] presented by Uma G. Gupta. RITCaG is an automatic, object-oriented test case generator that hierarchically tests the performance of a rule-based expert system. It is coded in Symbolics Lisp and was developed on ART (Automated Reasoning Tool), an expert system shell built by Inference Corp. This tool has context analyzer that analyzes the contents of each context, rule, and condition using Equivalence Class Testing technique and then derives legal and illegal equivalence classes of each condition in the knowledge base. In both cases, boundary values are included. This tool uses only one technique to generate test cases: Weak Robust Equivalence Class Testing combining with Boundary Value Analysis.

6. Future work

The tool of this paper can be further improved the test case generating process to consider the relationship between variables. For example, there is the relationship between date, month, and year. If month is “April”, date cannot be “31”; or if it is not leap year, “February” cannot have the date “29”. Another improvement is the expected output of test cases. The expected output should reflect the real output of such web application for each test case. It would be good if testers can see what really expect to be happened for each test case.

7. Conclusion

This paper presents an approach of generating test cases from HTML and XML Schema using black-box testing techniques including Equivalence Class Testing and Boundary Value Testing. Each technique has 4 methods for test case generation so there are 8 methods used by this paper. Moreover, the tool, developed based on this approach, allows testers to provide more than one range of valid value for each variable and it can export generated test cases as documents. With this tool, testers can generate various test cases to test the web application and export the test cases to be used in post-testing tasks such as test review, and etc. Consequently, testers do not need to generate test cases manually so it reduces the cost and effort of test case generation and the whole software testing process.

8. Acknowledgement

This research is supported by TJTTP-OECF (Thai-Japan Technology Transfer Project – Japanese Overseas Economic Cooperation Fund) and Department of Computer Engineering – Industry Linkage Research Project, Year 2004, Chulalongkorn University.

Table 6. The summary of test case generation

Web Application	No. of Components	No. of Valid Values	No. of Equivalence Classes	Methods of Generation	No. of Test Cases
POPMail Registration (Register.html and Register.xsd)	18	Range = 10 Constant = 0 Set = 8	Valid = 18 Invalid = 20	WN	1
				SN	1
				WR	21
				SR	59,049
	4	Range = 4		BVA	17
				WC	625
				R	25
				RWC	2,401
GPA Calculator (GPACalculator.html and GPACalculator.xsd)	6	Range = 6 Constant = 0 Set = 0	Valid = 6 Invalid = 9	WN	1
				SN	1
				WR	10
				SR	216
	3	Range = 3		BVA	13
				WC	125
				R	19
				RWC	343
UML: Class Diagram Design Tool on Internet (signup.html)	6	Range = 7 Constant = 1 Set = 0	Valid = 8 Invalid = 11	WN	2
				SN	4
				WR	13
				SR	864
	5	Range = 7		BVA	30
				WC	12,500
				R	44
				RWC	67,228

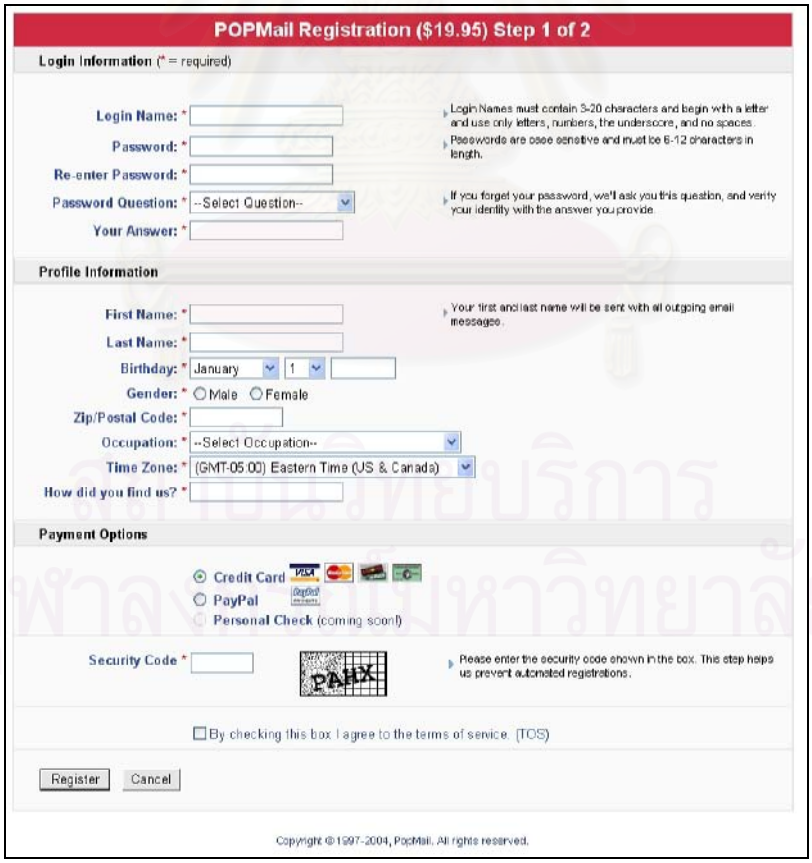


Figure 4. POPMail registration page

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- W3C Schema file created with Stylesheet Designer version 5 rel. 4  (http://www.x
(Bank)  -->
- <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified">
 - <xs:element name="Root">
  - <xs:complexType>
   - <xs:sequence>
    - <xs:element name="user">
     - <xs:simpleType>
      - <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:minlength value="3" />
          <xs:maxlength value="20" />
        </xs:restriction>
       </xs:simpleType>
      </xs:element>
    - <xs:element name="pwd">
     - <xs:simpleType>
      - <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:minlength value="6" />
          <xs:maxlength value="12" />
        </xs:restriction>
       </xs:simpleType>
      </xs:element>
    - <xs:element name="repwd">
     - <xs:simpleType>
      - <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:minlength value="6" />
          <xs:maxlength value="12" />
        </xs:restriction>
       </xs:simpleType>
      </xs:element>
    - <xs:element name="pwdans">
     - <xs:simpleType>
      - <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:minlength value="1" />
          <xs:maxlength value="20" />
        </xs:restriction>
       </xs:simpleType>
      </xs:element>
```

Figure 5. The XML Schema of POPMail the registration page

Test Case ID.	Variable	Value	Covered	Expected Output
WN1	user	FPDVHdNGI	$user_1$	Valid
	pwd	TIUyjSywyvDt	pwd_1	
	repwd	JXUIpDIg	$repwd_1$	
	pwdans	oRFffTXxNmuAIdhg	$pwdans_1$	
	firstname	RWY	$firstname_1$	
	lastname	CSGpfbLrRogst	$lastname_1$	
	bday_year	1971	$bday_year_1$	
	gender	m	$gender_1$	
	zip	17	zip_1	
	referred_by	qjSOtLO	$referred_by_1$	
	payment_type	1	$payment_type_1$	
	securitycode	I	$securitycode_1$	
	tosagree	true	$tosagree_1$	
	pwdquestion	City of birth?	$pwdquestion_1$	
	bday_month	October	$bday_month_1$	
	bday_day	10	$bday_day_1$	
	occupation	Engineering	$occupation_1$	
	timezone	(GMT-10:00) Hawaii	$timezone_1$	

Remarks: Covered Class Column is in form VARIABLE Class No.

Total Test cases: 1

Figure 6. The example of a test case

9. References

[1] Supaporn Munpeansuk, “A Tool for Generating Test Cases from HTML Document and XML Schemas”, Master Thesis, Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 2003.

[2] Paul C. Jorgensen, *Software Testing: A Craftsman’s Approach second edition*, CRC Press LLC, USA, 2002.

[3] PopMail, “POPMail Registration”, 1997, Available from: http://www.popmail.com/reg/reg_pangia.asp

[4] Kentucky University, “How to calculate Grade Point Average (GPA)”, 18 February 2004, Available from: http://www.uky.edu/Registrar/GPAcalc.html

[5] Kritsana Piriyakitpaiboon and Suchada Supapon, “UML: Class Diagram Design Tool on Internet”, 2001, Available from: http://project.cs.kku.ac.th/2544/project/cs41/group1/demo/signup.html

[6] Uma G. Gupta, “Automatic Tools for Testing Expert Systems”, *Communications of the ACM 41(5)*, ACM Press, New York, USA, May 1998, pp. 179-184.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุชาดา ศุภผล เกิดเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2523 ที่อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนเซนต์เมรี่ จังหวัดอุดรธานี เมื่อปีการศึกษา 2534 ระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสตรีราชินูทิศ จังหวัดอุดรธานี เมื่อปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (เกียรตินิยมอันดับ 2) จากภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545 ที่อยู่ปัจจุบันที่สามารถติดต่อได้ คือ 979 หมู่ 5 ซอยสถาพร ถนนอุดร-หนองสำโรง ตำบลบ้านเลื่อม อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000 เบอร์โทรศัพท์ +66 42 247612 อีเมล์ bank204@hotmail.com

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย