

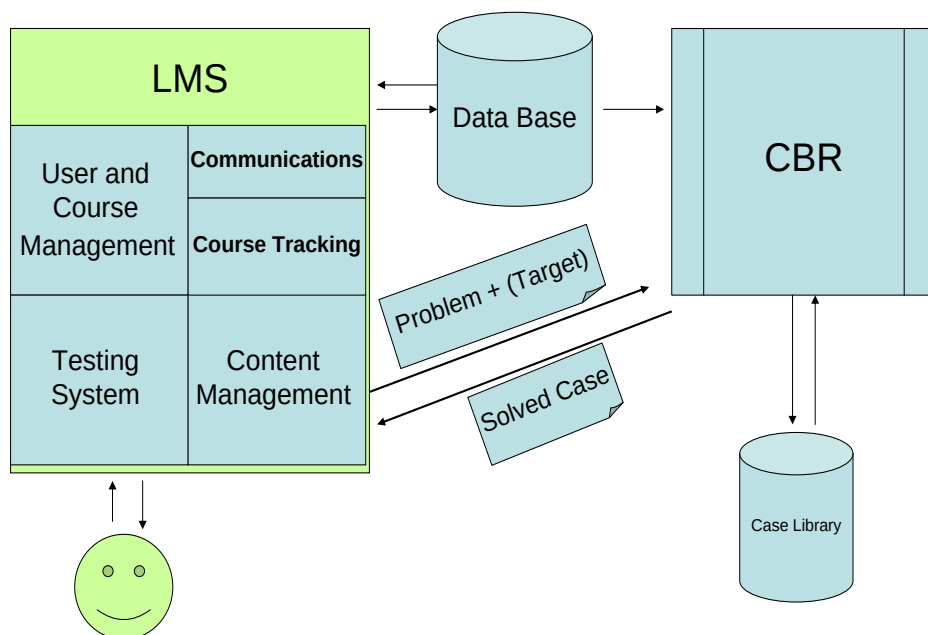
บทที่ 4

สถาปัตยกรรมของระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ โดยใช้วิธีการอ้างเหตุผลด้วยกรณีไปประยุกต์ใช้ในการเลือกวัตถุการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน ร่วมกับระบบจัดการการเรียนรู้ ATutor

4.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

การศึกษาวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอระบบการเลือกวัตถุการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระบบจัดการการเรียนรู้ ATutor ซึ่งองค์ประกอบหลักของระบบจัดการการศึกษานั้น ประกอบด้วย ส่วนจัดการผู้ใช้และวิชา ส่วนติดต่อสื่อสาร ส่วนติดตามพฤติกรรมกรเรียน ส่วนการสอบ และส่วนจัดการเนื้อหา โดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการเพิ่มความสามารถในระบบจัดการการเรียนรู้ในส่วนของการจัดการเนื้อหาให้สามารถเลือกบทเรียนได้เหมาะสมกับผู้เรียนโดยใช้วิธีการอ้างเหตุผลด้วยกรณี โดยระบบจะรับข้อมูลคุณสมบัติของผู้เรียนและบทเรียนที่ต้องการเรียนจากส่วนจัดการเนื้อหา แล้วทำการแนะนำบทเรียนที่เหมาะสมจากคลังกรณีที่มีอยู่ โดยข้อมูลบางส่วนที่นำมาสร้างเป็นคลังกรณี เช่น พื้นฐานความรู้ ระดับความกระตือรือร้น เป็นต้น ได้นำเข้ามาจากฐานข้อมูลที่ใช้ใน ATutor ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

4.2 ระบบจัดการการเรียนรู้ ATutor

ATutor เป็นระบบจัดการการเรียนรู้ ที่พัฒนาโดย The Adaptive Technology Resource Center แห่งมหาวิทยาลัย Toronto ประเทศแคนาดา (<http://www.atutor.ca/>) ระบบนี้พัฒนาขึ้นโดยอาศัยระบบและเทคโนโลยีที่เป็นแบบโอเพนซอร์สทั้งสิ้น ดังนั้น ในการนำไปใช้งานจึงไม่มีค่าใช้จ่ายในเรื่องซอฟต์แวร์ใดๆ เป็นระบบหนึ่งที่น่าสนใจในหลายประเทศทั่วโลก นอกจากนั้น กลุ่มผู้พัฒนาได้จัดเตรียมแผนการพัฒนารับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง และจัดให้มีระบบสนับสนุนและช่วยเหลือไว้เพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้ระบบ จากการทดลองใช้ ATutor พบว่า เป็นระบบที่ใช้งานง่าย มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกสำหรับผู้ดูแลระบบ ผู้สอน และผู้เรียนค่อนข้างครบถ้วน

ระบบจัดการการเรียนรู้ช่วยเอื้ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้สอน ในการจัดการการสอนในลักษณะอีเลิร์นนิ่ง โดยการจัดเตรียมเครื่องมือต่างๆ ให้ผู้สอนอย่างครบครัน โดยที่ไม่ต้องเรียนรู้การเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม ทำให้ผู้สอนที่ไม่มีทักษะทางคอมพิวเตอร์มากนักก็สามารถเข้าถึงระบบอีเลิร์นนิ่งได้ ซึ่งโครงสร้างของระบบจัดการการเรียนรู้ที่ไม่สลับซับซ้อน ทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการเรียนรู้การใช้งาน และไม่ต้องการความช่วยเหลือเพิ่มเติม ผู้ใช้ต้องการเพียงเบราว์เซอร์ในการเปิดเข้ามาศึกษาเนื้อหา การใช้ระบบเดียวกันทั้งสถาบันทำให้มีความคงที่ในด้านของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนได้ประโยชน์จากการที่ไม่ต้องเสียเวลาในการทำควมคุ้นเคยกับการใช้งานหรือด้านเทคนิค และสามารถทุ่มเทความสนใจกับเนื้อหาการเรียนแต่เพียงอย่างเดียว

ศักยภาพในการบูรณาการการจัดการกับข้อมูลผู้เรียน สถิติการเข้าใช้ การตัดเกรด การจัดการสอบของระบบจัดการการเรียนรู้ ทำให้ผู้สอนสามารถที่จะจัดให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และวัดระดับความสามารถของผู้เรียน รวมทั้งวัดคุณภาพของการเรียนการสอนโดยรวม

4.3 วัตถุการเรียนรู้ในระบบ

นิยามของวัตถุการเรียนรู้ที่งานวิจัยนี้ใช้ คือ วัตถุการเรียนรู้เป็นทรัพยากรของเนื้อหาใดๆ ในรูปแบบดิจิทัล ที่สามารถนำกลับมาใช้สนับสนุนการเรียนรู้ได้ โดยผู้วิจัยได้ใช้กรณีศึกษาจากนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการโปรแกรมภาษาซี ในระบบจัดการการเรียนรู้ ATutor ของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งมีบทเรียนที่ใช้ทดสอบจำนวน 4 บทเรียน ได้แก่เรื่อง ตัวดำเนินการ โครงสร้างแบบทำซ้ำ อยะเรย์ และตัวชี้ ซึ่งในแต่ละบทเรียนจะประกอบด้วย 3 วัตถุการเรียนรู้ แบ่งเป็นวัตถุการเรียนรู้ที่สร้างโดยผู้วิจัยด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์พาวเวอร์พอยต์ 1 วัตถุการเรียนรู้ และวัตถุการเรียนรู้ในรูปแบบเอกสาร PDF (Portable Document Format) อีก 2 วัตถุการเรียนรู้ซึ่งมีผู้แต่งต่างกัน รวมมีวัตถุการเรียนรู้ที่ใช้ทดสอบทั้งสิ้นจำนวน 12 วัตถุการเรียนรู้

การพิจารณาเส้นทางการเรียนในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ไม่ได้พิจารณาตลอดเส้นทางการเรียน จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดของเส้นทางการเรียน แต่พิจารณาเพียงจุดที่ผู้เรียนกำลังศึกษาบทเรียน ใดๆและต้องการหาบทเรียนถัดไปที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการอ้างเหตุผลด้วยกรณีในการพิจารณาดังกล่าว

4.4 การพัฒนากรณีในระบบ

สำหรับการออกแบบและพัฒนากรณีเพื่อใช้ในการเลือกวัตถุการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.4.1 การรวบรวมข้อมูล

ในขั้นแรกของการพัฒนาระบบจัดการการเรียนรู้ ที่สามารถเลือกบทเรียนโดยใช้วิธีการอ้างเหตุผลด้วยกรณีนั้น สิ่งที่ต้องทำเป็นครั้งแรกคือต้องทำการรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาสร้างเป็นฐานความรู้ โดยระบบได้นำข้อมูลของผู้เรียนซึ่งเป็นนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการโปรแกรมภาษาซี ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของระบบจัดการการเรียนรู้ ATutor ของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 96 คน ซึ่งประกอบด้วย พื้นฐานความรู้ และ ระดับความกระตือรือร้น รวมทั้งเมทาดาต้าของวัตถุการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย หัวข้อเรื่องบทเรียน ผู้แต่ง ค่าใช้จ่าย รูปแบบด้านเทคนิค ภาษา ชนิดของสื่อ และกลุ่มผู้เรียน มาสร้างเป็นฐานความรู้

4.4.2 ออกแบบฐานกรณี

หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการออกแบบกรณีเพื่อจัดเก็บลงในฐานความรู้ ซึ่งในการวิจัยและพัฒนาระบบ ได้ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL มาสร้างเป็นฐานความรู้ โดยออกแบบโครงสร้างของกรณี เป็นแบบเชิงเส้น (Flat Feature – Value List) และ 1 แถวในฐานข้อมูลเก็บรายละเอียดได้ 1 กรณี ซึ่งรายละเอียดของกรณีสามารถ อธิบายได้ดังต่อไปนี้

1) คำอธิบายปัญหา (Problem Description) เป็นการอธิบายถึงรายละเอียดของวัตถุการเรียนรู้ประกอบไปด้วย หัวข้อบทเรียน ผู้แต่ง พื้นฐานความรู้ ระดับความกระตือรือร้น ค่าใช้จ่าย ภาษา ชนิดของสื่อ กลุ่มผู้เรียน และรูปแบบด้านเทคนิค นอกจากนี้เพื่อให้ระบบสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอัตโนมัติจึงได้กำหนดคุณลักษณะที่เพิ่มเติมเพื่อใช้ในการเรียนรู้ของเครื่องได้แก่

- ผลรวมอัตราการเรียนรู้ (Sum of Learning Growth)
- จำนวนครั้งในการเรียนรู้ (Count of Test Cases)
- จำนวนครั้งในการเรียนรู้ถูก (Count of Correct Cases)
- จำนวนครั้งในการเรียนรู้ผิด (Count of Wrong Cases)

โดยอัตราการเรียนรู้พิจารณาจากสมการที่ 4.1

$$LearningGrowth = \frac{Posttest - Pretest}{100 - Pretest} \times 100 \quad (4.1)$$

เมื่อ LearningGrowth คือ ร้อยละของอัตราการเรียนรู้ของผู้เรียน
 Posttest คือ ร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน
 Pretest คือ ร้อยละของคะแนนทดสอบก่อนเรียน

เมื่อระบบแนะนำกรณีเก่าในคลังที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ก็จะเพิ่มค่าสะสมให้กับอัตราการเรียนรู้ให้กับกรณิดังกล่าว รวมทั้งเพิ่มค่าสะสมจำนวนครั้งในการเรียนรู้และจำนวนครั้งในการเรียนรู้ถูก แต่ถ้ากรณีเก่าดังกล่าวไม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ระบบจะทำการเพิ่มค่าสะสมจำนวนครั้งในการเรียนรู้ผิดให้กับกรณี

2) คำตอบ (Solution) ซึ่งก็คือ URL ของวัตถุการเรียนรู้ และคำอธิบายวัตถุการเรียนรู้ เพื่อส่งกลับไปให้ผู้เรียนเลือกวัตถุเรียนนั้นๆ

ตารางต่อไปนี้จะแสดงพจนานุกรมข้อมูลของตารางเชิงสัมพันธ์ที่ใช้เก็บข้อมูลกรณี

ตารางที่ 4.1 พจนานุกรมข้อมูลของตารางเชิงสัมพันธ์ที่ใช้เก็บข้อมูลกรณี

ลำดับ	ชื่อข้อมูล	คำอธิบายชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	ขนาดของข้อมูล	รายละเอียดอื่นๆ
1	CaseID	เลขที่กรณี	varchar	10	คีย์หลัก(PK)
2	Topic	หัวเรื่อง	varchar	50	
3	Author	ผู้แต่ง	varchar	40	
4	Competency	พื้นฐานความรู้	varchar	20	
5	Enthusiastic	ระดับความกระตือรือร้น	varchar	20	
6	Cost	ค่าใช้จ่าย	varchar	40	
7	Language	ภาษา	varchar	10	
8	MaterialType	ชนิดของสื่อ	varchar	40	
9	Audience	กลุ่มผู้เรียน	varchar	40	
10	TechnicalRequirement	รูปแบบด้านเทคนิค	varchar	50	
11	SumLearningGrowth	ผลรวมอัตราการเรียนรู้	double		
12	CountTestCase	จำนวนครั้งในการเรียนรู้	int		
13	CountCorrectCase	จำนวนครั้งในการเรียนรู้ถูก	int		
14	CountWrongCase	จำนวนครั้งในการเรียนรู้ผิด	int		

4.4.3 การค้นหาข้อมูล

อัลกอริทึมที่นำมาใช้ในการค้นหากรณีของงานนี้ คือ อัลกอริทึม Nearest Neighbor ซึ่งแบ่งขั้นตอนการประเมินความคล้ายเป็น 2 ระดับด้วยกัน ดังนี้

1) การประเมินความคล้ายในระดับคุณลักษณะของกรณี (Local Similarity)

ในขั้นแรกของการค้นหาข้อมูลเป็นการประเมินความคล้ายของคุณลักษณะ ระหว่างปัญหาใหม่กับ กรณีในฐานความรู้ เป็นการคำนวณค่า $\text{sim}(a,b_i)$ จากสมการ 2.2-2.5 โดยตารางต่อไปนี้แสดงค่าข้อมูลที่เป็นไปได้ของแต่ละคุณลักษณะในคลังกรณี

ตารางที่ 4.2 ค่าข้อมูลที่เป็นไปได้ของแต่ละคุณลักษณะในคลังกรณี

ลำดับ	ชื่อข้อมูล	คำอธิบายชื่อข้อมูล	ค่าข้อมูล
1	CaseID	เลขที่กรณี	1-999999999
2	Topic	หัวเรื่อง	ENUM('array','loop','operator','pointer')
3	Author	ผู้แต่ง	ENUM('นิรุช อำนวยศิลป์','ปัญญาพล หอรตะ','เรืองศักดิ์ ตระกูลพุทธิรักษ์')
4	Competency	พื้นฐานความรู้	ENUM('high','low','medium')
5	Enthusiastic	ระดับความกระตือรือร้น	ENUM('high','low','medium')
6	Cost	ค่าใช้จ่าย	ENUM('free','1-1000','>1000')
7	Language	ภาษา	ENUM('Thai','English')
8	MaterialType	ชนิดของสื่อ	ENUM('Text','Graphic','Animation')
9	Audience	กลุ่มผู้เรียน	ENUM('college','UnderGrad','Grad')
10	TechnicalRequirement	รูปแบบด้านเทคนิค	ENUM('All','internet','browser')
11	SumLearningGrowth	ผลรวมอัตราการเรียนรู้	จำนวนจริง
12	CountTestCase	จำนวนครั้งในการเรียนรู้	จำนวนเต็ม
13	CountCorrectCase	จำนวนครั้งในการเรียนรู้ถูก	จำนวนเต็ม
14	CountWrongCase	จำนวนครั้งในการเรียนรู้ผิด	จำนวนเต็ม

โดยที่ค่าพิสัยของแต่ละคุณลักษณะ หามาได้จากการคำนวณ จากข้อมูลในคลังกรณีหรือ ฐานความรู้ และค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละคุณลักษณะ ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนักนี้เกิดจากการกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญในระหว่างที่พัฒนาระบบ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับตามลำดับความสำคัญของแต่ละคุณลักษณะ คือ มาก ปานกลาง น้อย และกำหนดค่าเป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ โดยตารางต่อไปนี้แสดงค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละคุณลักษณะในคลังกรณี

ตารางที่ 4.3 ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละคุณลักษณะในคลังกรณีที่กำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ชื่อข้อมูล	คำอธิบายชื่อข้อมูล	ค่าถ่วงน้ำหนัก
1	CaseID	เลขที่กรณี	ไม่พิจารณา
2	Topic	หัวเรื่อง	3
3	Author	ผู้แต่ง	1
4	Competency	พื้นฐานความรู้	3
5	Enthusiastic	ระดับความกระตือรือร้น	2
6	Cost	ค่าใช้จ่าย	1
7	Language	ภาษา	3
8	MaterialType	ชนิดของสื่อ	2
9	Audience	กลุ่มผู้เรียน	3
10	TechnicalRequirement	รูปแบบด้านเทคนิค	1
11	SumLearningGrowth	ผลรวมอัตราการเรียนรู้	ไม่พิจารณา
12	CountTestCase	จำนวนครั้งในการเรียนรู้	ไม่พิจารณา
13	CountCorrectCase	จำนวนครั้งในการเรียนรู้ถูก	ไม่พิจารณา
14	CountWrongCase	จำนวนครั้งในการเรียนรู้ผิด	ไม่พิจารณา

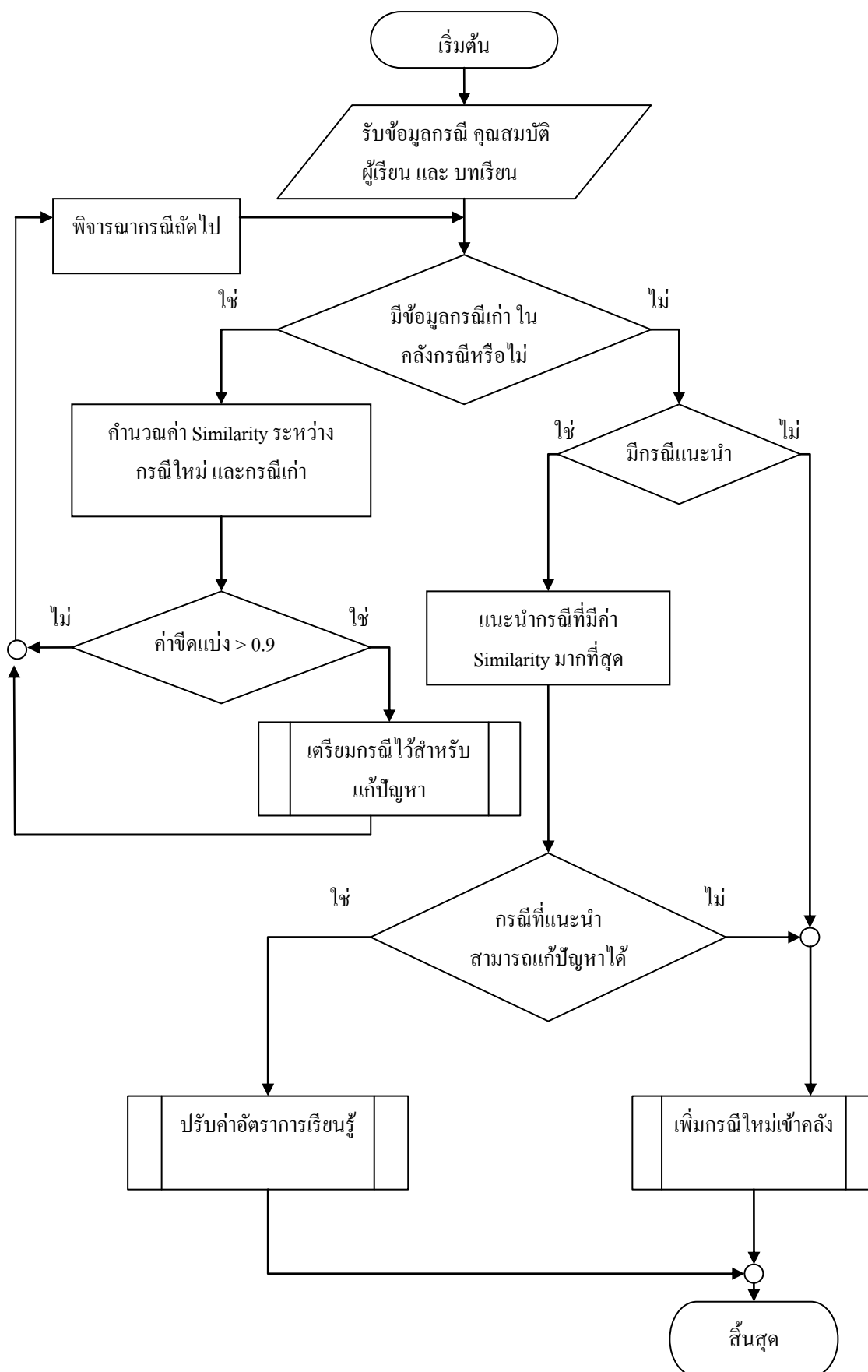
2) การประเมินความคล้ายในระดับกรณี

เมื่อได้ทำการประเมินความคล้ายในระดับคุณลักษณะของกรณีแล้ว ก็จะทำการประเมินความคล้ายในระดับกรณี (Global Similarity) ซึ่งเป็นการประเมินความคล้ายระหว่างกรณีปัญหา กับกรณีเก่า โดยใช้ค่า $Sim(A,B)$ ที่ได้จากการคำนวณในขั้นตอนการประเมินความคล้ายในระดับคุณลักษณะของกรณี มาใช้ประเมินความคล้ายในระดับกรณี โดยใช้อัลกอริทึม Nearest Neighbor

4.5 ขั้นตอนการทำงานของการทำงานการอ้างเหตุผลด้วยกรณี

การจัดลำดับบทเรียนในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ไม่ได้พิจารณาถึงเส้นทางการเรียนตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนจบเส้นทางการเรียนทั้งหมด แต่พิจารณาจากตำแหน่งปัจจุบันที่ผู้เรียนกำลังศึกษาบทเรียนนั้นอยู่ แล้วทำการเปรียบเทียบกับกรณีเก่าในคลังกรณี โดยค้นหากรณีเก่าที่ใกล้เคียงกับกรณีที่กำลังแก้ปัญหาเพื่อแนะนำบทเรียนที่เหมาะสม สำหรับการทำงานของระบบนั้น เริ่มจากการรับข้อมูลคุณสมบัติของผู้เรียนและหัวข้อบทเรียนที่ต้องการเรียน จากนั้นทำการค้นหากรณีเก่าในคลังกรณี เพื่อพิจารณาค่าคะแนนของความคล้ายระหว่างกรณีใหม่ที่ต้องการแก้ปัญหากับกรณีเก่า หากคะแนนความคล้ายของกรณีเก่าที่นำมาเปรียบเทียบกับค่าขีดแบ่งมากกว่า 0.9 ระบบก็จะนำกรณีดังกล่าวมาเตรียมไว้สำหรับแก้ปัญหา โดยระบบจะเลือกแนะนำเฉพาะกรณีเก่าที่มีค่าความคล้ายมาก

ที่สุดแก่ผู้ใช้งาน และหากกรณีดังกล่าวไม่สามารถนำไปแก้ปัญหาได้หรือไม่มีกรณีใดในคลังกรณีที่สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ระบบก็จะทำการเพิ่มกรณีใหม่นั้นเข้าคลังกรณี ดังรูปที่ 4.2

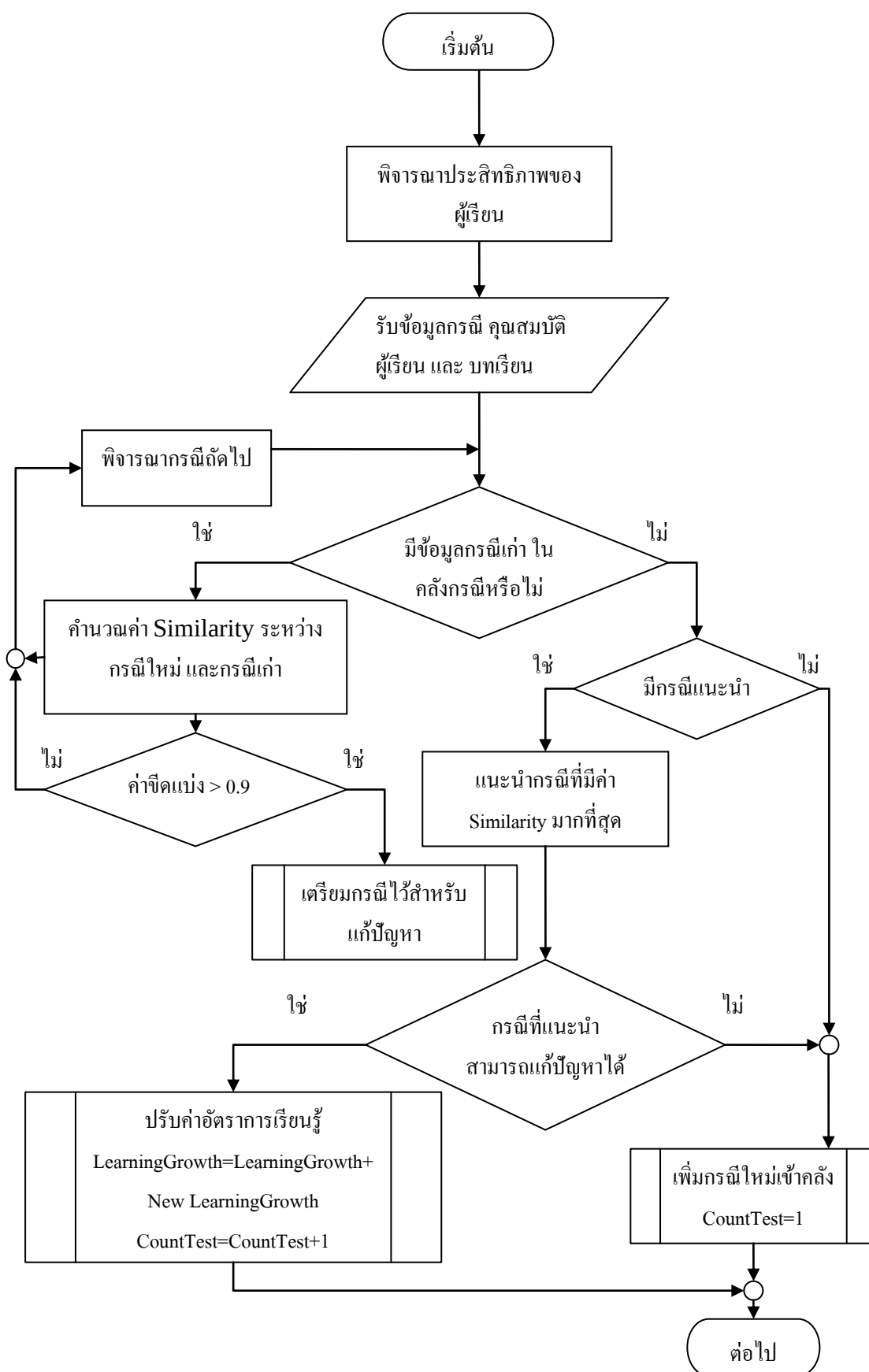


รูปที่ 4.2 ขั้นตอนหลักในการทำงานของระบบ

4.5.1 ขั้นตอนการสอนระบบ

ขั้นตอนการสอนระบบ เป็นขั้นตอนในการสร้างคลังกรณีหรือฐานความรู้เริ่มต้นให้กับระบบ ในขั้นตอนนี้ จะเริ่มด้วยการเก็บข้อมูลกรณีของผู้เรียนที่ประสบความสำเร็จในการเรียน โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพของผู้เรียนในการเลือกวัสดุการเรียนแต่ละชิ้น จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) แล้วนำมาพิจารณาเป็นอัตราการเรียนรู้ (Learning Growth) ถ้าเป็นกรณีใหม่ที่ไม่มีในคลัง ก็จะนำคุณลักษณะของผู้เรียนและวัสดุการเรียนดังกล่าวเก็บเข้าเป็นคลังกรณี

เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่กรณีที่ต้องการเพิ่มเข้าไปใหม่ซ้ำกับกรณีเก่าในฐานความรู้ จะทำการเพิ่มค่าอัตราการเรียนรู้ใหม่ให้กับกรณีเก่าที่ค้นคืนได้ และเพิ่มค่าจำนวนครั้งในการทดสอบอีก 1 ครั้ง แต่ถ้าเป็นกรณีใหม่ที่ไม่มีในฐานกรณี ก็จะทำการเพิ่มกรณีและเพิ่มค่าจำนวนครั้งในการทดสอบเป็น 1 ครั้ง ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการปรับอัตราการเรียนรู้ของกรณีขณะสอนระบบ

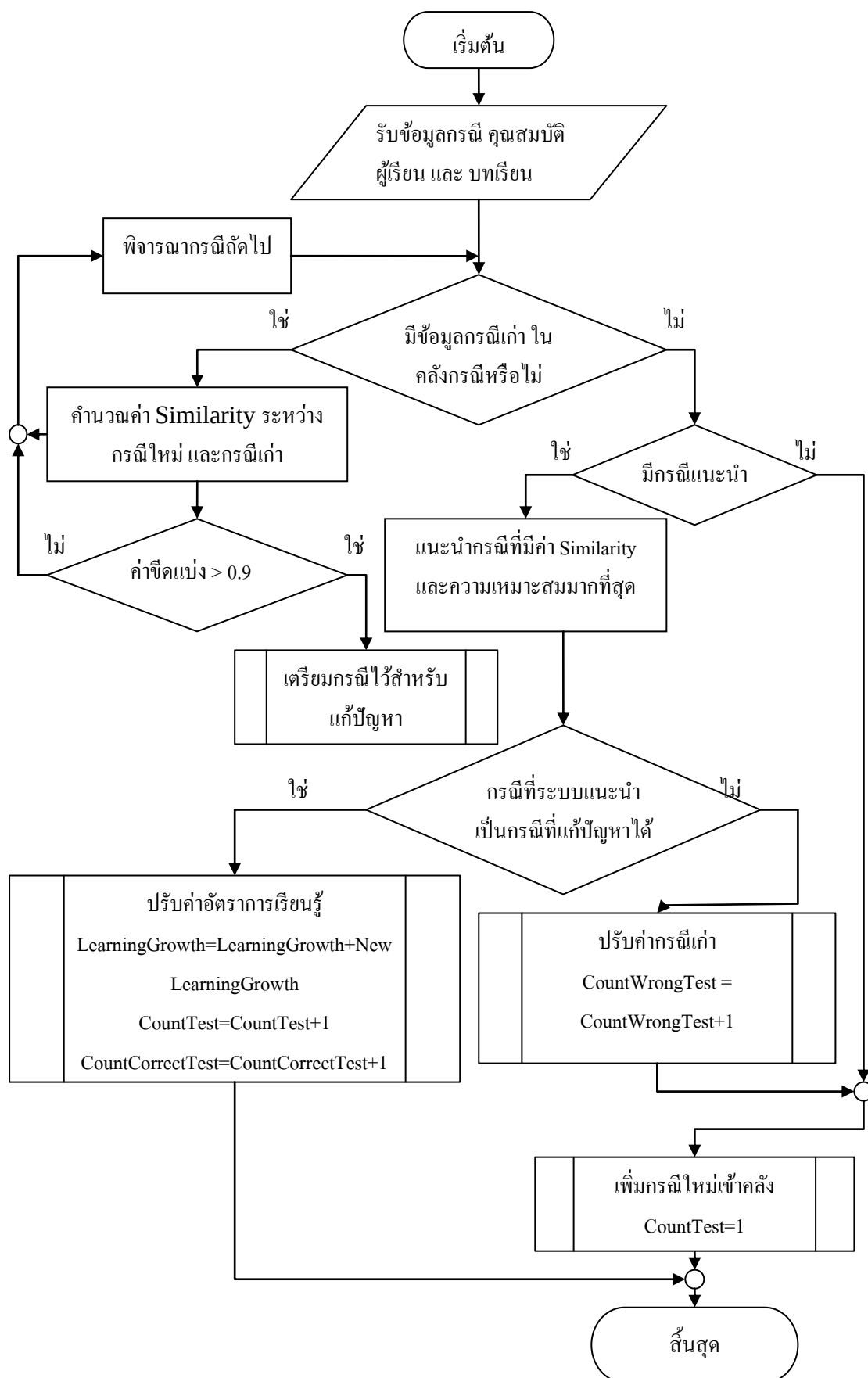
4.5.2 ขั้นตอนการทดสอบการเรียนรู้ของเครื่อง

ในกระบวนการค้นคืนกรณีนั้น เมื่อทำการดึงกรณีจากคลังกรณีขึ้นมา จะมีบางกรณีที่มีความคล้ายกับกรณีปัญหา โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกค้นคืนเฉพาะกรณีที่มีความคล้ายกันมากที่สุด ซึ่งอาจมีได้หลายกรณี โดยจัดเรียงลำดับกรณีตามความเหมาะสม ซึ่งความเหมาะสมพิจารณาจากสมการที่ 4.2

$$Appropriate = \frac{\sum LearningGrowth}{\sum CountTest} \quad (4.2)$$

เมื่อ Appropriate คือ ระดับความเหมาะสม
 LearningGrowth คือ ร้อยละของอัตราการเรียนรู้
 CountTest คือ จำนวนครั้งในการทดสอบ

เมื่อกรณีที่ระบบแนะนำสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาก็ จะทำการเพิ่มค่าอัตราการเรียนรู้ (Sum of Learning Growth) จำนวนครั้งในการเรียนรู้ (Count of Test Cases) และจำนวนครั้งในการเรียนรู้ถูกขณะทดสอบ (Count Correct Cases) แต่ถ้าไม่สามารถนำไปแก้ปัญหาก็ จะทำการเพิ่มค่าจำนวนครั้งในการเรียนรู้ผิดขณะทดสอบ (Count Wrong Cases) ให้กับกรณีที่แนะนำผิด และ ทำการเพิ่มค่าอัตราการเรียนรู้และจำนวนครั้งในการเรียนรู้ให้กับกรณีที่ควรแนะนำ แต่ถ้ากรณีที่ควรแนะนำเป็นกรณีใหม่ที่ไม่อยู่ในฐานกรณี ก็ จะทำการเพิ่มกรณีและเพิ่มค่าจำนวนครั้งในการทดสอบเป็น 1 ครั้ง ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการปรับอัตราการเรียนรู้ของกรณีขณะทดสอบระบบ